

Проектная работа

Физика

Модель кондиционера

Автор работы:

Селиванова Варвара Алексеевна

Научный руководитель:

Иванова Татьяна Анатольевна

Калуга, 2023 год

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Глава 1. Теоретическая часть.....	5
1.1 Что такое кондиционер. Принцип работы кондиционера и его устройство.....	5
1.2 Базовое устройство кондиционеров.....	5
1.3 Испарительный кондиционер .....	5
1.4 Испарение .....	7
1.5 Поглощение энергии при испарении и выделение её при конденсации пара .....	8
Глава 2. Практическая часть. ....	9
2.1 Поиск и покупка составляющих для модели кондиционера .....	9
2.2 Эксперименты, предшествующие сборке действующей модели кондиционера.....	9
2.3 Сборка модели кондиционера .....	10
2.4 Проблемы, которые появились при сборке модели.....	12
2.5 Описание модели кондиционера .....	13
2.6 Эксперимент .....	13
Заключение .....	15
Список используемой литературы .....	16

## Введение

С началом освоения космоса человек столкнулся с неизведанным и удивительным пространством. Для поддержания жизнедеятельности человека в космосе разработана и постоянно совершенствуется система жизнеобеспечения. Это сложный многокомпонентный комплекс, состоящий из ряда самостоятельных, но взаимосвязанных систем. За кондиционирование отвечают две из них – система обеспечения газового состава и система обеспечения теплового режима.

При проектировании космических аппаратов возникает много новых и сложных задач, приводящих к появлению оригинальных конструкций и необычных технических решений. Одна из таких задач состоит в необходимости обеспечить заданный уровень температур различных элементов космических аппаратов.

При взлете ракеты-носителя вступает в работу испарительный теплообменник, принцип работы которого одинаков на всех известных космических кораблях. При наборе ракетой-носителем высоты давление окружающего воздуха падает, и под влиянием избыточного давления в теплообменнике открывается клапан и стравливает воздух. Вода, находящаяся в этом теплообменнике, при пониженном давлении вскипает, поглощая при этом теплоту фазового перехода. Эффективное испарение начинается на высоте примерно 30 км, при этом клапан находится в открытом положении за счет давления паров воды. Испарительное охлаждение может использоваться также и во время пиковых тепловых нагрузок при полете космического аппарата по орбите и в аварийных ситуациях. В этих случаях клапан открывается по сигналу температурного датчика или по специальной команде.

Хотя автоматические космические аппараты почти полностью используют тепловое излучение, многие пилотируемые космические аппараты, выполняющие короткие полеты, применяли испарительное охлаждение. Примеры включают Спейс шаттл, модуль Аполлон, лунный модуль и первичную систему жизнеобеспечения, использовавшуюся в программе Аполлон. На Аполлоне CSM и Спейс шаттл также были установлены радиаторы, а система шаттл могла испарять аммиак также как и воду. Космический аппарат Аполлон использовал очиститель, небольшое пассивное устройство, которое сбрасывало лишнее тепло в водяной пар и выдувало его в космос. Когда жидкая вода помещается в вакуум, она начинает интенсивно кипеть, унося достаточно тепла чтобы заморозить оставшуюся, образовавшийся лёд накрывал очиститель, и автоматически регулировал питающий поток воды с тепловой нагрузкой. При этом использовалась вода, которая остаётся от топливных элементов, работающих на многих пилотируемых космических аппаратах для производства электроэнергии.

Было поставлено достаточно много технических и конструкционных задач, которые удалось решить в ходе многочисленных наземных испытаний. Конструкция орбитальных кондиционеров непрерывно совершенствуется и обновляется. Это позволяет добиваться значимых успехов для космонавтов в создании комфортных условий пребывания на орбите.

Данная тема довольно интересна, поэтому, мне пришла в голову идея создать действующую модель кондиционера. Возможность самостоятельного изготовления такой модели попытаюсь доказать наглядно.

Целью моей работы является представление физических процессов (изменения температуры) с использованием собранной модели кондиционера.

Для достижения этой цели мне необходимо решить следующие задачи:

1. Собрать теоретический материал об испарительных кондиционерах и принципах его работы.
2. Найти все материалы для реализации модели кондиционера, при необходимости заказать в интернет-магазине.
3. Собрать модель.
4. Проверить рабочее состояние.
5. Провести некоторые исследования.
6. Наглядно показать применение физических процессов.

Продуктом моей работы будет действующая модель испарительного кондиционера.

## Глава 1. Теоретическая часть

### 1.1 Что такое кондиционер. Принцип работы кондиционера и его устройство

Кондиционер является одним из самых технологичных бытовых приборов, который требует правильной установки и внимательного обращения. Чтобы он служил исправно, надо иметь представление о его устройстве, принципах функционирования и возможных проблемах при эксплуатации. Только в этом случае можно обеспечить здоровый микроклимат в помещении на долгое время. [11]

Для начала стоит разобраться в том, что собой представляет кондиционер, в чем заключается принцип его работы и для чего его используют.

Всем известно, что подобные приборы используются для поддержания в помещениях комфортной для человека температуры. Кондиционеры, самые доступные по цене и простые по конструкции, предназначены только для охлаждения воздуха. Однако, сегодня производятся инновационные модели, способные не только полностью контролировать температурный режим в комнате в любое время года, но и очищать и увлажнять воздух. [14]

### 1.2 Базовое устройство кондиционеров

Все приборы, имеющиеся в продаже, разделяются на *испарительные* и *компрессионные*.

По своим функциям они различаются тем, что испарительные модели способны только охлаждать и увлажнять воздух, а компрессионные могут быть предназначены как для его охлаждения, так и для подогрева. [13]

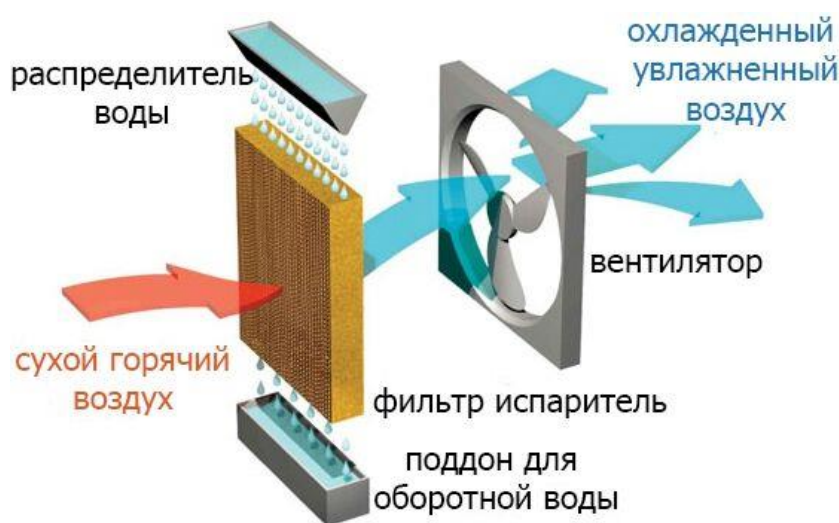
### 1.3 Испарительный кондиционер

Испарительный кондиционер представляет собой довольно простую конструкцию (рис. I.Ш.1), основанную на прямом испарении обычной воды, то есть в его работе не используются специальных хладагентов (фреонов), нередко представляющих опасность для окружающей среды.

Основными узлами данного класса приборов являются:

- *Корпус*, в котором размещены все узлы, с поддоном, изготовленные из материалов, стойких к влаге и значительным перепадам температур.
- *Водяной насос*, оснащенный емкостью для заправки, клапанами подачи воды. Предназначен для насыщения водой охладительного фильтра. Вода забирается из емкости, куда перекачивается из поддона. Имеется клапан слива, который используется для регулярного удаления загрязненной воды из поддона.

- *Испарительные фильтры* или *прокладки*, предназначены для максимально эффективного испарения попадающей в них воды. Их изготавливают чаще всего из целлюлозы, хотя практикуется и применение специальных полимеров. Чаще всего имеют сотовую структуру строения – это способствует максимальному контакту влажной среды и прокачиваемого воздуха.
- *Вентилятор* обеспечивает забор и принудительное перемещение необходимого объема воздуха через испарительные фильтры.



(рис. I.Ш.1)

Даже из названия этой схемы становится понятно, что она работает за счет испарения, а в качестве жидкости, переходящей в парообразное состояние, используется вода. Подобные устройства имеют очень древнее происхождение. Таким образом организовывалось охлаждение в помещениях еще несколько тысячелетий назад в Персии и Месопотамии, где подобные «кондиционеры» именовались «ловцами ветра».

Принцип известен каждому – испарение воды всегда приводит к охлаждению поверхности. Мы можем спокойно это доказать при помощи простого опыта: намочим одну руку, а вторую оставим сухой – разница очевидна. Кстати, мать природа снабдила каждого из нас собственной «системой охлаждения» – именно выделение и испарение пота спасает тело человека от внешнего перегрева.

При работе испарительного кондиционера наружный теплый воздух втягивается вентилятором и проходит через фильтры, которые постоянно напитываются водой из емкости. За счет испарения воды поток воздуха охлаждается, увлажняется и переходит в помещение. Характерно то, что чем ниже влажность наружного воздуха, тем интенсивнее идет испарение

воды из фильтров, соответственно, эффективнее функционирует кондиционер. В отличие от компрессионных кондиционеров, воздух всегда в помещении закачивается снаружи, то есть нуждается в фильтрации (вот почему применяются именно фильтры-испарители). Кроме того, это делает необходимым обеспечения вытяжного потока из помещений.

Такой тип кондиционеров имеет гораздо более простую конструкцию, значительно экономнее в эксплуатации по сравнению с компрессионной конструкцией по потреблению электроэнергии, при равных показателях охлаждающей мощности.

Существенным недостатком подобных приборов является то, что они показывают крайне малую эффективность работы во влажном климате. Кроме того, к издержкам можно отнести необходимость постоянного пополнения воды или ее подвода. [8, 9]

### 1.4 Испарение

Из повседневных наблюдений известно, что количество любой жидкости, которая находится в открытом сосуде, постепенно уменьшается. Она не исчезает бесследно, а просто превращается в пар. Это явление называется парообразованием.

Существует два способа перехода жидкости в газообразное состояние: испарение и кипение.

Парообразование, происходящее с поверхности жидкости, называется испарением.

Мы знаем, что молекулы жидкости непрерывно движутся с разными скоростями. Если какая-нибудь достаточно «быстрая» молекула окажется у поверхности жидкости, то она может преодолеть притяжение соседних молекул и вылететь из жидкости. Вылетевшие с поверхности жидкости молекулы образуют над ней пар. У оставшихся молекул жидкости при соударениях меняются скорости. Некоторые из молекул приобретают при этом скорость, достаточную для того, чтобы, оказавшись у поверхности, вылететь из жидкости. Этот процесс продолжается, поэтому жидкость испаряется постепенно.

Одновременно с переходом молекул из жидкости в пар происходит и обратный процесс. Беспорядочно двигаясь над поверхностью жидкости, часть молекул, покинувших её, снова возвращается в жидкость.

Если испарение жидкости происходит в закрытом сосуде, то вначале число молекул, вылетевших из жидкости, будет больше числа молекул, возвратившихся обратно в жидкость. Поэтому плотность пара в сосуде будет постепенно увеличиваться. С увеличением плотности пара увеличится и число молекул, возвращающихся в жидкость. Довольно скоро число молекул, вылетающих из жидкости, станет равным числу молекул пара, возвращающихся обратно в жидкость. С этого момента число молекул пара над жидкостью будет постоянным.

В открытом сосуде масса жидкости вследствие испарения постепенно уменьшается. Это связано с тем, что большинство молекул пара рассеивается в воздухе, не возвращаясь в жидкость. Но небольшая часть их возвращается обратно в жидкость, замедляя тем самым испарение. [6]

### **1.5 Поглощение энергии при испарении и выделение её при конденсации пара**

При испарении жидкость покидают наиболее быстрые молекулы, поэтому средняя скорость остальных молекул жидкости становится меньше. Следовательно, и средняя кинетическая энергия остающихся в жидкости молекул уменьшается. Это означает, что внутренняя энергия испаряющейся жидкости уменьшается. Поэтому, если нет притока энергии к жидкости извне, испаряющаяся жидкость охлаждается.

Охлаждение жидкости при испарении можно наблюдать. Можно провести опыт, в котором нужно обмотать шарик термометра ватой (или кусочком материи) и полить её эфиром. Быстро испаряющийся эфир отнимает часть внутренней энергии от шарика термометра, вследствие чего температура последнего понижается.

Выходя из воды даже в жаркий день, мы чувствуем, что нам прохладно. Вода, испаряясь с поверхности нашего тела, отнимает от него некоторое количество теплоты.

Однако при испарении воды, налитой в стакан, мы не замечаем понижения её температуры. Испарение в данном случае происходит медленно, и температура воды поддерживается постоянной за счёт количества теплоты, поступающего из окружающего воздуха. Значит, чтобы испарение жидкости происходило без изменения её температуры, жидкости необходимо сообщать энергию. Испарение жидкости сопровождается поглощением энергии.

Явление превращения пара в жидкость называется конденсацией.

Термин «конденсация» происходит от латинского слова *condensare* — «сгущать».

Конденсация пара сопровождается выделением энергии.

Летним вечером, когда воздух становится холоднее, выпадает роса. Это водяной пар, находившийся в воздухе, при охлаждении конденсируется, и маленькие капельки воды оседают на траве и листьях.

Конденсацией пара объясняется образование облаков. Пары воды, поднимающиеся над землёй, образуют в верхних, более холодных слоях воздуха облака, состоящие из мельчайших капелек воды. [7]



## **Глава 2. Практическая часть.**

### **2.1 Поиск и покупка составляющих для модели кондиционера**

Проанализировав дополнительную литературу и видеоролики, я решила сделать действующую модель кондиционера самостоятельно. Кондиционер сам по себе - сложный прибор, материалы для которого не найдутся в каждом доме. Поэтому я собираюсь сделать только модель, но даже для неё не нашлись все материалы в обычном магазине. Я обратилась к видеоролику с канала Игорь Белецкий «Кондиционер на 3Д-принтере» [11]. В описании к видеоролику автор прикрепил ссылки на основные трёхмерные 3Д модели, которые печатаются на 3Д-принтере и рассказал, где можно приобрести дополнительные детали. Насос для перекачивания воды и силиконовую трубку я нашла в интернет-магазине AliExpress. Я заказала их и примерно через 1,5-2 месяца мне все доставили. Пластик я заказывала в интернет-магазине Sorytka и его мне доставили уже через две недели. Я попросила помочь мне с распечаткой деталей. Детали были смоделированы в программе Solidworks. В последствии некоторые детали нам пришлось переделывать, потому что в процессе работы они повредились и не сошлись в размерах, а некоторые, например корпус доделывать, потому что он является основой. После того, как все детали были у меня на руках, я приступила к сборке.

### **2.2 Эксперименты, предшествующие сборке действующей модели кондиционера**

Во время сборки модели кондиционера, нужно было проверить работоспособность некоторых деталей до полноценной сборки. Первым опытом была проверка водяного насоса, так как это является одним из основных этапов работы модели кондиционера. Подсоединив насос к лабораторному источнику питания и выставив необходимые параметры, я проверила, как вода проходит по силиконовым трубкам. Подсоединив их, вода сначала стекает по внутренним трубочкам на дно, заполняя его, и дальше с помощью насоса по второй трубочке откачивается и поступает вверх, откуда вновь стекает по трубочкам. Дальнейший опыт был в проверке работоспособности кулеров (вентиляторов), которые будут охлаждать и подавать прохладный воздух. Первоначально, не зная о всех тонкостях в работе с элементами, я подсоединила их к источнику питания и просто включила. К главному блоку управления были подключены кулеры, после чего к блоку управления было подано напряжение от лабораторного блока питания с выставленными на нём параметрами (рис. II.П.1).



(рис. II.II.I)

### 2.3 Сборка модели кондиционера

На данный момент сборка такой модели не затруднена и выполнима. Все материалы можно найти в магазинах поблизости, при необходимости заказать в интернет-магазине недостающие детали. Проведя анализ всех возможных вариаций действующих моделей кондиционера, я выбрала наиболее выгодный и удобный вариант изготовления данной модели. Основной задачей в модели кондиционера является поглощение теплоты воздуха водой и перекачка воды. Но для начала нужно распечатать и собрать внутреннюю часть корпуса, пластинки, которые будут удерживать трубочки. После их изготовления я приступила к сборке этой части модели. Так как одна из внешних частей корпуса остается открытой я захотела сделать красивый узор, поэтому приготовила пластиковые трубочки в определенном порядке. (рис. II.III.I)

Изначально я думала, что смогу вставить все трубочки разом, но, к сожалению, это практически невозможно. Поэтому трубочки следует вставлять параллельно сразу в две пластинки. (рис. II.III.II, II.III.III). Когда я наконец-то собрала внутреннюю часть корпуса, я получила очень красивый узор. В конечном итоге это выглядит так, как на рисунке II.III.IV. После изготовления корпуса всю эту конструкцию необходимо было аккуратно вставить внутрь корпуса, чтобы это выглядело так, как на рисунках II.III.V, II.III.VI. Осталось распечатать оставшиеся детали и можно смело приступать к полноценной сборке.



(рис. II.III.I)



(рис. II.III.II)



(рис. II.III.III)



(рис. II.III.IV)



(рис. II.III.V)



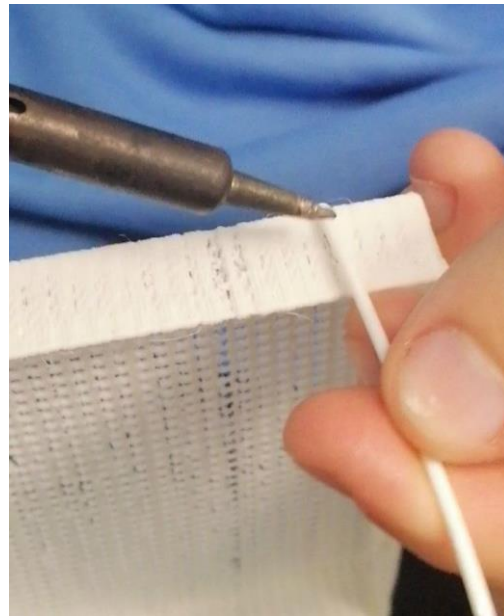
(рис. II.III.VI)

## 2.4 Проблемы, которые появились при сборке модели

Одной из трудностей являлось то, что некоторые детали не совпадали по размерам. Чтобы не перепечатывать детали по несколько раз было принято решение подкорректировать размеры при помощи паяльника. Особенно это было хорошей идеей для очень ломких деталей. Можно просто аккуратно припаять те части, которые сломались или разошлись (рис. II.IV.I, II.IV.II, II.IV.III, II.IV.IV). Также, боясь, что некоторые детали будут отходить друг от друга во время работы, мы спаяли их аналогичным образом.



(рис. II.IV.I)



(рис. II.IV.II)



(рис. II.IV.III)



(рис. II.IV.IV)

## 2.5 Описание модели кондиционера

В ходе проектной деятельности я сделала модель, которая состоит из двух кулеров, водяного насоса, блока питания, корпуса, трубочек, пластинок и проводов (рис. II.V.I).



(рис. II.V.I)

Моя модель работает за счет испарения. В качестве жидкости, переходящей в парообразное состояние, используется вода.

Принцип известен – испарение воды всегда приводит к охлаждению поверхности.

При работе собранной модели кондиционера наружный теплый воздух втягивается кулером и проходит между трубочек, по которым постоянно стекает вода из емкости. За счет испарения воды поток воздуха охлаждается, увлажняется и выходит через другой кулер в помещение.

## 2.6 Эксперимент

Чтобы проверить эффективность своей модели кондиционера, я решила провести некоторые исследования по замерам температуры. В качестве максимального отрезка времени, в течение которого может работать модель, я взяла период 1,5 часа, так как насос в процессе работы нагревается, я решила не рисковать. Для проведения данного опыта, я взяла электронный термометр, у которого есть два окошка, одно из которых показывает температуру около самого термометра, а другое на другом конце комнаты. У такого электронного термометра есть провод с металлическим концом, с помощью которого можно измерить температуру на расстоянии. Чтобы измерения были более точными, я закрыла окно, отключила батарею в комнате, которую буду использовать, и закрыла дверь, подоткнув одеялом, потому что внизу есть значительное расстояние от пола. Через него холодный воздух мог спокойно выйти, ведь он тяжелее теплого.

### Начало эксперимента

Температура, установившаяся в комнате 25,3 градуса.  
Время начала 10:50 утра.



Время 11:51 утра. Прошел час и за это время температура в комнате понизилась практически на 1 градус – 24,6.



Время 12:19 утра. С начала эксперимента прошло 1,5 часа. Температура составляет 23,3 градуса.



**Вывод:** полученные результаты доказывают, что модель кондиционера работает исправно и охлаждает воздух в помещении, следовательно, мне удалось достичь поставленной цели.

## Заключение

Проанализировав литературу, я выяснила, что модель кондиционера идеально подходит для демонстрации физических процессов. Так же я убедилась в том, что смогу реализовать свою идею. Просмотрев множество вариантов, я выбрала наиболее удобный в использовании и понятый в работе. Сделав модель кондиционера, я удостоверилась в ее работоспособности и безопасности.

Она имеет гораздо более простую конструкцию и значительно экономнее в эксплуатации по потреблению электроэнергии.

Единственный недостаток разработанной модель заключается в том, что она показывает крайне малую эффективность работы. Помимо этого, необходимо постоянно проверять наличие воды.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что изготовить действующую модель испарительного кондиционера – не составит труда.

Таким образом, я создала удобную для работы модель, полностью выполняющую свои задачи и наглядно демонстрирующую действие физических процессов.

В процессе создания модели кондиционера я приобрела новые навыки. В ходе работы я научилась отбирать и обрабатывать нужную информацию, а также применять ее на практике. Я считаю, что эти навыки мне понадобятся в дальнейшем при обучении и в работе. В дальнейшем, я планирую усовершенствовать свою модель.

### Список используемой литературы

1. Максимов. Г. А. Проектирования процессов кондиционирования воздуха [] / Г. А. Максимов: гос. Издательство «Высшая школа»
2. Учебное – справочное пособие / С. И. Бурцев, А. В. Блинов, Б. С. Востров, В. Е. Минин и др.; под общ. Ред. Проф. В. Е. Минина – СПб.: Профессия, 2005. – 376 с.
3. Е. В. Стефанов Вентиляция и кондиционирование воздуха / СПб.: «АВОК Северо – Запад», 2005. – 402 с.
4. Кокорин О. Я. Современные системы кондиционирования воздуха, - М.: Издательство физико – математической литературы, 2003. – 272 с.
5. В. Н. Богословский, О. Я. Кокорин, Л. В. Петров; под общ. Ред. В. Н. Богословского – М,; Стройизат, 1985. – 367 с.
6. Физика 8 класс. Пёрышкин. Учебник. Испарение. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.xn--24-6kct3an.xn--p1ai/>
7. Физика 8 класс. Пёрышкин. Поглощение энергии при испарении жидкости. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.xn--24-6kct3an.xn--p1ai/>
8. Кондиционер своими руками в домашних условиях. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://stroyday.ru>
9. Как сделать домашний кондиционер своими руками: популярные схемы и инструкции. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://sovet-ingenera.com>
10. Самодельный кондиционер для дома. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://domikelectrica.ru>
11. Принцип работы кондиционера, его устройство и возможные причины плохой работы. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.kp.ru>
12. Как устроен кондиционер. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://aeroclima.ru>
13. История кондиционирования воздуха. Принцип работы кондиционера. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://habr.com>
14. Принцип работы кондиционеров. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://formulaklimata.ru>
15. Создание кондиционеров. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.bibliofond.ru>
16. Игорь Белецкий. Кондиционер. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.youtube.com>