

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

**филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Мурманский арктический государственный университет»  
в г. Апатиты  
(филиал МАГУ в г. Апатиты)**

КАФЕДРА ФИЗИКИ, БИОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КУРСОВАЯ РАБОТА

**КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ КОМФОРТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

Выполнил студент 2 курса  
Белоусов Владислав Александрович  
направление подготовки 14.03.01 Ядерная  
энергетика и теплофизика  
направленность (профиль): Теплофизика  
очная форма обучения  
группа 2БЯЭ-Т\_АФ

Научный руководитель:  
Шейко Елена Михайловна - старший  
преподаватель

г. Апатиты  
2019 г.  
**Содержание**

	<b>стр.</b>
Введение	3
Глава 1. Практическое использование одежды с подогревом	5
Глава 2. Классификация и принцип работы нагревательных элементов	7
2.1 Классификация и выбор нагревательных элементов	7
2.2 Принцип работы нагревательного элемента	10
Глава 3. Расчет размера, конструирование и установка нагревательных элементов	12
3.1 Расчет размера и конструирование нагревательных элементов	12
3.2 Установка нагревательных элементов	14
3.3 Выбор источника питания	16
Заключение	21
Список использованных источников	22

## **Введение**

Актуальность курсовой работы связана с фактом резкого перепада температур в условиях крайнего севера. Правильная экипировка нужна всем, кто проводит время на свежем воздухе — ради собственного удовольствия, по работе, или по долгу службы. Применение средств индивидуальной защиты от низких температур и обморожений затрагивает большую часть населения и способна сильно облегчить жизнь любого жителя любого из регионов России, вплоть до южных территорий. Сферы применения не ограничены и данное изделие может использоваться везде. Человек, надевший одежду с подогревом, гарантировано защищает себя от холода. Греющая одежда увеличивает продолжительность пребывания на открытом воздухе в осенний, весенний, летний, и зимний периоды. Служит надежной защитой в условиях пониженных температур, ветра, во время сильных морозов.

Цель курсовой работы – создать греющую одежду в виде жилета с автоматическим и автономным поддержанием температуры тела человека.

Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Выбрать нагревательные элементы, а также источник питания для жилета;
- Спроектировать электрическую схему жилета с подогревом;

- Соединить все необходимые элементы по схеме;
- Оформить курсовую работу в соответствии с требованиями.

Объект исследования: автоматическая система регулирования подогрева жилета.

Предмет исследования: разработка и конструирование автоматической системы подогрева жилета для поддержания комфортной температуры тела.

В процессе написания своей курсовой работы я пользовался методами абстрагирования и наблюдение.

В первой главе я описал необходимость использования одежды с подогревом в условиях пониженных температурах окружающей среды.

Во второй главе я описал классификации нагревательных элементов, их достоинства и недостатки, а также принцип работы нагревательного элемента, использованного в данной работе.

В третьей главе описан расчет размера нагревательного элемента, расположение нагревательного элемента на нагревательном модуле, расположение нагревательных элементов на схеме, а также перечислены виды источников питания и выбран наилучший из них для данной работы.

## **Глава 1. Практическое использование одежды с подогревом**

**Гипотермия (переохлаждение)** — это падение температуры тела человека ниже нормального уровня, необходимого для полноценного поддержания обмена веществ и функционирования организма [2].

Переохлаждение организма человека приводит к таким последствиям, как снижение иммунитета и возникновение различных болезней типа простуды (насморк, фарингит, ангина, пневмония и т.п.), воспаление внутренних органов (цистита, простатита и др.), нарушение баланса электролитов, обморожение, потеря сознания, кома, смерть.

У человека температура тела поддерживается приблизительно на постоянном уровне, но, когда организм

подвергается воздействию холода, его внутренние механизмы могут оказаться не в состоянии пополнять потери тепла.

Чаще всего обморожения возникают в холодное зимнее время при температуре окружающей среды от  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже. При длительном пребывании вне помещения, особенно при высокой влажности и сильном ветре, обморожение можно получить осенью и весной при температуре воздуха выше нуля. Глубокие обморожения, которые могут привести к необратимым процессам в тканях, требуют срочной медицинской помощи. Состояния, ведущие к потере адекватной защиты от воздействия холода - алкогольное (до 80% обморожений) и наркотическое опьянение.

**Обморожение** — это, по сути, сильные ожоги, спровоцированные воздействием низких температур на определенные участки тела.

**Переохлаждение** — это общее состояние организма человека, при котором суммарная температура тела опускается до опасных  $35^{\circ}\text{C}$  и ниже. Если тело человека остывает до температуры  $17^{\circ}\text{C}$ , он погибает.

### ***Два основных тезиса о показаниях к использованию***

**Первый** — когда людям на холоде необходимо находится в неподвижном состоянии продолжительное время, и любое количество одежды не спасает.

**Второй** — когда род занятий подразумевает активное движение в условиях пониженных температур, то любая дополнительная одежда будет сковывать движения, лишая ловкости и быстрой реакции на происходящее, превращать

физически здоровых, выносливых и энергичных мужчин в неуклюжих роботов-кукол.[1,с.5-6]

Исключить неудобства, возникающие в связи со значительным переохлаждением, защитить от холода грудь и спину – что может быть важнее для человека, не раз подвергающегося риску замерзнуть при осуществлении непростых функций?[3] Греющая одежда увеличивает продолжительность пребывания на открытом воздухе в осенний, весенний, летний, и зимний период. Служит надежной защитой в условиях пониженных температур, ветра, во время сильных морозов. Заказчиками индивидуальных средств защиты от низких температур являются ФСБ, МЧС, МВД. Одежда с подогревом сегодня широко применяется для работы в экстремальных условиях разными людьми: строителями, работниками нефтегазовой промышленности, охранных предприятий, торговли, сотрудниками ЖКХ, РЖД, и во множестве других отраслей; занятий спортом и активным отдыхом: горнолыжниками, путешественниками, охотниками, рыбаками, туристами, любителями снегоходов и квадроциклов [1].

## **Глава 2. Классификация и принцип работы нагревательных элементов**

### **2.1 Классификация и выбор нагревательных элементов для жилета**

К электрическим нагревательным элементам следует относить все виды устройств, способные обеспечить нагрев обрабатываемых продуктов, технологических сред или промежуточных теплоносителей за счет поглощения ими электромагнитных волн (ВЧ-, СВЧ- и ИК-диапазона) или выделения теплоты при прохождении через сопротивление электрического тока.

В зависимости от способа трансформирования электрической энергии в тепловую электрические нагревательные элементы подразделяются на электронагреватели сопротивления, электродные нагреватели, ИК-генераторы (ИК-излучатели), лазерные и СВЧ-генераторы, индукционные нагреватели.

Электронагреватели сопротивления могут быть классифицированы по некоторым основным признакам:

- по виду нагреваемой среды различают нагреватели, предназначенные для работы в водяных, масляных и газоздушных средах;
- по виду материала, пропускающего электрический ток и выделяющего теплоту, различают металлические (нихром, фехраль, вольфрам), неметаллические (силиконовые, композитные), жидкостные (электролиты);



- по способу контакта электропроводящего элемента (спирали) с воздухом электронагреватели подразделяют на открытые, закрытые и герметичные;
- по форме наружной оболочки элементы сопротивления и ИК-генераторы могут быть трубчатые (стержневые), плоские, спиралеобразные, ребристые, сложной конфигурации;
- по виду защитной оболочки электрические нагреватели могут быть разделены на устройства, оболочка которых не пропускает ИК-излучения и сама является излучающим элементом (металлические и керамические кожуха или трубки), оболочка, пропускающая ИК-излучение (кварцевые трубки, стекло);
- по мощности элементы сопротивления изготавливаются с номинальной мощностью от 0,05 до 25 кВт, ИК-генераторы - с мощностью 0,2...6,0 кВт.

Электронагревателями сопротивления называют устройства, в которых реализуется нагрев проводника в результате прохождения по нему электрического тока.

Основным элементом конструкции электронагревателя являются токопроводящая проволока или токопроводящий слой, играющий роль электрического сопротивления - резистора (резистивный элемент).

В зависимости от вида материала, из которого изготовлен резистивный элемент, электронагреватели сопротивления подразделяются на металлические и неметаллические.

- В металлических нагревателях резистивным элементом служит проволока или пленка, изготовленная из металла (точнее, сплава), обладающего высоким удельным электрическим сопротивлением.

- В неметаллических нагревателях резистивный слой представляет собой композитный материал, изготовленный, как правило, на керамической основе с включением токопроводящего материала и пластификаторов.

В зависимости от условий работы основного резистивного элемента - проволоки металлические электронагреватели сопротивления подразделяются на открытые, закрытые и герметичные.

### ***Электронагреватели сопротивления открытого типа***

Конструктивно электронагреватели сопротивления открытого типа просты. Основному элементу – токопроводящей проволоке для компактности придается форма спирали или змейки. Электрическая змейка крепится на тот или иной несущий элемент, выполненный из диэлектрического материала (плотная ткань).

Наиболее распространены варианты, при которых спираль укладывается в специальные канавки в керамической плитке; наматывается на керамический стержень; размещается внутри трубки из кварцевого стекла.

Существенным недостатком электронагревателей открытого типа кроме термической коррозии спирали являются их повышенная электроопасность, возможность механических повреждений, термических ударов при попадании влаги на незащищенную поверхность.

### ***Электронагреватели сопротивления закрытого типа***

К недостаткам нагревателя данной конструкции относятся:

- - большая масса, как следствие, большая тепловая инерция. Нагреватели долго нагреваются, еще медленнее

охлаждаются, что значительно затрудняет регулировку температуры поверхности нагревателя;

- - в результате повторных термических нагрузок (нагреве с последующим охлаждением) происходит деформация, а в отдельных случаях и разрушение корпуса электронагревателя, а в зоне контакта спирали, электроизолятора и корпуса из-за различия коэффициентов теплового расширения материалов происходит расслоение указанных слоев с образованием воздушного зазора, обладающего значительным термическим сопротивлением. Из-за этого происходят перегрев и плавление спирали.[4,с.7-9]

В данной работе используются металлические (нихромовые) электронагреватели сопротивления открытого типа.

Свойства нихромовых спиралей:

- Сохраняют пластичность;
- Имеют большое удельное сопротивление;
- Не накаляются при нагревании;
- Не потребляют кислород;
- Имеют превосходные механические свойства;
- Сберегают свойства при длительной эксплуатации;
- Имеют относительно небольшую цену в отличии от ИК нагревателей.[5]

## **2.2 Принцип работы нагревательного элемента**

Факт нагрева проводника при протекании по нему тока объясняется тем, что во время движения заряженных частиц под действием электрического поля они сталкиваются с частицами проводника, в результате часть энергии передаётся

этим частицам проводника, то есть средняя скорость хаотического (теплого) движения частиц проводника увеличивается, и проводник нагревается. По закону сохранения энергии кинетическая энергия свободных заряженных частиц, приобретённая под действием электрического поля, превратится во внутреннюю энергию проводника. Следовательно, можно предположить:

1. чем больше сопротивление проводника, тем больше тепла выделяется при прохождении электрического тока по проводнику, то есть количество теплоты, которое выделяется в проводнике при прохождении по нему электрического тока, прямо пропорционально сопротивлению проводника;

2. количество теплоты, выделяемое в проводнике при прохождении по нему электрического тока, зависит от силы тока (чем больше сила тока, тем большее количество свободных частиц проходит через сечение проводника в единицу времени, происходит больше столкновений, следовательно, больше энергии передаётся частицам проводника).

### *Закон Джоуля-Ленца*

Тепловое действие тока опытным путём независимо друг от друга изучали английский учёный Джоуль и русский учёный Ленц. Они пришли к выводу, который впоследствии назвали закон Джоуля-Ленца: количество теплоты, выделяющееся при прохождении тока в проводнике, прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени прохождения тока:

$$Q = I^2 R t$$

где

$Q$  – количество теплоты,  $I$  – сила тока,  $R$  – сопротивление проводника,  $t$  – время прохождения тока.

Закон Джоуля – Ленца был получен экспериментально, но так как мы знаем формулу для работы электрического тока ( $A=IUt$ ), то сможем вывести его с помощью несложных математических вычислений. Если на участке цепи, в котором течёт электрический ток, не выполняется механическая работа и не происходят химические реакции, то результатом работы электрического тока будет нагревание проводника. В результате этого нагревания проводник будет отдавать тепло окружающим телам. Следовательно, в данном случае, согласно закону сохранения энергии, количество выделенной теплоты ( $Q$ ) будет равно работе тока ( $A$ ). Зная формулу для работы тока и напряжения, получим следующие преобразования:

$$\left. \begin{array}{l} Q=A \\ A=IUt \\ U=IR \end{array} \right\} Q=I^2Rt$$

Если сила тока неизвестна, а известно напряжение на концах участка цепи, то, воспользовавшись законом Ома, получаем:

$$Q = \left(\frac{U}{R}\right)^2 Rt = \left(\frac{U}{R}\right)^2 t$$

Формулы  $Q = I^2 Rt$  и  $Q = \left(\frac{U}{R}\right)^2 t$  можно использовать только тогда, когда вся работа электрического тока расходуется только на нагревание. Если на участке цепи есть потребители энергии, в которых выполняется механическая работа или происходят химические реакции, эти формулы использовать нельзя (в таких случаях применяются сложные математические расчёты).[6,с.10-11]

## **Глава. 3. Расчет размера, конструирование и установка нагревательных элементов**

### **3.1 Расчет размера и конструирование нагревательных элементов**

Важная характеристика любого нагревательного устройства – тепловая мощность  $P$ , которая определяется как быстрота выделения тепла и равна отношению количества теплоты  $Q$  ко времени  $\Delta t$ , в течение которого она выделялась:

$$P = \frac{Q}{\Delta t}, [P] = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}.$$

Не вся энергия, которая выделяется в нагревателе идет на полезный эффект. Часть энергии неизбежно выделяется в окружающую среду. Долю энергии, пошедшей в полезное тепло, принято характеризовать коэффициентом полезного действия.

Заметим, что КПД в зависимости от того, что считать полезным эффектом, может различаться для одного и того же устройства. Например, с точки зрения нагревания воды КПД электрического чайника может быть около 90 %. Но если его использовать для обогрева комнаты, то КПД может возрасти и до 99 %.

Вследствие теплообмена с окружающей средой часть тепла всегда рассеивается. Происходят тепловые потери.

Мощность этих потерь зависит от многих факторов: от свойств окружающей среды, от теплопроводности материалов, и ее не всегда удастся рассчитать теоретически. Но при прочих равных факторах мощность тепловых потерь  $N_{\text{потерь}}$  линейно зависит от разности температур тела  $T$  и окружающей среды  $T_{\text{окр}}$  и площади поверхности  $S$  нагревателя:

$$P_{\text{потерь}} = \alpha \cdot (T - T_{\text{окр}}) \cdot S$$

Поэтому поверхность батарей отопления и радиаторов для увеличения мощности теплообмена стараются максимально увеличить. И верно обратное: например, котенок сворачивается в клубок, если ему холодно (вспомним, что у шара минимальная площадь поверхности при заданном объеме).

В ряде случаев приходится прикладывать большие усилия, чтобы уменьшить мощность тепловых потерь, исключая отдельные виды теплопередачи (конвекцию, теплопроводность, излучение). Почти полностью исключают теплообмен хорошие термосы и калориметры. [7, с.12-13]

Определим силу тока:

$$I = P/U, [A]$$

где

$I$  – сила тока

$U$  – напряжение, которое подается на нагревательный элемент

Расчет сопротивления нихромовой проволоки проводим по закону Ома:

$$R = U/I, [Om]$$

Длина проволоки равна:

$$l = SR/\rho,$$

где

S - площадь поперечного сечения,

$\rho$  - удельное сопротивление,

R - радиус сечения провода.

Или по такой формуле:

$$l = (R\pi d^2)/4\rho$$

Но сначала нужно рассчитать удельное сопротивление для нихромовой проволоки диаметром 0.12мм. Оно зависит от диаметра - чем он больше, тем меньше сопротивление.

$$L = (14.5 * 3.14 * 0.12^2) / (4 * 1.1) = 0.149 \text{ м} = 14.9 \text{ см}$$

Тоже самое можно взять в ГОСТ 12766.1-90 табл. 8, где указана величина в 95.6 Ом/м, если по ней пересчитать, то получится почти тоже самое:

$$L = R_{\text{треб}} / R_{\text{табл}} = 14.4 / 95.6 = 0.151 \text{ м} = 15.1 \text{ см}$$

Для нагревателя мощностью 10 ватт, который питается от 12В, нужно приблизительно 15,1 см. [8,с.13-14]

В данной работе длина для проволоки диаметром 0,35 мм для напряжения 12В была найдена экспериментально, путем изменения длины нихромовой проволоки и определения температуры нагрева нихрома и составила приблизительно 110 см для каждого модуля с нагревательным элементом (нагревательный модуль) .

Основному элемента - токопроводящую нихромовую проволоку для компактности придают форму змейки. Змейка из проволоки крепится на тот или иной несущий элемент,



выполненный из диэлектрического материала, в данной работе используется плотная ткань размером 12\*14 см (рис.1).

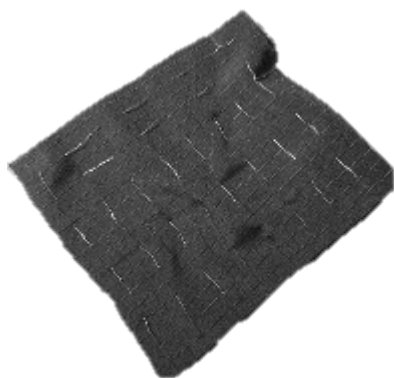


Рис. 1 Нагревательный модуль

### 3.2 Установка нагревательных элементов

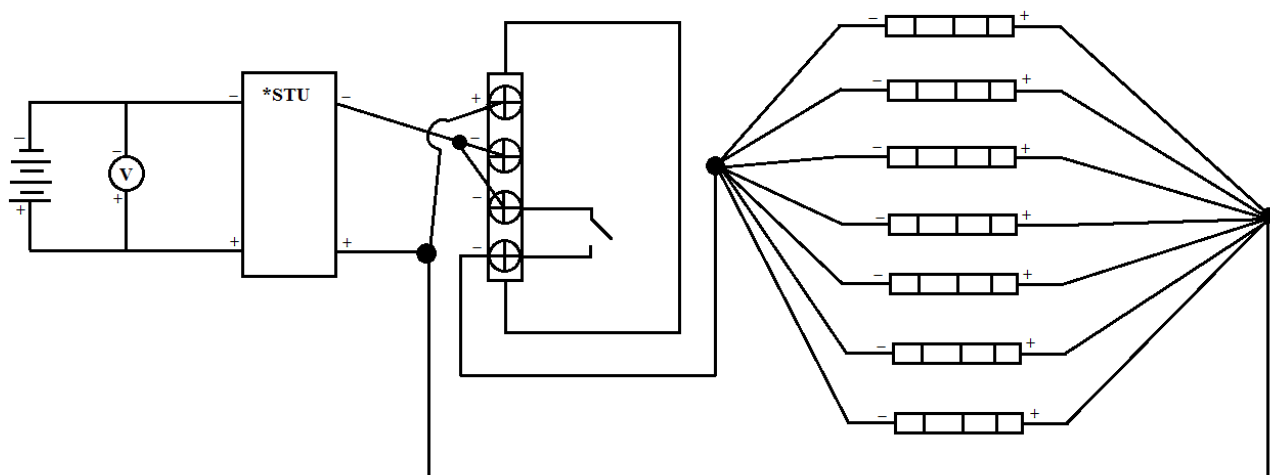


Рис.2 Полная схема цепи

На данной схеме (рис. 2) показана схема подключения нагревательных элементов к остальным устройствам электрической цепи.

На рис.2 изображен источник питания в виде аккумулятора напряжением 11,1В, далее параллельно подключен вольтметр, который показывает напряжение на аккумуляторе и уровень его заряда в процентах, далее расположен стабилизатор напряжения, который стабилизирует напряжение на уровне 12В, далее расположен термостат, который включает реле если температура жилета отпускается

ниже указанной на нём, далее идут 7 параллельно подключенных нагревательных модуля.

Нагревательные элементы (модули) устанавливаются в жилете так, как показано на рис. 3. Нагревательные модули покрашены оранжевым цветом для наглядности.

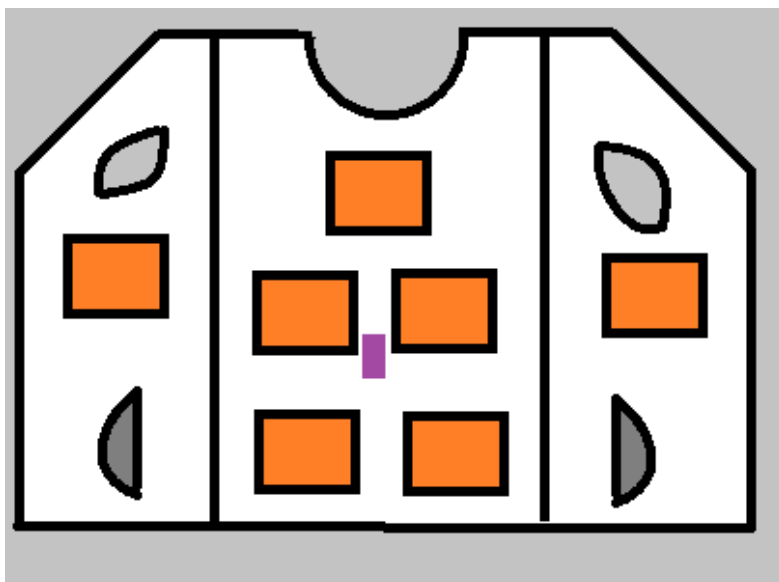


Рис.3 Расположение нагревательных модулей

В кармане справа внизу (помечен темно серым цветом) располагается датчик заряда (вольтметр), а также провод со штекером к которому подсоединяется аккумулятор.

В кармане слева на рис.3 располагается стабилизатор напряжения с термостатом.

Фиолетовым цветом в центре жилетки располагается термометр, который передает показания на термостат, который в свою очередь включает, либо выключает нагревательные элементы.

### **3.3 Выбор источника питания**

Так как одежда с подогревом используется вне помещения, следовательно, необходим автономный источник питания – аккумулятор.

#### **Типы аккумуляторов**

Типы производимых аккумуляторных батареек определяются материалами, применяемыми при их изготовлении.

### **Свинцовые аккумуляторы (рис 4.)**



Рис. 4 Свинцовый аккумулятор

Корпус герметичный. Есть клапаны для выхода газов. Сейчас такого рода АКБ<sup>1</sup> встречаются реже, однако до сих пор АКБ такого типа выпускаются.

Достоинства:

- Невысокая стоимость.
- Неплохая переносимость низких температур.

Недостатки:

- Не являются полностью герметичными, несмотря на название – чаще всего необходимо эксплуатировать в строго вертикально.
- Имеются выделения щелочных или кислотных паров – не стоит использовать в невентилируемых помещениях.
- Нельзя заряжать до предела – кипение жидкости приводит к выходу из строя.
- Низкий заряд приводит к резкому сокращению емкости.

---

<sup>1</sup> Аккумуляторная батарея

## **Никель-кадмиевые аккумуляторы (рис. 5)**



Рис.5 Никель-кадмиевый аккумулятор

У никель-кадмиевых батарей наблюдается «эффект памяти», то есть если вы не полностью разрядили аккумулятор, то он заряжается только до уровня последней зарядки.

Хранить их лучше в примерно с 40 % заряда, по причине необратимых изменений в случае длительного разряженного состояния.

Достоинства:

- Низкая цена.
- Возможность скоростной зарядки.
- Сохраняет емкость даже при  $-20^{\circ}\text{C}$ .
- Количество циклов заряда - до 1000.

Недостатки:

- Специальная система зарядки, предусматривающая полный разряд.
- Содержат токсичный кадмий.
- В течение первых 24 часов может потерять 10 % заряда.
- В течение первых 30 дней теряет до 20 % емкости.
- Долго хранившиеся АКБ необходимо подзаряжать с помощью 5 циклов, чтобы они пришли в норму.

## **АКБ на основе никеля и металл гидридов (рис. 6)**



Рис.6 NI-MH<sup>2</sup> аккумулятор

Преимущества:

- Менее токсичные, чем содержащие кадмий.
- АКБ Ni-Mh «эффекта памяти» не имеет или он у них мало выражен.
- Хранится с полным зарядом. В случае длительного хранения заряжайте ежемесячно.
- Имеют на 50 % большую ёмкость, чем на основе кадмия.
- Некоторые имеют отметку LSD (low self-discharge), то есть очень медленно разряжающиеся.

Недостатки:

- Выше стоимость.
- Саморазряд больше, чем у тех, что содержат кадмий – могут разрядиться в течение нескольких месяцев хранения.
- После 200-300 циклов разряда емкость начинает снижаться.
- Срок службы меньше чем у аккумуляторов, содержащих кадмий.

---

<sup>2</sup> Никель-металлогидридные

## Литий-ионные аккумуляторы (рис. 7)



Рис. 7 Li-Ion<sup>3</sup>

Набирающие популярность АКБ. Не допускают полного разряда, поэтому некоторые модели выпускаются с защитой от полного разряда.

Достоинства:

- Практически нет «эффекта памяти» – можно заряжать в любом состоянии.
- Высокая емкость, легкие, поэтому получила распространение также в автомобилестроении, где соотношение веса и мощности АКБ сильно влияет на дневной пробег.
- Медленно разряжаются – в среднем до 3 % в первый месяц, и 1% в последующие месяцы.
- Скоростная зарядка почти не вредит дальнейшей эксплуатации.
- Цены постепенно падают.

Недостатки:

- Все типы существующих литий ионных аккумуляторов плохо переносят холод. Ниже 0°C емкость резко падает.
- Дороже чем АКБ Ni htm и ni-cd.
- Имеют тенденцию к взрыву при неправильной зарядке.

[9,с. 16-19]

---

<sup>3</sup> Литий-ионный аккумулятор

## ***Литий-полимерные аккумуляторы***

Поскольку литий-ионные модели не справляются со многими современными задачами, постепенно их начали вытеснять полимерные элементы. Батареи Li-ion не обладали высоким уровнем безопасности и довольно дорого стоили.

Чтобы устранить эти недостатки и проблемы эксплуатации, сделать батареи более эффективными, разработчики приняли решение о смене электролита. Вместо пропитки пористого сепаратора в конструкции батареи применили полимерные электролиты.

Сравним литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы:

Технические характеристики	Li-ion	Li-Pol
Энергоемкость	высокая	низкая, количество циклов заряда и разряда меньше
Типоразмер	малый выбор	высокий выбор, независимость от стандартного формата ячеек
Масса	незначительно тяжелее	легкая
Емкость	меньше	почти в два раза выше при одинаковом размере
Срок службы	примерно одинаковый	примерно одинаковый
Риск взрыва и возгорания	более высокий	встроенная защита от утечки электролитов и перезарядов
Время зарядки	длиннее	короче

Износ	до 0,1% ежемесячно	менее активный
Цена	дешевле	дороже

В данной работе используется литий-полимерный аккумулятор так как он обладает рядом преимуществ по сравнению с другими аккумуляторами:

- Небольшая масса;
- Высокая емкость;
- Низкое время зарядки;
- Небольшой износ;
- Встроенная защита от утечки электролитов и перезарядов, что исключает риск взрыва и возгорания.[10, с.19-20]

### **Заключение**

Создание жилета с автоматическим подогревом позволило увеличить время нахождения человека на улице в условиях крайнего севера с устранением неудобств, связанных с ношением большого количества одежды.

В ходе написания курсовой работы была спроектирована и собрана греющая одежда в виде жилета с автоматическим и автономным поддержанием температуры тела человека в условиях низких температур крайнего севера. Были рассмотрены различные виды нагревательных материалов и выбран самый качественный и подходящий для нашей работы материал, а также выбрана его форма и размер, подходящие



для данной курсовой работы. Также был выбран автономный источник питания жилета в виде аккумуляторной батареи.

Дальнейшее продвижение одежды с подогревом в общество, увеличение серийного производства и разработка более экономичного и качественного материала позволит снизить себестоимость данной продукции во много раз, что позволит многим людям избежать переохлаждения из-за пребывания на улице при низких температурах.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1) <https://www.redlaika.ru/collection/kak-rabotaet;>
- 2) <https://temperaturka.com/pereohlazhdenie/gipotermiya;>
- 3) <http://www.blazewear.ru/articles/kak-rabotaet-zhilet-s-podogrevom;>
- 4) <http://te.zavantag.com/docs/18/index-7854.html;>
- 5) [https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/elektricheskie-nagrevatelnye-elementy/;](https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/elektricheskie-nagrevatelnye-elementy/)
- 6) <https://interneturok.ru/lesson/physics/8-klass/belektricheskie-yavleniyab/nagrevanie-provodnikov-elektricheskim-tokom-zakon-dzhoulya-lentsa-grebenyuk-yu-v;>
- 7) <https://foxford.ru/wiki/fizika/teplovaya-moschnost-i-kpd-nagrevateley;>
- 8) <https://samelectrik.ru/raschet-nihroma.html;>
- 9) [https://technosova.ru/cifrovaja-tehnika/akkumulyatory/pljusy-i-minusy-raznyh-tipov/;](https://technosova.ru/cifrovaja-tehnika/akkumulyatory/pljusy-i-minusy-raznyh-tipov/)
- 10) <https://akkummaster.com/vidy-akkumulyatory/litij-polimernyj-akkumulyator.html;>