



ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МЕТОДОЛОГІЇ
ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

присвячена 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича

Збірник матеріалів конференції

**18 січня 2018 року
м. Київ, Україна**

Міністерство освіти і науки України
Національна академія педагогічних наук України
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
Академія вищої освіти України
Національний університет харчових технологій
Миколаївський національний університет імені В.О.Сухомлинського
Рівненський державний гуманітарний університет
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Житомирський державний університет імені Івана Франка

Всеукраїнська науково-практична конференція

Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико- математичних дисциплін

присвячена 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича

Збірник матеріалів конференції

18 січня 2018 року

м. Київ, Україна

Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін», присвяченої 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича 18 січня 2018 року, Київ, Україна – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. – 169 с.

Організаційний комітет

Андрущенко В.П. – доктор філософських наук, професор, член-кореспондент НАН України, академік НАПН України, ректор НПУ імені М.П. Драгоманова (**голова оргкомітету**);

Працьовитий М.В. – доктор фізико-математичних наук, професор, декан фізико-математичного факультету НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

Торбін Г.М. – доктор фізико-математичних наук, професор, проректор з наукової роботи НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

Сергієнко В.П. – доктор педагогічних наук, професор, директор Інституту неперервної освіти НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

Пудченко С.А. – аспірант кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи НПУ імені М.П. Драгоманова (**відповідальний секретар**);

Вернидуб Р. М. – доктор філософських наук, кандидат фізико-математичних наук, професор, проректор з навчально-методичної роботи НПУ імені М.П. Драгоманова;

Корець М.С. – доктор педагогічних наук, професор, проректор із науково-педагогічної та адміністративно-господарчої роботи НПУ імені М.П. Драгоманова;

Андрусишин Б. І. – доктор історичних наук, професор, декан факультету політології та права;

Падалка О. С. – доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України, завідувач кафедри економіки освіти;

Гончаренко Я. В. – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики;

Грищенко Г. О. – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної та теоретичної фізики та астрономії;

Сиротюк В. Д. – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії;

Швець В. О. – кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедри математики і теорії та методики навчання математики;

Шут М. І. – доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України, завідувач кафедри загальної і прикладної фізики;

Січкач Т. Г. – кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри загальної і прикладної фізики;

Касперський А.В. – доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри технічної фізики та математики;

Заболотний В.Ф. – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

Єфименко В. В. – кандидат педагогічних наук, доцент, заступник декана факультету інформатики;

Мусієнко Ю.А. – старший викладач кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи НПУ імені М.П. Драгоманова;

Лазаренко М.В. – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики Національного університету харчових технологій Київ;

Мосієвич О. С. – кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри фізики, проректор Рівненського державного гуманітарного університету;

Ткаченко О. К. – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Луценко В.Ю.,
к.т.н., доц. каф. ММНФМДВШ,
Національний педагогічний університет
ім. М.П. Драгоманова

Жагров А.С.,
к.т.н., доц. кафедри фізики

Оселедчик Ю.С.,
д.ф.-м.н., проф., зав. каф. МЕІС,
Запорізька державна інженерна академія,
м. Запоріжжя, Україна

Ярова С.С.,
магістрант гр. ФМІСОмп (1.4)) каф. ММНФМДВШ,
Національний педагогічний університет
ім. М.П. Драгоманова

ПІДВИЩЕННЯ ККД ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА В НЕСТАЦІОНАРНОМУ ТЕМПЕРАТУРНОМУ ПОЛІ

Термоелектричні пристрої – генератори і холодильники, дозволяють перетворювати теплову енергію в енергію електричного струму і навпаки. Можливість використання цих пристроїв для утилізації «теплових забруднень», відсутність у їх складі механічних частин, отруйних хладоагентів, мала інерційність і габарити визначають актуальність і перспективність їх застосування у вирішенні екологічних та енергетичних викликів сучасності. Традиційно ці пристрої працюють в стаціонарному температурному полі. Такий режим роботи характеризується низьким значенням ККД, що обмежує їх широке застосування.

Підвищити ефективність термоелектричного приладу вдається в нестационарних режимах роботи, що пояснюється істотною відмінністю постійних часу електричних та теплових процесів, що мають місце всередині модуля [1]. Результати дослідження таких режимів у випадку термоелектричних холодильників досить широко висвітлені у науковій літературі [2-4], в той час як багато питань, пов'язаних з роботою термоелектричного генератора (ТЕГ) у періодичному перехідному режимі, потребують додаткових досліджень.

Для вивчення періодичного перехідного режиму термоелектричного генератора була створена експериментальна установка, що включає кероване джерело імпульсного струму, пристрій реєстрації вихідної напруги ТЕГ, два модулі Пельтье – М1, М3 (ТЕС1-12708), які використовувалися в якості нагрівача і холодильника для досліджуваного ТЕГ – М2 (ТЕС1-12703). При зміні напрямку зовнішнього струму через модулі М1, М3 нагрівач і холодильник міняються місцями, таким чином, ТЕГ М2 знаходиться в умовах, коли зовнішній, по відношенню до нього, тепловий потік періодично змінює свій напрямок. У ході аналізу вихідного сигналу ТЕГ встановлено наявність максимуму на часовій залежності термо-ЕРС. При досить тривалому часі протікання постійного струму одного напрямку (не менше 5хв.), на опорі навантаження генератора встановлюється стаціонарне значення напруги, яке характеризує роботу ТЕГ у зовнішньому стаціонарному температурному полі. Експериментально досліджено залежності генерованої потужності від опору навантаження, визначено значення цього опору, для якого реалізується режим відбору «максимальної потужності» для випадків періодичного перехідного та стаціонарного режимів роботи ТЕГ. Отримана залежність генерованої потужності від періоду зміни напрямку зовнішнього теплового потоку, встановлено наявність «оптимальної частоти» роботи, для якої має місце максимальне значення генерованої ТЕГ потужності, в нашому випадку оптимальна частота роботи склала ~ 0.01 Гц.

Експериментальне дослідження перехідного режиму роботи ТЕГ підтвердило можливість істотного поліпшення характеристик перетворення теплової енергії в електричну у

порівнянні зі стаціонарним методом перетворення. Перехід до періодичного перехідного режиму роботи термоелектрогенератора забезпечує можливість збільшення у 20 і більше разів значення генерованої потужності. В основі такого підвищення ефективності роботи ТЕГ лежить поява максимуму в його вихідній напрузі, що пояснюється короткочасним, протягом приблизно 20с, збільшенням теплового опору генератора. По закінченню цього часу тепловий опір зменшується і відновлюється стаціонарний режим генерації.

Фізично тимчасове збільшення теплового опору ТЕГ означає, що теплові втрати на певний час зменшуються і теплота, яка приходить в спаї напівпровідникових термопар від нагрівача, нагріває їх до значно вищої температури порівняно з стаціонарним режимом. Аналогічно, зменшення втрат теплової енергії, пов'язаних з теплопровідністю всередині модуля, призводить до того, що холодні спаї охолоджуються до значно меншої порівняно зі стаціонарним режимом температури. Поява додаткової температурної різниці між гарячими і холодними спаями і визначає появу максимуму у вихідному напрузі термоелектрогенератора.

Проведене експериментальне дослідження свідчить про зменшення теплових втрат, пов'язаних з теплопровідністю всередині модуля. Таким чином, можна очікувати збільшення ККД генераторів, що працюють в перехідному режимі. Отримані результати вказують на перспективність подальших досліджень та необхідність переходу до реального нагрівника і холодильника. У таких системах напрямок теплових потоків в ТЕГ можна буде міняти механічно, наприклад, якщо генератор буде мати циліндричну форму і періодично повертається на 180 градусів між нагрівачем і холодильником, що мають напівциліндричні западини.

Література

1. Иорданишвили Е.К., Бабин В.П. Нестационарные процессы в термоэлектрических и термомагнитных системах преобразования энергии. М.: Наука, 1983.– 216 с.
2. A.A. Snarskii, I.V. Bezudnov Rotating thermoelectric device in periodic steady state. Energy Conver 2015; 94: 103–111.
3. Ming Ma, Jianlin Yu, Jiaheng Chen An investigation on thermoelectric coolers operated with continuous current pulses. Energy Conver 2015; 98: 275–281.
4. Nguyen Q. Nguyen, Kishore V. Pochiraju Behavior of thermoelectric generators exposed to transient heat. Applied Thermal Engineering 2013; 51:1-9.

Луценко В.Ю., Жагров А.С., Оселдчик Ю.С., Ярова С.С. Підвищення ккд термоелектричного генератора в нестационарному температурному полі.

Анотація. У роботі і запропоновано нову методику експериментального дослідження періодичного перехідного режиму роботи термоелектричного генератора. Визначено значення оптимальної частоти зміни зовнішніх теплових потоків та запропоновано якісне пояснення зростання в періодичному перехідному режимі, що генерується термоелектричним генератором потужності.

Ключові слова: термоелектрика, термоелектричний генератор, пряме перетворення енергії, перехідний режим, рекуперация тепла.

Lutsenko V.Yu., Zhagrov A.S., Oseledchik Yu.S., Yarova S.S. Increase of the efficiency of the thermoelectric generator in the non-stationary temperature field.

Abstract. This paper presents a measuring installation and proposes a new method for experimental investigation of periodic transient mode of thermoelectric generator. The value optimal frequency of changing the external thermal fluxes is determined and qualitative explanation of increase power in periodic transient regime generated by the thermoelectric generator is given.

Key words: thermoelectricity, thermoelectric generators, direct energy conversion, mode transition.