

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0778****Limity radiačného a konvekčného chladenia cez fázové zmeny pracovnej látky v slučkovom termosifóne**Zodpovedný riešiteľ **prof. RNDr. Milan Malcho, PhD.**Príjemca **Žilinská univerzita v Žiline - Strojnícka fakulta**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Žilinská univerzita v Žiline

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Projekt nemá žiadnu spoluprácu so zahraničným pracoviskom.

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Projekt nemá žiadne výsledky v podobe udeleného patentu, podanej patentovej prihlášky, vynálezu alebo úžitkového vzoru.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Nemec Patrik, Gravity in heat pipe technology : chapter 7, In: Gravity : geoscience applications, industrial technology and quantum aspect / Zouaghi, Taher – 1. vyd. – Rijeka (Chorvátsko) : Intech, 2018. – ISBN 978-953-51-3823-5. – ISBN (online) 978-953-51-3824-2, s. 131-166

Nemec Patrik, Porous structures in heat pipes: chapter 7, In: Porosity: process, technologies and applications / Ghrib, Taher. – 1. vyd. – London (Veľká Británia) : Intech, 2018. – ISBN 978-1-78923-042-0. – ISBN (online) 978-1-78923-043-7, s. 141-180

Puchor, Tomáš ; Banovčan, Roman ; Lenhard, Richard Numerical simulation of airflow around the evaporator in the closed space ; Experimental fluid mechanics 2017, 12 [21.11.2017-24.11.2017, Mikulov, Česko]. – [recenzované]. – DOI

10.1051/epjconf/201818002088. – WOS CC ; SCOPUS, In: Experimental fluid mechanics 2017 [elektronický dokument] / Dančová, P. [Zostavovateľ, editor]. – 1. vyd. – Les Ulis (Francúzsko) : Édition Diffusion Presse Sciences, 2018. – (EPJ Web of Conferences, ISSN 2100-014X, ISSN 2101-6275 ; Vol. 180). – ISSN 2101-6275, s. [1-4] [online], Verejná poznámka: Článok je zaradený v databáze Web of Science a Scopus.

Nemec, Patrik; Malcho, Milan Influence of the ambient temperature on the cooling efficiency of the high performance cooling device with thermosiphon effect / ; Experimental fluid mechanics 2017, 12 [21.11.2017-24.11.2017, Mikulov, Česko]. – [recenzované]. – DOI 10.1051/epjconf/201818002073. – WOS CC ; SCOPUS

In: Experimental fluid mechanics 2017 [elektronický dokument] / Dančová, P. [Zostavovateľ, editor]. – 1. vyd. – Les Ulis (Francúzsko) : Édition Diffusion Presse Sciences, 2018. – (EPJ

Web of Conferences, ISSN 2100-014X, ISSN 2101-6275 ; Vol. 180). – ISSN 2101-6275, s. [1-4] [online]

Verejná poznámka: Článok je zaradený v databáze Web of Science a Scopus.

Nemec, Patrik; Kaduchová, Katarína; Malcho, Milan, Dustproof cooling of the electrical box; Experimental fluid mechanics 2017, 12 [21.11.2017-24.11.2017, Mikulov, Česko]. – [recenzované]. – DOI 10.1051/epjconf/201818002072. – WOS CC ; SCOPUS, In:

Experimental fluid mechanics 2017 [elektronický dokument] / Dančová, P. [Zostavovateľ, editor]. – 1. vyd. – Les Ulis (Francúzsko) : Édition Diffusion Presse Sciences, 2018. – (EPJ Web of Conferences, ISSN 2100-014X, ISSN 2101-6275 ; Vol. 180). – ISSN 2101-6275, s.

[1-5] [online], Verejná poznámka: Článok je zaradený v databáze Web of Science a Scopus.

Puchor, Tomáš; Lenhard, Richard; Malcho, Milan; Banovčan, Roman, Heat transfer distribution inside porous media as replacement for finned heat exchanger; Meeting of Departments of Fluid Mechanics and Thermomechanics, 38 [19.06.2019-21.06.2019, Liptovský Mikuláš, Slovensko]. – [recenzované]. – DOI 10.1063/1.5114766. – SCOPUS In:

38th Meeting of Departments of Fluid Mechanics and Thermomechanics [elektronický

dokument] : AIP conference proceedings / Lenhard, Richard [Zostavovateľ, editor] ;

Čarnogurská, Mária [Zostavovateľ, editor] ; Kaduchová, Katarína [Zostavovateľ, editor] ;

Brestovič, Tomáš [Zostavovateľ, editor]. – 1. vyd. – Roč. 2118. – Maryland (USA) :

American Institute of Physics. AIP Publishing, 2019. – (AIP Conference Proceedings, ISSN 0094-243X, ISSN 1551-7616 ; 2118). – ISBN 978-0-7354-1858-5, s. [1-7] [online], Verejná

poznámka: Článok je zaradený v databáze Scopus.

Lenhard, Richard; Kaduchová, Katarína; Nemec, Patrik, Numerical simulation of forced airflow around the heat exchanger in the closed space electrical box; SGEM 2019, 19

[30.06.2019-06.07.2019, Albena, Bulharsko]. – [recenzované]. – DOI

10.5593/sgem2019/4.1/S17.046. – SCOPUS, In: SGEM 2019 conference proceedings (4.1.

Energy and Clean Technology : Nuclear technologies renewable Energy Sources and Clean Technologies Recycling Air Pollution and Climate Change) – 1. vyd. – Roč. 19. – Sofia

(Bulharsko) : STEF92 Technology, 2019. – ISBN 978-619-7408-83-6. – ISSN 1314-2704, s. 361-368 [CD-ROM] [tlačaná forma], Verejná poznámka: Článok je zaradený v databáze

Scopus.

Ďurčanský, Peter; Oršanský, Pavol, Numerical simulation of heat exchanger operation ;

The application of experimental and numerical methods in fluid mechanics and energy 2018,

21 [25.04.2018-27.04.2018, Rajecké Teplice, Slovensko]. – [recenzované]. – DOI

10.1051/matecconf/201816804001. – WOS CC ; SCOPUS, In: 21. International Scientific

Conference - The Application of Experimental and Numerical Methods in Fluid Mechanics

and Energy 2018 – 1. vyd. – Londýn (Veľká Británia) : Édition Diffusion Presse Sciences,

2018. – (MATEC Web of Conferences, ISSN 2261-236X ; 168). – ISSN 2261-236X, s. [1-5]

[online], Verejná poznámka: Článok je zaradený v databáze Scopus a WOS CC.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Výsledky projektu sú použiteľné pre strojársku, hutnícku a elektrotechnickú priemyselnú prax zaoberajúcou sa aplikáciami, v ktorých je potrebné odvádzať zbytkové teplo pri prevádzke strojov, zariadení no najmä z elektrotechnických komponentov samotných alebo nachádzajúcich sa v súboroch v uzavretých skrinách.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Výroba prototypových výparníkov a kondenzátorov pre chladiace zariadenie.

Výroba prototypov chladiaceho zariadenia odvádzajúceho teplo prostredníctvom fázových zmien pracovného média z prachotesne uzavretej skrine do okolia nútenou a prirodzenou konvekciou.

Zhotovenie experimentálneho zariadenia na meranie tepelných výkonov odvedených z interiéru skrine do výparníka chladiaceho zariadenia a z kondenzátora chladiaceho zariadenia do okolia nútenou a prirodzenou konvekciou ako aj meranie teplotných a rýchlostných parametrov vnútorného a vonkajšieho vzduchu.

Zhotovenie systému na vytvorenie dvojfázového prostredia (kvapalina-para) pracovných látok bez nekondenzovateľného plynu v chladiacom zariadení.

Vytvorenie matematického modelu pre stanovenie tepelného výkonu odvedeného z výparníka do kondenzátora chladiaceho zariadenia.

Vytvorenie matematického modelu pre stanovenie tepelného výkonu odvedeného z kondenzátora chladiaceho zariadenia do okolia.  
Vytvorenie modelov pre numerické simulácie prúdenia vzduchu v medzirebrovom priestore lamelového výparníka.  
Výroba prototypu výparníka slučkovej tepelnej trubice prstencového prierezu pre umiestnenie do spalínového potrubia a so systémom rovnomernej distribúcie kondenzátu po stene pre zvýšenie prenosu tepla.  
Zhotovenie a úprava experimentálneho zariadenia na zníženie komínovej teploty v krbovej vložke využitím termosifónového efektu.  
Zhotovenie experimentálneho zariadenia na kvantifikovanie tepelného výkonu slučkovej tepelnej trubice v kondenzačnom potrubí zabudovanej v plynovej krbovej vložke.  
Navrhol a vyrobil sa výmenník tepla na odvod radiačnej zložky tepla do výparnej časti zariadenia so systémom rovnomernej distribúcie kondenzátu a systémom separovania kvapalnej fázy od parnej fázy pracovnej látky.  
Navrhol a vyrobil sa výmenník tepla pre kondenzačnú časť zariadenia s konvektívnym odvodom tepla umožňujúcim meranie výkonu na základe ohrevu vody.  
Vytvorenie CFD modelov pre simulovanie prúdenia vzduchu okolo výmenníka tepla a elektronických prvkov vo vnútornom prostredí elektrotechnickej skrini vzhľadom na dosiahnutie efektívnejšieho odvodu tepla z elektronických prvkov.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

Manufacture of prototype evaporators and condensers for refrigeration equipment.  
Production of prototypes of heat-dissipating refrigeration equipment through phase changes of the working medium from a dustproof enclosure to the environment by forced and natural convection.  
Construction of an experimental device for measuring the heat outputs from the cabinet interior to the evaporator of the cooling device and from the condenser of the cooling device to the environment by forced and natural convection as well as measuring the temperature and velocity parameters of indoor and outdoor air.  
Construction of a system for creating a two-phase environment (liquid-vapor) of working substances without non-condensable gas in a cooling device.  
Creation of mathematical model for determination of heat output from evaporator to condenser of cooling device.  
Creation of a mathematical model to determine the heat output of the condenser of the cooling device into the environment.  
Creation of models for numerical simulations of air flow in the interspace rib of evaporator.  
Manufacturing a prototype of an annular cross-sectional heat pipe evaporator for placement in the flue gas duct and with a system of even condensate distribution across the wall to increase heat transfer.  
Design and modification of the experimental device for reducing the chimney temperature in the fireplace insert using the thermosiphon effect.  
Construction of an experimental device for quantifying the thermal power of a loop heat pipe in a condensation pipe embedded in a gas fireplace insert.  
A heat exchanger has been designed and produced to remove the radiant heat component to the evaporation part of the apparatus with a system of uniform condensate distribution and a system of separating the liquid phase from the vapor phase of the working medium.  
A heat exchanger has been designed and manufactured for the condensation part of the device with a convective heat dissipation allowing the measurement of the performance based on water heating.  
Creation of CFD models for simulating the air flow around the heat exchanger and electronic components in the internal environment of the electrical enclosure in order to achieve more efficient heat removal from the electronic components.