

ОСУШИТЕЛЬ ВОЗДУХА НА ЭЛЕМЕНТЕ ПЕЛЬТЬЕ

Мусоров И.С.¹, Торгаев С.Н.^{1,2}, Чертихина Д.С.¹

Научный руководитель: Евтушенко Г.С., д.ф.-м.н., профессор

¹Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

²Институт оптики атмосферы СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, Зуева площадь, 1
torgaev@tpu.ru

Под влажностью воздуха понимают количество содержащейся в нем влаги. Влажность не только определяет комфортность атмосферы помещений, но и является важным экологическим показателем. Влажность оказывает серьезное влияние на здоровье и общее эмоциональное состояние. Слишком высокая влажность может привести к увеличению биологических загрязнителей, таких как плесень, бактерии, вирусы, грибки и пылевые клещи, которые могут вызвать аллергию и различные респираторные заболевания. Также она может стать причиной артрита, повышения усталости и мигрени. Особенно сильно реагируют на высокую влажность больные гипертонической болезнью, атеросклерозом, люди с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями. При сильно влажном воздухе (80...95%) возможны обострения и приступы. При температуре окружающей среды +25°C и выше и одновременно влажном воздухе нарушается отдача тепла с поверхности кожи, и организм может перегреться [1].

Решить все эти проблемы помогают осушители воздуха. Приборы, основанные на различных физических принципах, помогут снизить влажность воздуха в помещении, автоматически поддерживать комфортные условия окружающей среды. Осушители воздуха бывают четырех основных типов: адсорбционные, компрессорные, роторные и осушители на элементе Пельтье [1]. Адсорбционные осушители содержат в себе специальное вещество – адсорбент, которое способно поглощать влагу из воздуха. Причем, чем выше влажность, тем активнее будет идти этот процесс. Приборы не имеют подвижных частей, не потребляют электроэнергию, абсолютно бесшумны в работе и безопасны в эксплуатации. Однако эти приборы имеют ряд недостатков. Так, количество поглощаемой влаги очень невелико, а сам адсорбент имеет свойство насыщаться влагой, в результате чего его способность поглощать влагу понижается. В подобных приборах, адсорбент либо заменяют на новый, либо «заряжают», тем или иным способом «выделяя» из него влагу обратно в окружающую среду. Тем не менее, подобные приборы широко применяются для небольших помещений [1].

В компрессорные (испарительные). Влажный воздух из помещения направляется на сильно охлажденную поверхность – испаритель (охлажденный радиатор), на котором влага, содержащаяся в воздухе, конденсируется, и, впоследствии, стекает в специальную емкость.

Далее воздух проходит через конденсатор – нагретый радиатор – и поступает обратно в помещение. Это нужно для того, чтобы прибор не охладил помещение. Охлаждается испаритель так же, как это происходит в обычном бытовом холодильнике (газ-хладагент сжимается компрессором и направляется в испаритель, где, при резком расширении, охлаждается). Такие приборы обычно обладают высокой эффективностью осушения – до десятков (и даже сотен в промышленных моделях) литров в сутки, часто комплектуются встроенными гигростатами (приборами, управляющими работой осушителя, в зависимости от влажности). Однако они имеют достаточно большие габариты и энергопотребление [1].

Роторные адсорбционные приборы являются достаточно новым классом осушителей, комбинирующий, в некотором смысле, принципы работы двух предыдущих. Прибор имеет медленно вращающийся ротор, заполненный адсорбентом (веществом, поглощающим влагу из воздуха). Через ротор продувается два потока воздуха. Влажный воздух из помещения проходит через большую часть поверхности ротора (85%) и отдает влагу адсорбенту, в обратном направлении через меньшую часть поверхности ротора продувается подогретый воздух регенерации, который отбирает влагу у адсорбента. Данные приборы работают несколько тише и потребляют меньше энергии, чем компрессорные [1].

Осушители, основанные на технологии Пельтье. Это – приборы, аналогичные предыдущим, за тем исключением, что вместо испарителя в них присутствует элемент Пельтье — это термоэлектрический преобразователь, принцип действия которого базируется на эффекте Пельтье — возникновении разности температур при протекании электрического тока. Приборы существенно тише компрессорных, но обладают небольшой эффективностью осушения.

В работа элемента Пельтье основана на контакте двух проводящих материалов с разными уровнями энергии электронов в зоне проводимости. При протекании тока через контакт таких материалов, электрон приобретает энергию, необходимую для перехода в более высокоэнергетическую зону другого полупроводника. Охлаждение полупроводника происходит за счет поглощения этой энергии. А нагревание места контакта полупроводников происходит за счет протекания тока в обратном направлении.

В состав элемента Пельтье входит несколько пар полупроводниковых параллелепипедов — одного n-типа и р-типа в паре, соединенных при помощи металлических перемычек. В тоже время металлические перемычки являются термическими контактами и изолированы непроводящей плёнкой или керамической пластинкой. Пары полупроводников соединяются таким образом, что образуется последовательное соединение многих пар с разным типом проводимости, чтобы вверху были одни последовательности соединений (n->p), а снизу противоположные (p->n). Через все параллелепипеды последовательно протекает электрический ток. В зависимости от направления тока одна из сторон элемента Пельтье охлаждается, а другая нагревается. Таким образом, электрический ток переносит тепло с одной стороны элемента Пельтье на противоположную и создаёт разность температур [2].

Если охлаждать нагревающуюся сторону элемента Пельтье, например, при помощи радиатора и вентилятора, то температура холодной стороны становится ещё ниже. В одноступенчатых элементах, в зависимости от типа элемента и величины тока, разность температур может достигать приблизительно 60-70 К.

На рис.1 приведена, предложенная нами, структурная схема осушителя воздуха.



Рис.1 структурная схема осушителя воздуха, где ВИП – вспомогательный источник питания, МК – микроконтроллер.

Устройство построено на модуле Пельтье ТЕС1-12706 с максимальным градиентом температуры – 66 К. Регулируемый источник тока, управляется с помощью микроконтроллера семейства STM32F100. Величина выходного тока задает градиент температур на модуле Пельтье. Для эффекта осушения воздуха, необходимо добиться достижения на холодной стороне модуля температуры, которой соответствует точка росы, т.е. температуры, при которой влага будет конденсироваться и стекать во влагоприемник и

зависит от температуры окружающей среды и влажности воздуха в помещении. Для отслеживания этих параметров используются датчик температуры DS18B20 и датчик влажности, показания датчиков выводятся на дисплей. По обеим сторонам модуля Пельтье так же расположены датчики температуры. Таким образом, можно будет предотвратить перегревания горячей стороны модуля Пельтье и охлаждения холодной стороны модуля, ниже точки росы, что в свою очередь поможет увеличить энергоэффективность прибора. Регулировать температуру холодной стороны можно с помощью градиента температур между двумя сторонами модуля, изменяя величину тока протекающего через элемент Пельтье, либо регулируя интенсивность охлаждения горячей стороны.

Так же в целях экономии, осушителю можно задать величину относительной влажности, по достижению которой, основная энергопотребляющая часть будет отключена, и устройство будет находиться в режиме мониторинга окружающей среды. В случае превышения заданной влажности устройство возобновит работу, с целью снижения влажности в помещении.

Таким образом, предложенный осушитель воздуха позволит эффективно производить осушение в бытовых условиях (в небольших помещениях). При этом за счет введения дополнительных датчиков температуры прибор позволяет поддерживать оптимальный режим работы в зависимости от температуры воздуха и влажности в помещении. Тем самым обеспечивается энергоэффективность прибора.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Госзадание №5.1307.2014.

Литература

1. Анализ использования основных методов осушения воздуха / Е.П. Вишневский // Технический бюллетень. – 2003. – № 1. – С. 4–6.
2. Иоффе, А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы. –М: Изд-во АН СССР, 1960. – 188 с.