

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УВЛАЖНЕНИЯ ВОЗДУХА И ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ВОЗДУШНО – ВОДОИСПАРИТЕЛЬНОМ ОХЛАЖДЕНИИ

### АННОТАЦИЯ

Аппараты воздушного охлаждения АВО широко применяются для охлаждения различных сред, однако их использование в летний период эффективно как правило, только при использовании форсунок для распыла воды. В работе приведены результаты адиабатического процесса увлажнения и охлаждения воздуха.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В нефтяной и нефтехимической промышленности наряду с широко используемым воздушным, жидкостным и испарительным охлаждением, весьма эффективно использование воздушно-водоиспарительного охлаждения, при котором охлаждение осуществляется воздушным потоком, содержащим мелкодисперсную влагу. При этом повышается интенсивность теплообмена, увеличивается количество отводимого тепла, сокращается расход воздуха и электроэнергии.

Эффективность охлаждения технологических сред, в частности с помощью аппаратов воздушного охлаждения, в которых осуществляются процесс адиабатического охлаждения воздуха, реализуемого при впрыске воды в поток воздуха весьма высока. Эксплуатация замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий, как правило сопряжена с трудоемкими процессами.

В летний период года температура и влажность наружного воздуха часто превышают заданные параметры приточного воздуха, используемого в качестве охлаждающего агента. Приточный воздух перед подачей в аппарат необходимо увлажнить и как следствие охладить. Для целей увлажнения и охлаждения используют форсунки, размещаемые в коллекторе аппарата воздушного охлаждения, перед теплообменными секциями.

### 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АДИАБАТИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА ПРИ ВОЗДУШНО – ВОДОИСПАРИТЕЛЬНОМ ОХЛАЖДЕНИИ.

Увлажнение воздуха на практике можно осуществить при контакте воздуха с водой или при подаче в воздух водяного пара.

При применении увлажнения температура окружающего воздуха снижается на несколько градусов и может достичь температуры мокрого

термометра. При предварительном увлажнении атмосферный воздух охлаждается на 10-21 °С, т. к. увеличение его паросодержания происходит путем частичного испарения распыляемой в его потоке влаги за счет тепла воздуха, таким образом реализуется - адиабатическое охлаждение.

Сущность процесса адиабатического охлаждения воздуха заключается в распыле воды с помощью форсунки и в испарении некоторого количества подаваемой воды. На испарение затрачивается энергия, которая поглощается из самого воздуха, воздух при этом охлаждается. Такой принцип увлажнения - распылительного типа, широко применяют в различных отраслях промышленности. Адиабатическое увлажнение происходит при постоянном количестве тепла ( $\Delta Q=0$ ). При увеличении относительной влажности воздуха его температура понижается. В воздух поступает мелкодиспергированный водяной поток, который в последствии испаряется при его турбулентном смешении. Фазовый переход воды из жидкого в парообразное состояние осуществляется за счет внутренних поступлений тепла из воздуха, вследствие чего, его температура понижается [1]

Адиабатическое увлажнение является на порядок более экономичным, поскольку процесс парообразования в этом случае происходит за счет внутренних источников энергии а внешнее энергопотребление связано только с преодолением сил поверхностного натяжения в ходе диспергирования воды. Генерация 10 кг влаги требует 7,25 кВт/час электроэнергии [2].

Автором работы проведены экспериментальные исследования по эффективности распыла воды в воздушном потоке с помощью центробежных форсунок и определения влияния качества распыла воды на параметры охлаждающего воздуха.

При исследовании процесса увлажнения воздуха использовалась экспериментальные центробежные форсунки с различными выходными диаметрами сопел, в интервале 0,8-3 мм. При проведении экспериментов получены следующие результаты: температура воздуха понижается на 8-18 °С, относительная влажность составляет  $\varphi = 50\% - 100\%$ .

На рисунке 1 и 2 показаны построение i-d диаграммы, на основе проведенных экспериментов.

Эксперименты были проведены в следующем интервале изменения параметров воздуха:

начальная температура окружающей воздуха

$$t_a = 37,4 \text{ } ^\circ\text{C};$$

начальная относительная влажность

$$\varphi = 46 \%$$

начальное влагосодержание	$d_{ж1}=11,5$ г/кг
температура воздуха на входе в АВО	$t_k=22,0$ $^{\circ}\text{C}$ ;
конечная относительная влажность	$\varphi=98\%$ ;
конечное влагосодержание	$d_{ж2}=18,2$ г/кг;
теплосодержание	$I=76$ кДж/кг;
скорость воздуха в узком сечении	$w=0,5 \div$ $6,8$ м/сек
степень орошения	$p=0,0019$ $\div$ $0,04$ кг/кг;

шения воздушного потока  $p=0,004$  кг/кг.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных данных показывает, что в нашем случае осуществляется адиабатический процесс увлажнения и охлаждения воздуха, т. е. характерны следующие изменения: температура воздуха перед теплообменными секциями АВО понижается, относительная влажность растет, влагосодержание растет, теплосодержание и температура воды остаются постоянными. Таким образом, можно рекомендовать к использованию в АВО форсунки для распыла воды, обеспечивающие высокую дисперсность, малую дальноточность и как следствие реализуется адиабатическое охлаждение воздуха.

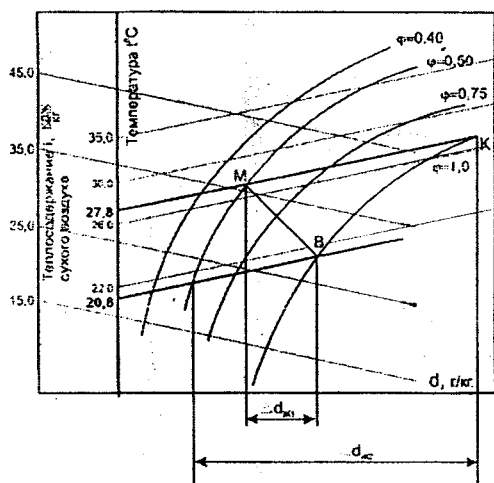


Рис. 1. Процесс увлажнения воздуха  $t_b = 37,4$   $^{\circ}\text{C}$ ;

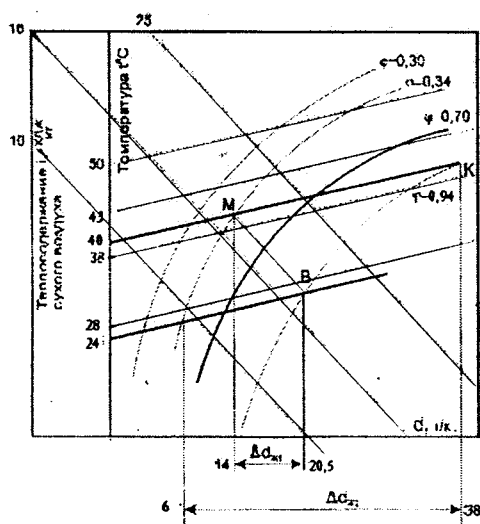


Рис. 2. Процесс увлажнения воздуха  $t_b = 40$   $^{\circ}\text{C}$ ; начальная относительная влажность  $\varphi=34\%$ ; начальное влагосодержание воздуха  $d_{ж1} = 14$  г/кг; температура воздуха, на входе в АВО  $t_k = 24$   $^{\circ}\text{C}$ ; конечное влагосодержание воздуха  $d_{ж2} = 20,5$  г/кг; относительная влажность воздуха перед теплообменными секциями  $\varphi=94\%$ ; теплосодержание воздуха  $I = 18$  ккал/кг; степень оро-

### СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ

- $t_b$  - начальная температура окружающего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- $t_k$  - температура воздуха, перед теплообменными секциями АВО,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- $\varphi_1$  - начальная относительная влажность, %;
- $\varphi_2$  - относительная влажность воздуха перед теплообменными секциями, %;
- $d_{ж1}$  - начальное влагосодержание воздуха, г/кг;
- $d_{ж2}$  - конечное влагосодержание воздуха, г/кг;
- $I$  - теплосодержание воздуха, кДж/кг;
- $p$  - степень орошения, кг/кг;
- $\Delta d_{ж1}$  - взвешенная влага в начале процесса увлажнения воздуха, г/кг;
- $\Delta d_{ж2}$  - взвешенная влага в конце процесса увлажнения воздуха) г/кг;
- $K$  - точка характеризующая состояния воздуха в конце процесса увлажнения воздуха;
- $BK$  - процесс увлажнения при  $\varphi = 100\%$
- $B$  - состояние воздуха в конце процесса увлажнения;
- $M$  - состояние воздуха в начале процесса увлажнения;
- $BM$  - процесс сорбции влаги из воздуха без увлажнения; взвешенная;
- $\Delta d_{ж1}$  - взвешенная влага в начале процесса увлажнения воздуха, г/кг;
- $\Delta d_{ж2}$  - взвешенная влага в конце процесса увлажнения воздуха) г/кг;

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишневецкий Е.П. Системы увлажнения воздуха// «Петроспек», 2002 г., стр. 23
2. Шмеркович В.М. Применение аппаратов воздушного охлаждения при проектировании нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. М., ЦНИИтэнефтехим, 1971 г.