

การศึกษาสารเทอร์โมพลาสติกที่ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า
STUDY OF THERMOPLASTIC MATERIALS
AS ELECTRICAL INSULATIONS

064681

โดย

นายวิไล สุวรรณบุญรัตน์ บ.ศ.บ. (เกียรตินิยม), 2500

วิไลบุญรัตน์

เป็นส่วนหนึ่งของผลงานที่นำเสนอเป็นวิทยานิพนธ์

ของโรงเรียนวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้า

ปี พ.ศ. 2508

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศกษัตริย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศกษัตริย์
 เป็นส่วนราชการกรมการศึกษานานาชาติ เพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิต

คณะคณาจารย์วิทยาลัย

และกรรมการพรรควิชา... *วชิรเวศกษัตริย์* ... ประธานกรรมการ
วชิรเวศกษัตริย์ กรรมการ
วชิรเวศกษัตริย์ กรรมการ
 กรรมการ
 กรรมการ

อาจารย์วิชา... วชิรเวศกษัตริย์ ดร. วชิรเวศกษัตริย์ วชิรเวศกษัตริย์
 วันที่... ๗... เดือน... มิถุนายน... ๒๕๕๘.

บทคัดย่อ

โครงการสำรวจหาปริมาณของปริมาณของยาสูบในร้านขายยาสูบในเขตเมือง
และเมืองในเขตเมือง และในท้องถิ่นต่าง ๆ ซึ่งอยู่ตามพื้นที่ทางใต้ของจังหวัดสงขลา
และจังหวัดปัตตานี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของยาสูบในร้านขายยาสูบ
ที่มากน้อยเท่าใด โดยวิธีสุ่มตัวอย่าง โดยโครงการสำรวจเมืองสงขลาและเมือง
ปัตตานีโดย สุ่มตัวอย่างตามตารางของ โกลบ์เมืองเมือง, ส่วนของเมืองสงขลา,
เมืองปัตตานี และเมืองปัตตานีของจังหวัดสงขลา และเมืองปัตตานีมากรวม
รวมของยาสูบในร้านขายยาสูบในเขตเมืองต่าง ๆ จากผลของการทดลองครั้งนี้
จึงได้พบว่ามีปริมาณของยาสูบในร้านขายยาสูบในจังหวัดสงขลา และ
จังหวัดปัตตานี ซึ่งอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ของเมืองปัตตานีและเมืองสงขลา
มีดังนี้

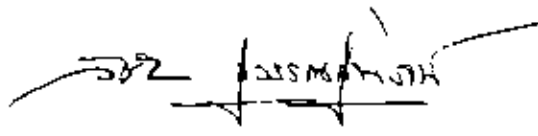
Abstract

In order to set up the standard specification of thermoplastic insulation for electrical conductors, it is necessary to know the electrical properties of these thermoplastic materials. Thermoplastic materials which are used as electrical insulation manufactured in Thailand are used in the study and testing throughout this thesis. By varying ingredients and dimensions, changing types of thermoplastic specimens at various temperatures, the results from which are compared to the foreign standard specifications. It is found out that the electrical properties of thermoplastic materials used as insulations for electrical conductors that are manufactured in Thailand, are as good as those from International Standards.

คำนำ

วิชาเคมี เป็นวิชาที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อวงการอุตสาหกรรมของชาติใน
ประมาณ 8 เดือน นี้มีนักเรียนที่จบมัธยมศึกษาตอนต้นและกำลังศึกษาวิชา
หลายแขนง เช่น ศึกษาศาสตร์ การเกษตรกรรม ในการศึกษาวิชาเคมี ภายใต้นี้จึงมีรายการ
ในวารสารเคมี

วารสารเคมี เป็นวารสารที่จัดทำขึ้นโดยโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
และโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง
ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางเคมีแก่เยาวชนและ
ผู้สนใจในวิชาเคมี และเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจ
และใฝ่หาความรู้ทางเคมีมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังใช้เป็นสื่อ
กลางในการติดต่อสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนและครูอาจารย์
ในโรงเรียนต่าง ๆ และเพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยกัน
แก้ปัญหาทางเคมี และเพื่อเป็นช่องทางในการเผยแพร่ผลงาน
ทางเคมีของนักเรียนและครูอาจารย์ในโรงเรียนต่าง ๆ
อีกด้วย



สารบัญ

	หน้า
บทสังเขป	6
คำนำ	7
บทนำ	1
บทที่ 1 วัสดุที่ใช้ในทางวิศวกรรมไฟฟ้า	3
1.1 คุณสมบัติทั่วไปของตัวนำ	3
1.2 คุณสมบัติทั่วไปของฉนวนไฟฟ้า	4
1.3 คุณสมบัติทั่วไปของสารกึ่งตัวนำ	5
1.4 คุณสมบัติทั่วไปของสารเฟอร์โรแมกเนติก	6
บทที่ 2 ฉนวนไฟฟ้า	7
2.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้า	8
2.1.1 ความต้านทานของฉนวน	8
2.1.2 Dielectric strength	10
2.1.3 Discipation Factor และ Power factor	10
2.1.4 Dielectric constant	14
2.2 คุณสมบัติทางความร้อน	14
2.2.1 Heat aging	15
2.2.1 การนำความร้อน	15
2.3 คุณสมบัติทางกล	15
2.4 คุณสมบัติทางเคมี	16
บทที่ 3 พหุขั้วของฉนวนไฟฟ้า	17
3.1 Electric dipole	17
3.2 Polarization และ Dielectric constant	18
3.3 Multiple dielectric	22

	หน้า
บทที่ 4 การแบ่งจำพวกของฉนวน	25
4.1 การแบ่งจำพวกฉนวนตามอุณหภูมิที่จะใช้งาน	25
4.2 การแบ่งจำพวกฉนวนของสายไฟฟ้าตามงานที่ใช้	27
บทที่ 5 สารเทอร์โมพลาสติก	35
5.1 สารโพลีเมอร์	35
5.2 การแบ่งจำพวกพลาสติก	36
5.3 คุณสมบัติ และประโยชน์ของสารเทอร์โมพลาสติก	37
5.4 สารเทอร์โมพลาสติกที่สำคัญในทางไฟฟ้า	39
5.4.1 Polyethylene (P.E.)	39
5.4.2 Polyvinyl chloride (P.V.C.)	40
บทที่ 6 วิธีทดสอบคุณสมบัติของฉนวนไฟฟ้า	41
6.1 วิธีเตรียม Specimen	41
6.2 วิธีวัด ค่า Dielectric constant และ Dissipation factor	45
6.3 การวัดค่า Volume resistivity	47
6.4 การวัดค่า Break down electric field intensity	49
บทที่ 7 ชนิดของการทดลอง	127
7.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power factor กับ อุณหภูมิ	127
7.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Volume resistivity กับ อุณหภูมิ	127
7.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Volume resistivity กับ applied voltage	128
7.4 ผลรูปและขนาดหน้า	129

	หน้า
สารบัญย่อ ก.	132
สารบัญย่อ ข.	141

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
4.1	Conductor Application	27
5.1	คุณสมบัติของสารเทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและประโยชน์	37
5.2	คุณสมบัติทางกายภาพของสารเทอร์โมพลาสติก	42
6.1	Deformation Temperature of Thermoplastics	52
	ตารางแสดงผลการทดลอง	54

กิจการไฟฟ้าในประเทศไทยซึ่งได้เริ่มดำเนินการแล้ว เป็นเวลาไ
 น้อยกว่า 60 ปี ได้ได้รับความนิยมและเข้าใจประโยชน์ในการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อ
 กิจการต่าง ๆ มากขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะเห็นได้ว่ากำลังอำนาจของการพลังงานไฟฟ้า
 ในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา เพิ่มขึ้นสูงมาก เฉพาะในระชนคร-ธนบุรี ก็คิดเฉลี่ย
 ประมาณ 20% ต่อปี ในทางจังหวัดประมาณ 12-16% ต่อปี ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการผลิต
 และการใช้พลังงานไฟฟ้ากันอย่างกว้างขวาง

ปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วในขณะนี้ และจะต้องเผชิญกับความยุ่งยากเพิ่มขึ้นเป็น
 หัวข้อต่อไปในอนาคต เช่นเรื่องรองความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า ดังปรากฏอยู่
 เมื่อนำ เกิดสิ่งไหม้ เพราะใช้ไฟขาด สายไฟรั่ว วนถูกไฟ ฯลฯ ถึงแก่ความ
 ตายอยู่บ่อย ๆ จากสถิติของกรมสำรวจภาคภูมิจึงแจ้งว่า เฉลี่ยไหม้ต้นเกิดจากการใช้
 ไฟฟ้า เฉพาะใน ระชนคร-ธนบุรี ปีค.ศ. 2507 มีจำนวนถึง 71 ราย และมีผู้
 ถูกไฟช้ถึงแก่ความตายในปีค.ศ. 2506 มีถึง 12 คน สาเหตุอันหนึ่งที่ทำให้
 เกิดเหตุดังกล่าวคือ การใช้ไฟฟ้าไม่ถูกต้องกลางเสา ฉนวนของสินค้าไฟฟ้า
 ลังการเกิดความเสื่อมเสียหาย ใตงั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานของสินค้า
 ไฟฟ้าไว้เพื่อสวัสดิภาพของผู้ใช้ และเป็นแนวทางในการผลิตสินค้าไฟฟ้าภายใน
 ประเทศ ให้มีมาตรฐานใกล้เคียงกับสินค้าของต่างประเทศ เมื่อการ
 ส่งเสริมอุตสาหกรรมภายในประเทศก็จะได้ผลดียิ่งกว่า

สายไฟฟ้าเป็นสินค้าใช้ฟ้สามชนิดหนึ่ง ที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในกิจการ
 ไฟฟ้าทุกประเภท จำเป็นต้องมีมาตรฐานไว้ได้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ นอกจาก
 มาตรฐานดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ ก็คงจะมีขบวนการระดมการ ก่อสร. การรจน
 ผลิตไฟฟ้าเรื่องหนึ่งขอเมือง วิทยาลัย นอวม. เฝ้จึงมีความมุ่งหมายอีก หนึ่ง เป็นแนว
 ทางที่จะก่อให้เกิดมาตรฐานสายไฟฟ้าชนิดใดในประเทศ โดยเฉพาะชนิดที่

ฉนวนเคลือบสาร เพลอร์โมพลาสติกทอใย และเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้อย่าง
สาร เพลอร์โมพลาสติกชนิดบาง ๆ จากโรงงานผลิตขายไปทั่วภาคใต้
ของประเทศไทย มาทำการทดลองวิจัยนี้ เธออาจจะยึดถือได้ว่า ตัวอย่างดังกล่าว
เป็นตัวแทนของสาร เพลอร์โมพลาสติกที่ไหลมาขายไปทั่ว ซึ่งผลิตใน
ประเทศไทย