

Кощеев Кирилл Эдуардович

магистрант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»

г. Санкт-Петербург

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОТОВОГО И ПАРОВОГО УВЛАЖНИТЕЛЕЙ

Аннотация: в статье проводится сравнительный анализ двух типов увлажнителей воздуха -сотового и парового – в контексте их применения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC). Оценка эффективности этих устройств осуществляется с точки зрения параметров, таких как коэффициент увлажнения, энергетическая эффективность, влияние на микроклимат помещений и эксплуатационные характеристики. В ходе исследования выявлены особенности работы каждого типа увлажнителей в зависимости от эксплуатационных условий, что позволяет сделать рекомендации по выбору оптимального решения для увлажнения воздуха в зависимости от целей и характеристик вентиляционных систем.

Ключевые слова: адиабатический увлажнитель, изотермический увлажнитель, сотовый увлажнитель, паровой увлажнитель, вентиляция.

Введение. Управление микроклиматом в помещении является неотъемлемой частью современных систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Одним из ключевых параметров, влияющих на качество воздуха, является уровень относительной влажности. Избыточная или недостаточная влажность может привести к респираторным заболеваниям, аллергическим реакциям, а также повлиять на сохранность материалов и конструктивных элементов. В связи с этим, эффективные системы увлажнения становятся важной частью вентиляционных установок, особенно в регионах с экстремальными климатическими условиями. Наибольшее распространение получили адиабатические и ультразвуковые увлажнители, каждый из которых обладает уникальными характеристиками и

применим в различных условиях эксплуатации. Целью настоящей работы является проведение сравнительного анализа этих двух типов увлажнителей с акцентом на их эксплуатационные характеристики в системах HVAC.

1. Принципы работы увлажнителей.

1) адиабатический сотовый увлажнитель;

Принцип работы сотового увлажнителя основывается на процессе испарения воды в потоке воздуха. Вентилятор направляет воздушный поток через влажную поверхность (например, фильтр или увлажняющую матрицу), где происходит абсорбция влаги, что приводит к повышению относительной влажности воздуха. В отличие от других систем, адиабатические увлажнители не требуют внешнего источника тепла, что делает их энергоэффективными [3]. Однако их эффективность зависит от температурных и влажностных условий наружного и внутреннего воздуха. В теплых климатических условиях, когда температура наружного воздуха высока, а влажность низка, адиабатический процесс может дополнительно осуществлять охлаждение воздуха, что делает такие системы особенно эффективными в таких условиях [4].

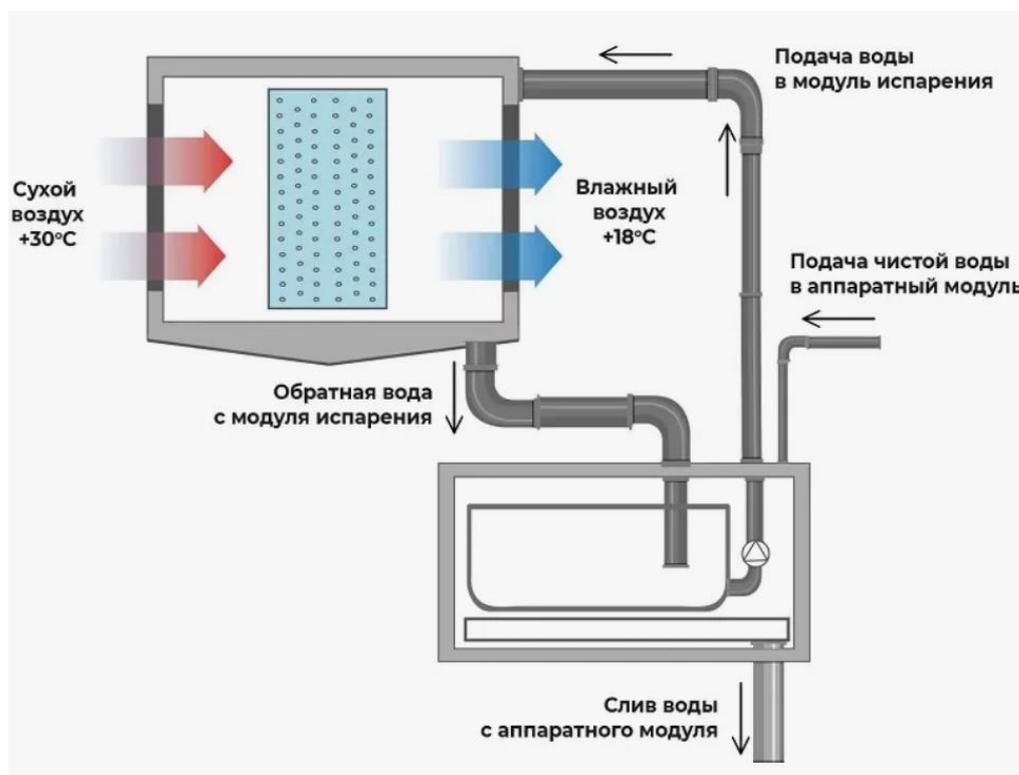


Рис. 1. Устройство сотового увлажнителя

2) изотермический паровой увлажнитель;

Принцип функционирования данных увлажнителей основан на нагреве воды до кипения в паровом цилиндре, что приводит к образованию пара. Пар направляется по паропроводам к парораспределительному коллектору, который обеспечивает равномерное распределение пара в приточном воздухе [2].

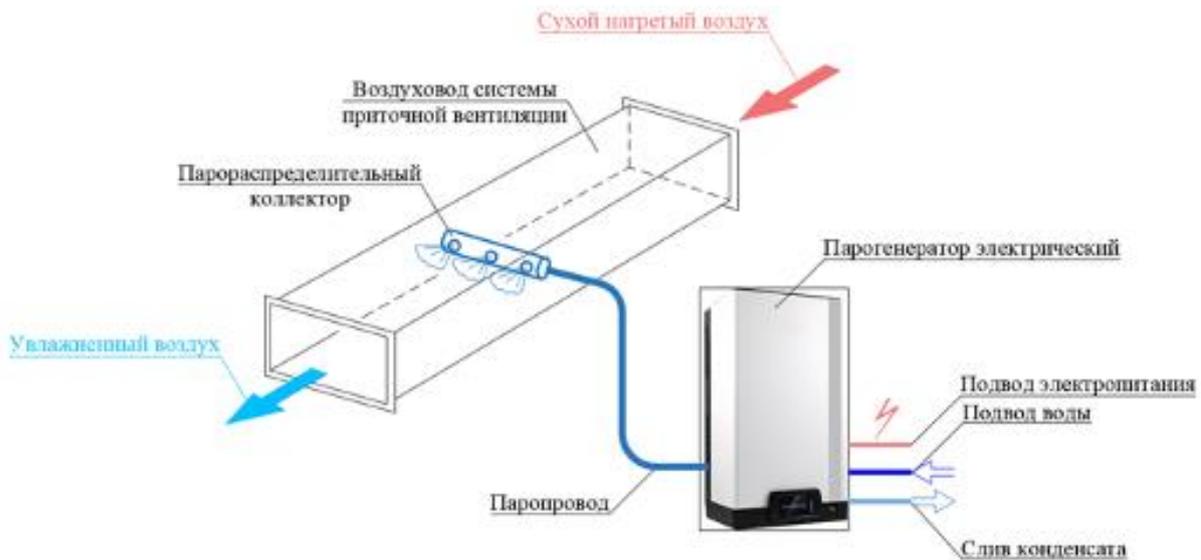


Рис. 2. Устройство парового увлажнителя

2. Сравнительный анализ эксплуатационной эффективности увлажнителя для помещения объемом 200м³.

2.1. Для сотового увлажнителя.

1) определение расчетного объема воды, для нормальной работы увлажнителя [1]:

$$Q = w \cdot V_{\text{б}} \cdot \Delta\varphi / 60,$$

где w – скорость воздуха на выходе из увлажнителя, м/с;

$V_{\text{б}}$ – объем водяного бака, л;

$\Delta\varphi$ – изменение относительной влажности в помещении;

Для расчета принимается стандартное помещение и средние величины скорости воздуха и объема водяного бака:

$$Q = 1,65 \cdot 1,5 \cdot 20 / 60 = 7,425 \text{ л}$$

Также нужно учесть потери воды при увлажнении воздуха, для этого нужно

определимся с уровнем влажности, который постоянно необходимо поддерживать в помещении. Для поддержания влажности на уровне 50%, потери воды составят 20% от общего объема.

$$Q' = 7,425 \cdot 1,2 = 8,91 \text{ л,}$$

2) определение электропотребления в день, при условии непрерывности работы увлажнителя [5]:

$$N = P \cdot 24 \cdot 365, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

где N – расчетное потребление электроэнергии в сутки, кВт·ч;

$$N = 0,35 \cdot 24 \cdot 365 = 3066, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

2.2. Для парового увлажнителя.

1) расчет дефицита влаги [5]:

$$Q = [L \cdot 1,17 \cdot (X2 - X1)/1000] + Y,$$

где Q – количество влаги, требуемой для увлажнения воздуха в помещении, кг/ч;

L – при наличии принудительной вентиляции ее производительность, м³/ч

При отсутствии принудительной вентиляции

$$L = V \times N,$$

где V – объем помещения, м³;

N – кратность воздухообмена (обычно от 0,5 до 2,0);

1,17 – плотность воздуха, кг/м³ (при температуре 21°C и барометрическом давлении 99 кПа);

$X1$ – влагосодержание (абсолютная влажность) приточного воздуха при наихудших условиях (обычно в зимний период), г/кг;

$X2$ – влагосодержание (абсолютная влажность) увлажненного воздуха в помещении при заданной температуре, г/кг;

Y – поправочная величина, учитывающая другие факторы (гигроскопичные материалы и т. п.).

$$Q = [200 \cdot 1,17 \cdot (0,19 - 9,9)/1000] = 2,3 \text{ кг/ч}$$

2) Определение электропотребления в день, при условии непрерывности работы увлажнителя [5]:

$$N = P \cdot 24 \cdot 365, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

где N – расчетное потребление электроэнергии в сутки, кВт·ч;

$$N = 2,2 \cdot 24 \cdot 365 = 19272, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

3. Уровень увлажнения и динамика изменения влажности.

Одним из ключевых факторов при оценке эффективности увлажнителей является способность поддерживать оптимальный уровень влажности в помещении. Адиабатические увлажнители эффективно увеличивают влажность в сухих помещениях, особенно в условиях низкой влажности наружного воздуха. Однако их производительность зависит от скорости воздушного потока, температуры и относительной влажности воздуха, что может существенно снижать эффективность работы в определенных климатических условиях. Напротив, паровые увлажнители обеспечивают более стабильное и быстрое увлажнение, независимо от внешних климатических факторов. Это делает их более универсальными в контексте применения в различных типах вентиляционных систем [6].

4. Энергетическая эффективность.

Адиабатические увлажнители характеризуются минимальными затратами энергии, так как процесс испарения воды не требует значительных энергетических затрат. Учитывая, что адиабатические увлажнители работают за счет естественного охлаждения воздуха, они могут быть более экономичными в эксплуатации, особенно при интенсивной вентиляции в летний период. Паровые увлажнители, несмотря на их высокую эффективность, потребляют больше энергии, поскольку процесс генерации ультразвуковых волн требует энергии для функционирования пьезоэлектрических элементов [7]. Различия в энергопотреблении для большинства типов помещений значительны и оказывают критическое влияние на эксплуатационные расходы.

5. Влияние на параметры микроклимата.

При использовании адиабатических увлажнителей важно учитывать эффект охлаждения, который происходит в результате испарения воды. Этот процесс может быть полезен в помещениях с перегревом, обеспечивая дополнительный комфорт [3]. Однако в условиях уже высокой относительной влажности или низких температур адиабатические устройства могут быть менее эффективными, поскольку

испарение замедляется. В свою очередь, паровые увлажнители не изменяют температуру воздуха, что делает их более стабильными при поддержании заданных параметров влажности. Паровые увлажнение также не оказывает влияния на общий энергетический баланс помещения, что важно при проектировании вентиляционных систем.

б. Стоимость и обслуживание.

С точки зрения стоимости эксплуатации, адиабатические сотовые увлажнители требуют минимальных затрат на обслуживание – достаточно периодической замены фильтров или очищающих элементов. Изотермические паровые устройства нуждаются в более тщательном уходе, связанном с очисткой пьезоэлектрических элементов от минеральных отложений и обеспечением чистоты воды для предотвращения накопления бактерий. Эти устройства также могут требовать регулярной замены фильтров, что увеличивает эксплуатационные расходы.

Заключение.

Проведенное сравнение эффективности паровых и сотовых увлажнителей позволяет сделать вывод о том, что выбор оптимального устройства зависит от конкретных условий и целей. Для помещений, где требуется быстрое достижение определенного уровня влажности, например, в случаях кратковременной необходимости, паровой увлажнитель может быть предпочтительным. В свою очередь, для длительного поддержания комфортной влажности с минимальным энергопотреблением, сотовый увлажнитель является более рациональным выбором. Таким образом, наше исследование предоставляет практические рекомендации для потребителей и специалистов, помогая им принимать обоснованные решения при выборе типа увлажнителя.

Список литературы

1. Сибикин Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха / Ю.Д. Сибикин. – М.: ФГУ, 2023. – 471 с. – ISBN 978-4-458-09985-0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Yu_D_Sibikin_-_Otoplenie_ventilyatsia_i_konditsionirovanie_vozdukha.pdf (дата обращения: 18.12.2024).

2. Влажность воздуха в квартире. – 2024 [Электронный ресурс]. – Режим
6 <https://interactive-plus.ru>

доступа: <https://www.ivd.ru/dizajn-i-dekor/kvartira/vlazhnost-vozduha-v-kvartire-opredelyaem-normu-i-podderzhivaem-ee-94552> (дата обращения: 16.12.2024).

3. Системы увлажнения воздуха, и их разновидности. – 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hvacschool.ru/vestnik_ano/vestnik_ano_ukc_universitet_22/sistemi_uvlazhnenija_vozduha/ (дата обращения: 19.12.2024).

4. ГОСТ Р 51303–2013. Торговля: термины и определения // Национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ ГОСТ Р 1.0–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.

5. Методика расчета производительности увлажнителя воздуха. – 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rfclimat.ru/htm/humidifier_choosing.htm (дата обращения: 20.12.2024).

6. Системы канального увлажнения воздуха для вентиляции помещений. – 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tria-komm.ru/article/channel-system-humidifying-air-ventilation/>(дата обращения: 19.12.2024).