

Российская научно-социальная программа для молодежи и школьников

«Шаг в будущее»

Международный форум научной молодежи «Шаг в будущее»

(Россия, Москва, 24 - 28 марта 2025 года)

ТЕПЛО - СОЛДАТАМ

(создание модели верхней одежды с автономным электрическим подогревом)

Автор:

Григорьева Анастасия Дмитриевна,
рп. Бежаницы,
МБОУ «Бежаницкая средняя школа»,
10 класс

Научный руководитель:

Спиридонов Дмитрий Сергеевич, учитель
физики МБОУ «Бежаницкая средняя школа»,
рп. Бежаницы

Я, Спиридонов Д.С., подтверждаю, что текст данной работы содержит не более 25 страниц, из них текст статьи и список литературы – не более 14 страниц, приложения – не более 10 страниц

 09.01.25
подпись, дата

ТЕПЛО - СОЛДАТАМ

Григорьева Анастасия Дмитриевна, Псковская область, рп. Бежаницы,
МБОУ «Бежаницкая средняя школа», 10 класс

Аннотация. Целью разработки является модель согревающего элемента одежды, работающего по принципу тёплого одеяла. В настоящее время, когда проводится специальная военная операция и приближается холодное время года, наши бойцы проводят большое количество времени на холоде, что может вызвать заболевания и обморожения. Для того чтобы помочь солдатам в полевых условиях быстро согреться, можно взять на основу идею создания одежды с электрическим подогревом. Данная работа посвящена созданию такой модели, которую может использовать не только солдат, но и любой человек.

Ключевые слова: тепло, проводник, закон Джоуля-Ленца.

Введение

Человек, находясь долгое время на воздухе в осенне-зимний период, может замёрзнуть и даже получить обморожения. Особенно актуальной эта проблема становится для бойцов, которые участвуют в СВО. При выполнении боевых задач и несении дежурства они продолжительное время должны находиться в окопах, укрытиях, позициях под открытым небом. Поэтому встаёт вопрос о помощи таким людям, кто попадает в зону холодов.

В настоящее время существует термобелье, сохраняющее тепло человеческого тела, а также одежда с электрическим подогревом. Как правило, она дорогостоящая. Но можно сделать такую одежду на основе выделения тепла при протекании электрического тока через проводник, находясь в полевых условиях.

Актуальность: В зоне СВО бойцы большую часть времени проводят в окопах. Из-за этого, приближающаяся зима и сопутствующие её холода приносят ряд проблем солдатам. При этом военное снаряжение и обмундирование имеют большую массу, поэтому следует разработать решение, не создающее ещё большую нагрузку.

Объект исследования: верхняя одежда для холодного времени года.

Предмет исследования: одежда с электрическим подогревом.

Цель: разработать модель согревающего элемента одежды, работающего по принципу тёплого одеяла.

Задачи:

- ❖ Изучить принцип работы тёплого одеяла.
- ❖ Собрать материалы, необходимые для изготовления модели.
- ❖ Изготовить модель согревающей куртки.

Глава 1. Обзор литературы

Закон Джоуля - Ленца: количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока.

Формула: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$.

Поскольку сопротивление проводника определяют такие характеристики, как его длина, площадь и проводимость, верны следующие утверждения:

- количество теплоты в проводнике снижается при увеличении площади его сечения;
- тепловой эффект снижается при уменьшении длины проводника [1].

Природа тепла в проводниках

Разберемся, как происходит нагрев проводника и каким образом этот процесс отвечает формулировке закона Джоуля-Ленца. Как известно, электрический ток представляет собой направленный поток электронов, если речь идет о металлах, и направленный поток ионов — если о растворах электролитов. Проводником называют такой металл, в котором много свободных электронов. При подключении проводника к сети электроны начинают двигаться в одном направлении под действием электрического поля. При движении они сталкиваются с атомами проводника и передают им свою кинетическую энергию. Чем выше скорость заряженных частиц, тем чаще происходят такие столкновения и больше выделяется кинетической энергии. Часть этой энергии трансформируется в тепло, поэтому проводник нагревается. Высокая сила тока означает, что через сечение проводника проходит много свободных электронов и столкновения происходят часто. Соответственно, частицам проводника передается много энергии, и он греется сильнее. Именно поэтому в законе Ленца-Джоуля говорится о том, что количество выделяемой теплоты прямо пропорционально квадрату силы тока [2].

Закон в математическом виде. Допустим, на некоем участке цепи проходит электрический ток и вызывает нагревание проводника. Если на этом участке нет каких-либо механических процессов или химических реакций, требующих энергозатрат, выделенная проводником теплота Q равна работе тока A :

$$Q = A \tag{1}$$

Поскольку

$$A = IUt \tag{2}$$

где I — сила тока, U — напряжение, а t — время, то

$$Q = IUt \quad (3)$$

Теперь вспомним, что напряжение можно выразить через сопротивление и силу тока:

$$U = IR \quad (4)$$

Подставим (4) в формулу (3):

$$Q = IUt = I(IR)t = I^2Rt \quad (5)$$

Мы выразили количество теплоты в проводнике через сопротивление — эта формула для закона Джоуля-Ленца называется интегральной. Но бывает так, что сила электрического тока неизвестна, зато есть информация о напряжении на участке цепи. В таком случае нужно использовать закон Ома:

$$I = U/R \quad (6)$$

Исходя из этого, закон Джоуля-Ленца можно записать в виде: $Q = (U/R)^2 \cdot Rt = U^2/R \cdot t$ [3].

Напомним, что такое уравнение, как и (5), верно только в том случае, когда вся работа электрического тока уходит на выделение тепла и нет других потребителей энергии.

Принцип работы тёплого одеяла: тёплое одеяло также ещё называют электроодеялом. Как и электрогрелка, электроодеяло работает от изолированных проводов или нагревательных элементов, интегрированных в ткань, которые дают тепло, когда оно подключено к источнику питания. Блок регулирования температуры, расположенный между одеялом и электрической розеткой, регулирует величину мощности, поступающей через нагревательные элементы внутрь одеяла. Относительно современные электроодеяла работают на низком напряжении в 24 вольта и снабжены механизмом экстренного отключения, чтобы предотвратить возможность перегрева или возгорания. Старые электроодеяла (к ним обычно относят выпускавшиеся до 2001 года) не имеют механизмов аварийного отключения, поэтому при их использовании сохраняется риск перегрева и пожара [4].

Электроодеяло даёт тепло за счёт нагрева проводника с током. Поэтому мы можем утверждать, что оно работает согласно закону Джоуля-Ленца.

Глава 2. Практическая часть

Нагревательные элементы могут иметь различные уровни тепла и располагаться в разных местах: на кончиках пальцев, поперек груди и в средней части спины, в районе поясницы, на передней стороне бедра и т. д.

Для того чтобы достичь поставленной цели была взята куртка, предназначенная для холодного времени года. В качестве нагревательного элемента была выбрана проволока из константана от неработающего учебного реостата (сломан ползунок), рассчитанного на сопротивление 6 Ом (рис. 1).

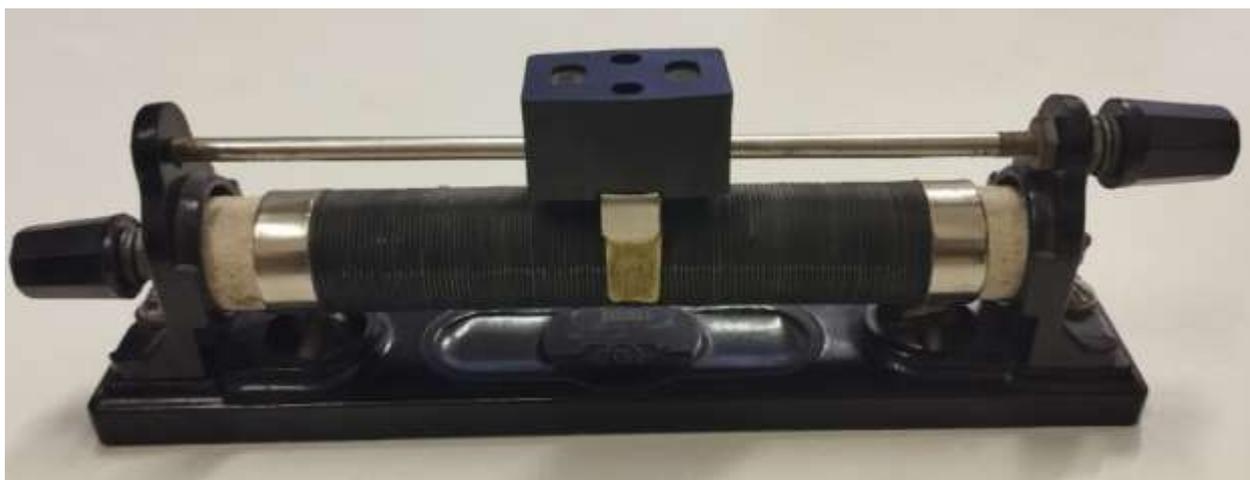


Рис. 1. Реостат, выполненный из константановой проволоки.

Выбор такого материала связан с тем, что у константана высокое удельное сопротивление ($0,4 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$). Оно позволяет получить большее электрическое сопротивление, следовательно, большее количество теплоты при протекании по нему электрического тока (по сравнению, например, с медной проволокой, удельное сопротивление которой равно $0,017 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$).

При выполнении школьных лабораторных работ мною было замечено, что резисторы и реостаты, присоединённые к источнику тока напряжением, нагреваются. Поэтому для создания модели одежды с подогревом был выбран в качестве источника использовалась батарейка на 9 В марки Vinnic (рис. 2). Также можно использовать в качестве источника и аккумуляторные батареи, однако следует учесть, что при использовании сильных аккумуляторов может выделяться такое количество теплоты за короткое время, что это тепло может нанести ожог коже и повредить одежду. Поэтому использовать нужно источники, дающие небольшое количество вольт и силу тока.



Рис. 2. Используемый в работе источник тока.

В качестве модели одежды использовалась куртка для холодного времени года. С её внутренней стороны была пришита проволока, взятая из учебного реостата (рис. 3). Длина проволоки равна 6 м. Таким образом, эта модель предназначена для согревания спины и поясицы в холодное время года.



Рис. 3. Куртка с пришитым проводником.

Потери тепла в одежде происходят несколькими способами:

Кондукция. Тепло проходит от кожи к поверхности одежды, а дальше одежда передаёт тепло в окружающую среду с помощью кондукции. Отдача тепла кондукцией будет тем больше, чем ниже температура предмета, с которым человек соприкасается, больше поверхность соприкосновения и меньше толщина пакета одежды.

Тепловое излучение. Электромагнитное излучение от нагретого тела человека имеет физическую возможность прохождения через одежду, изменяя температуру тела. Одежда способна как пропускать, так и задерживать тепловое излучение.

Конвекция. Конвективный теплообмен имеет место при отводе теплоты потоками окружающего воздуха. Если одежда достаточно пористая, то конвективный теплообмен возможен через одежду напрямую. Если одежда плотная, конвективный теплообмен изменяет температуру внешней стороны одежды, и далее, например, за счёт теплопроводности, осуществляется изменение внутренней энергии тела человека.

В условиях теплового комфорта и охлаждения наибольшую долю занимают потери тепла радиацией и конвекцией (73–88% от общих теплотерь) [5].

При присоединении батарейки к концам проводника было замечено, что выделяется тепло. Но при этом стала нагреваться и сама батарейка. С одной стороны, это можно использовать для дополнительного прогрева рук, с другой стороны, это вызывает довольно быструю разрядку батарейки. В нашем случае при использовании батарейки Vinnic температура внутри куртки доходила до 40 °С, что можно использовать для согревания при длительном нахождении на воздухе в холодное время года. Но небольшая продолжительность работы батарейки привела к идее о замене источника тока. Поэтому вместо этого элемента взяли литий-ионный аккумулятор Aleaivy с ёмкостью 3500 мАч (рис. 4)



Рис. 4. Аккумулятор Aleaivy.

Чтобы определить, на сколько времени хватит заряда аккумулятора, можно использовать следующие формулы:

Ёмкость в ватт-часах (Вт·ч): Емкость (мАч) × Напряжение (В) / 1000.

Время работы (ч): Емкость аккумулятора (Вт·ч) / Потребляемая мощность устройства (Вт) [6].

В работе используется литий-ионный аккумулятор Aleaivy с ёмкостью 3500 мА·ч и напряжением 12 В, а также возможностью подзарядки до 1000 раз. Приобретён аккумулятор на маркетплейсе «Ozon». Зарядное устройство идёт в комплекте со вторым аккумулятором (стоимость комплекта аккумуляторов составляет 750 рублей). Тогда его ёмкость в ватт-часах $(3500 \text{ мА} \cdot \text{ч} \times 12 \text{ В})/1000 = 42 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$.

Потребляемую мощность можно вычислить следующим образом:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(12\text{В})^2}{6\text{Ом}} = 24\text{Вт}.$$

Время работы аккумулятора $t = 42 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / 24 \text{ Вт} = 1,75 \text{ ч}$. Для увеличения времени работы нужен аккумулятор с большей ёмкостью, например, 20.000 мА·ч, но его стоимость на маркетплейсах выше.

В частности, бойцы, защищающие нашу страну в настоящий момент на СВО, в осенне-зимний период часто находятся длительное время на холоде. Чтобы согреться, можно использовать такой способ такой способ подогрева, так как он гораздо дешевле покупных вещей с подогревом.

Заключение

Создание модели одежды с электрическим подогревом не является новой. Выделение тепла при протекании электрического тока и использование его для согревания, в том числе солдатами на СВО, можно реализовать и в полевых условиях. Для этого нужен проводник и источник постоянного тока. Данная работа показала, что идея использования закона Джоуля-Ленца реальна, тепло в проводнике действительно выделяется, но нужно правильно выбрать источник тока, чтобы он мог продолжительное время работать. Цель работы достигнута, задачи выполнены, но работа может быть продолжена, так как использованная в работе батарейка нагревается сама и быстро разряжается. Нужны аккумуляторы, способные периодически заряжаться и имеющие достаточно большую ёмкость. Для продолжения работы интересно было бы провести исследования с аккумуляторной батареей, дающей большее количество вольт и работающей непрерывно большее количество времени.

Список использованной литературы

1. Закон Джоуля-Ленца: - URL: <https://skysmart.ru/articles/physics/zakon-dzhoulya-lenca>;
2. Закон Джоуля-Ленца: 0 - URL: <https://www.ipmimp.ru/login/index.php>;
3. Методическая разработка «Формы и методы обучения на современном учебном занятии по физике»: - URL: <https://infourok.ru/metodicheskaya-razrabotka-formy-i-metody-obucheniya-na-sovremennom-uchebnom-zanyatii-po-fizike-v-8-klasse-5538914.html>;
4. Электроодеяло - URL: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%8F%D0%BB%D0%BE>
5. Потери тепла в одежде: - URL: <https://yandex.ru/search/?text=%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8+%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B0+%D0%B2+%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D0%B5&lr=25&clid=2348622-0>
6. На сколько времени хватает аккумулятора: практические расчёты: - URL: <https://wybor-battery.com/blog/stati/na-skolko-vremeni-hvataet-akkumulyatora-prakticheskie-raschety>