

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ТЕПЛООБМЕНА
АВТОНОМНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ
ВОЗДУШНЫМ ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ (VTN)**

**FUNCTIONAL SYSTEM FOR HEAT EXCHANGE
IN AUTONOMOUS TEXTILE INDUSTRIES
BY AIR HEAT PUMP (VTN)**

Р.М. АЛОЯН, А.Б. ПЕТРУХИН, Н.В. ВИНОГРАДОВА, В.Н. ФЕДОСЕЕВ
R.M. ALOYAN, A.B. PETRUKHIN, N.V. VINOGRADOVA, V.N. FEDOSEEV

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnic University)

E-mail: a.petruhin@mail.ru

В статье описывается система регулирования эффективной работы тепловых насосов применительно к условиям автономных текстильных производств. Предлагается графический способ расчета эффективной температуры подаваемого смешанного воздуха на испаритель теплового насоса в зависимости от целей потребителя.

The article describes the regulatory system for efficient operation of heat pumps applied in the conditions of autonomous textile industries. A graphical method of calculating the effective temperature of mixed air supplied to the evaporator of the heat pump depending on the goals the consumer is proposed.

Ключевые слова: система, теплообмен, энергоэффективность, микроклимат, энергосбережение, технологии, теплогенерация, тепловые насосы.

Keywords: system, heat exchange, energy efficiency, microclimate, energy saving, technology, thermal generation, heat pumps.

Работа технологического оборудования текстильного производства связана с выделением в воздух производственных помещений избыточного тепла и волокнистой пыли. Особенно это сказывается в автономных текстильных (швейных) цехах или производствах [2], [5], [7], [8]. Использо-

вляя технологию эффективной теплопередачи для малых текстильных производств на основе воздушных тепловых насосов, разработанную в ИВГПУ, мы добиваемся рационально-управляемого теплообмена за счет воздухообмена в помещении [1], [4], [6], [9].

Разрабатывая структурно-функциональную схему теплогенерации из окружающей среды, в нашем случае опираемся на энергоэффективность работы воздушного теплого насоса в климатических условиях Ивановской области.

Примем для этого следующее.

1. Рассматриваем воздух как источник энергии.

2. Учитываем изменения температуры окружающей среды по месяцам в течение года и колебания средней годовой температуры, как минимум, за последние пять лет.

Проектируя процесс воздухообмена, то есть условия подачи и распределения воздуха на воздушный тепловой насос (ВТН), учитывая принцип работы и функциональные возможности ВТН, необходимо решить вопрос создания системы контроля и управления воздушным потоком и его влияния на режим работы ВТН. Решение данного вопроса, то есть управления воздушным потоком, заключается в следующем.

Известно, что наиболее эффективно тепловой насос (ТН) будет работать, отдавая тепло в помещение при подаче ТН температуры $+10^{\circ}\text{C}$, тогда COP находится в пределах 3...4 единиц. COP (coefficient of performance) – это коэффициент преобразования (трансформации) тепловых насосов, который измеряется в единицах – от 1 до 7 и является важнейшей характеристикой теплового насоса. Это означает, что данный тепловой насос в заданном режиме на 1кВт затраченной электрической энергии вырабатывает величину, равную коэффициенту трансформации тепловой энергии. Такая характеристика связана с режимом эксплуатации объекта, обусловленным внешней низкой температурой низкопотенциального контура. В реальности на сегодняшний день лучшие тепловые насосы в условиях нашей широты выдают среднегодовой коэффициент трансформации (COP) в пределах от 3,2 до 5,2. Для того, чтобы обеспечить COP в таких пределах, считаем целесообразным обеспечивать подачу воздуха на ТН, как теплого, так и холодного, смешивая их до нужной

нам температуры ($+10^{\circ}\text{C}$). Данный процесс могут обеспечить воздушные заслонки системы-устройства в воздуховодах системы, изменение положения которых приводит к изменению теплого потока из помещения, холодного и смешанного воздушного потока, позволяя получить нужную температуру (рис. 1).

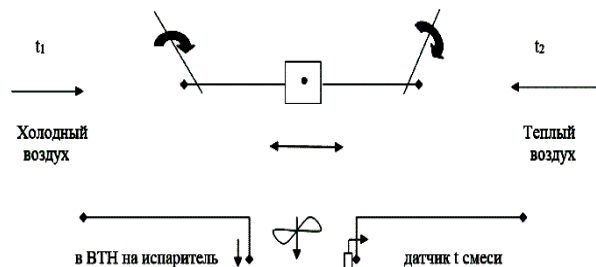


Рис. 1

Получаемый смешанный воздушный поток подается на испаритель ВТН, обеспечивая тем самым начало режима работы теплогенератора. Регулирование положения заслонок может осуществляться автоматически от блока управления данного устройства по сигналам датчиков или вручную, когда необходимо срочно создать нужную температуру для обогрева помещения посредством ВТН. Блок управления, контролируя режимы работы данной системы, обеспечивает все процедуры распределения воздушного потока и его напора, воздействуя через электронный чип-контроллер.

Таким образом, потребитель, используя эту систему, выставляет необходимую температуру, обеспечивая нужный COP и КПД, создавая желаемый эффект работы ВТН [3].

Для практического расчета эффективной температуры подаваемого смешанного воздуха на испаритель теплового насоса предлагается инженерный метод расчета, основанный на влиянии процентного соотношения температур по формуле "улица-помещение" для наших климатических условий. Полученная составная номограмма, отображающая процентное соотношение воздухообмена (табл.1) и зависимость COP от температуры наружного воздуха t , $^{\circ}\text{C}$ (рис. 2), приведена на рис. 3.

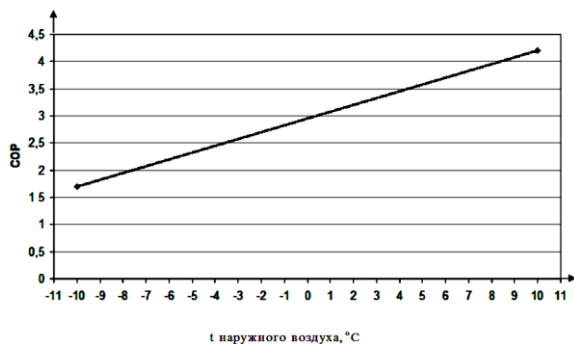


Рис. 2

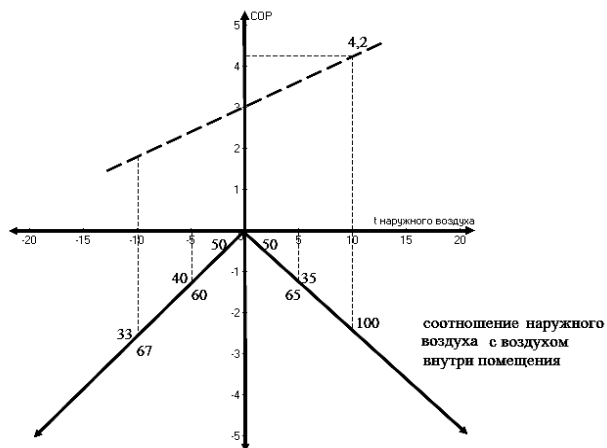


Рис. 3

Т а б л и ц а 1

t_1, m_1, v_1 забираемого с ули- цы воздуха, °C	t_2, m_2, v_2 забираемого из по- мещения воздуха, °C	$t = T$ смешанного воздуха, поступае- мого на испари- тель, °C	Объем воздуха V'_1 с улицы в полу- чившейся смеси, %	Объем воздуха V'_2 из помещения в получившейся смеси, %
+10	20	10	100	0
+5	20	10	66,6	33,4
0	20	10	50	50
-5	20	10	40	60
-10	20	10	33	67
-20	20	10	25	75
-30	20	10	20	80

При заполнении расчетных данных (табл.1) исходим из уравнения смешивания двух объемов воздуха с различными состояниями параметров смеси с учетом физических характеристик воздуха.

Температура воздушной смеси:

$$T = (m_1 t_1 + m_2 t_2) / m_1 + m_2,$$

или

$$\frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2}, \quad (1)$$

где m – масса; v – объем.

Такое графическое решение в виде номограммы (рис. 3) позволяет расширить возможности регулирования эффективной работы ТН в течение всего года в зависимости от цели потребителя. Микропроцессорный контроллер блока управления системой смешивания воздушной массы позволяет путем программного ввода в процессор данного графического решения через исполнительный механизм данной си-

стемы обеспечить его решение с последующим выводом данных на дисплей.

ВЫВОДЫ

Развитие предложенной технологии теплообмена через воздушный тепловой насос (ВТН) российского производства дает возможность обеспечить необходимый микроклимат в производственных и административных зданиях, отвечающий требованиям действующих нормативов. Пользуясь номограммой и ее численными значениями для воздухообмена, становится возможным поддерживать и регулировать соответствующий микроклимат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Функциональное моделирование как организационный инструмент проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, № 2. С.2...5.

2. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В. Опыт практической реализации укрепления связей науки ИВГПУ с производством в условиях развития инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера региона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1. С. 15...18.
3. Алоян Р.М., Татиевский П.Б., Федосеев В.Н. Практика использования информационно - аналитических технологий (ИАТ) для принятия управленческих решений в режиме "Интеграл". – 2013, №1-2. С. 56...58.
4. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Формирование интегрального показателя энергетической эффективности зданий // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2011, № 03(09). С. 92...95.
5. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Классификация синтетических геоматериалов и их применение в современном строительстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 2. С. 14...19.
6. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Интегральный показатель энергоэффективности как основа организационного механизма строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, № 3. С. 46...48.
7. Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю., Гусев Б.Н. Стратегия научно-методического и технического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6. С. 30...35.
8. Федосеев В.Н., Татиевский П.Б., Зайцева И.А., Андреева О.Р. Оценка степени риска инвестиционных процессов и развитие технопарка региона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2.
9. Филатов С.А., Дильман М.Д., Ионов М.С. Эффективность использования топливных насосов для теплоснабжения малоэтажной застройки // Тепловая энергетика. – 2011, № 11. С. 12...19.

REFERENCES

1. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Oparina L.A., Stavrova M.V. Funkcional'noe modelirovanie kak organizacionnyj instrument proektirovanija,

stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdanij // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 2. S.2...5.

2. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V. Opyt prakticheskoj realizacii ukrepljenja svjazej nauki IVGPU s proizvodstvom v uslovijah razvitija infrastrukturoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera regiona // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 1. S. 15...18.

3. Alojjan R.M., Tatievskij P.B., Fedoseev V.N. Praktika ispol'zovanija informacionno - analiticheskikh tehnologij (IAT) dlja prinjatija upravlencheskih reshenij v rezhime "Integral". – 2013, №1-2. S. 56...58.

4. Petruhin A.B., Oparina L.A. Formirovanie integral'nogo pokazatelja jenergeticheskoy jeffektivnosti zdanij // Izv. vuzov. Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – 2011, № 03(09). S. 92...95.

5. Petruhin A.B., Oparina L.A. Klassifikacija sinteticheskikh geomaterialov i ih primenenie v sovremennom stroitel'stve // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 2. S. 14...19.

6. Petruhin A.B., Alojjan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Integral'nyj pokazatel' jenergojeffektivnosti kak osnova organizacionnogo mehanizma stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdanij // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 3. S. 46...48.

7. Petruhin A.B., Matrohin A.Ju., Kareva T.Ju., Gusev B.N. Strategija nauchno-metodicheskogo i tehničeskogo obespečenija vypuska tkaney i izdelij iz natural'nyh i sinteticheskikh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №6. S. 30...35.

8. Fedoseev V.N., Tatievskij P.B., Zajceva I.A., Andreeva O.R. Ocenka stepeni riska investicionnyh processov i razvitie tehnoparka regiona // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 2.

9. Filatov S.A., Dil'man M.D., Ionov M.S. Jeffektivnost' ispol'zovanija toplivnyh nasosov dlja teplosnabzhenija malojetazhnoj zastrojki // Teplovaja jenergetika. – 2011, № 11. S. 12...19.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 06.04.16.