

# Что такое изотермическое увлажнение воздуха?

Если процесс увлажнения воздуха осуществляется с помощью водяного пара при практически неизменной температуре воздуха, то в этом случае его называют изотермическим.

Параметры увлажнения воздуха паром очень точно регулируются системой, а благодаря использованию влаги при температуре свыше +100 °С метод обеспечивает высокую гигиеничность работы. По конструктивному исполнению паровые увлажнители воздуха подразделяются на электрические и газовые.

## Принцип работы парового увлажнителя воздуха

В отличие от испарительных увлажнителей воздуха генерирование водяного пара в этом случае происходит перед смешиванием его с воздухом. При этом пар может подаваться непосредственно в помещение посредством вентиляторного блока или подмешиваться к воздуху, подаваемому приточной вентиляционной установкой. Пар вырабатывается либо центральной парогенерирующей установкой, либо локально в месте увлажнения и кондиционирования воздуха.

Для увлажнения воздуха с использованием пара, подаваемого под давлением из центральной магистрали, применяются паровые системы, работающие под давлением. Увлажнители этого типа используются совместно с системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВИК). В состав увлажнителя входят фильтр-грязеуловитель, поворотный клапан, манометр и конденсатоотводчик.

Если требуется обеспечить генерацию пара непосредственно в месте его потребления, то в таких случаях часто применяют электрические паровые увлажнители, в конструкции которых используются либо электроды, либо электронагревательные элементы. В состав электродных паровых увлажнителей входят решетчатые металлические электроды, которые погружены в резервуар с водой. Принцип их работы основан на электропроводности воды. Ток протекает непосредственно через воду, вследствие чего происходит парообразование. Паропроизводительность в этом случае регулируется путем изменения уровня воды в паровом цилиндре. В увлажнителях с электронагревательными элементами нагрев испаряемой воды осуществляется по принципу погружного кипятильника.

## Виды пара

Для изотермического увлажнения воздуха вода должна быть предварительно нагрета до +100 °С. В таком случае теплосодержание (энтальпия) пара достигает  $H = 419$  кДж/кг при давлении 1,0133 бар. В этой точке происходит изменение агрегатного состояния, т.е. кипящая при температуре +100 °С вода преобразуется в пар, имеющий такую же температуру. Для поддержания этого процесса на каждый килограмм воды необходимо затратить 2 258 кДж энергии.

Количество энергии, необходимое для того, чтобы обратить единицу массы воды в пар, называется удельной теплотой парообразования. Это скрытая теплота, которая не может быть измерена с помощью термометра.

## Насыщенный пар

В процессе непосредственного контакта пара с водой происходит его насыщение, в этом состоянии пар уже не способен поглощать больше жидкости и именуется «насыщенным паром».

## Ненасыщенный пар

Ненасыщенный пар образуется, если занимаемый насыщенным паром объем увеличивается, и при этом поддерживается температура, обеспечивающая необходимый приток тепла. Одной из важных особенностей пара является возможность образования конденсата. Если происходит охлаждение пара, т.е. из него отводится затраченная на парообразование теплота, то его агрегатное состояние снова изменяется, и образуется конденсат.

## Образование известковых отложений (накипи) в процессе парообразования

### Почему образуются известковые отложения?

Кальций является пятым по распространенности элементом в земной коре. В чистом виде он практически не встречается, в природе присутствует только в форме соединений с другими элементами, например, в виде известняка, или содержится в растворенном виде в воде. Известняк в основном состоит из карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ).

### Интенсивность образования известковых отложений напрямую зависит от жесткости воды.

Жесткость воды учитывает содержание растворенных веществ в используемой нами воде из естественных источников. В частности, в численном выражении жесткость воды обозначает эквивалентную концентрацию растворенных в воде ионов щелочноземельных металлов, а также, в отдельных случаях, и анионов, с которыми они ассоциируются. Степень жесткости зависит от наличия в воде кальция, магния, а также в очень незначительной степени стронция и бария (в форме солей жесткости). Растворенные в воде соли жесткости могут образовывать нерастворимые соединения, в основном это известь и так называемое известковое мыло.

**Мягкая вода** является более предпочтительной для большинства областей применения, в которых осуществляется нагрев воды, а также для стирки, полива комнатных растений и т.д. Мягкая вода, как правило, присутствует в местах залегания гранита, гнейсов, базальтовых и сланцевых пород. Дождевая вода также является мягкой.

**Жесткая вода** приводит к образованию накипи на бытовой технике, увеличивает расход моющих средств и кондиционеров, отрицательно влияет на вкус и внешний вид продуктов питания и напитков (например, чая). Жесткая вода присутствует в регионах, в которых преобладают песчаники и известняки.

### Решение проблемы с образованием известковых отложений

Для того, чтобы уменьшить образование отложений при паровом увлажнении воздуха, используется запатентованная компанией Condair система, которая удаляет известковые отложения с нагревательных элементов и затем сбрасывает эти отложения во отдельный бак. Кроме того, с этой целью можно использовать деминерализованную воду, т.е. воду, из которой путем специальной обработки были предварительно удалены минеральные вещества и кальций. Данный способ позволяет свести количество образующейся накипи к минимуму.

Однако, следует отметить, что использование мягкой (т.е. не содержащей растворенные минералы) воды не рекомендуется для некоторых типов увлажнителей. В увлажнителях с электронагревательными элементами такая вода может применяться без каких-либо ограничений. Но в то же время для эффективной работы электродных увлажнителей требуется проводящая, насыщенная минеральными веществами вода. Применение этого типа увлажнителя с излишне мягкой водой нецелесообразно с энергетической точки зрения.

## Пример расчета параметров для изотермического увлажнения воздуха

### Задача:

Расчет характеристики  $\Delta h/\Delta x$ :

$$\Delta h = \kappa \Delta x / \text{кг}$$

$\Delta x$  кг сухого воздуха

