# Трубопроводы и арматура электростанций

Назначение трубопроводов: обеспечение транспортировки воды, пара, масла, газа, воздуха, топлива.

Трубопроводы подразделяются на главные и вспомогательные.

Главные – паропроводы острого пара, линия питательной воды, линия основного конденсата.

Назначение – обеспечение технологического процесса.

Вспомогательные – аварийные, резервные линии, дренажные, пусковые схемы.

Назначение – обеспечение работоспособности схемы.

Трубопроводы обеспечивают связи в тепловой схеме, а режим работы обеспечивается арматурой.

По массе трубопроводы составляют 8 % от всего технологического оборудования - на КЭС и на ТЭС – 12 %.

По стоимости трубопроводы составляют 15 % от стоимости всего тепломеханического оборудования, по трудозатратам на монтаж так же около 15 %.

## Типы трубопроводов и их характеристика

Материал, конструкция, изготовление, монтаж трубопроводов подчиняется правилам устройства безопасной эксплуатации трубопроводов горячей воды и пара.

В них установлено 4 категории трубопроводов в зависимости от температуры и давления среды. В зависимости от категории трубопровода реализуется весь технологический цикл.

Таблица 1. Категории трубопроводов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория | Среда | Рабочие параметры среды |
| Температура, оС | Давление (избыточное), МПа |
| 1 | аб – перегретый парвгд – горячая вода | Выше 580От 540 до 580 От 450 до 540До 450 Выше 115 | Не ограниченоТо же« »Более 3,9Более 8 |
| 2 | аб - – перегретый парв- горячая вода, насыщенный пар | От 350 до 450До 350Выше 115 | До 3,9От 2,2 до 3,9От 3,9 до 8,0 |
| 3 | аб - – перегретый парв- горячая вода, насыщенный пар | От 250 до 350До 250 Выше 115 | До 2,2От 1,6 до 2,2От 1,6 до 3,9 |
| 4 | а - перегретый пари насыщенный парб - горячая вода | От 115 до 250Выше 115 | От 0,07 до 1,6До 1,6 |

Трубопроводы диаметром более 70 мм относится к первой категории; диаметром более 100 мм – ко второй и третьей категории (должны быть зарегистрированы в органах технического надзора).

Трубопроводы различных категорий изготовляют из сталей различных классов: аустенитных высоколегированных (хромоникелевых ),ферритно-перлитных (хромистых), перлитных низколегированных (хромомолибденовых), углеродистых – 20 и 10

Для пропуска определённого количества среды необходимо знать соответствующие значения сечения и внутреннего диаметра трубы

Диаметр трубопровода определяется на основании технико-экономического анализа.

С уменьшением диаметра снижаются кап. затраты, увеличивается скорость движения среды, увеличивается сопротивление среды, снижается адиабатный теплоперепад, а следовательно и КПД.

Для определения диаметра проходного сечения трубопровода нужно знать скорость движения соответствующей среды.

На основе анализа выбраны оптимальные скорости движения среды.

Таблица 2. Оптимальные скорости движения среды

|  |  |
| --- | --- |
| Среда | Скорость, м/с |
| *Паропроводы* |
| Перегретый парСвежий пар от парогенератора к турбинам: |
| докритических параметров | 50-70 |
| сверхкритических параметров | 40-60 |
| Пар промежуточного перегрева: |
| «горячий» (после промежуточного перегрева) | 50-70 |
| «холодный» (перед промежуточным перегревом ) | 30-50 |
| Пар к периодичеки действующим РОУ и БРОУ, предохранительным клапанам, выхлопным линиям | 80-100 |
| Насыщенный пар | 20-40 |
| *Водопроводы* |
| Напорные (под давлением, создаваемым насосами): |
| питательная вода парогенераторов | 4,0-6,0 |
| конденсат турбин | 2,5-4,0 |
| «Всасывающие» (приёмные): |  |
| вода, подводимая к насосам | 0,5-1,5 |
| свободный слив, перелив и т.п. | 1-2 |
| Сжатый воздух, газы | 10-20 |
| Вязкие вещества (масло, мазут и др.) | 1-3 |

## Дроссировка трубопроводов

1. Основное условие при проектровании: зона низкого давления никогда не должна оказаться под высоким давлением.

2.Компактность дроссировки. Достигается за счёт применения крутозагнутых отводов.

Конструктивные элементы (компенсаторы, отводы, опоры, подвески) жёстко регламентированы межведомственными нормами.

Длина трубопроводов должна быть минимальной, прямые участки выполняются с уклоном. В нижней части трубопровода – дренаж, в верхней – воздушник.

Крепление трубопроводов к строительным конструкциям должно учитывать тепловое расширение, причём крепление должно быть жёстким. При этом на

трубопроводе устанавливаются компенсаторы.

Согласно установленным правилам, при температуре больше 45оС на трубопроводе должна быть изоляция.

## Контроль состояния трубопроводов

1. визуальный
2. ультразвуковая диффектоскопия
3. γ и рентгеновская диффектоскопия
4. механические испытания
5. металлографическое исследование
6. контроль ползучести (для паропроводов острого пара)

Объём контроля определяется категорией трубопровода.

## Обозначения трубопроводов

Красный цвет – высокая температура и давление

Зелёный цвет – водопроводы

Чёрный цвет – технические воды

Оранжевый цвет – пожарная вода

Если на трубопроводе есть металлическая изоляция, то на листе наносятся буквенные и цифровые обозначения, а так же цветовые кольца.

Для питательной воды – ПВ (без цветового кольца ), для химически очищенной воды – белое цветовое кольцо.

## Расчёт трубопроводов

Задача расчёта: 1)определение внутреннего диаметра dв и толщины стенки δ; 2) выбор марки стали, дроссировка трубопровода, проверка напряжения в металле.

Нахождение необходимых величин производится на основании механического и гидравлического расчётов.

**Гидравлический расчёт**

*Внутренний диаметр трубопровода* определяют на основании уравнения сплошности потока пара и воды, протекающего по сечению трубопровода.

 [м3/с]



 - объёмный пропуск среды, м3/с;

 - массовый пропуск среды, кг/с;

dр – расчётный внутренний диаметр трубопровода, м;

 - удельный объём среды м3/кг;

 - площадь сечения трубопровода, м2;

 - скорость потока

*Потери давления в трубопроводах*



 - потери давления в трубопроводах

 - коэффициент сопротивления прямых труб

-местные сопротивления, м

L –общая длина прямых труб

**Механический расчёт**

Толщину стенки трубопровода определяют по формуле:



 - толщину стенки трубопровода, мм;

Р – давление среды, протекающей внутри трубопровода, МПа;

 - коэффициент прочности, учитывающий класс и марку стали, наличие и вид сварных швов;

 - допускаемое напряжение в металле трубопровода, МПа;

с – прибавка к расчётной толщине стенки

с=с1+с2

с1 – утонение стали при коррозии;

с2 - утонение стали при изгибе

## Арматура электростанций

К арматуре относят вентили, задвижки, регулирующая арматура.

Типы:

1. запорная
2. регулирующая
3. предохранительная
4. защитная
5. контрольная
6. фазоразделительная

*Запорная арматура* служит для временного отключения участков трубопровода и прекращения движения в них среды. К ней относятся краны, задвижки и клапаны

Главная паровая задвижка, главная питательная задвижка: работают в двух положениях – открыто – закрыто.

Регулирующая арматура позволяет изменять расход и параметры среды. Привод регулирующей арматуры, как правило, автоматизируется. К ней относятся регулирующие клапаны турбины, регулирующие клапаны питания паровых котлов, впрыска воды в паропроводы, редукционно-охладительные установки, регуляторы уровня, конденсатоотводчики и др.

Предохранительная арматура служит для защиты оборудования и трубопроводов от недопустимого повышения давления, от обратного тока среды, попадания воды в турбину и т.д.

Применяют предохранительные клапаны на паропроводах высоких параметров и регулируемых отборов, различном оборудовании (деаэраторы и др.). Устанавливают обратные запоры на напорной линии насосов при параллельной их работе, на линиях отбора пара из турбин. Перед регулирующими клапанами подвода пара к цилиндру турбины после промежуточного перегрева устанавливают отсечно - защитные клапаны для отвода пара в конденсатор во избежание разноса турбины при сбросе нагрузки.

Регенеративные подогреватели высокого давления отключают автоматически от питательного трубопровода и направляют воду в обвод подогревателей в случае разрыва из трубок, для защиты турбины от попадания в неё воды.

*Защитная арматура* препятствует развитию аварии, но работает на отсечение потока рабочего тела. К ней относят стопорный клапан турбины, обратные клапана на линии питательной воды.

*Контрольная арматура* , преимущественно краны или клапаны, указатели уровня, используется для отбора проб среды и других целей

*Фазоразделительная арматура* служит для автоматического удаления конденсата из паропроводов

**Написать конспект.**