

Тема 3. КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

1. Назначение котельной установки. Классификация котельных агрегатов.
2. Схема работы котельной установки для производства пара
3. Тепловой баланс парового котла

1. НАЗНАЧЕНИЕ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ. КЛАССИФИКАЦИЯ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ.

*В сельскохозяйственном производстве пар, вырабатываемый в паровых котлах, используется в основном для технологических нужд на животноводческих и птицеводческих фермах, и теплицах (запаривание кормов, пастеризация молока, обеззараживание грунта теплиц), а также в системах отопления производственных, коммунальных и других зданий.

*Горячая вода, получаемая в водогрейных котлах, идет в системы отопления и вентиляции, а также на водоснабжение для мытья посуды и технологического оборудования, приготовления пищи, в душевые и ванны, автопоилки, для обработки тушек бройлеров перед удалением оперения, для работы яйцеомоющих машин, для санитарной обработки помещений.

Производство пара и нагрев воды осуществляется в котельных установках.

Котельная установка — это комплекс устройств и агрегатов, предназначенный для получения пара или горячей воды за счет сжигания топлива или использования посторонних теплоисточников. Она состоит из котельного агрегата и вспомогательного оборудования, служащего для подготовки и подачи топлива, воды, воздуха, удаления и очистки дымовых газов, удаления золы и шлака при сжигании твердого топлива,

Котельный агрегат состоит обычно из топки, водяного экономайзера, воздухоподогревателя, каркаса, обмуровки, обшивки, системы трубопроводов, арматуры, приборов контроля и автоматики.

По назначению котельные агрегаты подразделяются на *паровые* и *водогрейные*.

Котельные агрегаты, не имеющие собственной топки и обогреваемые отходящими газами какой-либо промышленной или энергетической установки (например, печи), называют *котлами-утилизаторами*.

Паровые котельные установки бывают:

- энергетические, снабжающие паром турбины электрических станций;
- отопительные и производственные, снабжающие паром системы отопления и производственных потребителей.

В автономных котельных установках источником тепловой энергии служит:

- а) сжигаемое топливо — твердое (уголь), жидкое (мазут) или газообразное (природный, доменный газ и т. д.);
- б) электрическая и атомная энергия.

Важнейшие характеристики паровых котлов:

- паропроизводительность (кг/ч или т/ч),
- рабочее давление (Па, кПа и т. д.),
- температура пара (°С или К).

Важнейшие характеристики водогрейных котлов:

- тепловая мощность (кВт, МВт и т. д.),
- рабочая температура горячей воды (°С или К),
- расчетное давление в котле (Па, кПа и т. д.).

Наиболее крупными являются энергетические котлы, паропроизводительность которых достигает 3950 т/ч. В сельскохозяйственном производстве применяются котлы малой и средней производительности.

2. СХЕМА РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПАРА

На рис. 1 показана общая схема котельной установки, работающей на твердом топливе (пылевидном угле).

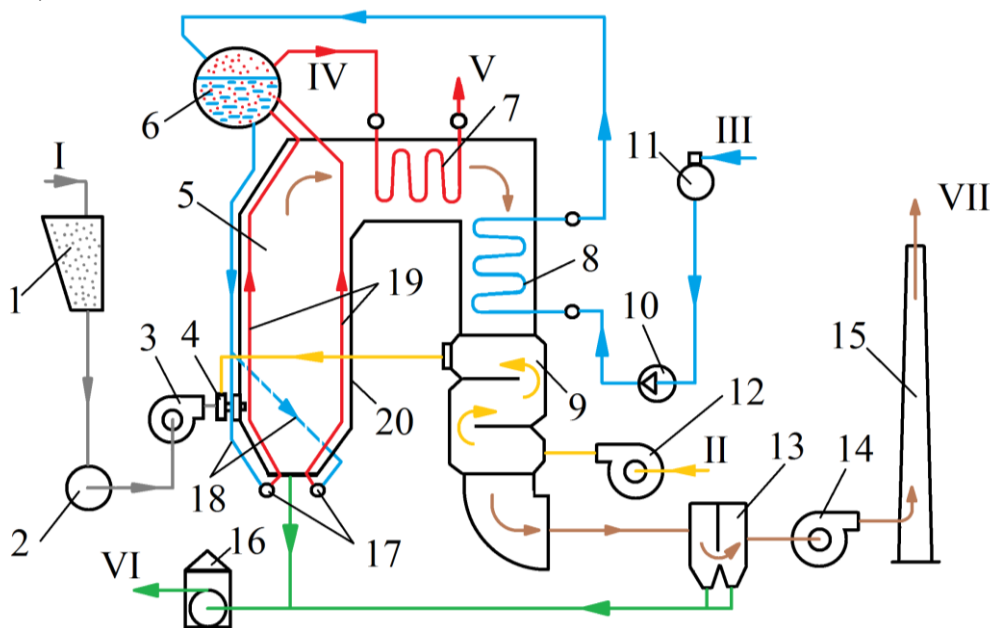


Рис. 1. Схема котельной установки для производства пара:

I-твердое топливо; II-воздух; III-питательная вода; IV-насыщенный пар; V-перегретый пар; VI-зола и шлак; VII-дымовые газы; 1— топливный бункер; 2- углеразмольная мельница 3— мельничный вентилятор; 4— горелка; 5— топка; 6- барабан; 7- пароперегреватель; 8- экономайзер; 9— воздухоподогреватель; 10- питательный насос; 11-деаэрационное устройство; 12 — вентилятор; 13 - устройство газоочистки; 14— дымосос; 15- дымовая труба; 16- золоудаляющее устройство; 17-коллекторы; 18- опускные трубы, 19— испарительные трубы (экраны), 20-корпус.

Топливо из приемного бункера 1 подается в углеразмольную мельницу 2. После размола пылевидное топливо посредством мельничного вентилятора 3 подается в горелку 4. К горелке подводится также необходимый для горения воздух, который с помощью дутьевого вентилятора 12 предварительно продувается через воздухоподогреватель 9, где он воспринимает теплоту уходящих дымовых газов.

При сгорании топлива в горелках образуются высокотемпературные дымовые газы, имеющие температуру порядка 1500 °С. Газы, перемещаясь по топке 5, излучают теплоту на экраны 19, расположенные вдоль стен топки. Охладившись в верхней части топки до температуры порядка 1000 °С, дымовые газы далее последовательно проходят через пароперегреватель 7, экономайзер 8 и воздухоподогреватель 9, где дополнительно отдают свою теплоту и соответственно охлаждаются. Выходящие из котельной установки дымовые газы имеют температуру 120... 130 °С, проходят газоочистное устройство 13, служащее для улавливания частиц золы, выносимых газами из топки 5, и с помощью дымососа 14 направляются в дымовую трубу 15. Образующиеся при сгорании твердого топлива зола и шлак удаляются потоком воды с помощью золоудаляющего устройства 16.

Питательная вода перед подачей в котел проходит систему водоподготовки, т.е. освобождение от растворенных в ней минеральных солей и деаэрацию (освобождение от растворенного в воде воздуха). После деаэрационного устройства 11, вода питательным насосом 10 подается в водяной экономайзер 8, где она предварительно подогревается уходящими дымовыми газами, и поступает в барабан 6 котла. Котел снабжен системой опускных труб 18, по которым вода из барабана 6 опускается в коллекторы 17. Далее вода поступает в систему испарительных труб (экранов) 19, в которых образуется пароводяная смесь. Образующийся в экранах 19 насыщенный водяной пар поступает в барабан 6, где отделяется от брызг воды, и, проходя через пароперегреватель 7, повышает свою температуру при постоянном давлении.

Для интенсификации теплообмена и повышения надежности котла в современных конструкциях котельных установок движение воды и пароводяной смеси организуется

определенным образом. Различают схемы котельных установок с естественной циркуляцией воды и пароводяной смеси, и с принудительной циркуляцией.

3. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПАРОВОГО КОТЛА

Тепловой баланс котельного агрегата записывают обычно для стационарных условий по отношению к 1 кг твердого или жидкого топлива или к 1 м³ газообразного топлива, взятого при нормальных физических условиях (0°С и 760 мм рт. ст. или 0,1013 МПа).

Приходная часть теплового баланса называется располагаемой теплотой Q_P . Она состоит из низшей теплоты сгорания топлива Q_H^P , физической теплоты Q_T , вносимой в топку топливом, физической теплоты воздуха Q_B , поступающего в воздухоподогреватель, и физической теплоты пара Q_{II} , используемого для распыления жидкого топлива (если котел работает на жидком топливе):

$$Q_P = Q_H^P + Q_T + Q_B + Q_{II}, \text{ кДж/кг} \quad (1)$$

$$Q_T = c_T \cdot t_T, \text{ кДж/кг} \quad (2)$$

где c_T — удельная теплоемкость топлива, кДж/кг·К;
 t_T — температура топлива, °С;

$$Q_B = \alpha_{yx} \cdot V^0 \cdot c'_B \cdot t_{x.B.}, \text{ кДж/кг} \quad (3)$$

Где α_{yx} - коэффициент избытка воздуха в уходящих газах;
 V^0 — количество воздуха, теоретически необходимое для горения, м³/кг;
 c'_B — удельная объемная теплоемкость воздуха, кДж/кг·К;
 $t_{x.B.}$ — температура холодного воздуха перед воздухоподогревателем, °С;

$$Q_{II} = g_{II}(h_d - h_{yx}), \text{ кДж/кг} \quad (4)$$

g_{II} — удельный расход дутьевого пара, кг/кг_{топ};
 h_d — энтальпия дутьевого пара, кДж/кг;
 h_{yx} — энтальпия водяного пара в уходящих газах, кДж/кг.

Расходная часть теплового баланса $Q_{РАСХ}$ состоит из полезно используемой теплоты Q_1 (в котле, пароперегревателе и водяном экономайзере), потери теплоты с уходящими газами Q_2 (6...15%), потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива Q_3 (0...2%), потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива Q_4 (1...12%), потери теплоты в окружающее пространство Q_5 (0,5...3%), потери теплоты с физической теплотой шлаков Q_6 (≤1...5%):

$$Q_{РАСХ} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \text{ кДж/кг} \quad (5)$$

Расход топлива для котельной установки, работающей с отбором перегретого и насыщенного пара определяется по формуле:

$$B = \frac{D(h_{пер} - h_{ПВ.}) + D_{ПР}(h' - h_{ПВ.}) + D_H(h'_H - h_{ПВ.})}{Q_{РАСХ} \cdot \eta_K}, \text{ кг/ч или м}^3/\text{ч} \quad (6)$$

Где D , $D_{ПР}$, D_H — расход перегретого пара, продувочной воды и насыщенного пара, кг/ч
 $h_{ПЕР}$, h' , h'_H , $h_{ПВ}$ - энтальпия перегретого пара, продувочной воды, насыщенного пара и питательной воды, кДж/кг.
 η_K — КПД котла