
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ УВЛАЖНЕНИЯ ВОЗДУХА

Дудкин Максим Михайлович,
профессор кафедры ПТЭ,

Тарасова Татьяна Андреевна,
студент,

Крохалева Нелина Никитична,
студент,

Бабкин Дмитрий Владимирович,
студент,

Исупова Полина Артемовна,
студент,

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск
454080, РФ, г. Челябинск пр. Ленина, 76 E-mail: pte2017pte@mail.ru

Аннотация

В статье описан принцип работы систем увлажнения воздуха. Приведены достоинства и недостатки изотермической и адиабатической системы увлажнения воздуха. Исследована целесообразность применения увлажнителей в жилых и производственных помещениях. Целью статьи является исследование и проведение сравнительного анализа систем адиабатического увлажнения воздуха.

Ключевые слова: адиабатическая система, увлажнитель, изотермическая система, производственное помещение.

COMPARATIVE ANALYSIS OF ADIABATIC HUMIDIFICATION SYSTEMS

Maxim M. Dudkin,
professor of the Heat and power engineering department,

Tatyana A. Tarasova,
student,

Nelina N. Krokhaleva,
student,

Dmitry V. Babkin,
student,

Polina A. Isupova,
student,

South Ural State University, Chelyabinsk 454080, Russian Federation, Chelyabinsk ave. Lenin, 76
E-mail: pte2017pte@mail.ru

ABSTRACT

The article describes the principle of operation of air humidification systems. The advantages and disadvantages of isothermal and adiabatic air humidification systems are given. The expediency of using humidifiers in residential and industrial premises has been studied. The purpose of the article is to study and conduct a comparative analysis of adiabatic air humidification systems.

Keywords: Adiabatic system, humidifier, isothermal system, production room

Введение

Система увлажнения воздуха предназначена для увеличения показателей влажности без применения дополнительного нагрева. В данной системе удельная теплота парообразования воды образуется от нагрева жидкости [1]. Системы увлажнения воздуха подразделяются на адиабатические и изотермические. При изотермическом способе увлажнения вода закипает, испаряется, и таким образом попадает в воздух. При адиабатическом увлажнении внешнее тепло не подводится. Увлажнение происходит за счет разбрызгивания в воздух водяного аэрозоля. Вода преобразуется из жидкого состояния в парообразное с помощью энергии воздуха [2]. Следовательно, температура воздуха понижается.

Воздух впитывает частицы воды. Каждое температурное значение имеет показатель максимальной впитываемости воды. Данный процесс включает в себя понятия относительной и абсолютной влажности.

Показатель абсолютной влажности воздуха зависит от объема воды, растворенного в одном килограмме воздуха [3]. Показатель относительной влажности воздуха отражает соотношение процента растворенного в воздухе объема воды к максимальному объему воды при данном температурном значении.

Увлажнители воздуха применимы не только в домашних условиях, но и на производстве. Адиабатические увлажнители воздуха являются полноценными охлаждающими аппаратами [4]. Увлажнитель в роли охлаждающего аппарата является экономически выгоднее производственных охлаждающих агрегатов на 33%.

В данной статье описаны особенности применения изотермического и адиабатического увлажнителя воздуха.

Материалы и методы

Принцип работы адиабатической системы увлажнения заключается в переходе воды из центральной тепловой сети форсунки [5]. Данные форсунки расположены в зоне водяного распыления. Перед тем как вода поступает в форсунки, она проходит через

фильтр в насосную установку. В распыляющих форсунках воздух впитывает в себя мелкие водяные капли [6].

Системы адиабатического увлажнения делятся на три типа:

- Испарительный тип. Осуществляется с помощью холодного испарения воды, без термического нагревания;

- Распылительный тип с применением воздушно-водяного способа. Осуществляется с помощью водяного распыления через маленькие отверстия форсунок под давлением от 35 до 75 бар;

- Распылительный тип с применением водяного способа. Распыление деминерализованной воды происходит без использования системы сжатого воздуха.

Принцип работы изотермической системы увлажнения заключается в увлажнении воздуха с помощью пара [7]. В процессе нагрева происходит вскипание воды и влага попадает в воздух.

Системы изотермического увлажнения делятся на три типа:

- С погружными электродами. Снабжены парогенератором. Нагрев воды происходит за счет прохождения электрического тока между двумя электродами;

- С электрическими нагревателями. Нагрев происходит за счет одного или нескольких трубчатых электронагревателей;

- Газовые. Работают на природном или сжиженном газе.

Распыление воды с помощью механического воздействия приводит к сообщению воздуху электрического заряда [8]. Это происходит за счет отрыва капель воды от поверхности. Причем при механическом воздействии на соленую воду электрический заряд положительный. При воздействии на пресную воду – отрицательный.

Область применения увлажнителей описана в таблице 1.

№п/п	Наименование типа увлажнителя	Область применения
1	Испарительный	Жилые помещения, медицина, наружные блоки кондиционеров
2	Распылительный с применением воздушно-водяного способа	Жилые, офисные, спортивные помещения, рекуператоры вентмашинок, открытое воздушное пространство бытовых и промышленных помещений
3	Распылительный с применением водяного способа	Жилые, офисные помещения, аппараты воздушного охлаждения
4	С погружными электродами	обслуживание зданий жилищно-административного типа, больницы, турецкие бани, промышленные предприятия
5	С электрическими нагревателями	Операционные, музеи, корабли, лаборатории
6	Газовые	Крупные производственные объекты

Исходя из результатов таблицы, можно сделать вывод о том, что увлажнители изотермического типа более применимы к жилым и офисным помещениям. Увлажнители адиабатического типа применимы как к зданиям жилого типа, так и к промышленным и медицинским помещениям.

Результаты

При изотермической системе увлажнения воздуха температура постоянна. Происходит поступление в воздух насыщенного пара. При увеличении показателей влагосодержания температура остаётся неизменной [9].

При адиабатической системе увлажнения воздуха энтальпия постоянна. Происходит процесс свободного испарения воды. Температура воздуха снижается при увеличении показателей влагосодержания.

Достоинства и недостатки систем увлажнения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки систем увлажнения

Наименование системы	Достоинства	Недостатки
Изотермическое увлажнение	- аппаратная реализация; - создает комфортные бытовые условия.	- большое энергопотребление; - необходимость компенсации скрытой теплоты испарения воды;
Адиабатическое увлажнение	- энергоэффективнее изотермического увлажнения на 20-30%; - процесс парообразования происходит за счет внутреннего перераспределения энергии; - менее затратные механизмы; - влажности генерация 10 кг внешней влаги системы требует аппараты всего 0,04 кВт ч воздуха потребляемой испарения энергии; - высокая точность регулирования; - быстрая окупаемость	- риск переувлажнения воздуха, при не встроенном гигрометре; - необходимость деминерализации воды

Проведя сравнительный анализ двух систем увлажнения, можно сделать вывод, что система адиабатического увлажнения имеет больше достоинств чем адиабатическая система.

Обсуждение

В холодный период времени на всей территории Российской Федерации применимо искусственное увлажнение воздуха. Актуальность данного вопроса состоит в создании комфортной воздушной среды. Так же с необходимостью ответа технологических процессов технологическим требованиям, связанные

В процессе адиабатического увлажнения оборудование забирает тепло из воздуха для испарительного процесса. Это вызывает падение температуры на 5-7 °С. Это является преимуществом для зданий с теплым и сухим воздухом. Например в центрах обработки данных. Так же это является преимуществом для зданий с дополнительной тепловой нагрузкой [10]. Увлажнители адиабатического типа потребляют меньшее количество энергии по сравнению с изотермическими увлажнителями. Это связано с тем, что данные увлажнители для превращения воды в пар используют тепло, которое присутствует в воздухе. Изотермическим увлажнителям для превращения воды в пар требуется внешняя энергия.

Увлажнители адиабатического типа более эффективны на производственных объектах. Увлажнители изотермического типа более актуальны для создания комфортных жилищных условий.

Вывод

Увлажнительные системы испарительного типа при использовании в производственных помещениях не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям [11]. Это связано с тем, что эффективное пленочное испарение происходит при температуре 25-40 °С. При отсутствии рециркуляционного контура происходит размножение бактериальной флоры. Данное явление может привести к развитию инфекционных заболеваний у производственного персонала. Испарительные увлажнители имеют большой расход воды. Это экономически нецелесообразно.

Увлажнители адиабатического типа имеют минимальные эксплуатационные затраты. Адиабатические увлажнители целесообразно применять в крупных производственных помещениях. Адиабатическая система увлажнения микробиологически безопасна, имеет эффект пылеподавления, энергоэффективна, проста в обслуживании и энергоэффективна.

Список литературы:

1. Князева А.С., «Современные технологии увлажнения воздуха», Дни науки студентов Владимирского Государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2022 г., стр. 154-158.
2. Низовцев М.И., Стерлягов А.Н., Терехов В.И., «Тепловые эффекты при сорбционном увлажнении пористого материала в изотермических и неизотермических условиях», Труды шестой Российской национальной конференции по теплообмену, 2014 г., стр 957-960
3. Бухер Ремо, Штрайфф Маттиас, Куадрони Дарио, «Устройство для получения капель воды для увлажнения воздуха и система увлажнения с такими устройствами», Международная патентная классификация, 2019 г., Номер патента: RU 2688297 С2
4. Салман А.С, Сулин А.Б., Лысев В.И., Рябова Т.В., «Обоснование энергоэффективных процессов обработки воздуха в системах кондиционирования», Вестник международной академии холода, №3, 2021 г., стр 23-31.
5. Абдуллаев Р.Г., Хужаев П.С., «Экспериментальное исследование увлажнителя воздуха», Вестник таджикского национального университета. Серия естественных наук, 2019 г., стр. 139-144.
6. Важдаев К.В., Мартяшова В.А., Назыров А.Д., Лицкевич К.Ю., «Увлажнение воздуха в жилых помещениях с помощью бытовых увлажнителей воздуха», Проблемы строительного комплекса России, 2020 г., стр 401-404.
7. Хорошев О.А., Лобеева Я.И., Черных Н.Л., Пономарев А.С., «Увлажнитель воздуха: польза и вред», Вестник современных исследований, №1.3 (28), 2019 г., стр. 234-238.
8. Сахаров В.И., «Применение датчиков влажности в современных увлажнителях воздуха», Актуальные научные исследования в современном мире, № 10-1 (78), 2021 г., стр. 17-20.
9. Мотин В.В., Стрелюхина А.Н., Стефанова В.А., «Изучение конструкции и порядка увлажнителей воздуха», Московский государственный университет пищевых производств, Франтера, 2020, стр. 1-92

10. Епенова Ж.А., Умбетов Е.С., «Разработка адиабатного увлажнителя воздуха для зерноперерабатывающих предприятий», Международный журнал гуманитарных и естественных наук, №5-1(44), 2020 г., стр. 74-79
11. Кароли Н.А., Харламов В.Е., Зарманбетова О.Т., «Интерстициальное поражение легких, вызванное применением увлажнителя воздуха», Южно-Российский журнал терапевтической практики, том 2 №4, 2021 г., стр. 96-100

References:

1. Knyazeva A.S., "Modern air humidification technologies", Days of Science for students of Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs, 2022, pp. 154-158.
2. Nizovtsev M.I., Sterlyagov A.N., Terekhov V.I., "Thermal effects during sorption moistening of a porous material in isothermal and non-isothermal conditions", Proceedings of the sixth Russian National Conference on Heat Transfer, 2014, pp. 957- 960
3. Bucher Remo, Streiff Matthias, Cuadroni Dario, "A device for obtaining water drops for air humidification and a humidification system with such devices", International patent classification, 2019, Patent number: RU 2688297 C2
4. Salman A.S., Sulin A.B., Lysev V.I., Ryabova T.V., "Substantiation of energy-efficient air treatment processes in air conditioning systems", Bulletin of the International Academy of Refrigeration, No. 3, 2021, page 23 -31.
5. Abdullaev R.G., Khuzhaev P.S., "Experimental study of an air humidifier", Bulletin of the Tajik National University. Natural Science Series, 2019, pp. 139-144.
6. Vazhdaev K.V., Martyashova V.A., Nazyrov A.D., Litskevich K.Yu., "Humidification of air in residential premises using household air humidifiers", Problems of the building complex of Russia, 2020, page 401 -404.
7. Khoroshev O.A., Lobeeva Ya.I., Chernykh N.L., Ponomarev A.S., "Humidifier: benefits and harms", Bulletin of Modern Research, No. 1.3 (28), 2019, p. 234-238.
8. Sakharov V.I., "The use of humidity sensors in modern air humidifiers", Actual scientific research in the modern world, No. 10-1 (78), 2021, pp. 17-20.
9. Motin V.V., Strelyukhina A.N., Stefanova V.A., "Studying the design and order of air humidifiers", Moscow State University of Food Production, Frantera, 2020, page 1-92
10. Epenova Zh.A., Umbetov E.S., "Development of an adiabatic air humidifier for grain processing enterprises", International Journal of Humanities and Natural Sciences, No. 5-1 (44), 2020, pp. 74-79
11. Karoli N.A., Kharlamov V.E., Zarmanbetova O.T., "Interstitial lung damage caused by the use of a humidifier", South Russian Journal of Therapeutic Practice, vol. 2 No. 4, 2021, p. 96 -100