



การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ

โดย

พันตำรวจโท อติชัย กัณหา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ

โดย

พันตำรวจโท อติชัย กัณหา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE ANALYSIS OF CONFLAGRATION FIRE GENERATED BY THE FAILURE OF
ELECTRIC FANS

By
Adichai Kanha

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree
MASTER OF SCIENCE
Program of Forensic Science
Graduate School
SILPAKORN UNIVERSITY
2008

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ” เสนอโดย พันตำรวจโท อติชัย กัณหา เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะดังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์ ดร.ศุภชัย สุภลักษณ์นารี
2. อาจารย์ สุมิตร เขียววิชัย
3. อาจารย์ พร้อมศักดิ์ อภิตติกุล

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก สันต์ สุขวัจน์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(พันตำรวจเอก สมภพ เองสมบูรณ์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ศุภชัย สุภลักษณ์นารี)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ สุมิตร เขียววิชัย)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ พร้อมศักดิ์ อภิตติกุล)

...../...../.....

49312336 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : เพลิงไหม้ / การสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม / การใช้งานสภาวะผิดปกติ

อติชัย กัณหา : การศึกษาวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้ จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อ.ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี , อ.สุมิตร เขียววิชัย และ อ.พร้อมศักดิ์ อภิรติกุล. 134 หน้า.

การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของพัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดเพลิงไหม้ เมื่อพิจารณาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัย จากการศึกษาโครงสร้างและหลักการทำงานของพัดลมไฟฟ้าที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพบว่าโครงสร้างหลักที่สำคัญ คือ มอเตอร์ที่เป็นจุดทำให้เกิดการสะสมความร้อน ได้รับความเสียหายได้ง่าย งานวิจัยนี้จึงศึกษาสภาวะผิดปกติของพัดลมไฟฟ้าที่สามารถเกิดขึ้นได้ขณะใช้งานในกรณีต่างๆได้แก่ แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงเกินกว่าปกติ มอเตอร์มีความผิดปกติเนื่องจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุที่ใช้รองรับแกนโรเตอร์เสื่อมสภาพ และมอเตอร์ไม่ทำงานเมื่อมีการล๊อคโรเตอร์ ในการศึกษาครั้งนี้จะทดสอบและวิเคราะห์ความร้อนสะสมที่เกิดกับส่วนประกอบของมอเตอร์ในพัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ โดยติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลรวม 6 จุดโดยรอบมอเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า ในกรณีที่มอเตอร์หยุดหมุนเมื่อมีการล๊อคโรเตอร์ อุณหภูมิเฉลี่ย คือ 180°C และเกิดความเสียหายเนื่องจากการใช้งานเกินกำลัง พัดลมไฟฟ้าจำนวน 40% เกิดเพลิงไหม้ที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ อีก 60% เกิดไฟฟ้าลัดวงจรโดยไม่เกิดเพลิงไหม้

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2551
ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. 2. 3.

49312336 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEYWORDS : FIRE/HEAT ACCUMULATING IN ELECTRIC FAN MOTOR/THE FAILURE
OF THE APPLIANCES SYSTEM

ADICHAJ KANHA : THE ANALYSIS OF CONFLAGRATION FIRE GENERATED BY
THE FAILURE OF ELECTRIC FANS. THESIS ADVISORS : SUPACHAI SUPALAKNARI, Ph.D.,
SUMIT KHEAWWICHAI, AND PROMSAK APIRATIKUL. 134 pp.

The failure of electric fan was found to be the major cause of fire among other household appliances. The knowledge of structure and operational principle of the electric fan conformed with the industrial standard suggested that the motor was the most important part that can be easily damaged due to heat accumulation. In this work, the study has been conducted on the failure of the electric fans due to several causes, namely, the unusually high voltage of the electrical supply, the friction on the motor caused by dust residues or by the deterioration in the materials holding the rotor axle and the non-functioning motor due to the locked rotor. The electric fans of three brands were chosen for this study. The heat accumulation on the motor was examined by installing six thermocouples at different positions around the motor. The result demonstrated that when the rotor was locked and the motor did not function, the average temperature was 180°C. The motor was damaged due to the overload on the motor. Forty percent of the electric fans caught fire due to the burning of the plastic collar around the rotor axle while 60% of the fans were found short-circuited without burning.

Program of Forensic Science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2008

Student's signature

Thesis Advisors' signature 1. 2. 3.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในเรื่อง การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของ
เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคคลหลายท่านที่ได้กรุณาเวลาให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และ
ข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์กับงานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง ดังเช่น คณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำ
ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น คณะกรรมการสอบ ให้คำแนะนำตรวจแก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยละเอียด บริษัท ไทย โตชิบาอุตสาหกรรม จำกัด สนับสนุนสถานที่
เครื่องมือ แนะนำในการศึกษากรอบการศึกษาที่ 1 คุณสมเกียรติ ผิวพ่อง สนับสนุนสถานที่ใน
การศึกษกรอบการศึกษาที่ 2 เป็นอย่างดี อีกทั้งได้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ส่วนหนึ่งในการวิจัย
ครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ รวมทั้ง
อาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ต่าง ๆ และผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกท่าน

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณแม่ ครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ
และเป็นกำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้ที่มิได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ซึ่งมีส่วน
ช่วยเหลืองานเอกสาร การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นกำลังใจจนวิทยานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จ
ไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	8
ข้อตกลงเบื้องต้น	8
ข้อจำกัดในการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
กลุ่มเกี่ยวกับเพลิงไหม้	12
ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้.....	12
การตรวจหาจุดต้นเพลิงและสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้	
(ในประเภทของอุปกรณ์ไฟฟ้า).....	19
อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดที่พบว่าเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้	25
การตรวจพิสูจน์ของกลางในคดีเพลิงไหม้หน่วยงานกองพิสูจน์	
หลักฐาน	26

การตรวจสอบความผิดปกติของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าและประเภท	
ต่างๆของการเกิดเพลิงไหม้ที่สายไฟฟ้า	27
อันตรายจากความร้อนและไฟไหม้ อุณหภูมิการลุกไหม้ของวัสดุ....	28
ความร้อนเกินจากการรับกระแสมากเกินไป	29
กลุ่มวิทยาการเครื่องใช้พัฒลไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง	29
มอเตอร์ไฟฟ้า	29
ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า.....	29
อุณหภูมิกับอายุการใช้งานของมอเตอร์.....	31
ความร้อน และผลต่อฟักัดกำลังมอเตอร์.....	31
ประสิทธิภาพของมอเตอร์ซึ่งโครนัส	33
ผลกระทบต่อประสิทธิภาพมอเตอร์.....	33
ฉนวนหุ้มขดลวด	34
กลุ่มทฤษฎีหลักการทางวิทยาศาสตร์และไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง	37
กฎการอนุรักษ์พลังงาน	37
ประสิทธิภาพการทำงาน	37
กฎของโอห์ม	37
พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า	37
บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
การวิเคราะห์ความร้อนจากงานวิจัยการทดสอบเพลิงไหม้โบกัรณไฟ	
จำลอง.....	38
ตัวอย่างคดีที่พบว่าเกิดเพลิงไหม้จากความผิดปกติของเครื่องใช้	
พัฒลไฟฟ้า.....	39
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
การเกิดเพลิงไหม้จากกระแสมากเกินไป	41
การเกิดเพลิงไหม้จากฉนวนชำรุด	41
สรุป.....	42
3 วิธีดำเนินการวิจัย	43
ประชากร.....	45
เครื่องมือในการวิจัย	45

บทที่	หน้า
การสร้างแบบการวิจัย	45
กระบวนการการศึกษา	50
การวิเคราะห์ข้อมูล	50
ฐานคติ.....	50
ข้อจำกัดในการศึกษา.....	51
สรุป.....	52
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลของการวิจัย.....	53
ลักษณะของประชากร	53
ผลการศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 1.....	54
การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลการศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 1	68
ผลการศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 2.....	81
การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลการศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 2	87
สรุปการศึกษา	97
ข้อจำกัดในการศึกษา.....	98
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	99
กรอบการศึกษาที่ 1.....	99
กรอบการศึกษาที่ 2.....	103
ข้อสังเกตจากสภาพความเสียหายของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่พบว่ามีเกิด เพลิงไหม้ขึ้น	106
การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า จำแนก ตามองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเพลิงไหม้.....	107
ข้อควรระวัง เสนอแนะ การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะ ผิดปกติเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า.....	111
ข้อจำกัดในการศึกษา.....	112
ข้อเสนอแนะ	112
บรรณานุกรม.....	114

	หน้า
ภาคผนวก.....	116
ภาคผนวก ก หนังสือขอความร่วมมือในการศึกษา	
ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา.....	117
ภาคผนวก ข มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ	
เฉพาะด้านความปลอดภัย.....	124
ประวัติผู้วิจัย.....	134

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงถึงอุณหภูมิการลุกไหม้ของวัสดุ Plastic/Natural product	28
2	ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	35
3	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ ที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนา จำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติในปัจจัย ต่างๆ	58
4	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ ที่จุดต่าง ๆ ของมอเตอร์ พัฒนาจำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติใน ปัจจัยต่าง ๆ 4 ประการ :เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้ายี่ห้อ B	62
5	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ ที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนา จำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติในปัจจัยต่าง 4 ประการ : เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้ายี่ห้อ C	67
6	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนา จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะปกติได้รับแรงดันไฟฟ้า 220 V	68
7	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนา จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V	69
8	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ และจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนา จำนวน 6 จุดเปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไข การใช้งานสภาวะผิดปกติแกนโรเตอร์หมุนผิด (ความผิดพลาดไว้ที่ ค่าสูงสุดซึ่งตัวมันเองสามารถเริ่มหมุนได้เอง)	71
9	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนาจำนวน 6 จุดเปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้ งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V	74
10	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่าง ๆ ของมอเตอร์พัฒนา จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไข การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 242 V...	77

11	ผลการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ เพื่อให้เกิดการ สะสมความร้อนที่มอเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะเกิด ความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด อันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จำนวน 30 เครื่อง.....	81
12	ผลการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์เพื่อให้เกิดการ สะสมความร้อนที่มอเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะเกิด ความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใดอันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จำนวน 30 เครื่องจำแนกความเสียหายและเวลา.....	85
13	สรุปการศึกษาเปรียบเทียบและตอบสนองมติฐานการวิจัย กรอบการศึกษาที่ 1 การใช้งานเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A ,B และ C ในสภาวะปกติและ การใช้งานสภาวะผิดปกติ 4 ประการ : ประกอบไปด้วยอุณหภูมิสูงสุด คงที่ที่ขดลวด,อุณหภูมิสูงกว่าการใช้งานปกติคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และ สาเหตุที่ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น.....	102
14	การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิด การสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า จำแนกตาม องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของการเกิดเพลิงไหม้.....	110

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงวงจรไฟฟ้าจำลองของเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า.....	30
2	แสดงแบบจำลองการใช้เทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิที่จุดต่างๆของรถไฟจำลอง...	38
3	แสดงจุดที่ทำการวัดค่าอุณหภูมิด้วยเครื่องเทอร์โมคัปเปิลที่ ขดลวด(coil), แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด(stator), โคร่งโลหะยึดมอเตอร์พัฒนหน้า-หลัง จำนวน 2 จุด (front-rear frame) ฝาครอบมอเตอร์หน้า-หลัง รวมจำนวน 2 จุด (front-rear cover)	46
4	แสดงภาพจำลองการศึกษาการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒนไฟฟ้า จากการใช้งานสภาวะผิดปกติ ตามปัจจัยต่างๆของกรอบการศึกษาที่ 1	47
5	แสดงเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้าจำนวน 3 ยี่ห้อ ประกอบไปด้วย ยี่ห้อ A, ยี่ห้อ B และ ยี่ห้อ C ที่ทำการศึกษการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒน จากการใช้งานสภาวะผิดปกติ ตามกรอบการศึกษาที่ 1.....	48
6	แสดงภาพจำลองการศึกษาผลของการสะสมความร้อนจากการเปิดใช้งาน สภาวะผิดปกติโดยการล๊อคแกนโรเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้นที่มอเตอร์พัฒนซึ่ง อาจเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้	49
7	แสดงวิธีการศึกษาผลของการสะสมความร้อนจากการเปิดใช้งานสภาวะ ผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะ เกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้นที่มอเตอร์พัฒนซึ่งอาจเป็นสาเหตุ ของการเกิดเพลิงไหม้	49
8	แสดงสภาพมอเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A ที่ทำการศึกษา สรชี้ คือ พลาสติกค่อล่าที่แกนโรเตอร์พัฒน	54
9	แสดงการอาร์ค-ลัดวงจรบริเวณขดลวดของเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จาก การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับ แรงดันไฟฟ้าเป็น 242 Vหลังเปิดใช้งานเป็นระยะเวลารวม 6:30 ชั่วโมง..	57
10	แสดงกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่และจุดต่างๆบริเวณ มอเตอร์พัฒนจำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะ ผิดปกติในปัจจัยต่าง ๆ 4 ประการ : เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A.....	58

ภาพที่		หน้า
11	สภาพมอเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า ยี่ห้อ B.....	59
12	แสดงสีกล้ำของพลาสติกค่อล่าที่แกนโรเตอร์ ของเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า ยี่ห้อ B จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V หลังเปิดใช้งานเป็น ระยะเวลารวม 8 ชั่วโมง	62
13	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่และจุดต่างๆของมอเตอร์ พัฒน จำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติใน ปัจจัยต่าง ๆ 4 ประการ: เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า ยี่ห้อ B	63
14	สภาพมอเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า ยี่ห้อ C ที่ทำการศึกษา	63
15	แสดงการหลอมละลายของพลาสติกค่อล่าที่แกนโรเตอร์ ของเครื่องใช้พัฒน ไฟฟ้า ยี่ห้อ C จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V เปิดใช้งานเป็นระยะเวลา รวม 8 ชั่วโมง	66
16	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่และจุดต่าง ๆ ของ มอเตอร์พัฒนจำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะ ผิดปกติในปัจจัยต่างๆ 4 ประการ: เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า ยี่ห้อ C	67
17	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์ พัฒนจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะปกติได้รับแรงดันไฟฟ้า 220 V	68
18	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์ พัฒนจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V	70
19	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์ พัฒน จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V เปรียบเทียบกับการใช้งานสภาวะปกติ 220 V	70

20	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ และจุดต่าง ๆ ของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งาน สภาวะผิดปกติแกนโรเตอร์หมุนฝืด (ความฝืดตั้งไว้ที่ค่าสูงสุดซึ่งตัวมันเองสามารถเริ่มหมุนได้เอง).....	72
21	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ และจุดต่าง ๆ ของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะ ผิดปกติแกนโรเตอร์หมุนฝืด เปรียบเทียบกับการใช้งานสภาวะปกติ 220 V	72
22	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V.....	75
23	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V เปรียบเทียบกับการใช้งาน สภาวะปกติ 220 V	75
24	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 242 V.....	77
25	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 242 V เปรียบเทียบกับการใช้งานสภาวะปกติ 220 V.....	78
26	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ตรงขลวด กับเวลา เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ ในสภาพการใช้งาน สภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 220 และ 242 V ..	79

27	แสดงกราฟสัดส่วนของการเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด อันอาจนำไปสู่ การเกิดเพลิงไหม้ จากการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อค แกนโรเตอร์ เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลม ของ เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง (กรอบการศึกษา 2)	87
28	แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ซึ่งได้รับความเสียหายเกิดเพลิงไหม้ต่อเนื่อง.....	88
29	แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาการใช้งานสภาวะ ผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ซึ่งได้รับความเสียหายเกิดเพลิง ไหม้ต่อเนื่องแต่ได้ทำการใช้เครื่องดับเพลิงทำการดับก่อน ซึ่งพบ การลุกไหม้ที่พลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์ทางด้านหลัง	91
30	แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ซึ่งได้รับความเสียหายเกิดเพลิงไหม้ต่อเนื่อง ซึ่งพบโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลมมีสภาพบวม.....	92
31	แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A บางเครื่องจากการศึกษาใช้งาน สภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ที่ได้รับความเสียหายเกิดเพลิง ไหม้ดับเอง, พลาสติกฝาครอบไหม้ทะลุ ซึ่งพบการลุกไหม้ที่พลาสติก คอกำลังของแกนโรเตอร์ด้านหน้า ซึ่งด้านหลังยังปกติ	93
32	แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ที่ได้รับความเสียหายเกิดเพลิงไหม้ดับเอง อีก สองเครื่อง ซึ่งพบการลุกไหม้ที่พลาสติกคอกำลังของแกนโรเตอร์ด้านหน้า ภาพด้านขวาเป็นลักษณะการไหม้หลอมละลายมาติดกับขดลวด มอเตอร์(แกน โรเตอร์ติดขัด)	94
33	แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ที่ได้รับความเสียหายของวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าไม่เข้าวงจร ซึ่งพบสายไฟฟ้าเข้าขดลวดมอเตอร์ได้รับความ เสียหาย ขดลวดมอเตอร์ไหม้เกรียม	95

34	แสดงสภาพเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาการใช้งานสถานะ ผิดปกติเกิดการลัดวงจรมอเตอร์ ที่ได้รับความเสียหายกระแสไฟฟ้าเข้า วงจรบางส่วน อุณหภูมิตัวซึ่งพบสายไฟฟ้าเข้าขดลวดมอเตอร์ได้รับ ความเสียหาย ขดลวดมอเตอร์ไหม้เกรียม	96
35	แสดงกราฟสรุปสัดส่วนการเกิดความเสียหาย จากการศึกษาการใช้งานสถานะ ผิดปกติเกิดการลัดวงจรมอเตอร์เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่ มอเตอร์พัฒนของเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง และ ระยะเวลาที่ใช้ศึกษา.....	105

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 ความเป็นมา

การเกิดเหตุเพลิงไหม้ในแต่ละครั้งก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและบางครั้งถึงต่อร่างกายชีวิต พนักงานสอบสวนท้องที่เจ้าของคดีจะร้องขอเจ้าหน้าที่สำนักงานนิติวิทยาศาสตร์ตำรวจเข้าร่วมตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพื่อดำเนินการตรวจสอบค้นหา เก็บรวบรวมพยานหลักฐานต่างๆ จากสถานที่เกิดเหตุ เพื่อตรวจหาจุดต้นเพลิงและสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ และทำบันทึกรายงานความเห็นเพื่อประกอบการทำสำนวนคดีต่อไป

ปัจจุบันระบบอุปกรณ์ไฟฟ้ามีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในชีวิตประจำวันของประชาชนทั้งในแง่การเป็นอยู่ดำรงชีพและการประกอบกิจกรรม ฉะนั้นความเสี่ยงของการเกิดความผิดปกติของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งเรียกว่าความผิดปกติ (Fault) ที่ทำให้เกิดความร้อนจนเกิดเพลิงไหม้จึงสูงตามไปด้วยแม้จะมีระบบการป้องกันแล้วก็ตาม

จากการปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ของผู้ทำการวิจัย ในกรณีที่มีการเกิดเพลิงไหม้สาเหตุจากความผิดปกติของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น พบว่าเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบมีส่วนเกี่ยวข้องกับสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้อยู่บ่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตโซนร้อน มีสภาพอากาศร้อนเป็นส่วนใหญ่ การบรรเทาความร้อนโดยใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ จึงเป็นที่นิยมใช้ในชีวิตประจำวันอย่างกว้างขวางเนื่องจากราคาไม่แพง มีใช้กันอยู่ทั่วไปทุกหลังคาเรือน และบางมีใช้มากกว่าหนึ่งเครื่อง

โดยปกติการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆจะให้ประสิทธิภาพการทำงานออกมาไม่ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์ เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าก็เช่นเดียวกันมีส่วนประกอบหลักคือมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อเปิดใช้งานพลังงานไฟฟ้าที่นำเข้ามาไม่เปลี่ยนเป็นพลังงานกลการหมุนแกนโรเตอร์ใบพัดลมทั้งหมด แต่มีการสูญเสียเหลืออยู่ในรูปพลังงานความร้อนสะสมที่มอเตอร์พัดลม และจะเกิดความร้อนมากยิ่งขึ้นกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำเนื่องจากแกนโรเตอร์หมุนฝืดหรือหยุดหมุนด้วยเหตุหนึ่งเหตุใด ซึ่งมักเกิดขึ้นกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีการใช้งานมาแล้วระยะเวลาหนึ่งซึ่งมีการชำรุดเสื่อมสภาพ การใช้งานที่ขาดการบำรุงรักษา การได้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติ การเปิดใช้งานต่อเนื่องเป็นเวลานาน และมีการระบายความร้อนไม่ดีเพียงพอ เหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยความเสี่ยง

ให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัฒมมากกว่าสภาพการใช้งานปกติ มอเตอร์พัฒมจึงเป็นส่วนที่เกิดความร้อนมากที่สุดของเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าจึงน่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ จึงเป็นจุดที่เน้นทำการศึกษา แม้ในปัจจุบันเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าจะมีระบบการป้องกันโดยทำการตัดวงจรหากมีความร้อนหรือกระแสไฟฟ้าเกินแต่ก็เป็นทางเลือกของผู้ใช้งานยังไม่มีการบังคับให้มีการติดตั้งทุกเครื่อง และก็ยังมิผู้ใช้เครื่องใช้พัฒมไฟฟ้ารุ่นเก่าที่ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันอยู่อีกเป็นจำนวนมาก

ในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ การสรุปถึงสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้จากความผิดปกติของเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้านั้น ข้อมูลส่วนหนึ่งได้จากการวิเคราะห์สภาพความเสียหายในสถานที่เกิดเหตุที่บ่งชี้ว่าเพลิงลุกไหม้มาจากตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้า ประกอบกับสภาพตัวของเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าเองที่พบว่ามีเปิดใช้งาน และจะพบความยุ่งยากขึ้นในกรณีที่สถานที่เกิดเหตุได้รับความเสียหายรุนแรงเป็นพื้นที่กว้าง ในทางวิชาการจะสรุปว่าแหล่งความร้อนในครั้งนี้เกิดจากเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าได้ยาก เนื่องจากสภาพสถานที่เกิดเหตุที่เสียหายเป็นพื้นที่กว้าง และการวิเคราะห์จากสภาพความเสียหายของซากเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าที่เสียหายมากเหลือเพียงซากโลหะนั้นทำได้ลำบาก ซึ่งความเสียหายจากตัวเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าเองอาจเกิดจากถูกเพลิงลุกลามไหม้ในภายหลังก็ให้สภาพความเสียหายที่ใกล้เคียงกัน แม้จะมีการนำซากดังกล่าวไปตรวจพิสูจน์ในรายละเอียดต่อที่กองพิสูจน์หลักฐาน แต่ก็ยากต่อการตรวจพิสูจน์ จะเห็นได้ว่าข้อสันนิษฐานความเห็นต่างๆและการตรวจสอบซากความเสียหายของเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าที่เกิดเพลิงไหม้ที่พบในคดีนั้น เป็นการตรวจพิสูจน์ภายหลังการเกิดเพลิงไหม้ขึ้นแล้ว แต่ยังขาดการทดลองศึกษาให้เห็นจริงว่าเกิดการลุกไหม้ขึ้นก่อนจากส่วนของมอเตอร์พัฒมและมีสภาพการลุกไหม้เช่นใดที่บอกถึงความแตกต่างจากเครื่องที่ไม่ได้เป็นจุดต้นเพลิง ซึ่งทำให้องค์ความรู้ในส่วนนี้ขาดหายไป ความรู้ประสบการณ์ที่มีอยู่ยังอาจไม่เพียงพอและให้ความมั่นใจในการตัดสินใจ อาจทำให้ข้อสรุปจากการปฏิบัติงานเกิดความคลาดเคลื่อนไปจากความจริงได้

1.2 ความสำคัญของปัญหาที่ทำวิจัย

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการวิจัยการศึกษาวิเคราะห์สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ โดยเน้นการศึกษาในด้านความร้อนอันเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งของการเกิดเพลิงไหม้ และเป็นการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติในประการต่างๆ ที่ทำให้มอเตอร์พัฒมเกิดความร้อนสะสมขึ้นมากกว่าการใช้งานสภาวะปกติ ไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการผลิตซึ่งโดยปกติก็มีการผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตอยู่แล้ว โดยใช้ข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้, ทฤษฎีทางด้านไฟฟ้า ,ความรู้ของเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าในเรื่องหลักการทำงานและ

โครงสร้าง, ศึกษาการทดสอบวัดความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมของสถาบัน มอก. , บริษัท ไทย โตชิบาอุตสาหกรรม จำกัด, จากบทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง, ข้อมูลจากประสบการณ์ตัวอย่างคดีที่ได้จากการปฏิบัติงานในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ที่มีสาเหตุจากความผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า โดยการวิจัยได้ทำการจำลองสถานการณ์สภาพการใช้งานเกิดสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มักพบได้ในชีวิตประจำวัน 4 ประการ คือ 1. การให้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติขนาด 242 V 2. แกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนฝืด 3. การล๊อคหยุดหมุนแกนโรเตอร์ และ 4. การล๊อคหยุดหมุนแกนโรเตอร์ประกอบกับการให้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติขนาด 242 V ทั้งนี้ เพื่อศึกษาว่าปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดอุณหภูมิบริเวณมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นเท่าใด มากกว่าการใช้งานสภาวะปกติเท่าใด มีความแตกต่างกันแต่ละปัจจัยเพียงใด โดยใช้เครื่องมือเทอร์โมคัปเปิลวัดค่าอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นที่บริเวณต่าง ๆ ของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด ว่าแต่ละจุดมีอุณหภูมิเท่าใด จะส่งผลทำให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้หรือไม่อย่างไร ทำการศึกษาเปรียบเทียบโดยใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าชนิดขนาดเดียวกัน จำนวน 3 ยี่ห้อ จากนั้นนำเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อหนึ่งยี่ห้อใดที่มีแนวโน้มเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้สูงกว่ายี่ห้ออื่น เสมือนเป็นตัวแทนของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าทั่วไป โดยทำการศึกษาผลจากการสะสมความร้อนที่เกิดกับมอเตอร์พัดลมสมมติว่ามีการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลมโดยทำการเปิดต่อเนื่องจนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด ที่อาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จำนวน 30 เครื่อง เพื่อทำการศึกษาสภาพขณะและหลังเกิดความเสียหาย รวมทั้งศึกษาสภาวะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเพลิงไหม้ เช่น การทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า วัสดุเชื้อเพลิง ระยะเวลา เป็นต้น

ผลที่ได้จากการวิจัย จะทำให้ทราบถึงระดับของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ บริเวณมอเตอร์พัดลม , จากการใช้งานในสภาวะผิดปกติในปัจจัยต่างๆ คือ การให้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติขนาด 242 V , การทำให้แกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนฝืด, การล๊อคหยุดหมุนแกนโรเตอร์ และการล๊อคหยุดหมุนแกนโรเตอร์ประกอบกับการให้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติขนาด 242 V มีผลให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าใช้งานสภาวะปกติน้อยเพียงใด โดยทำการศึกษา 3 ยี่ห้อ และใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อที่มีแนวโน้มเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้มากที่สุดยี่ห้อเดียว เพื่อศึกษาว่าเกิดความเสียหายกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าอย่างใดบ้างซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จากการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลมเมื่อมีการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์พัดลมและเปิดต่อเนื่อง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปปัจจัยเสี่ยงของการเกิดเพลิงไหม้จากการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าโดยจำแนกตามองค์ประกอบของทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้ขึ้นไว้ให้เป็นระบบ เกิดองค์ความรู้เพื่อใช้เป็นแนวทางนำไปใช้ในการปฏิบัติงานการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ , การพิสูจน์หลักฐาน ตลอดจนทั้งเสนอแนะแนวทางในการป้องกันแก้ไขการเกิดเพลิงไหม้จาก

เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าและอาจนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ต่องานนิติวิทยาศาสตร์และสังคมต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาถึงความร้อนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักอันหนึ่งของการเกิดเพลิงไหม้บริเวณมอเตอร์พัฒนา จากการใช้งานในสถานะผิดปกติต่างๆของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าที่มักพบอยู่ทั่วไป คือ เมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติ 242 V, แกนโรเตอร์พัฒนาหมุนผิด, เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัฒนา และเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัฒนาประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติ 242 V ที่ทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัฒนาสูงขึ้น เปรียบเทียบกับการเปิดใช้งานสถานะปกติ (หมุนโดยอิสระ) แรงดันไฟฟ้า 220 V และมีการเปรียบเทียบกับเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าชนิดเดียวกัน แต่ต่างยี่ห้อกันรวม 3 ยี่ห้อ

2.2 เพื่อศึกษาถึง ผลลัพธ์ความเสียหายจากการสะสมความร้อนที่เกิดกับมอเตอร์เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าจากการเปิดใช้งานสถานะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัฒนาแรงดันไฟฟ้าปกติ 220 V จนกว่าจะเกิดความเสียหายขึ้นอย่างหนึ่งอย่างใด ที่อาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้

2.3 เพื่อเป็นองค์ความรู้ในการตรวจสอบวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้เนื่องจากความผิดปกติของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบที่เกิดเหตุเพลิงไหม้และการพิสูจน์หลักฐาน

2.4 เพื่อเป็นความรู้ในการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้จากเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 การใช้งานสถานะผิดปกติ:ได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าสถานะปกติเป็น 242 V (แกนใบพัฒนาหมุน) ของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ยี่ห้อ A,B และ C ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒนาสูงขึ้นกว่าการใช้งานสถานะปกติ

3.2 การใช้งานสถานะผิดปกติ :แกนโรเตอร์หมุนผิดของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ยี่ห้อ A ,B และC ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒนาสูงขึ้นกว่าการใช้งานสถานะปกติ

3.3 การใช้งานสถานะผิดปกติ:เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ยี่ห้อ A ,B และ C ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒนาสูงขึ้นกว่าการใช้งานสถานะปกติ

3.4 การใช้งานสภาวะผิดปกติ:เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ และมากกว่าปัจจัยอื่นๆในข้อ 3.1, 3.2 และ 3.3

3.5 เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าต่างยี่ห้อ จะมีความแตกต่างของความร้อนบริเวณ มอเตอร์พัดลม จากการใช้งานสภาวะปกติและตามเงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติต่างๆ 4 ประการในข้อ 3.1 , 3.2 ,3.3 และ 3.4

3.6 ผลของการสะสมความร้อนจากการใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อหนึ่งยี่ห้อใดใน ยี่ห้อ A ,B หรือ C (ที่มีแนวโน้มเกิดเพลิงไหม้สูงกว่า) มีผลให้เกิดความเสียหายบริเวณมอเตอร์พัดลม อันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ได้

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะ ขนาด 12 นิ้ว สภาพใหม่ เปิดการใช้งานสูงสุดระดับ 3 และตัวพัดลมไม่หมุนสาย

4.2 ไม่ทดสอบกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีระบบป้องกันเมื่อมีตัดกระแสไฟฟ้า และมีความร้อนเกินกว่าที่มอเตอร์พัดลมกำหนด

4.3 เน้นการศึกษาในด้านความร้อน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งของการเกิดเพลิงไหม้ จากการใช้งานในสภาวะผิดปกติที่พบกันได้ทั่วไปในการใช้งาน ที่ส่งผลให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมมากกว่าสภาวะปกติ (ทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีราคาแตกต่างกัน 3 ยี่ห้อ) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิ ประกอบไปด้วย

4.3.1 การได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าสภาวะปกติเป็น 242 V (โดยเลือกศึกษาค่านี้นี้ซึ่งเป็นค่าความทนทานได้ของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เมื่อไว้ 10% จากแรงดันไฟฟ้าปกติ) เนื่องจากพบว่าแรงดันไฟฟ้าอาจได้รับไม่ปกติ เนื่องจากระยะห่างจากแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า หรือการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ไม่เรียบในบางโอกาส เป็นต้น

4.3.2 การหมุนฝืดของแกนโรเตอร์ สามารถเกิดขึ้นได้จากการที่มีวัสดุเข้าไปติดแกนโรเตอร์ เช่น เส้นใย เส้นผม เป็นต้น จากการขาดการบำรุงรักษา (โดยเลือกศึกษาค่าความฝืดมากที่สุดที่เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าสามารถเริ่มหมุนได้ด้วยตัวเอง

4.3.3 การล๊อคแกนโรเตอร์ จากการมีวัสดุเข้าไปติดขัด หรือจะเป็นการชำรุดหมุนฝืดและนำไปสู่การติดล๊อค

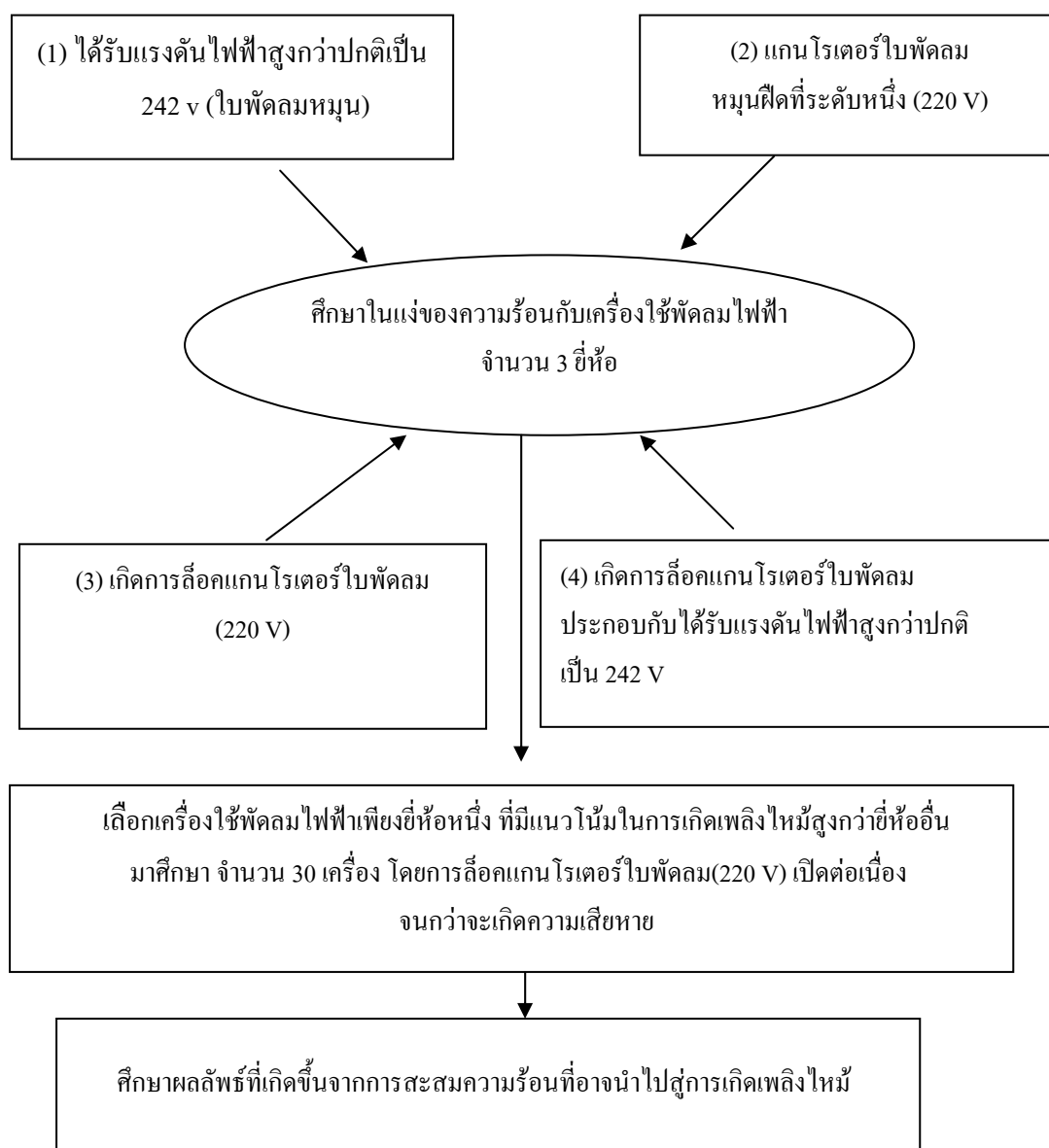
4.3.4 การล๊อคแกนโรเตอร์ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้า 242 V เพื่อจะศึกษาว่าเมื่อมีสองปัจจัยรวมกันจะมีอุณหภูมิสูงมากขึ้นเพียงใด

4.4 ศึกษาความเสียหายที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์พัดลมจากการใช้งานสภาวะผิดปกติด้วยการ ล็อกแกนโรเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า โดยเปิดทิ้งไว้จนกว่าจะได้รับความเสียหาย

5. กรอบแนวคิดในการวิจัย

แผนภูมิแนวคิดในการศึกษา

(ปัจจัยที่มีผลต่อความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม 4 ประการ ที่มักพบได้ในชีวิตประจำวัน)



จึงได้เป็นกรอบในการศึกษา ดังนี้

กรอบการศึกษาที่ 1

เน้นการศึกษาในด้านความร้อน จากการใช้งานในสภาวะผิดปกติที่มักพบอยู่ทั่วไป

การเปิดใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A, B และ C ; 4 ประการ

1. ได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V (แกนใบพัดลมหมุน)
2. แกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนผิดที่ระดับหนึ่ง (220 V)
3. เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม (220 V)
4. เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม และได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V

มีผลต่อ

อุณหภูมิ ในจุดต่างๆ ของมอเตอร์พัดลมจากการสะสมความร้อนสูงขึ้นกว่าใช้งานสภาวะปกติ
และมีความแตกต่างกันในแต่ละยี่ห้อ

กรอบการศึกษาที่ 2

ศึกษาผลของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์พัดลมจากการใช้งานสภาวะผิดปกติ

การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A
จำนวน 30 เครื่อง เปิดต่อเนื่อง จากการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลม

มีผลให้

เกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใดอันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้

(โดยทุกการศึกษา เปิดใช้งานสูงสุดระดับ 3, ตัวพัดลมไม่ส่าย)

กรอบแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

1. เกี่ยวกับการเกิดเพลิงไหม้ เช่น ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้ เป็นต้น
2. เกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น หลักการทำงาน สาเหตุของความร้อนที่มอเตอร์พัดลม เป็นต้น
3. ทฤษฎีหลักการทางวิทยาศาสตร์และทางด้านไฟฟ้า เช่น กฎการอนุรักษ์พลังงาน Energy Conservation ประสิทธิภาพ (Efficiency) ของเครื่องใช้ไฟฟ้า กำลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น
4. บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. ข้อมูลตัวอย่างคดี จากการปฏิบัติงานการตรวจสอบที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ ที่พบว่ามีสาเหตุเนื่องจากความผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า

6. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

6.1 กรอบการศึกษาที่ 1

ตัวแปรอิสระ การใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 4 ประการประกอบไปด้วย

1. ได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V (แกนใบพัดลมหมุน)
2. แกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนผิดที่ระดับหนึ่ง (220 V)
3. เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม (220 V)
4. เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลมประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V และทดลองกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าแตกต่างกัน 3 ยี่ห้อ

ตัวแปรตาม อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปจากการใช้งานสภาวะปกติ

6.2 กรอบการศึกษาที่ 2

ตัวแปรอิสระ การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ (220 V) ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อหนึ่งยี่ห้อใดใน ยี่ห้อ A, B หรือ C (ที่มีแนวโน้มเกิดเพลิงไหม้สูงกว่า) โดยทำการเปิดต่อเนื่อง จากการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลม

ตัวแปรตาม เกิดความเสียหายบริเวณมอเตอร์พัดลมอันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้

7. ข้อตกลงเบื้องต้น

การนำเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าใหม่และบางยี่ห้อมาทำการศึกษา นั้น ถือว่าเป็นตัวแทนของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าทั่วไปที่อาจเกิดเพลิงไหม้ได้ แต่ในข้อเท็จจริงจะมีความแตกต่างจากเครื่องใช้

พัฒมไฟฟ้าที่เกิดเพลิงไหม้จริงในสถานที่เกิดเหตุ เช่น ความแตกต่างของระยะเวลาที่ผ่านการใช้งาน ลักษณะการใช้งาน กรณีความแตกต่างของยี่ห้อเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้า เช่น ความแตกต่างของวัสดุ ส่วนประกอบ การออกแบบของมอเตอร์พัฒม เป็นต้น

8.ข้อจำกัดในการวิจัย

8.1 ในเรื่องสถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ เวลาที่อำนวยความสะดวกการศึกษา

8.2 การศึกษาในกรอบการศึกษาที่ 2 ทำการเปิดเครื่องใช้พัฒมไฟฟ้าทิ้งไว้โดยไม่ได้ จำกัดระยะเวลา ซึ่งอาจใช้ระยะเวลายาวนานกว่าที่จะให้ผลไปสู่การเกิดความเสียหายหรือเพลิงไหม้ จึงเป็นการยากที่จะหาเครื่องมือที่จะมาทำการเฝ้าติดตามทดสอบและบันทึกได้อย่างต่อเนื่อง

8.3 ความจำกัดของงบประมาณ

9. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

9.1 นิยามทั่วไป

เพลิงไหม้ (Fire) หมายถึง ขบวนการออกซิเดชันที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้เกิดความร้อนและแสงสว่างออกมา

เชื้อเพลิง (Fuel) หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่สามารถลุกไหม้ได้ซึ่งตัวที่ลุกไหม้คือไอของ เชื้อเพลิงนั้นๆ

ความร้อน (Heat) หมายถึง ปริมาณความร้อนเพียงพอให้เชื้อเพลิงลุกไหม้ขึ้น

ก๊าซออกซิเจน หมายถึง ก๊าซที่ช่วยในการลุกไหม้ในบรรยากาศมีประมาณ 20.8% ซึ่งการลุกไหม้เป็นปฏิกิริยาต้องการอย่างน้อย 15 %

การผสมและสัดส่วน (Mixing and Proportioning) หมายถึง ไอของเชื้อเพลิงผสม กับก๊าซออกซิเจนในสัดส่วนที่เหมาะสม ที่พร้อมจะถูกจุดให้ลุกไหม้ได้

การจุดตัวต่อเนื่อง (Ignition Continuity) หมายถึง ผลจากความร้อนที่ส่งกลับมา จากไฟสู่เชื้อเพลิง ทำให้เชื้อเพลิงนั้นลุกไหม้อย่างต่อเนื่อง

อุณหภูมิ หมายถึง หน่วยวัดระดับความร้อน

ภาระเกินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Overload) หมายถึง การใช้งานอุปกรณ์จนทำให้เกิด กระแสเกินพิกัดของการทำงานปกติ ซึ่งจะก่อให้เกิดความร้อนสูงจนทำให้เป็นอันตราย

อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ป้องกันรักษาวงจรไฟฟ้าให้ ปลอดภัยโดยการตัดวงจร มีหลายชนิดเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน จะทำงานหรือไม่ ขึ้นอยู่กับ การปรับตั้งอุปกรณ์ให้รู้ถึงปริมาณอิเล็กตรอนผ่านตัวมันเท่าใด

ความผิดปกติของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า (ฟอลต์ Fault) หมายถึง ความผิดปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้า สายไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าด้วยเหตุหนึ่งเหตุใด ทำให้เกิดความร้อนจนนำไปสู่ความเสียหาย

9.2 นิยามปฏิบัติการ

การใช้งานสถานะผิดปกติ หมายถึง การศึกษาที่ทำให้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ามีการใช้งานที่เกิดความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นได้ในการใช้งานจริง เช่น ได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V เกนโรเตอร์พัดลมหมุนผิด เกิดการล๊อคเกนโรเตอร์พัดลม เป็นต้น

การใช้งานสถานะปกติ หมายถึง การศึกษาที่เปิดการใช้งานเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ใบพัดลมหมุนปกติ การใช้งานความเร็วระดับ 3 , ตัวพัดลมไม่หมุนสาย, แรงดันไฟฟ้า 220 V

เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า หมายถึง พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับชนิดตั้งโต๊ะ ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 250 V ขนาด 12 นิ้ว มีหรือไม่มีตัวเก็บประจุ มีใบพัดตั้งแต่ 2 ใบ ขึ้นไป ใช้มอเตอร์หมุนโดยตรง

เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A หมายถึง เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อหนึ่งให้ชื่อยี่ห้อ A ราคา 295 บาท ซึ่งมีความแตกต่างจากยี่ห้อ B และ C

เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ B หมายถึง เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อหนึ่งให้ชื่อยี่ห้อ B ราคา 650 บาท ซึ่งมีความแตกต่างจากยี่ห้อ A และ C

เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ C หมายถึง เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อหนึ่งให้ชื่อยี่ห้อ C ราคา 330 บาท ซึ่งมีความแตกต่างจากยี่ห้อ B และ A

มอเตอร์พัดลม หมายถึง ส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลไปหมุนใบพัดลม ประกอบไปด้วย ขดลวด(coil) แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด(สเตเตอร์(Stator)) โครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลมหน้า-หลัง (front-rear frame) ฝาครอบมอเตอร์หน้า-หลัง (front-rear cover)

แรงดันไฟฟ้าปกติ หมายถึง แรงดันไฟฟ้า ขนาด 220 V

พลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์ หมายถึง ชิ้นส่วนพลาสติกที่แกนโรเตอร์ อยู่ทางด้านหน้า-หลังของโรเตอร์ ทำเป็นรูปร่างต่างๆ เช่น ฟันเฟือง เป็นต้น มีประโยชน์ในการยันล๊อคกับ Bush ของโครงโลหะเพื่อกันไม่ให้แกนโรเตอร์เคลื่อนที่ในแนวหน้า-หลัง

อุณหภูมิสูงสุดคงที่ หมายถึง อุณหภูมิที่จุดหนึ่งจุดใดบริเวณมอเตอร์พัดลมซึ่งสูงขึ้นจนถึงค่ามากที่สุดและอยู่ระดับคงที่ ทั้งนี้จะไม่ขึ้นที่ค่าหนึ่งค่าใดเลย แต่จะกระเพื่อมเป็นค่าवलบข้าง

เพลิงไหม้ต่อเนื่อง หมายถึง เกิดเพลิงไหม้บริเวณมอเตอร์และลูกกลามไหม้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าจนเสียหายหมดทั้งเครื่อง

เพลิงไหม้เสียหายบางส่วน หมายถึง เกิดเพลิงไหม้บริเวณมอเตอร์ และต่อมาเพลิงได้ดับลงเอง

10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

10.1 ทราบถึงอุณหภูมิตามจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม ในการเปิดใช้งานสภาวะปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อต่างๆ 3 ยี่ห้อ ที่คัดเลือกเป็นตัวแทนของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าทั่วไป

10.2 ทราบถึงอุณหภูมิตามจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม ในสภาพการเปิดใช้งานสภาวะผิดปกติต่างๆ 4 ประการ คือ การได้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น 242 V, แกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนผิดที่ระดับหนึ่ง ,เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม และเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลมประกอบกับการได้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น 242 V ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนที่มอเตอร์พัดลมสูงมากขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ

10.3 ทราบถึงจุดอ่อนที่เกิดความผิดปกติของมอเตอร์พัดลมจากการสะสมความร้อนอันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จากการเปิดใช้งานสภาวะผิดปกติโดยการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม (เปิดใช้งานสูงสุดระดับ 3 ,220 V) โดยการเปิดใช้งานต่อเนื่อง

10.4 เกิดองค์ความรู้ในการตรวจสอบวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้เนื่องจากความผิดปกติของมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้และการพิสูจน์หลักฐาน

10.5 เกิดองค์ความรู้ในการปรับปรุงแก้ไขจุดอ่อนของมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าต่อการเกิดอัคคีภัย

10.6 เป็นความรู้ให้แก่ประชาชนได้ทราบถึงการใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อให้ได้รับความปลอดภัย ป้องกันอันตรายจากอัคคีภัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. กลุ่มเกี่ยวกับเพลิงไหม้

1.1 ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้

1.1.1 ทฤษฎีของไฟ

ไฟ (FIRE) คือขบวนการออกซิเดชันที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้เกิดความร้อนและแสงสว่างออกมามากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป

ออกซิเดชัน (Oxidation) คือปฏิกิริยาทางเคมีที่ออกซิเจนเข้าร่วมตัวกับสารอื่น

1.1.2 วงจรชีวิตของไฟ (LIFE CYCLE OF FIRE)

ตามทฤษฎีเดิมซึ่งใช้กันมา 100 กว่าปีแล้วกล่าวไว้ว่า เพลิงจะลุกไหม้ขึ้นได้ต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง ได้แก่ เชื้อเพลิง (fuel) ออกซิเจน (oxygen) ความร้อน (heat) ซึ่งจะขาดองค์ประกอบในข้อใดไม่ได้ เช่น เวลาจุดเทียนเมื่อนำแก้วมาครอบเทียนไฟจะดับ แสดงถึงการขาดออกซิเจนหรือการใช้น้ำราดลงไปบนกองหนังสือที่ลุกติดไฟอยู่แล้ว ไฟก็จะดับนั้น ก็เป็นอีกลักษณะหนึ่งของการขาดองค์ประกอบความร้อน ปัจจุบัน การอธิบายทฤษฎีของไฟโดยใช้องค์ประกอบทั้งสามอย่างนี้ได้อธิบายเพิ่มเติม โดย National Fire Academy ได้อธิบายเรื่องดังกล่าวในลักษณะของวงจรชีวิตของไฟ (ผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ มักจะกล่าวถึงไฟว่าเป็นสิ่งมีชีวิต ผู้เขียนจึงสันนิษฐานว่า ด้วยเหตุนี้จึงใช้คำว่า “วงจรชีวิตไฟ”) ซึ่งประกอบไปด้วย 6 อย่าง คือ ความร้อน เชื้อเพลิง ออกซิเจน การผสมสัดส่วน และการจุดตัวต่อเนื่อง ซึ่งองค์ประกอบทุกข้อจำเป็นต่อการเริ่มต้นและการต่อเนื่องของการลุกไหม้ จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของสามตัวแรกคือ fire triangle ที่เคยรู้กันมา องค์ประกอบที่เหลือเมื่อรวมเข้าด้วยกันแล้วจะเป็นปฏิกิริยาต่อเนื่อง เป็นลูกโซ่หมุนเวียนของไฟ หรือที่รู้จักกันดีว่า chain reaction ดังนั้นในวงจรชีวิตของไฟนั้น จึงประกอบไปด้วยรูปร่างใหม่คือ รูปร่าง tetrahedron ซึ่งแต่ละด้านมีความร้อน เชื้อเพลิง ออกซิเจน และปฏิกิริยาลูกโซ่เป็นองค์ประกอบ

1.1.3 องค์ประกอบที่ 1 ความร้อน (Heat)

ผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุเพลิงไหม้จะต้องเข้าใจว่า ความร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร ความร้อน (Heat) เป็นพลังงานที่เกิดจากสารที่มี molecular activity ซึ่งจะต่างกับคำว่าอุณหภูมิ

(temperature) ความร้อนเป็นการวัดปริมาณพลังงานความร้อนที่ให้กับสารนั้นมีหน่วยเป็น British Thermal Unit (BTU) ส่วนอุณหภูมิเป็นการวัดความเข้ม มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส , ฟาเรนไฮต์ และ เคลวิน

1. BTU คือปริมาณของความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 lb มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°F น้ำ 1 แกลลอนหนัก 8.33 lb ความร้อน 8.33 BTU ทำให้น้ำ 1 แกลลอนมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°F แหล่งที่มาของความร้อน

2. Chemical Heat Energy

ก. Heat of Combustion (การสันดาป) : - เป็นความร้อนที่เกิดจากการออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ เช่น ความร้อนจากเผาไหม้สิ่งของ เป็นต้น

ข. Spontaneous Heat : - ความร้อนที่เกิดขึ้นเองโดยไม่ต้องอาศัยแหล่งความร้อนจากภายนอก

ค. Decomposite Heat : - ความร้อนที่เกิดสลายตัวเน่าเปื่อย การแตกสลายตัวของโมเลกุลหรืออะตอมจะให้ความร้อนขึ้นมา

ง. Heat of solution :- ความร้อนจากการละลายของสาร เช่น โซเดียมละลายน้ำ

3. Mechanical Heat energy เป็นความร้อนที่เกิดจากการเสียดสี (friction) เช่น เอาหินมาถูกันทำให้เกิดไฟในสมัยดึกดำบรรพ์

4. Compressed gas ความร้อนที่เกิดจากการเพิ่มแรงกดในที่จำกัดตามสมการ $T \propto P/V$ (T = อุณหภูมิ P = ความดัน V = ปริมาตร) เมื่อลดปริมาตรหรือเพิ่มความดันจะทำให้เกิดอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เช่น ในกระบอกสูบลอยนต์เครื่องดีเซล การจุดระเบิดโดยไม่ใช้ประกายไฟจากหัวเทียนแต่ใช้ความร้อนจากการเพิ่มแรงอัด (ลดปริมาตร) ในกระบอกสูบซึ่งจะทำให้อุณหภูมิในกระบอกสูบเพิ่มขึ้น 2,000 – 3,000 องศา

5. Electric เป็นความร้อนที่เกิดจากการอาร์ก สปาร์ก หรือความผิดปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอื่นๆ

6. Nuclear Heat Energy ความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์

1.1.4 องค์ประกอบที่ 2 เชื้อเพลิง (Fuel)

หมายถึงสิ่งที่ติดไฟและลุกไหม้ได้ มีอยู่ด้วยกัน 3 สถานะ คือ

ของแข็ง - เช่น ไม้ กระดาษ เสื้อผ้า ฯลฯ

ของเหลว - เช่น น้ำมันเบนซิน ไขมัน ฯลฯ

ก๊าซ - เช่น อะเซทิลีน ไฮโดรเจน บิวเทน โปเพน เป็นต้น

การที่จะเป็นเชื้อเพลิงที่ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับ

ก. มวลสาร (Mass) - มวลสารเชื้อเพลิงนั้นๆ มีความหนาแน่นมากหรือน้อย มีการจัดเรียงตัวอย่างไร ถ้าเชื้อเพลิงนั้นมีการจัดเรียงตัวที่หนาแน่นก็ถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่ไม่ดี เพราะการลุกไหม้จะยากเนื่องจากการจัดเรียงตัวที่หนาแน่นทำให้ออกซิเจนไม่สามารถสนับสนุนการลุกไหม้ได้ดี

ข. สภาวะ (State) - สภาวะของเชื้อเพลิงที่ต่างกันจะมีคุณสมบัติในการลุกไหม้ที่ต่างกันด้วย สภาวะก๊าซจะลุกไหม้ได้ดีกว่าของเหลว ของเหลวจะลุกไหม้ได้ดีกว่าของแข็ง เหตุที่สภาวะก๊าซนั้นมีคุณสมบัติในการลุกไหม้ได้ดีที่สุดก็เนื่องจากว่าในสภาวะนี้โมเลกุลสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วและเป็นอิสระได้ทุกทิศทุกทาง ปริมาตรของก๊าซจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ อุณหภูมิ และแรงกดดัน (ดังสมการ)

$$PV = KT \quad \text{ซึ่ง } P - \text{แรงกด}$$

$$T - \text{อุณหภูมิ}$$

$$K - \text{สัดส่วนมาตรฐาน}$$

$$V - \text{ปริมาตร}$$

การเพิ่มหรือลด T จะทำให้ค่า V เปลี่ยนไป (ถ้า P คงที่)

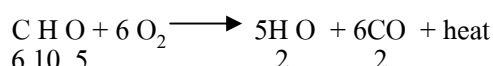
หรือ การเพิ่มหรือลด P จะทำให้ค่า V เปลี่ยนไป (ถ้า T คงที่)

โดยปกติแล้วของแข็ง (solid) และของเหลว (liquid) เมื่อถูกความร้อนที่เพียงพอจะทำไอ (vapor) ออกมา และไอก็คือตัวที่ถูกติดไฟเป็นเปลวเห็นกันอยู่ทั่วไป

ดังนั้นผู้ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุจะต้องเข้าใจก่อนว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดที่เราเห็นว่าลุกไหม้เป็นเปลว นั้นความจริงแล้วส่วนที่ถูกไหม้จริงๆ ก็คือ ส่วนที่อยู่ในสภาวะของก๊าซ เพื่อให้เห็นถึงตัวอย่างของกรณีอย่างชัดเจน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องกล่าวถึงกระบวนการอย่างหนึ่งของไม้ที่เกิดขึ้นเมื่อไม้ได้รับความร้อนซึ่งเรียกกันว่ากระบวนการ pyrolysis

1.1.5 Pyrolysis ของไม้

ไม้เป็นเชื้อเพลิงที่พบได้มากที่สุดซึ่งประกอบไปด้วย fiber หรือเซลล์ที่จัดเรียงกัน โดยมีผนังเซลล์เป็นเซลลูโลส การย่อยสลายทางเคมีเมื่อถูกกับเปลวไฟเกิดขึ้นดังนี้



สมการนี้เป็นสมการที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของปฏิกิริยาการ oxidation แต่ในการเผาไหม้จริงแล้วมักจะเป็นลักษณะที่อัตราการเผาไหม้ และปริมาณของเชื้อเพลิงมีมากเกินไป ซึ่งผลที่ตามมาก็คือ CO จำนวนมากมาย

ในส่วนแรกของสมการนี้แสดงปฏิกิริยา endothermic (ดูดความร้อน) แล้วเปลี่ยนแปลงไปเป็น exothermic (คายความร้อน) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีแบบ self-sustaining ไม้เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัวของโมเลกุลที่ซับซ้อน (เปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปของไอไปจับกับออกซิเจนเกิดลูกไหม้เป็นเปลวไฟ) เหลือกลายเป็นโมเลกุลเดี่ยวหรือเรียกว่าคาร์บอนบริสุทธ์หรือ carbonized wood เช่นพวกถ่านไม้สีดำที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ไม้ที่ได้รับความร้อนเป็นเวลานานจนเนื้อไม้กลายเป็นถ่านเช่นนี้เรียกว่า pyrophoric carbon กล่าวโดยสรุป กระบวนการ pyrolysis ก็คือกระบวนการที่ความร้อนเปลี่ยนแปลงโครงสร้างซับซ้อนไปสู่โครงสร้างที่ง่าย

1.1.6 คุณสมบัติบางอย่างที่เกี่ยวกับความร้อนและเชื้อเพลิงที่ควรทราบ

1.1.6.1 Heat of Combustion

เป็นปริมาณความร้อนซึ่งเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งปลดปล่อยออกระหว่างการเกิดปฏิกิริยา Oxidation ซึ่งวัดค่า BTU ต่อน้ำหนักปอนด์ของเชื้อเพลิงนั้น ความร้อนที่ปล่อยออกมาขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิง

ตัวอย่างเช่น น้ำมันเบนซิน จะปลดปล่อยความร้อนออกมา 20,700 BTU/ 1 lb น้ำมันก๊าดจะปลดปล่อยความร้อนออกมา 19,800 BTU / 1 lb

1.1.6.2 Flash Point (จุดวาบไฟ) :

Flash Point เป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้ของเหลวแปรสภาพเป็นไอมีความดันไอเพียงพอต่อการลุกไหม้ อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าที่จุดวาบไฟนั้น ของเหลวจะสามารถลุกไหม้ได้เองซึ่งอุณหภูมินี้ของเหลวจะถูกติดไฟได้ก็ต่อเมื่อมีแหล่งความร้อนจากภายนอกมาจุด ตัวอย่างเช่น น้ำมันเบนซินมีค่า Flash Point เท่ากับ -43°C หมายความว่าอุณหภูมิที่น้ำมันเบนซินจะสามารถจับไอออกมาเพียงพอต่อการที่จะติดไฟได้เมื่อถูกความร้อนจากภายนอก ที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้น้ำมันเบนซินจะมีค่าแรงดันต่ำมากจนไม่สามารถจับไอเพียงพอต่อการติดไฟได้ ค่า Flash Point นี้เป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบความไวไฟของของเหลวแต่ละตัว เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ มีค่า Flash Point เท่ากับ 13°C น้ำมันเบนซิน (Gasoline) มีค่า Flash Point เท่ากับ -43°C จะเห็นว่าอุณหภูมิ -43°C (ต่ำกว่าอุณหภูมิในตู้เย็น) เรายังสามารถที่จะนำความร้อนจากภายนอก เช่น ไฟจากไม้ขีด ไฟจากไฟแช็ก มาจุดในน้ำมันเบนซินลุกติดไหม้ได้ในขณะที่เอทิลแอลกอฮอล์นั้นในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 13°C เรายังไม่สามารถที่จะนำความร้อนจากภายนอกมาจุดให้เอทิลแอลกอฮอล์ติดไฟได้ ดังนั้น จากค่า Flash Point นี้ บอกได้ว่าน้ำมันเบนซินมีความไวไฟมากกว่าเอทิลแอลกอฮอล์

1.1.6.3 Fire Point หรือ Flame Point

แม้ว่าของเหลวจะสามารถสร้างไอเพียงพอต่อการลุกติดไหม้ที่อุณหภูมิ flash Point แต่การลุกไหม้นั้นจะไม่ต่อเนื่องตลอดไปเนื่องจากอัตราการกลายเป็นไอไม่เพียงพอที่จะทำให้เพลิงลุกไหม้อย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิที่ทำให้ของเหลวแปรสภาพเป็นไอได้ในอัตราคงที่เรียกว่า fire point หรือ flame point โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิของ fire point จะสูงกว่า flame point ประมาณ 2-3 °c

1.1.6.4 Ignition Temperature หรือ Autoignition Temperature:

เป็นอุณหภูมิที่ต่ำสุดที่ทำให้สารที่เป็นเชื้อเพลิงลุกติดไฟได้ (ไอของสารนั้นลุกติดไฟ) ตัวอย่าง เช่นน้ำมันเบนซินมีค่า flash point เท่ากับ - 43 °c และมีค่า Ignition Temperature เท่ากับ 280 °c หมายความว่าที่อุณหภูมิ - 43 °c หรือมากกว่า น้ำมันเบนซินจะสามารถสร้างไอเพียงพอต่อการลุกไหม้ และเมื่อถูกกับเปลวไฟหรือแหล่งความร้อนใดๆ ที่มีอุณหภูมิ 280 °c หรือมากกว่าไอนั้นจะลุกไหม้ทันที

1.1.6.5 Combustible ;

หมายถึง ความสามารถลุกไหม้ภายใต้เงื่อนไขปกติของสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะใช้ในความหมายกว้าง ๆ ของการลุกไหม้ทั่วไปไม่ได้เฉพาะเจาะจง

1.1.6.6 Flammable :

หมายถึง ความสามารถลุกไหม้และให้เปลวไฟ ซึ่งจะใช้เมื่อต้องการแสดงให้เห็นว่าการลุกไหม้นั้นเป็นแบบที่ให้เปลวไฟออกมาด้วย

1.1.6.7 Flammable Liquid

หมายถึง ของเหลวที่มีค่า flash point ต่ำกว่าที่ 37.8 °c เช่น น้ำมันเบนซินอะซิโตน และเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นต้น

1.1.6.8 Combustible Liquid :

หมายถึง ของเหลวที่มีค่า flash point ที่ 37.8 °c หรือมากกว่า เช่น น้ำมันก๊าด(kerosene) และน้ำมันเตา (fuel oil) เป็นต้น

คำว่า flammable liquid และ combustible liquid นี้ จะต้องบ่งบอกไว้ที่ภาชนะบรรจุสารเคมีทุกชนิด เพื่อจะได้ทราบว่าควรเก็บสารเคมีตัวนี้ไว้อย่างไรจึงปลอดภัย ตัวอย่างเช่น สารเคมีชนิดหนึ่งบ่งบอกที่ภาชนะบรรจุว่าเป็น combustible liquid ก็หมายความว่า สารเคมีตัวนี้มีค่า flash point เท่ากับหรือสูงกว่า 37.8 °c ซึ่งค่า 37.8 °c นี้เป็นค่าประมาณเกินกว่าอุณหภูมิสูงสุดของสถานที่ทั่ว ๆ ไป ดังนั้นก็แสดงว่าสารเคมีบางตัวนี้สามารถเก็บในสภาพทั่วไปได้โดยไม่มีอันตราย เนื่องจากอุณหภูมิในสถานที่เก็บนั้นต่ำกว่าค่า flash point ของสารเคมีตัวนี้ในทาง

กลับกันถ้าสารเคมีตัวนั้นเป็นว่า flammable liquid การเก็บไว้ในสถานที่ต่างๆไป จะเป็นอันตรายได้ เนื่องจากค่า flash point ของมันต่ำกว่า 37.8 °c ดังนั้นการเก็บจึงต้องมีความต้องมีความพิถีพิถันมากกว่าธรรมดา

1.1.6.9 Specific Gravity (ความถ่วงจำเพาะ)

คืออัตราส่วนของน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน(น้ำหนักของสารใดๆ / น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับสารนั้น)

ถ้าค่าของความถ่วงจำเพาะมีค่ามากกว่า 1 หมายความว่าสารนั้นมีแนวโน้มที่จะจมน้ำ

ถ้าค่าของความถ่วงจำเพาะมีค่าน้อยกว่า 1 สารนั้นมีแนวโน้มที่จะลอยน้ำตัวอย่างเช่น น้ำมันเบนซินมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.73 ก็หมายความว่าน้ำมันเบนซินเมื่อร่วงลงในน้ำจะลอยอยู่บนผิวน้ำ

1.1.6.10 Vapour Density (ความหนาแน่นของไอ) :

คือสัดส่วนของน้ำหนักก๊าซกับน้ำหนักอากาศแห้งในปริมาตรที่เท่ากัน

$$\text{Vapor Density (VD)} = \frac{\text{น้ำหนักของก๊าซ}}{\text{น้ำหนักอากาศแห้งที่มีปริมาตรเท่ากัน}}$$

ถ้า VD มีค่าน้อยกว่า 1 หมายถึง ก๊าซเบากว่าอากาศ มีแนวโน้มลอยสูง
 ถ้า VD มีค่ามากกว่า 1 หมายถึง ก๊าซหนักกว่าอากาศ มีแนวโน้มอยู่ต่ำ
 ตัวอย่างเช่นนั้น ก๊าซหุงต้มที่ประกอบไปด้วย ก๊าซ propane และ butane มีค่า VD เท่ากับ 1.52 และ 2.00 ตามลำดับ ก็หมายถึงความว่าเมื่อก๊าซหุงต้มรั่วออกมา ก๊าซจะอยู่ต่ำกว่าหรืออยู่ระดับพื้น

1.1.7 องค์ประกอบที่ 3 ออกซิเจน (oxygen)

แหล่งที่มาของ ออกซิเจน

1. จากบรรยากาศ (Atmosphere)

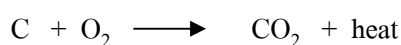
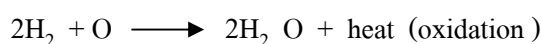
โดยทั่วไปแล้วภายในบรรยากาศจะมีออกซิเจนอยู่ประมาณ 20.8 % ปริมาณของออกซิเจนที่จะสนับสนุนการลุกไหม้ให้เป็นเปลวไฟได้จะต้องมีอย่างน้อย 15 – 16 % ขึ้นไป ถ้าความเข้มข้นของออกซิเจนน้อยกว่านั้นลงไปจนถึง 8 % การลุกไหม้จะเป็นลักษณะของการคุ (smoldering) คือการลุกไหม้ที่มีแต่ควันไม่มีเปลวไฟ และถ้าความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำกว่า 8 % ลงไปไฟจะดับ

2. จากตัวเชื้อเพลิงเอง(Oxidizer)

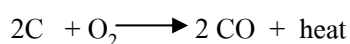
เชื้อเพลิงประเภทนี้จะมีออกซิเจนอยู่ในองค์ประกอบเพียงพอที่จะเกิดการเผาไหม้หรือคุ ที่ที่ไม่มีออกซิเจนในอากาศเช่น pyroxylin plastics (พวก Cellulose nitrate ซึ่งใช้ในแล็กเกอร์เคลือบไม้)

ปริมาณของออกซิเจนเป็นตัวสำคัญที่ควบคุมการลุกไหม้ ในสถานะที่มีออกซิเจนจำกัดการลุกไหม้จะเปลี่ยนจากเปลวไฟเป็นการคุที่มีแต่ควัน ซึ่งการคุนี้อาจเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลา 20 นาที ถึง 8 ชั่วโมงทำให้ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุเกิดความเข้าใจผิดได้เสมอ ตัวอย่างเช่น นาย ก. ออกจากบ้านไปทำงานตอน 07.00 น. แล้วเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นที่บ้านนาย ก. ตอน 12.00น. เมื่อพิจารณาจากช่วงเวลาสุดท้ายที่ออกมาจากบ้านคือ 07.00 น. จนถึงเวลาที่เกิดเพลิงไหม้ คือ 12.00 น. จะเห็นว่าห่างกันถึง 5 ชั่วโมง ผู้ตรวจที่ยังไม่เข้าใจลักษณะการคุอาจบอกว่า เป็นไปไม่ได้ที่จะเกิดจากความประมาทของเจ้าของบ้านโดยการทิ้งบุหรี่ ซึ่งการเข้าใจเช่นนั้น เป็นการสรุปสาเหตุที่ผิดทันทีเนื่องจากแท้จริงแล้วโอกาสที่จะเกิดการคุและลุกไหม้นั้นมีตั้งแต่ช่วง 07.00 ถึง 15.00น.

ตัวสมการปฏิกิริยา oxidation (การรวมตัวกับออกซิเจน) แบบง่าย ๆ



ในกรณีที่มี O จำกัดหรือมี C เป็น 2 เท่า (มีเชื้อเพลิงมาก) จะได้



CO นี้ก็คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซที่พบมากที่สุดในที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ และเป็นตัวที่ไปทำลายระบบทางเดินหายใจเป็นเหตุให้เสียชีวิต นอกจากนั้นก๊าซ CO ยังเป็นเชื้อเพลิงที่ลุกไหม้ไฟได้ที่อุณหภูมิ 1128 °F

1.1.8 องค์ประกอบที่ 4 และ 5 การผสมสัดส่วน (Mixing and Proportioning)

ไอของเชื้อเพลิงจะต้องผสม (mixing) กับออกซิเจนให้อยู่ในสัดส่วน (Proportioning) ที่เหมาะสมคืออยู่ในช่วง flammability limits ไอนั้นจะพร้อมที่จะถูกจุดให้ลุกไหม้ได้

Flammability limits หรือค่า explosive limits คือ ช่วงของความเข้มข้นของไอเชื้อเพลิงที่ผสมกับอากาศในอัตราส่วนที่พอดีจะทำให้เกิดการลุกติดไฟได้ ถ้าปริมาณเข้มข้นของไอเชื้อเพลิงที่อยู่ในอัตราส่วนที่พอดีอยู่ในที่ที่จำกัด เมื่อถูกจุดจากแหล่งความร้อนจากภายนอก จะทำให้เกิดการระเบิดได้ ดังนั้น บางครั้งจึงเรียกว่า explosive limits ถ้าอัตราส่วนผสมของไอกับอากาศเกินขอบเขตสูงสุด (upper explosive limits : UEL) หรือต่ำกว่าขอบเขตต่ำสุด (lower explosive limits : LEL) สารนั้นจะไม่ลุกติดไฟ ตัวอย่างเช่น เอทิลแอลกอฮอล์ มีค่า Flammability limits 3.3 – 19% จะสามารถลุกติดไฟได้เมื่อถูกกับแหล่งความร้อนจากภายนอก แต่

ถ้าปริมาณไอเอทิลแอลกอฮอล์ที่ผสมกับอากาศต่ำกว่า 3.3 (LEL) หรือสูงกว่า (UET) 19% เอทิลแอลกอฮอล์นั้นจะไม่ติดไฟ ค่า flammability limits นี้เป็นตัวที่บอกถึงความสามารถในการลุกติดไฟเชื้อเพลิงแต่ละตัว โดยเปรียบเทียบจากโอกาสการลุกติดไฟ เชื้อเพลิงที่มีช่วง flammability limits กว้างจะมีโอกาสหรือความสามารถ ในการลุกติดไฟได้ง่ายกว่าเชื้อเพลิงที่มีช่วง flammability limits แคบ ตัวอย่างเช่น kerosene (น้ำมันก๊าด) มีค่า flammability limits เท่ากับ 1.16 – 6.0 acetone มีค่า flammability limits เท่ากับ 2.6 – 12.8 เมื่อพิจารณาจากช่วง flammability limits แล้วจะเห็นว่า น้ำมันก๊าดมีช่วง flammability limits เท่ากับ $6.0 - 1.16 = 4.84$ ในขณะที่ acetone มีช่วง flammability limits เท่ากับ $12.8 - 2.6 = 10.2$ ดังนั้นโอกาสที่ acetone จะลุกติดไฟ ขึ้นจึงง่ายกว่าน้ำมันก๊าด

1.1.9 องค์ประกอบที่ 6 การจุดตัวต่อเนื่อง (Ignition Continuity)

National Fire Academy ได้ให้ความหมายของ "Ignition Continuity" ไว้ว่า คือ ผลจากความร้อนที่ส่งกลับมาจากไฟสู่เชื้อเพลิง ทำให้เชื้อเพลิงนั้นลุกไหม้อย่างต่อเนื่อง ความร้อนที่ส่งกลับมานั้นโดยกระบวนการส่งผ่านความร้อน (heat transfer) และจากการสัมผัสโดยตรงของเปลว (direct flame contact)

1.2 การตรวจหาจุดต้นเพลิงและสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ (ในประเภทของ อุปกรณ์ไฟฟ้า) (สันติ์ สุขวจน์ 2549 : 166 -196)

1.2.1 ตรวจจุดต้นเพลิง (POINTS OF ORIGIN)

คำว่า “จุดต้นเพลิง” ในความหมายของการตรวจสถานที่เกิดเหตุคดีเพลิงไหม้ก็คือ ตำแหน่งที่เพลิงลุกไหม้ อาจมีขนาดเป็นจุดหรือเป็นพื้นที่กว้างๆ ซึ่งโดยปกติแล้ว พยานหลักฐานที่บ่งชี้สาเหตุของเชื้อเพลิงไหม้ มักจะพบอยู่บริเวณต้นเพลิงหรือใกล้กับจุดต้นเพลิง ดังนั้นการระบุตำแหน่งจุดต้นเพลิงจะต้องแม่นยำที่สุด เพื่อที่จะทำให้การตรวจหาสาเหตุเพลิงไหม้นั้น มีความถูกต้องด้วย นอกจากนี้ตำแหน่งของจุดต้นเพลิงนั้นอาจจะนำมาใช้ในการยืนยันหรือหักล้าง คำให้การของผู้เสียหาย พยาน หรือผู้ต้องสงสัยได้

หลักในการพิจารณาหาจุดต้นเพลิง

1. ดูจุดหรือบริเวณที่มีสภาพความเสียหายมากที่สุด

ใช้หลักการเช่นเดียวกับการตรวจหาห้องต้นเพลิง คือ จุดใดที่มีสภาพความเสียหายมากที่สุด ก็แสดงว่ามีระยะเวลาในการเผาไหม้นานที่สุด และจุดนั้นก็น่าจะเป็นจุดที่เพลิงไหม้ขึ้นก่อน อย่างไรก็ตามหลักการนี้จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อได้นำเรื่องเวลาในการดับเพลิงเข้ามาพิจารณาด้วย การพิจารณาความแตกต่างของสภาพความเสียหายบางครั้งก็สามารถทำได้โดยง่าย

ตัวอย่าง ในห้องที่เกิดเหตุมีจุดเพลิงไหม้ 2 จุด คือ จุด A และ จุด B จุด A มีสภาพที่ถูกเพลิงจนทรัพย์สินบริเวณนั้นกลายเป็นเถ้าถ่านหมด ในขณะที่ จุด B ยังคงเหลือสภาพเดิมของทรัพย์สินอยู่บ้าง ในกรณีเช่นนี้ ผู้ตรวจเห็นชัดเจนว่า จุด A มีสภาพความเสียหายมากกว่าจุด B ดังนั้นจึงสามารถตัดสินใจโดยง่ายว่า จุด A น่าจะเป็นจุดต้นเพลิง แต่ในบางครั้งการพิจารณาความเสียหายกระทำไม่ได้โดยยาก ตัวอย่าง เช่น ถ้าจุด A และ จุด B มีสภาพที่ถูกเพลิงไหม้จนทรัพย์สินกลายเป็นเถ้าถ่านเหมือนกัน ไม่สามารถบอกความแตกต่างของความเสียหายได้ ในกรณีนี้ผู้ตรวจจะต้องใช้ความรู้ในการอ่านร่องรอยต่างๆ (fire language) ที่เป็นผลมาจากไฟซึ่งร่องรอยเหล่านี้จะบอกถึงข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทิศทางไฟที่แผ่ขยายออกไป เวลาในการไหม้ ระดับอุณหภูมิ ความรุนแรงของไฟและประเภทของเชื้อเพลิง ตัวอย่างของร่องรอยที่เป็นผลมาจากไฟ ได้แก่ การเป็นเถ้าถ่าน (char) ความลึกของการเป็นถ่าน (dept of char) การแตกกะเทาะของปูน การหลอมละลายของวัสดุสิ่งของ การเปลี่ยนสีของโครเมียมและการเปลี่ยนแปลงของกระจก เป็นต้น

2. จุดจุดหรือบริเวณที่เกิดเหตุที่มีการลุกไหม้ในระดับต่ำที่สุด

ตามธรรมชาติของไฟแล้ว จะลุกไหม้จากด้านล่างขึ้นบน (ยกเว้นกรณีที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง อาจทำให้ไฟวิ่งย้อนลงมาในทิศทางที่ผิดธรรมชาติได้) ดังนั้นจึงถือเอาจุดหรือบริเวณที่อยู่ต่ำสุด ซึ่งถูกเพลิงไหม้เสียหายเป็นจุดต้นเพลิง แต่การที่จะพิจารณาว่าจุดต่ำสุดนั้นเป็นจุดต้นเพลิงได้ ก็ต่อเมื่อจุดหรือบริเวณดังกล่าวมีสภาพความเสียหายมากที่สุด (ตามหลักการพิจารณาจุดต้นเพลิงที่ 1) และสภาพความเสียหายของทรัพย์สิน และสิ่งของที่ถูกเพลิงลามไหม้จากจุดหรือบริเวณนั้น จะต้องสอดคล้องกันด้วย

ตามปกติแล้วผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุมักจะใช้วิธีการดูจุด หรือบริเวณที่มีการลุกไหม้ระดับต่ำสุด จากการตรวจหารูปแบบของ (finger pattern) ในลักษณะของรูปตัววี (V-shape) ที่ผนัง โดยถือว่าส่วนปลายล่างสุดของตัววีก็คือจุดที่เพลิงลุกไหม้ขึ้นก่อน ในการปฏิบัติผู้ตรวจมักจะพบเห็นแต่ส่วนขาของตัววี เนื่องจากส่วนปลายล่างสุดนั้นถูกซากเถ้าถ่านและทรัพย์สินทับถมอยู่ จึงจำเป็นที่ผู้ตรวจจะต้องเคลื่อนย้ายสิ่งทับถมเหล่านั้นออก เพื่อดูตรงส่วนปลายล่างสุดของตัววี โดยการเคลื่อนย้ายสิ่งทับถมออกนั้น จะต้องกระทำอย่างช้าๆ ค่อยๆ หยิบสิ่งทับถมออกทีละชิ้น พร้อมกับพิจารณาไปด้วยว่าสิ่งที่เคลื่อนย้ายออกไปนั้นเป็นสิ่งของอะไร มีสภาพความเสียหายอย่างไร การกระทำได้กล่าวจะทำให้ผู้ตรวจทราบถึงลำดับการลามไหม้และตกลงมาของสิ่งของว่าสอดคล้องกับการที่จะเป็นจุดต้นเพลิงหรือไม่ ตัวอย่างเช่น ลำดับของสิ่งของที่เคลื่อนย้ายออกมา (เรียงจากด้านล่างขึ้นด้านบน) เช่น กระจก ไม้ กระจก เศษปูนที่เพดาน เมื่อพิจารณาจากการวางทรัพย์สินแล้วพบว่าตรงจุดนี้มีกองกระจกวางที่พื้น ข้างกองกระจกวางโต๊ะไม้ บนโต๊ะวางกระจกกรอบรูป ด้านบนเป็นเพดานคอนกรีต ลักษณะเช่นนี้ถือว่าลำดับการตกของทรัพย์สิน

สอดคล้องกับการที่เพลิงเริ่มไหม้จากจุดนี้ ในทางกลับกันถ้าพบว่าลำดับการตกของทรัพย์สินเป็น กระจก เศษปูนที่เพดาน ไม้ กระจก อย่างนี้ถือว่าผิดปกติ โดยต้นเพลิงเริ่มลุกไหม้จากกอง กระจกทรัพย์สินที่จะถูกเพลิงลามไหม้และตกลงมาก่อนควรจะเป็นโต๊ะไม้ แต่กลับพบว่าเป็นเศษ ปูนที่เพดาน ดังนั้นในกรณีนี้ กองกระจกอาจไม่ใช่จุดต้นเพลิง การลุกไหม้ของกระจกอาจ เกิดขึ้นในลักษณะของ flash over ซึ่งในขณะนั้น อุณหภูมิความร้อนในส่วนเพดาน (ระดับบน) ก็สูงมากอยู่แล้วเมื่อเกิด flash over ขึ้นจึงเสริมอุณหภูมิเข้าไปอีกทำให้เพดานแตกตกลงมาอยู่บน กองกระจกก่อน

เมื่อผู้ตรวจทำการเคลื่อนย้ายสิ่งของออกจนถึงส่วนปลายล่างสุดของตัววิ สิ่งของหรือทรัพย์สินที่อยู่ตรงจุดนั้นก็คือ สิ่งของที่เริ่มลุกไหม้ขึ้นก่อน หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็น เชื้อเพลิง ความร้อนหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ เช่น พบซากเตารีด ขาหลอดและเศษ กระจกฟลูออเรสเซนต์ มอเตอร์พัดลม เป็นต้น

ในกรณีที่เพลิงเริ่มลุกไหม้จากบริเวณกลางห้องหรือในพื้นที่ๆอยู่ห่างจาก ผนังออกมา ผู้ตรวจไม่พบรูปแบบการไหม้รูปตัววีให้เห็น ดังนั้นอาจใช้การมองดูที่ส่วนใต้หรือ ส่วนล่างของทรัพย์สิน เช่น ใต้เฟอร์นิเจอร์ ใต้ชั้นวางของ เป็นต้น การที่พบว่าส่วนใต้หรือ ส่วนล่างของทรัพย์สินถูกเพลิงไหม้เสียหายมากกว่าด้านบน ก็แสดงว่าทรัพย์สินส่วนนั้นอยู่ใกล้กับ จุดต่ำสุดของการลุกไหม้

3. คู่มือการผ่านของความร้อนเพื่อนำไปสู่จุดต้นเพลิง

3.1 หลอดไฟ (light bulbs)

หลอดไฟจะเริ่มอ่อนตัวและบิดเบี้ยวที่อุณหภูมิ 900 – 1000 °F (482 – 538 °C) ถ้าความร้อนยังคงเพิ่มต่อไปเรื่อย ๆ หลอดไฟจะหลอมยืดออกไปในทิศทางเดียวกับแหล่ง ความร้อน

3.2 พลาสติก (plastics)

พลาสติกที่อยู่ในระดับเพดานจะอ่อนนุ่มและหลอมละลายเช่นเดียวกับ หลอดไฟ แต่จะมีอุณหภูมิที่หลอมเหลวต่ำกว่ามาก คือ 200 – 400 °F (93–204 °C)

4. ดูจากด้านที่เสียหายของทรัพย์สิน

ในสถานที่เกิดเหตุผู้ตรวจจะพบว่าทรัพย์สินที่ถูกเพลิงไหม้ จะมีสภาพ ความเสียหายมากในด้านแหล่งความร้อน ซึ่งสภาพความแตกต่างดังกล่าวมองเห็นได้อย่างชัดเจน ดังนั้นถ้าทรัพย์สินในสถานที่เกิดเหตุไม่ถูกเคลื่อนย้าย เช่นจากการรื้อค้นหรือจากการฉีดน้ำดับเพลิง เป็นต้น การสังเกตด้านที่เสียหายของทรัพย์สินจะทำให้ผู้ตรวจทราบถึงทิศทางที่มาของความร้อน

1.2.2 สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ (Cause of Fires)

สาเหตุของเพลิงไหม้ สามารถจำแนกใหญ่ออกได้เป็น 2 ชนิด

1.2.2.1 อุบัติเหตุ (Accidental) เป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นโดยไม่เจตนา รวมถึงการกระทำโดยประมาทที่เป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ได้ด้วย สาเหตุเพลิงไหม้ชนิดนี้พอจะแบ่งย่อย ออกได้เป็น 13 แบบ ดังนี้

1.2.2.2 อุปกรณ์ทำความร้อน

หมายถึงอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในการทำให้เกิดความร้อน (ยกเว้นอุปกรณ์ประกอบอาหาร) เช่น เครื่องทำน้ำร้อน เตาไรต์ เครื่องทำความร้อน เป็นต้น อุปกรณ์ในการทำความร้อนนี้ยังรวมถึงพวกถ่านไม้ หรือเชื้อเพลิงของแข็งอื่นที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำความร้อน การเกิดเพลิงไหม้มีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ทำความร้อนสามารถจำแนกออกได้ตามลักษณะการเกิดดังนี้

ก. การใช้ไม่ถูกวิธี

ข. การวางสิ่งของหรือเฟอร์นิเจอร์ใกล้กับอุปกรณ์ทำความร้อนมากเกินไป

ค. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิไม่ทำงาน

ง. ขาดการบำรุงรักษาทำความสะอาด

จ. ระบบเชื้อเพลิงของอุปกรณ์ทำความร้อนชำรุด

ฉ. การจัดเก็บถ่านไม้และเชื้อเพลิงที่ยังร้อนอยู่อย่างไม่เหมาะสม

1.2.2.3 อุปกรณ์ประกอบอาหาร

อุปกรณ์ประกอบอาหาร เช่น เตาแก๊ส เตาไมโครเวฟ ฯลฯ ส่วนใหญ่จะผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม การเกิดเพลิงไหม้มักจะมีสาเหตุมาจากผู้ใช้มากกว่าปัญหาจากตัวอุปกรณ์เอง ดังนี้

ก. การใช้ไม่ถูกวิธี

ข. การอุ่นอาหารหรือต้มน้ำทิ้งไว้บนเตาแก๊สเป็นเวลานาน

ค. การตั้งกระทะน้ำมันทิ้งไว้บนเตาแก๊สเป็นเวลานาน

ง. น้ำมันในกระทะกระเด็นหรือหกออกมาถูกกับปลิวไฟจากเตา

จ. ขาดการดูแลบำรุงรักษาทำความสะอาด

1.2.2.4 การสูบบุหรี่

ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของบุหรี่ เมื่อวัดที่ผิวนอกของส่วนที่ร้อนแดงจะมีอุณหภูมิประมาณ 550 °F แต่เมื่อวัดจากจุดศูนย์กลางของส่วนที่ร้อนแดงจะมี

อุณหภูมิ 1350 °F ดังนั้นการทิ้งบูหรือลงในถังขยะ หรือทิ้งลงบนวัตถุอื่นที่สามารถลุกไหม้ได้ จึงเป็นสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ขึ้น ซึ่งระยะของการลุกก่อนที่จะเกิดเป็นเปลวไฟนั้น อาจเกิดขึ้นได้ใน 2 – 3 นาที หรือหลายชั่วโมงก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ลุกไหม้

1.2.2.5 อุปกรณ์ไฟฟ้า (Energized Electrical Equipment)

หมายถึงอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ไฟฟ้า รวมทั้งสายไฟ สวิตช์ และแผงควบคุมไฟต่าง ๆ ยกเว้นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความร้อนและประกอบอาหาร การออกแบบติดตั้ง การใช้ และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ ถ้าไม่เป็นไปตามมาตรฐานแล้วก็อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้ ขบวนการที่ทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ระบบไฟฟ้าถึงขั้นลุกไหม้ติดไฟได้แก่

ก. ประกายไฟฟ้า (Arc & Spark) : เกิดขึ้นได้เสมอในขณะที่เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือสวิตช์ และบางครั้งอาจเกิดจากสาเหตุความชำรุด หรือเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ การเกิด arc ในธรรมชาติเราจะสังเกตได้จากการที่เราเดินผ่านพื้นที่ๆปูพรม แล้วเอามือจับโลหะ ฟ้าผ่าก็เป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของ arc อุณหภูมิที่จะได้รับเมื่อเกิดการ arc จะอยู่ในช่วง 1100 – 3900 °c การ arc อาจจะมีอนุภาคเล็กๆของโลหะร้อนๆกระจายออกไปเป็นวงกว้าง (spark)

ข. Normal Arcing เป็นประกายไฟที่เกิดขึ้นตามปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นที่ทราบกันดีว่า ถึงแม้จะพบร่องรอยการ arc ไม่ได้หมายความว่า จะเป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ บางครั้งเพลิงไหม้ก็เป็นสาเหตุให้เกิดการ arc ได้เช่นกัน

ค. Abnormal Arcing เกิดจากการทำงานที่ผิดปกติ ความล้มเหลว หรือความเสียหายซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทนั้นๆ ตัวอย่างเช่น การที่ฉนวนหุ้มสายไฟเสื่อมสภาพทำให้สายทองแดงสองเส้นแตะกัน เกิดการ Arc และประกายไฟลุกไหม้ได้ง่าย

1.2.2.6 เพลิงไหม้มีสาเหตุมาจากความร้อนที่รอยเชื่อมต่อของสายไฟฟ้า (Over Heat Connection) : ทุกครั้งที่สายไฟฟ้ามีการเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้าอีกเส้นหนึ่ง หรือต่อเข้ากับเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า โอกาสที่จะเกิดความร้อนพอเพียงกับการลุกไหม้นั้นย่อมมีอยู่เสมอ หากการต่อเป็นไปอย่างถูกต้องอุปกรณ์ที่ใช้สามารถเข้ากันได้ดี หรือสะอาด หรือยึดติดแน่น โดยมีหน้าสัมผัสมีพื้นที่เพียงพอ ความต้านทานของการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าก็มีไม่มากนัก ความร้อนที่จะเกิดขึ้นที่รอยเชื่อมต่อนี้จะมีเพียงเล็กน้อย ในกรณีการต่อเชื่อมที่ไม่ประณีต หรือเกิดความชำรุด หรือเสียหายขึ้นก็ดี ถึงแม้ว่ากระแสไฟฟ้าอาจสร้างความเดือดร้อนขึ้นที่รอยต่อนั้นทำให้วัตถุที่เป็นเชื้อเพลิงติดไฟขึ้นมาได้

เพลิงไหม้ที่มีสาเหตุมาจากกรณีนี้ พบได้บ่อยครั้งจากการที่ขั้วหลอดกับขาฟลูออเรสเซนต์ยึดจับกันไม่แน่น ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่สะดวก (ความต้านทานสูง)

เป็นผลให้เกิดความร้อนขึ้นจนถึงขั้นที่พลาสติกหาลอดฟลูเรสเซนต์หลอมละลาย หยดลงไปถูกกับวัสดุที่ลุดติดไฟง่ายเกิดเพลิงไหม้ขึ้น ดังนั้นในกรณีที่ผู้ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุพบว่า บริเวณจุดต้นเพลิงมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งอยู่ จะต้องพยายามตรวจสอบด้วยว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นอาจเป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ได้หรือไม่

1.2.2.7 เพลิงไหม้ที่มีสาเหตุมาจากสายไฟที่เกิดความร้อนสูง (Overheat Wire) ทุกครั้งที่มีการเสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวด ความร้อนจะเกิดขึ้นที่เส้นลวดเส้นนั้น เส้นลวดแต่ละเส้นที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าจะมีความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าอย่างปลอดภัยนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ชนิด อุณหภูมิที่ใช้งาน (temperature rating) ของฉนวนหุ้ม ชนิด โลหะ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด จำนวนของเส้นลวด และขึ้นอยู่กับสถานที่ใช้งานว่าจะอยู่ในที่เปิดต่ออากาศหรือไม่ ยิ่งถ้าระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน เช่น ฟิวส์ หรือเบรกเกอร์ ใช้ขนาดไม่เหมาะสม ชำรุด หรือถูกตัดออกไป กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเส้นลวดจะมีปริมาณสูงขึ้นและความร้อนบนเส้นลวดก็จะมีปริมาณมากจนถึงขั้นลวกไหม้ฉนวนหุ้มสาย ตลอดจนวัตถุลุดติดไฟได้ง่ายที่อยู่ใกล้เคียงก็ได้

ปัญหาที่ทำให้สายไฟฟ้าเกิดความร้อนสูงมากเกินไป จนเป็นเหตุของเพลิงไหม้ได้นั้น ส่วนใหญ่แล้วก็เนื่องมาจากผู้ใช้ไฟฟ้าเอง ไม่ขอใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน หรือใช้เครื่องไฟฟ้ามากเกินไป โดยไม่คำนึงถึงขนาดของสายไฟ หรือบางครั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านมีปัญหาทำให้ฟิวส์ขาด สวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติ (เซฟตี้คัต) ดับบ่อยๆ แต่ไม่ทำการแก้ไขหาสาเหตุ กลับใช้วิธีการนำเอาลวดทองแดงมาใส่แทนฟิวส์ หรือปรับตำแหน่งของสวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติไปที่ไฟตรง (ตรงตำแหน่งสีแดง ซึ่งไฟจะไม่ผ่านเครื่องเลย) การกระทำดังกล่าว ทำให้เมื่อมีการใช้กระแสไฟฟ้าเกิน สายไฟฟ้าก็เกิดความร้อนสูงแต่ฟิวส์ไม่ตัด (เนื่องจากทองแดงมีอุณหภูมิหลอมละลายสูงถึง 1981 °c) ซึ่งสวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติไม่ตัด จึงทำให้เกิดความร้อนเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงขั้นที่ฉนวนสายไฟลวกไหม้ขึ้นเป็นเปลว ดกกลงไปหรือไปถูกกับวัสดุที่ลุดติดไฟได้ง่าย เช่น ผ้าม่าน ทำให้เกิดเพลิงลุดไหม้ขึ้นอย่างต่อเนื่องได้ ดังนั้น ในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุทุกครั้ง ผู้ตรวจจะต้องตรวจสอบดูแผงควบคุมไฟฟ้าว่า สวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติอยู่ในตำแหน่งใดเปิดหรือปิด (on - off) ปุ่มปรับความไวของการตัดไฟตั้งไว้ที่ตำแหน่งใด ฟิวส์ได้มาตรฐานหรือมีการดัดแปลงบ้างหรือไม่

นอกจากนี้ ในระยะหลังพบว่าสายไฟฟ้าที่เกิดความร้อนสูง และเป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ มักจะเกิดขึ้นจากภายในตลับสายไฟอ่อน เนื่องจากการเสียบอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดเข้ากับปลั๊กตัวเมียของตลับสายไฟอ่อน ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าบางตัวก็ใช้กำลังไฟฟ้าสูง จึงทำให้สายไฟในตลับซึ่งเป็นสายอ่อนมีขนาดสายทองแดงเล็กอยู่แล้วเกิดความร้อนขึ้นได้ ประกอบกับสาย

อ่อนดังก่อวขคอยู่ในตลับไม่สามารถระบายความร้อนได้ดี จึงยังทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นจนฉนวนสายไฟอ่อนหลอมละลาย ตัวพลาสติกของตลับหลอมละลายเกิดเพลิงลุกไหม้ขึ้นได้

นอกจากนี้เหตุเพลิงไหม้จากระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

1. เพลิงไหม้ที่เกิดจากภายในระบบกระจายไฟฟ้า

ระบบกระจายไฟฟ้า ประกอบไปด้วยเครื่องวัดไฟ สวิตช์ ก่อ่งการเชื่อมต่อโหลดต่างๆ

2. เพลิงไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน

เครื่องมือที่ใช้สอยภายในบ้าน จะเชื่อมต่อแบบถาวร หรือด้วยปลั๊ก

1.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดที่พบว่าเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ (สันต์ สุขวจน์

2549 : 78-79)

1.3.1 เต้าไฟฟ้า : อุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากสายเมน เช่น ปลั๊กไฟฟ้า หรือสวิตช์ เป็นต้น ไม่ควรต่อตรงจากระบบเข้าสู่เต้า เพราะหากเกิดการลุกไหม้ขึ้นสามารถตัดกระแสไฟฟ้าได้ทันที อันตรายที่เกิดขึ้นจากเต้าไฟฟ้าส่วนใหญ่ จะมาจากการหุงต้มซึ่งบางครั้งใช้สารไวไฟประเภทน้ำมันต่างๆ และการที่มีวัตถุติดไฟได้ เช่น กระดาษ ผ้า วางอยู่ในระยะใกล้เคียงเพียงพอที่จะได้รับความร้อนโดยตรง การนำความร้อนโดยตรงหรือการแผ่รังสีความร้อน จนทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นที่วัตถุดังกล่าวได้ (สาเหตุที่เพลิงไหม้ที่เกิดจากเต้าไฟฟ้าที่ใช้ในการหุงต้มนี้จะถือเป็นสาเหตุที่เกิดจากอุปกรณ์ประกอบอาหาร)

1.3.2 ตู้เย็น : อันตรายจากเพลิงไหม้ที่มาจากตู้เย็น มาจากการเสื่อมสภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในตู้ดังกล่าว และอันตรายที่มาจาก overheating ที่แผ่ส่งความร้อน และตัวมอเตอร์เองอาจจะเป็นที่สะสมเศษหยากไย่และคราบน้ำมันอันสามารถเป็นเชื้อเพลิงได้ดี

1.3.3 หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ : อุณหภูมิที่ใช้ในการทำงานของหลอดดังกล่าวต่ำกว่าของโคมไฟฟ้าทั่วไปก็จริง แต่เนื่องจากในช่วงสตาร์ทจะต้องใช้ voltage สูงมาก จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ เช่น transformer, reactors, capacitors และสวิตช์ ซึ่งความร้อนที่อุปกรณ์ประกอบเหล่านี้อาจจะสูงขึ้นได้ โดยเฉพาะบัลลาสต์นั้น ถ้าเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ติดตั้งบนขาไม้ ความร้อนจากบัลลาสต์ที่มีการเสื่อมสภาพภายใน (เช่นจากการเสื่อมสภาพของน้ำยาที่เคลือบขลวดสำหรับพันรอบแผ่นเหล็กซิลิกอน) ทำให้ขาไม้ลุกไหม้ขึ้นได้

1.3.4 วิทยุ - โทรทัศน์ : อาจเป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ได้จากการที่เปิดทิ้งไว้นานๆ จนอุปกรณ์ภายใน เช่น หลอดภาพ หรือ หม้อแปลงเกิดความร้อนสูง และถ้ามีพวกหยากไย่อยู่ภายใน ก็จะเป็นเชื้อเพลิงทำให้เกิดเพลิงลุกไหม้ได้

1.3.5 พัดลม : สาเหตุของเพลิงไหม้เนื่องจากพัดลมมักจะเกิดจากการที่เปิดทิ้งไว้นานเกินไปหรือมีวัตถุใด ๆ ไปทำให้การหมุนของใบพัดไม่สะดวก ทำให้มอเตอร์เกิดความร้อน ขดลวดที่อาบน้ำมันอาจเกิดเสื่อมสภาพ เกิดการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้าขึ้น พัดลมบางรุ่นสวิทช์เป็นแบบสไลด์เลื่อนถ้าปิดไม่สุดกระแสไฟฟ้าสามารถเดินผ่านได้ตลอดเวลา อาจเกิดความร้อนสะสมถึงขั้นลุกไหม้ได้เช่นกัน

1.3.6 เตารีด : ส่วนใหญ่เป็นปัญหามาจากการตั้งวางไว้ในที่ ๆ ไม่เหมาะสม ขณะที่ยังมีความร้อนสูงอยู่ เช่น บนผ้า หรือกระดาษสามารถลุกติดไฟได้

1.4 การตรวจพิสูจน์ของกลางในคดีเพลิงไหม้ หน่วยงานกองพิสูจน์หลักฐาน

(อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ 2544 : 213)

ไฟฟ้า(Electricity)

1.4.1 การเกิดเพลิงไหม้ โดยมีสาเหตุจากไฟฟ้าอาจแบ่งออกเป็น

1.4.1.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าขัดข้อง หรือเสื่อมประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้าบางส่วนเปลี่ยนไป เป็นพลังงานความร้อน เมื่อสะสมความร้อนถึงจุดอันตราย อาจเป็นสาเหตุเกิดเพลิงลุกไหม้ขึ้นได้

1.4.1.1 ภายในเครื่องใช้ไฟฟ้ามีฉนวนเก่าชำรุด หรือสายไฟขนาดเล็กเกินไปกว่าขนาดการใช้งานจะเกิดความร้อนสะสมมากพอที่สายไฟฟ้า ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าอาจละลายหรือลุกติดไฟ อาจเกิดจากลัดวงจรจนเป็นเหตุให้เพลิงลุกลามขึ้นมาได้

1.4.1.1 การใช้ไฟฟ้าผิดขนาด หรือใช้หลอดทองแดงต่อชั่วคราวแทนฟิวส์ที่สวิทช์ตัดตอน(cut out) หากมีการใช้ไฟฟ้าเกินขนาด หรือเกิดการลัดวงจรไฟฟ้าที่ดี กระแสไฟฟ้าจำนวนมากจะวิ่งผ่านสวิทช์ตัดตอนได้โดยที่วงจรไฟฟ้าไม่ขาด อาจทำให้เกิดเพลิงลุกไหม้ได้

1.4.2 การเก็บรักษาของกลางเพื่อส่งตรวจพิสูจน์ ของกลางอาจเป็นหลอดทองแดง อุปกรณ์ไฟฟ้า สวิตช์ตัดตอน หรือปลั๊กไฟฟ้า เพื่อค้นหาจุดที่เป็นต้นเหตุ การลัดวงจร หรือการหลอมละลายของสายไฟฟ้า ทั้งนี้อาจมีมากกว่าหนึ่งรายการก็ได้ ควรหากล่องหรือภาชนะบรรจุอย่างอื่นที่เหมาะสมแยกบรรจุและปิดให้มิดชิด พร้อมระบุรายละเอียดเพื่อส่งตรวจต่อไป

1.4.3 วิธีการตรวจพิสูจน์

1.4.3.1 เพื่อพิสูจน์ด้วยกล้องขยาย 3 มิติ

1.4.3.2 ตรวจสอบหลอดทองแดงที่ขึ้นส่วนหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วแต่กรณี

1.4.3.3 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.5 การตรวจสอบความผิดปกติของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า และประเภทต่างๆของการเกิดเพลิงไหม้ที่สายไฟฟ้า (Dr V Babrauskas 2001)

1.5.1 การตรวจสอบความผิดปกติของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธีดังนี้

- A ชี้ให้เห็นถึงการกระทำ หรือละเว้นการนำไปสู่ความผิดปกติ
- B จัดกลุ่มความผิดปกติโดยหน้าที่ของอุปกรณ์ หรือ ส่วนต่างๆที่ผิดปกติ
- C ศึกษาเกี่ยวกับความผิดปกติพื้นฐาน

1.5.2 Modes of ignition การเกิดความร้อนที่สายไฟฟ้า แบ่งได้เป็น

1.5.2.1 arcing

- 1. carbonization of insulation (arc tracking)
- 2. externally induced ionization of air (created by flames or an earlier arc)

3. short circuits คำว่า short circuit นั้นนำมาใช้กับสภาวะที่แรงต้านทานต่ำ และเกิดความผิดพลาดของกระแสไฟอย่างสูงในวงจรทันที ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบ

3.1 bolted short การช็อตแบบไฟแลบ คือโลหะสัมผัสกับโลหะทะลุผ่านชิ้นส่วนของโลหะหนา ๆ ความร้อนไม่จำกัดวงอยู่ที่ความเสียหาย แต่กระจายไปทั่วทั้งวงจร อาจเกิดขึ้นได้อย่างเฉียบพลัน

3.2 การอาร์คช็อต (arc short) คือโลหะสัมผัสกับโลหะไม่ต่อเนื่องติดกัน การอาร์คช็อตเป็นผลมาจากสื่อไฟฟ้า 2 ชนิดสัมผัสกันชั่วขณะหนึ่ง เป็นเหตุให้เกิดการละลายของวัตถุรอบบริเวณจุดสัมผัสแรงแม่เหล็กจะผลักสื่อไฟฟ้าแยกจากกันและของเหลวไหลไปมาระหว่างตัวนำไฟฟ้า แล้วทำให้แตก การสปาร์กอาจเกิดขึ้นได้ขณะที่ตัวนำไฟฟ้าแตกเป็นชิ้นๆ หลังจากการอาร์คช็อต ตัวนำไฟฟ้าที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากจะถูกพบเห็นได้บ่อยครั้งด้วยเกิดช่องบนพื้นผิว ส่วนสายไฟที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าอาจจะถูกแยกออกทั้งหมด

1.5.2.2 excessive ohmic heating, without arcing

1.5.2.3 external heating ความร้อนที่เกิดภายนอกส่วนใหญ่มาจากสายไฟหรืออุปกรณ์สายไฟ ซึ่งเป็นเหยื่อของการเกิดไฟไหม้ไม่ใช่ต้นกำเนิดของการเกิดไฟไหม้ แต่บางสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจากความร้อนภายนอกของสายไฟเป็นตัวก่อให้เกิดเหตุการณ์ขึ้น

1.6 อันตรายจากความร้อนและไฟไหม้ อุณหภูมิการลุกไหม้ของวัสดุ Plastic/Natural product

เครื่องใช้ไฟฟ้าจะเกิดความร้อนขึ้นระหว่างการทำงานตามปกติหรือเมื่อเกิดภาวะผิดปกติขึ้น ถ้าความร้อนที่เกิดขึ้นเกินขีดจำกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถก่อให้เกิดการลัดวงจร และเป็นสาเหตุของไฟไหม้ขึ้นบนวัสดุที่ทำจากพลาสติกได้ นอกจากนี้ ถ้าเกิดอุณหภูมิสูงมากที่ชิ้นส่วนใด ๆ ของเครื่องใช้แล้วผู้ใช้งานสัมผัสโดนจะทำให้เกิดอาการไหม้บริเวณผิวหนังได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อเทอร์โมสตัท ควบคุมอุณหภูมิของฮีตเตอร์ เกิดการลัดวงจรขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไป จะทำให้ฮีตเตอร์ทำงานอย่างต่อเนื่อง ความร้อนที่สูงขึ้นสามารถทำให้ชิ้นส่วนพลาสติกภายในเครื่องใช้เกิดการลุกไหม้ได้ ดังนั้น จึงต้องมีอุปกรณ์ป้องกัน เช่น เทอร์โมฟิวส์ เพื่อจำกัดอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย วัสดุพลาสติกภายในเครื่องใช้ต้องมีคุณสมบัติทางความร้อนและระดับการลุกไหม้ที่เหมาะสม อาจใช้เปลือกหุ้มที่เป็นโลหะเพื่อจำกัดไม่ให้ไฟลามออกมาจากเครื่องใช้ นอกจากนี้ ช่องระบายความร้อนบนเปลือกหุ้มต้องมีโครงสร้างเหมาะสม เพื่อลดการเกิดความร้อนสะสม

ตารางที่ 1 แสดงถึงอุณหภูมิการลุกไหม้ของวัสดุ Plastic/Natural product

ASTM D1929		
Plastic/Natural product	FIT[c]Flash-Ignition temperature	SIT[c] Self- Ignition temperature
Polyethylene(PE)	340	350
Polypropylene(PP)	320	350
Polystyrene(PS)	350	490
Polyvinyl chloride(PVC)	390	450
Polytetrafluoroethylene (PTFE)	560	580
ABS	390	480
Polymethyl methacrylate (PMMA)	300	430
Polyamide 6 (PA6-Nylon)	420	450
Polyamide 66(PA66-Nylon)	490	530
Polyurethane (PUR-rigid foam)	310	415
Cotton	210	400

ที่มา: “อันตรายจากความร้อนและไฟไหม้: หลักการของมาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้า.” เอกสารประกอบการอบรมสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2550.(อค์สำเนา)

1.7 ความร้อนเกินจากการรับกระแสมากเกินไป (Overheating due to Excessive Current (OEC)) (Chris W.Korinek 2001)

ความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าเกิน โดยความร้อนที่เกิดขึ้นเกิดเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลเกินได้ไหลผ่านสื่อต่างๆ ทางไฟฟ้า ความร้อนที่เกิดจากสาเหตุนี้อาจเกิดจากตัวต้านทานเล็กๆ ในวงจรไฟฟ้าซึ่งเป็นผลให้เกิดกระแสเกินที่สื่อทางไฟฟ้าได้ซึ่งการเกิด Short circuit ก็เป็นสาเหตุหนึ่งของสาเหตุนี้เหมือนกัน โดยวิธี Short circuit นี้เกี่ยวกับการให้ความร้อนมากเกินไปจึงจำเป็นต้องคำนึงผลที่จะตามมาของสาเหตุนี้ด้วย

2. กลุ่มวิทยาการเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลมีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

2.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ(Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี มอเตอร์(A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

2.2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase) เช่น

สปลิตเฟส มอเตอร์(Split-Phase motor)

คาปาซิเตอร์ มอเตอร์(Capacitor motor)

รีพัลชันมอเตอร์(Repulsion-type motor)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์(Universal motor)

เช็ดเดดโพล มอเตอร์(Shaded-pole motor)

2.2.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์(A.C.Two phas Motor)

2.2.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor)

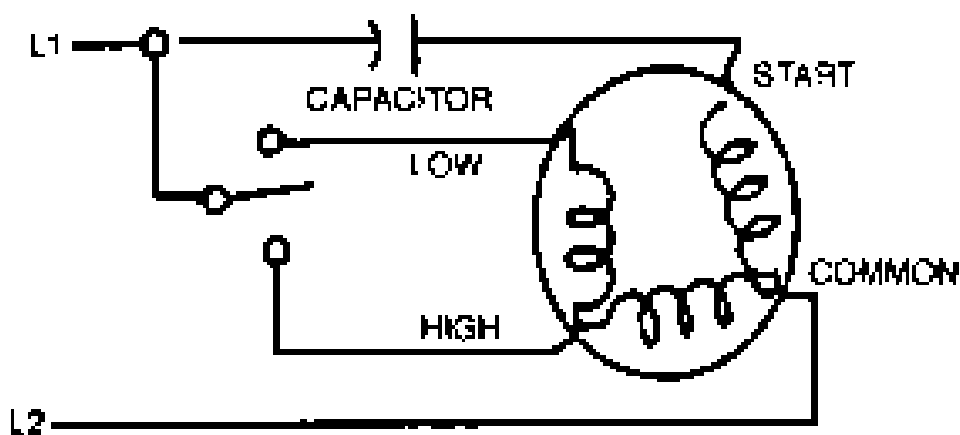
2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(Direct Current Motor)หรือเรียกว่า ดี.ซี มอเตอร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

2.2.2.1 มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีย์มอเตอร์(Series Motor)

2.2.2.2 มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชัณฑ์มอเตอร์(Shunt Motor)

2.2.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์(Compound Motor)

มอเตอร์ที่ใช้ในการทำพัดลมที่นิยมใช้กันเป็นแบบที่เรียกกันว่า Induction Motor แบบมีจำนวน ขั้วแม่เหล็ก จำนวน 4 ขั้ว (4 Poles)ที่จะทำความเร็ว สูงสุดได้ไม่เกิน 1500 RPM แต่ในทางปฏิบัติ จะอยู่ในราว 1430-1460 รอบ(ความเร็วสูงสุด)ความเร็วขนาดนี้ จะให้ลมที่แรงพอสมควร และเสียงจากความเร็วลมก็จะไม่ดังมากและการทำให้เกิดการเหนี่ยวนำจาก ขดลวดชุดคงที่(Stator Winding)ไปยังตัวหมุน (Rotor)ที่เป็นแบบ กรงกระรอก (Squirrel-Cage) มีอลูมิเนียมฉลิตไว้บนแกนเหล็กใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าจะเป็นวงจรที่เรียกกันว่า Split Phase Capacitor Run โดยจะมี Capacitor ต่ออยู่ในวงจร 1 ตัว มอเตอร์แบบนี้ทำให้เกิดมีการหมุนเสมือนของขด Stator ที่เกิดจากความถี่ของแรงไฟและจำนวนขั้วของขดลวดที่ทำไว้หากแบบ 2 โพลจะมีความเร็ว 28xx-29xx RPM มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล เป็น Motor ตัวเล็กๆ มีแรงม้าต่ำ ๆ (ต่ำกว่า 1 แรงม้า) ใช้ในเครื่องใช้ ต่าง ๆ ในบ้าน เช่นจักรเย็บผ้า (sewing machines)



ภาพที่ 1 แสดงวงจรไฟฟ้าจำลองของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า

ที่มา : บริษัท ดาวฤกษ์ จำกัด, มาตรฐานด้านความปลอดภัย [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 27 กันยายน 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.vcharkarn.com/vcafe/23778/>

2.3 อุณหภูมิกับการใช้งานของมอเตอร์ (ชนาทรัพย์ สุวรรณลักษณ์ 2551)

อายุการใช้งานของมอเตอร์จะยาวนาน หรือสั้นลง ส่วนสำคัญคืออายุการใช้งานของฉนวนที่ขดลวด ส่วนอื่นๆ เช่น แบร์ริง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางกลสามารถที่จะพอมองให้เห็นได้ด้วยตาหรือฟังด้วยเสียงได้ และการเปลี่ยนอุปกรณ์เหล่านี้ไม่ยากและราคาไม่สูงมากนัก

มอเตอร์ส่วนใหญ่เกินกว่า 80% จะเสียอันเนื่องมาจากเกิดการลัดวงจรของขดลวด การลัดวงจรอาจจะเกิดจากปัญหาทางกลที่สามารถมองเห็นได้ง่าย แต่สาเหตุใหญ่ที่อยู่เบื้องหลัง คือ ฉนวนเสื่อมคุณภาพ ก็เพราะความเป็นฉนวนไม่สามารถทำหน้าที่เป็นฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ จึงทำให้เกิดแรงดันทะลุฉนวน เกิดการลัดวงจรทางไฟฟ้าหรือลัดวงจรลงดิน

ฉนวนเสื่อมคุณภาพสาเหตุใหญ่เกิดจากอุณหภูมิเกิน เพราะอุณหภูมิเกินจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเปลี่ยนไป ความเป็นฉนวนของขดลวดเสื่อมคุณภาพ ทำให้เกิดการลัดวงจรลงโครง หรือระหว่างขดลวด

อุณหภูมิเกินนั้นมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น สภาพแวดล้อมไม่ตรงกับที่ออกแบบ, มอเตอร์ขับโหลดเกินทำให้กระแสเกิน, การสตาร์ทและหยุดบ่อยเกินไป จะมีกระแสเป็นจำนวนมากในตอนที่ยังมอเตอร์สตาร์ททำให้ร้อนจัด, หรือการเลือกมอเตอร์ไม่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน เป็นต้น ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือนต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์คือ ความร้อนเกินนั่นเอง

2.4 ความร้อน และผลต่อพิภักกำลังมอเตอร์ (ศิวัะ หงษ์นภา. 2546 : 25)

ความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นมาจากไหนบ้าง หากพิจารณาจะพบว่า ความร้อนที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป, เครื่องจักรกลไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มักจะมาจากสาเหตุสำคัญ 2 สาเหตุหลักคือ

1. ความร้อนเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทานซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความร้อนนี้มีค่าแปรผันตามขนาดกระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง และความต้านทาน สามารถเขียนเป็นสมการได้คือ $P=IR$ เนื่องจากความร้อนในส่วนนี้เกิดเนื่องมาจากการนำกระแสตามปกติ เราจึงเรียกการสูญเสียไปเป็นความร้อนในส่วนนี้ว่า Conduction Loss

2. ความร้อนเนื่องมาจากการกลับตัวไปมาของโมเลกุล หรือการเคลื่อนไหวยของโมเลกุล เนื่องจากความถี่ความร้อนในส่วนนี้จะมีค่ามากขึ้นตามความถี่ ตัวอย่างของความร้อนในกรณีนี้ถ้าเป็นพวกเครื่องจักรไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิด ก็จะมี Loss ประเภท Hysteresis Loss แต่ถ้าเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรืออิเล็กทรอนิกส์กำลังก็จะมี Loss นี้เรียกว่า Switching Loss

หากจะเปรียบเทียบให้มองเห็นภาพอย่างง่าย ๆ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถคาดการณ์พฤติกรรมที่เกี่ยวกับความร้อนได้ ผู้เขียนก็จะขอเปรียบเทียบความร้อนเข้ากับน้ำที่เราคุ้นเคยกันอย่างดี หากเราเปรียบเทียบปริมาณความร้อนว่าเป็นเหมือนดังเช่นปริมาณน้ำ เราก็อาจเปรียบเทียบวัสดุที่เป็นที่เก็บความร้อนนั้นไว้เหมือนดังเช่น ตุ่มน้ำหรือถังใส่น้ำได้ ส่วนอุณหภูมิก็เปรียบได้กับระดับน้ำ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อจ่ายกระแสให้มอเตอร์ ความร้อนจะผุดออกมาจากความต้านทานของขดลวดส่วนหนึ่ง และผุดขึ้นมานี้เนื่องจาก Hysteresis Loss ส่วนหนึ่ง โดยมีเนื้อเหล็กของมอเตอร์เป็นแหล่งรับปริมาณความร้อนนั้น ความร้อนที่ผุดขึ้นมานี้ก็เปรียบเสมือนกับเรากำลังเปิดน้ำให้ไหลลงถังเก็บ โดยปริมาตรของน้ำในถังเก็บก็คือปริมาณความร้อนสะสม ถ้ากระแสที่ไหลเข้ามอเตอร์มีค่ามาก หรือ ความถี่ที่จ่ายให้มอเตอร์มีค่าสูงๆ ปริมาณความร้อนที่ไหลเข้าสู่ถังเก็บหรือเนื้อเหล็กก็จะมีค่ามาก ทำให้ปริมาณความร้อนสะสมเพิ่มสูงขึ้นเร็ว ระดับน้ำหรืออุณหภูมิก็จะสูงขึ้นเร็วด้วย ถ้าไม่มีการระบายความร้อนออก ปริมาณความร้อนสะสมก็จะมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้มอเตอร์ไหม้ได้

อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณความร้อนของอุปกรณ์มีมากขึ้น ก็จำเป็นต้องหาทางระบายความร้อนออกไป เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย ซึ่งโดยปกติการระบายความร้อนจะทำได้ 3 วิธี คือ การนำ, การพา และการแผ่รังสี โดยธรรมชาติแล้วเมื่อมีความร้อนเกิดขึ้น ณ จุดใด การเคลื่อนตัวของความร้อนจะเกิดขึ้นทั้ง 3 วิธี แต่จะไปด้วยวิธีไหนมากกว่ากันนั้นก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในขณะนั้นๆ เช่น ถ้ามีลมพัดเข้ามาแรงๆ การระบายอากาศด้วยการพาที่จะมีมากที่สุด เป็นต้น ส่วนกรณีการระบายความร้อนโดยการนำและแผ่รังสีนั้น จะใช้หลักการตามธรรมชาติ โดยอาศัยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของวัสดุที่เป็นแหล่งบรรจุความร้อนกับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ หากอุณหภูมิของสองสิ่งนี้แตกต่างกันมาก การระบายความร้อนด้วยวิธีนี้ก็จะทำได้ดี แต่ถ้าแตกต่างกันไม่มาก ก็ทำได้ไม่ดี สิ่งที่เราอาจจะช่วยได้ก็คือการเพิ่มผิวสัมผัสระหว่างวัสดุที่เป็นแหล่งความร้อนกับบรรยากาศ แล้วอุณหภูมิระดับไหนที่ยังถือว่าไม่มีปัญหาต่อตัวอุปกรณ์ คำตอบก็คือ ต้องดูที่ Spec ของอุปกรณ์ว่าอุปกรณ์นั้นทนระดับอุณหภูมิได้แค่ไหน เพราะถ้าอุณหภูมิถึงระดับที่ Spec กำหนด ก็เปรียบเสมือนกับว่าน้ำเต็มถังแล้ว ถ้ายังฝืนเติมน้ำต่อไป น้ำก็ล้น แต่ในกรณีของอุปกรณ์ไฟฟ้า น้ำล้นไม่ได้เพราะเป็นภาชนะปิด ก็เหลืออยู่อีกทางหนึ่งคือถึงต้องแตก ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ไหม้หรือพังนั่นเอง เนื่องจากโดยปกติแล้ว อุปกรณ์ที่มีพิกัดกำลังมากก็จะมีขนาดใหญ่มากขึ้นตามไปด้วย เพื่อให้รับกำลังไฟฟ้าได้มากกว่า เมื่อเป็นเช่นนี้ก็หมายความว่าอุปกรณ์ที่มีพิกัดกำลังน้อยขนาดเล็ก ก็เปรียบเสมือนถึงน้ำขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางน้อย ในขณะที่อุปกรณ์ที่มีพิกัดกำลังมาก ขนาดใหญ่ ก็เปรียบเสมือนถึงน้ำขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางมาก ถ้าให้ถึงทั้งสองเก็บปริมาณน้ำเท่ากัน ระดับน้ำของถังเล็กก็จะมีมากกว่า

2.5 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ซิงโครนัส

ประสิทธิภาพของมอเตอร์ซิงโครนัส หาได้จากอัตราส่วนของเอาต์พุตต่อกำลังอินพุต ซึ่งแสดงลำดับของพลังงานไฟฟ้าทางอินพุตที่จ่ายเข้าสเตเตอร์ของมอเตอร์ซิงโครนัสพลังงานส่วนนี้จะเกิดการสูญเสียที่ขดลวดทองแดงที่สเตเตอร์ และกำลังสูญเสียในแกนเหล็กของสเตเตอร์ กำลังส่วนที่เหลือบนสเตเตอร์จะส่งผ่านช่องอากาศมายังโรเตอร์ แปลงเป็นพลังงานกลที่ตัวโรเตอร์ จากนั้นเกิดการสูญเสียจาก Stray load ซึ่งมีค่าประมาณ 9 % ของกำลังทางกลเอาต์พุต และกำลังสูญเสียจากความฝืดและแรงต้านจากลมก่อนที่จะส่งกำลังกลที่เหลือไปยังเพลาของมอเตอร์ กลายเป็นกำลังกลเอาต์พุต

2.6 ผลกระทบต่อประสิทธิภาพมอเตอร์ (ฟิรพงศ์ ลิ้มประสิทธิ์วงศ์ 2546 : 35-37)

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมทั้งมอเตอร์นั้นสามารถหาได้จาก พลังงานที่ออกมาหารด้วย พลังงานที่ใส่เข้าไปในจากอุปกรณ์นั้นๆ

วิธีการวัดประสิทธิภาพของมอเตอร์นั้นมีหลายวิธี ทั้งแบบทางตรง หรือวิธีทางอ้อมโดยวัดค่าความสูญเสียแทนการวัดโดยตรง ซึ่งมีหลากหลายมาตรฐาน ทั้ง IEEE112 หรือ IEC34-2 แต่วิธีที่เที่ยงตรงที่สุด คือการวัดโดยตรงโดยวัดกำลังขาเข้าในรูปของกำลังไฟฟ้า และ วัดกำลังขาออกในรูปของแรงบิด และความเร็วยรอบ(Direct Measurement) โดยใช้วิธีการทดสอบขับโหลดเทียม และวัดแรงบิดด้วย torque meter ความเร็วยรอบที่จุดพิกัดแรงบิดด้านขาออกของมอเตอร์ตามสูตรต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \text{Power output} * 100\% / \text{Power input}$$

$$\text{ซึ่ง Power input} = 3 \times \text{Voltage} \times \text{Current} \times \text{Power Factor}$$

$$\text{ซึ่ง Power output} = \omega T = n * T 2\pi / 60 = nT / 9.55$$

$$\omega = \text{ความเร็วเชิงมุม}$$

$$T = \text{แรงบิด มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร}$$

$$n = \text{ความเร็วยรอบ มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที}$$

ถึงแม้ว่าวิธีการวัดประสิทธิภาพ โดยวิธีวัดโดยตรงจะเป็น วิธีที่เที่ยงตรงที่สุดก็ตาม แต่จะมีค่าใช้จ่ายและยุ่งยากมากกว่าการวัดโดยทางอ้อมที่วัดค่าสูญเสียที่ No load เพื่อมาหาค่าประสิทธิภาพมอเตอร์ จะเห็นว่าตัวแปรที่กระทบต่อประสิทธิภาพของมอเตอร์นั้นมีหลายตัว ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ ตามการทดสอบปกติจะทำการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง 20 C แล้วจึงมาคำนวณหาค่าสูญเสียที่อุณหภูมิที่จุดใช้งาน

2.7 ฉนวนหุ้มขดลวด (Insulator)

จากการศึกษาเบื้องต้นเห็นได้ว่าการเกิดการไหม้ของพัดลม มักเกิดขึ้นจากความร้อนซึ่งในหลาย ๆ ทฤษฎีทางไฟฟ้าที่เป็นสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดความร้อนด้วยกันทั้งสิ้น เราจึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ประเภทของฉนวนหุ้ม เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลควบคู่กับการทดลอง

การแบ่งชั้นหรือ class ของวัสดุฉนวนของขดลวด และส่วนนำไฟฟ้าต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้านั้น เราจะแบ่งค่า Insulation class ได้ตามค่าความคงทนต่อความร้อน หรืออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยปกติแล้วเราจะแบ่ง Insulation class ออกเป็น class ต่างๆ ได้แก่ Insulation class A, E, B, F, H ฯลฯ สำหรับวัสดุฉนวนที่ใช้ในมอเตอร์ไฟฟ้านั้น ส่วนใหญ่เราจะนิยมใช้ motor ที่มี insulation class เป็น class B และ F มากที่สุดเนื่องจากมีค่าความคงทนต่อความร้อนที่ค่อนข้างสูงทำให้เราสามารถใช้งาน motor แบบ Overload ได้ดี ซึ่งค่า Insulation Class ของฉนวนแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไรดังนี้

1. Insulation Class A

มอเตอร์ที่มีแสดงค่า Insulation class ว่าเป็น motor insulation class A นั้น แสดงว่าฉนวนของขดลวดที่ใช้ในการพันมอเตอร์เป็นฉนวนประเภทเพป้าฝ้าย, โคม, ไฟเบอร์, กระดาษ ฯลฯ อาบวานิช หรือจุ่มในน้ำมัน ตัวอย่างเช่น ฝ้ายอาบวานิช, ท่ออาบวานิช, เบคาไลท์ ฯลฯ ซึ่งฉนวนประเภทนี้จะทนอุณหภูมิสูงสุด (ที่จุดร้อนจัดของมอเตอร์) ได้ถึง 105°C

2. Insulation Class E

ฉนวนที่มี Insulation class เป็น class E ได้แก่ ฉนวนประเภทโพลีเอสเตอร์ (ไมลาร์), ยูรีเทน, อีพ็อกซี่, เมราไมน์ และฟีนอลเรซิน ซึ่งฉนวน insulation class E นี้ สามารถทนอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 120°C ซึ่งถ้าอุณหภูมิของมอเตอร์ในขณะ run สูงกว่านี้ แสดงว่ามอเตอร์ตัวนี้มีโอกาสเสียหายสูงมาก

3. Insulation Class B

ฉนวน Insulation class B ได้แก่ฉนวนประเภทไมก้า , ไยแก้ว , ไยหิน ฯลฯ ใช้ร่วมกับวัสดุเกาะยึด เช่น อีพ็อกซี่ เป็นต้น โดยฉนวนที่ทำจากวัสดุพวกนี้จะสามารถทนอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 130°C

4. Insulation Class F

ได้แก่ ฉนวนประเภท ไมก้า , ไยแก้ว , ไยหิน ฯลฯ ใช้ร่วมกับวัสดุเกาะยึด เช่น ซิลิโคนแอลโคดีเรซิน ตัวอย่างเช่น ไยแก้วอาบวานิช , แอสเบสต้ออาบวานิช , วานิชไยหิน ฟิล์ม โพลีเอไมต์(เคพตอน , โนเมก) , แผ่นไมคาร์ ฯลฯ ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 155°C

5. Insulation Class H

ได้แก่ฉนวนประเภท ซิลิโคนอีลาสโตเมอร์ไมการ์ (Silicone elastomer mica) ใยแก้ว (Glass fiber), Asbestos ใช้ร่วมกับวัสดุเกาะยึด เช่น ซิลิโคนเรซิน และ Polytetrafluorethylene (PTFE) ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 150 °c

6. Insulation Class C

เป็นฉนวนประเภทไมก้า หรือ porcelain หรือ glass หรือ ฟลักควอทซ์ ใดๆ อย่างหนึ่ง นิยมใช้ทำเป็นลูกถ้วย เพราะมีความแข็งแรงทางกลดีกว่าฉนวนประเภทอื่นๆ

7. Insulation Class Y

เป็นฉนวนที่สามารถทนอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 190 °c

จาก มอก.934-2533 มาตรฐานการผลิตพัฒนาไม่ได้กำหนด Insulator class ใช้ไว้แน่นอน ซึ่งโดยส่วนใหญ่พัฒมดั่งโต๊ะเป็นมอเตอร์แบบ single phase induction motor จะนิยมใช้ฉนวนหุ้ม class E แต่ภายในมาตรฐานนี้มีข้อกำหนดเกี่ยวกับอุณหภูมิของฉนวนหุ้มที่เพิ่มขึ้นในการทำงานปกติซึ่งมีข้อกำหนดดังนี้

ตารางที่ 2 ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

รายการ ที่	ส่วนของมอเตอร์หรือตัว เปลี่ยนอัตราเร็ว	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น องศาเซลเซียส		วิธีวัด
		วัสดุฉนวน ประเภท เอ	วัสดุฉนวนประเภท อีหรือประเภทอื่นที่ ทนอุณหภูมิได้สูง กว่า	
1.	ขดลวดหุ้มฉนวนของ มอเตอร์	60	75	การเปลี่ยนค่า ความต้านทาน
2.	ส่วนที่ไม่หุ้มฉนวนของ มอเตอร์รวมทั้งแกน	ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุ ฉนวนที่อยู่ติดกัน		ใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์ โมคัปเปิล

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ ที่	ส่วนของมอเตอร์หรือตัว เปลี่ยนอัตราเร็ว	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น องศาเซลเซียส		วิธีวัด
		วัสดุฉนวน ประเภท เอ	วัสดุฉนวนประเภทอี หรือประเภทอื่นที่ทน อุณหภูมิได้สูงกว่า	
3.	ขดลวดหุ้มฉนวนของตัว เปลี่ยนอัตราเร็ว (โดยการ เดินเครื่องต่อเนื่องกันที่ ตำแหน่งเดินเครื่องใดๆ)	60	75*	การเปลี่ยนค่า ความต้านทาน
4.	ลวดความต้านทานของตัว เปลี่ยนอัตราเร็ว และตัว เปลี่ยนอัตราเร็วชนิดอื่น (โดย การเดินเครื่องต่อเนื่องกันที่ ตำแหน่งเดินเครื่องใดๆ)	ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุ ฉนวนที่อยู่ติดกัน		ใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์ โมคัปเปิล
5.	เปลือกหุ้มตัวเปลี่ยน อัตราเร็ว**	40		ใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์ โมคัปเปิล
6.	ผิวภายนอกของตัวเก็บประจุ	ต้องไม่เกินค่าที่ระบุของตัวเก็บประจุ		ใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์ โมคัปเปิล

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพัฒนาไฟฟ้า
กระแสสลับเฉพาะด้านความปลอดภัย (มอก.934-2533),” เอกสารรายงานมาตรฐานด้านความปลอดภัย
ประจำปี 2534. (อค์สำเนา)

หมายเหตุ

1. ถ้าจะใช้เทอร์โมคัปเปิล ให้ใช้เฉพาะกับผิวภายนอกซึ่งเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา
อาจจะต้องได้
2. ค่าของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในตาราง ใช้กับพัฒนาที่ใช้งานที่อุณหภูมิโดยรอบ
ไม่เกิน 40 °c หากใช้งานที่อุณหภูมิโดยรอบสูงกว่านี้ ให้ลดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นลงในอัตราเดียวกัน
3. * เฉพาะพัฒนาชนิดระบายอากาศ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกิน 65 °c
4. ** เฉพาะพัฒนาที่เปลือกหุ้มตัวเปลี่ยนอัตราเร็วแตกต่างจากจากตัวพัฒนา

3. กลุ่มทฤษฎีหลักการทางวิทยาศาสตร์และไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

3.1 กฎการอนุรักษ์พลังงาน Law of Conservation of Energy

กฎการอนุรักษ์พลังงาน พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปกันได้ กล่าวได้ว่าพลังงานมีค่าคงที่เสมอ

3.2 ประสิทธิภาพการทำงาน (Efficiency)

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

3.3 กฎของโอห์ม (Ohm's)

$$I = V/R$$

แรงดันไฟฟ้า (Voltage , V ในหน่วย Volt , V)

กระแสไฟฟ้า (Current , I ในหน่วย Ampere , A)

ความต้านทาน (Resistance , R ในหน่วย Ohm , Ω)

3.4 พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2549)

เมื่อต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า (เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละเครื่องเปรียบเสมือนตัวต้านทานตัวหนึ่ง) เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ประจุไฟฟ้า จะเคลื่อนที่ที่ทำให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น ตามชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ

พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียให้แก่ตัวต้านทาน(เครื่องใช้ไฟฟ้า)

$$W = QV \quad (1)$$

โดยที่ W คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เคลื่อนประจุไฟฟ้าผ่านความต้านทาน

Q คือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านความต้านทาน

V คือ ความต่างศักย์

ประจุไฟฟ้า ก็คือ กระแสไฟฟ้าในเวลาหนึ่ง

$$\text{จาก } Q = It \quad (2)$$

นำค่า Q สมการ (2) แทนใน สมการ (1)

$$W = IVt \quad (3)$$

$$\text{หรือ } W = IRt^2 \quad (\text{แทน } V = IR)$$

$$\text{หรือ } W = Vt^2/R \quad (\text{แทน } I = V/R)$$

กำลังไฟฟ้าจริง (Real Power, P ในหน่วย Watts, W)

คือ ค่าที่ใช้บอกพิกัด หรือการใช้กำลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า(หรือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในตัวต้านทาน R)

$$\text{Power} = \text{Energy} / \text{time} \quad (\text{Joule/sec})$$

$$P = W/t \quad (4)$$

$$W = Pt \quad (5)$$

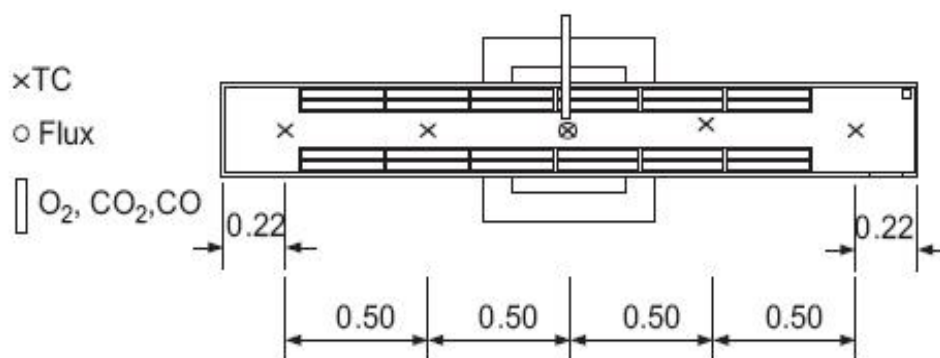
เปรียบเทียบ สมการ (3) และ (5) จะได้

$$P = V \times I \quad \dots(W) \text{ in DC circuit}$$

$$P = V \times I \times \cos \theta \quad \dots(W) \text{ in Single Phase AC circuit}$$

บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การวิเคราะห์ความร้อนจากงานวิจัยการทดสอบเพลิงไหม้โบกี้รถไฟจำลอง



ภาพที่ 2 แสดงแบบจำลองการใช้เทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิที่จุดต่างๆของรถไฟจำลอง

ที่มา : Ingason. Haukur, “Model scale railcar fire tests,” Institute Fire safety Journal 4 (2007) :

271-282.

ภาพมองจากด้านบนให้เห็นตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือที่ใช้กับแบบทดสอบ The thermocouples (TC) ติดตั้งที่ระดับเพดานสูงจากพื้นประมาณ 0.24 เมตร, บริเวณตอนกลาง ติดตั้ง a heat flux meter ที่ระดับพื้น, และ a gas sampling tube อยู่ใกล้กับ thermocouples

2. ตัวอย่างคดีที่พบว่าเกิดเพลิงไหม้จากความผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า

(ธนสิทธิ์ แดงจัน 2550)

2.1 เหตุเกิดที่ ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์การทำครัว ชั้นล่าง อาคาร4 โรงเรียนวัดพระปฐมเจดีย์ ถนนราชวิถี ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

2.2 เหตุเกิดเมื่อ วันที่ 18 มกราคม 2550 เวลาประมาณ 22.30 น.

2.3 ท้องที่ สภ.เมืองนครปฐม

2.4 รายงานที่ 27/2550 ลง 19 ก.พ. 2550 งานตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและถ่ายภาพ
วิทยาการเขต 15(นครปฐม) วิทยาการ 1 สำนักงานนิติวิทยาศาสตร์ตำรวจ

2.5 ร้อยเวร พ.ต.ท.อดิษฐ์ กันหา นวท.(สบ3) งานตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและถ่ายภาพ
วิทยาการเขต 15

2.6 สรุป

2.6.1 เกิดเพลิงไหม้ที่พื้นที่ทางตอนหน้าของห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ทำครัวความเสียหายประกอบไปด้วย พัดลมชนิดตั้งพื้น ตู้เก็บเอกสารและหนังสือ บางส่วนของถุงข้าวสาร และเตียงผ้าใบ

2.6.2 แหล่งความร้อนคือ พัดลมชนิดตั้งพื้น เป็นสิ่งของที่ได้รับความร้อนเสียหายมากที่สุดจากสิ่งของทั้งหมดที่ได้รับความเสียหาย

2.6.2.1 พบสภาพลำดับขั้นตอนการลุกลามไหม้ เริ่มจากความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม ไปยังส่วนอื่นๆของพัดลมและสิ่งของที่อยู่ข้างเคียง เช่น ตู้เหล็กเก็บเอกสารและหนังสือ เป็นต้น ซึ่งลักษณะความผิดปกติของมอเตอร์พัดลม กรณี Overload นี้ เป็นความร้อนสะสม เนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์พัดลมตกลง กระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไปแทนที่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกลการทำงานการทำงานของพัดลม แต่เกิดการสูญเสียเป็นความร้อนแทน(ตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน) จนทำให้วัสดุส่วนประกอบบริเวณนั้น ร้อนเพียงพอลุกลามไหม้ขึ้น ซึ่งการเกิดความผิดปกติลักษณะนี้ ไม่ได้ทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรเกิดการเปลี่ยนแปลงมากเพียงพอให้สวิตช์ควบคุมไฟฟ้าของห้องเกิดเหตุทำงานจนกว่าจะเกิดความผิดปกติการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้าต่อมา จึงทำให้สวิตช์ควบคุมไฟฟ้าเกิดการตัดวงจร(TRIP) เนื่องจากการผิดปกติลักษณะนี้จะเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามากเพียงพอให้สวิตช์ควบคุมไฟฟ้าทำงานตัดวงจร

2.6.2.2 พบซากสวิตช์พัฒมมีการกดเปิดใช้งาน

2.6.2.3 ตำแหน่งที่ตั้งของพัฒมอยู่ในตำแหน่งที่ความยาวของสายไฟฟ้าพัฒมมาถึงตำแหน่งเต้าเสียบไฟฟ้าที่ผนังด้านหน้าห้อง

2.6.3 ความเสียหายของสถานที่เกิดเหตุ เป็นลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ไม่พบลักษณะการลุกไหม้ที่รุนแรง หรือความร้อนสูง

2.6.4 ห้องเกิดเหตุเป็นสถานที่ปิดกั้นออกซิเจนที่สนับสนุนการลุกไหม้มีจำกัดและพบร่องรอยการพังประตูเข้าไปดับเพลิง

2.6.5 ความเสียหายของตู้เหล็กเก็บเอกสารและหนังสือ ซึ่งใช้เป็นตู้เก็บหนังสือแบบฟอร์มและใบเสร็จเก่าที่ไม่ใช้งานแล้ว เป็นลักษณะการถูกเพลิงลามไหม้

2.6.6 สภาพของมอเตอร์พัฒมพบ

2.6.6.1 ไหม้หมดเหลือแต่โลหะ ระบุยี่ห้อมิตซูบิชิ

2.6.6.2 การบุบยุบของโครงมอเตอร์พัฒมจากน้ำหนักของมอเตอร์พัฒมที่ตกกระทบกับพื้น

2.7 ความเห็น

จากการตรวจสอบที่เกิดเหตุและสภาพความเสียหาย เชื่อว่าเกิดเพลิงไหม้ขึ้นก่อนที่มอเตอร์ของพัฒมตั้งพื้น ส่วนสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ สันนิษฐานว่า เกิดจากการสะสมความร้อนของมอเตอร์พัฒม เนื่องจากการชำรุดเสื่อมสภาพ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์หมุนช้าลง เมื่อมีการใช้งานต่อเนื่องมาระยะหนึ่ง ทำให้วัสดุส่วนประกอบบริเวณนั้น ร้อนเพียงพอลุกไหม้ขึ้น

2.8 การดำเนินการส่งมอเตอร์พัฒม ตรวจพิสูจน์ต่อที่ กองพิสูจน์หลักฐาน (ธนสิทธิ แดงจัน 2550)

2.8.1 โดยกลุ่มงานตรวจทางเคมี,ฟิสิกส์,ชีววิทยา กองพิสูจน์หลักฐาน

2.8.2 รายงานที่ 494 / 2550 ลง 3 เม.ย.2550

2.8.3 ความเห็น พบรอยหลอมละลายของโลหะที่สายไฟฟ้าภายในมอเตอร์พัฒมไฟฟ้า เชื่อว่าเกิดจากการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้า แต่ไม่อาจตรวจพิสูจน์ยืนยันได้ว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือเป็นผลอันเนื่องมาจากถูกเพลิงไหม้หรือไม่

2.8.4 ร้อยเวร พ.ต.ต.ธนสิทธิ แดงจัน นวท.(สบ2) กลุ่มงานตรวจทางเคมี,ฟิสิกส์ ชีววิทยา กองพิสูจน์หลักฐาน

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงศ์เนศ น้อยบัวศรี และวัชรพล บัวภาเรือง(2550 : 71) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาและวิเคราะห์พัดลมไฟฟ้าตั้งพื้นที่เป็นสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ ได้ทำการศึกษาสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้พัดลมไฟฟ้าตั้งพื้น ในแง่การนำทฤษฎีและหลักการต่างๆทางไฟฟ้าที่เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความร้อนเกินทางไฟฟ้านำมาออกแบบการศึกษา ซึ่งจากการศึกษาพบความเสียหายที่มอเตอร์พัดลม เช่น การลัดวงจรของสายไฟฟ้า เป็นต้น แต่ยังไม่ถึงกับทำให้เกิดการลุกไหม้ตัวพัดลม แต่ได้สรุปสาเหตุเพลิงไหม้จากพัดลมตั้งพื้นตามปัจจัยที่ทำให้เกิดความร้อนเกิน ว่า

1. การเกิดเพลิงไหม้จากกระแสมากเกินไป

1.1 สาเหตุของการเกิดกระแสมากเกินไป เกิดจาก

กระแสเกินเกิดจากการลัดวงจร

กระแสเกินเกิดจากแรงดันตก

กระแสเกินจาก rotor motor ติดขัด ทำให้โหลดมีค่ามากขึ้น

1.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้

กระแสเกินทำให้เกิดความร้อนเกิน เป็นสาเหตุให้เกิดการไหม้และระเบิดได้

2. การเกิดเพลิงไหม้จากฉนวนชำรุด

2.1 สาเหตุของการเกิดฉนวนชำรุด

ฉนวนชำรุดเกิดจากความร้อน ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพความเป็นฉนวนได้ ฉนวนชำรุดมีผลจากฉนวนสัมผัสกับน้ำ หรือ ความชื้น (ฉนวนหุ้มขดลวดมอเตอร์)

ฉนวนชำรุดเกิดจากพัดลมผ่านการใช้มาแล้วเป็นเวลานาน

2.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้

ฉนวนชำรุดทำให้ตัวนำเปลือย ทำให้เกิดการสัมผัสกันของตัวนำมีกระแสไหลระหว่างตัวนำเกิดการลัดวงจร ทำให้เกิดความร้อนเกิน เป็นสาเหตุให้เกิดการไหม้และระเบิดได้

3. สรุป

การศึกษานี้ใช้ความรู้จากทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้ สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้จากระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องต่างๆ ,วิทยาการเกี่ยวกับเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง , ทฤษฎีหลักการทางวิทยาศาสตร์และไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น การออกแบบวิเคราะห์ความร้อนโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลของงานวิจัยการทดสอบเพลิงไหม้โบกี้รถไฟฟ้าจำลอง เป็นต้น ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานตัวอย่างคดีที่ทำการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ที่พบว่าเกิดเพลิงไหม้จากความผิดปกติของเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า นำมาออกแบบการศึกษา เน้นศึกษาในด้านความร้อนจากการใช้งานในสภาวะผิดปกติในด้านต่างๆของเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้าที่มักพบได้จากการใช้งานทั่วไป ที่ทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัฒนามากกว่าการใช้งานในสภาพปกติ และศึกษาผลของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์พัฒนามาจากการใช้งานสภาวะผิดปกติซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ได้

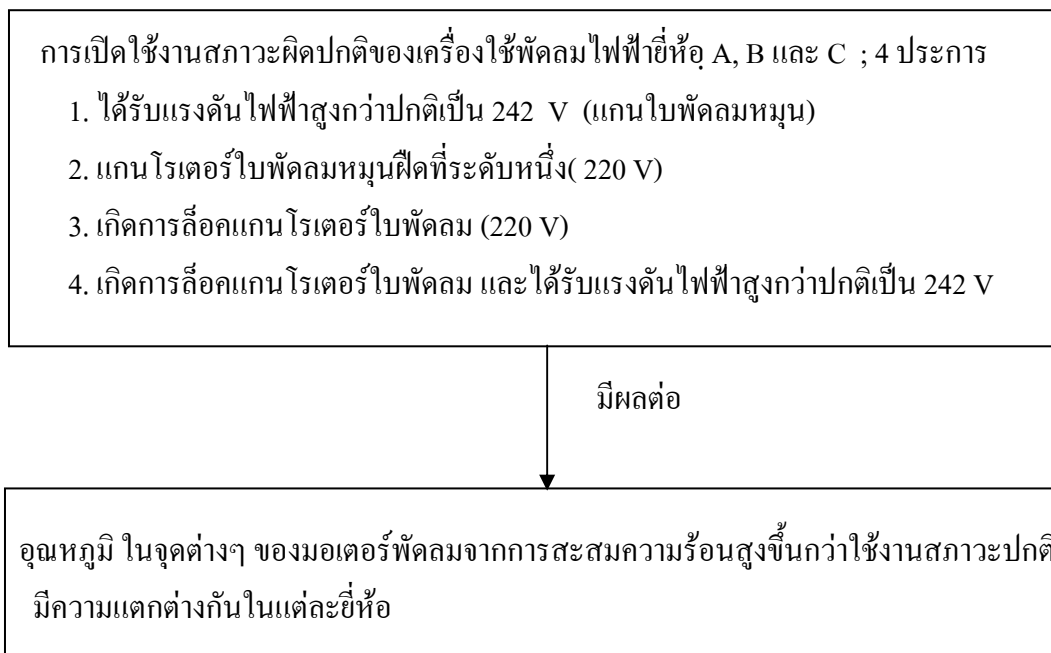
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา โดยเน้นความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมซึ่งพบว่าเป็นจุดที่เกิดความร้อนมากที่สุดและเห็นว่าเกิดความร้อนมากขึ้นหากมีการใช้งานในสภาวะผิดปกติในประการต่างๆ อันทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลมซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ได้ ทั้งนี้การใช้งานในสภาวะผิดปกติอยู่บนพื้นฐานมักประสบเหตุได้จากการใช้งานได้ทั่วไปจริง คือจากการได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าปกติซึ่งอาจพบได้ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าไม่ปกติ หรือการอยู่ในพื้นที่ใกล้กับแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าซึ่งอาจได้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น, การหมุนฝืดของแกนโรเตอร์พัดลมที่เกิดจากการมีสิ่งสกปรกเข้าไปติดขัด จากอุบัติเหตุ การขาดการบำรุงรักษา ,เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่อาจเกิดจากมีสิ่งของเข้าติดขัดหรือจากการที่หมุนฝืดจนต่อมาเกิดการติดล๊อค และการล๊อคแกนโรเตอร์ประกอบกับการได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติ เพื่อต้องการทราบถึงว่าจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาระดับใด โดยทำการศึกษาถึงความแตกต่างของความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าชนิดและขนาดเดียวกัน จำนวน 3 ยี่ห้อ และนำเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดเพลิงไหม้สูงกว่าไปศึกษาถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานในสภาวะผิดปกติล๊อคแกนโรเตอร์ โดยเปิดทิ้งไว้จนกว่าจะเกิดความเสียหายที่ส่งผลต่อการเกิดเพลิงไหม้ ทำให้ได้กรอบการศึกษา 2 กรอบ เพื่อดำเนินการในการวิจัย ดังนี้

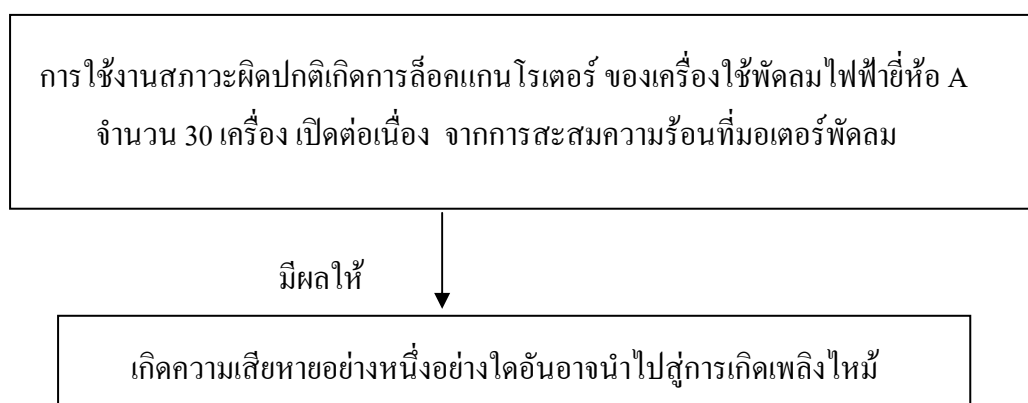
กรอบการศึกษาที่ 1

เน้นการศึกษาในด้านความร้อน จากการใช้งานในสภาวะผิดปกติที่มักพบอยู่ทั่วไป



กรอบการศึกษาที่ 2

ศึกษาผลของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์พัดลมจากการใช้งานสภาวะผิดปกติ



(โดยทุกการศึกษา เปิดใช้งานสูงสุดระดับ 3, ตัวพัดลมไม่ส่าย)

หมายเหตุ : หลังจากการศึกษาในกรอบการศึกษาที่ 1 แล้ว พบว่า เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A มีอุณหภูมิสูงมีแนวโน้มในการเกิดเพลิงไหม้สูงกว่ายี่ห้อ B และ C

1. ประชากร

1.1 ในกรอบการศึกษาที่ 1 ใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะ ขนาด 12 นิ้ว จำนวน 3 ยี่ห้อ คือ A ,B และ C ยี่ห้อละ 3 เครื่อง สภาพใหม่ โดยใช้กับปัจจัยการใช้งานสภาวะปกติร่วมกับปัจจัยการใช้งานสภาวะผิดปกติที่ได้รับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 242 V และแกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนผิด จำนวน 1 เครื่อง และปัจจัยเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลมกับเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม และได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V ปัจจัยละ 1 เครื่อง

1.2 ในกรอบการศึกษาที่ 2 ทดสอบกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะ ขนาด 12 นิ้ว ยี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง สภาพใหม่

2. เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบไปด้วย

2.1 กรอบการศึกษาที่ 1 ประกอบไปด้วย

2.1.1 ชุดเครื่องมือวัดค่าอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิล ให้ผลออกมาเป็นกราฟแสดงระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ตลอดจนสามารถอ่านค่าของ กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าขณะทำการศึกษาได้

2.1.2 เครื่องปรับค่าแรงดันไฟฟ้า

2.1.3 เครื่องวัดการหมุนรอบใบพัดลม

2.2 กรอบการศึกษาที่ 2 ประกอบไปด้วย

2.2.1 ชุดตั้งเหล็กทดสอบความเสียหาย

2.2.2 การเดินระบบวงจรไฟฟ้า เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าแต่ละเครื่องต่อผ่านอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเบรกเกอร์ขนาด 10 Amp ต่อผ่านสลับปลั๊กพ่วงไฟฟ้าที่มีฟิวส์หลอดขนาด 5 Amp

2.3 กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว

2.4 แท่งเทอร์โมมิเตอร์ ขนาด 200 °c

2.5 หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่าง

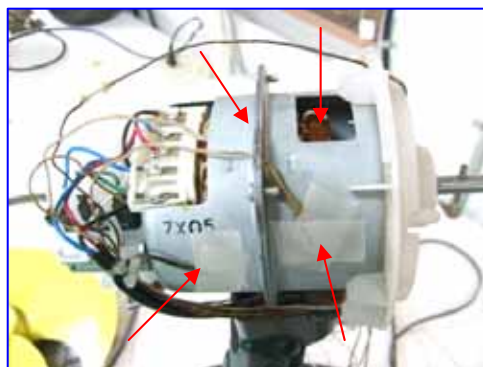
2.6 ถังดับเพลิง

3. การสร้างแบบการวิจัย

กรอบการศึกษาที่ 1

3.1 ทำการศึกษาความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A ในสภาพการใช้งานสภาวะปกติเปิดให้ใบพัดลมหมุน ตัวพัดลมไม่ส่าย แรงดันไฟฟ้า 220 V ทำการวัดค่าอุณหภูมิด้วยเครื่องเทอร์โมคัปเปิล ที่ส่วนต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด ประกอบไปด้วย ขดลวด

(coil), แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด(stator), โครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลมหน้า-หลัง รวมจำนวน 2 จุด (front-rear frame), ฝาครอบมอเตอร์หน้า-หลัง รวมจำนวน 2 จุด (front-rear cover) ใช้ระยะเวลาศึกษาจนกว่าอุณหภูมิจะขึ้นสูงสุดคงที่ (เป็นค่าพื้นฐานเปรียบเทียบ)



ภาพที่ 3 แสดงจุดที่ทำการวัดค่าอุณหภูมิด้วยเครื่องเทอร์โมคัปเปิลที่ ขดลวด(coil),แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด(stator), โครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลมหน้า-หลังจำนวน 2 จุด (front-rear frame) ฝาครอบมอเตอร์หน้า-หลัง รวมจำนวน 2 จุด (front-rear cover)

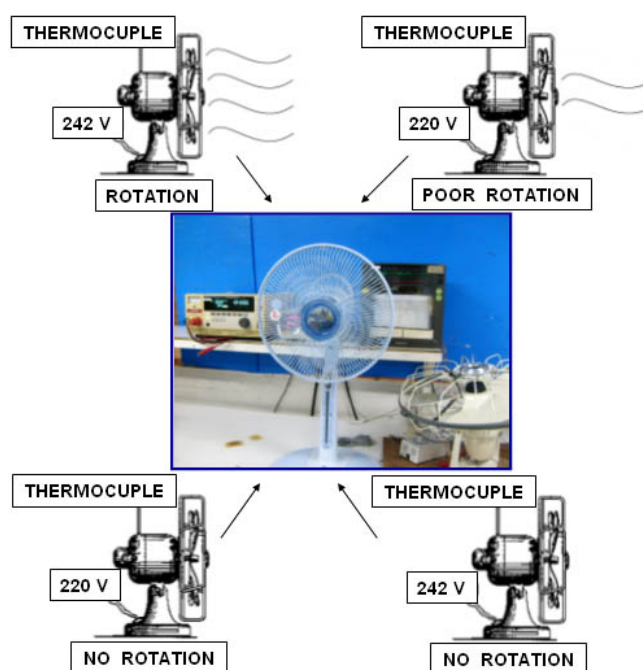
3.2 ทำการศึกษาความร้อนบริเวณมอเตอร์ ในสภาพการใช้งานใบพัดลมหมุน แต่ทำการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นกว่าสภาวะปกติในที่นี้ใช้เป็น 242 V (ซึ่งเป็นค่าเพื่อความทนทานการได้รับแรงดันไฟฟ้ามากกว่าปกติ 10% ของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปที่รับได้) ทำการวัดค่าอุณหภูมิที่ส่วนต่างๆ ของมอเตอร์พัดลมดังในข้อ 3.1 ใช้ระยะเวลาจนกว่าอุณหภูมิจะขึ้นสูงสุดคงที่ (เป็นการศึกษา ผลของอุณหภูมิที่เกิดขึ้น เมื่อเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าใช้งานสภาวะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าเข้ามามากกว่าปกติ)

3.3 ทำการศึกษาความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติ แกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนผิดที่ค่าๆหนึ่งในที่นี้เป็นค่าผิดปกติที่สุดที่ตัวเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าสามารถเริ่มหมุนได้เอง ซึ่งมีประสิทธิภาพประมาณ 80% จากการหมุนสภาวะปกติ โดยการปรับเฟืองบริเวณจุดล๊อคสายเพื่อควบคุมการหมุนของแกนโรเตอร์ แรงดันไฟฟ้าปกติ ทำการวัดค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ของมอเตอร์พัดลมดังในข้อ 3.1 ใช้ระยะเวลาจนกว่าอุณหภูมิจะขึ้นสูงสุดคงที่ (เป็นการศึกษา ผลของอุณหภูมิที่เกิดขึ้น เมื่อเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ามีการใช้งานสภาวะผิดปกติ แกนโรเตอร์หมุนผิดที่ค่าๆ หนึ่ง)

3.4 ทำการศึกษาความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิด การล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม แรงดันไฟฟ้าปกติ ทำการวัดค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม

ดังในข้อ 3.1 ใช้ระยะเวลาจนกว่าอุณหภูมิจะขึ้นสูงสุดคงที่ (เป็นการศึกษา ผลของอุณหภูมิที่เกิดขึ้น เมื่อเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้ามีการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ไปพัฒนา)

3.5 ทำการศึกษาความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒนา ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มเป็น 242 V ทำการวัดค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนาดังในข้อ 3.1 ใช้ระยะเวลาจนกว่าอุณหภูมิจะขึ้นสูงสุดคงที่ (เป็นการศึกษา ผลของอุณหภูมิที่เกิดขึ้น เมื่อมีการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ไปพัฒนา และ ได้รับแรงดันไฟฟ้าที่มากกว่าปกติ)



ภาพที่ 4 แสดงภาพจำลองการศึกษาระยะความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒนาไฟฟ้า จากการใช้งาน สภาวะผิดปกติ ตามปัจจัยต่างๆของกรอบการศึกษาที่ 1

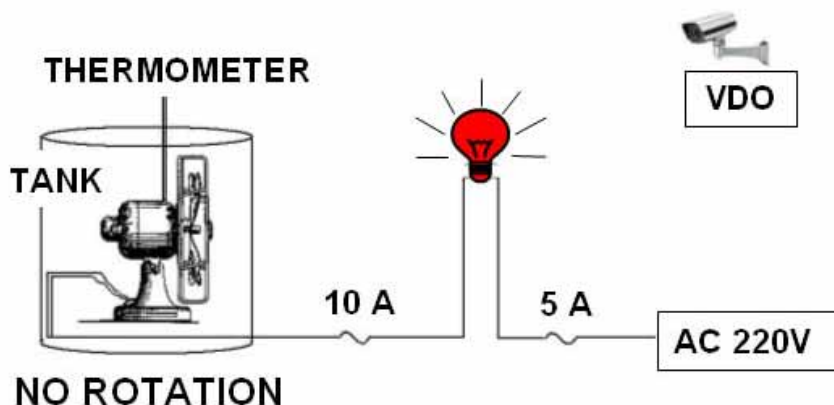
3.6 เปลี่ยนยี่ห้อเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าอีก 2 ยี่ห้อ ประกอบไปด้วยยี่ห้อ B และ C ดำเนินการตามข้อ 3.1-3.5 เพื่อนำค่าอุณหภูมิ มาศึกษาเปรียบเทียบ



ภาพที่ 5 แสดงเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าจำนวน 3 ยี่ห้อ ประกอบไปด้วยยี่ห้อ A, ยี่ห้อ B และ ยี่ห้อ C ที่ทำการศึกษการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม จากการใช้งานสภาวะผิดปกติ ตามกรอบการศึกษาที่ 1

กรอบการศึกษาที่ 2

3.7 ศึกษาผลของการสะสมความร้อนจากการเปิดใช้งานสภาวะผิดปกติ โดยการนำเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A (ซึ่งจากกรอบการศึกษาที่ 1 พบว่ามีอุณหภูมิสูงมีแนวโน้มในการเกิดเพลิงไหม้สูงกว่ายี่ห้อ B และ C) มาไว้ในถังเหล็กทดสอบและทำการล๊อคแกนโรเตอร์พัดลม จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้นที่มอเตอร์พัดลมซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้จำนวน 30 เครื่อง โดยมีการเจาะคอนบนส่วนหน้าของฝาครอบมอเตอร์พัดลมหลังและเสียบแท่งเทอร์โมมิเตอร์ลงไปใกล้กับมอเตอร์พัดลม เพื่อวัดอุณหภูมิในเบื้องต้น ทดลองจำนวน 6 ถัง ควบคุมด้วยเบรกเกอร์ขนาด 10 Amp ทขอยเปิดทำงานต่อเนื่องจนกว่าจะเกิดความเสียหายจึงเปลี่ยนออกเปิดหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างทิ้งไว้โดยตลอดผ่านตลับปลั๊กพ่วงมีฟิวส์หลอดขนาด 5 Amp เพื่อให้แสงสว่างในการใช้กล้องบันทึกภาพ ซึ่งหากฟิวส์ของตลับปลั๊กพ่วงขาดตัดวงจร หลอดไฟฟ้าก็จะดับ



ภาพที่ 6 แสดงภาพจำลองการศึกษาผลของการสะสมความร้อนจากการเปิดใช้งานสภาวะผิดปกติ โดยการลัดแกนโรเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้นที่มอเตอร์พัดลมซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้

หมายเหตุ

1. สวิตช์เปิดใช้งานสูงสุดระดับ 3 ,ตัวพัดลมไม่ส่าย
2. ที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 7 แสดงวิธีการศึกษาผลของการสะสมความร้อนจากการเปิดใช้งานสภาวะผิดปกติเกิด การลัดแกนโรเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้นที่มอเตอร์พัดลมซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้

4. กระบวนการการศึกษา

4.1 จากข้อมูลคดีการตรวจสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ ที่พบว่ามิสาเหตุจากความผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ประกอบกับความรู้จากทฤษฎีเพลิงไหม้ , โครงสร้างและการทำงานของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า, การวิเคราะห์ความร้อนเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมและบริษัท ไทย โดชิบาอุตสาหกรรม จำกัด บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาใช้ในการออกแบบการศึกษา

4.2 จัดเตรียมอุปกรณ์ วางแผนการวิจัย

4.3 การดำเนินการวิจัย

4.3.1 กรอบการศึกษาที่ 1 ทำการศึกษาที่ บริษัท ไทย โดชิบาอุตสาหกรรม จำกัด เลขที่ 129/1-5 ถ.ติวานนท์ ต.ท่าทราย อ.เมืองนนทบุรี จว.นนทบุรี ในระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ 2551

4.3.2 กรอบการศึกษาที่ 2 ทำการศึกษาห้องจัดเฉพาะ ที่ตึกแถวเลขที่ 30/13 หมู่ 10 ต.ตาก้อง อ.เมือง จว.นครปฐม ระหว่างเดือนกันยายน 2550 - เมษายน 2551

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.5 สรุปและรายงานผล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกราฟ จากสภาพความเสียหาย จากการบันทึกภาพ จากการแยกส่วนอธิบายตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางไฟฟ้า ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้ การคำนวณเป็นค่าร้อยละ(Percentage)

6. ฐานคติ

6.1 การนำเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าสภาพใหม่มาทำการศึกษาแทนเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีสภาพเก่า ที่ข้อเท็จจริงของการเกิดเพลิงไหม้มักเกิดกับเครื่องที่เก่าหรือชำรุดผ่านการใช้งานมาแล้วระยะหนึ่ง เป็นผลดีในแง่เป็นการควบคุมเงื่อนไขประชากรในการศึกษา ให้มีประวัติเหมือนกัน

6.2 เหตุผลที่ทำการศึกษาโดยใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าสภาพใหม่มาทำการศึกษาแทนเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีสภาพเก่า ที่ข้อเท็จจริงของการเกิดเพลิงไหม้มักเกิดกับเครื่องที่เก่าหรือชำรุดผ่านการใช้งานมาแล้วระยะหนึ่ง เนื่องจากการยากที่จะทำการวิจัยแบบสังเกตจากการใช้งานเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีการใช้งานสภาวะผิดปกติจากการใช้งานในชีวิตประจำวันจริง

6.3 การใช้เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าเครื่องเดียวกันในการศึกษากรอบการศึกษาที่ 1 ในแต่ละปัจจัยการศึกษา เป็นประโยชน์ในการควบคุมไม่ให้เกิดความแตกต่างในตัวเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ซึ่งหากเปลี่ยนเครื่องอาจทำให้ค่าพื้นฐานเกิดความแตกต่างกันได้

6.4 การศึกษา ตามกรอบการศึกษาที่ 2 ศึกษาผลจากการสะสมความร้อนจากการเปิดใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการลัดวงจรมอเตอร์เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้ายี่ห้อ A เปิดต่อเนื่อง จนกว่าจะเกิดความเสียหายที่มอเตอร์พัฒนาที่อาจเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ ถือเสมือนว่าเป็นตัวแทนของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าทั่วไป เนื่องจากมีโครงสร้างหลักการทำงานพื้นฐานเหมือนกัน อาจมีความแตกต่างในเรื่องเทคนิคการออกแบบผลิตภัณฑ์ วัสดุส่วนประกอบที่ใช้ เป็นต้น

6.5 การศึกษา ตามกรอบการศึกษาที่ 2 การเลือกใช้เทคนิคการลัดวงจรมอเตอร์พัฒนาเป็นตัวแทนของการใช้งานสถานะผิดปกติที่ทำให้เกิดความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒนาที่เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของการเกิดเพลิงไหม้ เนื่องจากเทคนิคนี้ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒนามากกว่าการใช้งานสถานะผิดปกติอย่างอื่น เช่น การหมุนฝืดของแกนโรเตอร์พัฒนา, การที่ได้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงเป็น 242 V เป็นต้น ทำให้ได้ผลการศึกษาที่เร็ว และสามารถเกิดขึ้นได้ในการใช้งานทั่วไปได้จริงและมีความสะดวก ซึ่งหากในกรอบการศึกษานี้ใช้เทคนิคการใช้งานสถานะผิดปกติประการอื่น ที่ทำให้เกิดการสะสมความร้อนน้อยกว่า ย่อมใช้ระยะเวลาที่ยาวนานแตกต่างออกไป กว่าที่จะเกิดผลลัพธ์ในแบบเดียวกันกับการศึกษานี้

6.6 การศึกษา ตามกรอบการศึกษาที่ 2 ในการใช้งานเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าโดยทั่วไปมีการใช้งานเป็นครั้งๆ ไม่ได้ต่อเนื่องยาวนานเหมือนกับการศึกษานี้ ฉะนั้นช่วงระยะเวลาที่พบความเสียหายของมอเตอร์พัฒนาในความเป็นจริงย่อมใช้ระยะเวลาที่ยาวนานแตกต่างออกไปกว่าที่จะเกิดผลลัพธ์ในแบบเดียวกันกับการศึกษา

7. ข้อจำกัดในการศึกษา

7.1 การศึกษา ในกรอบการศึกษาที่ 1 ไม่ได้มีการวัดค่าความร้อนอุณหภูมิที่แกนโรเตอร์บริเวณใกล้กับขดลวด เนื่องจากวิธีเทอร์โมคัปเปิล ไม่สามารถใส่ขดบนขั้วลวดที่มีการเคลื่อนที่ได้ และเป็นบริเวณที่เป็นจุดอับอยู่ลึก

7.2 การศึกษา ในกรอบการศึกษาที่ 2 การใช้เวลาให้มอเตอร์พัฒนาเกิดความเสียหายไม่แน่นอนแตกต่างกันออกไปและเป็นเวลายาวนาน การศึกษาร่วมกับเครื่องมือเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดค่าอุณหภูมิจึงไม่สามารถทำได้ ทั้งที่ต้องการศึกษาร่วมกับเครื่องมือจนกว่าเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าเกิดเพลิงไหม้ หรือเกิดความเสียหายบริเวณมอเตอร์พัฒนาอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้น

7.3 การศึกษา ในกรอบการศึกษาที่ 2 อาจต้องการระบบดับเพลิงอัตโนมัติดับเพลิงที่เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าก่อนที่จะเกิดการลุกไหม้ให้เกิดความเสียหายมาก เพื่อตรวจสอบความเสียหายจุดที่เกิดเพลิงไหม้ในระยะเริ่มแรกอยู่ที่บริเวณใดของมอเตอร์พัดลม จะเป็นการดีกว่าจะให้เกิดความเสียหายมากจนไม่เหลือร่องรอยหลักฐานให้ตรวจสอบได้เลย

7.4 การศึกษา ในกรอบการศึกษาที่ 2 ผู้ทำการวิจัยไม่สามารถเฝ้าสังเกตการศึกษาให้ใกล้ชิดได้ตลอด เนื่องจากการเกิดความผิดพลาดที่เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ใช้ระยะเวลาในการศึกษาที่ยาวนานไม่แน่นอนตายตัว ไม่ทราบว่าจะเกิดเหตุเมื่อใด

7.5 การศึกษา ในกรอบการศึกษาที่ 2 มีข้อจำกัดในเรื่องค่าใช้จ่ายจึงได้ทำการศึกษาเพียงยี่ห้อ A ยี่ห้อเดียว ซึ่งเห็นว่ามีความเป็นไปได้สูงกว่ายี่ห้ออื่นในการเกิดความเสียหาย และระบบวงจรปิดไม่สมบูรณ์

8. สรุป

เป็นการวิจัยเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่เน้นความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมซึ่งจำลองสถานการณ์ให้เกิดการใช้งานสภาวะผิดปกติในประเภทต่างๆที่มักพบในชีวิตประจำวัน ประกอบไปด้วยการได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V, การที่แกนโรเตอร์หมุนผิด ,การล๊อคแกนโรเตอร์ และการล๊อคแกนโรเตอร์ประกอบกับการได้รับแรงดันไฟฟ้า 242 V โดยศึกษากับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A, B และ C จำนวน 3 ยี่ห้อ เพื่อนำค่าตัวแปรอุณหภูมิที่วัดจากจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด มาศึกษาเปรียบเทียบ โดยมีเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่ใช้งานสภาวะปกติเป็นตัวอ้างอิง และใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ซึ่งมีอุณหภูมิสูงเห็นว่ามีความเป็นไปได้สูงกว่ายี่ห้ออื่นในการเกิดความเสียหาย นำไปศึกษาผลจากการสะสมความร้อนจากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลมของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ที่อาจทำให้มอเตอร์พัดลมเกิดความเสียหายขึ้นอย่างหนึ่งอย่างใดอันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลของการวิจัย

จากการทำการจำลองสถานการณ์สภาพการใช้งานเกิดสภาวะความผิดปกติของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าที่มักพบได้ในชีวิตประจำวันประกอบไปด้วยปัจจัยตัวแปรต่างๆ 4 ประการ คือ การให้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติขนาด 242 V ,แกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนผิด, การล๊อคหยุดหมุนแกนโรเตอร์ และการล๊อคหยุดหมุนแกนโรเตอร์ประกอบกับการให้รับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติขนาด 242 V เพื่อศึกษาว่าปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดอุณหภูมิบริเวณมอเตอร์พัดลมเป็นเท่าใด มีความแตกต่างกันเพียงใด มากกว่าการใช้งานสภาวะปกติเท่าใด โดยใช้เครื่องมือเทอร์โมคัปเปิ้ลวัดค่าอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นที่บริเวณต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด ประกอบไปด้วย ส่วนขดลวด (coil),แผ่นเหล็กที่ขิดขดลวด(stator), โครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม หน้า-หลัง รวม จำนวน 2 จุด (front-rear frame) ,ฝาครอบมอเตอร์ หน้า-หลังรวม จำนวน 2 จุด (front-rear cover) ใช้ระยะเวลาจนกว่าค่าอุณหภูมิขึ้นสูงสุดคงที่ และศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าชนิดขนาดเดียวกัน จำนวน 3 ยี่ห้อ ตลอดจนศึกษาผลจากการสะสมความร้อนที่เกิดกับมอเตอร์พัดลมของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าโดยใช้เพียงยี่ห้อ A ซึ่งพบว่ามีความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายเพลิงไหม้มากกว่ายี่ห้อ B และ C เสมือนเป็นตัวแทนของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าทั่วไป โดยสมมติว่ามีการใช้งานเกิดสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลมโดยทำการเปิดต่อเนื่อง จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด ที่อาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จำนวน 30 เครื่อง รวมทั้งศึกษาสภาวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเพลิงไหม้ เช่น การทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า วัสดุเชื้อเพลิง เวลา เป็นต้น

1. ลักษณะของประชากร

1.1 ในรอบการศึกษาที่ 1 ใช้เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะ ขนาด 12 นิ้ว ยี่ห้อ A,B และ C ยี่ห้อละ 3 เครื่อง สภาพใหม่

1.2 ในรอบการศึกษาที่ 2 ศึกษาทั้งเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะ ขนาด 12 นิ้ว ยี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง สภาพใหม่

2. ผลการศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 1

กรอบการศึกษาที่ 1

การเปิดใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A, B หรือ C ; 4 ประการ

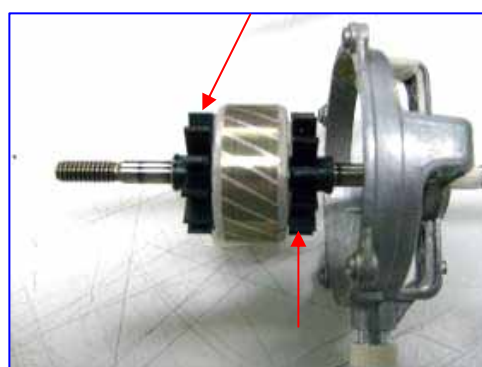
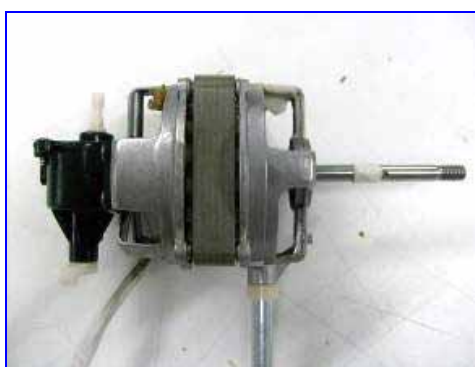
1. ได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V (แกนใบพัดลมหมุน)
2. แกนโรเตอร์ใบพัดลมหมุนฝืดที่ระดับหนึ่ง(220 V)
3. เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม (220 V)
4. เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V



มีผลต่อ

อุณหภูมิในจุดต่างๆ ของมอเตอร์พัดลมจากการสะสมความร้อนสูงขึ้นกว่าใช้งานสภาวะปกติ
และมีความแตกต่างกันในแต่ละยี่ห้อ

2.1 เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A



ภาพที่ 8 แสดงสภาพมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ที่ทำการศึกษา ศรีชี คือพลาสติก
ค่อล่าที่แกนโรเตอร์พัดลม

รายละเอียดข้อมูลการทำงานของเครื่อง

1. กำลังไฟฟ้า 60 W
2. กระแสไฟฟ้า 0.25 Amp
3. ความเร็วรอบของการหมุน - RPM(ไม่พบข้อมูล)
4. ราคา 265 บาท

2.1.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A ในสภาพการใช้อยู่สภาวะปกติ (เปิดใช้งานระดับ 3, หมุนปกติ, ไม่ส่าย, แรงดันปกติ)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังเปิดไปแล้ว 40 นาที และทำการศึกษารวม 4:30 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 30.5 °C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 34.2 °C ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 45.1 °C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 47.6 °C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 62.8 °C และขดลวด 85.4 °C

กำลังไฟฟ้า 41.5 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.189 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุนที่วัดได้ 1,294 RPM

อุณหภูมิแวดล้อม 26.1 °C

2.1.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติ ได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V (เปิดใช้งานระดับ 3, หมุนปกติ, ไม่ส่าย)

ได้ทำการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V ต่อเนื่องจากการศึกษา 2.1.1 พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังปรับเพิ่มแรงดันไฟฟ้าไปแล้ว 30 นาที และทำการศึกษารวม 2 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 30.8 °C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 35.3 °C ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 51.7 °C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 53.6 °C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 69.8 °C ขดลวด 99.5 °C

กำลังไฟฟ้า 50.2 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.208 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุนที่วัดได้ 1,315 RPM

อุณหภูมิแวดล้อม 26.1 °C

2.1.3 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนของมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ในสภาพการใช้งานสถานะผิดปกติ แกนโรเตอร์หมุนผิดในระดับหนึ่ง (เปิดใช้งานระดับ 3 ,หมุนผิด, ไม่ส่าย,แรงดันไฟฟ้าปกติ)

ได้ทำการปรับให้ใบพัดลมหมุนผิด ที่ค่าๆหนึ่ง เป็นค่าความผิดมากที่สุดซึ่งเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าสามารถเริ่มทำการหมุนได้ด้วยตัวเอง ทดลองต่อจากในข้อ 2.1.2 และทำการศึกษารวม 1:30 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 31.7 °C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 37.4 °C ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 51.6 °C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 53.0 °C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 69.7 °C ขดลวด 93.3 °C

กำลังไฟฟ้า 42 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.38 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุน 1038 RPM (วัดความเร็วรอบในขณะที่มีรอบหมุนคงที่)จากปกติ 1,294 RPM คิดเป็นการหมุน ประมาณ 80.22 % จากการหมุนปกติ

อุณหภูมิแวดล้อม 26.5 °C

2.1.4 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนของมอเตอร์พัดลมเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ในสภาพการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล็อกแกนโรเตอร์ (แรงดันไฟฟ้า 220 V) (เปิดใช้งานระดับ 3, ไม่หมุน,ไม่ส่าย)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังจากเปิดไปแล้ว 1:10 ชั่วโมง และทำการศึกษารวม 4 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 54.9 °C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 54.9 °C ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 110.6 °C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 112.7 °C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 148 °C ขดลวด 184 °C

กำลังไฟฟ้า 42 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.3 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุน - RPM (การล็อกโรเตอร์)

อุณหภูมิแวดล้อม 26.0 °C

เครื่องยังสามารถใช้งานได้อต่อ

2.1.5 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนของมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ในสภาพการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V (เปิดใช้งานระดับ 3,ไม่หมุน,ไม่สาย)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังเปิดไปแล้ว 1 ชั่วโมง และทำการศึกษารวม 6:30 ชั่วโมง จึงเกิดการลัดวงจรขึ้น ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดบริเวณส่วนต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 70.1°C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 54.9°C ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 119°C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 121°C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 165°C ขดลวด 206°C

กระแสไฟฟ้า 0.45 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุน - RPM (ล๊อคแกนโรเตอร์)

อุณหภูมิแวดล้อม 26.0°C

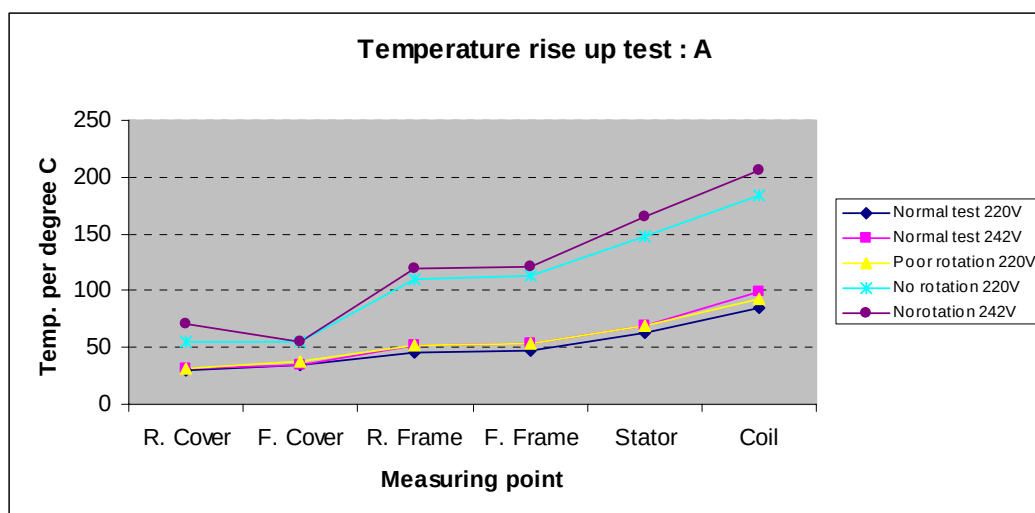
เกิดการอาร์ค-ลัดวงจรบริเวณขดลวดมอเตอร์ ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้



ภาพที่ 9 แสดงการอาร์ค-ลัดวงจรบริเวณขดลวดของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V หลังเปิดใช้งานเป็นระยะเวลา รวม 6:30 ชั่วโมง

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ ที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด
กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติในปัจจัยต่างๆ

Measuring point Temp.(°c)	R.Cover	F.Cover	R.Frame	F.Frame	Stator	Coil
Normal test 220V	30.5	34.2	45.1	47.6	62.8	85.4
test 242V	30.8	35.3	51.7	53.6	69.8	99.5
Poor rotation 220V	31.7	37.4	51.6	53.0	69.7	93.3
No rotation 220V	54.9	54.9	110.6	112.7	148.0	184.0
No rotation 242V	70.1	54.5	119.0	121.0	165.0	206.0



ภาพที่ 10 แสดงกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่และจุดต่างๆบริเวณมอเตอร์พัดลม
จำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติในปัจจัยต่าง ๆ 4 ประการ :
เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A

2.2 เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ B



ภาพที่ 11 สภาพมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B

รายละเอียดข้อมูลการทำงานของเครื่อง

1. กำลังไฟฟ้า 45 W
2. กระแสไฟฟ้า 0.22 Amp
3. ความเร็วรอบของการหมุน 1190 RPM
4. ราคา 630 บาท

2.2.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B ในสภาพการใช้งานสถานะปกติ (เปิดใช้งานระดับ 3 ,หมุนปกติ,ไม่ส่าย)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังเปิดไปแล้ว 40 นาที และทำการศึกษารวม 1:40 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 28.6°C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 34.5°C ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 43.6°C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 45.1°C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 57.6°C ขดลวด 64.9°C

กำลังไฟฟ้า 35.6 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.175 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุนที่วัดได้ 1,179 RPM

อุณหภูมิแวดล้อม 26.5°C

2.2.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติ ได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V (เปิดใช้งานระดับ 3, หมุนปกติ, ไม่ส่าย)

ได้ทำการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V ต่อเนื่องจากการทดลอง 2.2.1 พบว่า ความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังปรับเพิ่มแรงดันไฟฟ้าไปแล้ว 30 นาที และทำการศึกษารวม 2:10 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดส่วนต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 31.8 °C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 38.7 °C ตอนหลังโครงโลหะ ยึดมอเตอร์พัดลม 49.4 °C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 51.2 °C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 66.0 °C ขดลวด 75.1 °C

กำลังไฟฟ้า 42.3 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.19 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุนที่วัดได้ 1,050 RPM

อุณหภูมิแวดล้อม 26.5 °C

2.2.3 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติ แกนโรเตอร์หมุนผิดปกติในระดับหนึ่ง (เปิดใช้งานระดับ 3, หมุนผิดปกติ, ไม่ส่าย)

ได้ทำการปรับให้ใบพัดลมหมุนผิดปกติที่ค่าหนึ่ง เป็นค่าความถี่มากที่สุดที่ เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าสามารถเริ่มทำการหมุนได้ด้วยตัวเอง ทำการศึกษาต่อจากในข้อ 2.2.2 และ ทำการศึกษารวม 1:20 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 31.5 °C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 39.2 °C ตอนหลังโครงโลหะ ยึดมอเตอร์พัดลม 51.3 °C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 54.2 °C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 69.3 °C ขดลวด 75.5 °C

กำลังไฟฟ้า 37.7 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.179 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุน 960 RPM จากปกติ 1,179 RPM คิดเป็นการหมุนประมาณ 81.42 % จากการหมุนปกติ

อุณหภูมิแวดล้อม 26.5 °C

2.2.4 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B ในสภาพการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ (แรงดันไฟฟ้า 220 V) (เปิดใช้งานระดับ 3 ,ไม่หมุน,ไม่สาย)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุด คงที่ หลังเปิดไปแล้ว 1:30 ชั่วโมง และทำการศึกษารวม 8:24 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 66.5 °C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 79.2 °C ตอนหลังโครงโลหะ ยึดมอเตอร์พัดลม 120.2 °C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 123.0 °C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 148.8 °C ขดลวด 160.8 °C

กำลังไฟฟ้า 37.18 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.177 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุน - RPM (ล๊อคแกนโรเตอร์)

อุณหภูมิแวดล้อม 25.4 °C

เครื่องยังสามารถใช้งานได้ต่อ

2.2.5 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B ในสภาพการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้า เป็น 242 V (เปิดใช้งานระดับ 3 ,ไม่หมุน,ไม่สาย)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุด คงที่ หลังเปิดไปแล้ว 1:30 ชั่วโมง และทำการศึกษารวม 8 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 75.4 °C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 94.5 °C ตอนหลังโครงโลหะ ยึดมอเตอร์พัดลม 134.1 °C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 135 °C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 167.4 °C ขดลวด 180.3 °C

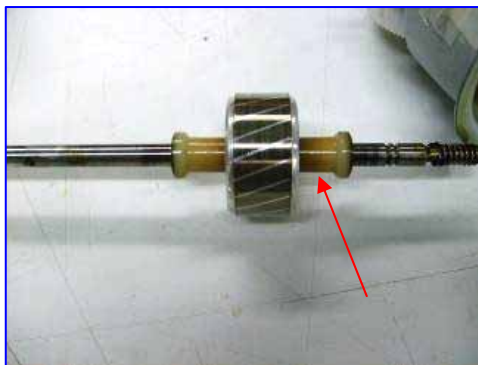
กำลังไฟฟ้า 44.1 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.19 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุน - RPM (ล๊อคแกนโรเตอร์)

อุณหภูมิแวดล้อม 25.4 °C

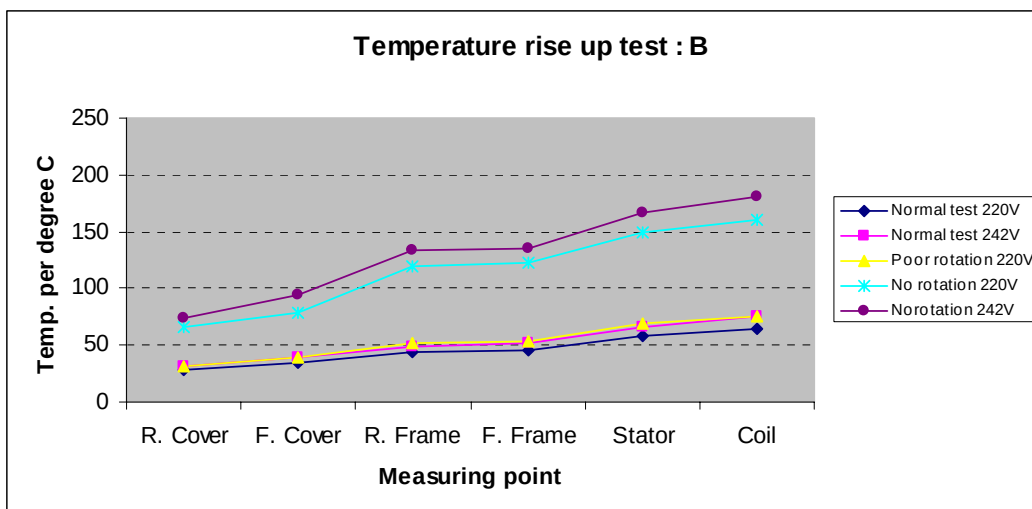
หลังการศึกษา เครื่องยังสามารถใช้งานได้ต่อ พบความผิดปกติ คือการซึมรั่วของน้ำมันหล่อลื่นบริเวณบูชด้านหลัง พบการเปลี่ยนสีคล้ำของพลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์



ภาพที่ 12 แสดงสีก้ำของพลาสติกคอล่าที่แกนโรเตอร์ ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ B จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V หลังเปิดใช้งานเป็นระยะเวลารวม 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ ที่จุดต่าง ๆ ของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติในปัจจัยต่าง ๆ 4 ประการ : เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ B

Measuring point Temp.(°c)	R.Cover	F.Cover	R.Frame	F.Frame	Stator	Coil
Normal test 220V	28.6	34.5	43.6	45.1	57.6	64.9
test 242V	31.8	38.7	49.4	51.2	66.0	75.1
Poor rotation 220V	31.5	39.2	51.3	54.2	69.3	75.5
No rotation 220V	66.5	79.2	120.2	123.0	148.8	160.8
No rotation 242V	75.4	94.5	134.1	135.0	167.4	180.3



ภาพที่ 13 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่และจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนาจำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติในปัจจัยต่าง ๆ 4 ประการ: เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้ายี่ห้อ B

2.3 เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้ายี่ห้อ C



ภาพที่ 14 สภาพมอเตอร์เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้ายี่ห้อ C ที่ทำการศึกษา

รายละเอียดข้อมูลการใช้งานของเครื่อง

1. กำลังไฟฟ้า 50 W
2. กระแสไฟฟ้า 0.25 Amp
3. ความเร็วรอบของการหมุน - RPM (ไม่พบข้อมูล)
4. ราคา 300 บาท

2.3.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนของมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ C ในสภาพการใช้งานสภาวะปกติ (เปิดใช้งานระดับ 3 ,หมุนปกติ,ไม่ส่าย)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังเปิดไปแล้ว 40 นาที และทำการศึกษารวม 1:30 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 29.7 °c ฝาครอบมอเตอร์หน้า 41.7 °c ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 55.1 °c ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 57.0 °c แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 65.2 °c ขดลวด 93.9 °c

กำลังไฟฟ้า 36.7 W ขณะคงที่สูงที่สุด

กระแสไฟฟ้า 0.168 Amp ขณะคงที่สูงที่สุด

ความเร็วรอบของการหมุนที่วัดได้ 1,022 RPM

อุณหภูมิแวดล้อม 26.1 °c

2.3.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ C ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติ ได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V (เปิดใช้งานระดับ 3,หมุนปกติ,ไม่ส่าย)

ได้ทำการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V ต่อเนื่องจากการศึกษา 2.3.1 พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังปรับแรงดันไฟฟ้าไปแล้ว 30 นาที และทำการศึกษารวม 2:10 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 29.6 °c ฝาครอบมอเตอร์หน้า 43.6 °c ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 56.7 °c ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 58.9 °c แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 70.2 °c ขดลวด 103 °c

กำลังไฟฟ้า 41.1 W ขณะคงที่สูงที่สุด

กระแสไฟฟ้า 0.173 Amp ขณะคงที่สูงที่สุด

ความเร็วรอบของการหมุน 1,184 RPM

อุณหภูมิแวดล้อม 26.1 °c

2.3.3 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ C ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติ แกนโรเตอร์หมุนฝืดในระดับหนึ่ง (เปิดใช้งานระดับ 3 ,หมุนฝืด,ไม่ส่าย)

ได้ทำการปรับให้ใบพัดลมหมุนฝืดที่ค่า ๆ หนึ่ง เป็นค่าความฝืดมากที่สุดที่เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าสามารถเริ่มทำการหมุนได้ด้วยตัวเอง ศึกษาต่อจากในข้อ 2.3.2 และทำการศึกษารวม 1:30 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 30.5°C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 43.4°C ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 55.2°C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 57.9°C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 67.2°C ขดลวด 100°C

กำลังไฟฟ้า 34.0 W ขณะคงที่สูงที่สุด

กระแสไฟฟ้า 0.25 Amp ขณะคงที่สูงที่สุด

ความเร็วรอบของการหมุน 819 RPM จาก 1,022 RPM คิดเป็นการหมุนประมาณ 80.14 % จากการหมุนสภาวะปกติ

อุณหภูมิแวดล้อม 26.5°C

2.3.4 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ C ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ (แรงดันไฟฟ้า 220 V)(เปิดใช้งานระดับ 3 ,ไม่หมุน,ไม่สาย)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุดคงที่ หลังเปิดไปแล้ว 1:10 ชั่วโมง และทำการศึกษารวม 4 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 83.5°C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 83.5°C ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 116.9°C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 118.1°C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด 129.1°C ขดลวด 169.8°C

กำลังไฟฟ้า 35.0 W ขณะคงที่สูงที่สุด

กระแสไฟฟ้า 0.24 Amp ขณะคงที่สูงที่สุด

ความเร็วรอบของการหมุน - RPM (ล๊อคแกนโรเตอร์)

อุณหภูมิแวดล้อม 26.0°C

เครื่องยังสามารถใช้งานได้ต่อ

2.3.5 ผลการศึกษาอุณหภูมิความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ C ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V (เปิดใช้งานระดับ 3 ,ไม่หมุน,ไม่สาย)

พบว่าความร้อนได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจากอุณหภูมิแวดล้อมจนถึงอุณหภูมิสูงสุด
คงที่ หลังเปิดไปแล้ว 1 ชั่วโมง และทำการศึกษารวม 8 ชั่วโมง ค่าที่วัดได้

อุณหภูมิที่ได้ทำการวัดที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เรียงจาก
น้อยไปมาก ดังนี้ ฝาครอบมอเตอร์หลัง 85.0°C ฝาครอบมอเตอร์หน้า 89.0°C ตอนหลังโครงโลหะ
ยึดมอเตอร์พัดลม 128.0°C ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลม 131.0°C แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด
 145.0°C ขดลวด 192.0°C

กำลังไฟฟ้า 41 W ขณะคงที่สูงสุด

กระแสไฟฟ้า 0.26 Amp ขณะคงที่สูงสุด

ความเร็วรอบของการหมุน - RPM (ล๊อคแกนโรเตอร์)

อุณหภูมิแวดล้อม 26°C

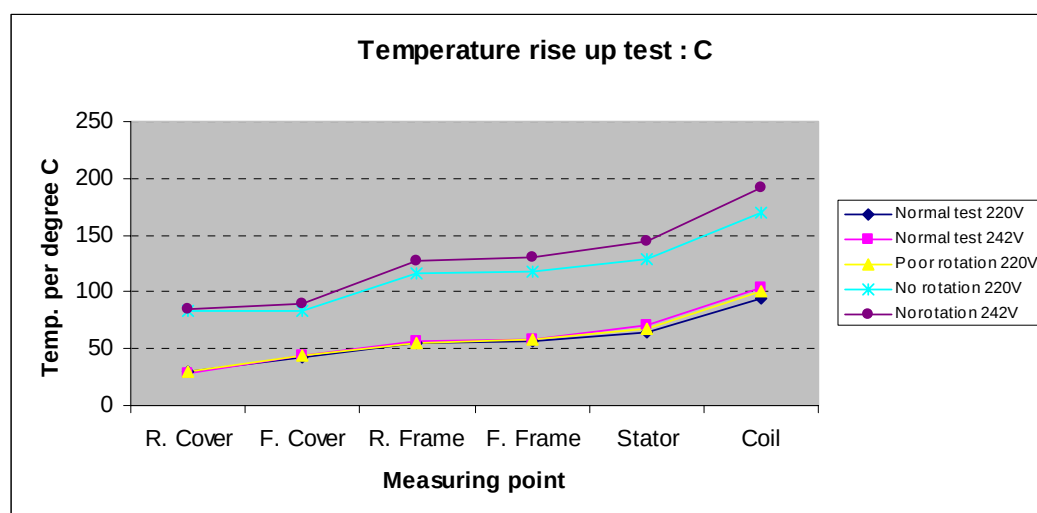
เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าได้รับความเสียหายใช้งานไม่ได้ เนื่องจากพลาสติกค่อล่า
ที่แกนโรเตอร์เกิดการหลอมละลาย หลังเปิดเครื่องไปแล้ว 8 ชั่วโมง



ภาพที่ 15 แสดงการหลอมละลายของพลาสติกค่อล่าที่แกนโรเตอร์ ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า
ยี่ห้อ C จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับ
แรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V เปิดใช้งานเป็นระยะเวลา รวม 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ ที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด
กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติในปัจจัยต่าง 4 ประการ : เครื่องใช้พัดลม
ไฟฟ้ายี่ห้อ C

Measuring point Temp.(°c)	R.Cover	F.Cover	R.Frame	F.Frame	Stator	Coil
Normal test 220V	29.7	41.7	55.1	57.0	65.2	93.9
test 242V	29.6	43.6	56.7	58.9	70.2	103.0
Poor rotation 220V	30.5	43.4	55.2	57.9	67.2	100.0
No rotation 220V	83.5	83.5	116.9	118.1	129.1	169.8
No rotation 242V	85.0	89.0	128.0	131.0	145.0	192.0



ภาพที่ 16 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่และจุดต่าง ๆ ของมอเตอร์พัดลม
จำนวน 6 จุด กับการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติในปัจจัยต่างๆ 4 ประการ :
เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ C

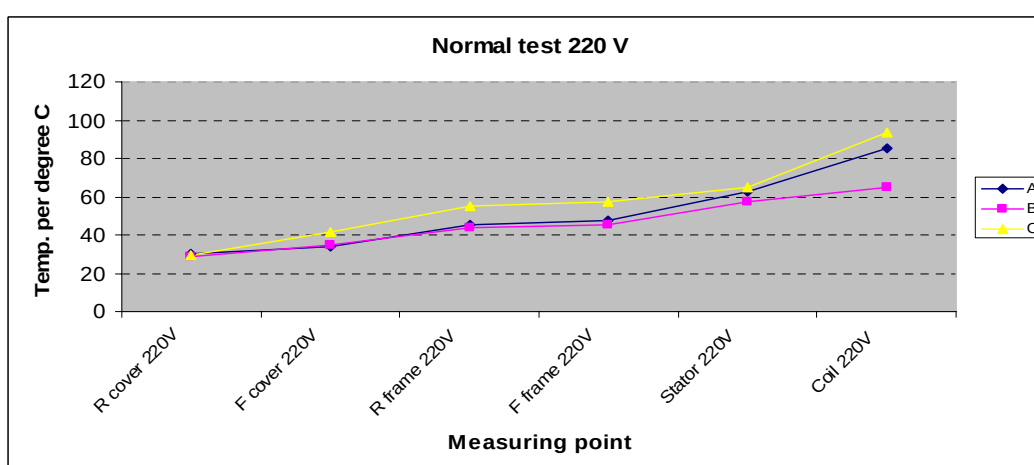
จากการศึกษาทุกกรณี ขณะเริ่มเปิดใช้งานค่าของกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะสูงกว่าและลดลงตามเวลาจนถึงค่าอุณหภูมิสูงสุดคงที่ ซึ่งค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะลดลงถึงระดับคงที่ตามข้อมูลดังกล่าว

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลการศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 1

3.1 จากคำถามการศึกษาข้อ 1 เกิดการสะสมความร้อนในส่วนต่างๆของมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ในสภาพการใช้งานสภาวะปกติ แรงดันไฟฟ้าปกติ มีอุณหภูมิเป็นอย่างไร

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะปกติได้รับแรงดันไฟฟ้า 220 V

Measuring point Type	R.Cover 220V	F.Cover 220V	R.Frame 220V	F.Frame 220V	Stator 220V	Coil 220V
Electric Fan A	30.5	34.2	45.1	47.6	62.8	85.4
Electric Fan B	28.6	34.5	43.6	45.1	57.6	64.9
Electric Fan C	29.7	41.7	55.1	57.0	65.2	93.9



ภาพที่ 17 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะปกติได้รับแรงดันไฟฟ้า 220 V

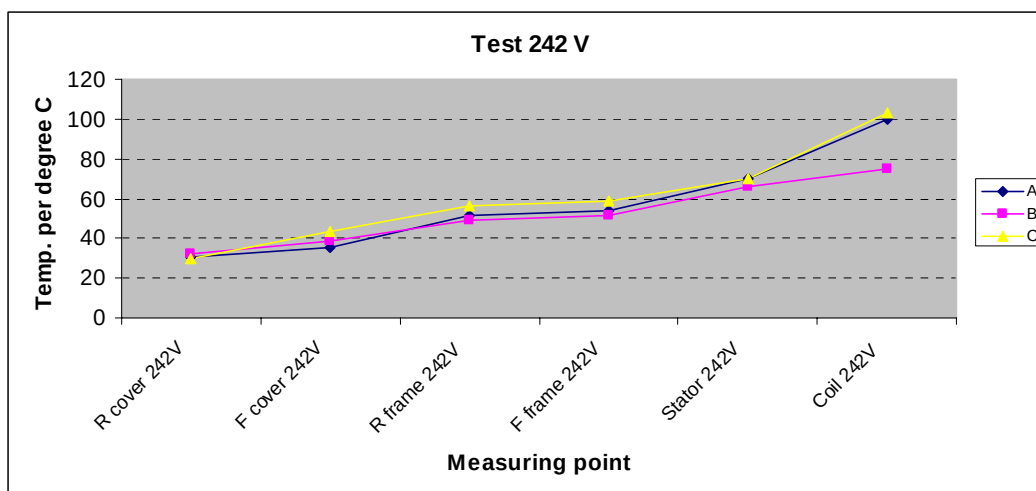
ตอบ จากการศึกษากรอบการศึกษาที่ 1 การเปิดใช้งานใบพัดลมหมุนปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A ,B และ C ปรากฏว่า จะเกิดการสะสมความร้อนขึ้นที่บริเวณมอเตอร์พัดลม จากการใช้เครื่องเทอร์โมคัปเปิลตรวจจับ จำนวน 6 จุด สามารถเรียงอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากมากไปน้อย คือ ขดลวด (coil) แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด(stator) โครงโลหะยึดมอเตอร์พัดลมหน้า-หลัง (front-rear frame) ฝาครอบมอเตอร์หน้า-หลัง (front-rear cover) นั่นคือเกิดความร้อนสะสมมากที่สุดที่ขดลวด เนื่องจากขดลวดเป็นส่วนที่ได้รับพลังงานจากกระแสไฟฟ้าโดยตรง การสูญเสียพลังงานในรูปความร้อนจากการนำ Conduction Loss และจากการเคลื่อนไหวความถี่ของโมเลกุล Hysteresis Loss ส่วนจุดอื่นๆข้างต้นได้รับความร้อนที่ส่งผลมาจากขดลวดจึงมีอุณหภูมิลดลงเป็นไปตามตำแหน่งที่อยู่ห่างออกไปจากขดลวดตามลำดับ ดังแสดงตามกราฟภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะปกติได้รับแรงดันไฟฟ้า 220 V

เมื่อวัดอุณหภูมิตรงขดลวดของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ,B และ C ซึ่งร้อนมากที่สุดพบว่ามีอุณหภูมิ 85.4 , 64.9 และ 93.9 °c ตามลำดับ และพบว่าการใช้กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าจะมากในตอนแรกๆของการเปิดใช้งานและลดลงจนถึงค่าคงที่ระดับหนึ่ง ซึ่งเป็นเวลาเดียวกับที่ระดับอุณหภูมิขึ้นสูงสุดคงที่เช่นกันหลังเปิดใช้งานไปแล้ว ประมาณ 1:30-2 ชั่วโมง

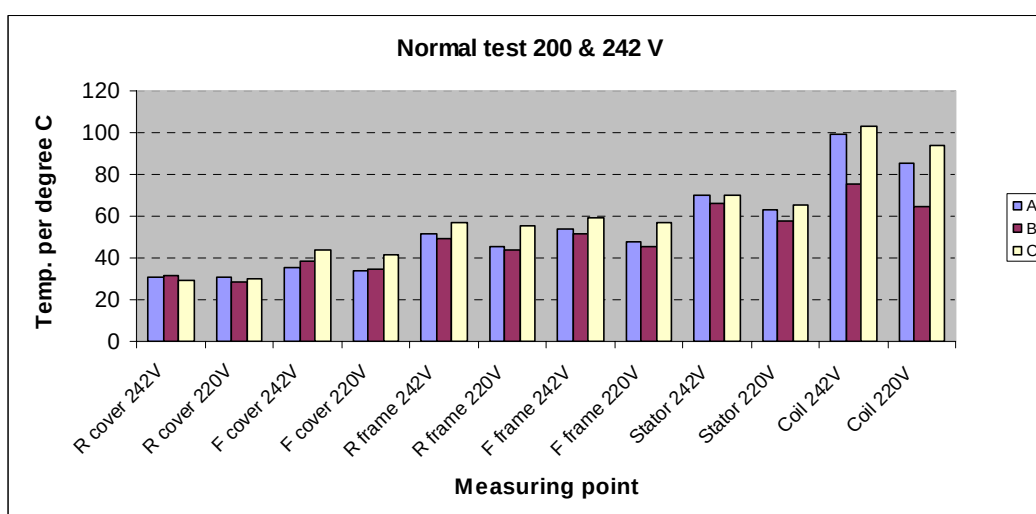
3.2 จากสมมติฐานการศึกษา ข้อที่ 1 การใช้งานสภาวะผิดปกติ:ได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V (ใบพัดลมหมุน) ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติ ได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V

Measuring point Type	R.Cover	F.Cover	R.Frame	F.Frame	Stator	Coil
	242V	242V	242V	242V	242V	242V
Electric Fan A	30.8	35.3	51.7	53.6	69.8	99.5
Electric Fan B	31.8	38.7	49.4	51.2	66.0	75.1
Electric Fan C	29.6	43.6	56.7	58.9	70.2	103.0



ภาพที่ 18 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนาจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสถานะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V



ภาพที่ 19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนาจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสถานะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V เปรียบเทียบกับการใช้งานสถานะปกติ 220 V

ตอบ จากการศึกษากรอบการศึกษาที่ 1 การใช้งานสภาวะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ปรากฏว่า ทุกยี่ห้อเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ ดังกราฟภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V เปรียบเทียบกับการใช้งานสภาวะปกติ 220 V

วัดอุณหภูมิตรงขดลวดของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ซึ่งร้อนมากที่สุดพบว่าอุณหภูมิ 99.5 , 75.1 และ 103 °c สูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติเป็น 16.51 ,15.71 และ 9.69 % ใช้กระแสไฟฟ้ามากขึ้นจากสภาวะปกติ 0.189, 0.175, 0.168 Amp เป็น 0.208 , 0.19, 0.173 Amp ตามลำดับ และใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้นจากสภาวะปกติ 41.5 , 35.6 , 36.7 W เป็น 50.2 , 42.3 ,41.7 W ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นไปตาม สมการ

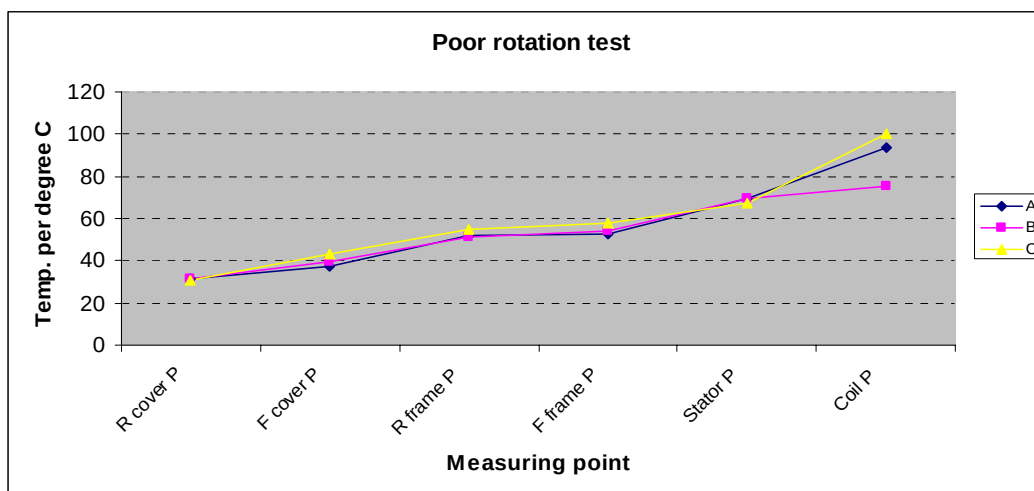
$$W = \frac{V_t^2}{R}$$

ซึ่งเมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นก็จะเกิดความร้อนสูงขึ้นตามไปด้วย

3.3 จากสมมติฐานการศึกษา ข้อที่ 2 การใช้งานสภาวะผิดปกติ: แกนโรเตอร์หมุนผิดของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ

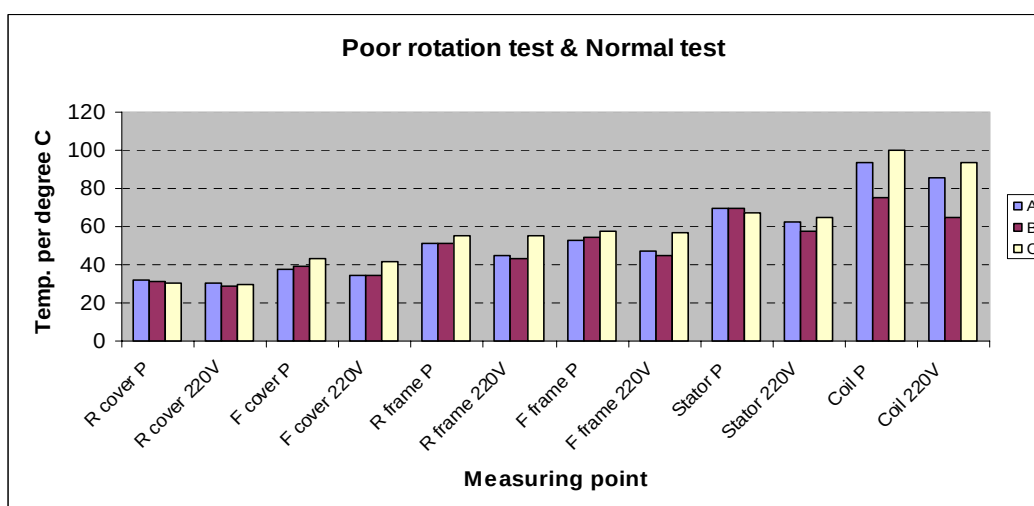
ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ และจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติ แกนโรเตอร์หมุนผิด (ความผิดตั้งไว้ที่ค่าสูงสุดซึ่งตัวมันเองสามารถเริ่มหมุนได้เอง)

Measuring point Type	R.Cover P	F.Cover P	R.Frame P	F.Frame P	Stator P	Coil P
Electric Fan A	31.7	37.4	51.6	53.0	69.7	93.3
Electric Fan B	31.5	39.2	51.3	54.2	69.3	75.5
Electric Fan C	30.5	43.4	55.2	57.9	67.2	100.0



ภาพที่ 20 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ และจุดต่าง ๆ ของมอเตอร์พัฒนาจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสถานะผิดปกติแกนโรเตอร์หมุนฟรี (ความผิดปกติไว้ที่ค่าสูงสุดซึ่งตัวมันเองสามารถเริ่มหมุนได้เอง)

หมายเหตุ : เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ยี่ห้อ A หมุน 80.22% ของการใช้งานสถานะปกติ
 เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ยี่ห้อ B หมุน 81.42% ของการใช้งานสถานะปกติ
 เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ยี่ห้อ C หมุน 80.14% ของการใช้งานสถานะปกติ



ภาพที่ 21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ และจุดต่าง ๆ ของมอเตอร์พัฒนาจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสถานะผิดปกติแกนโรเตอร์หมุนฟรี เปรียบเทียบกับการใช้งานสถานะปกติ 220 V

ตอบ จากการศึกษารอบการศึกษาที่ 1 การใช้งานสภาวะผิดปกติแกนโรเตอร์หมุนผิดของเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ปรากฏว่า ทุกยี่ห้อเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัฒมอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการใช้งานปกติ ดังกราฟภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่และจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติแกนโรเตอร์หมุนผิด เปรียบเทียบกับการใช้งานสภาวะ 220 V โดยปรับให้มีการหมุนรอบใบพัฒมลดลงเป็น 80.22, 81.42 และ 80.14% จากการใช้งานสภาวะปกติตามลำดับ ซึ่งเป็นรอบที่ผิดปกติที่สุดที่ตัวเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้าสามารถออกตัวหมุนเองได้

วัดอุณหภูมิตรงขดลวดของเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ซึ่งร้อนมากที่สุดพบว่าอุณหภูมิ 93.3 , 75.5 และ 100 °c สูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติเป็น 9.25,16.33 และ 6.5 % ใช้กระแสไฟฟ้ามากขึ้นจากสภาวะปกติ 0.189, 0.175, 0.168 Amp เป็น 0.38, 0.179, 0.25 Amp ตามลำดับ และใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้นจากสภาวะปกติ 41.5 , 35.6 , 36.7 W เป็น 42 , 37.7 , 34 W ตามลำดับ(ยกเว้นเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ C) เนื่องจากหากเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้าแกนโรเตอร์พัฒมหมุนผิดช้ากว่าปกติ นั่นคือมีประสิทธิภาพต่ำลง พลังงานไฟฟ้าที่ถูกดึงเข้าไปจะนำไปใช้ในการหมุนแกนโรเตอร์พัฒมได้ไม่เต็มที่ แต่จะเกิดความสูญเสียในรูปของการสะสมความร้อนที่ขดลวดตามหลัก Conservation Energy และมอเตอร์พัฒมก็ใช้กระแสไฟฟ้ามากขึ้น นั่นคือ

$$\text{พลังงานก่อน} = \text{พลังงานหลัง}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่รับเข้า} = \text{พลังงานรูปอื่นตามหน้าที่ของอุปกรณ์} + \text{สูญเสียเป็นความร้อนกรณีเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้า} = \text{พลังงานกล} + \text{พลังงานความร้อน}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = W \text{ การหมุนของมอเตอร์พัฒม} + W \text{ การสูญเสียในรูปความร้อนกรณีเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้า}$$

$$W = I^2 R t$$

จากสมการ

$$W \text{ กระแสไฟฟ้า} = W \text{ การหมุนของมอเตอร์พัฒม} + W \text{ การสูญเสียในรูปความร้อน}$$

จากสมการอธิบายได้ว่า W การสูญเสียในรูปความร้อน ($I^2 R t$) กรณีแกนโรเตอร์หมุนผิดมอเตอร์พัฒมจะดึงกระแสมากขึ้นเพื่อให้มอเตอร์พัฒมทำงานได้ดังปกติ ความร้อนจะเพิ่ม

มากขึ้นเป็นกำลังสองของกระแสไฟฟ้า และเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าหมุนฝืดนั้นคือตัวอุปกรณ์เองเกิดการชำรุดเสื่อมสภาพ ทำให้ค่าความต้านทาน(R)มีค่ามากกว่าปกติ และขึ้นกับระยะเวลา(t) ที่ใช้งาน

เช่น กรณีหากเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ามีประสิทธิภาพการใช้งาน 80%

$$W (100\%) = \text{การหมุนของมอเตอร์พัดลม}(80\%) + \text{การสูญเสียในรูปความร้อน } W(I R t)^2$$

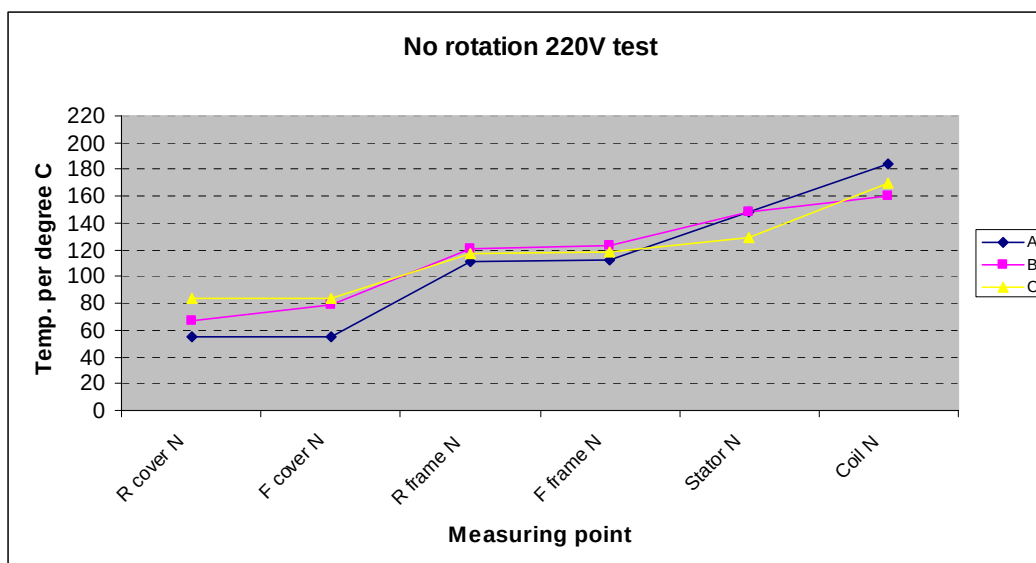
(20%) (โดยประมาณ)

จึงทำให้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่หมุนช้าเนื่องจากความฝืดเกิดความร้อนสูญเสียออกมามากกว่าการใช้งานสภาวะปกติและมากขึ้นหากใบพัดลมหมุนฝืดมากขึ้น

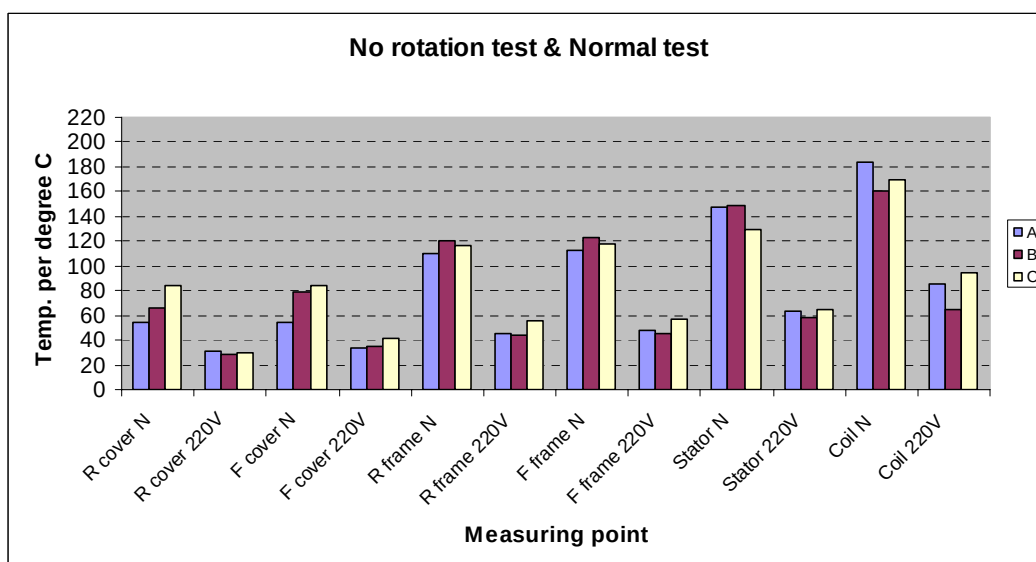
3.4 จากสมมติฐานการศึกษา ข้อที่ 3 การใช้งานสภาวะผิดปกติ:เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A ,B และC ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ

ตารางที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V

Measuring point Type	R.Cover N	F.Cover N	R.Frame N	F.Frame N	Stator N	Coil N
Electric Fan A	54.9	54.9	110.6	112.7	148.0	184.0
Electric Fan B	66.5	79.2	120.2	123.0	148.8	160.8
Electric Fan C	83.5	83.5	116.9	118.1	129.1	169.8



ภาพที่ 22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนาจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V



ภาพที่ 23 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัฒนาจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V เปรียบเทียบกับการใช้งานสถานะปกติ 220 V

ตอบ จากการศึกษากรอบการศึกษาที่ 1 การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A ,B และ C ปรากฏว่า ทุกยี่ห้อเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ ตามกราฟภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ : เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 220 V เปรียบเทียบกับการใช้งานสภาวะปกติ 220 V

วัดอุณหภูมิตรงขดลวดของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ,B และ C ซึ่งร้อนมากที่สุดพบว่า มี อุณหภูมิ 184 , 160.8 และ 169.8 °c สูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ เป็น 115.46 , 147.77 และ 81.47 % ใช้กระแสไฟฟ้ามากขึ้นจากสภาวะปกติ 0.189, 0.175, 0.168 Amp เป็น 0.3 , 0.177, 0.24 Amp ตามลำดับ และใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้นจากสภาวะปกติ 41.5 , 35.6 , 36.7 W เป็น 42 , 37.18 , 35 W ตามลำดับ(ยกเว้นเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ C) เมื่อเทียบกับสมมติฐานการศึกษา ข้อที่ 2

2

$$W (I R t) (100\%) = \text{งานการหมุนของมอเตอร์พัดลม}(0\%) + \text{การสูญเสียในรูปความร้อน} (100\%)$$

$$\text{พลังงานกระแสไฟฟ้า} = \text{ความร้อน}$$

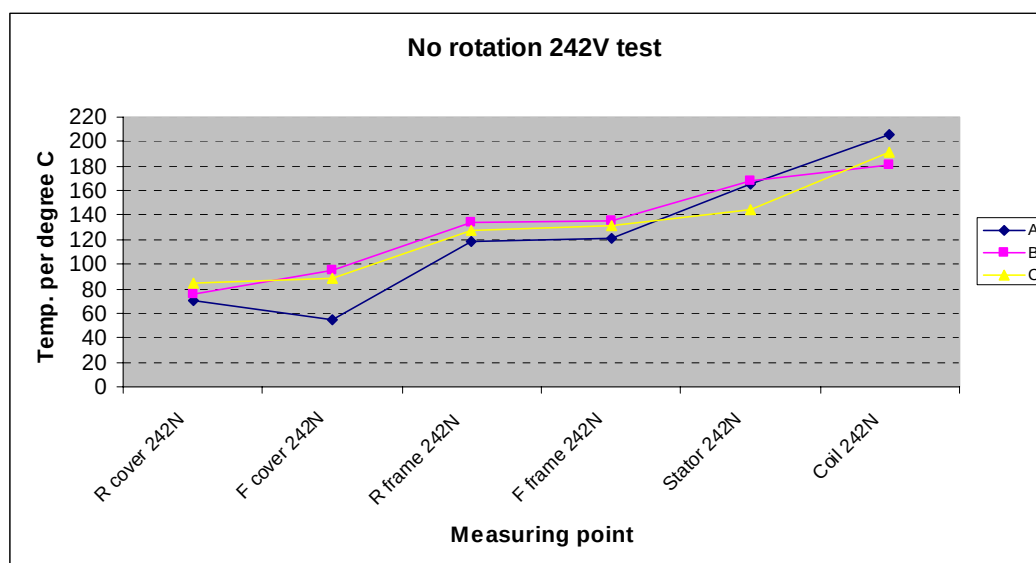
$$W (I R t)^2 = \text{Heat}$$

นั่นคือ พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนหมด และจากการศึกษาเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าทั้งสามยี่ห้อ ยังสามารถใช้งานได้ปกติหลังจากทำการศึกษาไปแล้ว 4 ชั่วโมง

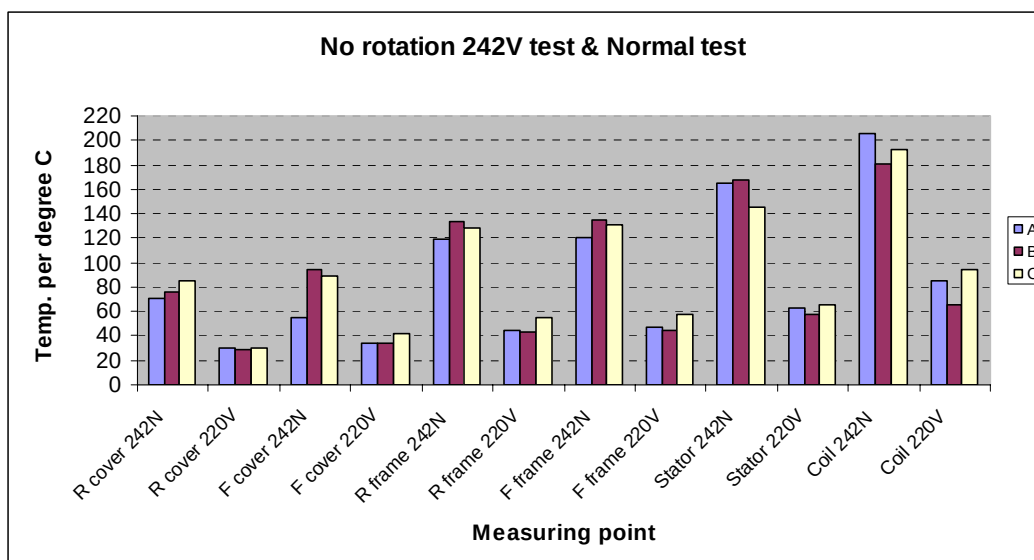
3.5 จากสมมติฐานการศึกษา ข้อที่ 4 การใช้งานสภาวะผิดปกติ:เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ,B และ C ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ และมากกว่าปัจจัยอื่นๆ ตามสมมติฐานการศึกษาข้อ 1 ,2 และ 3

ตารางที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 242 V

Measuring point Type	R.Cover 242N	F.Cover 242N	R.Frame 242N	F.Frame 242N	Stator 242N	Coil 242N
Electric Fan A	70.1	54.5	119.0	121.0	165.0	206.0
Electric Fan B	75.4	94.5	134.1	135.0	167.4	180.3
Electric Fan C	85.0	89.0	128.0	131.0	145.0	192.0



ภาพที่ 24 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 242 V



ภาพที่ 25 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลมจำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 242 V เปรียบเทียบกับการใช้งานสภาวะปกติ 220 V

ตอบ จากการศึกษากรอบการศึกษาที่ 1 การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ปรากฏว่า ทุกยี่ห้อเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติและมากกว่าการใช้งานสภาวะผิดปกติตามปัจจัยอื่นๆ ดังกราฟภาพที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ กับจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด เปรียบเทียบระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ :เงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 242 V เปรียบเทียบกับการใช้งานสภาวะปกติ 220 V

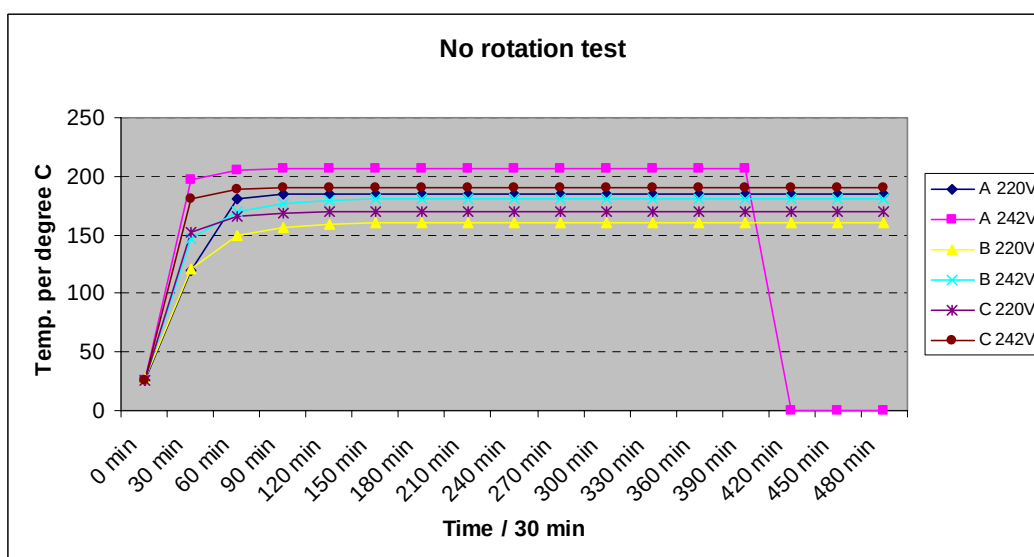
วัดอุณหภูมิตรงขดลวดของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ซึ่งร้อนมากที่สุด พบว่ามีอุณหภูมิ 206 , 180.3 และ 192 °C สูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ เป็น 141.22 ,177.81 และ 104.47 % ใช้กระแสไฟฟ้ามกขึ้นจากสภาวะปกติ 0.189, 0.175, 0.168 Amp เป็น 0.45,0.19,0.26 Amp ตามลำดับ และใช้กำลังไฟฟ้ามกขึ้นจากสภาวะปกติ 41.5 , 35.6 , 36.7 W เป็น - , 44.1 , 41 W ตามลำดับ เนื่องจากนอกจากจะเกิดความร้อนจากการใช้งานสภาวะผิดปกติล๊อคแกนโรเตอร์ใบพัดลม

ดังอธิบายจากการตอบสนองมาตรฐานการศึกษา ข้อที่ 3 แล้ว ยังมีความร้อนเพิ่มขึ้นจากการได้รับ แรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V ดังอธิบายจากการตอบสนองมาตรฐานการศึกษา ข้อที่ 1 อีกด้วย จึง ทำให้เกิดความร้อนได้สูงกว่าการใช้งานสภาวะผิดปกติในปัจจุบันๆ

ดังนั้น ผลรวมพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น = พลังงานความร้อนจากการลัดค แคนโรเตอร์ใบพัดลม(มีประสิทธิภาพเป็นศูนย์) + พลังงานความร้อนจากการที่ได้รับแรงดันไฟฟ้า มากกว่าปกติ 242 V นั่นคือ

$$\sum W = \frac{V_t^2}{R} + I^2 R t$$

ซึ่งจากการศึกษากรอบการศึกษาที่ 1 ทำให้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ได้รับ ความเสียหาย เกิดการลัดวงจร หลังจากผ่านการศึกาไปแล้ว 6:30 ชั่วโมง เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B ยังสามารถใช้งานได้หลังจากผ่านการศึกาไปแล้ว 8 ชั่วโมง และเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ C ได้รับความเสียหาย พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์เกิดการหลอมละลาย พบหลังผ่านการศึกาไป แล้ว 8 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในผลการศึกาที่ผ่านมาแล้ว



ภาพที่ 26 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดคงที่ตรงขลวด กับเวลา เปรียบเทียบ ระหว่างเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ ในสภาพการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการลัดค แคนโรเตอร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 220 และ 242 V

หมายเหตุ : เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ในสภาวะผิดปกติล๊อคแกนโรเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้า 242 V

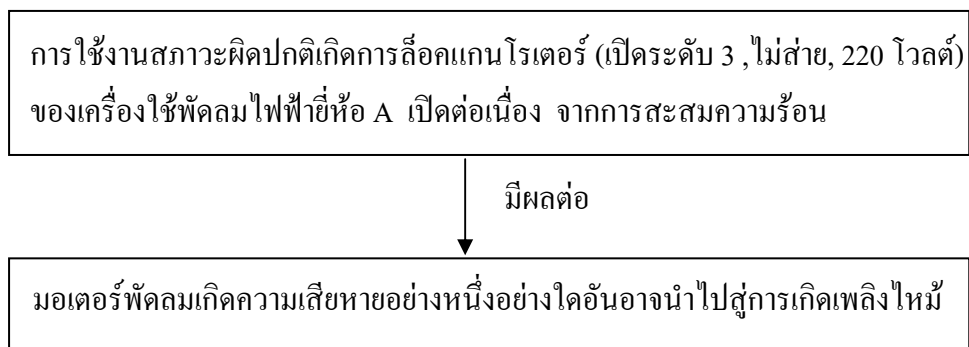
เกิดการลัดวงจรเมื่อเปิดเวลาผ่านไป 390 นาที

3.6 จากสมมติฐานการศึกษา ข้อที่ 5 เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าต่างยี่ห้อ จะมีความแตกต่างของการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม จากการใช้งานสภาวะปกติและตามเงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติต่าง ๆ 4 ประการ

ตอบ จากกรอบการศึกษาที่ 1 การสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าต่างยี่ห้อ จากการใช้งานสภาวะปกติ และตามเงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติต่าง ๆ 4 ประการ ปรากฏว่าแต่ละยี่ห้อจะมีการสะสมความร้อนในจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลมแตกต่างกันในทุกเงื่อนไข ทั้งจากการใช้งานสภาวะปกติและการใช้งานสภาวะผิดปกติตามเงื่อนไขต่าง ๆ 4 ประการ ดังกราฟภาพที่ 17 กราฟภาพที่ 18 กราฟภาพที่ 20 กราฟภาพที่ 22 และกราฟภาพที่ 24 ซึ่งเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ B ที่มีต้นทุนสูงราคาแพงมีอุณหภูมิโดยทั่วไปต่ำกว่า กว่ายี่ห้อ A และ C และความแตกต่างของอุณหภูมิที่ขดลวดในแต่ละยี่ห้อ นั้นสันนิษฐานว่าน่าจะขึ้นกับคุณภาพของวัสดุที่ใช้ รวมทั้งการออกแบบผลิตภัณฑ์ส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมโดยเฉพาะขดลวดมอเตอร์ เช่น ชนิด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาวของเส้นขดลวดทองแดง เป็นต้น ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ขดลวดไม่ขึ้นกับปริมาณค่าการใช้งานของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่วัดได้ เช่น ขนาดของวัตต์ กระแสไฟฟ้า ความเร็วรอบหมุนใบพัดลม เป็นต้น ซึ่งจากกราฟภาพที่ 26 พบว่าเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A มีอุณหภูมิความร้อนทั้งจากการใช้งานสภาวะผิดปกติล๊อคแกนโรเตอร์แรงดันไฟฟ้าปกติและแรงดันไฟฟ้า 242 V มากกว่ายี่ห้อ C และ B มีแนวโน้มในการเกิดเพลิงไหม้สูงกว่า จึงได้ใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ในการศึกษากรอบการศึกษาที่ 2 ต่อไป และจากการศึกษา ไม่จำเป็นว่ายี่ห้อใดมีอุณหภูมิมากกว่ายี่ห้ออื่นในการใช้งานสภาวะปกติก็จะมีอุณหภูมิมากกว่ายี่ห้ออื่น เมื่อมีการใช้งานสภาวะผิดปกติในประการต่างๆ ไปด้วย เช่น เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ C มีอุณหภูมิสูงกว่ายี่ห้อ A และ B ในการใช้งานสภาวะปกติ และการใช้งานสภาวะผิดปกติที่ได้รับแรงดันไฟฟ้า 242 V และแกนโรเตอร์หมุนฝืดแต่เมื่อทำการศึกษการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ทั้งแรงดันไฟฟ้าปกติและแรงดันไฟฟ้า 242 V กลับเป็นว่าเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A มีอุณหภูมิที่สูงกว่ายี่ห้ออื่นๆ เป็นต้น

4. ผลการศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 2

จากกรอบการศึกษาที่ 2



ตาราง 11 ผลการศึกษากการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์เครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด อันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จำนวน 30 เครื่อง

เครื่องใช้ พัฒม ไฟฟ้า เครื่องที่	ผลความเสียหาย (อาการที่พบ)	วันที่เริ่มทดสอบ, ระยะเวลาที่เปิด	หมายเหตุ (รายละเอียดที่พบ)
1	เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	1 ก.ย.50 , 14 ชม.	ฉนวนหุ้มสายไฟที่เข้าสู่ชุดหลอด ไหม้เกรียม เป็นต้นลุกไหม้จาก ภายในฝาครอบ ซึ่งพบแสงเพลิง ตอนหน้ามากกว่าตอนหลัง ,เกิด
2	อุณหภูมิต่ำ ,ใบพัฒมไม่หมุน	10 ก.ย.50 ,17 ๖.6 ชม.	เหตุประมาณ 4 นาที ฟิวส์ของ ตลับปลั๊กพ่วงทำงานตัดวงจร,22 นาที เพลิงลุกไหม้หมด เป็นต้น
3	เพลิงไหม้ดับเอง,ฝาครอบไหม้ ทะลุ,ใบพัฒมไม่หมุน, กระแสไฟไม่เข้า	24 ก.ย.50 , 20 ๖.	ลุกไหม้จากภายในฝาครอบ,เกิด เหตุประมาณ 6 นาที ฟิวส์ของ ตลับปลั๊กพ่วงทำงานตัดวงจร, 21 นาที

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เครื่องใช้ พัดลม ไฟฟ้า เครื่องที่	ผลความเสียหาย (อาการที่พบ)	วันที่เริ่มทดสอบ, ระยะเวลาที่เปิด	หมายเหตุ (รายละเอียดที่พบ)
4	อุณหภูมิต่ำ,ใบพัดลมไม่ หมุน	4 พ.ย.50 , 2 ว. 16 ชม.	เพลิงลุกไหม้หมด ขดลวดไหม้เกรียม,ฉนวนหุ้ม สายไฟที่เข้าสู่ขดลวดไหม้เกรียม เป็นต้น
5	เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	4 ก.ย.50 , 8 ว.	อุณหภูมิสุดท้าย 47 °c ,พบการ ลุกไหม้บางส่วนของพลาสติกคอ ล่าแกนโรเตอร์ทางด้านหน้า, ขดลวดไหม้เกรียมบางส่วน, สายไฟเข้าสู่ขดลวดลึกร้อน บางส่วน เป็นต้น
6	เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	1 พ.ย.50 , 8ว.4 ชม.	อุณหภูมิสุดท้าย 47 °c ขดลวด ไหม้เกรียมบางส่วน,สายไฟเข้า สู่ขดลวดลึกร้อนบางส่วน เป็น ต้น
7	กระแสไฟไม่เข้า,ใบพัดลม ไม่หมุน	1 พ.ย.50 , 11ว.18 ชม.	พบการลุกไหม้บางส่วนของพ ลาสติกคอล่าแกนโรเตอร์ทาง ด้านหน้าตรงส่วนล่าง,ขดลวด ไหม้เกรียมบางส่วน,ฉนวนหุ้ม สายไฟที่เข้าสู่ขดลวดไหม้เกรียม เป็นต้น
8	เพลิงไหม้ดับเอง,ฝาครอบ ไหม้ทะลุ,ใบพัดลมไม่หมุน, อุณหภูมิต่ำ	1 พ.ย.50 , 7ว.	สายไฟที่เข้าสู่ขดลวดไหม้เกรียม ,สายไฟเข้าขดลวดลึกร้อนขาด เป็นต้น
9	อุณหภูมิต่ำ,ใบพัดลมไม่ หมุน	8 พ.ย.50 ,117 ว.	อุณหภูมิสุดท้าย 42 °c สายไฟ เข้าขดลวดลึกร้อนขาด เป็นต้น เหล็ชากโลหะ เป็นต้น
10	เพลิงไหม้ดับเอง,ฝาครอบ ไหม้ทะลุ,ใบพัดลมติดขัด, กระแสไฟฟ้าไม่เข้า	8 พ.ย.50 ,5 ว.12 ชม.	อุณหภูมิสุดท้าย 50 °c ,ขดลวด ไหม้เกรียมบางส่วน,แผ่นไมล้า หลอมบางส่วน,สายไฟเข้า
11	อุณหภูมิต่ำ,ใบพัดลมไม่ หมุน	8 พ.ย.50 ,12 ว.12 ชม.	ขดลวดลึกร้อนขาดบางส่วน เป็นต้น

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เครื่องใช้ พัฒม ไฟฟ้า เครื่องที่	ผลความเสียหาย (อาการที่พบ)	วันที่เริ่มทดสอบ, ระยะเวลาที่เปิด	หมายเหตุ (รายละเอียดที่พบ)
12	เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	12 พ.ย.50 ,3 ว.18 ชม.	อุณหภูมิสุดท้าย 43 °c จนวน หุ้มสายไฟที่เข้าสู่ขดลวดไหม้ เกรียม เป็นต้น
13	อุณหภูมิต่ำ ,ใบพัดลมไม่ หมุน	14 พ.ย.50 ,1 ว.4 ชม.	อุณหภูมิสุดท้าย 45 °c จนวน หุ้มสายไฟที่เข้าสู่ขดลวดไหม้ เกรียม เป็นต้น
14	อุณหภูมิต่ำ ,ใบพัดลมไม่ หมุน	14 พ.ย.50 ,12 ว.17 ชม.	สายไฟเข้าขดลวดลัดวงจรร้อนขาด เป็นต้น
15	อุณหภูมิต่ำ ,ใบพัดลมไม่ หมุน	14 พ.ย.50 ,54 ว.	อุณหภูมิสุดท้าย 38 °c จนวน หุ้มสายไฟที่เข้าสู่ขดลวดไหม้ เกรียม เป็นต้น
16	กระแสไฟฟ้าไม่เข้า ,ใบพัด ลมไม่หมุน	15 พ.ย.50, 63 ว.	พบการบวมของโครงยึด มอเตอร์ เป็นต้น
17	อุณหภูมิต่ำ ,ใบพัดลมไม่ หมุน	22 พ.ย.50 ,3 ว.12 ชม.	อุณหภูมิสุดท้าย 44 °c ขดลวด ไหม้เกรียมบางส่วน เป็นต้น
18	เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	28 พ.ย.50 ,4 ว.15 ชม.	สายไฟเข้าขดลวดลัดวงจรร้อนขาด เป็นต้น
19	อุณหภูมิต่ำ ,ใบพัดลมไม่ หมุน	28 พ.ย.50 ,13ว.9 ชม.	พบการบวมของโครงยึด มอเตอร์ เป็นต้น
20	กระแสไฟฟ้าไม่เข้า ,ใบพัด ลมไม่หมุน	4 พ.ย.50 ,39ว.	อุณหภูมิสุดท้าย 48 °c สายไฟ เข้าสู่ขดลวดลัดวงจรร้อนบางส่วน เป็นต้น
21	เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	13 พ.ย.50 ,17ว.	จนวนหุ้มสายไฟที่เข้าสู่ขดลวด ไหม้เกรียม,สายไฟเข้าขดลวด ลัดวงจรร้อนขาด เป็นต้น
22	อุณหภูมิต่ำ ,ใบพัดลมไม่ หมุน	3 ม.ค.51 ,5 ว.	พบการลุกไหม้บางส่วนของพ ลาติกคอล์แกนโรเตอร์ทาง ด้านหน้า,จนวนหุ้มสายไฟที่เข้า

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เครื่องใช้ พัฒม ไฟฟ้า เครื่องที่	ผลความเสียหาย (อาการที่พบ)	วันที่เริ่มทดสอบ, ระยะเวลาที่เปิด	หมายเหตุ (รายละเอียดที่พบ)
26	กระแสไฟฟ้าไม่เข้า, ไบพัต ลมไม่หมุน	8 ม.ค.51 ,6 ว.	ตู้ขดลวดไหม้เกรียม เป็นต้น
27	เพลิงไหม้ตัวเอง, ไบพัตลม ติดขัด	8 ม.ค.51 ,20ว.12ชม.	ได้เข้าทำการดับเพลิงก่อนไหม้ หมด, พบการลุกไหม้บางส่วน ของพลาสติกอล่าแกนโรเตอร์ ทางด้านหลัง เป็นต้น
28	เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	14 ม.ค.51 ,14ว.12ชม.	อุณหภูมิสุดท้าย 40 °c ,ฉนวน หุ้มสายไฟที่เข้าสู่ขดลวดไหม้ เกรียม, สายไฟเข้าขดลวดสึก กร่อนขาด, ขดลวดไหม้เกรียม
29	อุณหภูมิต่ำ, ไบพัตลมไม่ หมุน	14 ม.ค.51 ,31ว.	บางส่วน เป็นต้น ฉนวนหุ้มสายไฟที่เข้าสู่ขดลวด
30	กระแสไฟฟ้าไม่เข้า, ไบพัต ลมไม่หมุน	18 ม.ค.51 ,25ว.	ไหม้เกรียม เป็นต้น
	อุณหภูมิต่ำ, ไบพัตลมไม่ หมุน	31 ม.ค.51 ,4ว.	อุณหภูมิสุดท้าย 45 °c ขดลวด ไหม้เกรียมบางส่วน เป็นต้น
	อุณหภูมิต่ำ, ไบพัตลมไม่ หมุน	4 ก.พ.51, 11ว.	อุณหภูมิสุดท้าย 43 °c ,สายไฟ เข้าขดลวดสึกกร่อนขาด
	เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	4 ก.พ.51,22ว.	บางส่วน, ขดลวดไหม้เกรียม บางส่วน เป็นต้น พบการนุบยุบของโครงยึด มอเตอร์ เป็นต้น

หมายเหตุ

1. เพลิงไหม้ต่อเนื่อง หมายถึง เพลิงได้ลุกลามไหม้เสียหายหมดทั้งเครื่อง
2. เพลิงไหม้ตัวเอง หมายถึง ได้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นแต่ต่อมาดับลงเอง
3. ไบพัตลมไม่หมุน หมายถึง หลังการศึกษาได้ทำการเปิดเครื่อง แต่ไบพัตลมไม่หมุน
4. กระแสไฟฟ้าไม่เข้า หมายถึง วงจรไฟฟ้าได้รับความเสียหายไปแล้ว
5. เครื่องส่วนใหญ่วะยะเวลาเปิดต่อเนื่อง ส่วนน้อยแบบสะสมเวลาไม่ต่อเนื่อง

6. อาจได้รับความเสียหายก่อนระยะเวลาตามที่ระบุในตารางข้อมูล เนื่องจากได้ทำการเปิดทิ้งไว้และตรวจสอบในภายหลังพบว่าได้รับความเสียหายดังกล่าวแล้ว

7. อุณหภูมิห้องโดยประมาณ 30 °c

8. วัดอุณหภูมิจากแท่งเทอร์โมมิเตอร์ที่เจาะลงจากด้านบนตอนหน้าของฝาครอบมอเตอร์ ลึกประมาณตำแหน่งขดลวด ไม่สัมผัสชิ้นส่วนอุปกรณ์ใด

9. อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์จากการทดลองมีอุณหภูมิระหว่างประมาณ 100-110 °c เทียบกับการวัดด้วยเทอร์โมคัปเปิลบริเวณมอเตอร์พัฒนา ยี่ห้อ A ที่ประกอบไปด้วยบริเวณขดลวด แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์พัฒนา ได้เท่ากับ 184 ,148 และ 112.7 °c ตามลำดับ

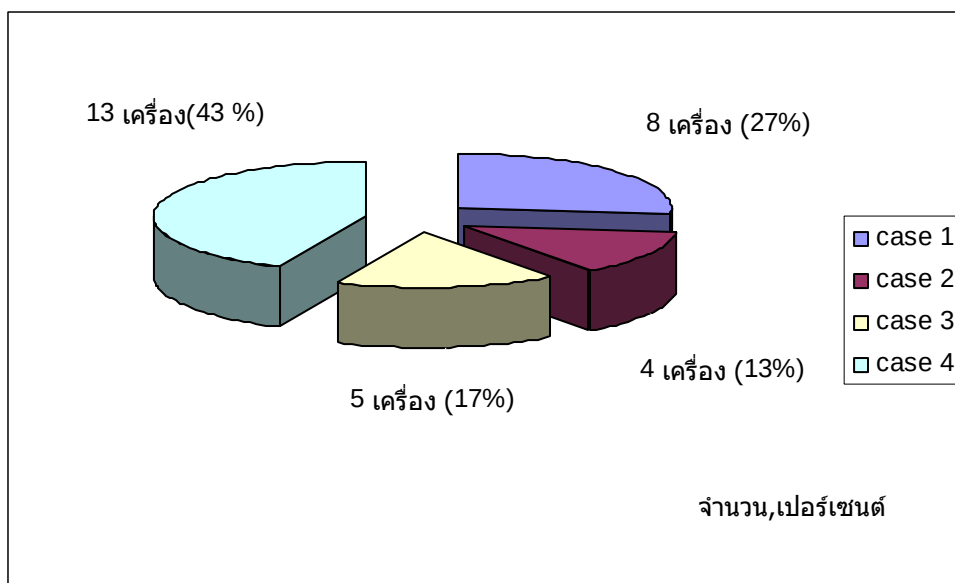
ตารางที่ 12 ผลการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกน โรเตอร์เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ยี่ห้อ A จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใดอันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จำนวน 30 เครื่องจำแนกความเสียหายและเวลา

ประเภทความเสียหาย (อาการที่พบเห็นภายนอก)	จำนวน (เครื่อง)	ระยะเวลา(เรียงจาก มากสู่น้อย)	หมายเหตุ (รายละเอียดที่พบ)
1.เพลิงไหม้ต่อเนื่อง	8	22 ว. 17 ว. 14 ว.12ชม. 8 ว.4 ชม. 8 ว. 4 ว.15 ชม. 3 ว.18 ชม. 14 ชม.	โครงโลหะมอเตอร์พัฒนา บุบยุบ, ลูกไหม้จากภายใน ฝาครอบ ,เกิดเหตุ ประมาณ 4-6นาทื พิวส์ ของถลับปลั๊กพ่วงจึง ทำงานตัดวงจร,22 นาทื เพลิงถึงไหม้หมด
2.เพลิงไหม้ดับเอง : บางเครื่องฝาครอบ ไหม้ทะลุ,ใบพัดลมไม่หมุน แกนโร เตอร์ติดขัด,เครื่องส่วนใหญ่ กระแสไฟฟ้าไม่เข้า มีส่วนน้อยที่ยังมี กระแสไฟฟ้าเข้าบางส่วน(อุณหภูมิต่ำ)	4	20ว.12ชม. 20 ว. 7 ว. 5 ว.12 ชม.	เพลิงไหม้จากภายใน มอเตอร์ เกิดจากการลูก ไหม้พลาสติกค่อล่าที่ส่วน ลึกของแกนโรเตอร์ซึ่ง ส่วนใหญ่ไหม้ขึ้นด้านหน้า ,แกนโรเตอร์ขัด,ขดลวด ไหม้เกรียม

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ประเภทความเสียหาย (อาการที่พบเห็นภายนอก)	จำนวน (เครื่อง)	ระยะเวลา(เรียงจาก มากสู่น้อย)	หมายเหตุ (รายละเอียดที่พบ)
3. เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้า: กระแสไฟฟ้าไม่เข้า(ความร้อนเท่ากับ อุณหภูมิห้อง), ใบพัดลมไม่หมุน	5	63 ว. 39 ว. 25 ว. 11ว.18 ชม. 6 ว.	,ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าที่ แนบขดลวดไหม้เกรียม, สายไฟฟ้าที่เข้าขดลวดลึกลง กร่อนขาด เกิดความเสียหายของ วงจรไฟฟ้า กล่าวคือ ขดลวดไหม้เกรียม,ฉนวน หุ้มสายไฟฟ้าที่แนบกับ ขดลวดไหม้เกรียม,การ ขาดลึกลงกร่อนของ สายไฟฟ้า และ/หรือเกิด การอาร์ค-ลัดวงจรของ สายไฟฟ้าที่เข้าสู่ขดลวด
4. เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้า บางส่วน : กระแสไฟฟ้าเข้าบางส่วน (อุณหภูมิต่ำ), ใบพัดลมไม่หมุน	13	117 ว. 54 ว. 31ว. 17 ว.6 ชม. 13ว.9 ชม. 12 ว.17 ชม. 12 ว.12 ชม. 6 ว. 5 ว. 4 ว. 3 ว.12 ชม. 2 ว. 16 ชม. 1 ว.4 ชม.	เกิดความเสียหายของ วงจรไฟฟ้าบางส่วน กล่าวคือ ขดลวดไหม้ เกรียม,ฉนวนหุ้ม สายไฟฟ้าที่แนบกับ ขดลวดไหม้เกรียม,การ ขาดลึกลงกร่อนของ สายไฟฟ้าและ/หรือเกิด การอาร์ค-ลัดวงจรของ สายไฟฟ้าที่เข้าสู่ขดลวด

หมายเหตุ : บางเครื่องมีความเสียหายได้หลายอาการรวมกัน ที่ระบุเป็นอาการที่เด่นชัด เพื่อให้ทราบ
ตามจำนวนที่ศึกษา



ภาพที่ 27 แสดงกราฟสัดส่วนของการเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด อันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จากการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการลัดวงจร แกนโรเตอร์ เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลม ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง (กรอบการศึกษา 2)

Case 1 เพลิงไหม้ต่อเนื่อง

Case 2 เพลิงไหม้ดับเอง:บางเครื่องฝาครอบไหม้ทะลุ,ใบพัดลมไม่หมุน แกนโรเตอร์ติดขัด, เครื่องส่วนใหญ่กระแสไฟฟ้าไม่เข้า มีส่วนน้อยที่ยังมีกระแสไฟฟ้าเข้าบางส่วน

Case 3 เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้า: กระแสไฟฟ้าไม่เข้า(ความร้อนเท่ากับอุณหภูมิห้อง) ใบพัดลมไม่หมุน

Case 4 เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้าบางส่วน: กระแสไฟฟ้าเข้าบางส่วน(อุณหภูมิต่ำ) , ใบพัดลมไม่หมุน

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลการศึกษากลอบการศึกษาที่ 2

5.1 จากสมมติฐานการศึกษา ข้อที่ 6 ผลของการสะสมความร้อนจากการใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการลัดวงจรแกนมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ส่งผลให้เกิดความเสียหายบริเวณมอเตอร์พัดลม อันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ได้

ตอบ จากการศึกษาตามกรอบการศึกษาที่ 2 การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการลัดวงจร แกนโรเตอร์ (เปิดระดับ 3 ,ไม่ส่าย, 220 V) ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A เปิดต่อเนื่อง พบว่า

จากการสะสมความร้อนส่งผลต่อมอเตอร์พัดลมเกิดความเสียหายอันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ ได้ดังตารางที่ 11 ผลการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด อันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จำนวน 30 เครื่อง ตารางที่ 12 ผลการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จนกว่าจะเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด อันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จำนวน 30 เครื่อง จำแนกตามความเสียหายและเวลา และภาพที่ 27 แสดงกราฟสัดส่วนของการเกิดความเสียหายอย่างหนึ่งอย่างใด อันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลมเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง

จากการศึกษา ปรากฏว่าเกิดความเสียหายที่มอเตอร์พัดลม จำแนกได้เป็น 4 ประการ คือ

1. กรณีเกิดเพลิงไหม้ต่อเนื่อง จำนวน 8 เครื่อง คือเครื่องที่ 1, 5,6,12,18,21,25 และ 30 คิดเป็น 27% ของทั้งหมด พบว่าระยะเวลาที่เปิดใช้งาน ต่ำสุด 14 ชั่วโมง และ สูงสุด 22 วัน จากจำนวนที่ได้รับความเสียหาย มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 28 แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ซึ่งได้รับความเสียหายเกิดเพลิงไหม้ต่อเนื่อง

1.1 พบว่าเกิดการลุกไหม้ก่อนที่จะพลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนรูปเฟืองหรือใบพัดติดแนบกับตัวโรเตอร์ของแกนพัดลม ออกแบบให้มีการติดตั้งทั้งด้านหน้าและด้านหลังของโรเตอร์มีประโยชน์ใช้เป็นตัวยันกับบูชของโครงมอเตอร์ไหม้

โรเตอร์มีการเคลื่อนที่ในแนวหน้า-หลัง ซึ่งพบว่าสามารถเกิดการลุกไหม้ได้ทั้งส่วนด้านหน้าและหลัง แต่จากการศึกษาพบว่าเกิดการลุกไหม้ที่ขึ้นส่วนด้านหน้ามากกว่า อธิบายได้จากการศึกษาทั้งจากการใช้งานสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ พบว่าปริมาณความร้อนตอนหน้าของมอเตอร์พัดลมมีอุณหภูมิสูงกว่าตอนหลังมอเตอร์ ส่วนสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้นั้น เนื่องจากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไปเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนเกิดการสะสมที่ขดลวดทั้งหมด ตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน จนมีสภาวะเหมาะสมทำให้พลาสติกคอล่าที่แกนโรเตอร์ลุกไหม้ขึ้นและจากการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์พบว่าเกิดกระแสไฟฟ้ามากกว่าการใช้งานสภาวะปกติ ตรงกับรายงานโครงการของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550. โดยพงษ์ชนน น้อยบัวศรี และวัชรพล บัวภาเรือง. เรื่อง “การศึกษาและวิเคราะห์พัดลมไฟฟ้าตั้งพื้นที่เป็นสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้” หัวข้อ สรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้จากพัดลมตั้งพื้นที่ว่า “การเกิดเพลิงไหม้จากกระแสมากเกินไป สาเหตุของการเกิดกระแสมากเกินไป

1.1.1 กระแสเกินเกิดจากการลัดวงจร

1.1.2 กระแสเกินเกิดจากแรงดันตก

1.1.3 กระแสเกินจาก rotor motor ติดขัด ทำให้โหลดมีค่ามากขึ้น

สาเหตุที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้

กระแสเกินทำให้เกิดความร้อนเกิน เป็นสาเหตุให้เกิดการไหม้และระเบิดได้”

นอกจากนี้ตรงกับเอกสารประกอบการอบรม สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2550. เรื่อง “หลักการของมาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้า” หัวข้อ อันตรายจากความร้อนและไฟไหม้ ที่ว่า “เครื่องใช้ไฟฟ้าจะเกิดความร้อนขึ้นระหว่างการทำงานตามปกติหรือเมื่อเกิดภาวะผิดปกติขึ้น ถ้าความร้อนที่เกิดขึ้นเกินขีดจำกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถก่อให้เกิดการลัดวงจร และเป็นสาเหตุของไฟไหม้ขึ้นบนวัสดุที่ทำจากพลาสติกได้ ความร้อนที่สูงขึ้นสามารถทำให้ชิ้นส่วนพลาสติกภายในเครื่องใช้เกิดการลุกไหม้ได้ วัสดุพลาสติกภายในเครื่องใช้ต้องมีคุณสมบัติทางความร้อนและระดับการลุกไหม้ที่เหมาะสม” และตรงกับหนังสือนิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน ,2544 น.213 พล.ต.อ. อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะฯ หัวข้อ การตรวจพิสูจน์ของกลางในคดีเพลิงไหม้ หน่วยงานกองพิสูจน์หลักฐาน ที่ว่า “เครื่องใช้ไฟฟ้าขัดข้องหรือเสื่อมประสิทธิภาพ กระแสไฟฟ้าบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน เมื่อสะสมความร้อนถึงจุดอันตราย อาจเป็นสาเหตุเกิดเพลิงลุกไหม้ขึ้นได้” หากพิจารณาในแง่ของตัวเชื้อเพลิงพลาสติกคอล่า จากเอกสารประกอบการอบรม สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2550. เรื่อง “หลักการของมาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้า” หัวข้อ อันตรายจากความร้อนและไฟไหม้ กล่าวถึง

ตารางอุณหภูมิการลุกไหม้ของวัสดุ Plastic/Natural product ระบุถึงอุณหภูมิการลุกไหม้ของพลาสติกประเภทต่างๆ โดยเฉพาะระดับอุณหภูมิที่พลาสติกสามารถลุกไหม้ขึ้นเอง ซึ่งระบุอย่างต่ำ 350 °c ขึ้นไป ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จากขดลวดมอเตอร์ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดคงที่ที่วัดได้ที่ขดลวดของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A ที่ทำการศึกษได้เพียง 184 °c (ซึ่งตรงตำแหน่งพลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ที่เกิดการลุกไหม้อยู่ใกล้กับตัวขดลวดข้อมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเล็กน้อย) ซึ่งสาเหตุของพลาสติกคอกล่าที่สามารถลุกไหม้ขึ้นได้ น่าจะอธิบายได้ว่า ในช่วงระยะเวลาของการศึกษาเปิดทดลอง จะเกิดการสะสมความร้อนซึ่งจะทำให้คุณสมบัติของวัสดุเกิดการสูญเสียเสื่อมสภาพการทนทานความร้อนจึงทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าค่าการลุกไหม้ปกติ ทั้งนี้เป็นไปตามปรากฏการณ์ ไพโรไลซิส ตามหนังสือ พิสูจน์หลักฐาน 1 น.169 รศ. พ.ต.อ.สันต์ สุขวัฒน์ (สบ5)ฯ ที่ว่า “กระบวนการ pyrolysis ก็คือ กระบวนการที่ความร้อนเปลี่ยนแปลงโครงสร้างซับซ้อนไปสู่โครงสร้างที่ง่าย” และจากวารสาร Industrial Technology Review ปีที่ 10 ฉบับที่ 113 เดือนสิงหาคม 2546 ในหัวข้อ “อุณหภูมิกับอายุการใช้งานของมอเตอร์”โดย นายพิรพงศ์ ลิ้มประสิทธิ์วงศ์ ที่ว่า “ฉนวนเสื่อมคุณภาพสาเหตุใหญ่เกิดจากอุณหภูมิเกิน เพราะอุณหภูมิเกินจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเปลี่ยนไป....ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือนต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์ก็คือ ความร้อนเกินนั่นเอง”

1.2 เวลาที่จะเกิดการลุกไหม้กับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า จำนวน 8 เครื่องนั้น ไม่น่าแน่นอน ขึ้นกับเงื่อนไขปัจจัยที่เหมาะสม เช่น ในแง่ของวัสดุเชื้อเพลิง ความแตกต่างกันในระดับเนื้อโมเลกุลของพลาสติกคอกล่า

1.3 จะพบสภาพความเสียหายลุกลามไหม้เป็นตามลำดับขั้นจากจุดที่เกิดการลุกไหม้ขึ้นก่อนที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ ซึ่งซากวัสดุจากการลุกไหม้จะตกลงสู่ระดับล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลกและเป็นจากภายในมอเตอร์พัดลมออกมา เช่น พบลักษณะการหลอมละลายหยดของพลาสติกฝากรอบมอเตอร์พัดลมตกลงสู่พื้นห้องก่อนส่วนประกอบอื่น ซึ่งน่าจะแตกต่างจากเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่เสียหายจากการถูกเพลิงลามไหม้ จะปรากฏสภาพความเสียหายมากทางด้านที่อยู่ใกล้กับแหล่งต้นเพลิงอื่น และปรากฏความเสียหายจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน



ภาพที่ 29 แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษารายงานสภาพอะไหล่ที่เกิดการลัดวงจรมอเตอร์ ซึ่งได้รับความเสียหายเกิดเพลิงไหม้ต่อเนื่องแต่ได้ทำการใช้เครื่องดับเพลิงทำการดับก่อน ซึ่งพบการลุกลามไหม้ที่พลาสติกหล่อที่แกนโรเตอร์ทางด้านหลัง

1.4 จากการที่บริเวณมอเตอร์พัดลมเกิดการลุกลามไหม้ขึ้นทำให้พลาสติกฝาครอบมอเตอร์ หลอมละลายไหม้ไปหมด ต่อมามอเตอร์พัดลมจึงตกลงสู่เบื้องล่างในสภาพที่ไม่มีฝาครอบหุ้มห่อ จากการที่ตัวมอเตอร์พัดลมที่เป็นโลหะมีน้ำหนักและขณะนั้นมีสภาพร้อน เมื่อมีการตกกระทบกับพื้นทำให้ด้านที่ลงสัมผัสเกิดการบิดเอนหรือบวมยุบเสียรูปร่างของโครงเหล็กหรือส่วนประกอบโลหะของมอเตอร์พัดลม ตรงกับเอกสารรายงานการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ที่ 27/2550 ลง 19 ก.พ. 2550 วิทยาการเขต 15 (นครปฐม), 2550 ของ พ.ต.ท.อดิษฐ์ กันหา นวท.(สบ3)ฯ ที่มีสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้จากเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ในหัวข้อสรุปที่ว่า “สภาพของมอเตอร์พัดลมพบการบวมยุบของโครงมอเตอร์พัดลมจากน้ำหนักของมอเตอร์พัดลมที่ตกกระทบกับพื้น” ซึ่งน่าจะเป็นสภาพที่แตกต่างจากเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่ถูกลุกลามไหม้ที่ล้มลงพร้อมกันทั้งตัวถังพัดลมและการล้มซ้ำกว่าจึงปกป้องการล้มกระทบบริเวณมอเตอร์พัดลม หากมอเตอร์พัดลมที่พบจึงน่าจะมีสภาพที่ดีกว่า

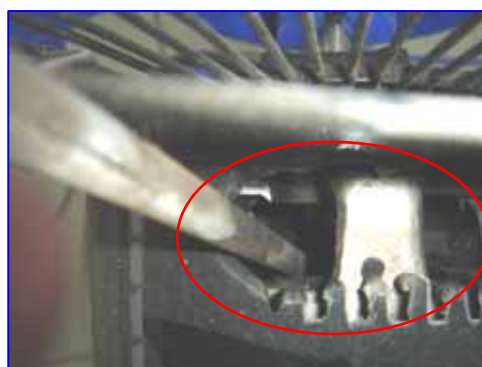


ภาพที่ 30 แสดงสภาพเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการ ล็อกแกนโรเตอร์ ซึ่งได้รับความเสียหายเกิดเพลิงไหม้ต่อเนื่อง ซึ่งพบโครงโลหะยึด มอเตอร์พัฒนามีสภาพบอบช้ำ

1.5 การมีผลต่ออุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า พบว่าหลังจากเครื่องใช้พัฒนไฟฟ้าเกิดการลุกไหม้เป็นเปลวจากภายในฝากรอบมอเตอร์พัฒน์ และผ่านไปประมาณ 5 นาที จึงเกิดการ ลัดวงจรทำให้ฟิวส์หลอดขนาด 5 Amp ของตลับปลั๊กพ่วงสายไฟฟ้าขาด ในขณะที่เบรกเกอร์ขนาด 10 Amp ในวงจรยังไม่ทำงานตัดวงจร อธิบายได้เนื่องจากในการออกแบบการศึกษาได้ติดตั้ง ไฟฟ้าให้แสงสว่างไว้ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้แสงสว่างกับกล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหว และใช้ตลับ ปลั๊กพ่วงที่มีฟิวส์หลอดขนาด 5 Amp ต่อร่วมอยู่ด้วย ปรากฏว่าหลังการเกิดเพลิงไหม้ประมาณ 4-6 นาที หลอดไฟฟ้าได้ดับลง เห็นภาพจากกล้องถ่ายมิดลง เนื่องจากฟิวส์ของตลับปลั๊กพ่วงได้ขาดลง อธิบายได้ว่าเกิดเพลิงไหม้ก่อนที่พลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์พัฒน์ จากการสะสมความร้อนจน พลาสติกเกิดการลุกไหม้ขึ้น ซึ่งไม่เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าจึงไม่ได้ทำงานตัดวงจร จนต่อมาเมื่อเพลิงไหม้จนทำให้วงจรไฟฟ้าจุดหนึ่งจุดใดเกิดการลัดวงจร ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า สูงขึ้นมาก อธิบายได้จาก กฎของโอห์ม $I=V/R$ ซึ่งจากสมการดังกล่าวขณะลัดวงจร ความต้านทาน ลดลงมาก ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้นเพียงพอให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าทำงานตัดวงจร

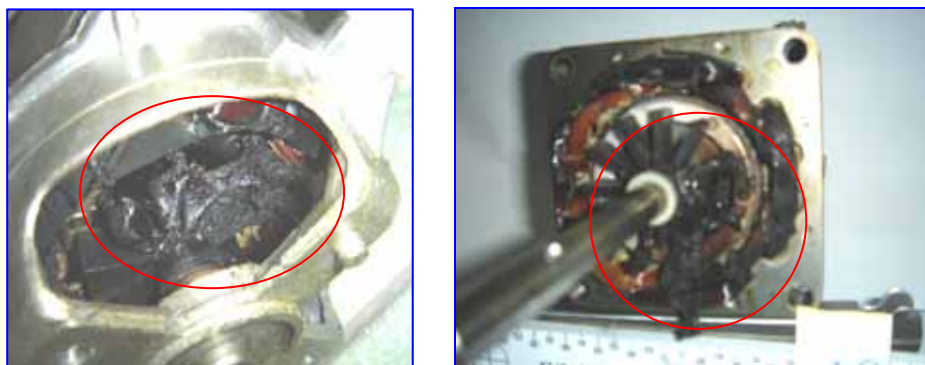
2. กรณีเกิดเพลิงไหม้และดับเอง สภาพความเสียหายที่พบจะปรากฏให้เห็นตอนบน ด้านหน้าของพลาสติกฝากรอบมอเตอร์บางเครื่องไหม้ทะลุ ใบพัฒน์ไม่หมุน(ทดสอบหลังจากเกิด ความเสียหายและนำเอาที่ล๊อคใบพัฒน์ออก) แกนโรเตอร์ติดขัด(โดยการทดสอบหมุน) รวม 4 เครื่อง คิดเป็น 13% ของทั้งหมด จำแนกออกเป็นกระแสไฟฟ้าไม่เข้าเครื่อง จำนวน 3 เครื่อง คือ เครื่องที่ 3,10,24 และยังมีกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องบางส่วน จำนวน 1 เครื่อง คือเครื่องที่ 8 จากจำนวน เครื่องที่ได้รับความเสียหายทั้งหมดใช้ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 5 วัน 12 ชั่วโมง และสูงสุด 20 วัน 12 ชั่วโมง รายละเอียด

2.1 พบการลุกไหม้ที่พลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์และเปลวเพลิงไปถูกกับตอนบนพลาสติกฝาครอบมอเตอร์จนทะลุแล้วตัวเองไม่ได้ลุกไหม้ต่อเนื่อง อธิบายได้ด้วยทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้ เช่น อาจเกิดจากการที่พบว่ามีประกายไฟร่วมกับเกิดประกายไฟของวงจรไฟฟ้า เช่น ขดลวดไหม้เกรียม, การขาดสีกกร่อนของสายไฟฟ้า และ/หรือ เกิดการอาร์ค-ลัดวงจรของสายไฟฟ้าที่เข้าสู่ขดลวด เป็นต้น ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดหรือเข้าเพียงบางส่วนทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ขดลวดมอเตอร์ลดลง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่เพลิงไม่ได้ลุกลามไหม้ต่อเนื่องดังในข้อ 1 กรณีใบพัดลมติดขัดไม่หมุน เป็นเพราะเกิดการหลอมละลายของพลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์และหยดลงติดลื้อระหว่างตัวโรเตอร์ และขดลวด



ภาพที่ 31 แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A บางเครื่องจากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติ เกิดการลื้อแกนโรเตอร์ ที่ได้รับความเสียหายเกิดเพลิงไหม้ตัวเอง, พลาสติกฝาครอบไหม้ทะลุ ซึ่งพบการลุกไหม้ที่พลาสติกคอกำลังของแกนโรเตอร์ด้านหน้า ซึ่งด้านหลังยังปกติ

2.2 การมีผลต่ออุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า ไม่พบการทำงานตัดวงจรของฟิวส์หลอดของตลับปลั๊กพ่วง ขนาด 5 Amp และเบรกเกอร์ขนาด 10 Amp ในวงจร นั่นคือ ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเพียงพอให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าดังกล่าวทำงานตัดวงจรได้ เนื่องจากเพลิงยังไม่ได้ตามไหม้ถึงวงจรสายไฟฟ้าให้เกิดการลัดวงจรให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่สูงพอให้ทำงานตัดวงจรได้

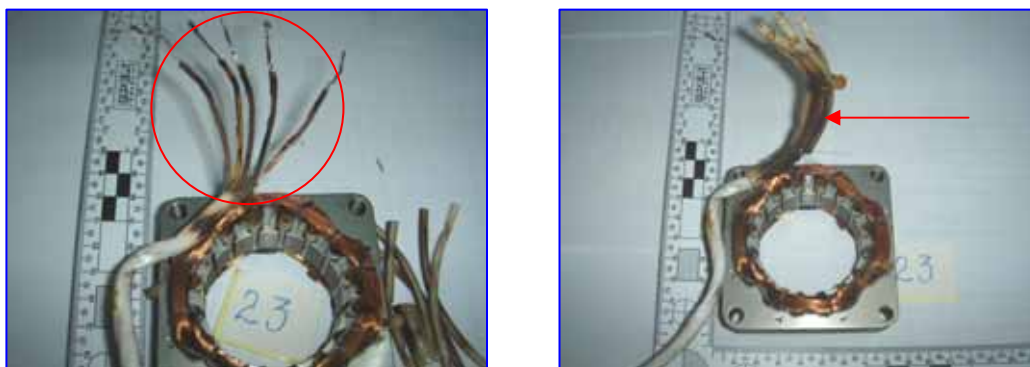


ภาพที่ 32 แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการลัดแกนโรเตอร์ ที่ได้รับความเสียหายเกิดเพลิงไหม้ดับเอง อีกสองเครื่อง ซึ่งพบการลุกลไหม้ที่พลาสติกคอดำของแกนโรเตอร์ด้านหน้า ภาพด้านขวาเป็นลักษณะการไหม้หลอมละลายมาติดกับขดลวดมอเตอร์(แกนโรเตอร์ติดขัด)

3. กรณีเกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้า สภาพความเสียหายที่พบ กระแสไฟฟ้าไม่เข้า ,ใบพัดลมไม่หมุน,ความร้อนเท่ากับอุณหภูมิห้อง จำนวน 5 เครื่อง คือ เครื่องที่ 7, 16,20,23 และ27 คิดเป็น17% ของทั้งหมด จากจำนวนเครื่องที่ได้รับความเสียหายทั้งหมด ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 6 วัน และสูงสุด 63 วัน รายละเอียด

3.1 สาเหตุที่พบว่ากระแสไฟฟ้าไม่เข้าวงจร ซึ่งทำให้มอเตอร์พัดลมไม่หมุนและมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อมขณะนั้น เนื่องจากผลของการสะสมความร้อนทำให้เกิดความเสียหายขาดของวงจรไฟฟ้า ซึ่งเกิดได้หลายสาเหตุ เช่น สายไฟฟ้าที่เข้าสู่ขดลวดซึ่งจะมีปลอกฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าและมัดรวมแนบอยู่กับขดลวดมอเตอร์ที่มีความร้อนจากการเปิดใช้งาน จึงทำให้ปลอกฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าและตัวฉนวนพลาสติกหุ้มสายไฟฟ้าเกิดความเสียหาย เส้นทองแดงสายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กเกิดการสึกกร่อนขาด หรือเกิดการอาร์ค-ลัดวงจรของสายไฟฟ้า ตรงกับเอกสาร “How do electrical wiring faults lead to structure ignitions? 2001” โดย Dr V Babrauskas . ที่ว่า “external heating ความร้อนที่เกิดภายนอก ส่วนใหญ่มาจากสายไฟ หรืออุปกรณ์สายไฟ ซึ่งเป็นเชื้อของการเกิดไฟไหม้ไม่ใช่ต้นกำเนิดของการเกิดไฟไหม้ แต่บางสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจากความร้อนภายนอก

ของสายไฟเป็นตัวก่อให้เกิดเหตุการณ์ขึ้น” และที่ว่า “การอาร์คช็อต (arc short) คือโลหะสัมผัสกับโลหะไม่ sustain การอาร์คช็อตเป็นผลมาจากสื่อนำไฟฟ้า 2 ชนิดสัมผัสกันชั่วขณะหนึ่ง เป็นเหตุให้เกิดการละลายของวัตถุรอบบริเวณจุดสัมผัส แรงแม่เหล็กจะผลักสื่อนำไฟฟ้าแยกจากกันและของเหลวไหลไปมาระหว่างตัวนำไฟฟ้า แล้วทำให้เกิดประกายไฟ” หรือพบรอยไหม้เกรียมของขดลวด ซึ่งเกิดจากการไหม้ของฉนวนน้ำยาเคลือบขดลวดมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ ทำให้เกิดการอาร์ค-ลัดวงจรขึ้น ตรงกับวารสาร Industrial Technology Review ปีที่ 10 ฉบับที่ 113 เดือนสิงหาคม 2546 ในหัวข้อ อุณหภูมิกับอายุการใช้งานของมอเตอร์ โดย นายพิรพงศ์ ลิ้มประสิทธิ์วงศ์ ที่ว่า “ฉนวนเสื่อมคุณภาพ สาเหตุใหญ่เกิดจากอุณหภูมิเกิน เพราะอุณหภูมิเกินจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเปลี่ยนไป....ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือนต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์ ก็คือ ความร้อนเกินนั่นเอง”

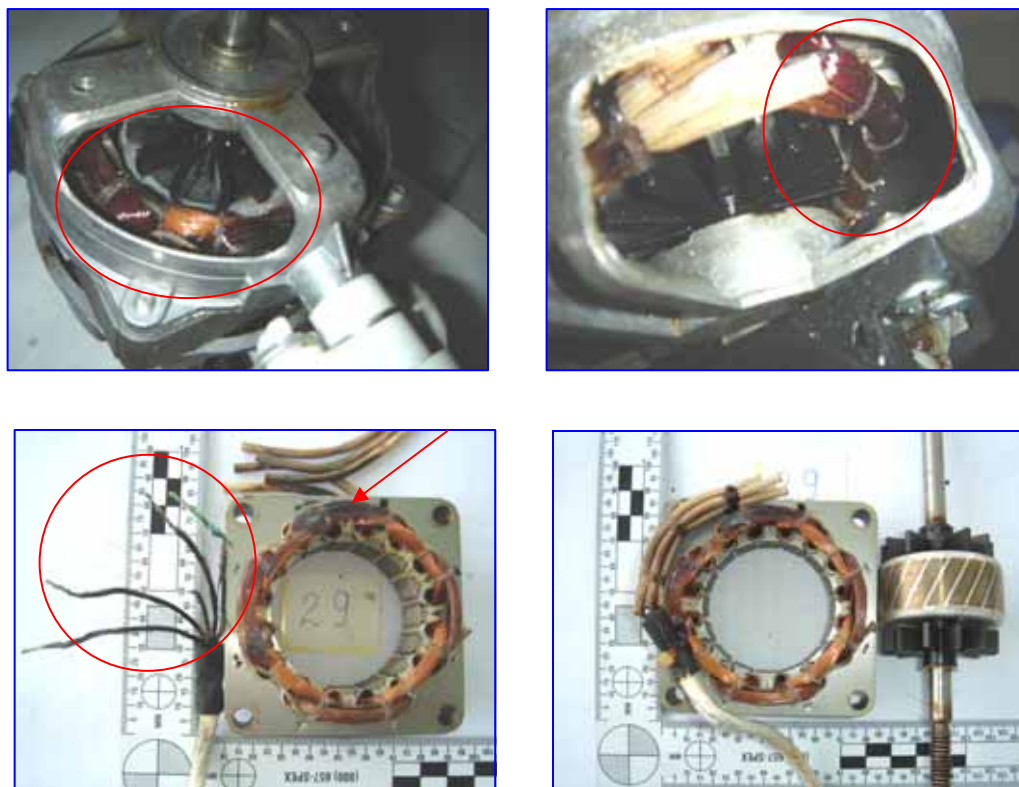


ภาพที่ 33 แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการ ล็อกแกนโรเตอร์ ที่ได้รับความเสียหายของวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าไม่เข้าวงจร ซึ่ง พบสายไฟฟ้าเข้าขดลวดมอเตอร์ได้รับความเสียหาย ขดลวดมอเตอร์ไหม้เกรียม

3.2 การมีผลต่ออุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า ไม่พบการทำงานตัดวงจรของฟิวส์ระดับ ปลั๊กพ่วงขนาด 5 Amp และเบรกเกอร์ขนาด 10 Amp ในวงจร นั่นคือ ลักษณะความเสียหายของ วงจรไฟฟ้าชนิดนี้ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเพียงพอให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้างดการทำงานตัดวงจรได้

4. เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้าบางส่วน: สภาพความเสียหายที่พบ อุณหภูมิต่ำ , ไบพัดลมไม่หมุน จำนวน 13 เครื่อง คือเครื่องที่ 2, 4, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 19, 22, 26, 28 และ 29 คิดเป็น 43% ของการศึกษาทั้งหมด จากจำนวนที่ได้รับความเสียหายทั้งหมด ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 1 วัน 4 ชั่วโมง และสูงสุด 117 วัน รายละเอียดอธิบายดังเช่นในข้อที่ 3 แต่แตกต่างกันตรงเกิดความเสียหาย

ของวงจรไฟฟ้าบางส่วน จึงทำให้ยังคงมีกระแสไฟฟ้าเข้าวงจรบางส่วนแต่ไม่เพียงพอให้ใบพัดลมหมุนทำงานได้และเกิดความร้อนที่สะสมมากเพียงพอให้เกิดการลุกไหม้ได้



ภาพที่ 34 แสดงสภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จากการศึกษาคำการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิด การลัดแกนโรเตอร์ ที่ได้รับความเสียหายกระแสไฟฟ้าเข้าวงจรบางส่วน อุณหภูมิต่ำ ซึ่งพบสายไฟฟ้าเข้าขดลวดมอเตอร์ได้รับความเสียหาย ขดลวดมอเตอร์ไหม้เกรียม

5.2 สรุปเพิ่มเติมได้ว่า

5.2.1 จากการศึกษาในกรอบการศึกษาที่ 2 หากสายไฟของวงจรไฟฟ้ายังมีความทนทาน ไม่เกิดความเสียหาย ทำให้ยังมีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่ขดลวดมอเตอร์ได้ จะทำให้ยังเกิดการสะสม ความร้อนที่ขดลวดมอเตอร์ได้อยู่ ถิ่น่าเชื่อว่าผลลัพธ์ต่อมาก็คือ เกิดการลุกไหม้ที่พลาสติกคอกล่าที่ แกนโรเตอร์ ในทางกลับกันหากสายไฟของวงจรไฟฟ้า ขดลวดมอเตอร์ทนความร้อนจากการสะสม ความร้อนขดลวดที่มอเตอร์ไม่ได้ ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าหรือฉนวนน้ำยาเคลือบขดลวดมอเตอร์เกิด ความเสียหาย เกิดการอาร์ค-ลัดวงจร การลัดกร่อนขาด กระแสไฟฟ้าไม่เข้าวงจรหรือเข้าบางส่วน พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ก็ไม่มีความร้อนเพียงพอให้เกิดการลุกไหม้

5.2.2 กรณีการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าการใช้งานสภาวะผิดปกติในประเภทต่างๆ แม้เกิดมีกระแสไฟฟ้ามากขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ แต่เป็นเพียงเล็กน้อยไม่มากเพียงพอให้ฟิวส์หลอด 5 Amp ของตลับปลั๊กพ่วงไฟฟ้า หรือ 10 Amp ของเบรกเกอร์ ทำงานตัดวงจร เช่น เกิดกระแสไฟฟ้า 0.208 Amp กรณีการได้รับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มเป็น 242 V ,กระแสไฟฟ้า 0.38 Amp กรณีแกนโรเตอร์หมุนฝืด(ค่าความฝืดสูงสุดที่สามารถเริ่มหมุนทำงานได้), กระแสไฟฟ้า 0.3 Amp กรณีเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์, และ กระแสไฟฟ้า 0.45 Amp กรณีเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ ประกอบกับการได้รับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มเป็น 242 V ขณะที่การใช้งานสภาวะปกติเท่ากับ 0.189 Amp

6. สรุปการศึกษา

6.1 เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ,B และ C จากการใช้งานสภาวะปกติและการใช้งานสภาวะผิดปกติ 4 ประการ ประกอบไปด้วยการหมุนปกติแต่ได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V , การล๊อคแกนโรเตอร์(220 V) และเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V จากการวัดอุณหภูมิที่เกิดจากการสะสมความร้อนตามจุดต่างๆ บริเวณมอเตอร์พัดลม จำนวน 6 จุด ปรากฏว่ามีอุณหภูมิแตกต่างกันสามารถเรียงอุณหภูมิจากมากไปน้อย คือขดลวด แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์ ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์ ฝาครอบมอเตอร์ หน้า ฝาครอบมอเตอร์หลัง เป็นเช่นนี้ทุกยี่ห้อ

6.2 เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ,B และ C การใช้งานสภาวะผิดปกติที่ทำการศึกษาทั้ง 4 ประการนั้น ปรากฏว่าทั้ง 4 ประการ เกิดการสะสมความร้อนที่บริเวณมอเตอร์พัดลมมีอุณหภูมิสูงกว่าการใช้งานสภาวะปกติและมีความแตกต่างกันโดยมีอุณหภูมิเรียงจากมากไปน้อย ดังนี้ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V , การล๊อคแกนโรเตอร์(220 V), กรณีการหมุนฝืดของแกนโรเตอร์(ค่าสูงสุดโดยที่ตัวมันเองสามารถเริ่มหมุนได้) และการหมุนปกติแต่ได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน เป็นเช่นนี้ทุกยี่ห้อ

6.3 เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าต่างยี่ห้อกันให้ผลการสะสมความร้อนที่บริเวณต่าง ๆ ของมอเตอร์พัดลมแตกต่างกัน ซึ่งน่าจะขึ้นกับคุณภาพวัสดุ,และการออกแบบผลิตภัณฑ์มอเตอร์พัดลม และเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำจะมีแนวโน้มที่มีการสะสมความร้อนเกิดอุณหภูมิที่สูงกว่าในที่นี้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A พบว่ามีอุณหภูมิที่ขดลวดจากการใช้งานสภาวะผิดปกติสูงกว่าเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ B และ C มีความเสี่ยงในการเกิดเพลิงไหม้สูงกว่า ควรนำไปใช้ในการศึกษาในรอบการศึกษาที่ 2

6.4 จากการศึกษาเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ที่ใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ แรงดันไฟฟ้าปกติและเปิดต่อเนื่องจนกว่าจะเกิดความเสียหาย พบว่า 8 ใน 30 เครื่อง

เกิดการลุกไหม้ต่อเนื่อง ซึ่งพบว่าเวลาในการลุกไหม้หมดประมาณ 25 นาที และอีก 4 ใน 30 เครื่อง มีการลุกไหม้แต่ตัวเองไม่ได้ลุกไหม้ต่อเนื่อง พบว่าเกิดการลุกไหม้ขึ้นก่อนที่พลาสติกคอกำลังที่แกน โรเตอร์พัดลม นอกนั้นเกิดความเสียหายของวงจร เช่น ขดลวดไหม้เกรียม, การขาดสีกกร่อนของ สายไฟฟ้า และ/หรือเกิดการอาร์ค-ลัดวงจรของสายไฟฟ้าที่เข้าสู่ขดลวด เป็นต้น ทำให้ไม่มี กระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์พัดลมหรือเข้าเพียงบางส่วน ทุกเครื่องไม่พบการตัดวงจรของเบรกเกอร์ ขนาด 10 Amp แต่พบฟิวส์ขนาด 5 Amp ของตลับปลั๊กพ่วงสายไฟฟ้า ขาดในกรณีที่เกิดเพลิงลุกไหม้ต่อเนื่อง ซึ่งการทำงานตัดวงจรหลังจากการพบลุกไหม้ไปแล้วประมาณ 4-6 นาที

7. ข้อจำกัดในการศึกษา

7.1 การศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 2 ใช้เวลานานเกินไปที่จะได้ผลลัพธ์ความเสียหาย และการเกิดความเสียหายไม่เป็นเวลาที่แน่นอน จึงไม่สามารถให้บุคคลเฝ้าสังเกตหรือศึกษาพร้อมไปกับเครื่องมือจนพบเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าลุกไหม้ขึ้นได้

7.2 การศึกษาของกรอบการศึกษาที่ 2 มีข้อจำกัดไม่สามารถศึกษาได้กับเครื่องใช้พัดลม ไฟฟ้ายี่ห้อ B และ C อีก ซึ่งการศึกษาต้องใช้งบประมาณมาก และต้องใช้เวลาในการศึกษามาก และ ไม่มีสถานที่ที่เหมาะสมเพียงพอ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง การศึกษาวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมที่เพิ่มสูงขึ้นจากการใช้งานสภาวะผิดปกติที่มักพบได้ในชีวิตประจำวัน ประกอบไปด้วยการได้รับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 242 V, แกนโรเตอร์หมุนผิด , การล๊อคแกนโรเตอร์, การล๊อคแกนโรเตอร์ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้า 242 V โดยทำการศึกษา กับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าต่างยี่ห้อ จำนวน 3 ยี่ห้อ และได้นำเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ซึ่งพบว่าเกิดความร้อนที่ขดลวดมอเตอร์มีแนวโน้มในการเกิดเพลิงไหม้มากกว่ายี่ห้ออื่น ไปทำการศึกษาดังผลที่เกิดขึ้นจากการใช้งานสภาวะผิดปกติโดยการล๊อคแกนโรเตอร์ และเปิดต่อเนื่องจนกว่าจะได้รับ ความเสียหายที่อาจมีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะ ขนาด 12 นิ้ว จำนวน 3 ยี่ห้อ มีราคาแตกต่างกัน

วิเคราะห์ข้อมูล จากกราฟ จากกล้องวงจรปิด จากการแยกส่วนเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ การคำนวณที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage)

สรุปผลการวิจัย

1. กรอบการศึกษาที่ 1

1.1 ตอบสมมติฐานข้อ 1 การใช้งานสภาวะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V ซึ่งเป็นค่าเผื่อสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถรับได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C ปรากฏว่า ทุกยี่ห้อเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ ตามสมการ

$$W = \frac{V^2 t}{R}$$

ซึ่งเมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นก็จะเกิดความร้อนสูงขึ้นตามไปด้วย

1.2 ตอบสมมติฐานข้อ 2 การใช้งานสภาวะผิดปกติแกนโรเตอร์หมุนผิดของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A,B และ C โดยปรับให้มีการหมุนรอบใบพัดลดลงประมาณ 80 % จากการใช้

งานสภาวะปกติซึ่งเป็นรอบที่ผิดปกติที่สุดที่ตัวเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าสามารถออกตัวหมุนเองได้ ปรากฏว่าทุกยี่ห้อเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการใช้งานปกติ เนื่องจากหากเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าแกนโรเตอร์พัดลมหมุนฝืดช้ากว่าปกติ นั่นคือมีประสิทธิภาพต่ำลง พลังงานไฟฟ้าที่ถูกดึงเข้าไปจะนำไปใช้ในการหมุนแกนโรเตอร์พัดลมได้ไม่เต็มที่ แต่จะเกิดความสูญเสียในรูปของการสะสมความร้อนที่ขดลวด ตามหลัก Conservation Energy ตามสมการ

$$W = I^2 R t$$

1.3 ตอบสมมติฐานข้อ 3 การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการลัดแกนโรเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A,B และ C ปรากฏว่า ทุกยี่ห้อเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติ เนื่องจาก พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนทั้งหมด

1.4 ตอบสมมติฐานข้อ 4 การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการลัดแกนโรเตอร์ ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A,B และ C ปรากฏว่าทุกยี่ห้อเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการใช้งานสภาวะปกติและมากกว่าการใช้งานสภาวะผิดปกติตามปัจจัยอื่นๆ เนื่องจาก ผลรวมพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นเกิดจากพลังงานความร้อนจากการลัดแกนโรเตอร์ใบพัดลม(มีประสิทธิภาพเป็นศูนย์) รวมกับพลังงานความร้อนจากการที่ได้รับแรงดันไฟฟ้ามากกว่าปกติ 242 V ตามสมการ

$$\sum W = \frac{V_t^2}{R} + I^2 R t$$

1.5 ตอบสมมติฐานข้อ 5 การสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าต่างยี่ห้อ จากการใช้งานสภาวะปกติ และตามเงื่อนไขการใช้งานสภาวะผิดปกติต่าง ๆ 4 ประการดังกล่าว ปรากฏว่าแต่ละยี่ห้อจะมีการสะสมความร้อนในจุดต่างๆของมอเตอร์พัดลมแตกต่างกันในทุกเงื่อนไข ทั้งจากการใช้งานสภาวะปกติและการใช้งานสภาวะผิดปกติตามเงื่อนไขต่างๆ 4 ประการ

ซึ่งความแตกต่างของความร้อนนั้นน่าจะขึ้นกับคุณภาพของวัสดุที่ใช้ รวมทั้งการออกแบบผลิตภัณฑ์ส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมโดยเฉพาะตรงขดลวดมอเตอร์พัดลม เช่น ชนิด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาวของเส้นลวดทองแดง เป็นต้น รวมทั้งการระบายความร้อน ซึ่งเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B ที่มีต้นทุนสูงราคาแพงกว่า โดยทั่วไปเกิดการสะสมความร้อนต่ำกว่ายี่ห้อ A และ C ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิไม่ได้เกี่ยวกับค่าการใช้งานที่วัดได้ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าแต่ละยี่ห้อ เช่น กำลังวัตต์ กระแสไฟฟ้า ความเร็วรอบใบพัดลม เป็นต้น

และจากการศึกษาไม่จำเป็นว่ายี่ห้อใดมีอุณหภูมิมากกว่ายี่ห้ออื่นในการใช้งานสภาวะปกติก็จะมีอุณหภูมิมากกว่ายี่ห้ออื่น เมื่อมีการใช้งานสภาวะผิดปกติในประการต่างๆ ไปด้วย

1.6 ในทุกๆ ปัจจัยของการศึกษาและทั้งสามยี่ห้อของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า จะเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม ซึ่งจากจุดต่างๆ ที่ทำการวัดด้วยเทคนิคเทอร์โมคัปเปิล จำนวน 6 จุด พบว่ามีอุณหภูมิต่างกัน โดยมีอุณหภูมิเรียงจากมากไปน้อย คือขดลวด(coil) แผ่นเหล็กที่ยึดขดลวด (stator) ตอนหน้าโครงโลหะยึดมอเตอร์(front frame) ตอนหลังโครงโลหะยึดมอเตอร์(rear frame) ฝาครอบมอเตอร์หน้า(front cover) และฝาครอบมอเตอร์หลัง (rear cover)

1.7 จากการศึกษาการใช้งานสภาวะผิดปกติ 4 ประการ ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าทั้งสามยี่ห้อได้ผลแบบเดียวกัน คือ เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าการใช้งานสภาวะปกติ ซึ่งในแต่ละการใช้งานสภาวะผิดปกติ มีอุณหภูมิที่แตกต่างกันโดยเรียงจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ กรณีเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ประกอบกับได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติเป็น 242 V , เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์(220 V), ซึ่งกรณีการหมุนฝืดของแกนโรเตอร์(ใช้ค่าสูงสุดโดยที่ตัวมันเองสามารถเริ่มหมุนได้คือประสิทธิภาพประมาณ 80% ของการใช้งานสภาวะปกติ) และการหมุนปกติแต่ได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V พบว่ามีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ซึ่งหากแกนโรเตอร์มีการหมุนฝืดหรือการได้รับแรงดันไฟฟ้ามากกว่าที่ทำการศึกษานี้ ก็น่าจะเกิดการสะสมความร้อนที่บริเวณขดลวดมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นเช่นกัน

ซึ่งสามารถนำมาเขียนสรุปเป็นตารางการวิเคราะห์เปรียบเทียบและตอบสมมติฐานการวิจัย กรอบการศึกษาที่ 1 การใช้งานเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ,B และ C ในสภาวะปกติและผิดปกติ 4 ประการ : ประกอบไปด้วยอุณหภูมิสูงสุดคงที่ที่ขดลวด,อุณหภูมิสูงกว่าการใช้งานปกติ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และสาเหตุที่ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ได้ดังนี้

ตารางที่ 13 สรุปการศึกษาเปรียบเทียบและตอบสนองมาตรฐานการวิจัย กรอบการศึกษาที่ 1 การใช้งานเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A ,B และ C ในสภาวะปกติและ
การใช้งานสภาวะผิดปกติ 4 ประการ : ประกอบไปด้วยอุณหภูมิสูงสุดคงที่ที่ขดลวด,อุณหภูมิสูงกว่าการใช้งานปกติคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และสาเหตุ
ที่ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น

การใช้งานสภาวะปกติ การใช้งานสภาวะผิดปกติ 4 ประการ (เรียงอุณหภูมิต่ำ ไปสูงจากบนลงล่าง)	ยี่ห้อ A		ยี่ห้อ B		ยี่ห้อ C		สาเหตุที่อุณหภูมิสูงขึ้น
	อุณหภูมิ ที่ ขดลวด (°C)	% อุณหภูมิ สูงกว่า ใช้งาน ปกติ	อุณหภูมิที่ ขดลวด (°C)	% อุณหภูมิ สูงกว่า ใช้งาน ปกติ	อุณหภูมิที่ ขดลวด (°C)	% อุณหภูมิ สูงกว่า ใช้งาน ปกติ	
ปกติ(หมุน,220 V)	85.40	-	64.90	-	93.90	-	การสูญเสียพลังงานความร้อนจากการนำ Conduction Loss และ จาก การเคลื่อนไหวยาวความถี่ของโมเลกุล Hysterisis Loss
ได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็น 242 V	99.50	16.51	75.10	15.71	103.00	9.69	ได้รับแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น เกิดพลังงานสูงขึ้น ตามสมการ $w = tV^2$ R
แกนโรเตอร์หมุนผิด (ประสิทธิภาพ ใช้งานประมาณ 80%)	93.30	9.25	75.50	16.33	100.00	6.5	ประสิทธิภาพการทำงานลดลง สูญเสียเป็นพลังงานความร้อนที่ขดลวด ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน และมีกระแสไฟฟ้าในวงจรสูงขึ้น เกิด พลังงานสูงขึ้น ตามสมการ $W=I^2Rt$
เกิดการลัดแกนโรเตอร์ (220 V)	184.00	115.46	160.80	147.77	169.80	81.47	พลังงานไฟฟ้าที่รับเข้า เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนที่ขดลวดหมด ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
เกิดการลัดแกนโรเตอร์ (242 V)	206.00	141.22	180.30	177.81	192.00	104.47	เกิดจากผลรวมของ พลังงานไฟฟ้าที่รับเข้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความ ร้อนหมด ตามกฎการอนุรักษ์พลังงานและจากการได้รับแรงดันไฟฟ้า สูงกว่าปกติ 242 V

2. การอบการศึกษาที่ 2

2.1 ตอบสมมติฐานข้อ 6 การใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ (เปิดระดับ 3 , ไม่สาย, 220 V) ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A เปิดต่อเนื่อง พบว่าจากการสะสมความร้อนส่งผลต่อมอเตอร์พัดลมเกิดความเสียหายอันอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ได้ซึ่งความเสียหายประกอบไปด้วย

2.1.1 เกิดเพลิงไหม้ต่อเนื่อง จำนวน 8 เครื่อง คิดเป็น 27% ของทั้งหมด พบว่าระยะเวลาที่เปิดใช้งาน ต่ำสุด 14 ชั่วโมง และ สูงสุด 22 วัน จากจำนวนที่ได้รับความเสียหาย พบว่าเกิดการลุกไหม้ก่อนที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนรูปเฟืองหรือใบพัดติดแนบกับตัวโรเตอร์ของแกนพัดลม จากการศึกษาพบว่าเกิดการลุกไหม้ที่ชิ้นส่วนด้านหน้ามากกว่า สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้นั้น เนื่องจากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการล๊อคแกนโรเตอร์ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไปเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนเกิดการสะสมที่ขดลวดทั้งหมดตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน จนมีสภาวะเหมาะสมทำให้พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ลุกไหม้ขึ้นและจากการศึกษาพบว่าเกิดกระแสไฟฟ้ามากกว่าการใช้งานสภาวะปกติ กรณีของการลุกไหม้ที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ที่เกิดขึ้นได้ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าค่าปกติ นั้น อธิบายได้ว่าในช่วงระยะเวลาของการศึกษาเปิดทดลอง ผลของการสะสมความร้อนจะทำให้คุณสมบัติการทนทานความร้อนของวัสดุเกิดการสูญเสียเสื่อมสภาพ ทั้งนี้เป็นไปตามปรากฏการณ์ ไพโรไลซิส กระบวนการที่ความร้อนเปลี่ยนแปลงโครงสร้างซับซ้อนไปสู่โครงสร้างที่ง่าย จะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเปลี่ยนไป พบว่าหลังจากเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าเกิดการลุกไหม้เป็นเปลวจากภายในฝาคอมมอเตอร์พัดลมและผ่านไปประมาณ 4-6 นาที จึงเกิดการลัดวงจรของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเนื่องจากจุดที่เกิดเพลิงไหม้ ไม่เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า จนต่อมาเมื่อเพลิงลามไหม้จนทำให้วงจรไฟฟ้าจุดหนึ่งจุดใดเกิดการลัดวงจรจึงเกิดการตัดวงจรฟิวส์ขาดขึ้นแต่ก็ไม่มีผลต่อเพลิงไหม้เนื่องจากเพลิงได้ลุกไหม้จนเป็นเปลวแล้ว จนประมาณ 22 นาที เพลิงจึงสงบ

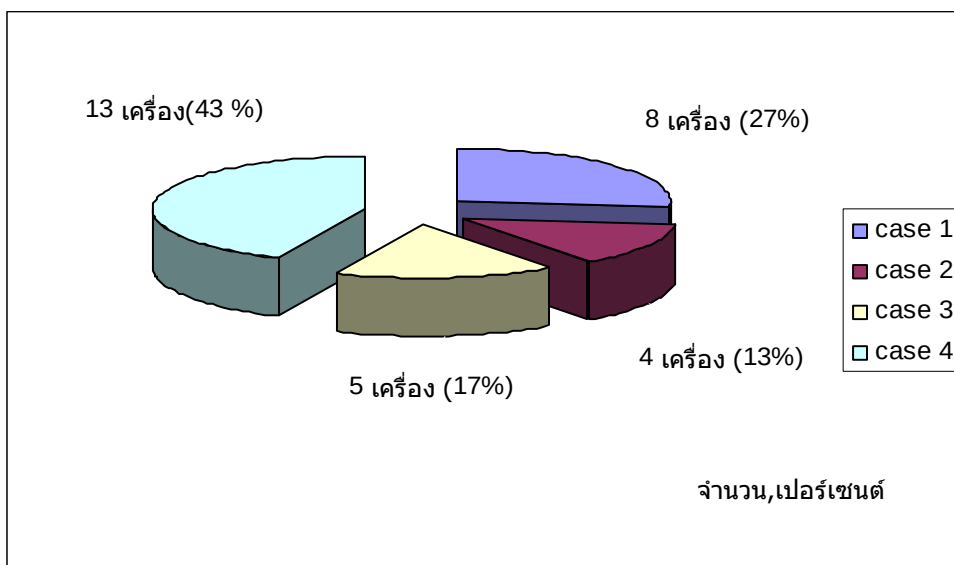
2.1.2 เกิดเพลิงไหม้และดับเอง จำนวน 4 เครื่อง คิดเป็น 13% ของทั้งหมด จากจำนวนเครื่องที่ได้รับความเสียหายทั้งหมดใช้ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 5 วัน 12 ชั่วโมง และสูงสุด 20 วัน 12 ชั่วโมง ประกอบไปด้วยฝาคอมมอเตอร์ไหม้ทะลุ จำนวน 3 เครื่อง และฝาคอมมอเตอร์ยังไม่ไหม้ จำนวน 1 เครื่อง จำแนกออกเป็นกระแสไฟฟ้าไม่เข้าเครื่อง จำนวน 3 เครื่อง และยังมีกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องบางส่วน จำนวน 1 เครื่อง พบว่าเกิดการลุกไหม้ก่อนที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ การที่ไม่ได้ลุกไหม้ต่อเนื่อง อาจเนื่องจากพบว่ามี ความเสียหายร่วมกับเกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้า ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดหรือเข้าเพียงบางส่วนทำให้การสะสมความร้อนที่ขดลวดมอเตอร์ลดลง ไม่พบการทำงานลัดวงจรของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า อาจเนื่องจากเพลิงยังไม่ได้ลามไหม้ถึงวงจรสายไฟฟ้าให้เกิดการลัดวงจร

2.1.3 เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้า จำนวน 5 เครื่อง คิดเป็น 17% ของทั้งหมด จากจำนวนเครื่องที่ได้รับความเสียหายทั้งหมด ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 6 วัน และสูงสุด 63 วัน พบว่า กระแสไฟฟ้าไม่เข้า, ไบพัสลัมไม่หมุน เนื่องจากผลของการสะสมความร้อนทำให้เกิดความเสียหายขาดของวงจรไฟฟ้า ซึ่งเกิดได้หลายสาเหตุ เช่น สายไฟฟ้าที่เข้าสู่ขดลวดซึ่งจะมีปลอกฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าและมัดรวมแนบกับขดลวดมอเตอร์ที่มีความร้อนจากการเปิดใช้งาน จึงทำให้ปลอกฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าและฉนวนพลาสติกหุ้มสายไฟฟ้าเกิดความเสียหาย เส้นทองแดงสายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กเกิดการสึกกร่อนขาด หรือเกิดการอาร์ค-ลัดวงจรของสายไฟฟ้า ความเสียหายของวงจรไฟฟ้าขาดนี้ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเพียงพอให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าทำงานตัดวงจรได้

2.1.4 เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้าบางส่วน จำนวน 13 เครื่อง คิดเป็น 43% ของการศึกษาทั้งหมด จากจำนวนที่ได้รับความเสียหายทั้งหมด ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 1 วัน 4 ชั่วโมง และสูงสุด 117 วัน พบว่ามี อุณหภูมิต่ำ, ไบพัสลัมไม่หมุน เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้าบางส่วน จึงทำให้ยังไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าวงจรบางเส้นแต่ไม่เพียงพอให้ไบพัสลัมหมุนทำงานได้ และเกิดการสะสมความร้อนที่มากเพียงพอให้เกิดการลุกไหม้ได้ ความเสียหายของวงจรไฟฟ้าขาดบางส่วนนี้ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเพียงพอให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าทำงานตัดวงจรได้

2.2 จากการศึกษาในรอบการศึกษาที่ 2 หากสายไฟของวงจรไฟฟ้ายังมีความทนทานไม่เกิดความเสียหาย ทำให้ยังมีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่ขดลวดมอเตอร์ได้ จะทำให้ยังเกิดการสะสมความร้อนที่ขดลวดมอเตอร์ได้อยู่ ถิ่น่าเชื่อว่าผลลัพธ์ต่อมาก็คือ เกิดการลุกไหม้ที่พลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์ ในทางกลับกันหากสายไฟของวงจรไฟฟ้า ขดลวดมอเตอร์ทนความร้อนจากการสะสมความร้อนขดลวดที่มอเตอร์ไม่ได้ ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าหรือฉนวนน้ำยาเคลือบขดลวดมอเตอร์เกิดความเสียหาย เกิดการอาร์ค-ลัดวงจร การสึกกร่อนขาด กระแสไฟฟ้าไม่เข้าวงจรหรือเข้าบางส่วน พลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์ก็ไม่มีความร้อนเพียงพอให้เกิดการลุกไหม้

2.3 จากการศึกษาหากกำหนดในขอบเขตระยะเวลาในการศึกษา 10 วัน ก็จะพบว่า เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าไม่เกิดเพลิงไหม้หรือความเสียหายใดๆ จำนวน 15 เครื่อง ใน 30 เครื่อง และมีจำนวนมากขึ้นไปอีก หากจำกัดขอบเขตเวลาในการศึกษา



ภาพที่ 35 แสดงกราฟสรุปสัดส่วนการเกิดความเสียหาย จากการศึกษการใช้งานสถานะผิดปกติ เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์เพื่อให้เกิดการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลมของเครื่องใช้ พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง และระยะเวลาที่ใช้ศึกษา

Case 1 เพลิงไหม้ต่อเนื่อง: จำนวน 8 เครื่อง จากเครื่องทั้งหมดที่เสียหาย ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 14 ชั่วโมง และสูงสุด 22 วัน

Case 2 เพลิงไหม้ด้วยตัวเอง :จำนวน 4 เครื่อง บางเครื่องฝาครอบไหม้ทะลุ แกนโรเตอร์ติดขัดใบพัดลมไม่หมุน กระแสไฟฟ้าไม่เข้าจำนวน 3 เครื่อง กระแสไฟฟ้าเข้าบางส่วนจำนวน 1 เครื่อง จากเครื่องทั้งหมดที่เสียหาย ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 5 วัน 12 ชม. และ สูงสุด 20 วัน

Case 3 เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้า:กระแสไฟไม่เข้า (ความร้อนเท่ากับอุณหภูมิห้อง) ,ใบพัดลมไม่หมุน(ความร้อนเท่ากับอุณหภูมิห้อง) จำนวน 5 เครื่อง จากเครื่องทั้งหมดที่เสียหาย ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 6 วัน และสูงสุด 63 วัน

Case 4 เกิดความเสียหายของวงจรไฟฟ้าบางส่วน: กระแสไฟเข้าบางส่วน(อุณหภูมิต่ำ),ใบพัดลมไม่หมุนจำนวน 13 เครื่อง จากเครื่องทั้งหมดที่เสียหาย ระยะเวลาเปิดต่ำสุด 1 วัน 4 ชั่วโมง และสูงสุด 117 วัน

3. ข้อสังเกตจากสภาพความเสียหายของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าที่พบว่ามีเกิดเพลิงไหม้ขึ้น

3.1 จากการศึกษาในกรอบการศึกษาที่ 2

3.1.1 พบสภาพความเสียหายจากการลุกไหม้พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์หรือจากภายในฝาคอมมูเตอร์พัดลมออกมาภายนอก

3.1.2 พบลักษณะการใช้งานของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า เช่น ซากสวิทช์พัดลมอยู่ในตำแหน่งเปิดใช้งาน ปลั๊กของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้ามีการเสียบกับปลั๊กได้รับพร้อมใช้งาน เป็นต้น

3.1.3 บางครั้งเกิดรอยถ่างออกของซี่ตะแกรงครอบใบพัดลมในบางจุดมากกว่าปกติ อาจเนื่องจากใบพัดลมที่หลอมเสียสภาพหมุนไปติดขัดค้างไว้

3.1.4 พบสภาพความเสียหายลูกกลมไหม้เป็นตามลำดับชั้นจากจุดพลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ที่เกิดการลุกไหม้ขึ้นก่อน การตกลงของซากวัสดุจากการถูกเพลิงไหม้สู่ในระดับล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลก เช่น ลักษณะการหยดหลอมละลายของพลาสติกฝาคอมมูเตอร์พัดลมตกลงสู่พื้นก่อนขึ้นส่วนอื่น คาดว่าต่างกับเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าที่เสียหายจากการถูกเพลิงไหม้ จะปรากฏสภาพความเสียหายมากของตัวเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าทางด้านที่อยู่ใกล้กับต้นเพลิงอื่น และความเสียหายเป็นลักษณะจากภายนอกเข้าสู่ภายในมอเตอร์พัดลม

3.1.5 เมื่อบริเวณมอเตอร์พัดลมเกิดการลุกไหม้ขึ้น ทำให้พลาสติกฝาคอมมูเตอร์ไหม้หลอมละลาย ต่อมามอเตอร์พัดลมจึงตกลงสู่เบื้องล่างในสภาพที่ไม่มีฝาคอมมูเตอร์ห่อ จากการที่ตัวมอเตอร์พัดลมที่เป็นโลหะมีน้ำหนักและขณะนั้นมีสภาพร้อน เมื่อตกลงมากระทบกับพื้นทำให้เกิดการบิดเอนหรือบุบยุบเสียรูปร่างของโครงเหล็กส่วนประกอบโลหะของมอเตอร์พัดลมในด้านที่ลงสัมผัสกับพื้น ซึ่งน่าจะเป็นสภาพที่แตกต่างจากเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าที่ถูกลูกกลมไหม้ที่ล้มลงทั้งตัวพัดลมที่ยังคงมีฝาคอมมูเตอร์จึงปกป้องการล้มกระทบบริเวณมอเตอร์พัดลม ซากมอเตอร์พัดลมที่พบจึงน่าจะมีสภาพที่ดีกว่า

3.1.6 จากการศึกษาทำให้ทราบว่าจากการใช้งานสภาวะผิดปกติเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ก่อนที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ได้ จึงมีข้อควรระวังในการพิสูจน์หลักฐานให้ความเห็น เช่น หากเกิดการลุกไหม้ก่อนที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ แล้วต่อมาสายไฟฟ้าหรือตัวขดลวดมอเตอร์เกิดการลัดวงจรในภายหลัง ซึ่งกรณีเพลิงไหม้ระยะเวลานานขึ้นส่วนพลาสติกที่เป็นจุดต้นเพลิงเกิดการลุกไหม้เสียหายไปหมดแล้ว ก็จะพบเพียงซากร่องรอยความเสียหายของสายไฟฟ้าหรือขดลวดมอเตอร์ อาจทำให้การลงความเห็นผิดพลาดไปได้ว่าเกิดจากการลัดวงจรที่สายไฟฟ้าหรือขดลวดมอเตอร์ เช่นเดียวกันเมื่อเกิดการลุกไหม้ก่อนที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ หากยังลุกไหม้ไม่มากหรือทำการดับเพลิงได้ทัน และยังไม่เกิดความเสียหายลัดวงจรที่สายไฟฟ้าหรือขดลวดมอเตอร์ ก็อาจให้ความเห็นในเชิงปฏิเสธ หรือไม่ยืนยันว่าเกิดเพลิงไหม้จากเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า ทั้ง

ที่ข้อเท็จจริงได้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นแล้วจริง จะเห็นได้ว่าหากจะมุ่งพิจารณาเฉพาะจากซากโลหะ สายไฟฟ้าหรือมอเตอร์พัดลมที่เหลืออยู่ ก็จะได้ข้อสรุปไม่ตรงกับข้อเท็จจริง ฉะนั้นการตรวจพิสูจน์ ทราบจึงต้องพิจารณาหลักฐานให้ย้อนกลับลึกลงไปให้มากที่สุดและนำสภาพร่องรอยที่พบในข้อ อื่นๆมาประกอบด้วย เพื่อให้ได้คำตอบที่แท้จริงว่าเกิดเพลิงไหม้ขึ้นก่อนที่จุดใด

4. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสถานะผิดปกติเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า จำแนกตามองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเพลิงไหม้ มีข้อพิจารณา ดังนี้

4.1 ความร้อน มีการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมที่เพียงพอเหมาะสมให้วัสดุ เชื้อเพลิงเกิดความเสียหายลุกลามไหม้ขึ้น ขึ้นกับ

4.1.1 ปัจจัยภายนอก จากการใช้งานสถานะผิดปกติ 4 ประการ ดังตัวแปรต้นที่ ทำการศึกษา ทำให้อุณหภูมิบริเวณมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นกว่าการใช้งานสถานะปกติและมักพบได้ใน สภาพการใช้งานในชีวิตประจำวัน ประกอบไปด้วย

4.1.1.1 การได้รับแรงดันไฟฟ้ามากกว่าปกติ อาจพบได้กับระบบการจ่าย กระแสไฟฟ้า เช่น ในบางครั้งที่ได้รับมากกว่าปกติ จากการอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า เป็น ต้น ซึ่งหากได้รับแรงดันไฟฟ้าสูง ก็จะเกิดความร้อนที่ขดลวดสูงตามไปด้วย

4.1.1.2 แกนโรเตอร์พัดลมหมุนฝืดอาจเนื่องจากมีวัตถุเข้าไปติดขัด เช่น เส้นผม เส้นใย อาจเนื่องจากการขาดการบำรุงรักษา ตลอดถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน การลัดกระแสตกจน ทำให้ศูนย์ของแกนโรเตอร์พัดลมเสียหาย เป็นต้น ซึ่งหากมีความฝืดมากอุณหภูมิก็จะสูงตามไปด้วย

4.1.1.3 เกิดการลัดแกนโรเตอร์พัดลม จากการที่แกนโรเตอร์หมุนฝืด ซึ่งหาก ไม่ได้รับการแก้ไข ก็อาจลุกลามจนเกิดการลัดแกนโรเตอร์ขึ้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าทำให้เกิด เพลิงไหม้ขึ้นได้

4.1.2 ปัจจัยภายใน คือ ตัวผลิตภัณฑ์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าเอง จาก

4.1.2.1 คุณภาพวัสดุและ การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขดลวดมอเตอร์ พัดลมซึ่งปริมาณความร้อนขึ้นกับชนิด ขนาด จำนวน ความยาวของเส้นลวด ซึ่งจากการศึกษา เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าแต่ละยี่ห้อให้อุณหภูมิบริเวณมอเตอร์พัดลมแตกต่างกัน ซึ่งเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ที่มีต้นทุนต่ำราคาถูกยี่ห้อ A และ C จะมีอุณหภูมิที่ขดลวดสูงกว่ายี่ห้อ B ที่มีต้นทุนสูงราคาแพงกว่า

4.1.2.2 การออกแบบในด้านการระบายความร้อนเป็นไปได้น้อยเพียงไร

4.1.2.3 สิ่งแวดล้อมสภาพในการใช้งาน เช่น การใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิ สูง สถานที่ที่มีฝุ่นละอองมาก บริเวณที่มีความชื้นสูงกว่าปกติ ก็ทำให้มีความเสี่ยงสูงมากขึ้นไปด้วย

4.2 เชื้อเพลิง วัสดุส่วนประกอบของเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าที่ได้รับผลจากความร้อน ในข้อ 1 ที่สามารถถูกติดไฟได้ สิ่งใดที่อ่อนแอกว่าก็จะเสียหายลุกลามก่อน ประกอบไปด้วย

4.2.1 ปัจจัยภายนอก เชื้อเพลิงจากสิ่งแวดล้อมนอกเหนือจากตัวเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า เช่น เส้นผม เส้นใย เป็นต้น ที่อาจเข้ามาติดที่แกนโรเตอร์ทำให้การหมุนฝืดและอาจเข้าไปสะสมอยู่ภายในฝาคกรอบตามบริเวณต่างๆของมอเตอร์พัฒนารวมทั้งขดลวดด้วย

4.2.2 ปัจจัยภายใน เชื้อเพลิงของตัวผลิตภัณฑ์เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าเอง ซึ่งมักมีความเสี่ยงของการเกิดเพลิงไหม้สูงกับเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำราคาถูก

4.2.2.1 จากตัววัสดุส่วนประกอบที่ใช้บริเวณมอเตอร์พัฒนา เช่น พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์, พลาสติกหุ้มสายไฟฟ้า, กระดาษ, เชือก เป็นต้น ขึ้นกับ

ก. คุณภาพของวัสดุ เช่น ความทนทานต่อการเสื่อมสภาพจากการได้รับความร้อน เป็นต้น เนื่องจากบริเวณมอเตอร์พัฒนาเกิดความร้อนได้ตลอดเวลา ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปเกิดการเสื่อมสภาพมีผลให้จุดหลอมต่ำลง ดังในการศึกษาในรอบการศึกษาที่ 2 ที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์สามารถถูกไหม้ได้แม้ในอุณหภูมิต่ำกว่าการถูกไหม้ปกติ ชนิดของวัสดุที่ใช้ควรมีคุณสมบัติการติดไฟถูกไหม้ที่สูงหรือต่ำทั้งนี้ขึ้นกับต้นทุนราคาการผลิต

ข. วัสดุที่มีจำหน่ายจืดจางจากการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น การชุบวานิชเคลือบบนวัสดุที่บางเกินไป ทำให้การป้องกันของวัสดุต่อความร้อนต่ำเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายและเพลิงไหม้ขึ้นได้ เป็นต้น

4.2.2.2 ตำแหน่งของการติดตั้งของวัสดุ จากการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยให้มีส่วนประกอบที่เป็นวัสดุติดไฟได้อยู่ในบริเวณหรือสัมผัสกับจุดที่มีความร้อน จึงทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดเพลิงไหม้สูงไปด้วย เช่น พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ซึ่งอยู่ใกล้กับขดลวด เป็นต้น

4.2.2.3 ลักษณะการออกแบบรูปร่างของวัสดุผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีผลต่อการได้รับความร้อนมาสะสม เช่น มีรูปร่างและพื้นที่ที่ได้รับความร้อนมาสะสมได้ง่าย

4.3 แก๊สออกซิเจน ที่เพียงพอเหมาะสมต่อการถูกไหม้ ในบรรยากาศมีประมาณ 20.8% การถูกไหม้เป็นเปลวต้องการอย่างน้อย 15%

4.3.1 ปริมาณมาก การถูกไหม้ให้ผลผลิตเป็นเปลวไฟมาก เป็นวงกว้าง

4.3.2 ปริมาณน้อย ถูกไหม้ให้ผลผลิตเป็นเปลวไฟน้อย ถูกไหม้ช้า เกิดเขม่ามาก

4.4 การผสมผสานและถูกไหม้ต่อเนื่อง ซึ่งจากการศึกษาตามกรอบการศึกษาที่ 2 ที่พบว่าทั้งเครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้าที่เกิดการถูกไหม้เสียหายหมดทั้งเครื่องและมีทั้งถูกไหม้เฉพาะที่บริเวณพลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์หรือ/และตอนบนของพลาสติกฝาคกรอบมอเตอร์พัฒนา

4.5 เวลา มีระยะเวลาในการเปิดใช้งานที่เหมาะสม ทำให้เกิดการสะสมความร้อนเพียงพอจนเกิดการลุกไหม้ หรือทำให้วัสดุมีคุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปเกิดการเสื่อมสภาพ ความทนทานต่อความร้อนเสียหาย มีผลให้จุดลุกไหม้ต่ำลง

4.6 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า จะทำงานภายหลังจากไหม้ถึงวงจรไฟฟ้าแล้ว

โดยสรุป

การเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า จึงเป็นไปตามลำดับคือ เกิดการสะสมความร้อนที่ขดลวดมอเตอร์พัดลมจากการใช้งานสภาวะผิดปกติอย่างหนึ่งอย่างใด ซึ่งผลจากความร้อนทำให้วัสดุที่ลุกไหม้ได้บริเวณมอเตอร์พัดลม เช่น พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์ พลาสติกหุ้มสายไฟฟ้า น้ำยาวานิชเคลือบผิววัสดุในการเป็นฉนวนและการป้องกันความร้อนของขดลวด หรือเชือก เป็นต้น ส่งผลให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปเกิดการเสื่อมสภาพมีอุณหภูมิลุกไหม้ต่ำลงตามหลักการเกิดปฏิกิริยาไฟโรไลซิสวัสดุที่จุดหนึ่งจุดใด บริเวณมอเตอร์พัดลมที่อ่อนแอกว่าและได้รับความร้อนเพียงพอที่จะเกิดความเสียหายก่อนและต่อมาเกิดการลุกไหม้ เช่น กรณีเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A เกิดลุกไหม้ที่พลาสติกคอกล่าที่แกนโรเตอร์

หรืออาจเขียนระบุถึงความเห็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ทางวิชาการจากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าให้ครอบคลุมได้ว่า

“เกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลม เนื่องจากการใช้งานสภาวะผิดปกติหรือมีประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำอย่างหนึ่งอย่างใด ซึ่งอาจเกิดจากการชำรุดเสื่อมสภาพ จนวัสดุหรือส่วนประกอบบริเวณมอเตอร์พัดลมจุดหนึ่งจุดใดเกิดความเสียหายและ ต่อมาเกิดการลุกไหม้ขึ้น”

ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นตารางการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า จำแนกตามองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเพลิงไหม้ ได้ดังนี้

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัฒนาไฟฟ้า จำแนกตามองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของการเกิดเพลิงไหม้

1. ความร้อน มีการสะสมที่มอเตอร์พัฒนาเพียงพอให้วัสดุเชื้อเพลิงเกิดความเสียหายลุกลามไหม้ขึ้น(Ignition)	1.1 ปัจจัยภายนอก : การใช้งานสภาวะผิดปกติต่างๆ - ได้รับแรงดันไฟฟ้ามากกว่าปกติ - แกนโรเตอร์พัฒนาหมุนผิด เช่น ขาดการบำรุงรักษา - เกิดการล๊อคแกนโรเตอร์พัฒนา เช่น มีวัตถุเข้าติดขัด 1.2 ปัจจัยภายใน : จากตัวผลิตภัณฑ์ - โดยเฉพาะขดลวดมอเตอร์ที่มีผลต่อการให้เกิดความร้อน - มีการออกแบบในด้านการระบายความร้อนได้ดีเพียงใด - สิ่งแวดล้อมสภาพในการใช้งาน เช่น ในสถานที่มีอุณหภูมิสูง, มีฝุ่นละอองมาก, มีความชื้นสูง เป็นต้น
2. เชื้อเพลิง วัสดุที่ได้รับผลจากความร้อนที่สามารถลุกลามไฟได้ สิ่งใดที่อ่อนแอกว่าจะเสียหายลุกลามไหม้ก่อน	2.1 ปัจจัยภายนอก : เชื้อเพลิงจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น เส้นผม, เส้นใย เป็นต้น ไปสะสมอยู่บริเวณมอเตอร์พัฒนา 2.2 ปัจจัยภายใน : เชื้อเพลิงของตัวผลิตภัณฑ์เอง - จากตัววัสดุส่วนประกอบที่ใช้บริเวณมอเตอร์พัฒนา 1) คุณภาพวัสดุ เช่น การทนทานจากการได้รับความร้อน 2) ชนิดของวัสดุที่ใช้ว่ามีคุณสมบัติการลุกไหม้ที่สูงหรือต่ำทั้งนี้มักขึ้นกับต้นทุนการผลิต 3) วัสดุมีตำหนิจากการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน ขาดการตรวจสอบคุณภาพ เช่น การเคลือบวานิชบนวัสดุที่บางเกินไป เป็นต้น - จากการออกแบบผลิตภัณฑ์ เช่น อยู่ในตำแหน่งบริเวณหรือสัมผัสกับจุดที่มีความร้อนมีรูปร่างลักษณะที่เสี่ยงต่อการไหม้ เป็นต้น
3. ก๊าซออกซิเจน เพียงพอเหมาะสมต่อการลุกไหม้ในบรรยากาศมีประมาณ 20.80%	การลุกไหม้เป็นเปลวต้องการอย่างน้อย 15% - ปริมาณมาก : ลุกไหม้ให้ผลผลิตเป็นเปลวไฟมาก เป็นวงกว้าง - ปริมาณน้อย : ลุกไหม้ให้ผลผลิตเป็นเปลวไฟน้อย ลุกไหม้ช้าเกิดเขม่ามาก
4. การผสมผสานและการลุกไหม้ต่อเนื่อง	4.1 มีการลุกไหม้ต่อเนื่อง เพลิงไหม้เสียหายหมดทั้งเครื่อง 4.2 มีการลุกไหม้เฉพาะที่ไม่ต่อเนื่อง เพลิงไหม้เสียหายเฉพาะจุดและดับเอง
5.เวลา	ระยะเวลาในการเปิดใช้งานที่เหมาะสมทำให้เกิดการสะสมความร้อนเพียงพอทำให้วัสดุเสื่อมสภาพมีจุดการลุกไหม้ต่ำลง และต่อมาเกิดการลุกไหม้ขึ้น
6.อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า	จะทำงานภายหลังลามไหม้ถึงวงจรไฟฟ้าแล้ว

5. ข้อควรระวัง เสนอแนะ การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้จากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า

5.1 ในด้านการผลิต การออกแบบผลิตภัณฑ์

5.1.1 ให้มีการระบายความร้อนที่ดี ไม่ให้มีการสะสมความร้อนมากเกินไป

5.1.2 หลีกเลี่ยงการออกแบบให้มีวัสดุที่ทนความร้อนได้ต่ำเป็นวัสดุส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมหรืออยู่ตรงตำแหน่งที่มีความร้อนมาก หลีกเลี่ยงการออกแบบรูปร่างลักษณะของวัสดุอุปกรณ์ที่มีพื้นที่รับความร้อนได้มาก เช่น พลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์ซึ่งอยู่ใกล้กับขดลวดที่ออกเป็นเป็นรูปเฟือง เป็นต้น

5.1.3 ในการหุบสารกันความร้อน(วานิช)ของวัสดุที่ลูกไหม้ได้ง่ายตรงตำแหน่งที่มีความร้อน เช่น ไมล้า เชือก ขดลวดมอเตอร์ เป็นต้น ต้องให้ความหนาเพียงพอเป็นไปตามมาตรฐาน

5.1.4 การผลิตเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าต้องได้มาตรฐาน ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ โดยเฉพาะในทางกลศาสตร์การหมุน เช่น มีความสมดุลย์ของแกนโรเตอร์ไม่ผิด เป็นต้น

5.2 ในด้านการใช้งาน

5.2.1 ไม่ควรใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำราคาถูกเกินไป ซึ่งจะทำให้ได้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่ทำด้วยวัสดุส่วนประกอบที่มีคุณภาพต่ำ ควรเลือกใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานการผลิต มีอุปกรณ์ตัดกระแสไฟและความร้อนเกิน

5.2.2 หลีกเลี่ยงการใช้งานเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าที่มีสภาพการใช้งานที่มีสภาวะผิดปกติที่จะทำให้เกิดความร้อนสะสมบริเวณมอเตอร์พัดลมสูงกว่าปกติ เช่น มีการหมุนผิด มีการล๊อคของแกนโรเตอร์ เป็นต้น

5.2.3 หลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งาน เช่น การล้มกระแทกโดยเฉพาะบริเวณด้านหลังของมอเตอร์พัดลม เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสียดสีต่อแกนมอเตอร์ อาจเกิดการหมุนผิดขึ้นได้

5.2.4 หลีกเลี่ยงการใช้งานต่อเนื่องเป็นเวลานานและไม่หลงลืมเปิดทิ้งไว้ ซึ่งจากการศึกษาสามารถเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ใน 14 ชั่วโมง นับจากเกิดการติดล๊อคใบพัดลม

5.2.5 ระวังอย่าให้มีสิ่งของเข้าไปติดขัดการหมุนของใบพัดลม

5.2.6 หมั่นทำความสะอาด การบำรุงรักษาหยอดน้ำมันให้แกนโรเตอร์หมุนได้ดี

5.3 อย่าได้วางใจนักว่าตัวเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าเองมีระบบตัดความร้อนและ กระแสไฟฟ้าเกินเพราะอุปกรณ์ดังกล่าวก็อาจมีการชำรุดเสื่อมสภาพโดยที่เราไม่รู้ก็ได้

5.4 การซ่อมเปลี่ยนอะไหล่ ควรเข้าศูนย์บริการเพราะจะทำให้ได้อะไหล่แท้และการซ่อมที่ได้มาตรฐาน

5.5 จากการศึกษาในรอบการศึกษาที่ 2 พบว่า การเกิดเพลิงไหม้จากการสะสมความร้อนของมอเตอร์พัดลมเครื่องใช้ไฟฟ้า ขณะเมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้นที่คอกำลังที่แกนโรเตอร์ไม่ได้มีผลถึงอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าทำงานตัดวงจรโดยทันที จะมีผลก็ต่อเมื่อมีการลัดวงจรในภายหลังซึ่งจากการศึกษาพบว่าฟิวส์ขนาด 5 Amp จะทำงานตัดวงจรหลังเกิดการลุกไหม้ไปแล้วประมาณ 4-6 นาที ซึ่งเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าก็เกิดเพลิงลุกไหม้ไปมากแล้ว ดังนั้น เมื่อใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ามาได้ระยะหนึ่ง ซึ่งเห็นว่าการชำรุดเสียหาย และเห็นว่าวัสดุภายในมีการเสื่อมคุณภาพหมดอายุการใช้งาน ควรเปลี่ยนใช้เครื่องใหม่จะเป็นการป้องกันและลดความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ได้ ควรหา Circuit breaker ให้มีขนาดเหมาะสมกับวงจร หรือควรหาปลั๊กที่มีฟิวส์ตัดวงจรแยกเฉพาะในการใช้งานเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า

6. ข้อจำกัดในการศึกษา

ในรอบการศึกษาที่ 2 ไม่ได้ทำการศึกษาของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ B และ C

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้

7.1.1 การทดลองในรอบการศึกษาที่ 2 ระบบการถ่ายบันทึกภาพเคลื่อนไหว ไม่สมบูรณ์ ทำให้ยังขาดภาพเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้าขณะเกิดเพลิงลุกไหม้ที่ครบถ้วนสมบูรณ์

7.1.2 ไม่ได้ใช้เครื่องถ่ายภาพความร้อนให้เห็นระดับความร้อนที่ส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์พัดลมที่เกิดขึ้น

7.1.3 ไม่ได้ทำการตรวจสอบคุณสมบัติการลุกไหม้ของพลาสติกคอกำลังที่แกนโรเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้อ A เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับระดับอุณหภูมิที่วัดได้จากขดลวดมอเตอร์

7.1.4 ไม่ได้ทำการทดสอบการใช้งานสภาวะผิดปกติได้รับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าปกติ

7.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

7.2.1 ศึกษาเฉพาะถึงการลัดวงจรของขดลวดมอเตอร์พัดลมหรือสายไฟฟ้า มีความเป็นไปได้เพียงใดที่จะทำให้เกิดเพลิงไหม้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า เช่น จากกรอบการศึกษาที่ 2 หากใช้เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้ายี่ห้ออื่น ๆ อาจพบเห็นการเกิดความเสียหาย การลัดวงจรที่ขดลวดมอเตอร์พัดลม ซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้

7.2.2 การศึกษานี้เน้นในแง่ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการใช้งานสภาวะผิดปกติเกิดจากการสะสมความร้อนที่มอเตอร์พัดลมอันมีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้ เห็นควรศึกษาในแง่ของเชื้อเพลิงซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเกิดเพลิงไหม้ ในประเด็นในแง่การเสื่อมสภาพจากการได้รับ

ความร้อน เมื่อใช้งานไปในระยะเวลาต่างๆ กันมีผลทำให้มีการเสื่อมสภาพมีอุณหภูมิการลุกไหม้ต่ำลงอย่างไร และเกิดการลุกไหม้ต่อมา เนื่องจากวัสดุส่วนประกอบบริเวณมอเตอร์พัดลมจะได้รับความร้อนอยู่เสมอ เช่น พลาสติก เป็นต้น

7.2.3 จากในข้อ 2 ใช้วัสดุพลาสติกกล่องที่แกนโรเตอร์ของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง เพื่อนำไปใช้ในการศึกษา เนื่องจากทราบถึงระยะเวลาต่าง ๆ ของการใช้งาน ก่อนเกิดความเสียหาย

7.2.4 ของเหลวบริเวณมอเตอร์พัดลมที่เป็นผลจากการใช้งานของเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า ยี่ห้อ A จำนวน 30 เครื่อง ที่มีระยะเวลาการใช้งานต่าง ๆ ก่อนเกิดความเสียหาย หากนำมาวิเคราะห์ ก็อาจจะได้ความเกี่ยวข้องในการเกิดเพลิงไหม้ ในแง่การเปลี่ยนแปลงสภาพของของเหลวจากการได้รับความร้อนเมื่อเทียบกับช่วงระยะเวลาต่างๆ ที่ได้จากการศึกษา

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ธนสิทธิ์ แดงจัน, พันตำรวจตรี “รายงานการตรวจพิสูจน์หลักฐาน.” เอกสารรายงานการตรวจพิสูจน์หลักฐานที่ 49/2550 ลง 3 เม.ย. 2550 กลุ่มงานตรวจทางเคมี, ฟิสิกส์, ชีววิทยา กองพิสูจน์หลักฐาน(กรุงเทพฯ), 2550.(อัคราเนนา)

ธนทรัพย์ สุวรรณลักษณ์. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 27 กันยายน 2551. เข้าถึงได้จาก <http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning-web/sava01.htm>.
บริษัท ดาวฤกษ์ จำกัด. มาตรฐานด้านความปลอดภัย [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 27 กันยายน 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.vcharkarn.com/vcafe/23778/>

พงษ์เนศ น้อยบัวศรี และวัชรพล บัวภาเรือง. “ การศึกษาและวิเคราะห์พัฒมไฟฟ้าตั้งพื้นที่เป็นสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้.” รายงานโครงการของนักศึกษาชั้นปีที่4 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

พิรพงศ์ ลิ้มประสิทธิ์วงศ์. “ข้อควรคำนึงในการนำมอเตอร์ NEMA 60 Hz มาใช้กับ 50 Hz.” Industrial Technology Review 10 , 113 (สิงหาคม 2546): 25-26.

“ไฟฟ้ากับการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ.” เอกสารประกอบการอบรมเชิงวิชาการ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2549.(อัคราเนนา)

ศิระ หงษ์นภา. “การควบคุมและการประยุกต์ใช้งานเอชไดรฟ์.” Industrial Technology Review 10 , 113 (สิงหาคม 2546): 9-15.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพัฒมไฟฟ้ากระแสสลับเฉพาะด้านความปลอดภัย (มอก.934-2533).” เอกสารรายงานมาตรฐานด้านความปลอดภัยประจำปี 2534. (อัคราเนนา)

_____. “หลักการของมาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้า.” เอกสารประกอบการอบรมด้านความปลอดภัยประจำปีของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2550. (อัคราเนนา)

สันต์ สุขวัฒน์, พันตำรวจเอก. การตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้. นครปฐม : ส่วนวิชาวิทยาการตำรวจ กลุ่มงานวิชาการสืบสวนและสอบสวน โรงเรียนนายร้อยตำรวจ, ม.ป.ป.

_____. พิสูจน์หลักฐาน 1. นครปฐม : ภาควิชาวิทยาการตำรวจ กลุ่มงานวิชาการสืบสวนและสอบสวน กองบังคับการวิชาการ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ, ม.ป.ป.

อดิษฐ์ กันหา, พันตำรวจโท “รายงานการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้.” เอกสารรายงานการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ที่ 27/2550 ลง 19 ก.พ. 2550 วิทยาการเขต 15 นครปฐม, 2550.(อัดสำเนา)

อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์, พลตำรวจเอกและคณะ. นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation). กรุงเทพมหานคร : บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2544.

ภาษาต่างประเทศ

Babrauskas, Dr V. How do electrical wiring faults lead to structure ignitions? . 7th ed.
U.S.A. : international Fire & Materials conference, 2001.

Haukur, Ingason. “Model scale railcar fire tests.” Institute Fire safety Journal 4 (2007) : 271-282.

Korinek, Chris W. “Classification of Electrical Overheating Modes.”, August 2001.
(Mimeographed)

ภาคผนวก

ผนวก ก

หนังสือขอความร่วมมือในการศึกษา
ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

หนังสือขอความร่วมมือในการศึกษา

ที่ ศษ 0034.351/พิเศษ



วิทยาการเขต 15 (นครปฐม)

ถ.ชาวพระ อ.เมือง จ.จังหวัดนครปฐม

73000

2551

30 กรกฎาคม

เรื่อง ขอความร่วมมือในการขอใช้สถานที่และเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อทำการศึกษาวิจัย

เรียน ผู้จัดการบริษัท ไทยโคชิบาอุตสาหกรรม จำกัด

ด้วยข้าพเจ้า พันตำรวจโท อติชัย กัณหา นักวิทยาศาสตร์(สบ3) งานตรวจสถานที่เกิดเหตุและถ่ายภาพ วิทยาการเขต 15 นักศึกษาปริญญาโท สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้ทำการศึกษาวิจัยในหัวข้อ "การวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากความคิดพร้อมของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณี เครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า"

ในการศึกษาวิจัยมีความจำเป็นต้องมีการตรวจจับอุณหภูมิที่จุดต่างๆของมอเตอร์พัดลม เพื่อนำไปศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบถึงการใช้งานที่เกิดความผิดปกติต่างๆ และกับเครื่องใช้ฯ ดังข้อหื้อ ทั้งนี้ การวิจัยจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการการตรวจสถานที่เกิดเหตุคดีเพลิงไหม้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องใช้พัดลมไฟฟ้า และก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งในงานนิติวิทยาศาสตร์ในอนาคตต่อไป

ข้าพเจ้า จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและสถานที่ ดังกล่าว และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาวิจัยมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

พันตำรวจโท

(อติชัย กัณหา)

นักวิทยาศาสตร์(สบ3) งานตรวจสถานที่เกิดเหตุและถ่ายภาพ

วิทยาการเขต 15

TTEI

 Assistant Manager

SHA DIV.

DATE

July 30 '2008

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

1. แสดงแผ่นข้อมูลรายงานการทดสอบ จากการศึกษการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์พัดลมยี่ห้อ A,B และ C ในการใช้งานสภาวะปกติ และสภาวะผิดปกติตามปัจจัยต่างๆ ซึ่งได้ทำการศึกษาที่ บริษัท ไทย โตชิบาอุตสาหกรรม จำกัด

Product name		ELECTRIC FAN		Test Report		Report No.		FAN - 07 - 015													
Model name		DESK FAN 12"				Date		Feb. 14 2008													
Production History		☐ Trial ☐ Trial production ☐ Pre-production ☒ Mass-production		☐ Typical ☐ Regular ☐ Normal ☒ Abnormal ☐ Purchase ☐ Others ()		Approved		Mr. Somchart / AM													
						Checked		Mr. Somchart / AM													
[Title]		* Customer would like to know cause abnormal used until fire on desk fan for case study. This report is abnormal used for measuring temperature rise up of TOSHIBA product model DF - 39 for comparing with the other model. * Reference general rule for standard of electric FAN TC - 001				Reported		Mr. Pawan / Tech. V 3													
						Test condition															
						Tested date		8 - 13/2/2008													
						Tested place		SHA 5 QC room													
						RT, RH															
						Main test Equipment		Endurance test Temp. recorder, slide AC insulation & withstanding tester													
																					
[Purpose]																					
To checking cause fire of product																					
[Conclusion]																					
The result is after abnormal test with 242 V and no rotation of blade.																					
		B		C		A															
Product		Product is still operation		No operation		Direct circuit															
Operation		Product is still operation		No operation		Direct circuit															
Appearance		Coil changed color		Coil melt		Coil short circuit with power supplied lead wire															
																					
[Specification of tested product]																					
Testing item		Standard		Testing method																	
1) Starting voltage		At max. Speed 80 % of rated voltage At min. Speed 90% of rated voltage		* The specimen is in oscillating state at every vertical angles at max. speed and min. Speed, the motor is set 45 to the test voltage is increase from the equal to 1/2 of the specified voltage to the specified voltage by volt meter as quickly as possible. The voltage indicated on the meter shall be able to be read precisely at the instant that fan blades start to rotate.																	
2) Voltage fluctuation		* The specimen shall be capable of continue to operation without any trouble.		* Power supply voltage is changed by + 10% of rated voltage under the condition test procedure of Temperature test. * Temperature test is continuously operated at the maximum speed with the rated voltage applied at rated frequency.																	
3) Insulation resistance test		- Shall be 10 M ohm or more		* Before and after test, measuring resistance between charged parts and non charged parts to be touched possibly by a person with insulation resistance meter DC 500V for 1 minute.																	
4) Withstanding voltage test		- Shall be withstood at AC 150V per min.		* Apply 1,500V AC between charged parts and non charged parts to be touched possibly by a person after performance test.																	
5) Temperature rise up test		- Coil type E < 110 tC - Accessible parts < 65 tC		* Power supply 220 and 242 volt with normal and abnormal test. * Measuring temperature when stabilize in each point of parts. * Rotor shaft shall be set on horizontal with table. * Room temperature shall be 25 ± 5 tC																	
6) Endurance test		- No abnormality in operation for 10 years		* The average use condition means that fan are used for the purpose of cool in the room temp. 25 - 35 tC, 45 - 95% at 5 hours per day.																	
7) Life test		- Shall be no malfunction of rotation or oscillation failure of starting at max. speed or insulation damage or breakage of wires. - Shall not be failure of starting at max. speed		* The running test is conducted as 700 hours and 5,000 hours <table border="1" data-bbox="845 1747 1260 1836"> <tr> <td>Running time</td> <td>Position of motor axis</td> <td>State of fan</td> <td>Speed</td> </tr> <tr> <td>5000</td> <td>Upper, lower or horizontal which ever is most unfavorable position</td> <td>Oscillation</td> <td>Maximum</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Running time	Position of motor axis	State of fan	Speed	5000	Upper, lower or horizontal which ever is most unfavorable position	Oscillation	Maximum	700			
Running time	Position of motor axis	State of fan	Speed																		
5000	Upper, lower or horizontal which ever is most unfavorable position	Oscillation	Maximum																		
700																					
[Tested result]																					
Testing method																					

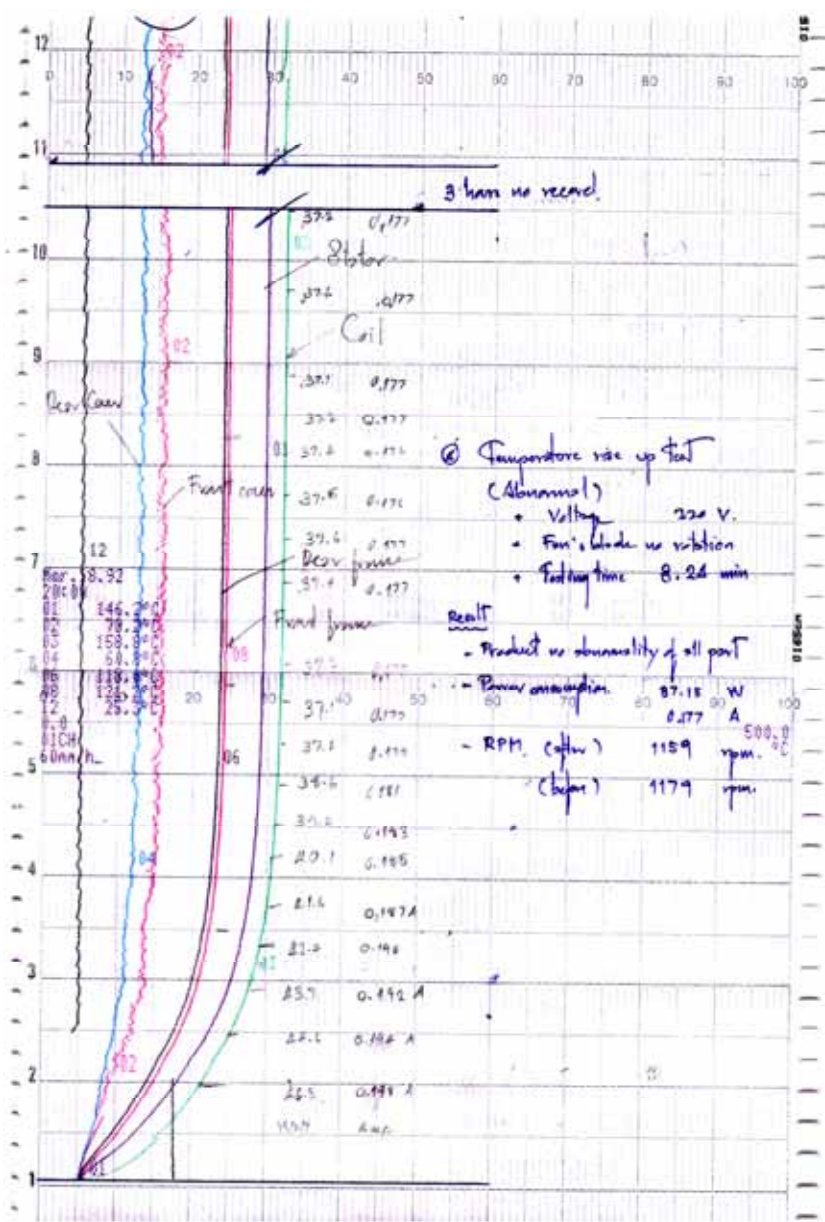
ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

2. แสดงแผ่นข้อมูลรายงานการทดสอบ จากการศึกษาการสะสมความร้อนบริเวณมอเตอร์ พัฒมย์หื้อ A,B และ C ในการใช้งานสภาวะปกติ และสภาวะผิดปกติตามปัจจัยต่างๆ ซึ่งได้ ทำการศึกษาที่ บริษัท ไทย โตชิบาอุตสาหกรรม จำกัด (ต่อ)

Testing item	Standard	REVISION				Remarks	
(1) Starting voltage At max. Speed At min. Speed	80 % of rated voltage 90% of rated voltage	125 Volt	139.6 V	178.4 V	111.7 V		
(2) Voltage fluctuation	The specimen shall be capable of continuous operation without any trouble						
220 Volt		26.1 W	41.5	36.7	38.7		
* Power consumption	-	0.129 A	0.189	0.168	0.178		
* Ampere	-	1.179	1.294	1.022	1.183		
* Volt	-	No abnormal	OK	OK	OK		
* Appearance	-	OK	OK	OK	OK		
242 Volt		42.3 W	50.2	51.1	45.9		
* Power consumption	-	0.28 A	0.298	0.173	0.190		
* Ampere	-	1.050	1.113	1.184	1.206		
* Volt	-	No abnormal	OK	OK	OK		
* Appearance	-	OK	OK	OK	OK		
(3) Insulation resistance test Before test after test	Shall be 10 Mohm or more	> 1000 > 1000	> 1000 > 1000	> 1000 > 1000	> 1000 > 1000		
(4) Withstanding voltage test	Shall be withstood at AC 1500V per min.	Pass	Pass	Pass	Pass		
(5) Temperature rise up test							
5.1 Normal test	Measuring point No. Temp. standard	220 V	242 V	220 V	242 V	220 V	242 V
1. Stator	None	57.6	68.0	62.8	69.3	65.2	70.2
2. Front cover	65 HC or less	34.3	38.9	34.3	35.3	41.7	43.6
3. coil	Type E 115 HC	84.9	75.1	85.4	80.5	83.9	83.4
4. Rear cover	65 HC or less	28.6	31.8	30.3	30.9	29.6	29.6
5. Rear Frame	65 HC or less	43.6	49.4	45.1	51.7	55.1	56.7
6. Front frame	65 HC or less	45.1	51.2	47.6	53.6	57	58.9
Room temp.	25 ± 5°C	26.5	26.1	26.1	26.1		
Items							
* RPM original	1178	-	-	-	-	-	-
* Ampere	0.178	-	-	-	-	-	-
* Volt	36.1	-	-	-	-	-	-
* RPM after test	0.179	-	-	-	-	-	-
* Ampere	0.179	-	-	-	-	-	-
* Volt	36.1	-	-	-	-	-	-
Insulation resistance / Mohm	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
Withstanding voltage (1500 V, 45 / min.)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5.2 Abnormal test							
5.2.1 Making poor rotation	Measuring point No. Temp. standard	220 V	242 V	220 V	242 V	220 V	242 V
1. Stator	None	66.5	-	69.7	76.4	62.2	72.1
2. Front cover	65 HC or less	39.2	-	37.4	38.6	43.6	45.6
3. coil	Type E 115 HC	75.9	-	81.3	107.2	100.2	110.9
4. Rear cover	65 HC or less	31.5	-	31.7	31.9	30.5	30.6
5. Rear Frame	65 HC or less	51.2	-	51.8	57.4	55.2	56
6. Front frame	65 HC or less	54.2	-	53	56.2	57.9	58.6
Room temp.	25 ± 5°C	26.5	-	26.5	26.5		
Items							
* RPM original	1178	-	-	1284	-	1022	-
* Ampere	0.178	-	-	0.199	-	0.199	-
* Volt	36.1	-	-	41.5	-	36.7	-
* RPM adjust before test	960	-	-	1070	-	837	-
* Ampere	0.183	-	-	0.191	-	0.24	-
* Volt	36.7	-	-	53.1	-	38.2	-
* RPM after test	960	-	-	1030	-	1135	-
* Ampere	0.179	-	-	0.181	-	0.27	-
* Volt	37.7	-	-	42	-	34	-

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

4. แสดงแผนกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา ที่จุดวัดต่าง ๆ รอบมอเตอร์พัดลม ซึ่งพิมพ์ออกมาจากชุดอุปกรณ์เทอร์โมคัปเปิล



ผนวก ข

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับเฉพาะด้านความปลอดภัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พัฒลมไฟฟ้ากระแสสลับเฉพาะด้านความปลอดภัย

มอก.934-2533

มอก. 934 – 2533

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พัฒลมไฟฟ้ากระแสสลับ เฉพาะด้านความปลอดภัย

1. ขอบข่าย

- .1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้กำหนด ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบพัฒลมไฟฟ้ากระแสสลับ
- .2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้ครอบคลุมเฉพาะ พัฒลมไฟฟ้ากระแสสลับชนิดตั้งโต๊ะ ชนิดติดผนัง ชนิดตั้งพื้น ชนิดแขวนเพดาน ชนิดสายรอบตัว และชนิดระบายอากาศ ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 250 โวลต์ มีหรือไม่มีตัวเก็บประจุ และใช้งานเฉพาะภายในอาคารหรือสถานที่อื่นโดยมีลักษณะการใช้งานคล้ายกัน

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้ มีดังต่อไปนี้

- .1 พัฒลมไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "พัฒลม" หมายถึง พัฒลมที่มีใบพัดตั้งแต่ 2 ใบขึ้นไป ใช้มอเตอร์หมุนโดยตรง
- .2 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่ผู้ทำระบุไว้ที่พัฒลม
- .3 พิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หมายถึง ขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าระหว่างค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุดที่ผู้ทำระบุไว้ที่พัฒลม
- .4 ความถี่ที่กำหนด หมายถึง ความถี่ที่ผู้ทำระบุไว้ที่พัฒลม
- .5 พิสัยความถี่ที่กำหนด หมายถึง ขีดจำกัดของความถี่ระหว่างค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุดที่ผู้ทำระบุไว้ที่พัฒลม
- .6 อุณหภูมิโดยรอบ หมายถึง อุณหภูมิของอากาศรอบบริเวณที่พัฒลมทำงาน

3. ส่วนประกอบและการทำ

- .1 สายไฟฟ้า (เฉพาะพัฒลมชนิดตั้งโต๊ะ ชนิดติดผนัง และชนิดตั้งพื้น)
ต้องมีสายอ่อนป้อนกำลังไฟฟ้าที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 11 หรือสายไฟฟ้าอื่นที่มีสมบัติเทียบเท่า และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำไม่น้อยกว่า 0.5 ตารางมิลลิเมตร ถ้าจะต่อลงดินต้องใช้สายไฟฟ้า 3 แกน โดยใช้แกนที่มีฉนวนเป็นสีเขียวหรือสีเขียวแถบสีเหลืองต่อกับขั้วหรือตัวสัมผัสที่ต่อลงดินของพัฒลม
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

มอก. 934-2533

- 3.2 ที่ป้องกันใบพัด (เฉพาะพัดลมชนิดตั้งโต๊ะ ชนิดติดผนัง ชนิดตั้งพื้น และชนิดสายรอบตัว)
ต้องมีที่ป้องกันใบพัดที่เหมาะสม เช่น ตะแกรง เพื่อป้องกันอันตรายในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุใบพัดหลุด และใน
การใช้งานตามปกติ
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 3.3 ส่วนหุ้มมอเตอร์ (เฉพาะพัดลมชนิดระบายอากาศ)
ต้องเป็นแบบหุ้มโดยตลอด
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 3.4 การยึดใบพัดกับแกน
ใบพัด และตัวช่วยติดใบพัด ต้องยึดติดกับแกนโดยไม่หลุดหลวมในขณะใช้งานตามปกติ
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 3.5 อุปกรณ์ห้อยแขวน สิ่งยึด หรือส่วนประกอบสำหรับการติดตั้ง
ต้องแข็งแรง และไม่เกิดอันตรายเมื่อใช้งานตามปกติ
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4. คุณสมบัติที่ต้องการ

- 4.1 การป้องกันไฟฟ้าช็อก
ในกรณีที่พัดลมและตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว (ถ้ามี) มีขั้วหรือตัวสัมผัสที่ต่อลงดิน ต้องทำเครื่องหมาย  หรือ
อักษร E ที่ไม่ลบเลือนง่ายไว้ที่ขั้วหรือตัวสัมผัสนั้น ขั้วหรือตัวสัมผัสที่ต่อลงดินต้องไม่ใช่เพื่อวัตถุประสงค์อื่นด้วย
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 4.2 การยึดสายไฟฟ้า (เฉพาะพัดลมชนิดตั้งโต๊ะ ชนิดติดผนัง และชนิดตั้งพื้น)
สายอ่อนป้องกันกำลังไฟฟ้าของพัดลมต้องมีการยึด หรือจัดเก็บไว้ในลักษณะที่แรงดึงไม่ผ่านไปยังจุดบัดกรี
หรือจุดที่ต่อเข้ากับขั้วต่อสายจนมีผลทำให้จุดบัดกรีหรือจุดต่อเสียหาย
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.2
- 4.3 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์และตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว (ถ้ามี) ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตาราง
ที่ 1
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.3
- 4.4 ความทนความชื้น
พัดลมต้องทนความชื้นได้ดี โดยเมื่อทดสอบตามข้อ 7.4 แล้ว ต้องยังคงทนไฟฟ้าแรงสูงได้เป็นเวลา 1 นาที
และความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 2 เมกะโอห์ม
- 4.5 กระแสไฟฟ้ารั่ว
กระแสไฟฟ้ารั่วในภาวะที่กำหนดต้องไม่เกิน 0.30 มิลลิแอมแปร์ ในกรณีที่มีการต่อลงดิน กระแสไฟฟ้ารั่วต้อง
ไม่เกิน 3.5 มิลลิแอมแปร์
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.5

ตารางที่ 1 ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
(ข้อ 4.3 และข้อ 7.3.4)

รายการ ที่	ส่วนของมอเตอร์ หรือตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น องศาเซลเซียส		วิธีวัด
		วัสดุฉนวนประเภท เอ	วัสดุฉนวนประเภท อื่นหรือประเภทอื่นที่ ทนอุณหภูมิได้สูงกว่า	
1	ขดลวดหุ้มฉนวนของมอเตอร์	60	75	การเปลี่ยนค่าความ ต้านทาน
2	ส่วนที่ไม่หุ้มฉนวนของมอเตอร์ รวมทั้งแกน	ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุ ฉนวนที่อยู่ติดกัน		ใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์โมคัปเปิล
3	ขดลวดหุ้มฉนวนของตัวเปลี่ยนอัตรา เร็ว (โดยการเดินเครื่องต่อเนื่อง กันที่ตำแหน่งเดินเครื่องใด ๆ)	60	75*	การเปลี่ยนค่าความ ต้านทาน
4	ลวดความต้านทานของตัวเปลี่ยน อัตราเร็ว และตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว ชนิดอื่น (โดยการเดินเครื่องต่อ เนื่องกันที่ตำแหน่งเดินเครื่องใด ๆ)	ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุ ฉนวนที่อยู่ติดกัน		ใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์โมคัปเปิล
5	เปลือกหุ้มตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว**	40		ใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์โมคัปเปิล
6	ผิวภายนอกของตัวเก็บประจุ	ต้องไม่เกินค่าที่ระบุของตัวเก็บประจุ		ใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเทอร์โมคัปเปิล

- หมายเหตุ 1. ถ้าจะใช้เทอร์โมคัปเปิล ให้ใช้เฉพาะกับผิวภายนอกซึ่งเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาอาจแตะต้องได้
2. ค่าของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในตาราง ใช้กับพัดลมที่ใช้งานที่อุณหภูมิโดยรอบไม่เกิน 40 องศา
เซลเซียส หากใช้งานที่อุณหภูมิโดยรอบสูงกว่านี้ ให้ลดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นลงในอัตราเดียวกัน
3. * เฉพาะพัดลมชนิดระบายอากาศ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส
4. ** เฉพาะพัดลมที่เปลือกหุ้มตัวเปลี่ยนอัตราเร็วแตกต่างจากตัวพัดลม

4.6 ความทนไฟฟ้าแรงสูง

พัดลมต้องทนแรงดันไฟฟ้าทดสอบได้เป็นเวลา 1 นาที โดยไม่เกิดการเสียหายสภาพฉนวน
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.6

4.7 ความต้านทานของฉนวน

ต้องไม่น้อยกว่า 2 เมกะโอห์ม
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.7

มอก. 934-2533

4.8 การต่อลงดิน (ถ้ามี)

พัลลัมที่ออกแบบให้ต่อลงดิน ความต้านทานระหว่างส่วนที่เป็นโลหะภายนอก (ยกเว้นส่วนที่หมุนบนรองลื่น) กับขั้วสายดิน ต้องไม่เกิน 0.1 โอห์ม

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.8

4.9 การป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.9 แล้ว

4.9.1 ต้องไม่สามารถแตะต้องถึงส่วนที่มีไฟฟ้าของส่วนประกอบของพัลลัมหรือตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว (ถ้ามี)

4.9.2 สำหรับพัลลัมที่มีฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริม ต้องไม่มีช่องว่างขนาดที่นิ้วทดสอบมาตรฐานสามารถสอดเข้าไปและต้องฉนวนมูลฐานได้

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่พัลลัมทุกเครื่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

- (1) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หรือพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด เป็นโวลต์
- (2) กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่กำหนด เป็นแอมแปร์
- (3) กำลังไฟฟ้าเข้าที่กำหนด เป็นวัตต์
- (4) ความถี่ที่กำหนด หรือพิสัยความถี่ที่กำหนด เป็นเฮิรตซ์
- (5) แบบ (model) หรือรหัสอ้างอิง
- (6) ประเภทของวัสดุฉนวนของชุดสลาต และตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว (ถ้ามี)
- (7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย
- (8) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

5.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย กับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง พัลลัมที่มีแบบและขนาดเดียวกัน ทำจากโรงงานเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

6.2.1 การชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2

6.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

6.2.2.1 ถ้าจำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 ที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3. ข้อ 4. และข้อ 5. เท่ากับเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 ให้ถือว่าพัลลัมรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้

- 6.2.2.2 ถ้าจำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 ที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3. ข้อ 4. และข้อ 5. เท่ากับหรือมากกว่าเลขจำนวนที่ไม่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 ให้ถือว่าพัฒลมนั้นไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้
- 6.2.2.3 ถ้าจำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 ที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3. ข้อ 4. และข้อ 5. อยู่ระหว่างเลขจำนวนที่ยอมรับกับเลขจำนวนที่ไม่ยอมรับ ให้ทดสอบใหม่โดยใช้ตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ถ้าจำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3. ข้อ 4. และข้อ 5. ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 รวมกันน้อยกว่าเลขจำนวนที่ไม่ยอมรับ ให้ถือว่าพัฒลมนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้

ตารางที่ 2 แผนการจัดตัวอย่าง

(ข้อ 6.2.1 และข้อ 6.2.2)

ขนาดรุ่น เครื่อง	ขนาดตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 เครื่อง	ขนาดตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 เครื่อง	เลขจำนวน ที่ยอมรับ	เลขจำนวน ที่ไม่ยอมรับ
ไม่เกิน 50	2	–	0	1
51 ถึง 500	5	5	0	2
501 ถึง 3 200	8	8	0	4

7. การทดสอบ

7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

7.1.1 ลำดับการทดสอบ

ให้ทดสอบพัฒลมตัวอย่างตามลำดับรายการที่กำหนดในมาตรฐานนี้

7.1.2 เครื่องวัดไฟฟ้า

ให้ใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 0.5 ของค่าเต็มสเกล

7.1.3 ในกรณีที่พัฒลมตัวอย่างมีทิศทางหมุนของใบพัด 2 ทิศทาง

ให้ทดสอบในทิศทางหมุนที่ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่า

7.2 การทดสอบการยึดสายไฟฟ้า

ดึงสายอ่อนด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมด้วยแรงเท่ากับ 3 เท่าของน้ำหนักพัฒลมหรือ 100 นิวตัน แล้วแต่ค่าใดจะน้อยกว่า เป็นเวลา 15 วินาที แล้วตรวจพินิจจุดบัดกรีหรือจุดที่ต่อเข้ากับขั้วต่อสาย

7.3 การทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

- 7.3.1 แรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เป็นไปตามตารางที่ 3 และการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าทดสอบในขณะทดสอบ ต้องไม่เกินร้อยละ 1 ของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ

มอก. 934-2533

ตารางที่ 3 แรงดันไฟฟ้าทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
(ข้อ 7.3.1)

แรงดันไฟฟ้าทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น			
เมื่อผลต่างระหว่างค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของค่าต่ำสุด	เมื่อผลต่างระหว่างค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด น้อยกว่าร้อยละ 10 ของค่าต่ำสุด	เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมีค่าเดียว	เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมี 2 ค่าขึ้นไป และมีมอเตอร์พัดลมมี 3 ขั้วขึ้นไป
ค่าสูงสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้า	ค่าเฉลี่ยระหว่างค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดที่ให้ผลเร็วที่สุด

หมายเหตุ พัดลมที่ระบุพิสัยความถี่ ต้องทดสอบที่ความถี่ที่ให้ผลเร็วที่สุด

- 7.3.2 ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ยอมให้ของมอเตอร์พัดลม และตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว ต้องทดสอบที่อุณหภูมิโดยรอบไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
- 7.3.3 วัดอุณหภูมิโดยรอบขณะทดสอบและภายหลังการทดสอบ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์หลาย ๆ อันวางรอบพัดลม ณ จุดต่าง ๆ กันที่ระยะห่างจากพัดลม 1 ถึง 2 เมตร ต้องป้องกันการแผ่รังสีความร้อน และการถ่ายเทอากาศจากภายนอก เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ทดสอบนี้ต้องมีความถูกต้องถึง ± 0.5 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิโดยรอบระหว่างการทดสอบ ซึ่งต้องรักษาให้คงที่ภายใน ± 2 องศาเซลเซียส ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ในระหว่างช่วงเวลาเท่ากัน ภายในระยะเวลา 1 ใน 4 สุดท้ายของเวลาที่ใช้ในการทดสอบ
- 7.3.4 วัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นโดยวิธีที่กำหนดในตารางที่ 1 ภายหลังเดินเครื่องพัดลมมานานจนอุณหภูมิไม่เพิ่มขึ้นอีกแล้ว ให้ทดสอบดังต่อไปนี้
- 7.3.4.1 วัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1 รายการที่ 2 4 5 และ 6 โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์หรือเทอร์โมคัปเปิลวัดที่ผิวของส่วนที่ร้อนที่สุดและส่วนที่ติดกับวัสดุฉนวน
- 7.3.4.2 คำนวณอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1 รายการที่ 1 และ 3 โดยหาค่า t_2 จากการเปลี่ยนค่าความต้านทานของขดลวดทองแดง จากสูตร

$$t_2 = \frac{R_2}{R_1} (t_1 + 235) - 235$$

เมื่อ t_1 คือ อุณหภูมิโดยรอบเมื่อเริ่มต้นการทดสอบ เป็นองศาเซลเซียส

t_2 คือ อุณหภูมิเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ซึ่งหาได้จากการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานเป็นองศาเซลเซียส

R_1 คือ ค่าความต้านทานของขดลวดที่อุณหภูมิ t_1 องศาเซลเซียส เป็นโอห์ม

R_2 คือ ค่าความต้านทานของขดลวดที่อุณหภูมิ t_2 องศาเซลเซียส ซึ่งวัดทันทีเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ เป็นโอห์ม

แล้วหาค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (Δt) จากสูตร

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

7.4 การทดสอบความทนความชื้น

วางพัลลภในที่มีมีความชื้นสัมพัทธ์คงที่ในช่วงร้อยละ 90 ถึง 95 ที่อุณหภูมิช่วง 40 ถึง 50 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิที่เลือกสำหรับการทดสอบนี้ ควรรักษาให้คงที่ภายใน ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยไม่ผ่านกระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์และตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว (ถ้ามี) แล้วนำไปทดสอบความทนไฟฟ้าแรงสูง (ข้อ 7.6) และความต้านทานของฉนวน (ข้อ 7.7) ทันที

7.5 การทดสอบกระแสไฟฟ้ารั่ว

ตั้งพัลลภบนฐานซึ่งกั้นด้วยฉนวนออกจากดิน จัดสวิตช์ดังรูปที่ 1 เพื่อติดมิลลิแอมมิเตอร์ระหว่างโครงของพัลลภกับส่วนที่มีไฟฟ้าทุกส่วน (หีละส่วน) ควรมีความต้านทานที่มีค่าสูงพร้อมด้วยสวิตช์ต่ออนุกรมกับมิลลิแอมมิเตอร์ เพื่อป้องกันมิลลิแอมมิเตอร์ (ความต้านทานของวงจรควรมีค่า $2\,000 \pm 100$ โอห์ม)

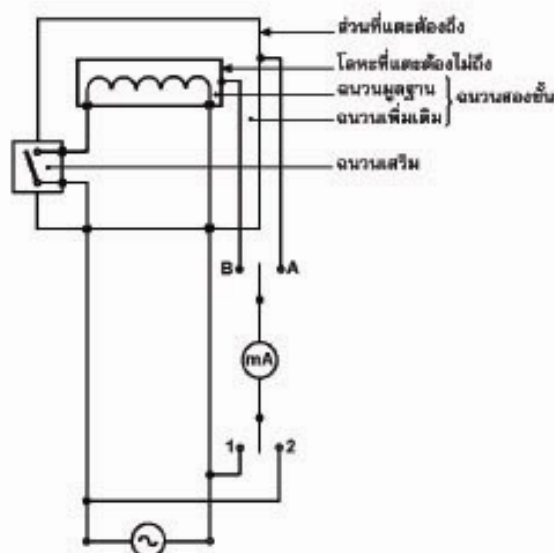
ถ้าพัลลภมีอุปกรณ์จัดการรบกวนคลื่นวิทยุ ให้ตัดออกระหว่างการทดสอบ

ถ้าพัลลภมีสายดิน ให้จ่ายพลังงานไฟฟ้าแก่พัลลภโดยผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนแยก หรือมิฉะนั้นก็ต้องไม่ให้พัลลภต่อวงจรกับดิน

ให้ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับทดสอบ อิมพีแดนซ์ของมิลลิแอมมิเตอร์ควรมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับอิมพีแดนซ์ของวงจรทดสอบ และมิลลิแอมมิเตอร์ต้องเป็นแบบที่ไม่ถูกกระทบกระเทือนโดยรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้า

ต่อพัลลภเข้ากับแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือเท่ากับ 1.1 เท่าของขีดจำกัดบนของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด แล้วให้พัลลภทำงานตามปกติเป็นเวลา 10 นาที

ขณะพัลลภทำงานอยู่ วัดกระแสไฟฟ้ารั่วจากแต่ละสายป้อนไปยังส่วนโลหะที่แต่ละต้องถึง หรือไปยังโลหะเปลวบนส่วนที่อยู่ภายนอกที่เป็นฉนวน หรือไปยังส่วนโลหะที่ฉนวนฐานของพัลลภประเภท II (พัลลภที่มีฉนวนสองชั้น และ/หรือฉนวนเสริมโดยตลอด และไม่มีขั้วต่อสายดิน)



รูปที่ 1 วงจรทดสอบกระแสไฟฟ้ารั่ว

(ข้อ 7.5)

มอก. 934-2533

7.6 การทดสอบความทนไฟฟ้าแรงสูง

7.6.1 ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าซึ่งมีขนาดไม่น้อยกว่า 500 โวลต์แอมแปร์

7.6.2 ให้ทดสอบกับมอเตอร์และตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว (ถ้ามี) ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วในสภาพการทำงานปกติ นอกจากตัวเก็บประจุซึ่งต้องปลดสายออกจากวงจรก่อนทดสอบ

7.6.3 ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามข้อ 7.6.4 หรือข้อ 7.6.5 ซึ่งมีความถี่ 50 แสตรซ์ และมีลักษณะรูปคลื่นใกล้เคียงไซน์ซอซด์ โดยให้เริ่มป้อนแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบ คงค่านี้นี้ไว้เป็นเวลา 1 นาที

7.6.4 ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ 1 500 โวลต์ ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับเปลือกนอกที่เป็นโลหะของมอเตอร์

7.6.5 ขนาดของแรงดันไฟฟ้าทดสอบสำหรับตัวเปลี่ยนอัตราเร็วที่แยกต่างหาก ให้ใช้ค่าดังต่อไปนี้

7.6.5.1 1 500 โวลต์ ระหว่างขั้วต่อสายกับเปลือกนอกที่เป็นโลหะ

7.6.5.2 1 500 โวลต์ ระหว่างขั้วต่อสายทั้งสองของตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว เมื่อปลดสวิตซ์

7.6.6 ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบเป็นเวลา 1 นาทีแล้ว ให้เอาแรงดันไฟฟ้าทดสอบออก แล้วนำไปทดสอบความต้านทานของฉนวน (ข้อ 7.7) ต่อไป

7.7 การทดสอบความต้านทานของฉนวน

วัดความต้านทานของฉนวนของพัดลมและตัวเปลี่ยนอัตราเร็ว (ถ้ามี) ภายหลังการทดสอบความทนไฟฟ้าแรงสูง (ข้อ 7.6) ทันที โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันไฟฟ้าประมาณ 500 โวลต์ ป้อนเข้าระหว่างจุดซึ่งใช้ทดสอบความทนไฟฟ้าแรงสูง

7.8 การทดสอบการต่อลงดิน

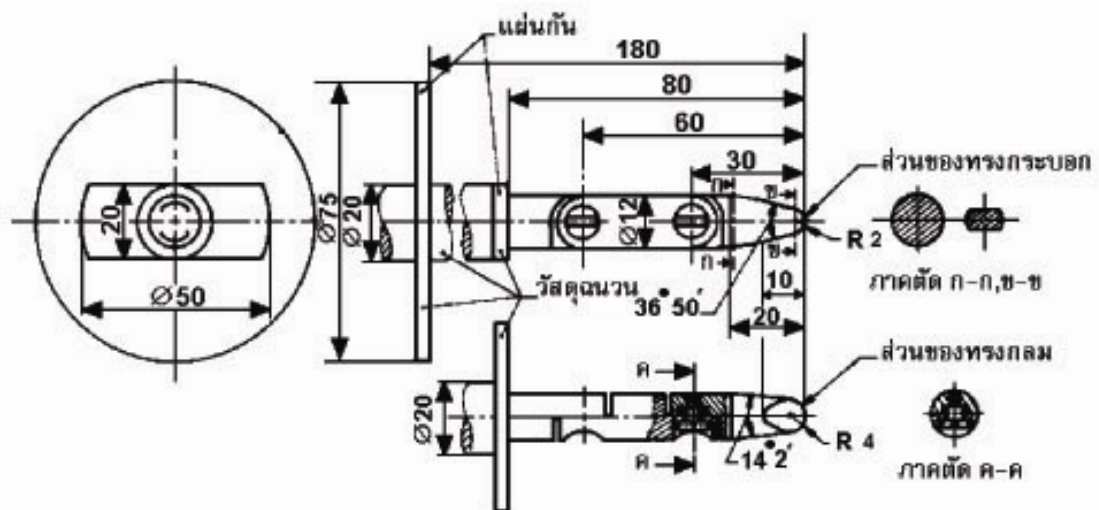
คำนวณความต้านทานระหว่างส่วนที่เป็นโลหะภายนอกกับขั้วต่อสายดิน โดยป้อนกระแสไฟฟ้า 25 แอมแปร์จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันไฟฟ้าในขณะที่ไม่ได้โหลดไม่เกิน 6 โวลต์

7.9 การทดสอบการป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ

ใช้นี้ทดสอบมาตรฐานที่ทำจากทองแดงหรือทองแดงเจือ ตามรูปที่ 2 ตรวจช่องเปิดทั้งหมดของพัดลม ซึ่งสามารถสอดนิ้วทดสอบลงไปได้ทุก ๆ ตำแหน่งโดยไม่ต้องใช้แรงมากนัก

นิ้วทดสอบต้องไม่สัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนหุ้ม

มอก. 934 – 2533



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

หมายเหตุ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

- ขอบมุม ± 5 ลิปตา
- ขอบมิติเชิงเส้น : ไม่เกิน 25 มิลลิเมตร $- 0.05$ มิลลิเมตร
- : เกิน 25 มิลลิเมตร ± 0.2 มิลลิเมตร

รูปที่ 2 นิวทศอบมาตรฐาน
(ข้อ 7.9)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล ที่อยู่	พันตำรวจโท อติชัย กันหา 101/103 หมู่ 9 ถนนกาญจนาบุรี-อุททอง ตำบลปากแพรก อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี
สถานที่ทำงาน	วิทยาการ เขต 15 ถนนท้าวพระ ตำบลเมืองนครปฐม อำเภอเมือง นครปฐม จังหวัดนครปฐม โทรศัพท์ 0-3425-1981
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2527	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
พ.ศ. 2548	รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยพัฒนา
พ.ศ. 2549	ศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2529-2539	รองสารวัตร งานตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและถ่ายภาพ กองกำกับการ 1 กองพิสูจน์หลักฐาน(กรุงเทพฯ)
พ.ศ. 2540	นักวิทยาศาสตร์โท กองพิสูจน์หลักฐาน(กรุงเทพฯ)
พ.ศ. 2541-2546	สารวัตร งาน 4 (ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและถ่ายภาพ) วิทยาการเขต (อุบลราชธานี)
พ.ศ. 2547	สารวัตร วิทยาการจังหวัดสมุทรสาคร
พ.ศ. 2548-ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์(สัญญาบัตร 3) งานตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและถ่ายภาพ วิทยาการเขต 15 (นครปฐม)