ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
247093

การประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกปรับอากาศในหมวกนิรภัยสำหรับรถจักรยานยนต์

นายอิสริยชัย งามทำ

โครงการการศึกษาวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัตถุ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553

b 00252031

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
247093

การประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กตริกปรับอากาศในหมวกนิรภัยสำหรับรถจักรยานยนต์

นายอิทธิชัย งามขำ วท.บ. (ฟิสิกส์)

โครงการการศึกษาวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

คณะกรรมการสอบโครงการการศึกษาวิจัย

.....
(ผศ. ดร. ณัฏฐ์ กาศยปนันทร์) ประธานกรรมการสอบโครงการการศึกษาวิจัย

.....
(ผศ. ดร. นริส ประทินทอง) กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการการศึกษาวิจัย

.....
(รศ. ดร. อดิศักดิ์ นาถกรณกุล) กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการการศึกษาวิจัยร่วม

.....
(ผศ. ดร. ธนิต สวัสดิเสวี) กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อโครงการการศึกษาวิจัย	การประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กตริกปรับอากาศในหมวกนิรภัยสำหรับรถจักรยานยนต์
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นายอิทธิชัย งามขำ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร. นริส ประทินทอง
	รศ. ดร. อดิศักดิ์ นาถกรณกุล
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีพลังงาน
สายวิชา	เทคโนโลยีพลังงาน
คณะ	พลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
พ.ศ.	2553

บทคัดย่อ

247093

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการทำความเย็นในหมวกกันน็อก โดยใช้เทอร์โมอิเล็กตริกโมดูล ระบบความทำความเย็นนี้ประกอบไปด้วยเทอร์โมอิเล็กตริกรุ่น TEC1-12710 ร่วมกับครีบระบายความร้อน 2 ตัวพร้อมพัดลมระบายอากาศติดตั้งอยู่บนหมวกกันน็อก ในการทดลองกับอุปกรณ์ทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กตริกทั้งในอุโมงค์ลมและกลางแจ้งพบว่าความต่างศักย์ที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ชุดนี้ คือ 8 โวลล์ และพบว่าอุปกรณ์ชุดนี้ทำงานได้ดีกรณีผู้ขับขี่หยุดนิ่ง เช่น กรณีรถติด เป็นต้น ซึ่งสามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในหมวกจากอุณหภูมิแวดล้อมได้ 6 องศาเซลเซียส และจากการทดลองให้ผู้ขับขี่ทดลองสวมหมวกใบนี้พบว่าขณะรถเคลื่อนที่ผู้สวมใส่รู้สึกเย็นสบายจากลมที่เข้ามาจากภายนอกผ่านช่องอากาศมาในหมวกทำให้รู้สึกเย็นสบายมากขึ้น

คำสำคัญ: การทำความเย็น/เทอร์โมอิเล็กตริก/หมวกกันน็อก

Research Study Title	Application of Thermoelectric Air Conditioning in Helmet
Research Study Credits	6
Candidate	Mr. Ittichai Ngrmkhum
Research Study Advisors	Asst. Prof. Dr. Naris Pratinthong
	Assoc. Prof. Dr. Adisak Nathakaranakule
Program	Master of Science
Field of Study	Energy Technology
Department	Energy Technology
Faculty	School of Energy, Environment and Materials
B.E.	2553

247093

Abstract

The aim of this research work was to study the feasibility of cooling helmet using the thermoelectric modules (TE modules). The TE cooling unit comprised of TE module (model TEC-12710) with heat sinks and electric fans was designed. A full cover helmet was modified and tested with the TE cooling unit both in the wind tunnel and the outdoor. The preliminary test results showed that the appropriate voltage for this unit was at 8 Volt. The TE cooling unit gave a highest performance when the driver pulled up the vehicle or stuck in a traffic jam. The ability of modified helmet in decreasing the temperature from ambient air reached a maximum of 6 $^{\circ}$C. The survey revealed that most of the drivers had the satisfaction of driving as the air flowed into the modified helmet.

Keywords: Cooling/Helmet/Thermoelectric

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายๆ ท่าน ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. นริส ประทินทอง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการการศึกษาวิจัยที่คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่ดีตลอดการทำวิจัยนี้ รวมถึงขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. อดิศักดิ์ นาถกรณกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการศึกษาวิจัย และนอกจากนี้ข้าพเจ้าอยากจะขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. ณัฏฐ์ กาศยปนันทน์ และผศ. ดร. ธนิต สวัสดิ์เสวี กรรมการที่ปรึกษาโครงการศึกษาวิจัย ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่างๆ รวมถึงในการทำวิจัยตลอดจนตรวจแก้ไขโครงการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณลุงชวน งามขำ และคุณป้าอนงค์พรรณ งามขำ ที่เสมือน พ่อและแม่ให้ข้าพเจ้ามาตลอดได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

ขอขอบคุณคุณธงชัย งามขำ เจ้าของบริษัท ที แอน บี เทคโนโลยี และพนักงาน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการติดตั้งเทอร์โมอิเล็กตริกเข้ากับหมวกกันน็อก

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ กลุ่มวิจัยการคำนวณและประยุกต์ทางด้านของไหลและพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำงานวิจัยนี้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญ		จ
รายการตาราง		ซ
รายการรูปประกอบ		ฌ
รายการสัญลักษณ์		ฎ
บทที่		
1. บทนำ		**1**
1.1	ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3	ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		**3**
2.1	การทำความเย็นโดยเทอร์โมอิเล็กตริก	3
2.1.1	หลักการทำงานของเทอร์โมอิเล็กตริก	4
2.1.2	เทอร์โมอิเล็กตริกโมดูล	5
2.1.3	สมการในการคำนวณการทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กตริก	7
2.2	ภาระความเย็นในหมวกนิรภัยสำหรับรถจักรยานยนต์ (หมวกกันน็อก)	9
2.2.1	ค่าภาระความร้อนที่มาจากผู้สวมใส่หมวกนิรภัย	9
2.2.2	ภาระความร้อนที่มาจากสิ่งแวดล้อมภายนอกหมวกนิรภัย	9
2.3	การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนภายในหมวก	10

หน้า

2.4	ความชื้น	11
2.4.1	การระเหย	11
2.4.2	การควบแน่น	12
2.5	การถ่ายเทความร้อนจาก Heat Sink	12
2.6	สภาวะความสบายเชิงความร้อน	14
2.7	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย		**18**
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	18
3.1.1	ออกแบบและทำการติดตั้งเทอร์โมอิเล็กตริกเข้ากับหมวกกันน็อก	18
3.1.2	ทดสอบกระแสไฟที่เหมาะสมกับอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กติรกที่ติดตั้งไว้กับหมวกกันน็อก	22
3.1.3	ทดสอบวัดอุณหภูมิภายในหมวกกันน็อก	23
3.1.4	คำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานของตัวเทอร์โมอิเล็กตริก	23
3.1.5	สอบถามถึงความรู้สึกของผู้สวมใส่ในการสวมใส่หมวกกันน็อก	24
4. ผลการทดลองและวิเคราะห์		**26**
4.1	ผลทดสอบอุณหภูมิด้านเย็นที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่างกัน	26
4.2	ผลการทดสอบในอุโมงค์ลม	27
4.3	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยเทอร์โมอิเล็กตริก	29
4.4	ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหมวกที่จุดต่างๆ	30
4.5	ผลแบบสอบถามต่อความพึงพอใจของผู้สวมใส่ต่อการขับขี่จำลอง	31
4.5.1	ผลเปรียบเทียบความรู้สึกของผู้สวมใส่ขณะหยุดนิ่ง	31
4.5.2	ผลเปรียบเทียบความรู้สึกของผู้สวมใส่ขณะรถเคลื่อนที่	32
4.6	ผลการสอบถามผู้สวมใส่ต่อเสียงรบกวนภายในหมวกกันน็อก	33

หน้า

4.7 ผลการสอบถามต่อความพึงพอใจต่อรูปทรงของหมวกกันน็อก 34

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ **36**

5.1 สรุปผลการทดลอง 36

5.2 ข้อเสนอแนะ 37

เอกสารอ้างอิง **38**

ภาคผนวก **41**

ก ผลการทดลอง 41

ข ตัวอย่างการคำนวณ 46

ค สมบัติของเทอร์โมอิเล็กตริก 49

ง ขนาดของ Heat Sink 53

จ แบบสอบถาม 56

ประวัติผู้วิจัย **59**

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 Typical material Parameters	8
2.2 Nusselt number for fully develop laminar flow in differing cross section	13
ก.1 แสดงอุณหภูมิด้านเย็นในค่าแรงดันต่างๆ	42
ก.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิด้านร้อน ด้านเย็น ในอุโมงค์ลม ที่ค่าแรงดันไฟฟ้า 8 โวลล์	43
ก.3 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่จุดต่างๆภายในหมวกที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลล์ ความเร็วลมจากภายนอกเป็น 0 เมตร/ วินาที	45
ข.1 ผลการคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของระบบทำความเย็น	48
ค.1 แสดงสมบัติของเทอร์โมอิเล็กตริก รุ่น TEC1-12710	50
จ.1 แบบสอบถามถึงความรู้สึกของผู้สวมใส่หมวกนิรภัย(กันน็อก)แบบเต็มใบ	57

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	ปรากฏการณ์ซีเบ็ค	3
2.2	ปรากฏการณ์เพลเทียร์	3
2.3	หน้าตัดของคู่เทอร์โมคัปเปิลภายในเทอร์โมอิเล็กตริก	4
2.4	ส่วนประกอบเทอร์โมอิเล็กตริก	5
2.5	เทอร์โมอิเล็กตริกแบบชั้นเดียว	5
2.6	เทอร์โมอิเล็กตริกแบบหลายชั้น	6
2.7	ปริมาตรควบคุมภายในหมวกกันน็อก	10
2.8	ครีบระบายความร้อน	14
2.9	Phase change material cooled helmet	16
2.10	Thermoelectrically cooled helmet	17
3.1ก	Heat Sink ด้านร้อน	18
3.1ข	Heat Sink ด้านเย็น	19
3.1ค	ช่องทางเข้าออกอากาศ	19
3.2	อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนให้กับหมวกกันน็อก	20
3.3	หมวกกันน็อกที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ทำความเย็นเรียบร้อยแล้ว	21
3.4	รูปติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม	22
3.5	การทดสอบอุณหภูมิของ Heat sink ด้านร้อนและด้านเย็นในอุโมงค์ลม	23
3.6	รูปแสดงตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิในหมวกกันน็อก	24
4.1	กราฟอุณหภูมิของแผ่นเย็นที่ค่าความดันไฟฟ้าต่างๆกัน	26
4.2	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิด้านร้อน Heat Sink	27
4.3	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิด้านเย็นของ Heat Sink	28
4.4	กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นของหมวกกันน็อก	29
4.5	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่จุดต่างๆภายในหมวกกันน็อกกรณีไม่มีลมจากภายนอกมากระทำ	30

รูป (ต่อ) หน้า

4.6	แผนภูมิเปรียบเทียบความรู้สึกร้อนเย็นของผู้สวมใส่ขณะรถหยุดนิ่ง	32
4.7	แผนภูมิเปรียบเทียบความรู้สึกร้อนเย็นของผู้สวมใส่ขณะรถเคลื่อนที่	33
4.8	แผนภูมิแบบสอบถามถึงเสียงรบกวนภายในหมวกกันน็อก	34
4.9	แผนภูมิแบบสอบถามถึงความพึงพอใจต่อรูปทรงหมวกกันน็อก	35
ค.1	กราฟแสดงการหาค่าพลังงานด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กตริก รุ่น TEC1-12710	51
ค.2	แสดงขนาดของเทอร์โมอิเล็กตริก รุ่น TEC1-12710	52
ง.1	ขนาดของครีบระบายความร้อนด้านนอกหมวกกันน็อก	54
ง.2	ขนาดของครีบระบายความร้อนด้านในหมวกกันน็อก	55

รายการสัญลักษณ์

A	=	พื้นที่ผิว (m^2)
COP	=	สมรรถนะการทำความเย็น
C_p	=	ค่าความจุความร้อนของของไหล (J/KgK)
h_c	=	ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (W/m^2-K)
h_i	=	เอนทาลปีของอากาศเข้า-ออกของระบบปรับอากาศ(kJ/kg)
I	=	กระแสไฟฟ้า(Amp)
K	=	ค่าการนำความร้อน (W.m-K)
L	=	ความยาวของฟินหรือ Heat Sink (m)
$\dot{m}$	=	อัตราการไหลเชิงมวล(kg/s)
N	=	จำนวนแถวของครีบ Heat Sink
P_{in}	=	กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้เทอร์โมอิเล็กตริกโมดูล(W)
p_{vi}	=	ความดันย่อยของไอน้ำที่ปริมาตรควบคุม(Pa)
Q_c	=	ภาระการทำความเย็น(W)
Q_{net}	=	ค่าภาระทำความเย็นทั้งหมด(W)
Re_{Dh}	=	ค่าเรย์โนล์นัมเบอร์ในท่อสี่เหลี่ยม
Rh	=	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
T_{ave}	=	ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย(K)
T_c	=	ค่าอุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กตริก(C)
T_h	=	ค่าอุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กตริก (C)
V	=	ค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งาน (V)
W	=	ความกว้างของ Heat Sink (m)
α	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของซีเบ็ค(V/K)
ΔT	=	ผลต่างอุณหภูมิด้านร้อนและอุณหภูมิด้านเย็น (K)
k	=	ค่าความนำความร้อนของ Thermoelectric Element (W/cm-K)
R	=	ความต้านทานไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กตริกโมดูล (Ω)
ω	=	อัตราส่วนความชื้น