

УДК 621.1854.89

**ПРИМЕНЕНИЕ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ  
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**  
**APPLICATION OF THE SUPERHEATERS IN MODERN HEAT POWER  
ENGINEERING**

Е.А. Савенко, С.Е. Маркевич, А.Д. Яковенко, П.А. Болбас  
Научный руководитель – Н.В. Левшин, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
tes@bntu.by

E. Savenko, S. Markevich, A. Jakovenko, P. Bolbas  
Supervisor – N. Levshin, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** Пароперегреватель представляет собой теплообменник змеевикового типа, который используется для производства перегретого пара или для преобразования влажного пара в сухой пар, вырабатываемый котлом. Строение пароперегревателя парового котла – это множество металлических змеевиков, сделанных из труб небольшого диаметра. Пароперегреватели подразделяются на: радиационные, конвективные и комбинированные.*

***Abstract:** The superheater is a coil-type heat exchanger that is used to produce superheated steam or to convert wet steam into dry steam produced by a boiler. The structure of a steam boiler superheater is a set of metal coils made of small diameter pipes. Superheaters are subdivided into: radiation, convective and combined.*

***Ключевые слова:** пароперегреватель, теплообменник, котёл, змеевики, коллектор.*

***Keywords:** superheater, exchanger, boiler, coil, collector.*

### **Введение**

Пар широко используется во всех отраслях промышленности из-за его характеристик теплопередачи. Это один из самых эффективных и безопасных методов передачи энергии на различные расстояния [1].

Перегретый пар в основном используется в тех случаях, когда давление пара может быть ограничено. Более низкая плотность перегретого пара обеспечивает более высокий КПД в двигательных установках, таких как турбина или поршневой поршень.

Пароперегреватель (конструкция представлена на рисунке 1) представляет собой теплообменник змеевикового типа, который используется для производства перегретого пара или для преобразования влажного пара в сухой пар, вырабатываемый котлом.

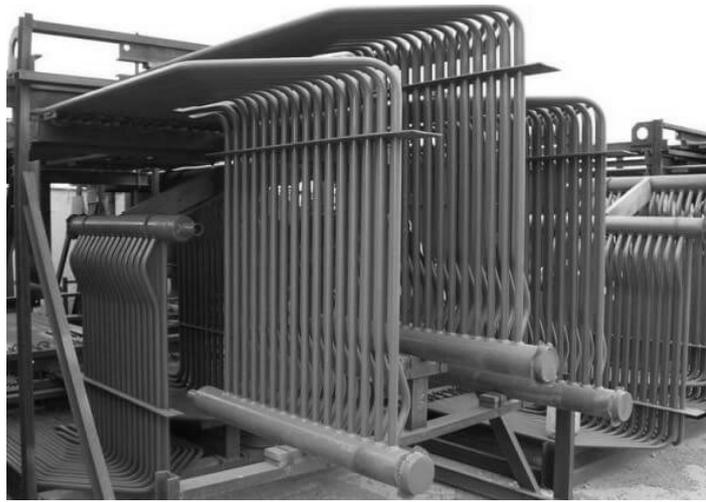


Рисунок 1 – Конструкция пароперегревателя

### **Основная часть**

Пароперегреватели используются там, где в технологическом процессе, либо в таких паровых машинах, таких как турбины, требуется только сухой пар. Любое содержание влаги в таких случаях приводит к разрушению или коррозии агрегата, тем самым влияя на его средний срок службы. Таким образом, пароперегреватель преобразует пар низкого качества в пар высокого качества для конечных пользователей.

Иногда перегреватель также необходим, когда нужно транспортировать пар в отдаленные места, так как при его транспортировке могут возникать некоторые потери температуры.

Пароперегреватели могут использоваться в паровых двигателях, где необходим абсолютно сухой пар для предотвращения износа деталей двигателя.

В случае водотрубных котлов горячие газы будут обеспечивать необходимую температуру для производства перегретого пара, а перегреватель может быть дополнительной частью площади топки. В других случаях может потребоваться отдельный перегреватель, поскольку газы, производимые газовой турбиной, относительно холодные.

Прибор размещается в дымоходе либо топке котла. Строение пароперегревателя парового котла – это множество металлических змеевиков, сделанных из труб небольшого диаметра. Концы катушек объединены коллекторами. Пар поступает в змеевики и выходит через соединительные коллекторы.

Прибор в дымоходе размещается так, чтобы продукты сгорания обтекали его внешние поверхности. Коллекторы представляют собой изделия круглой или прямоугольной формы из углеродистой стали.

Они существуют двух типов: сварные и цельнометаллические.

Для эффективной работы пароперегреватель требует плотного соединения змеевиков с коллекторами. При этом необходимо исключить попадание пара в дымоход. Для получения воздухонепроницаемого соединения концы катушек увеличиваются изнутри коллектора. С этой целью на противоположной стене изготавливают специализированные люки. В зависимости от мощности котла,

строение пароперегревателя может представлять собой набор стальных змеевиков, расположенных в несколько рядов.

Данное решение требует производства значительного числа отверстий с целью крепления труб в коллекторе, что негативно влияет на его прочностные характеристики. Для этого устанавливаются дополнительные коллекторы. Змеевики могут размещаться в горизонтальной плоскости, при использовании котельного оборудования, работающего на топливе, производящем незначительное количество золы [2].

В других вариантах паровые трубы устанавливают в вертикальном положении. Горизонтальное размещение змеевика перегревателя упрощает сливание воды при остановленном котле. От типа пробора коридоры между трубами могут забиваться шлаками. Отчистка отверстий для перемещения выхлопных газов представляет определённые трудности. Для этого конструкции, образующие ограниченные проходы, размещаются на значительном расстоянии друг от друга. Их соединение осуществляется таким образом, чтобы гарантировать свободное перемещение труб с целью прохождения пара при их термическом расширении. Для производства подвесок применяется металл, устойчивый к высоким температурам.

Радиационный пароперегреватель расположен рядом с печью, где он получает большую часть тепла за счет излучения дымовых газов после сжигания топлива. Радиационный пароперегреватель поглощает тепло за счет прямого излучения печи и обычно располагается в верхней части печи. В некоторых более старых конструкциях трубы перегревателя являются частью стенки печи и получают практически все тепло излучения, лучистый перегреватель имеет падающие характеристики: температура пара падает по мере увеличения потока пара.

В обычном пароперегревателе конвекционного типа используются два коллектора, в которые наматываются или свариваются бесшовные трубы. Коллекторы разделены перегородками, так что пар проходит вперед и назад через соединительные трубы, которые переносят пропорциональное количество пара, пар конвекционный пароперегреватель поглощает тепло в основном за счет потока горячего газа вокруг труб. Чисто конвекционный пароперегреватель имеет повышенные температурные характеристики пара. Массовый расход и температура газа, поступающего в зону перегревателя, а также поток пара из котла увеличиваются с увеличением мощности горения. Эти изменения температуры создают большую разницу средних температур между газом и паром, и это вместе с более высоким массовым расходом газа вызывает повышенную скорость поглощения тепла, что приводит к повышению температуры пара.

Комбинированный пароперегреватель – комбинация характеристик падающей температуры пара лучистого пароперегревателя вместе с возрастающими характеристиками конвекционного перегревателя используется в большинстве установок с целью поддержания постоянной температуры пара. Его преимущество заключается в обеспечении постоянной температуры пара в очень широком диапазоне нагрузки.

При работе пароперегревателя наружная поверхность змеевиков обмывается отработавшими газами, проходящий среди трубок. Пар струится в середине змеевика. Температура среды внутри труб может отличаться от распределения пара по отношению перемещения продуктов сгорания. Наиболее большой температурный показатель рассматривается в пароперегревателях с противотоком паровой среды.

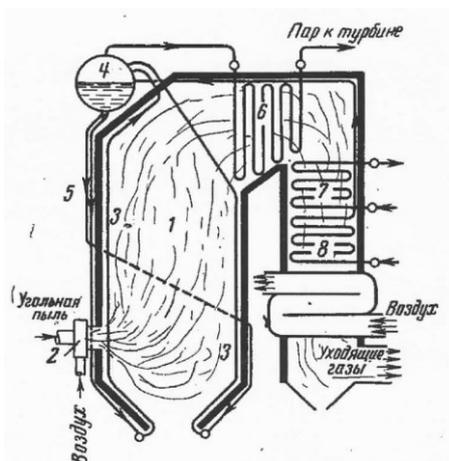


Рисунок 2 – Схема работы пароперегревателя

В зависимости от типа устройства, пароперегреватель может быть установлен как в непосредственной близости от камеры накопления перегретого пара, так и в топке. Для удержания скорости движения пара за исключением зависимости от изгиба трубы изделие устанавливается с наклоном в сторону выходного коллектора. Для повышения коэффициента теплоотдачи на стенах топки устанавливают устройства радиационного типа.

### Заключение

Пароперегреватели предназначены для перегрева насыщенного пара, поступающего из испарительной системы котла, а в установках высокого давления они применяются также для дополнительного вторичного перегрева пара, частично отработавшего в цилиндре высокого давления турбины. Пароперегреватель является одним из основных теплоиспользующих элементов котла и работает в наиболее тяжелых условиях.

С повышением параметров пара роль и значение пароперегревателя возрастают. Он выполняет важную функцию, так как благодаря нему можно увеличить КПД паровой установки, а также сократить денежные расходы компании.

### Литература

1. Пароперегреватели. Устройство пароперегревателей [Электронный ресурс]/ пароперегреватели. – Режим доступа: <https://mechanicinfo.ru/paroperegrevateli-ustrojstvo-paroperegrevatelej/>. – Дата доступа: 27.03.2021.
2. Пароперегреватель [Электронный ресурс]/ пароперегреватель. – Режим доступа: <http://engineeringssystem.ru/p/paroperegrevatel.php/>. – Дата доступа: 27.03.2021.