

Тема: 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).

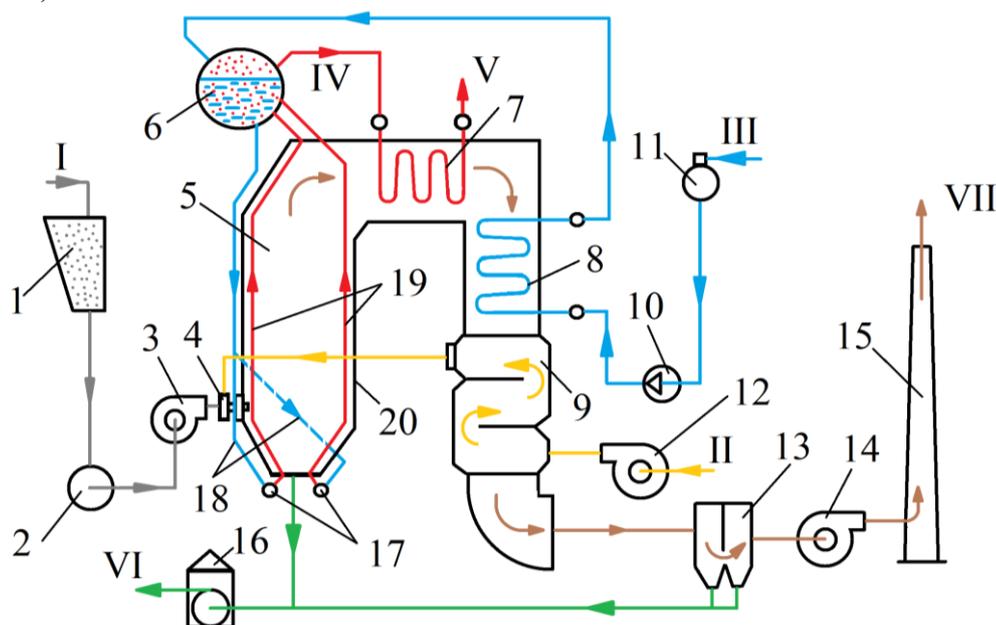


Рис. 1. Схема котельной установки для производства пара:

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