

С.В. ПРОХОРОВ, студент гр. 5Г2А (ТПУ)
Научный руководитель А.А. ШИЛИН, д.т.н., профессор (ТПУ)
г. Томск

ЗАЩИТА ОТ ИНЕЯ В СИСТЕМАХ РЕКУПЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ПОДДЕРЖИВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОЧКИ РОСЫ

В данной работе рассматривается технология предотвращения появления инеевого нароста в системе вентиляции с рекуператором (на примере рекуператора с промежуточным теплоносителем). Под рекуперацией здесь понимается процесс возврата тепла удаленного воздуха путем нагрева поступающего воздуха (рис. 1).

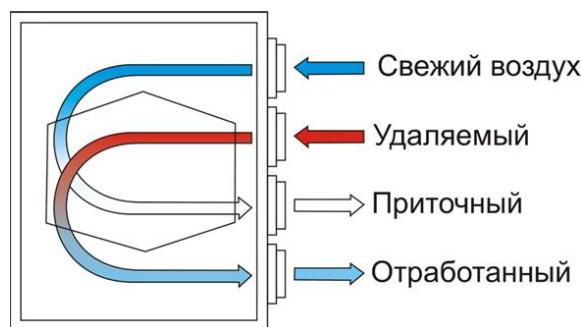


Рис. 1. Процесс рекуперации воздуха

Из множества существующих типов рекуператоров выбирается рекуператор с промежуточным теплоносителем (рис. 2). Вода или водно-гликолевый раствор циркулирует между двумя теплообменниками, один из которых расположен в вытяжном канале, а другой - в приточном. Теплоноситель нагревается удаленным воздухом, а затем передает тепло приточному воздуху [1].

Известно, что при низких температурах внешнего воздуха конденсат, образованный на стенах вентиляционной установки, замерзает и образовывает инеевый слой. Проблема разморозки инеевого слоя в вентиляционных рекуперативных системах является очень важной, так как наросты могут являться причиной плохой циркуляции воздушных потоков, большой загрузки двигателей вентиляторов, ухудшения теплопередачи внутри системы. Одним из вариантов решения такой задачи является нагрев каналов воздухонагревателями, что приводит к разморозке инеевых наростов. Данный способ имеет недостатки, связанные с необходимостью изменения конструкции шахты и неэкономичностью использования нагревательных элементов.

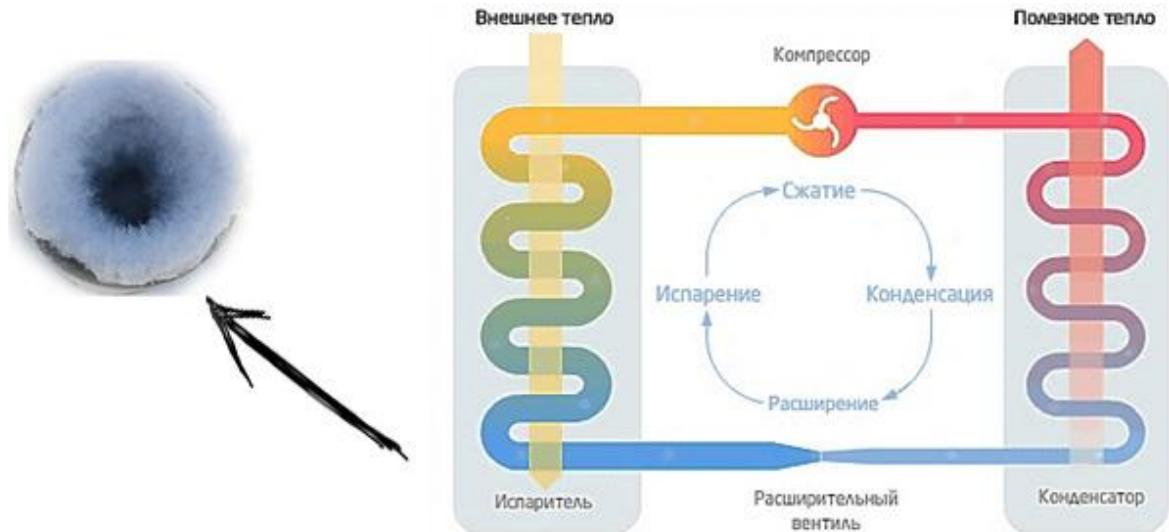


Рис. 2. Рекуператор с промежуточным теплоносителем

Учитывая недостатки других методов и особенности физических процессов, в качестве технического решения для разморозки инея используется поддерживание температуры точки росы [2]. Суть данного метода является факт, что при достижении определенной критической величины слоя инея, у исполнительного элемента – насоса, производящего циркуляцию теплоносителя по трубам, снижается скорость вращения вала двигателя. Это приводит к ухудшению КПД рекуператора и эффективности рекуперативной установки с промежуточным теплоносителем. Из этого следует, что если температура последнего будет выше температуры точки росы, иней, образованный в установке, начнет таять.

Достоинством данного метода является то, что для его реализации достаточно управлять электродвигателем насоса. В данной работе будет рассмотрен насос на базе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Управление будет производиться с помощью преобразователя частоты, т.к. данные преобразовательные устройства в современном мире являются весьма доступными. В качестве основного устройства управления принят программируемый логический контроллер. Количество образованного инея будет определяться с помощью аналогового или дискретных датчиков перепада давления [3].

В результате получается система, функциональная схема которой изображена на рисунке 3. На данном рисунке изображены теплоноситель на притоке (1), теплоноситель на вытяжке (2), датчик перепада давления (3), который сравнивает давление до и после теплоносителя в вытяжной части, насос (4), преобразователь частоты (ПЧ) и устройство управления (УУ).

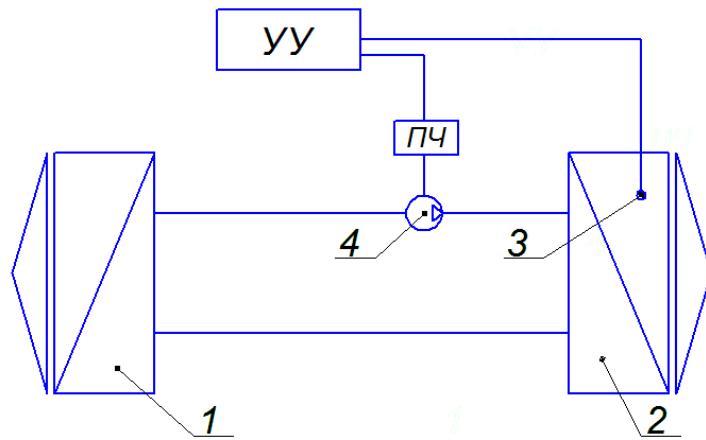


Рис. 3. Функциональная схема системы разморозки

Рекуперативная установка работает следующим образом: утилизация теплоты охлаждаемого воздуха, которая от работающего насоса 4 передается на нагрев приточного наружного воздуха, в работе схемы, при работе электродвигателей вытяжного и приточного вентиляторов и насоса 4, который по трубопроводу подает в трубки теплоизвлекающего теплообменника 1 антифриз с отрицательной температурой и проходя по трубкам теплообменника нагревается до определенной положительной температуры благодаря извлечению теплоты из вытяжного воздушного потока, при этом на пластинах теплообменника на вытяжке 2 происходит выпадение конденсата, который, при отрицательных температурах, замерзает и образовывает слой инея. При достижении последнего критического значения, датчик перепада давления 3 подает сигнал на устройство управления УУ, в свою очередь устройство управления, при помощи преобразователя частоты ПЧ, посредством понижения частоты вращения двигателя насоса, снижает эффективность работы рекуперативной установки. Таким образом на теплообменнике 2 в зоне образования инеевого нароста, поддерживается температура точки росы, при которой происходит оттаивание инея. Так, после освобождения путей для прохождения воздушных потоков, датчик перепада давления 3 сигнализирует устройству управления УУ об отсутствии инея, последний в свою очередь с помощью преобразователя частоты ПЧ выводит двигатель насоса на режим работы, при котором эффективность рекуператора максимальна.

В конченом итоге была собрана модель в программной среде *XCOS SciLab*, где в случае образования инеевого нароста производится переключение системы в режим пониженного КПД. Результатом моделирования являются переходные процессы, представленные на рис. 4.

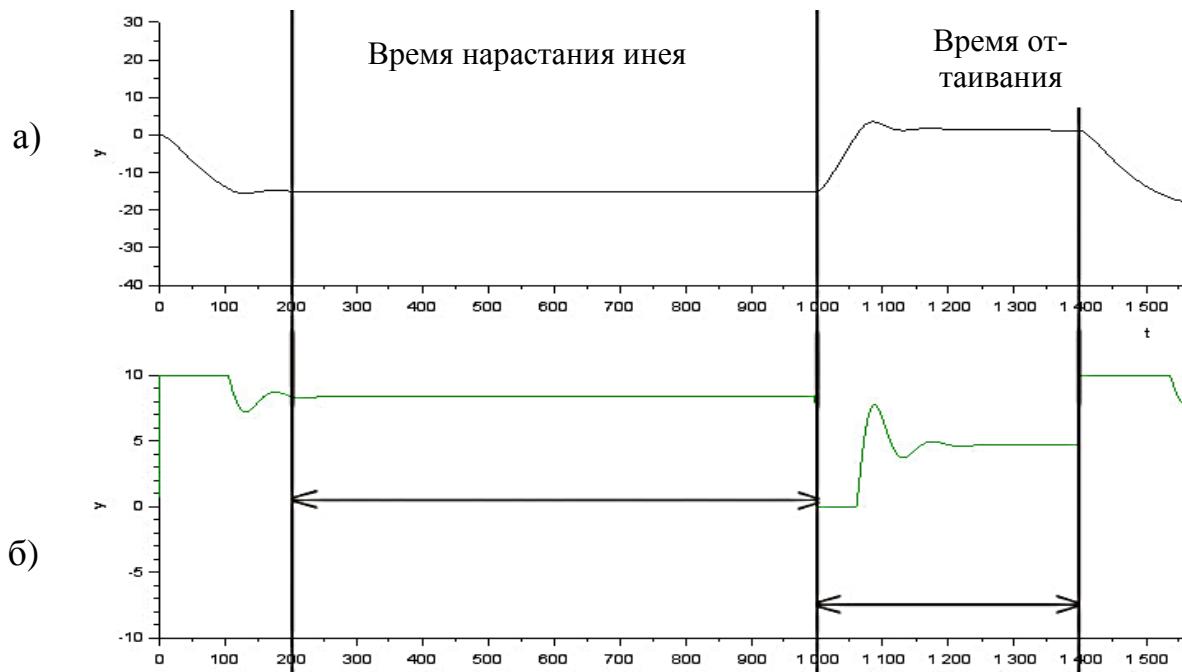


Рис. 4. Переходные процессы в системе защиты от инея:
а) температура выходящего воздуха; б) на выходе блока
«Система ПЧ – АД»

В работе предлагается метод решения задачи разморозки инеевого слоя в системе вентиляции при низкой температуре воздуха окружающей среды. Основной идеей решения является поддерживание температуры точки росы при критическом образовании слоя инея. В качестве основного исполнительного элемента использован электропривод насоса на базе асинхронного электродвигателя с частотным управлением. Критерием величины слоя инея служит разность давления воздуха до поступления последнего в теплообменник и после. Произведено моделирование системы, результатом являются полученные переходные процессы.

Список литературы:

1. Мастер климата. Рекуператоры / [Электронный ресурс] / Бытовые и промышленные климатические системы. «Мастер климата». – Режим доступа: http://www.sistemair.ru/catalog/systemair_537-563-3-4.htm, свободный.
2. Kevin Michael Smith. Development of a plastic rotary heat exchanger for room-based ventilation in existing apartments [Текст]/ K.M. Smith, S. Svendsen // Energy and Buildings. – 2015. – Volume 107. – С. 1-10.
3. Пат. 2176365 Российская Федерация, МПК. F24F 3/147 (2000.01) Способ работы теплообменника-utiлизатора [Текст] / Бурцев С.И.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Бюро техники кондиционирования и охлаждения». – № 2001105108/06; заявл. 20.02.2001; опубл. 27.11.2001, Бюл. № 33. – 3 с.