

Техническая страница

Инженер ЦЭС М. ВОЛОДИН

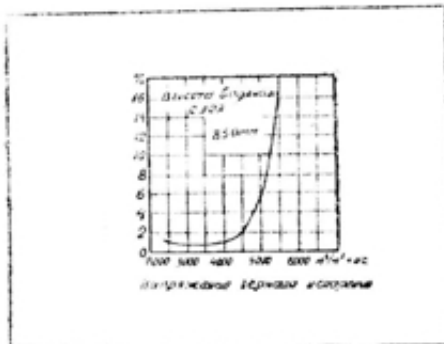
НОВЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПАРА

(С конференции по водному режиму Уралэнерго, проходившей в г. Свердловске с 10 по 15 мая 1940 года)

Качество пара

Развитие техники котлостроения предъявляет все большие и большие требования к водоприготовлению, химическому контролю за качеством пара и котловой воды. Качество пара определяется количественным содержанием и химическим составом присутствующих в нем загрязнений и зависит от степени влажности пара и химического состава котловой воды. Явление загрязнения пара довольно часто встречается в практике эксплуатации паросиловых установок и приводит нередко к весьма тяжелым последствиям. Пар, выходя из барабана котла, увлекает с собой котловую воду вместе с содержащимися в ней растворенными солями, коллоидными веществами и взвешенными частицами, которые, двигаясь далее по тракту, осаждаются в трубах и камерах пароперегревателя, запорной арматуре и, наконец, на лопатках турбин. По степени своей липучести соли, обычно, располагаются так: наибольшей липучестью обладают NaOH , Na_2CO_3 и Na_2SO_4 и слабой — NaCl , Na_2SO_4 , и в большей части отлагается в пароперегревателе, NaCl отлагается на первых рядах лопаток турбины, в последних рядах лопаток вновь иногда преобладает Na_2SO_4 .

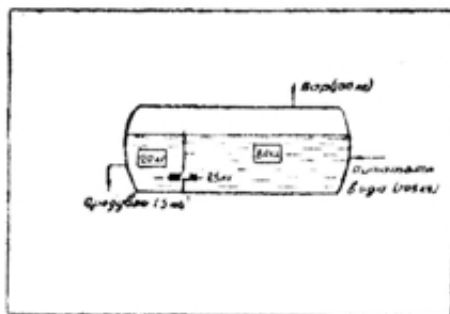
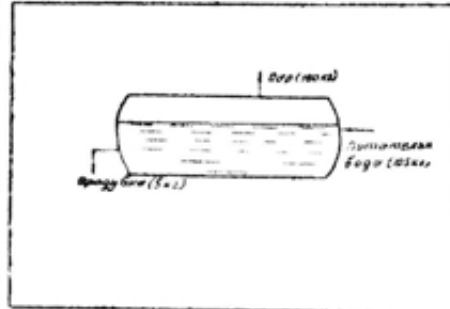
Результаты наблюдений и опыт ряда станций показывает, что не общее содержание, а та форма, в какой летят эти соли с паром, определяют опасность заноса солей в пароперегреватели и на лопатки турбин. Наблюдения также показывают, что высокая влажность пара наиболее опасна в смысле заноса солей в пароперегреватели. Опасность эта возрастает пропорционально содержанию котловой воды и потому предельные нормы содержания являются весьма низкими. Загрязнение и влажность пара возрастает с ростом нагрузки котла. Та нагрузка, при которой влажность пара начинает заметно повышаться, называется критической. Зависимость изменения влажности пара от напряжения парового объема по опытам Всесоюзного теплотехнического института наглядно представлена на графике № 1.



Как бороться за чистоту пара? Все существующие методы оказались далеко недостаточными и не отвечающими высоким требованиям современной техники. Учитывая это, теплотехники СССР, разрешая проблему лучшей очистки пара, пошли по пути разработки новых оригинальных методов. В основном сейчас нашли применение три метода, сущность которых мы кратко осветим.

Ступенчатое испарение

Профессор Э. Н. Ромм предложил метод упрощенного непрерывного испарения, по которому вместо существующего в паровых котлах одноступенчатого испарения осуществляется способ многоступенчатого испарения, и, как практически легко осуществимый, способ двух ступеней. По этому методу водный объем котла перпендикулярно оси барабана делится на ряд секций или как минимум — на две секции. Питание и испарение в каждой секции осуществляется отдельно. Даже при применении двухступенчатой схемы мы будем иметь значительный эффект. Это убедительно видно из сравнения графиков № 2 и 3.



Для большей наглядности приведем пример, в котором для простоты не будем учитывать унос паром солей, что мало отразится на результате.

Предположим, что котел дает 100 кг пара и 5 кг воды идет в продувку, следовательно питательной воды в котел необходимо дать 105 кг.

Если принять содержание питательной воды равным 200, миллиграмм на килограмм, то из уравнения баланса солей при установившемся состоянии получим $5 K_p = 105 \times 200$, где K_p — концентрация солей в котловой воде. Отсюда находим: $K_p = \frac{105 \times 200}{5} = 4200$ мг/кг.

Если примем влажность пара $X = 0,25$ проц., то содержание пара (K_n) будет равно $K_n = 0,025 \times 4200 = 105$ мг/кг.

Если в этом же котле организовать двухступенчатое испарение таким образом, чтобы в первой ступени испарилось 80 кг воды, а во второй — 20 кг., то содержание пара уменьшится.

При данной схеме котел делится на две части с независимой циркулирующей водой и сепарацией пара. Причем соединенные воды между этими частями котла производится через отверстие в перегородке, разделяющей обе ступени испарения. Питание второй секции является продувкой первой секции (которая происходит за счет небольшой разности уровней). Продувка котла, производится уже из второй секции

котла, где котловая вода имеет более повышенное содержание солей.

Обозначения и расчет

K_p — концентрация солей в первой ступени.
 K_n — концентрация солей во второй ступени.

За счет разности уровней в секциях происходит перетекание котловой воды из первой секции во вторую $20 + 5 = 25$ кг/час. Эти 25 кг/час являются для первой ступени продувочной водой, а для второй питательной.

Концентрация солей в первой ступени будет равна $K_p = \frac{105 \times 200}{25} = 840$ мг/кг.

Как видно из расчета, первая ступень получает огромную продувку и концентрация солей в ней резко падает, но и вторая ступень имеет очень большую относительную продувку, так как на 25 кг поступающей в нее питательной воды в продувку уходит 5 кг, или 20 проц.

Концентрация солей в котловой воде второй ступени будет равна.

$$K_n = \frac{840 \times 25}{5} = 4200 \text{ мг на кг, т. е.}$$

остается такой, какой раньше была в котловой воде всего агрегата. В данном случае содержание пара будет равно: $0,025 \times 840 = 2,1$ мг/кг — в первой ступени и $0,025 \times 4200 = 10,5$ мг/кг во второй ступени. Учитывая, что из первой ступени поступает 80 проц. пара, получим среднее содержание пара равное $2,1 \times 0,8 + 10,5 \times 0,2 = 3,8$ мг/кг, т. е. примерно в 2,8 раза меньше, чем содержание пара при одноступенчатой схеме испарения.

Есть полная возможность очистить относительно небольшое количество загрязненного пара, полученного из второй ступени. В таком случае содержание пара будет еще ниже.

При организации ступенчатого испарения можно значительно снизить содержание пара или величину продувки котлоагрегата.

Из сказанного возникает вопрос, куда же девались соли из котла, почему при неизменности баланса прихода и расхода солей из котла, в котле при двухступенчатой схеме меньше солей. Это уменьшение солей происходит за счет более быстрого роста концентрации солей в продувочной воде в пустой период.

Изложенный метод очистки пара уже применяется на Ростовской ТЭЦ, на ТЭЦ № 11 Мосэнерго и др. и дает положительные результаты экономии высококалорийного топлива.

Ступенчатое испарение может найти применение в паровых котлах всех конструкций, причем в котлах низкого давления, где чистота пара решающего значения не имеет. Этот метод улучшает борьбу с накипеобразованием, так как позволяет питать котлы водой с повышенной жесткостью. Упрощается схема водоподготовки. Кроме этого, ступенчатое испарение должно найти широкое применение в пароумформерных, испарительных установках и в ряде других областей техники, где чистота пара имеет существенное значение.

Метод размыва пены

Эксплуатация паровых котлов показала, что механическая сепарация способна обеспечить достаточную сухость пара в том случае, когда котловая вода не склонна к вспениванию.

В противном случае возникающая пена ползет по стенкам сепарирующих устройств и проникает далее в арматуру вместе с насыщенным паром. Избежать этого можно только лишь путем химического или механического разрушения пены, а также удаления из пара солей, оставшихся там после механической сепарации.

Метод размыва пены заключается в следующем: на зеркало испарения, покрытое пузырями пены, направляются струи питательной воды с температурой ниже температуры насыщения. Это дает конденсацию пузырей пены. Кроме того, питательная вода, как имеющая малое содержание солей, как бы поглощает соли пузырями и разрушает последние.

Впервые в производственных условиях этот метод применялся на Березниковской ТЭЦ, Закамской ТЭЦ и ТЭЦ комбината № 101. Применением этого метода на указанных станциях удалось значительно повысить содержание котловой воды, не ухудшая качества пара (на Закамской ТЭЦ «Кр» поднято до 4500 мг/кг, вместо 1000 мг/кг и т. д.).

Метод промывки пара

Глубокая очистка пара от загрязнений может быть достигнута путем дополнительной промывки насыщенного пара питательной водой.

Промывка пара осуществляется путем создания тщательного перемешивания пара с питательной водой. При этом присутствующая в паре насыщенная солями котловая вода как бы вытесняется относительно чистой питательной водой. Промывку пара на американских станциях (откуда в основном этот метод заимствован) осуществляют: 1) тонким распыливанием питательной воды в паровом пространстве через сопла; 2) пропусканием насыщенного пара через экраны из проволочных сеток; 3) через скрубберы, собранные из волнистых железных листов либо через барботеры. Экраны и скрубберы при этом непрерывно смачиваются водой.

При очистке пара по этому методу пар подвергают дополнительной механической сепарации.

★

Широкое применение новых способов борьбы с загрязнением пара в энергетическом хозяйстве позволит:

- а) повысить экономичность станций и снизить удельные расходы топлива;
- б) обеспечить надежную работу котлов теплоэлектростанций при наличии значительных добавок химически очищенной воды с высоким содержанием;
- в) отказаться в ряде случаев от установки испарителей и пароперегревателей в теплоэлектростанциях, работающих на водах низкого качества;
- г) снизить мощность химводочистительных установок, сооружаемых на теплоэлектростанциях, и тем самым уменьшить капитальные затраты.