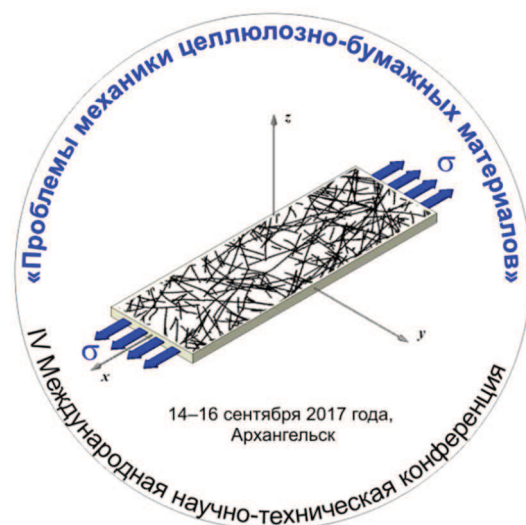




Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ



МАТЕРИАЛЫ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА В.И. КОМАРОВА

14–16 сентября 2017 г.

Архангельск
2017

УДК 676.017
ББК 35.77
П 78

Составитель – **Я.В. Казаков**

*Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований (проект № 17-08-20431\17)*

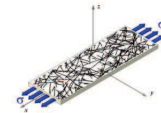
П 78 **Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов:**
материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. памяти про-
фессора В.И. Комарова (Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.) /
Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск:
САФУ, 2017. – 377 с.
ISBN 978-5-261-01259

Представлены материалы докладов по фундаментальным и прикладным исследованиям в области механики целлюлозно-бумажных материалов по следующим направлениям: физические основы и методы оценки механического поведения целлюлозно-бумажных материалов; новые технологические решения для повышения уровня механических свойств технической целлюлозы, бумаги и картона; перспективы развития ресурсосберегающих способов получения бумаги и картона из рециркулируемого сырья; нанотехнологии в получении новых видов целлюлозы и бумагоподобных материалов.

УДК 676.017
ББК 35.77

ISBN 978-5-261-01259

© Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, 2017



КОНДИЦИОНЕР ПРЯМОГО ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ СТЕКЛОВОЛОКНИСТОЙ БУМАГИ

Е.В. Дубовой

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Велико-го, г. Санкт-Петербург, Россия

Описано устройство и работа персонального кондиционера, созданного на основе охлаждения воздуха с помощью испарительных пластин из стекловолоконистой бумаги. Приведены параметры режима и условий работы кондиционера, подтвержденные теоретическими и экспериментальными исследованиями по разработке стекловолоконистой бумаги.

DIRECT EVAPORATIVE AIR COOLER BASED ON FIBERGLASS PAPER

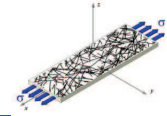
E.V. Dubovoy

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

The device and operation of a personal air conditioner, created on the basis of air cooling with the help of evaporative plates made of fiberglass paper, is described. Parameters of a mode and operating conditions of the conditioner, confirmed by theoretical and experimental researches on development of fiberglass paper are given.

Основным процессом придания наружному воздуху требуемых параметров – температуры и влажности, является испарение воды на поверхности испарительных пластин. В кондиционере осуществляется наиболее простой экологически безопасный метод прямого испарительного охлаждения воздуха [1]. Температура воздуха снижается за счет удельной теплоты испарения при превращении жидкой воды в пар. Поступающий с определенной температурой и влажностью воздух охлаждается и увлажняется. Тепло внешнего воздуха используется на испарение воды с поверхности пластин картриджа. Непрерывный подвод подаваемой из резервуара воды к поверхностям испаряющих пластин осуществляется естественным капиллярным подъемом по их капиллярно-пористой системе [2]. Масса и скорость капиллярного переноса воды соответствуют потребности расхода испарением в стационарном процессе работы кондиционера.

Рабочим элементом кондиционера является испарительный картридж, представляющий собой набор пластин из гидрофильного микропористого материала с определенной площадью поверхности. В качестве пластин используется разработанная стекловолоконистая бумага.



Работа по созданию персонального кондиционера проводилась в несколько этапов. Первый был посвящен теоретическим и экспериментальным исследованиям по разработке композиции стекловолоконистой бумаги, обладающей водопоглощением, не менее, 100 % на 1 г и скоростью капиллярного подъема воды, не менее, 100 мм за 10 мин или $1,7 \cdot 10^{-4}$ м/с в лабораторных условиях. Второй этап состоял в получении стекловолоконистой бумаги с заданными свойствами по бумагоделательной технологии в опытно-промышленных партиях, а, на третьем этапе, решалась задача расчета испарительной мощности и размеров картриджа, конструкции его и кондиционера в целом.

Исследования первого этапа позволили получить композицию стекловолокна с объемом пор $V_n = 80-90$ % и пористостью 8–9. Полученная величина пористости характеризует бумагу из стекловолокна как высокопористый материал. Учитывая, что воздух в объеме пор пластин картриджа вытесняется водой, то влагоемкость бумаги может достигать 600 %. Следовательно, по влагоемкости бумага соответствует требованиям (удовлетворительно, не менее 100 %). Теоретически подсчитанный капиллярный подъем воды для экспериментальной бумаги оказался в пределах 1,061–1061 м. Показатель впитываемость капиллярная для этой бумаги был 130–160 мм за 10 мин, или $2,5 \cdot 10^{-4}$ м/с, который выше требуемого $1,7 \cdot 10^{-4}$ м/с, в 1,5 раза.

На втором этапе была получена опытно-промышленная партия стекловолоконистой бумаги, испытания которой показали превышение исходных требований по основным показателям (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительные величины требуемых и экспериментально полученных для стекловолоконистой бумаги

Показатель	Значение	
	требуемое	фактическое
Влагоемкость, %, не менее	100	до 600
Скорость подъема воды, м/с	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$

Таким образом, в результате исследования по первому и второму этапам была разработана в лаборатории и получена опытно-промышленная стекловолоконистая бумага полностью соответствующая требованиям к высокопористым материалам для картриджей прямого испарительного охлаждения воздуха.

Свойства стекловолоконистой бумаги позволили выполнить третий этап – создать кондиционер с техническими характеристиками (табл. 2).

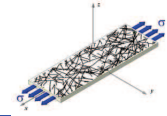


Таблица 2. Технические характеристики персонального кондиционера

Техническая характеристика	Величина
Мощность охлаждения, Вт	100...350
Рекомендуемая площадь, м ² /объем охлаждения, м ³	4/8
Емкость резервуара воды, л	0,75
Влагоемкость картриджа, л	0,40
Продолжительность работы на 1 зарядке резервуара, при непрерывной работе, ч	3...5
Продолжительность работы при полной влагоемкости картриджа и полном резервуаре, ч	5...7
Длительность работы картриджа, в зависимости от интенсивности использования, мес.	6...12
Габаритные размеры, мм	174×170×170
Масса, кг: без воды/с водой	1,3/2,05
Уровень шума при эксплуатации, дБ	28...40
Энергопотребление, Вт	10
Питание: сеть 100-240 В/50-60 Гц, другие источники: 5 В, 2 А, подключается электрическим шнуром	

Назначение кондиционера. Создание микроклимата в локальной зоне рабочих мест в радиусе 2-4 м, путем охлаждения, увлажнения и очистки воздуха от крупных частиц пыли. Оптимальный эффект имеет место при использовании в помещении – настольный вариант.

Устройство и работа кондиционера. Наглядное представление об устройстве и работе кондиционера дает (рис. 1). На нем показаны общий вид и элементы конструкции.

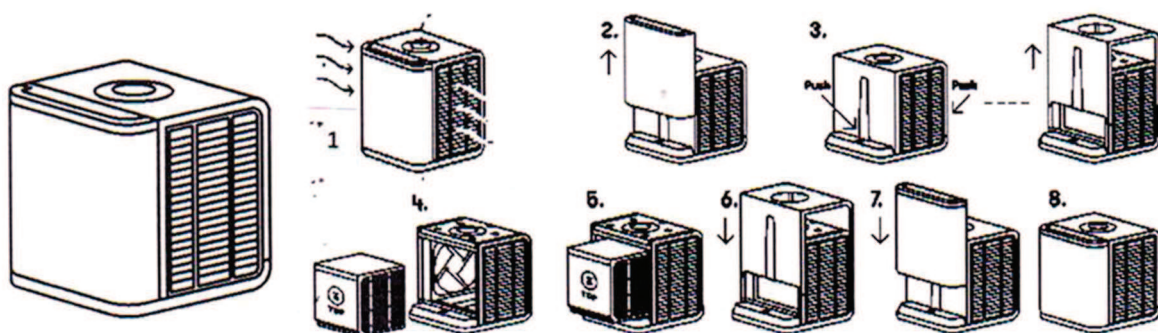
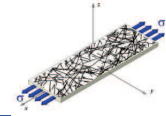


Рис. 1. Общий вид и устройство кондиционера

Корпус кондиционера выполнен в виде пустотелой камеры кубической формы с размерами 174×170×170 мм, в которой размещается испарительный картридж, поз.4 и 5. Передняя и задняя стенки камеры являются вентиляционными решетками для входа наружного охлаждаемого и пода-



чи охлажденного потока воздуха, поз.1. Левая и правая стенки камеры – глухие, образуются снимаемым кожухом, на верхней стороне которого смонтированы органы управления – колесо регулировки мощности и сенсорный экран, поз. 3 и 6. С левой стороны, поверх кожуха, закрепляется резервуар для воды, поз. 2 и 7.

Оптимизация локального микроклимата на рабочем месте с кондиционером может быть организована по примеру (рис. 2).



Рис. 2. Пример установки настольного кондиционера на рабочем месте

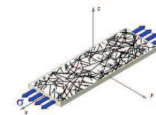
При расположении кондиционера на столе, расстояние до него должно быть в пределах 1 м. В нормальном режиме работы он будет создавать комфортную прохладу и влажность в рабочей зоне. В отсутствие воды в резервуаре, кондиционер работает как вентилятор.

Кондиционер может работать при предельных характеристиках воздуха: температура 25-40 °С, влажность 30–70 %. Степень охлаждения воздуха зависит от температуры и влажности (табл. 3).

Как видно из таблицы, большая мощность охлаждения соответствует меньшей влажности и большей температуры воздуха. Эта закономерность полностью соответствует классической – чем меньше влажность и выше температура воздуха, тем более легко происходит насыщение воздуха водой, а, следовательно, интенсивнее испарение воды.

Таблица 3. Зависимость степени охлаждения воздуха от температуры и влажности

Влажность, %	Температура, °С			
	25	30	35	40
30	9,6	11,0	12,4	13,7
40	8,1	9,1	10,2	11,2
50	6,6	7,5	8,3	9,1
60	5,3	5,9	6,5	7,1
70	4,1	4,5	5,0	5,4



Выводы:

1. Описано устройство и работа персонального кондиционера, созданного на основе охлаждения воздуха с помощью испарительных пластин из стекловолоконистой бумаги.

2. Приведены параметры режима и условий работы кондиционера, подтвержденные теоретическими и экспериментальными исследованиями автора по разработке стекловолоконистой бумаги – гидрофильного микропористого материала для испарительных пластин картриджа.

Список литературы:

1. Дубовой Е.В., Свиридов Е.Б., Щербак Н.В., Дубовый В.К. Энергосберегающая экологически безопасная технология охлаждения воздуха аппаратами испарительного типа. Изд. третье, доп./ Изд-во: Политехн. ун-та, 2017. СПб. 286 с.
2. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М.: Химия, 1976. 232 с.