

Лекция 6

6. Топочные и горелочные устройства

6.1. Топочные устройства

Топка – устройство, предназначенное для сжигания топлива с целью получения теплоты. Топка выполняет функцию горения и теплообменного аппарата – теплота одновременно передается от факела горения излучением и от продуктов сгорания конвекцией к экранным поверхностям, по которым циркулирует вода. Доля лучистого теплообмена в топке, где температура топочных газов порядка 1000 °С, больше чем конвективного, поэтому, чаще всего, поверхности нагрева в топке называют *радиационными*.

Для сжигания природного газа, мазута и пылевидного твердого топлива используются камерные топки, в конструкции которых можно выделить три основных элемента: топочную камеру, экранную поверхность, горелочное устройство.

1. Топочная камера или топочный объем – пространство, отделенное обмуровкой от окружающей среды.

Обмуровкой называют ограждения, отделяющие топочную камеру и газоходы теплогенератора от внешней среды. Обмуровку в котельном агрегате выполняют из красного или диатомового кирпича, огнеупорного материала или из металлических щитов с огнеупорами.

Внутренняя часть обмуровки топки – *футеровка*, со стороны топочных газов и шлаков, выполняется из огнеупорных материалов: шамотного кирпича, шамотобетона и других огнеупорных масс. Обмуровка и футеровка должны быть достаточно плотными, особо высокоогнеупорными, стойкими к химическому воздействию шлаков и иметь малый коэффициент теплопроводности.

Обмуровка может опираться непосредственно на фундамент, на металлические конструкции (каркас) или крепиться на трубах экранов топочной камеры и газоходов. Поэтому существуют три конструкции обмуровки: массивная – имеет свой фундамент; накаркасная (облегченная) – фундамента не имеет, крепится на металлический каркас; натрубная – крепится к экранным поверхностям.

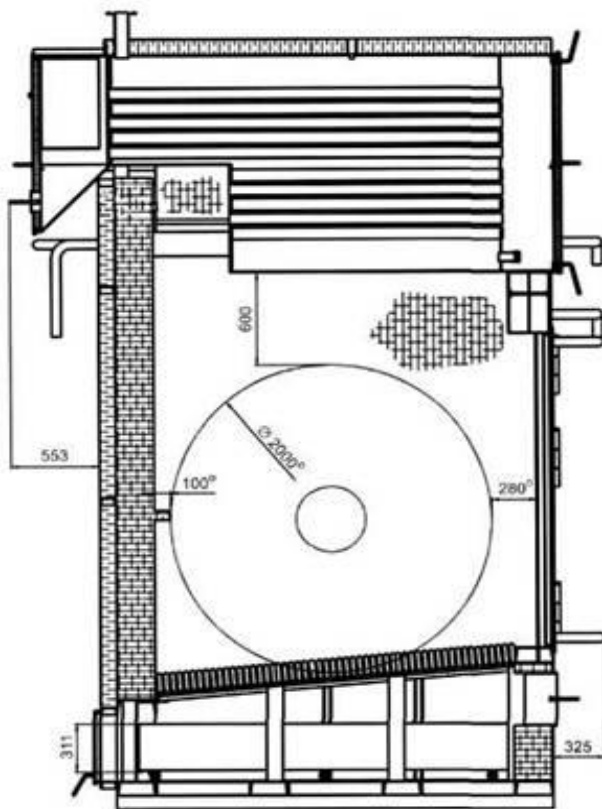


Рис. 1. Продольный разрез водогрейного котла.

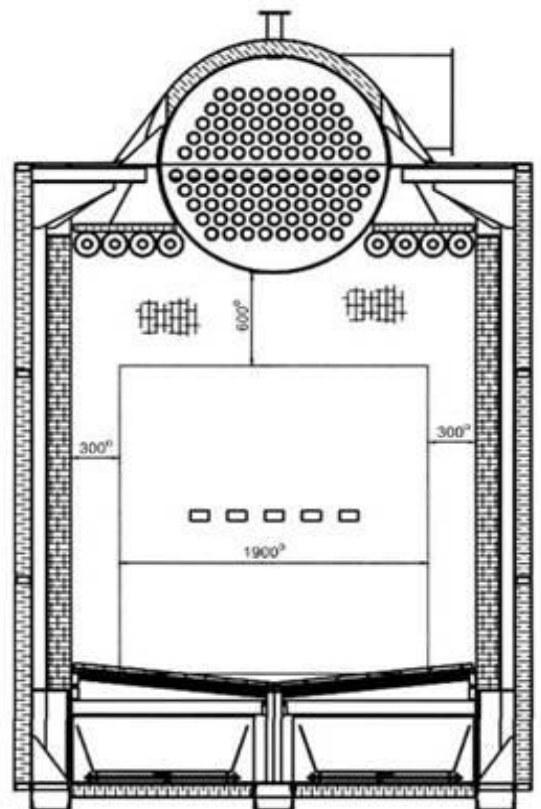


Рис. 2. Фронтальный разрез водогрейного котла.

Рис. 6.1. Фронтальный и боковой разрез водогрейного котла с топкой и обмуровкой из шамотного кирпича

Каркас служит для крепления и поддержания всех элементов котельного агрегата (барбанов, поверхностей нагрева, трубопроводов, обмуровки, лестниц и площадок) и представляет собой металлические конструкции обычно рамного типа, соединенные с помощью сварки или закрепленные болтами на фундаменте.

2. Экранная радиационная поверхность нагрева выполнена из стальных труб диаметром 51...76 мм, установленных с шагом 1,05...1,1. Экраны воспринимают теплоту за счет радиации и конвекции и передают ее воде или пароводяной смеси, циркулирующим по трубам. Экраны защищают обмуровку от мощных тепловых потоков.

В вертикально-водотрубных котлах (рис. 6.2а) поверхность нагрева состоит из развитого пучка кипяtilьных труб 2, ввальцованных в верхний 1 и нижний 3 барабаны, топочных экранов 6, питаемых водой из котельных барабанов через опускные трубы 7 и соединительные 4 из камер (коллекторов 5). Испарительные поверхности нагрева котельных агрегатов экранного типа (рис. 6.2б) состоят из барабана 1, системы экранных труб 6 с нижними 8 и 9 и верхними 5 экранными коллекторами, систем опускных 7 и соединительных 10 труб.

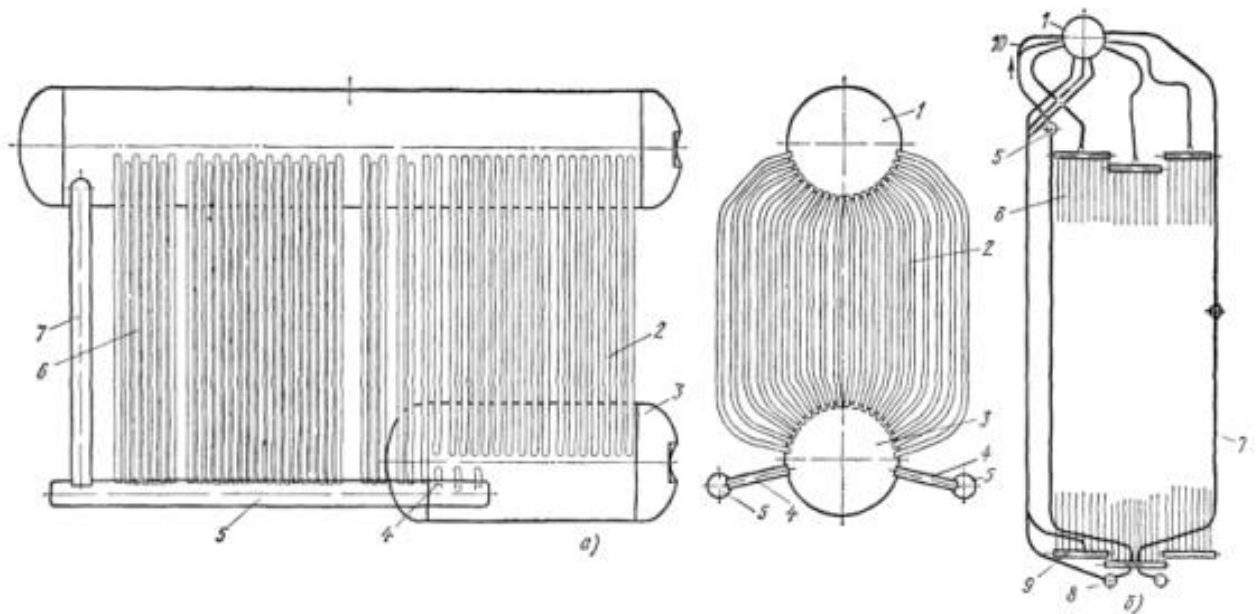


Рис. 6.2. Экранные поверхности нагрева котлов:

а – вертикально-водотрубных, б – экранного типа

1 и 3 – верхний и нижний барабаны, 2 и 7 – кипяtilьные и опускные трубы, 4 и 10 – соединительные трубы, 5, 8 и 9 – коллекторы, 6 – топочные экраны

3. Горелочные устройства устанавливаются на одной или двух противоположных (встречных) поверхностях нагрева, на поду, или в углах топки. На стенах топки котла устраивают амбразуру – отверстие в обмуровке, обмурованное огнеупорным материалом, куда устанавливают воздушный регистр и горелочное устройство.

При любом виде топлива (газообразное, жидкое или пылевидное) воздух в основном (кроме инжекционных горелок) нагнетается дутьевым вентилятором в топку через воздушные регистры или воздухонаправляющие аппараты, что обеспечивает интенсивное завихрение и выход (подачу) топливновоздушной смеси в наиболее узком сечении амбразуры топки со скоростью 25...30 м/с.

Воздухонаправляющее устройство представляет собой лопаточный завихритель осевого типа с подвижными, поворачивающимися вокруг своей оси лопатками. Возможна и установка неподвижных профильных лопаток под углом 45...50° к потоку воздуха. Завихрение потока воздуха интенсифицирует процессы смесеобразования и горения, но при этом увеличивается сопротивление по воздушному тракту. Направляющие аппараты удобны для автоматического регулирования производительности вентиляторов и дымососов.

6.2. Горелочные устройства

В зависимости от вида сжигаемого топлива различают множество конструкций горелочных устройств.

1. При сжигании твердого пылевидного топлива применяют горелки смешивающего типа. В амбразуре топочной камеры устанавливают улитку, в которой пылевоздушная смесь (пылевидное топливо с первичным воздухом) закручивается и по кольцевому каналу транспортируется к выходу горелки, откуда поступает в топку в виде закрученного короткого факела. Вторичный воздух, через другую аналогичную улитку, подается в топку со скоростью 18...30 м/с, в виде мощного закрученного потока, где интенсивно перемешивается с пылевоздушной смесью. Производительность горелок – 2...9 т/ч угольной пыли.

2. При сжигании мазута применяют форсунки и мазутные горелки: механические, ротационные и паровоздушные (паромеханические).

Механическая форсунка. Подогретый примерно до 100 °С мазут под давлением 2...4 МПа поступает в канал, перемещается в насадок (распыливающую головку), где установлен завихритель-распылитель.

Механические центробежные форсунки подразделяются на нерегулируемые и с регулируемым сливом. Следует отметить, что это деление весьма условное: можно изменять подачу у обеих форсунок. К нерегулируемым относят форсунки с малой глубиной регулирования и такие, у которых изменение подачи связано с их выключением, выемкой из топочного устройства и заменой распыливающего элемента.

Механические центробежные форсунки, различающиеся компоновкой распыливающих элементов, дополнительно иногда подразделяют на форсунки со сменными и постоянно работающими на всех режимах распылителями, что обусловлено в основном условиями эксплуатации котла.

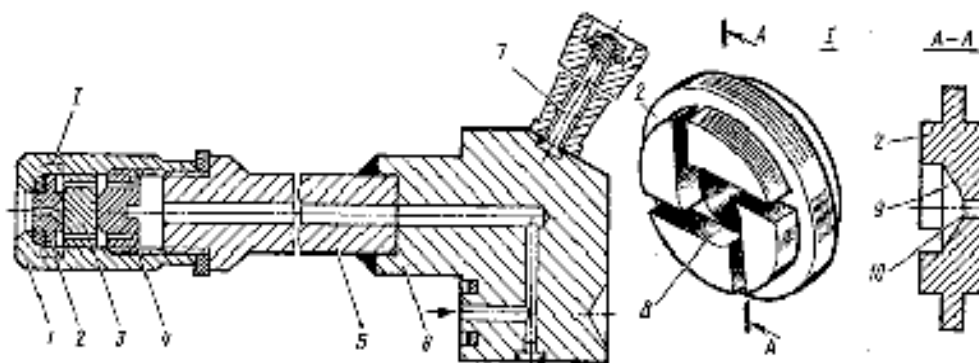


Рис. 6.3. Механическая нерегулируемая центробежная форсунка

Механическая регулируемая центробежная форсунка отечественных вспомогательных котлов (рис. 6.3) состоит из корпуса 6 с ручкой 7, ствола 5, представляющего собой толстостенную трубу со штуцером на конце, стопорной втулки 4, распределителя (сопла) 3, распыливающей шайбы 2 и головки 1. Топливо от топливно-форсуночного насоса по отверстиям в корпусе и каналу ствола через сверления в стопорной втулке и распределителе поступает к распыливающей шайбе. Распыливающая шайба у данной конструкции имеет четыре канала 8, расположенных тангенциально к окружности вихревой камеры. По ним топливо устремляется к центру и в вихревую камеру 9, где интенсивно раскручивается. Из нее топливо входит в топку через центральное отверстие 10 в виде вращающегося конуса мелко распыленных частиц.

Поверхности соприкосновения распыливающей шайбы 2 и распределителя 3 тщательно обрабатывают, полируют и при сборке головки прижимают одну к другой стопорной втулкой 4.

Распыливающие шайбы изготавливают из высоколегированных хромоникелевых или хромовольфрамовых сталей. В зависимости от подачи форсунки число тангенциальных каналов может быть от двух до семи.

Форма факела форсунки зависит от отношения f_k/f_0 , в котором f_k - суммарная площадь всех тангенциальных каналов, f_0 — площадь сечения центрального отверстия. Чем меньше это отношение, тем угол конуса распыливания будет больше, а длина факела меньше.

Шайбы изготавливаются обычно под номерами. Каждый номер соответствует определенной подаче, которая указывается в технической документации. Иногда на шайбах указываются числа, соответствующие значениям диаметра центрального отверстия и отношения f_k/f_0 , при этом иностранные фирмы наносят условные обозначения в виде индексов (рис. 6.4). Например: буква X обозначает, что передняя торцевая стенка шайбы изготовлена плоской, буква W — сферической формы; цифра слева — условный номер сверла для изготовления центрального отверстия, цифра справа — отношение f_k/f_0 , увеличенное в 10 раз.

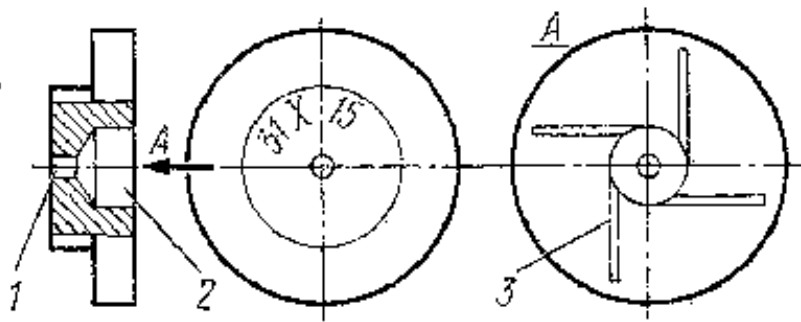


Рис. 6.4. Распыливающая шайба

Ротационная форсунка. Топливо подается через канал и сопло на вращающуюся чашу, дробится и сбрасывается в топочную камеру.

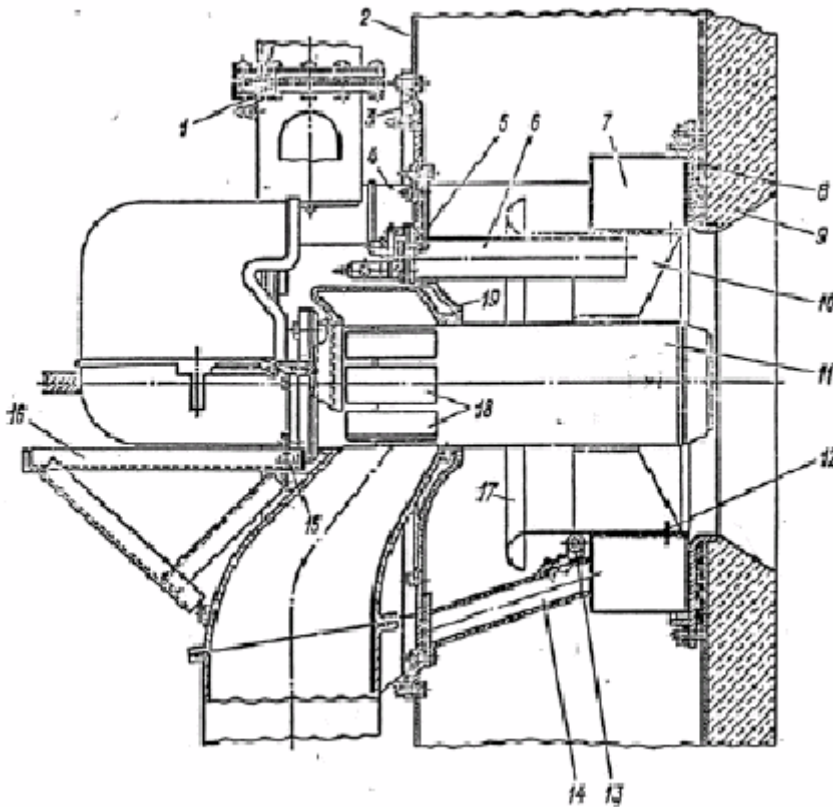


Рис. 6.5. Устройство ротационной газомазутной горелки РГМГ-10 (-20, -30):

1 – газопровод; 2 – воздушный короб; 3 – кольцо рамы; 4 – газовая труба;

5, 6 – труба установки запального защитного устройства (ЗЗУ) и фотодатчика; 7 – газовая камера; 8 – переднее кольцо воздухонаправляющего устройства; 9 – конический керамический туннель (амбразура); 10 – завихрители воздухонаправляющего устройства; 11 – ротационная форсунка;

12 – газовые выпускные отверстия; 13 – рамка для центровки завихрителя вторичного воздуха; 14 – опорная труба; 15 – подшипник направляющей рамы; 16 – направляющая рама; 17 – воздушный шибер; 18 – окно для подвода воздуха к завихрителю; 19 – крышка горелки

Давление топлива – мазута составляет 0,15...1 МПа, а чаша вращается со скоростью 1500...4500 об/мин. Воздух поступает вокруг чаши через конус, охватывает вращающийся поток капель и перемешивается с ним. Достоинства: не требуются мощные нефтенасосы и тонкая очистка мазута от примесей; широкий диапазон регулирования (15...100 %). Недостатки: сложная конструкция и повышенный уровень шума.

Паровоздушная или паромеханическая форсунка. Топливо подается в канал, по внешней поверхности которого поступает распыливающая среда – пар или сжатый воздух (давлением 0,5...2,5 МПа).

Пар выходит из канала со скоростью до 1000 м/с и распыливает топливо (мазут) на мельчайшие частички.

Воздух нагнетается вентилятором через амбразуру.

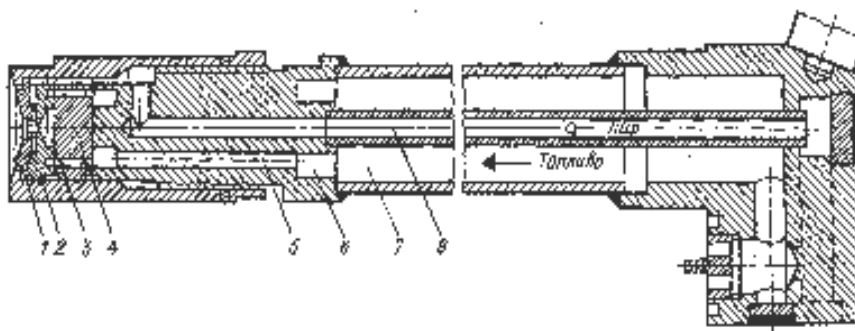


Рис. 6.6. Паромеханическая форсунка

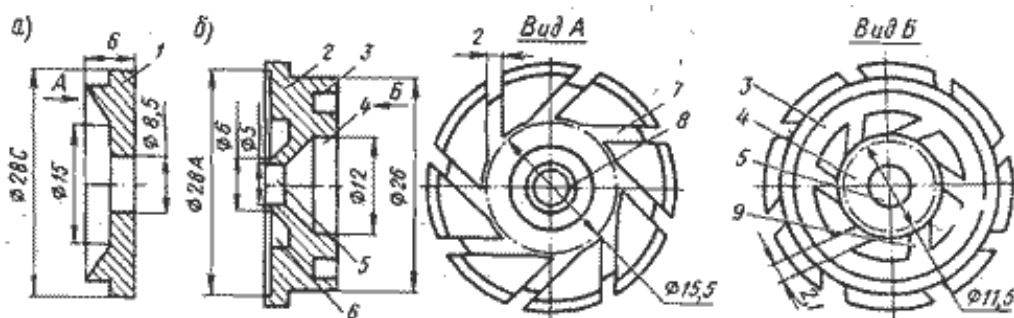
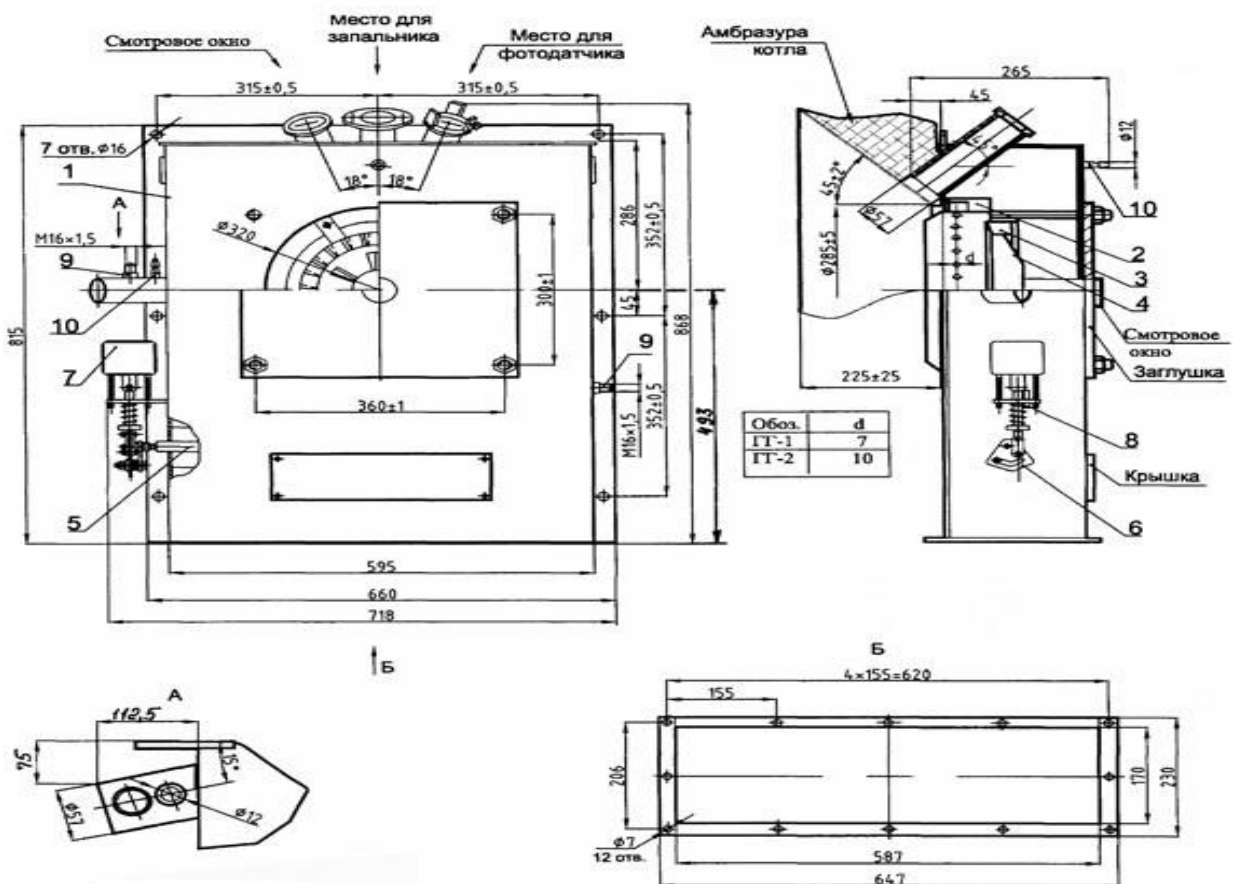


Рис. 6.7. Распыливающая шайба паромеханической форсунки

В паромеханической (рис. 6.6), как и в механической форсунке топливо под давлением подводится в кольцевой канал 3, откуда через шесть тангенциальных каналов 9 распылителя 2 поступает в вихревую камеру 4, закручивается в ней и через центральное отверстие 5 в виде конусной пленки выходит в топку. В паровой части 1 распылителя имеется также кольцевая камера 6, куда по тангенциальным каналам 7 подается пар, закручивается в ней и по кольцевому зазору 8 выходит в топку у самого корня конусной пленки топлива, которая таким образом получает дополнительную энергию и распыляется на мелкие капли. Далее эти капли проходят вторичное дробление за счет сил сопротивления.

Любая мазутная форсунка должна иметь устройство для хорошего перемешивания топлива с воздухом, что достигается использованием разного вида завихряющих приспособлений – регистров. Комплект форсунки с регистром и другими вспомогательными приспособлениями называется *мазутной горелкой*.

3. Газовые горелки.



1- короб воздушный; 2- коллектор газовый; 3- завихритель;
4- конфузор; 5- шибер; 6- сектор; 7- электромагнит;
8- винт регулировочный; 9- штуцер; 10- ниппель.

Рис. 6.8. Горелка газовая ГГ-1

(предназначены для сжигания природного газа в топках паровых и водогрейных котлов типов Е или КВ-ГМ):

1-воздушный короб; 2-газовый коллектор; 3- завихритель; 4- конфузор; 5-шибер; 6-сектор; 7-электромагнит; 8-регулирующий винт; 9-штуцер; 10-ниппель

Газогорелочные устройства (горелки) предназначены для подачи к месту горения (в топку) газовой смеси или отдельно газа и воздуха, устойчивого сжигания и регулирования процесса горения. Основной характеристикой горелки является ее тепловая мощность, т.е. количество теплоты, выделяемое при полном сжигании газа, поданного через горелку, и определяется произведением расхода газа на его низшую теплоту сгорания.

Основные параметры горелок: номинальная тепловая мощность, номинальное давление газа (воздуха) перед горелкой, номинальная относительная длина факела, коэффициенты предельного и рабочего регулирования горелки по тепловой мощности, удельная металлоемкость, давление в камере сгорания, шумовая характеристика.

Существуют три основных метода сжигания газа:

1) *Диффузионный* – в топку газ и воздух в необходимых количествах подают отдельно, и смешение происходит в топке.

2) *Смешанный* – в горелку подают хорошо подготовленную смесь газа с воздухом, содержащую только часть (30...70 %) воздуха, необходимого для горения. Этот воздух называют первичным. Остальной (вторичный) воздух поступает к факелу (устью горелки) путем диффузии. К этой же группе относят горелки, у которых газозвушная смесь содержит весь воздух, необходимый для горения, и смешение происходит и в горелке, и самом факеле.

3) *Кинетический* – в горелку подают полностью подготовленную газозвушную смесь с избыточным количеством воздуха. Воздух смешивается с газом в смесителях, и смесь быстро сгорает в коротком слабосветящемся пламени при обязательном наличии стабилизатора горения.

Наличие устойчивого пламени является важнейшим условием надежной и безопасной работы агрегата. При неустойчивом горении пламя может проскочить внутрь горелки или оторваться от нее, что приведет к загазованности топки и газоходов и взрыву газозвушной смеси при последующем повторном розжиге.

Скорость распространения пламени для различных газов неодинакова: наибольшая 2,1 м/с

– для смеси водорода с воздухом, а наименьшая 0,37 м/с – смеси метана с воздухом. Если скорость газозвдушного потока окажется меньше скорости распространения пламени, происходит проскок пламени в горелке, а если больше – отрыв пламени.

По способу подачи воздуха для горения различают следующие конструкции горелок:

1. Горелки с поступлением воздуха к месту горения за счет разрежения в топке, создаваемого дымовой трубой или дымососом, или конвекции. Смешение газа с воздухом происходит не в горелке, а за ней, в амбразуре или топке, одновременно с процессом горения. Такие горелки называют *диффузионными*, они равномерно прогревают всю топку, имеют простую конструкцию, работают бесшумно, факел устойчив по отношению к отрыву, проскок пламени невозможен.

2. Горелки с инжекцией воздуха газом, или *инжекционные*. Струя газа, поступающего из газопровода под давлением, выбрасывается из одного или нескольких сопел с большой скоростью, в результате в инжекторе смесителя создается разрежение, а воздух подсасывается (инжектируется) в горелку и при движении вдоль смесителя смешивается с газом. Газозвдушная смесь проходит через горло смесителя (самая узкая часть), выравнивающее струю смеси, и поступает в его расширяющуюся часть – диффузор, где скорость смеси снижается, а давление возрастает. Далее газозвдушная смесь поступает или в конфузор (где скорость увеличивается до расчетной) и через устье – к месту горения, или в коллектор с огневыми отверстиями, где сгорает в виде маленьких голубовато-фиолетовых факелов.

3. Горелки с инжекцией газа воздухом. В них для подсоса газа используется энергия струй сжатого воздуха, создаваемого вентилятором, а давление газа перед горелкой поддерживается постоянным с помощью специального регулятора. Достоинства: подача газа в смеситель возможна со скоростью, близкой к скорости воздуха; возможность использования холодного или нагретого воздуха с переменным давлением. Недостаток: использование регуляторов.

4. Горелки с принудительной подачей воздуха без предварительной подготовки газозвдушной среды. Смешение газа с воздухом происходит в процессе горения (т.е. вне горелки), и длина факела определяет путь, на котором

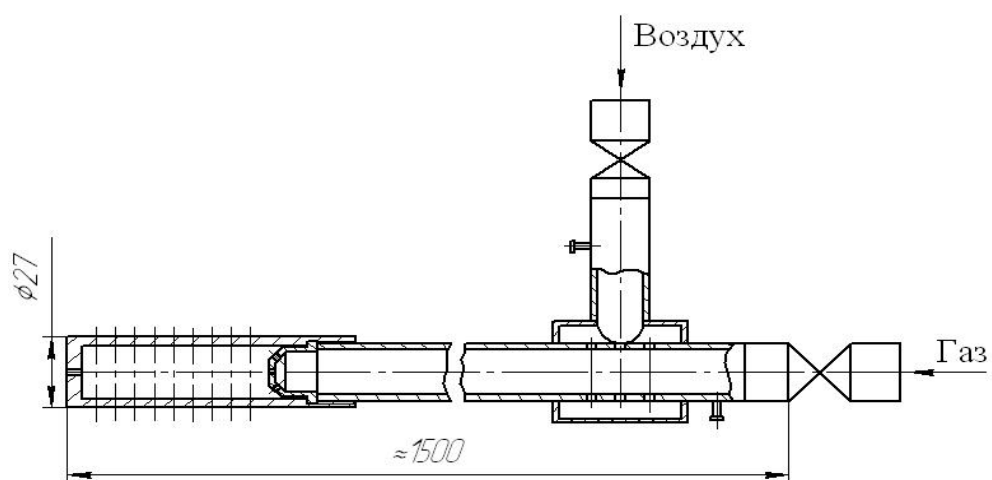
это смешение заканчивается. Для укорочения факела газ подают в виде струек, направленных под углом к потоку воздуха, осуществляют закручивание потока воздуха, увеличивают разницу в давлениях газа и воздуха и т.п. По методу подготовки смеси данные горелки являются диффузионными (проскок пламени невозможен), они применяются как резервные при переводе одного топлива на другое в котлах ДКВР, в виде подовых и вертикально-щелевых.

5. Горелки с принудительной подачей воздуха и предварительной подготовкой газоздушнoй смеси, или *газoмазутные горелки*. Они имеют наибольшее распространение и обеспечивают заранее заданное количество смеси до выхода в топку. Газ подается через ряд щелей или отверстий, оси которых направлены под углом к потоку воздуха. Для интенсификации процесса смесеобразования и горения топлива воздух к месту смешения с газом подают закрученным потоком, для чего используются: лопаточные аппараты с постоянным или регулируемым углом установки лопаток, улиточная форма корпуса горелки, тангенциальная подача или тангенциальные лопаточные закручиватели.

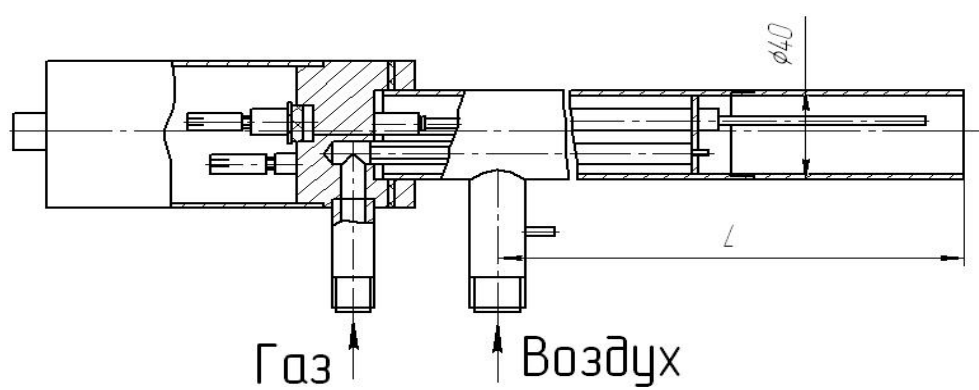
6.3. Газовые запальные устройства

Газовые запальные устройства предназначены для розжига основных горелок и контроля наличия пламени. Их можно разделить:

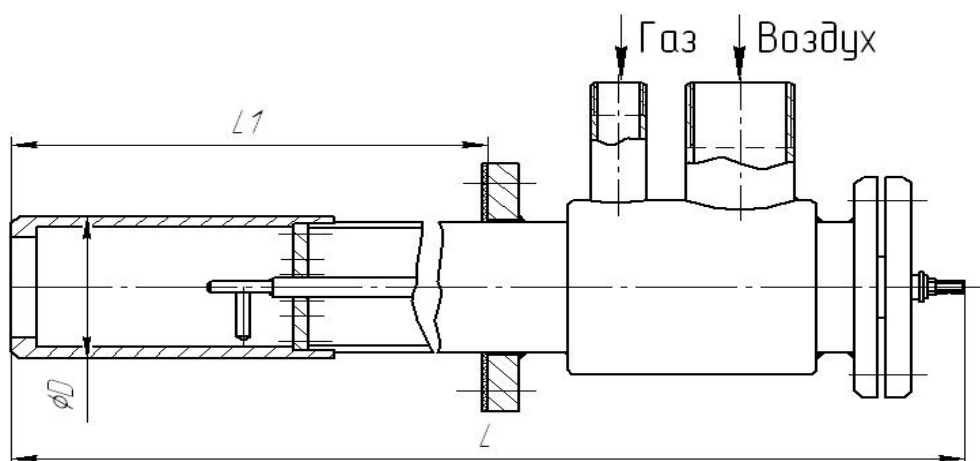
- по принципу установки – переносные и стационарные;
- по методу зажигания – ручные (от горячей спички, жгута, бумаги и т.п.) и электрические (от искры, раскаленной спирали);
- по способу подачи воздуха – диффузионные, инжекционные, с принудительной подачей воздуха, с активной воздушной средой;
- по функциональному назначению – без контроля факела и с контролем;
- по условиям работы – для топок с разрежением и топок с наддувом (избыточным давлением в топке).



а)



б)



в)

Рис 6.9. Газовые запальные устройства:

а – переносной запальник двухпроводный; б – электрогазовый с двумя электродами; в – электрогазовый с одним электродом

Для розжига горелок печей с толстой футеровкой стен разработан двухпроводный газовый запальник, показанный на рис. 6.9а. Особенностью горелки является горение смеси внутри перфорированного наконечника. Это позволяет вводить запальное устройство в печь через длинные запальные каналы в кладке малого диаметра без опасности погасания:

- расход природного газа – 1 м³/ч;
- давление газа – не более 1 кПа;
- давление воздуха – не более 2,0 кПа.

Электрогазовая запальная горелка ЭГЗГ-20 снабжена двумя электродами, обеспечивающими розжиг горелки от искрового разряда и контроль запального факела (рис. 6.9б):

- расход газа – 2 м³/ч;
- давление газа – 3,0 кПа;
- давление воздуха – 2 кПа.

Электрогазовые запальные горелки предварительного смешения с одним электродом для розжига и контроля пламени и с блоком управления. Общий вид запальника показан на рис. 6.9в.

1. *Переносные газовые запальники* соединяются с газопроводом резиноканевыми шлангами. Штуцер на газопроводе и запальник должны иметь накатку (для натягивания конца шланга), а на газопроводе до шланга обязательна установка отключающего крана. Для введения запальника в топку в кладке обмуровки должно быть отверстие диаметром $d \geq 50$ мм.

Для топок, работающих с разрежением до 8 кгс/м² (мм вод. ст.), применяется однофакельный запальник среднего или низкого давления. Он представляет собой горелку с частичной инжекцией воздуха. Газ выходит из сопла, подсасывая воздух через отверстия в корпусе инжектора, образуемая газоздушная смесь проходит смеситель и выходит из огневого насадка в защитный кожух с отбортовкой, где начинается горение газа. При изменении давления и состава газа в запальнике необходимо изменить только диаметр сопла. При наличии в топке избыточного давления запальник должен выдавать полностью подготовленную газоздушную смесь, что обеспечивается при

среднем давлении газа в инжекционном запальнике, а при низком – в запальнике с принудительной подачей воздуха.

2. *Стационарный запальник* повышает безопасность и облегчает розжиг основной горелки. Факел должен быть устойчивым на всех режимах работы агрегата, надежно поджигать газоздушную смесь основной горелки, легко зажигаться переносным запальником или электрическим устройством. Стационарный запальник может быть: отдельным блоком газовой горелки или ее частью; однофакельным или многофакельным; включаться от основной горелки (в период розжига) или работать постоянно; зажигаться электрически или дистанционно. Газ к стационарному запальнику подают от газопровода до запорных устройств основной горелки.

Применяют запальники:

а) с ручным зажиганием, без контроля пламени – в виде трубок с просверленными в них отверстиями вдоль оси (трубки «бегущего огня»);

б) с электрическим зажиганием, без контроля пламени – основной поток газоздушной смеси (90 %) поступает из смесителя к устью запальника, а остальная часть смеси поступает из смесителя в камеру зажигания, где воспламеняется от искры свечи напряжением 10 кВ;

в) с электрическим зажиганием и контролем пламени – запально-защитные устройства (ЗЗУ), предназначенные для автоматического или дистанционного розжига газовых и мазутных горелок, в комплект которых входит управляющий прибор с датчиком, осуществляющий контроль за наличием в топке факела.

Также применяются электрозапальник ЭЗ или запально-контрольная горелка типа ЗК-Н.

6.4. Газомазутные горелки

В настоящее время на водотрубных котлах (ДЕ, ДКВР) и водогрейных агрегатах (КВ-ГМ) устанавливаются газомазутные горелки различных конструкций, удовлетворяющие требованиям экономичной и безопасной эксплуатации. Главным при этом является обеспечение примерно равного качества сжигания и длины факела на обоих видах топлива (природном газе и мазуте).

Газомазутные горелки представляют собой комплекс из газовой горелки и мазутной форсунки и в зависимости от конструкции предназначены для отдельного или совместного сжигания газового и жидкого топлива. Для установки горелки во фронтальной стенке (обмуровке) котла выполняют амбразуру.

В теплогенераторах **ДКВР** наибольшее распространение получили короткофакельные газомазутные горелки ГМГ и их модернизированный вариант ГМГм, установка которых показана на рис. 6.10, а основные характеристики которых приведены в [5, табл. 7.52].

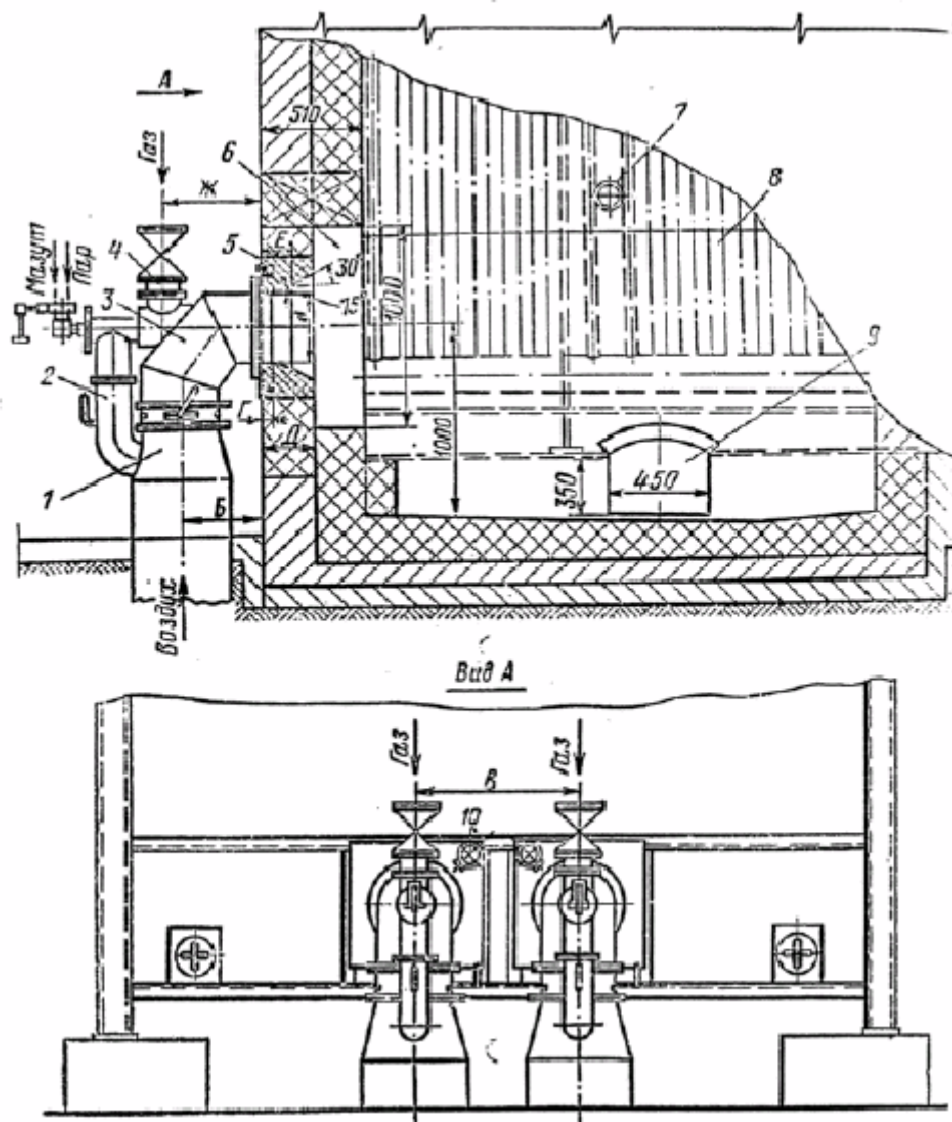


Рис. 6.10. Схема установки газомазутных горелок ГМГ на котлах ДКВР:

1, 2 – воздуховоды вторичного и первичного воздуха; 3 – горелка;

4 – газопровод; 5 – конический туннель; 6 – амбразура; 7 – смотровой лючок (гляделка); 8 – футеровка; 9 – лаз; 10 – запальное защитное устройство (ЗЗУ)

Горелка ГМГм отличается от ГМГ устройством газовой насадки, имеющего два ряда газовыпускных отверстий, направленных под углом 90° друг к другу, которые закручивают поток первичного и вторичного воздуха, что обеспечивает снижение коэффициента избытка воздуха до 1,05, повышение КПД котла на 1 %, а также улучшает его эксплуатационные показатели.

Площадь сечения трубопровода вторичного воздуха должна быть в 1,5...2 раза больше площади сечения патрубка первичного воздуха горелки. При установке на котле нескольких горелок их производительность регулируют изменением тепловой мощности всех горелок одновременно, так как включение или отключение части горелок приводит к их перегреву и выходу из строя оставшихся в работе. Регулирование тепловой мощности производится изменением расхода топлива и количеством соответственно вторичного воздуха (шибер первичного воздуха открыт полностью).

Устройство горелки ГМГм представлено на рис. 6.11, а.

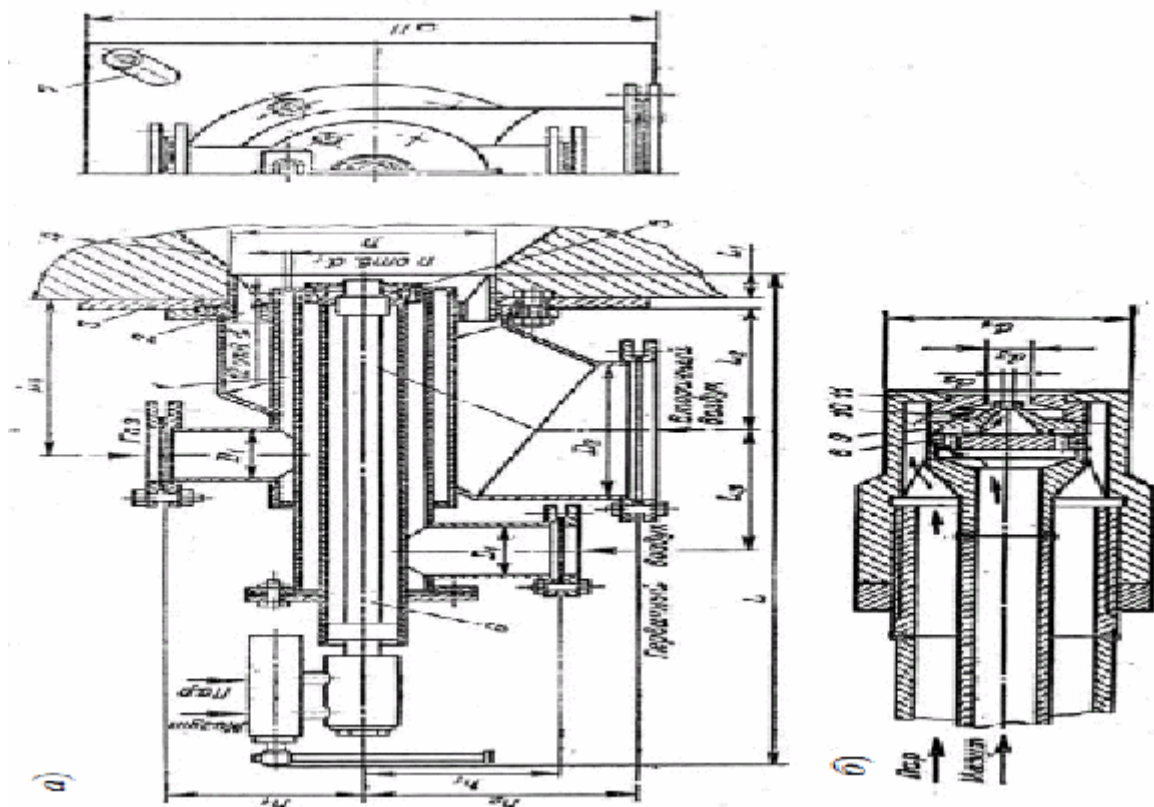


Рис. 6.11. Устройство газомазутной горелки ГМГм:

а – горелка в сборе; б – мазутная форсунка в отдельности;

1 – канал подачи газа и первичного воздуха; 2 – лопаточный завихритель вторичного воздуха; 3 – монтажная плита; 4 – конический керамический туннель (амбразура); 5 – лопаточный завихритель первичного воздуха;

6 – паромеханическая форсунка; 7 – стакан на монтажной плите для установки запального защитного устройства (ЗЗУ); 8 – шайба распределительная с отверстиями; 9, 10 – завихрители топливный и паровой;

11 – накидная гайка распыляющей головки мазутной форсунки

Газомазутная горелка ГМГм состоит из газозвдушной части 1, паромеханической форсунки 6, лопаточных завихрителей первичного 5 и вторичного 2 воздуха, монтажной плиты 3 со стаканом 7 для установки запально-защитного устройства и заглушки для закрывания форсуночного канала при снятии форсунки. Закрутка воздуха в горелке обоими регистрами производится в одну сторону (правого или левого вращения в зависимости от компоновки завихрителя). В качестве стабилизатора пламени используется конический керамический туннель 4.

Зажигание горелки производят при закрытых воздушных шибергах: плавно открывают запорное устройство на газопроводе, после воспламенения газа – шибер первичного воздуха, а затем с помощью шибера вторичного воздуха и регулирующего устройства на газопроводе устанавливают заданный режим. Во избежание отрыва факела при пуске тепловая мощность горелки не должна превышать 25...50 % от номинальной мощности, а давление газа должно быть больше давления вторичного воздуха. При работе горелки на газе мазутную форсунку удаляют из топки, а торцевое отверстие канала закрывают заглушкой.

Устройство мазутной форсунки ГМГм представлено на рис. 6.11, б. Мазут под давлением 1,25...2 МПа по внутренней трубе форсунки подводится к распыливающей головке, где последовательно установлены: шайба распределительная 8 с отверстиями (от одного до двенадцати), а также завихрители – топливный 9 и паровой 10, имеющие по три тангенциальных канала. Шайба и завихрители крепятся с помощью накидной гайки 11. Мазут проходит через отверстия распределительной шайбы, далее по тангенциальным каналам попадает в камеру завихрения и, выходя через сопловое отверстие, распыливается за счет центробежных сил. При снижении тепловой мощности до 70 % от номинальной по наружной трубе форсунки подается пар, который через каналы накидной гайки проходит к каналам парового завихрителя и, выходя закрученным потоком, участвует в процессе распыливания мазута.

При переходе с газового топлива на жидкое (мазут) в форсунку предварительно подают пар, затем мазут под давлением 0,2...0,5 МПа. После его воспламенения отключают газ и регулируют режим. Для перехода с жидкого топлива на газовое снижают давление мазута до 0,2...0,5 МПа и постепенно подают газ. После воспламенения газа прекращают подачу мазута и устанавливают заданный режим.

Перед розжигом горелки на мазуте следует проверить положение мазутной форсунки и продуть ее паром. Первоначально розжиг рекомендуется производить на газе или легком топливе (дизельное топливо, керосин). При их отсутствии растопку производят дровами с последующим переходом на мазут.

При работе горелок на мазуте в пределах 70...100 % от номинальной тепловой мощности достаточно механического распыления мазута, а на более низких нагрузках (менее 70 %) для распыления применяют пар под давлением 0,15...0,2 МПа. Расход пара около 0,3 кг на 1 кг мазута. Для распыления не рекомендуется использовать пар с высокой влажностью (увеличение влажности снижает качество распыления) и пар с температурой более 200 °С (возрастает опасность коксования распылителей).

Горелку ГМГм выключают плавным, пропорциональным уменьшением подачи топлива и вторичного воздуха. После полного прекращения подачи топлива воздух должен поступать в горелку для охлаждения 10...12 мин. После этого полностью закрывают шибер вторичного, а затем первичного воздуха и вынимают форсунку из горелки для того, чтобы в топке не образовалась газоздушная, огнеопасная смесь.

Уменьшение угла раскрытия туннеля, неправильная установка или засорение форсунки при сжигании мазута способствуют образованию кокса в туннеле, вибрации и росту сопротивления горелки по воздуху.

В котлах ДЕ устанавливают горелки ГМ или ГМП, конструкции которых одинаковы, а основные характеристики даны в [5, табл. 7.53]. На фронтальной стене каждого котла расположена одна горелка, которая крепится с помощью специального фланца. Отверстие, образующееся при снятии фланца с завихрителем, используется в качестве лаза.

Общий вид горелки ГМ представлен на рис. 6.12.

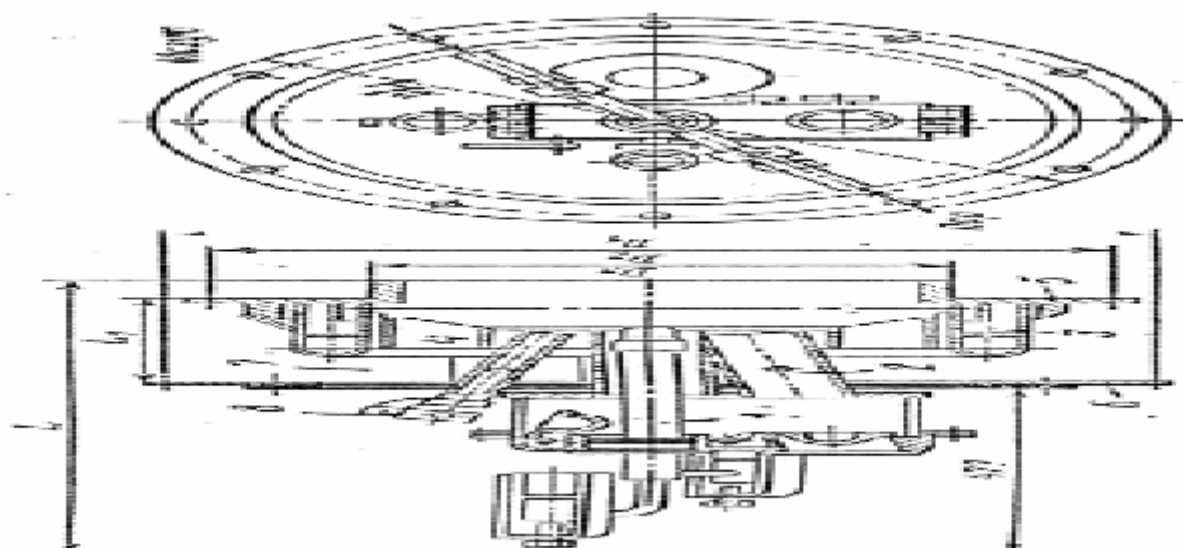


Рис. 6.12. Устройство газомазутной горелки ГМ:

- 1 – паромеханическая форсунка; 2 – трубка установки сменной форсунки;
 3 – газовый кольцевой коллектор; 4 – лопатки направляющего устройства;
 5 – монтажная плита фронта котла; 6 – металлическая стенка;
 7 – короб первичного воздуха; 8 – запальное защитное устройство (ЗЗУ)

Угол раскрытия амбразур для горелок ГМ – 50° , общая длина амбразуры – 250 мм, цилиндрической части – 115 мм. Горелка состоит из форсуночного узла, периферийной газовой части и однозонного (для всех горелок ГМ) воздухом направляющего устройства. В форсуночный узел входят паромеханическая (основная) форсунка 1, расположенная по оси горелки, и устройство 2, смещенное относительно оси, предусматривающее установку сменной форсунки, которая включается на непродолжительное время, необходимое для замены основной форсунки.

Газовая часть горелки состоит из газового кольцевого коллектора 3 прямоугольной формы (в сечении) с газовыпускными отверстиями и подводящей трубы. К торцу коллектора приварен кольцевой обод полукруглой формы. Внутри коллектора имеется разделительная обечайка, которая способствует более равномерному распределению газа по коллектору. Воздухом направляющее устройство 4 представляет собой лопаточный завихритель осевого типа с неподвижными профильными лопатками, установленными под углом 45° . Воздух, поступающий по воздуховоду, ограниченному фронтом 5 котла и металлической стенкой 6, делится на два потока: первичный направляется в воздушный короб 7 горелки, закручивается в завихрителе 4 и, смешиваясь с газом,

участвует в процессе сжигания в первой половине футерованной камеры сгорания котла; вторичный воздух поступает в камеру сгорания через щель, обеспечивая полное сгорание газа.

Мазутные форсунки могут быть паро-механические или акустические. Паро-механические форсунки конструктивно идентичны форсункам горелок ГМГм (рис. 6.11). Акустические форсунки отличаются от паро-механических форсунок отсутствием парового завихрителя, который заменяется специальной втулкой.

Паро-механическая форсунка состоит из распыливающей головки, ствола и корпуса. Распыливающая головка является основным узлом форсунки и состоит из парового и топливного завихрителей, распределительной шайбы, прокладки, втулки и накидной гайки. Мазут проходит по внутренней трубе ствола и попадает в топливную ступень форсунки. Пар проходит по наружной трубе ствола и попадает в паровую ступень форсунки.

Все горелки ГМ оборудованы запально-защитным устройством 8 с ионизационным датчиком ЗЗУ-4.

В водогрейных котлах КВ-ГМ-10 (-20, -30) устанавливают ротационные газомазутные горелки РГМГ, устройство которых представлено на рис. 6.5, а основные характеристики приведены в [5, табл. 7.51].

В теплогенераторах КВ-ГМ-10 (-20, -30) коллекторы фронтального экрана образуют квадрат, в котором размещена амбразура горелки, выполненная из пластичной хромитовой массы, нанесенной по шипам. В амбразуру устанавливают ротационные газомазутные горелки РГМГ-10 (-20, -30). Горелки состоят из ротационной мазутной форсунки 11, газовой части 7, завихрителя вторичного воздуха 10, короба первичного воздуха, кольца рамы 3, переднего кольца 8 и запально-защитного устройства (ЗЗУ) 5.

Из комплекта ЗЗУ на трубе 6 горелки устанавливают газовый запальник и фотодатчик. Труба 6 закреплена на крышке 19.

Газовая часть состоит из газораздающей кольцевой камеры 7 и двух газоподводящих труб 4, соединенных с приемным патрубком 1. Газораздающая камера расположена у устья горелки и имеет один ряд газовыпускных отверстий 12. Опорная труба 14 поддерживает газораздающую камеру снизу, а рамки 13 служат для центровки завихрителя вторичного воздуха. Воздухонаправляющее устройство вторичного воздуха состоит из воздушного короба 2, завихрителя 10, переднего кольца 8, образующего устье горелки и

амбразуры 9. Завихритель вторичного воздуха (осевого типа с гнутыми лопатками, установленными под углом 40° к оси горелки) можно перемещать вручную вдоль оси горелки по направляющим рамы 16 с помощью подшипников 15, тяг и рукояток. Задняя часть 17 наружного обода завихрителя служит воздушным шибером.

Ротационная мазутная форсунка 11 представляет собой полый вал-ротор, на котором закреплены гайки питателя и распыливающий стакан. Распыливающий стакан – это полый цилиндр, полость которого полирована, хромирована и образована двумя усеченными конусами.

В торце стакана просверлены отверстия для прохода части первичного воздуха в воздушные каналы гайки – питателя, что уменьшает возможность коксования внутренних поверхностей стакана и самой гайки. Крутящий момент от электродвигателя к валу-ротору форсунки передается клиноременной передачей. Топливо в форсунку подается по консольной топливной трубке, размещенной в центральном отверстии вала-ротора, и далее, под действием центробежных сил, через четыре радиальных канала вытекает на внутреннюю стенку распыливающего стакана, образуя пленку, которая движется в осевом направлении (в топку). Пленка топлива стекает с выходной кромки стакана, становится тонкой и затем распадается на капли. Для получения необходимого угла раскрытия конуса к выходной кромке стакана подается первичный воздух, который способствует более тонкому распыливанию топлива.

В передней части форсунки к кожуху на резьбе крепится завихритель первичного воздуха, лопатки которого наклонены к оси форсунки на 30° , а корпус имеет окна 18 для подвода воздуха к завихрителю.

Первичный воздух к форсунке подается от вентилятора высокого давления, а для регулирования его количества внутри патрубка первичного воздуха установлен шибер. При сжигании мазута недопустимо нагарообразование на внутренней стенке стакана. После отключения форсунки ее выводят из воздушного короба и очищают внутреннюю поверхность стакана деревянным или алюминиевым ножом и промывают соляной кислотой. Повышенный шум и вибрация свидетельствуют об износе подшипников, несимметричности факела, смещения ротора форсунки.

6.5. Тягодутьевые устройства

Подача воздуха в топку для горения топлива (дутье) и удаление топочных дымовых газов (тяги) могут быть естественными – с помощью дымовой трубы и

искусственными – с применением дутьевого вентилятора и дымососа. Дымовые газы, пройдя газоходы теплогенератора, направляются в боров, дымосос и дымовую трубу.

Дымовые трубы предназначены для удаления топочных дымовых газов и рассеивания вредных соединений (содержащихся в продуктах сгорания) в атмосферном воздухе, с целью снижения их концентрации в атмосфере на уровне дыхания до необходимых параметров.

Продукты сгорания содержат токсичные вещества, оказывающие вредное воздействие на биосферу (оксиды углерода, серы и азота и др.). Содержание вредных веществ в воздухе определяется их концентрацией – количеством вещества (мг), находящегося в 1 м³ воздуха (мг/м³). Максимальная концентрация вредных веществ, не оказывающих вредного влияния на здоровье человека, называется предельно допустимой концентрацией (ПДК). Высота дымовой трубы проектируется таким образом, чтобы предупредить недопустимое загрязнение воздушного бассейна в районе котельной.

Дымовая труба, сама по себе и всегда, создает естественную тягу, а движение топочных газов при этом происходит за счет гравитационных сил, обусловленных разностью плотностей холодного наружного атмосферного воздуха и горячих газообразных продуктов сгорания, заполняющих газоходы, дымовую трубу, считая от уровня горелки до устья трубы. Чем ниже температура наружного воздуха и выше его атмосферное давление, выше температура продуктов сгорания топлива, выше дымовая труба – тем естественная тяга больше. В ясную морозную погоду тяга лучше, а в туманную, ветреную, влажную – хуже.

При работе котельных агрегатов с давлением в топочной камере выше давления атмосферного воздуха или при небольшой производительности котельной, когда оказывается достаточной тяга, развиваемая дымовой трубой, дымососы не устанавливаются. В котельных малой производительности иногда для обеспечения тяги и дутья достаточно использования только дымовой трубы и ее самотяги, и тогда можно обойтись и без дутьевых вентиляторов. Естественная тяга (измеряется в Па, мм вод. ст., кгс/м²) в этом случае регулируется шибером, установленным в газоходе за котлом, а управление выведено на фронт котла, где должен быть фиксатор и указатель открывания заслонки. В верхней части шибера должно быть отверстие диаметром не менее 50 мм для вентиляции топки неработающего котла (при закрытом шибере).

Дымовые трубы работают в сложных условиях: при перепадах температуры, давления, влажности, агрессивном воздействии дымовых газов, ветровых нагрузках и нагрузках от собственного веса. Для котельной проектируется обычно одна общая для всех котлов дымовая труба. Дымовые трубы сооружаются по типовым проектам из кирпича, железобетона или металла.

Кирпичная дымовая труба имеет фундамент (цоколь) и ствол в виде усеченного конуса. Минимальная толщина стенок 250 мм. Нижнюю часть трубы футеруют огнеупорным кирпичом для защиты от действия горячих газов. В цоколе предусматривают окна для газоходов (боровов), а также направляющие перегородки (пандусы), в боровых и у основания трубы – лазы для удаления золы. Кирпичные дымовые трубы сооружают диаметром не менее 0,6 м, высотой 30...75 м, они применяются при сжигании любого топлива (газа, мазута).

Железобетонные трубы обладают высокой механической прочностью, однако они не способны противостоять воздействию сернистых соединений, влаги и повышенной температуре дымовых газов. Поэтому внутреннюю поверхность железобетонного ствола футеруют красным или кислотоупорным кирпичом либо покрывают изоляцией (стеклотканью).

Металлические дымовые трубы изготавливают из стальных листов толщиной 3...15 мм. Труба состоит из отдельных звеньев, соединенных между собой сварными швами. Ствол трубы устанавливают на чугунной плите, а для устойчивости на высоте, равной $\frac{2}{3}$ трубы, крепят растяжки из стального прутка диаметром 5...7 мм.

Для предупреждения проникновения дымовых газов в толщу стен кирпичных и железобетонных труб не допускается положительное статическое давление на стенки ствола дымовой трубы. Для устранения избыточного статического давления наиболее целесообразно устанавливать диффузоры в верхней части трубы. Они позволяют уменьшить сопротивление газового тракта в случае его заноса золой или при подключении дополнительных котлов, а также снизить расход энергии на транспортировку дымовых газов по тракту.

Высота дымовых труб зависит от высоты застройки, предельно допустимых концентраций вредных веществ (ПДК) и может быть от 30 до 180 м. При сжигании природного газа возможна установка любых труб, а для мазута и твердого топлива – только кирпичные или железобетонные трубы. Однако применение высоких труб не всегда оправдано и поэтому чаще используют невысокие трубы с установкой дутьевого вентилятора и дымососа.

Установка дутьевого вентилятора и дымососа обеспечивает более надежную и эффективную работу котельных установок, позволяет поддерживать заданное разрежение или давление в топке, автоматизировать подачу воздуха и топлива в топку, а также использовать КИПиА.

Дутьевой вентилятор имеет металлический корпус в виде улитки, в котором установлен ротор с лопатками, а на оси – электродвигатель. При вращении рабочего колеса в центре создается разрежение, куда через круглое отверстие поступает новая порция воздуха, и за счет центробежных сил он отбрасывается к стенкам корпуса и переходит в нагнетательное прямоугольное отверстие. Производительность дутьевого вентилятора должна обеспечивать с 10%-ным запасом подачу действительного объема воздуха, необходимого для горения с учетом его температуры, а напор вентилятора должен преодолеть сопротивление воздушного тракта (воздуховода, заслонки, горелки, направляющего аппарата). В качестве дутьевых вентиляторов обычно используют центробежные вентиляторы среднего давления. Забор воздуха для дутья осуществляется из верхней зоны котельного зала и частично снаружи с помощью специального клапана.

Дымосос – центробежный вентилятор, только с массивными лопатками ротора. Производительность дымососа должна быть на 10 % больше полного объема топочных дымовых газов, удаляемых из котла, с учетом их температуры, а напор должен преодолеть гидравлическое сопротивление всего газового тракта (топки, газохода, экономайзера, воздухоподогревателя, борова, шибера, дымовой трубы) за вычетом самотяги дымовой трубы.

Условное обозначение дымососа Д, ДН:

- Д - дымосос;
- Н - загнутые назад лопатки рабочего колеса;
- цифры обозначают диаметр рабочего колеса в дециметрах.

В состав дымососа (вентиляторы дымоудаления) входят следующие части: основное рабочее колесо, всасывающая воронка, улитка, аппарат осевого направления и постамент. Рабочее колесо изготовлено из крыльчатки и ступицы. Крыльчатка - это сварная конструкция, состоящая из листовых лопаток (в ДН загнутых назад), которые расположены между основным и коническим покрывающими дисками.

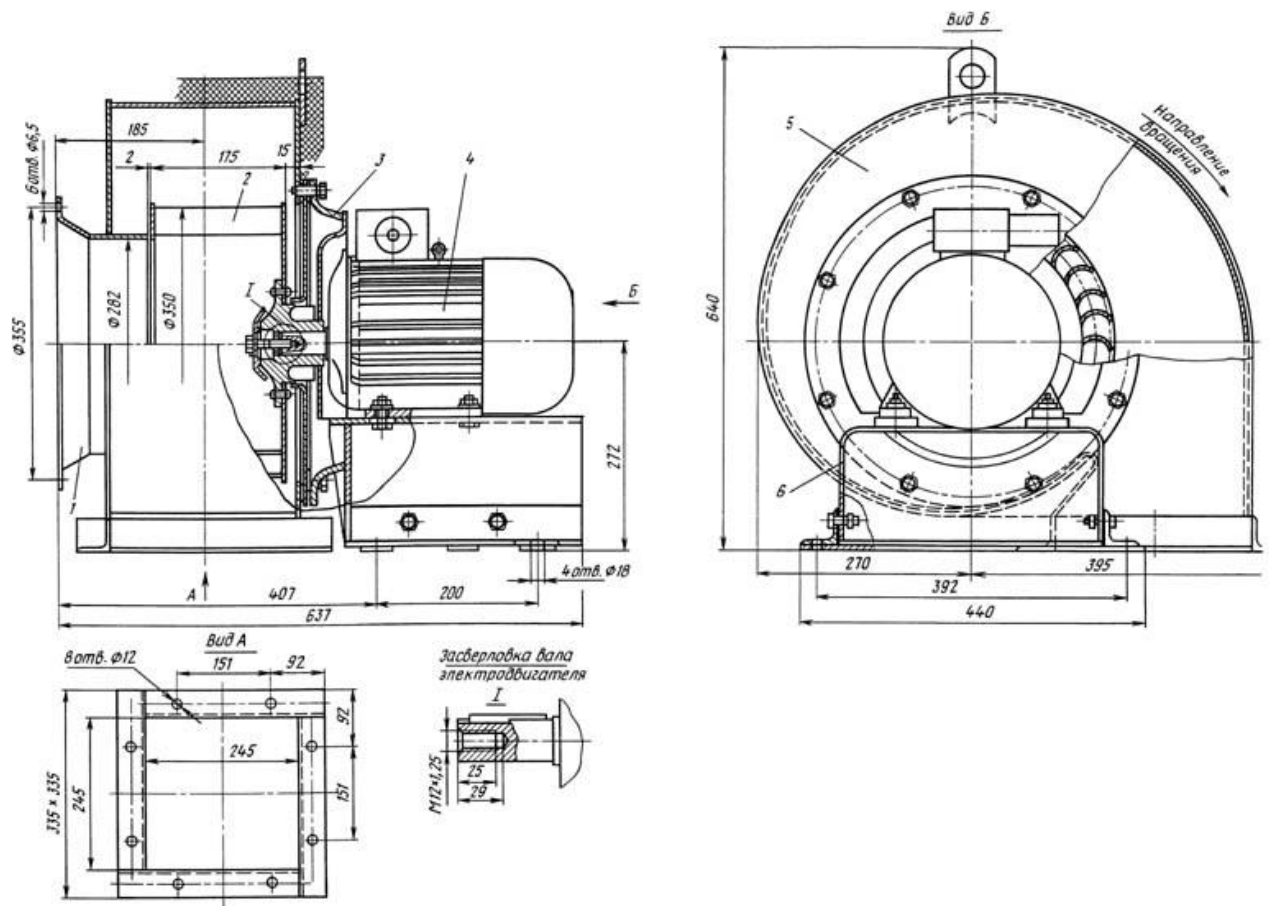


Рис. 6.13. Дымосос:

1-ступица крыльчатки; 2-рабочее колесо; 3-аппарат осевого направления; 4-электродвигатель; 5-улитка; 6-опора

Дутьевой вентилятор и дымосос должны синхронно работать так, чтобы в топке котла поддерживалось разрежение 1,5...3 мм вод. ст., а за котлом 4...6 мм вод. ст. и при открытых дверках или гляделках пламя не выбрасывалось из топки. При разрежении в топке более 8...10 мм вод. ст. происходит значительный подсос холодного воздуха в топку, что резко снижает температуру топочных газов и увеличивает расход топлива. Для измерения небольших давлений или разрежений и получения точных показаний применяют жидкостный тягонапомер с наклонной трубкой (ТНЖ).

Отдельные котельные агрегаты (МЗК-7АГ и др.), имеющие герметичную стальную обшивку, работают с наддувом воздуха и обеспечивают избыточное давление внутри котла 40 мм вод. ст., а сопротивление воздушного и газового трактов (воздуховода, горелок, газохода, дымовой трубы) преодолевается за счет напора, создаваемого только дутьевым вентилятором.