

**V Всероссийская научно-практическая конференция  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»  
212-1 16-17 декабря 2020г.**

УДК 621.31

Э.Ф. ГАЛИАКБЕРОВА, аспирант гр.ЭТТ-1050903-20А (УГАТУ), г. Уфа  
Р.Р. САТТАРОВ, доктор технических наук, профессор (УГАТУ), г. Уфа  
С.В. ЯРМЕЕВ, студент гр. СЭМС-509 (УГАТУ), г. Уфа  
Д.В. ЛАЗАРЕВ, Руководитель направления по развитию энергетического  
бизнеса ПАО «Газпромнефть», г. Санкт- Петербург

# **РАЗРАБОТКА НОВОГО SMART-МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОГО МИКРОКЛИМАТА**

**Аннотация.** В настоящее время в связи с достижениями в электронной технике растет интерес к Smart-материалам, в частности, электронным тканям, обеспечивающим выполнение не только основных функций, но и различных дополнительных функций, одним из которых является поддержание необходимого микроклимата для укрываемого объекта. Основной и наиболее энергозатратной функцией является поддержание необходимой температуры и влажности, что особенно актуально для холодного климата, например, для решения задач в Арктике.

Целью работы является исследование возможности разработки материалов с подогревом за счет источников энергии окружающей среды. Одними из наиболее распространенных и доступных являются источники кинетической энергии вибрации, тряски. Поэтому основное направление исследований связано с анализом параметров и характеристик преобразования вибраций в тепло или электричество.

**Ключевые слова:** ткань с электромагнитным нагревом, вибрация, вихревые токи.

Все объекты, как мобильные, так и стационарные, подвергаются различным воздействиям окружающей среды. Для многих биологических и технических объектов необходимым является поддержание заданного теплового состояния, что в большинстве случаев требует затрат энергии на их нагрев.

На сегодняшний день в мире ведутся работы по разработке электронных тканей, в том числе с подогревом. При этом источники питания вынесены из структуры ткани и либо являются традиционными химическими с необходимостью замены или пополнения, либо используются фотоэлементы для сбора и утилизации световой энергии окружающей среды[1].

В работе предлагается разработка материалов с подогревом за счет источников кинетической энергии окружающей среды, так как практически все объекты подвергаются воздействию вибрации или тряски. Механические воздействия широко используются для обеспечения независимого электропитания в микросистемной технике. Поэтому основное направление исследований связано с механизмом прямого преобразования энергии вибрации в тепло или электричество.

Предлагаемый механизм может конструктивно быть реализован за счет применения нового динамического материала - ткани с электромагнитным нагревом.

Ткань с электромагнитным нагревом представляет собой полотно, выполненное переплетением нитей, и содержащей основные неэлектропроводные нити и нагревательные нити с электромагнитным нагревом (Рис.1).

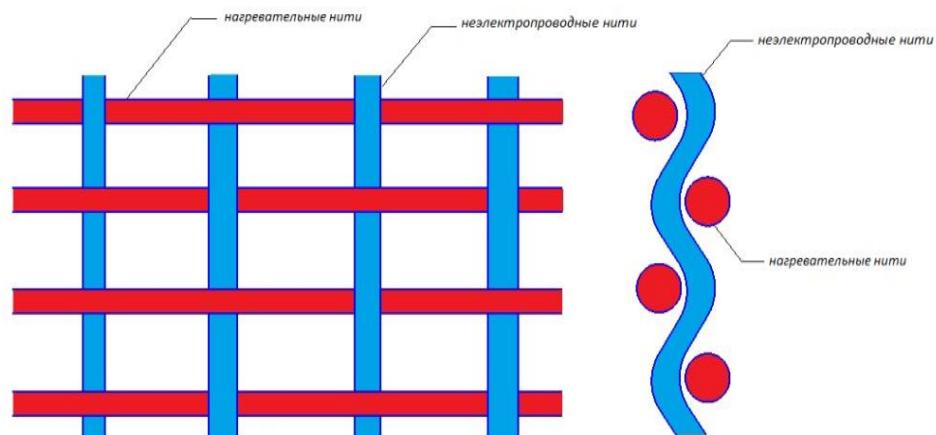


Рис.1 Структура ткани с электромагнитным нагревом

Нагревательные нити выполнены в виде электропроводящих немагнитных трубок, внутри которых закреплены периодически намагниченные упругие нити из магнитотвердого материала[2]. На Рис. 2 изображено устройство нагревательных нитей с электромагнитным нагревом.

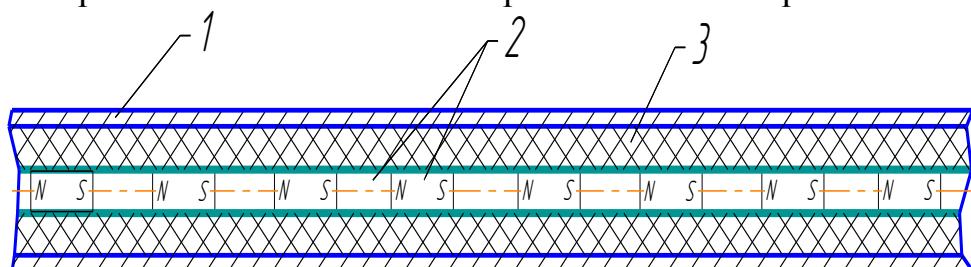


Рис.2 Конструкция нагревательных нитей

Ткань с электромагнитным нагревом содержит нагревательные нити, представляющие собой трубчатые волокна 1, которые выполнены в виде электропроводящих немагнитных трубок. Внутри этих трубчатых волокон

с зазором 3 размещены нитевидные постоянные магниты 2, представляющие собой периодически намагниченные упругие нити из магнитотвердого материала, которые имеют места соединения с трубчатыми волокнами[3].

Во время механических действий человека, при ходьбе и беге, благодаря инерции и упругой связи нитевидных постоянных магнитов с трубчатыми волокнами возникают относительные колебания нитевидных постоянных магнитов и в трубчатых волокнах наводятся вихревые токи.

Протекание вихревых токов сопровождается выделением тепла в соответствии с законом Джоуля-Ленца, что ведет к нагреву трубчатых волокон и всего слоя ткани.

Величина выделяющегося количества теплоты, а, следовательно, и температура нагрева определяется величинами индукции магнитного поля, амплитуды и частоты относительных колебаний, а также электрическим сопротивлением по пути их протекания[4]. Данное изобретение обеспечивает заданную энергоэффективность, экологичность и ресурсосбережение.

На основе предлагаемых исследований могут быть предложены прикладные проекты, связанные с разработкой Smart- материалов, которые обеспечивают поддержание необходимого микроклимата (температуры и влажности) для укрываемого биологического или технического объекта за счет энергии окружающей среды[5].

Материалы, обеспечивающие поддержание необходимой температуры и влажности, могут широко использоваться в различных областях – спорте, медицине и технике[6]. Подобные системы и материалы могут найти широкое применение для защиты от низких температур, например, в условиях Крайнего Севера или Арктики.

## Список литературы:

1. Саттаров Р.Р., Галиакберова Э.Ф. Использование вихревых токов в индивидуальных автономных технологиях обогрева биологических и технических объектов // III International Conference «Engineering & Telecommunication En&T 2016». November 29–30, 2016. Book of Abstracts. Moscow / Dolgoprudny: MIPT, 2017. - p.124- 126. – p.212 – 214.
  2. Kazmierski T., Beeby S. Energy harvesting systems: principles, modeling and applications / ed. Kazmierski T.J., Beeby S. New York, NY: Springer New York, 2010. 163 p.
  3. Cepnik C., Lausecker R., Wallrabe U. Review on electrodynamic energy harvesters-a classification approach // Micromachines. 2013. Vol. 4. P. 168–196.
  4. Small-Scale Energy Harvesting / ed. Lallart M. InTech, 2012.

**V Всероссийская научно-практическая конференция  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»  
212-4**

---

**16-17 декабря 2020г.**

5. Mitcheson P.D. et al. Energy harvesting from human and machine motion for wireless electronic devices // Proc. IEEE. 2008. Vol. 96, № 9. Р. 1457–1486.

6. Саттаров Р.Р., Галиакберова Э.Ф., Хайруллин И.Х., Крымов Б.С., Ткань с электромагнитным нагревом. Патент РФ на изобретение №2599003, Опубл. 10.10.2016 МПК H02G 7/16.

Информация об авторах:

Галиакберова Эмилия Фиргатовна, Аспирант гр.ЭТТ-1050903-20А, УГАТУ, 450000, г. Уфа, ул. Карла Маркса, д.12, galiakberovaef@gmail.com

Саттаров Роберт Радилович, доктор технических наук, профессор кафедры Электромеханики, УГАТУ, 450000, ул. Карла Маркса, д.12, [sattar.rb@gmail.com](mailto:sattar.rb@gmail.com)

Ярмееев Султан Вакилевич, студент гр. СЭМС-509, УГАТУ, 450000, г.Уфа, ул.Карла Маркса, д.12, [yarmeevs@mail.ru](mailto:yarmeevs@mail.ru)

Лазарев Дмитрий Владимирович, Руководитель направления по развитию энергетического бизнеса ПАО «Газпромнефть», 190000 г. Санкт-Петербург, ул. ул. Почтамская, д. 3-5, [lazarev.dv@mail.ru](mailto:lazarev.dv@mail.ru)