

ПРИНЦИПИ ВИГОТОВЛЕННЯ ВКЛАДНИХ УСТІЛОК ІЗ ПІДГРОМ ДЛЯ УТЕПЛЕНОГО ВЗУТТЯ

У статті проаналізовані всі існуючі методи підігріву стопи в утепленому взутті, розглянуті види наявних устілок з підігрівом. Розглянуті такі види підігріву устілки як хімічний та механічний. Вдосконалено та описано принцип виготовлення власних устілок із підігрівом, які в подальшому зможуть використовуватись для обігріву стоп.

Ключові слова: утеплене взуття, стопа, устілка, устілка з підігрівом, теплоізоляційна фольга, термоустілка, теплоізоляція, акумулятор, електроні підігрів, безпроводні устілки.

PRINCIPLES OF MANUFACTURE OF INSERTED INSOLES WITH HEATING FOR WARMED SHOES

To date there are several ways to insulate shoes. Among them: the use of quality leather raw materials for the outer parts of the upper and natural fur for the inner parts of the upper of the shoe; application of insert insoles from heat-insulating foil; use of special insoles with a heating element

Successful solution of the problem of heating the feet with the help of special insoles will diversify the range of shoes for the cold season, namely shoes for children, military, the elderly, people with impaired blood circulation in the vessels, hunters, fishermen and athletes. Currently, there are many imported thermal insoles on the footwear market, the prices of which are often too high for the average Ukrainian buyer. Therefore, it will be appropriate to make Ukrainian shoes of good design and good quality with special insert insoles at lower prices to meet the consumer needs of our consumers. It will also be possible to make only thermal insoles, which can be inserted into any shoe. Therefore, the topic of this scientific article is very relevant.

The article analyzes all existing methods of heating the foot in warm shoes, considers the types of available insoles with heating. Such types of insole heating as chemical and mechanical are considered. Based on previously obtained experimental data, calculations were performed, based on which the required diameter of the wire to be used for heating the insoles was determined. The principles of production of insoles with a heating element which will be used for heating of feet in the cold period of the year are stated. An inexpensive foot heater has been developed, namely, an insole with a heating element made of wire cantaloupe A-1 with a diameter of 0.46 mm, which can be activated from absolutely any type of battery, from laptops, Powerbank, etc.

Keywords: warmed footwear, foot, insole, insole with heating, heat-insulating foil, thermal insole, thermal insulation, accumulator, electric heating, wireless insoles.

Постановка проблеми

В умовах ринкової економіки, яка характеризується стрімким розширенням асортименту товарів і послуг, загостренням конкурентної боротьби між вітчизняними та закордонними виробниками, що підсилена глобальною кризою, все більш актуальним є питання оновлення асортименту продукції для забезпечення профілактики здоров'я людей [1]. Це досягається при створенні виробів високої якості з дотриманням вимог ергономічності та екологічності.

Як відомо, стопи відіграють надзвичайно важливу роль у самопочутті людини. На них розташовані рефлекторні точки – місця концентрації нервових закінчень. Замерзлі ноги – головна причина нежиті та застуди в холодну пору року. Є різні способи утеплити черевики: покласти всередину взуття хутряну устілку, надягати щільні та теплі шкарпетки.

Дуже актуальне питання обігріву дитячих стоп, вкрай важливим є обігрів стоп у холодну пору року для військових, які захищають кордони України на сході. Там в умовах війни надто важко зберігати взуття в гарному стані, правильно за ним доглядати, висушувати в мокру погоду і т.д. Також актуальною є проблема обігріву стоп для людей похилого віку, людей з порушеною у судинах циркуляцією крові, мисливців, рибалок та спортсменів. Тому тема даної наукової статті дуже актуальна.

На сьогоднішній день для утеплення пропонується використовувати спеціальні устілки з фольги [2]. Тієї самої, теплоізоляційної, яка використовується для утеплення стін і відображення тепла від батарей (часто прокладають за батареєю таку фольгу, і тепле повітря залишається в кімнаті). Для утеплення взуття допоможе саме теплоізоляційна фольга, оскільки вона захищає ногу від переохолодження [3].

Устілка – один з основних елементів взуття, від якого залежить опорна комфортність, теплозахисні, гігієнічні та інші характеристики взуття, а також можливість профілактики ряду деформаційних відхилень в стопі, усунення локальних перевантажень [1]. Теплозахисні устілки – захищають від холоду, оскільки утримують тепло і підтримують комфортну температуру стопи, не даючи стопам охолотитися. Така устілка може складатися з одного або двох шарів, один з яких виготовляється з вовни, хутра, повсті, або з трьох шарів різних матеріалів, які створюють ефект термоса: два шари з текстильного матеріалу сітчастої структури (верхній і нижній), а середній шар фольга із спеціальними отворами, довільно розташованими для відведення пароповітряної суміші у внутрішньому взуттєвому просторі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Після проведеного аналізу науково-технічної інформації, була створена наступна класифікація устілок вкладних [1].

Вкладні устілки поділяються за трьома ознаками: 1) за конструкцією: одношарові, багатошарові, з наповнювачем; 2) за призначенням: побутові та спеціальні (ортопедичні, профілактичні – масажні, гігієнічні, теплозахисні); 3) за матеріалом: натуральні, синтетичні (штучні), комбіновані.

На ринку сьогодні є надзвичайно велика кількість способів та пристосувань для обігріву тіла людини: термобілизна, термокуртки, термоштани, термощарпетки, термоустілки та ін. Ціни також дуже різні, можуть відрізнятись в десятки разів. У зв'язку з цим розробка конструкції та виготовлення теплозахисних устілок для утепленого взуття є актуальною та перспективною темою для подальших наших досліджень.

Термоустілки для взуття. Людство користується ними вже багато років. Але сучасні варіанти цих аксесуарів можуть значно більше, ніж їхні попередники. Тепер їх виготовляють не просто з цупкої тканини або хутра, а з таких матеріалів, як латекс, корок, бамбук, фольга і навіть активоване вугілля. Завдяки цьому забезпечується абсолютний захист стоп не лише від холоду, але і від вологи, бактерій і неприємного запаху. Іноді для того, щоб нарешті перестати мерзнути, достатньо всього лише замінити устілки [4].

Тим, кого такі речі особливо не вражають, виробники пропонують ще один варіант – устілки з підігрівом, що працюють від акумулятора. Для людей, яким доводиться днями стояти на морозі, вони можуть стати справжньою рятівною соломинкою, також для спортсменів, котрі взимку активно тренуються на відкритому повітрі. В сьогоднішніх реаліях, коли на сході країни вже котрий рік ідуть бойові дії, такі устілки зможуть захистити від переохолодження стопи наших військових.

Термоустілки для взуття є невеликими, легкими і тонкими вкладками, призначеними для генерації і збереження тепла всередині взуття в холодну пору року. Простота використання, висока ефективність і приголомшливий ефект роблять цей продукт справді унікальним.

До складу хімічних термоустілок входять тільки екологічно чисті компоненти, безпечні для людини і навколишнього середовища. Порошок заліза – один з найпоширеніших елементів в природі і широко використовується в медицині. Активоване вугілля – це прекрасний природний абсорбент, що всмоктує не тільки вологу, але і запахи. У складі устілок активоване вугілля відповідає за сухість і дезодорацію ніг. Деревне борошно в складі грілок-устілок також виступає в якості абсорбенту. Воно відмінно поглинає і утримує в собі вологу і запахи, даруючи тепло і комфорт. Вермикуліт – це природний мінерал, який широко використовується в промислових цілях. У термоустілках вермикуліт служить теплоізоляційним матеріалом, не даючи дорогоцінному теплу витратитися. Сіль, в складі грілок для ніг виконує охолоджуючі функції, не даючи температурі генераторів тепла піднятися вище прийнятної для людини.

Застосування хімічних гріючих устілок буде комфортним і не заподіє шкоди людині. Тільки тепло і комфорт [5]. Відкривати такі устілки необхідно тільки перед використанням. Вкладають устілки у взуття, або, відривають на устілках липку стрічку і приклеюють устілки на шкарпетки, починаючи від пальців ніг і ближче до зовнішньої сторони стопи.

Далі розглянемо механічні устілки для обігріву стопи. Термоустілки з підігрівом бувають з підзарядкою від акумулятора, безпроводні, на пульті. Такі термоустілки облаштовані бездротовим пультом дистанційного керування, мають три режими [6]: низький, середній, високий від 35 до 60 градусів.

Устілка-грілка для взуття [6] має наступні характеристики. Цифровий пульт дистанційного керування: трьохтемпературний регульований. Ємкість акумулятора: 3,7 в 2100 мАч. Режим зарядки: постійний струм і постійна напруга. Термін служби батареї: 500 циклів та більше. Після завантаження, високий рівень може досягати 55 °С всередині взуття і час використання близько 5 годин. Середній діапазон може досягати 45 °С час використання становить близько 7 годин. Низький діапазон до 35 °С, час використання близько 6 годин.

До таких устілок у комплекті йде зарядний шнур USB-C. Заряджати їх можна від Powerbank, комп'ютера, прикурювача, будь-якого зарядного на 5 Вольт. Можна використовувати швидку зарядку до 16 Вт.

Устілки з підігрівом SNEGIRI від Powerbank. Устілки з підігрівом українського виробництва, з надійним нагрівачем з карбонового волокна [7]. У цих устілок є відмінності від інших провідних аналогів. Серед них: застосований надійний нагрівальний елемент з карбонового волокна без струмоведучих пластин (у аналогів як правило переламуються при ходьбі пластини, устілка перестає працювати через 1-2 тижні); устілки можуть працювати більше 10 годин безперервно, від Powerbank ємністю 20000 мАч; нагрів по всій поверхні, з упором на пальці (у китайських аналогів нагрівається зона 10–15 см в основному по центру, у бездротових устілок тільки носок; вибір аксесуарів, тобто можливість роботи в різних умовах, від різних джерел живлення (у аналогів зазвичай тільки один варіант); гарантія – 1 місяць, так як Україна є виробником і є всі можливості для сервісу (у аналогів китайського виробництва, як правило, гарантія закінчується перевіркою при отриманні).

Устілки можна використовувати де завгодно: в холодному офісі (від комп'ютера), по шляху на роботу (від батарейок) або на роботі (від PowerBank) в авто (від прикурювача) або на зимовій риболовлі. Також носіям таких устілок знадобиться PowerBank ємністю 10000 мАг або 20000 мАг, який є в наявності.

SNEGIRI мають ряд переваг: карбоновий нанотехнологічний нагрівачий елемент витримує більше

5 млн кроків; інфрачервоний підігрів стоп корисний для здоров'я; максимальна теплоізоляція з матеріалу EVA щільністю в 100 шор (більше не буває, устілки зберігають тепло у взутті, навіть коли відключені).

Характеристики устілок з підігрівом SNEGIRI: температура нагріву до 45 °С; час роботи від батарейок/акумуляторів до 5 годин; час нагріву від 3 хвилин; нагрів по всій поверхні (не тільки носкова частина взуття); напруга живлення 5...6 В; товщина 7-8 мм (4-5 мм після усадки).

Самоклеючі грілки для рук, ніг, термоустілки, устілки з підігрівом. Устілки розроблені спеціально для того, щоб зігрівати і перешкоджати переохолодженню ніг [8]. Термоустілки стануть незамінним супутником в подорожах і прогулянках, в холодну пору року, в приміщенні і на вулиці. Середня температура нагріву + 41°C / + 43°C. В упаковці 2 штуки (1 пара). Тривалість дії: 7–10 годин. Склад: Залізна пудра, активоване вугілля, сіль, вермикуліт, абсорбуюча смола.

Устілки CRIVIT з підігрівом (Німеччина), з електропідігрівом від акумуляторів для лижних черевиків і звичайного взуття [9]. CRIVIT® - німецький бренд, який займається виготовленням товарів для спорту і активного відпочинку. Розмір 36-48 європейський, підрізають під необхідний розмір.

Час роботи підігріву до 8–10 годин. У комплекті: 2 устілки з підігрівом, потужність 250 mAh з шлейфами (60 cv); 2 акумулятора літій-іон 2000 mAh 3,7V, з LED індикатором, з кріпленням на черевикі, зарядний пристрій від мережі 220V, заряджає відразу 2 устілки.

Отже, можна зробити такі висновки з проведеного аналізу джерел літератури.

Принцип роботи устілок з підігрівом. Пристрій досить простий, на базі устілки знаходиться вкладиш-грілка. Завдяки цьому вона захищає стопи від холоду кілька годин. Устілка виконана з матеріалу, який добре зберігає і повторює форму стопи, а також рівномірно розподіляє тепло.

За принципом роботи устілки поділяють на такі типи: хімічні та механічні.

Хімічні. Найпростіші за принципом дії, так звані хімічні акумулятори. Їх нагрівальний ефект заснований на хімічній реакції, яка виробляє тепло. В основі такої пластичної устілки — гель, який при розминанні виробляє тепло. Нагрівання відбувається в результаті хімічної реакції. Такий вигляд пристрою одноразовий і це їх основний недолік. Перед застосуванням знімається верхній шар, що призводить до її роботи. Термін використання не більше 4 годин. Перевага: простота використання, доступна ціна.

Механічні. Для таких устілок заснована на звичному ефекті живлення від батареї. Нагрівальний елемент отримує енергію від акумулятора, який заряджається заздалегідь від мережі. Працювати така устілка може від 6 до 12 годин. Вони бувають двох типів: провідні та безпровідні. В безпровідних устілках акумулятор розташований у п'ятковій частині, саме від нього залежить тривалість роботи. В деяких модифікаціях передбачений пульт, за допомогою якого регулюється час і рівень нагріву. У провідних типах устілок або дротових пристрій забезпечує рівномірне нагрівання, для з'єднання устілки і батареї використовуються дроти.

Але їх об'єднує те, що в обидвох цих видах є вбудований нагрівальний елемент, який працює від струмів низької напруги. Даний тип вважається найбезпечнішим, тому його можна використовувати тривалий час. Пристрій тонкий, завдяки легкому нагрівальному елементу. Навколо розміщений матеріал, який сприяє рівномірному розподілу температури. Нагрівальний елемент безпечний для людини. У всіх цих устілках є величезний недолік: вони дорогі для середньостатистичного українського споживача. Тому перед нами стоять завдання розроблення та виготовлення таких вкладних устілок з підігрівом, які б мали відносно невисоку ціну.

У своїй роботі ми зупинимося на бездротових устілках з підігрівом, оскільки саме вони свідчать про технічний прогрес, який дійшов навіть до устілок. Конструкція проста і не має проводів, що і цікавить багатьох потенційних клієнтів. Управляється устілка з допомогою виносного дистанційного пульта. Пристрій в нашій конструкції має не великий акумулятор. Перевагами подібних моделей є: можливе застосування з будь-яким типом взуття; термін придатності близько 3-х років, хоча багато що залежить від інтенсивності експлуатації; можливість регулювання температурних режимів.

Формулювання цілей статті

В нашій роботі були визначені перспективи розробки бездротових устілок з підігрівом з метою утеплення взуття в холодну пору року та, як наслідок, виготовлення таких устілок. Тому завданням даної роботи є розрахунок нагрівального елемента для вкладних устілок та виготовлення їх прототипу, які будуть доступні за своєю ціною політикою для середньостатистичного українського покупця.

Виклад основного матеріалу

Розрахунок нагрівального елемента для вкладної устілки.

Проаналізувавши різні джерела інформації щодо вибору матеріалів у якості нагрівального елемента устілки з підігрівом, ми зупинились на двох видах: дріт з ніхрому та дріт з канталу. Є багато різних сплавів з високим питомим опором, з яких можна робити нагрівачі. У нашому прикладі розглянемо ніхром і кантал. Основна відмінність трьох видів Кантала - різний зміст алюмінію в своєму складі, що трохи впливає на питомий опір: кантал А1 - 5,8%; кантал А - 5,3%; кантал D - 4,8%. Кантал А-1 - більш жаростійкий сплав, ніж інші, відповідно, для наших устілок рекомендується саме Кантан А-1. Для простоти розрахунків, нижче наведена таблиця 1, яка містить в собі відношення діаметра дроту до його опору на 1 метр (Ом/м).

Таблиця переведення перетину дроту з AWG* в мм

Діаметр		Kanthal A-1	Kanthal A	Kanthal D	Nichrome 60	Nichrome 80
AWG*	мм	Ом/м	Ом/м	Ом/м	Ом/м	Ом/м
20	0,81	2,76	2,76	2,76	2,36	1,96
21	0,72	3,54	3,54	3,15	2,76	2,76
22	0,64	4,33	4,33	4,33	3,54	3,15
23	0,57	5,51	5,51	5,13	4,33	4,33
24	0,51	7,09	6,69	6,69	5,51	5,12
25	0,46	9,06	8,66	8,27	7,09	6,69
26	0,41	11,42	10,63	10,63	9,06	8,66
27	0,36	14,17	13,39	13,39	11,42	10,63
28	0,32	18,11	17,32	16,54	14,57	13,39
29	0,29	22,44	21,65	20,87	18,11	17,32
30	0,26	28,35	27,17	26,38	22,83	21,65
31	0,22	35,83	34,25	33,46	28,74	27,17
32	0,20	45,28	43,31	42,13	36,22	34,65
33	0,18	57,09	54,72	53,15	45,67	43,70
34	0,16	72,44	69,29	67,32	57,87	55,51
35	0,14	90,55	86,61	84,25	72,44	69,29
36	0,13	114,96	109,84	106,69	91,73	88,19
37	0,11	144,88	138,58	134,65	115,75	111,81
38	0,10	181,50	173,62	168,50	144,88	140,16

* Примітка: *AWG – американська система маркування діаметрів дроту.

Розрахунок дротяного нагрівача здійснюється в першу чергу для визначення необхідного джерела живлення, тобто таких його параметрів як напруга і струм, ну і як наслідок – потужності.

Щоб знайти повний опір відрізка дроту, потрібно:

1. Визначити (задати) діаметр дроту і його матеріал.

2. Згідно з отриманими (заданими) даними, знайти його опір (Ом/м). Для цього потрібно помножити довжину відрізка дроту (в метрах), на питомий опір, в результаті вийде величина опору [10].

3. Знаючи опір, можна підключити наш дріт до джерела живлення, щоб знайти струм [10, 11]. Згідно із законом Ома ($I=U/R$) струм дорівнює напруга (у вольтах) поділена на опір (в Ом), на виході вийде струм в Амперах. Це потрібно в такій ситуації: у нас є блок живлення, наприклад, на 12 вольт і максимум на 3 Ампера. Потрібно перевірити, чи не буде струм від нашого нагрівача перевищувати максимальний допустимий струм з боку живлення. Щоб знайти потужність нагрівача у Ватах, потрібно помножити струм на напругу ($P=U*I$), де P – електрична потужність (у Ватах).

Задаймося джерелом живлення. Нехай це буде блок живлення на 12 Вольт від світлодіодної стрічки. Розраховуємо його струм [12]: $I=P/U=30/12=2,5$ Ампер. Отже, потрібен блок живлення як мінімум на 3 Ампера, щоб був запас по струму.

Тепер можна знайти опір нагрівача із закону Ома: $R=U/I=12/2,5=4,8$ Ом.

Далі звертаємось до таблиці опорів (табл. 1), прикинувши потрібну довжину дроту. Припустимо, що нам потрібен нагрівач з довжиною 0,5 м. Це означає, що питомий опір буде $4,8/0,5=9,6$ Ом/м.

Шукаємо в таблиці 1 найближчий питомий опір (в нашому прикладі це 9,06 Ом/м), і таким чином знаходимо потрібну нам площу поперечного перерізу дроту (діаметр 0,46 мм, отже площа 0,16 мм²).

Питомий опір буде злегка відрізнятись, так що можна провести перевірочний розрахунок, як на самому початку роботи. Знаючи новий питомий опір (для обраного дроту), перераховуємо на наші 0,5 метрів: $9,06*0,5=4,53$ Ом. Таким чином, струм у ланцюзі буде $12/4,53=2,65$ Ампер, що трохи вище, ніж ми хотіли, але не вище 3 Ампер, як у нашого блоку живлення. Також збільшилася потужність, $2,65*12=32$ Ват. Якщо «реальне» значення нас не влаштовує, то можна злегка змінити довжину нагрівача, і струм і потужність будуть такі, як задавалися спочатку. Тобто беремо не 0,5 метра, а трохи більше.

Щоб знайти нову довжину дроту, потрібно спочатку розділити опір на табличний питомий опір, тобто в нашому прикладі це $4,8/9,06=0,53$ метра. Як бачимо, довжина нашого нагрівача збільшилася на 3 см, але тепер ми отримуємо потрібні нам 30 Ват.

Переваги кантала перед ніхромом: у кантала питомий опір вище, ніж у ніхрому, при цьому питома вага менше, отже, більш він економічніший; температура плавлення канталу вище; він більш стійкий до окислення на повітрі при високих температурах; кантал відмінно тримає форму, у нього відсутня "пружинистість".

Отже, пропонуємо для наших вкладних устілок із підігрівом використовувати здубльовані матеріали. Першим шаром, який буде контактувати безпосередньо зі стопою, беремо будь-який матеріал для утепленого взуття: фетр або повсть. Другим шаром буде жорсткий картон, на який і буде кріпитись дріт з канталу А-1 діаметром 0,46 мм. Саме цей дріт і буде нагріватись і підігрівати стопи при охолодженні. Для того щоб дріт не створював небезпеку для стопи, пропонуємо його заламінувати разом із картоном. Після чого потрібно буде здублювати обидва шари вкладних устілок.

Висновки

Як відомо, існує декілька способів утеплення взуття. Успішне вирішення задачі обігріву стоп з допомогою спеціальних устілок дозволить урізноманітнити асортимент взуття для холодної пори року. В даний час на ринку взуття є багато термоустілок імпортного виробництва, ціни на які досить часто занадто високі для середньостатистичного українського покупця. Тому доречно виготовляти українське взуття гарних конструкцій та хорошої якості зі спеціальними вкладними термоустілками за адекватними цінами, щоб задовольнити споживчі потреби нашого споживача. Також можливий варіант виготовлення лише термоустілок, які можна буде вставляти у будь-яке взуття.

Для утеплення стоп обрано механічний вид безпровідних устілок. Розроблено недорогий за ціною обігрівач для ніг, а саме вкладну устілку з нагрівальним елементом виготовленого з дроту канталу А-1 діаметром 0,46 мм, який можна активувати абсолютно від кожного виду батареї, від ноутбуків, Powerbank та ін.

Література

1. Взуття спеціального призначення з активним впливом на рефлекторні точки ноги : монографія / [С. С. Гаркавенко, О. В. Ковальчук, Н. В. Первая, Н. Д. Пруднікова] ; за заг. ред. С. С. Гаркавенко. – К. : КНУТД, 2017. – 116 с.
2. Щоб вашим ногам було тепліше. Як утеплити зимове взуття за «копійки» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.volyn.com.ua/news/119839-shchob-vashym-noham-bulo-teplishe>
3. Стельки обувные, термо стельки натуральные с фольгой [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ua.all.biz/stelki-obuvnye-termo-stelki-naturalnye-s-folgoj-g2481555>
4. 7 корисних речей для зими, про які Ви, можливо, не знали... [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://epicentrk.ua/ua/articles/7-poleznykh-veshchey.html>
5. Термостельки, стельки с подогревом одноразовые [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://электропростынь.укр/termostelki-krasnue.html>
6. Термостельки с подогревом беспроводные [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.olx.ua/uk/obyavlenie/2100ma-termo-stelki-podogrevom-akkumulyator-besprovodnye-pult-lyzhnye-IDJatRB.html>
7. Стельки с подогревом SNEGIRI от Powerbank [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.olx.ua/uk/obyavlenie/stelki-s-podogrevom-snegiri-ot-powerbank-eto-ne-massazher-tonometr-IDJfg7F.html>
8. Самоклеющиеся грелки для рук, ног, термостельки, стельки с подогревом [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.olx.ua/uk/obyavlenie/samokleyuschiesya-grelki-dlya-ruk-nog-termostelki-stelki-s-podogrevom-IDBGTql.html>
9. Стельки Германия CRIVIT с подогревом [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.olx.ua/uk/obyavlenie/stelki-germaniya-crivit-s-podogrevom-stelki-ustlki-z-pdgrvom-nov-IDFxdOl.html>
10. Закон Ома для участка цепи [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://electricalschool.info/main/osnovy/1227-zakon-oma-dlja-uchastka-cepti.html>
11. Электричний опір. Закон Ома для ділянки кола. 8 клас. Фізика. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uroky.com.ua/elektrychnyj-opir-zakon-oma-dlja-diljanky-kola/>
12. Писаренко Г. С. Опір матеріалів : підручник / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський ; за ред. Г. С. Писаренка. – 2-е вид., допов. і переробл. – К. : Вища шк., 2004. – 655 с. : іл. – ISBN 966-642-056-2.

References

1. Vzuttia spetsialnogo pryznachennia z aktyvnym vplyvom na reflektorni tochky nohy : monohrafiia / [S. S. Harkavenko, O. V. Kovalchuk, N. V. Pervaia, N. D. Prudnikova] ; za zah. red. S. S. Harkavenko. – K. : KNUITD, 2017. – 116 s.
2. Shchob vashym noham bulo teplishe. Yak uteplyty zymove vzuttia za «kopiiki» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.volyn.com.ua/news/119839-shchob-vashym-noham-bulo-teplishe>
3. Stelki obuvnye, termo stelki naturalnye s folgoj [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://ua.all.biz/stelki-obuvnye-termo-stelki-naturalnye-s-folgoj-g2481555>
4. 7 korisnih rechej dlya zimi, pro yaki Vi, mozhlivo, ne znali... [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://epicentrk.ua/ua/articles/7-poleznykh-veshchey.html>
5. Termostelki, stelki s podogrevom odnorazovye [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://elektroprostyn.ukr/termostelki-krasnue.html>
6. Termostelki s podogrevom besprovodnye [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://www.olx.ua/uk/obyavlenie/2100ma-termo-stelki-podogrevom-akkumulyator-besprovodnye-pult-lyzhnye-IDJatRB.html>
7. Stelky s podohrevom SNEGIRI ot Rowerbank [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.olx.ua/uk/obyavlenie/stelki-s-podogrevom-snegiri-ot-powerbank-eto-ne-massazher-tonometr-IDJfg7F.html>
8. Samokleiushchiesya hrelky dlia ruk, noh, termostelky, stelky s podohrevom [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.olx.ua/uk/obyavlenie/samokleyuschiesya-grelki-dlya-ruk-nog-termostelki-stelki-s-podogrevom-IDBGTql.html>
9. Stelky Hermaniya CRIVIT s podohrevom [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.olx.ua/uk/obyavlenie/stelki-germaniya-crivit-s-podogrevom-stelki-ustlki-z-pdgrvom-nov-IDFxdOl.html>
10. Zakon Oma dlia uchastka tsepy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://electricalschool.info/main/osnovy/1227-zakon-oma-dlja-uchastka-cepti.html>
11. Elektrychnyi opir. Zakon Oma dlia dilianky kola. 8 klas. Fyzyka. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://uroky.com.ua/elektrychnyj-opir-zakon-oma-dlja-diljanky-kola/>
12. Pysarenko H. S. Opir materialiv : pidruchnyk / H. S. Pysarenko, O. L. Kvitka, E. S. Umanskyi ; za red. H. S. Pysarenka. – 2-e vyd., dopov. i pererobl. – K. : Vyshcha shk., 2004. – 655 s. : il. – ISBN 966-642-056-2.

Надійшла/Paper received : 05.05.2021 р. Надрукована/Printed : 02.06.2021 р.