

บทที่ 3 การทดลอง

3.1 ขอบเขตการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ ทำการศึกษากระบวนการของสารเคมีและภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการตกแต่งหน่วงไฟผ้าฝ้าย จะแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ การใช้งานของกรดฟอสฟอริกร่วมกับไคโทซาน และการใช้งานของพอลิฟอสเฟตร่วมกับไคโทซาน ซึ่งมีสารเชื่อมขวางช่วยในการยึดติดของสารเคมีบนผ้าฝ้าย โดยเปรียบเทียบกับระบบของสารหน่วงไฟทางการค้าที่ใช้ในการตกแต่งหน่วงไฟผ้าฝ้ายจากนั้นนำผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งหน่วงไฟทั้งก่อนและหลังการซัก มาทดสอบด้วยเครื่องทดสอบหาพฤติกรรมและอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศา (Atlas 45° Automatic Flammability Tester) อุปกรณ์การทดลองสำหรับหาอัตราเร็วและพฤติกรรมในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศา (Experimental Apparatus For Vertically Downward Flame Spread Test) แล้วทำการบันทึกภาพด้วยวีดิทัศน์ ทดสอบหาค่า LOI (Limiting Oxygen Index) วิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วย TGA (Thermogravimetric Analysis) ศึกษาพื้นผิวของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด SEM (Scanning Electron Microscopy) และตรวจสอบสมบัติเชิงกลจากสมบัติความทนน้ำหนักแรงดึงที่จุดขาดของผ้า

3.2 วัสดุดิบและสารเคมี

- 1) ผ้าฝ้าย โครงสร้างผ้าทอ ลายขัด (plain weave)
ส่วนประกอบ ด้ายพุ่งและด้ายยืนเป็นผ้าฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการเผาขน ไม่ชุบมัน โดยมีขนาดเส้นด้าย 20 x 20
น้ำหนักผ้าต่อพื้นที่ 136 กรัมต่อตารางเมตร
ความหนาแน่นของผ้า ด้ายพุ่ง 59 เส้นต่อตารางนิ้ว
ด้ายยืน 65 เส้นต่อตารางนิ้ว
บริษัท บุญช่วยอุตสาหกรรมฟอกย้อม
- 2) ไคโทซาน น้ำหนักโมเลกุล 800,000 กรัมต่อโมล
ระดับการดีอะซิทิลเลชัน 85 เปอร์เซ็นต์

- 3) กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 85 analytical grade จากบริษัท MERCK
- 4) กรดแอสติติกความเข้มข้นร้อยละ 100 analytical grade จากบริษัท BHD Laboratory
- 5) สารเชื่อมขวาง Modercross® (Ethylenediamine tetramethacrylate)
ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Modern Dyestuffs and Pigments Co., Ltd
- 6) โซเดียมพอลิฟอสเฟต (พอลิฟอส ที) ความเข้มข้นร้อยละ 60
ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท V.P.C. Group
- 7) โพลแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต analytical grade จากบริษัท M&B Laboratory Chemical
- 8) PYROVATEX CP new® (N-methylol dimethyl phosphono propionamide)
ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Ciba Specialty Chemicals (Thailand) Limited
- 9) LYOFIX CHN® (Melamine)
ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Ciba Specialty Chemicals (Thailand) Limited
- 10) Non-ionic surfactant

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 1) เครื่องตัดผ้าเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 11.3 เซนติเมตร เพื่อนำไปหาค่าน้ำหนักผ้า
บริษัท Sumeth Labtest Ltd., Part
- 2) เครื่องชั่งน้ำหนักผ้าอินฟราเรด บริษัท AND Infrared Moisture
Determinating
- 3) เครื่องวัดความหนาแน่นของผ้า บริษัท Sumeth Labtest Ltd., Part
- 4) เครื่องจุ่มอัด (Padder) บริษัท TSUII DYEING MACHINE
- 5) เครื่องอบไอร้อนแห้ง บริษัท Rapid Labortex
- 6) ตะแกรงขึงผ้า (Stenter)
- 7) ตู้ดูดความชื้น (Dessicator) IUCHI
- 8) เครื่องทดสอบหาอัตราเร็วและพฤติกรรมในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศา
รุ่น ATLAS
- 9) อุปกรณ์สำหรับหาอัตราเร็วและพฤติกรรมในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศา
- 10) เครื่องทดสอบหาค่า LOI รุ่น Stanton Redcroft Limiting Oxygen Indexer
- 11) เครื่องวิเคราะห์สมบัติทางความร้อน TGA รุ่น SDT 2960 Simultaneous

- 12) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) รุ่น Joel JSM 5800 LV
- 13) เครื่องทดสอบความทนแรงดึง (Universal Tensile Testing Machine LLOYD Instrument LR 100K)
- 14) กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวยุคดิจิทัล Sony Handycam รุ่น DCR-TRV740E

3.4 การศึกษาระบบของสารเคมีและภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการตกแต่งหนองไฟผ้าฝ้าย ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้

3.4.1 การตกแต่งหนองไฟผ้าฝ้ายด้วยกรดฟอสฟอริกและสารละลายโคโธซานที่มีสารเชื่อมขวาง

3.4.1.1 วิธีการเตรียมสารละลายโคโธซานที่มีสารเชื่อมขวาง

3.4.1.1.1 ละลายสารเชื่อมขวางในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมื่อเทียบกับปริมาณของโคโธซาน ลงในสารละลายกรดแอซิดิกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 8 แล้วกวนให้ละลาย เป็นเวลา 15 นาที

3.4.1.1.2 ชั่งโคโธซาน 2 กรัม ใส่ลงในสารละลายกรดแอซิดิก 100 มิลลิลิตร ที่มีสารเชื่อมขวาง แล้วกวนให้ละลาย เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นตั้งสารละลายทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาทีเพื่อให้ฟองในสารละลายหมดไป

3.4.1.1.3 เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตลงในสารละลายโคโธซานที่มีสารเชื่อมขวาง โดยใช้ปริมาณของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตร้อยละ 5 ของสารเชื่อมขวางแล้วกวนให้ละลาย เป็นเวลา 5 นาที

3.4.1.2 วิธีการเตรียมขึ้นทดสอบ

3.4.1.2.1 นำผ้าที่ตัดแล้ว โดยให้ด้ายยืนและด้ายพุ่งของผ้าขนานกับความยาวและความกว้างของผ้าตามลำดับ เข้าตู้ดูดความชื้นที่รักษาความชื้นได้น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นนำผ้าออกมาชั่งน้ำหนักก่อนการจุ่มอัด หลังจากนั้นทำการจุ่มอัดด้วยสารละลายกรดฟอสฟอริกที่มีความเข้มข้น 0.867 โมลาร์ ให้มี % pick up 80-90 โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\% \text{ pick up} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

โดยที่ W_0 = น้ำหนักผ้าก่อนการตกแต่งห่วงไฟ

W_1 = น้ำหนักผ้าหลังการจุ่มอัด

3.4.1.2.2 นำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดไปซิงด้วยตะแกรงซิงผ้า แล้วทำให้แห้งด้วยเครื่องอบไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

3.4.1.2.3 นำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดด้วยสารละลายกรดฟอสฟอริก มาจุ่มอัดซ้ำอีกครั้งด้วยสารละลายโคโทะซานที่เตรียมไว้ในข้อ 3.4.1.1 ให้มี % pick up 90-95

3.4.1.2.4 นำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดครั้งที่ 2 ไปซิงด้วยตะแกรงซิงผ้า แล้วเร่งปฏิบัติการเกิดการเชื่อมขวางบนผ้าด้วยเครื่องอบไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำผ้าเข้าสู่ตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำผ้ามาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหา % add on ก่อนซัก โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\% \text{ add on ก่อนซัก} = \frac{W_2 - W_0}{W_0} \times 100$$

โดยที่ W_0 = น้ำหนักผ้าก่อนการตกแต่งห่วงไฟ

W_2 = น้ำหนักผ้าหลังการตกแต่งห่วงไฟ

3.4.1.2.5 ทำการซักล้างผ้าที่ผ่านการตกแต่งห่วงไฟด้วยสารละลาย Non-ionic surfactant โดยใช้อัตราส่วน L:R คือ 1:50 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นล้างผ้าที่ซักด้วยน้ำที่ไหลผ่านตลอด เป็นเวลา 10 นาที ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 121 เล่ม 3-2518

3.4.1.2.6 นำผ้าที่ผ่านการซักมาตากให้แห้ง แล้วนำเข้าสู่ตู้ดูดความชื้น เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง จากนั้นนำผ้ามาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหา % add on หลังซัก โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\% \text{ add on หลังซัก} = \frac{W_3 - W_0}{W_0} \times 100$$

โดยที่ W_0 = น้ำหนักผ้าก่อนการตากแห้งในวงไฟ

W_3 = น้ำหนักผ้าหลังการซัก

3.4.2 การตากแห้งวงไฟผ้าฝ้ายด้วยพอลิฟอสฟอรัส และสารละลายโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง

3.4.2.1 วิธีการเตรียมสารละลายโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง

3.4.2.1.1 ละลายสารเชื่อมขวางในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมื่อเทียบกับปริมาณของโคโทซานลงในสารละลายกรดแอซิดิกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 8 แล้วกวนให้ละลาย เป็นเวลา 15 นาที

3.4.2.1.2 ชั่งโคโทซาน 2 กรัม ใส่ลงในสารละลายกรดแอซิดิก 100 มิลลิลิตร ที่มีสารเชื่อมขวาง แล้วกวนให้ละลายเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นตั้งสารละลายทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ฟองในสารละลายหมดไป

3.4.2.1.3 เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตลงในสารละลายโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง โดยใช้ปริมาณของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตร้อยละ 5 ของสารเชื่อมขวางแล้วกวนให้ละลาย เป็นเวลา 5 นาที

3.4.2.2 วิธีการเตรียมชิ้นทดสอบ

3.4.2.2.1 นำผ้าที่ตัดแล้ว โดยให้ด้ายยืนและด้ายพุ่งของผ้าขนานกับความยาวและความกว้างของผ้าตามลำดับ เข้าตู้ดูดความชื้นที่รักษาความชื้นได้น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นนำผ้าออกมาชั่งน้ำหนักก่อนการจุ่มอัด หลังจากนั้นทำการจุ่มอัดด้วยสารละลายพอลิฟอสฟอรัส 5 เปอร์เซ็นต์ ให้มี เปอร์เซ็นต์ pick up 80-90 โดยใช้สูตรในการคำนวณเดียวกันกับข้อ 3.4.1.2.1

3.4.2.2.2 นำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดไปชิงด้วยตะแกรงชิงผ้า แล้วทำให้แห้งด้วยเครื่องอบไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

3.4.2.2.3 นำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดด้วยสารละลายพอลิฟอสที่ร้อยละ 5 มาจุ่มอัดซ้ำอีกครั้งด้วยสารละลายโคโชนานที่เตรียมไว้ในข้อ 3.4.2.1 ให้มี % pick up 90-95

3.4.2.2.4 นำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดครั้งที่ 2 ไปซิงด้วยตะแกรงซิงผ้า แล้วเร่งปฏิบัติการเกิดการเชื่อมขวางบนผ้าด้วยเครื่องอบไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำผ้าเข้าสู่ตูดยืดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำผ้ามาซิงน้ำหนักเพื่อคำนวณหา % add on โดยใช้สูตรในการคำนวณเดียวกันกับข้อ 3.4.1.2.4

3.4.2.2.5 ทำการซักล้างผ้าที่ผ่านการตกแต่งห่วงไฟ ด้วยสารละลาย Non-ionic surfactant โดยใช้อัตราส่วน L:R คือ 1:50 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นล้างผ้าที่ซักด้วยน้ำที่ไหลผ่านตลอด เป็นเวลา 10 นาที ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 121 เล่มที่ 3-2518

3.4.2.2.6 นำผ้าที่ผ่านการซักมาตากให้แห้ง แล้วนำเข้าสู่ตูดยืดความชื้นเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นนำผ้ามาซิงน้ำหนักเพื่อคำนวณหา % add on หลังซัก โดยใช้สูตรในการคำนวณเดียวกันกับข้อ 3.4.1.2.6

3.5 ระบบของสารห่วงไฟทางการค้าที่ใช้ในการตกแต่งห่วงไฟผ้าฝ้าย ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้

3.5.1 การตกแต่งห่วงไฟผ้าฝ้ายด้วย PYROVATEX CP new® และใช้กรดฟอสฟอริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

3.5.1.1 วิธีการเตรียมสารละลาย PYROVATEX CP new®

3.5.1.1.1 ละลาย PYROVATEX CP new® 300 กรัมต่อลิตรในน้ำกลั่น แล้วกวนให้ละลายเข้ากัน

3.5.1.1.2 เติมกรดฟอสฟอริก 20 กรัมต่อลิตร แล้วกวนให้เข้ากัน

3.5.1.2 วิธีการเตรียมชิ้นทดสอบ

3.5.1.2.1 นำผ้าที่ตัดแล้ว โดยให้ด้ายยืนและด้ายพุ่งของผ้าขนานกับความยาวและความกว้างของผ้า ตามลำดับ เข้าสู่ตูดยืดความชื้นที่รักษาความชื้นได้น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นนำผ้าออกมาซิงน้ำหนักก่อนการจุ่มอัด หลังจากนั้นทำการ

จุ่มอัดด้วยสารละลาย PYROVATEX CP new® ให้มี % pick up 80-90 โดยใช้สูตรในการคำนวณเดียวกันกับข้อ 3.4.1.2.1

3.5.1.2.2 นำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดไปซึ่งด้วยตะแกรงชิงผ้า แล้วทำให้แห้งด้วยเครื่องอบไอร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำผ้าเข้าสู่ตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำผ้ามาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหา % add on โดยใช้สูตรในการคำนวณเดียวกันกับข้อ 3.4.1.2.4

3.5.1.2.5 ทำการซักล้างผ้าที่ผ่านการตกแต่งหนองไฟ ด้วยสารละลาย Non-ionic surfactant โดยใช้อัตราส่วน L:R คือ 1:50 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นล้างผ้าที่ซักด้วยน้ำที่ไหลผ่านตลอด เป็นเวลา 10 นาที ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 121 เล่มที่ 3-2518

3.5.1.2.6 นำผ้าที่ผ่านการซักมาตากให้แห้ง แล้วนำเข้าสู่ตู้ดูดความชื้น เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นนำผ้ามาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหา % add on หลังซัก โดยใช้สูตรในการคำนวณเดียวกันกับข้อ 3.4.1.2.6

3.5.2 การตกแต่งหนองไฟผ้าฝ้ายด้วย PYROVATEX CP new® LYOFIX CHN และใช้กรดฟอสฟอริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

3.5.2.1 วิธีการเตรียมสารละลาย PYROVATEX CP new® ที่มี LYOFIX CHN

3.5.2.1.1 ละลาย PYROVATEX CP new® 300 กรัมต่อลิตรในน้ำกลั่น แล้วกวนให้ละลายเข้ากัน

3.5.2.1.2 ละลาย LYOFIX CHN 50 กรัมต่อลิตรในสารละลายข้างต้น

3.5.2.1.3 เติมกรดฟอสฟอริก 20 กรัมต่อลิตร แล้วกวนให้เข้ากัน

3.5.2.2 วิธีการเตรียมขึ้นทดสอบ

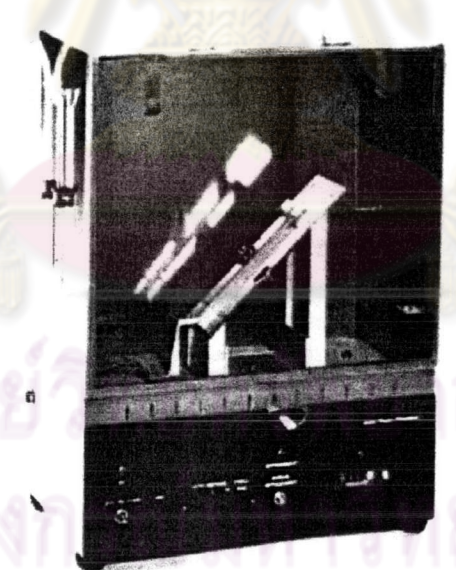
ทำเช่นเดียวกับในข้อ 3.5.1.2

3.6 การศึกษาพฤติกรรมและอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟบนผ้าฝ้าย

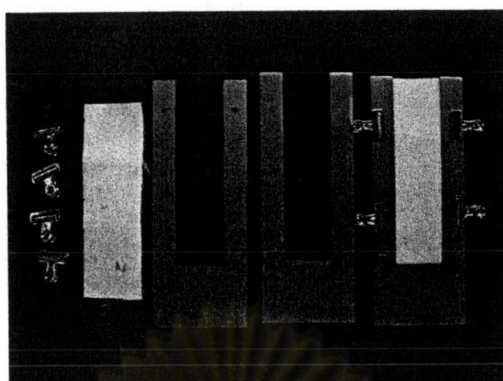
วัตถุประสงค์ของการทดสอบนี้เพื่อศึกษาพฤติกรรม และอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งห่วงไฟทั้งแนว 45 องศา และแนวตั้ง 90 องศา โดยการศึกษาดังกล่าวจะทำการสังเกตพฤติกรรม และอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟจากกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว

3.6.1 วิธีการทดสอบแบบแนว 45 องศา

นำผ้าที่เตรียมได้ทั้งก่อนและหลังการซักมาตัดให้ได้ขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร และความยาว 16.5 เซนติเมตร ตามมาตรฐาน ASTM D1230 และวิธีการทดสอบของเครื่องทดสอบ Atlas 45° Automatic Flammability Tester ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์จุดไฟมาตรฐาน Rack สำหรับยึดผ้าที่จะทำการทดสอบ และอุปกรณ์จับเวลาอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 เครื่อง AFC



รูปที่ 3.2 Rack สำหรับยึดผ้าที่ใช้ในการทดสอบ

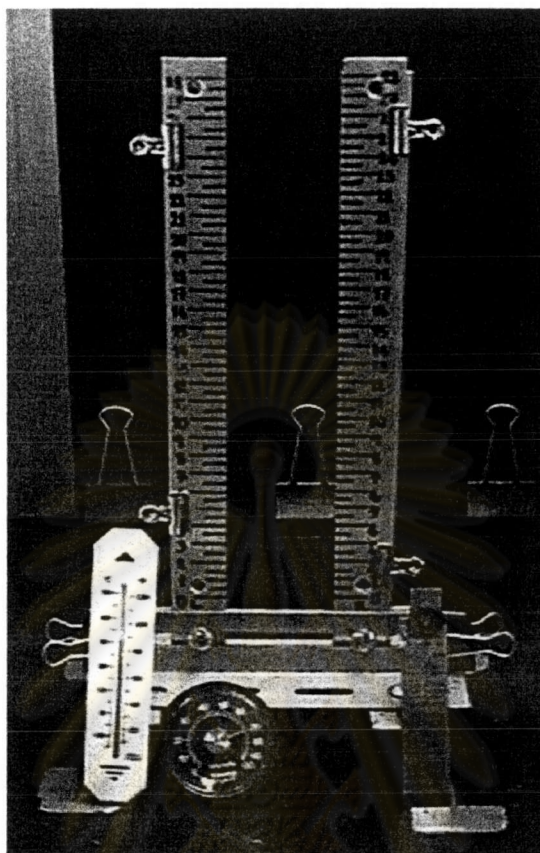
นำผ้าที่ยึดด้วย Rack มาทำการทดสอบ โดยวาง Rack บนเครื่องทดสอบด้วยมุมเอียง 45 องศา หลังจากนั้นจุดไฟให้ได้ความยาว 5/8 นิ้ว บริเวณบนพื้นผิวเหนือปลายผ้าด้านล่าง 19 มิลลิเมตร เป็นเวลา 5 วินาที และบันทึกเวลาที่เปลวไฟเคลื่อนที่ขึ้นไปถึง stop cord (ด้ายฝ้าย ชุบมันขนาด 50/3) ซึ่งคิดเป็นระยะทาง 12.7 เซนติเมตร หรือ 5 นิ้ว จะทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟ (flame spread rate) เซนติเมตร ต่อวินาที โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ยในการลุกลามของเปลวไฟ (เซนติเมตร/วินาที)} = \frac{\text{ระยะทางการเคลื่อนที่ของเปลวไฟ}}{\text{เวลาที่เปลวไฟใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

หลังจากเปลวไฟดับแล้ว จะทำการวัดความยาวของ char (char length) โดยเริ่มวัดจาก ตำแหน่งด้านขอบล่างของการจุดไฟ ไปจนถึงส่วนที่ยาวที่สุดของ char แล้วทำการบันทึกผล

3.6.2 วิธีการทดสอบแบบแนวตั้ง 90 องศา

นำผ้าที่เตรียมได้ทั้งก่อนและหลังการซักมาตัดให้ได้ขนาดความกว้าง 9 เซนติเมตร และความยาว 20 เซนติเมตร ซึ่งอุปกรณ์นี้จะประกอบด้วยตัวจับซึ่งทำจากเหล็กขนาดความกว้าง 3.3 เซนติเมตร และความยาว 33 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน ตั้งอยู่บนฐานสำหรับการทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบในแนวตั้ง 90 องศา

ผ้าที่จะทำการทดสอบจะถูกนำมาวางบนตัวจับในแกนแนวตั้ง โดยมีระยะห่างระหว่างตัวจับ 5 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการสังเกตการเคลื่อนที่ของเปลวไฟ หลังจากนั้นจุดไฟบนตะเกียงปากสามเหลี่ยมที่มีความกว้าง 5 เซนติเมตร โดยให้ได้ความสูงของเปลวไฟ 1 เซนติเมตร แล้วนำตะเกียงจ่อที่ปลายผ้าด้านบนเป็นเวลา 5 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



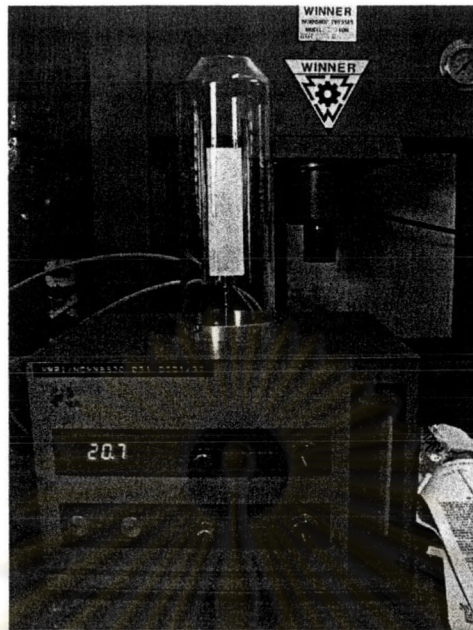
รูปที่ 3.4 Slit burner สำหรับจุดไฟ

สังเกตพฤติกรรมการลุกไหม้ของเปลวไฟ และอัตราเร็วในการลุกไหม้ของเปลวไฟ โดย จะทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งอัตราเร็วในการลุกไหม้ของเปลวไฟใช้ สูตรในการคำนวณเดียวกันกับวิธีการทดสอบแบบแนวเฉียง 45 องศา

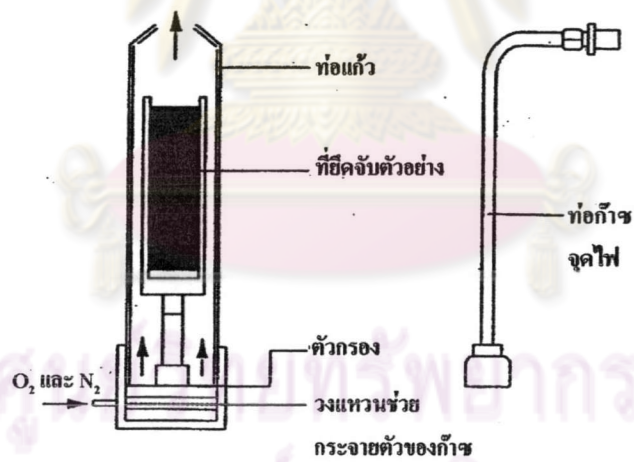
3.7 การทดสอบหาค่า LOI (Limiting Oxygen Index)

เพื่อศึกษาปริมาณของสารเชื่อมขวางที่มีความสามารถในการหน่วงไฟ ซึ่งพิจารณาจาก ปริมาณของออกซิเจนที่น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดการลุกติดไฟบนผ้าฝ้ายที่ทำการตกแต่งหน่วงไฟ โดย ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D2863-91 แสดงดังรูปที่ 3.5 และ 3.6

ศูนย์วิจัยที่ สฟย กอ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 เครื่อง LOI



รูปที่ 3.6 ส่วนประกอบของเครื่อง LOI

3.7.1 วิธีการทดสอบ

- 1) ผ้าที่เตรียมได้ ทั้งก่อนและหลังการซักมาตัดให้ได้ขนาดความกว้าง 5.2 เซนติเมตร และความยาว 16.5 เซนติเมตร

2) ทำการสอบเทียบมาตรฐานของเครื่องโดยการใช้แก๊สไนโตรเจน 100 เปอร์เซ็นต์ หรือออกซิเจน 100 เปอร์เซ็นต์ แล้วสังเกตว่าค่า LOI ที่ได้มีค่าเท่ากับ 0 และ 100 ตามลำดับหรือไม่ ถ้าไม่ได้ค่าดังกล่าวให้ตั้งค่าให้ได้ 0 และ 100 ตามลำดับ

3) ปิดวาล์วแก๊ส หลังจากที่ทำการสอบเทียบมาตรฐานของเครื่อง นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้มายึดกับที่จับขึ้นตัวอย่าง (sample holder) ของเครื่อง แล้วใส่ตัวอย่างโดยจับขึ้นตัวอย่าง ให้ตั้งตรงอยู่ในแนวตั้งศูนย์กลางของครอบแก้วด้วยที่จับขึ้นตัวอย่าง โดยให้ปลายด้านบนสุดของชิ้นอย่างทดสอบอยู่ต่ำกว่าปากครอบแก้วอย่างน้อยที่สุด 40 มิลลิเมตร

4) เลือกปริมาณเริ่มต้นของออกซิเจนที่จะใช้ทดลอง ซึ่งการเลือกค่าปริมาณเริ่มต้นของออกซิเจน ขึ้นอยู่กับความยากง่ายในการติดไฟของชิ้นทดสอบ อาจทดสอบโดยนำชิ้นทดสอบมาจุดให้ติดไฟในอากาศแล้วสังเกตการลุกไหม้ หากชิ้นทดสอบลุกไหม้เร็วให้เริ่มทดลองปริมาณของออกซิเจนประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร แต่ถ้าชิ้นทดสอบลุกไหม้ช้าหรือไม่ลุกไหม้ให้เริ่มทดลองที่ปริมาณของออกซิเจนประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรหรือมากกว่า

5) ตั้งอัตราการไหล ตามปริมาณเริ่มต้นของออกซิเจนที่เลือกไว้ให้ไหลเข้าสู่ครอบแก้วที่ทดสอบ โดยอัตราเร็วของแก๊สในครอบแก้วจะต้องมีค่าเท่ากับ 4 ± 1 เซนติเมตรต่อวินาทีที่ภาวะมาตรฐาน (อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสและความดัน 101.3 กิโลปาสคาล) โดยอัตราเร็วของแก๊สคำนวณได้จากสูตรในการคำนวณดังนี้

$$v = V/A$$

โดย v = อัตราเร็วของแก๊ส (มิลลิเมตรต่อวินาที)

V = อัตราการไหลของแก๊ส (ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อวินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อทดสอบ (ตารางมิลลิเมตร)

6) ปลดปล่อยแก๊สให้ไหลผ่านท่อทดสอบเป็นเวลา 30 วินาที เพื่อให้ระบบอยู่ในภาวะที่คงที่ตามที่ตั้งไว้ในกาทดสอบ

7) ติดไฟชิ้นทดสอบด้วยหัวจุดไฟเป็นเวลา 5 วินาที แล้วนำหัวจุดไฟออกและเริ่มจับเวลา ซึ่งตัวอย่างที่ใช้เป็นชิ้นทดสอบประเภท D คือจะเผาไหม้ได้ดีหากมีการลุกไหม้เกิดก่อนที่จะผ่านระดับอ้างอิงที่ 20 มิลลิเมตร (วัดจากปลายด้านบนสุดลงมาของตัวยึดจับ)

8) ถ้าชิ้นทดสอบลุกไหม้มากกว่าเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา (ชิ้นทดสอบประเภท D เกณฑ์การเผาไหม้ผ่านระยะ 100 มิลลิเมตรจากระดับอ้างอิง) ต้องทำการปรับลดปริมาณออกซิเจน และต้องไม่ปรับค่าความเข้มข้นของออกซิเจนหลังจากที่ชิ้นตัวอย่างติดไฟแล้ว

9) ถ้าการลุกไหม้ของชิ้นทดสอบดับก่อนเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา ต้องทำการปรับค่าความเข้มข้นของออกซิเจนให้เพิ่มขึ้น

ในกรณีที่ทำการทดสอบชิ้นทดสอบประเภท D มักจะมีเปลวไฟเกิดขึ้นสูงประมาณ 12 มิลลิเมตร ซึ่งทำให้ท่อทดสอบร้อน และเป็นผลให้ค่า LOI ลดลง ดังนั้นควรปล่อยให้ท่อทดสอบเย็นลงจนเข้าสู่อุณหภูมิห้องก่อนจะทำการทดสอบชิ้นทดสอบต่อไป

10) ปรับความเข้มข้นของออกซิเจนและใส่ชิ้นทดสอบชิ้นใหม่ลงไป หรือถ้าชิ้นตัวอย่างอันเดิมมีความและความยาวเพียงพอก็กลับเอาปลายอีกด้านมาใช้ทดสอบ หรือตัดส่วนที่ไหม้ออกไป จากนั้นปล่อยให้แก๊สไหลผ่านท่อทดสอบเป็นเวลา 30 วินาที เพื่อให้ระบบอยู่ในภาวะที่ตั้งค่าไว้ในการทดสอบ แล้วทำการติดไฟชิ้นทดสอบอีกครั้ง

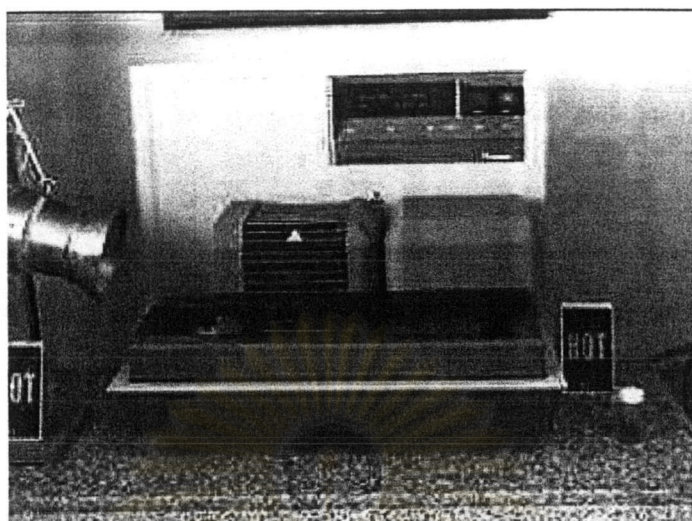
11) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 6-10 จนกระทั่งพบค่าความเข้มข้นของออกซิเจนที่จุดวิกฤต โดยจะพบได้เมื่อความเข้มข้นของออกซิเจนที่ใช้ทดสอบนั้น ทำให้ชิ้นทดสอบลุกไหม้เข้าใกล้เกณฑ์ที่พิจารณาของชิ้นทดสอบประเภท D จากนั้นให้ปรับลดความเข้มข้นของออกซิเจนลงทีละ 0.2 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่าจนพบจุดวิกฤต

12) ทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง โดยเริ่มต้นที่อัตราเร็วในการไหลน้อยๆ ประมาณ 30-50 มิลลิเมตรต่อนาที จากนั้นปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 5-11

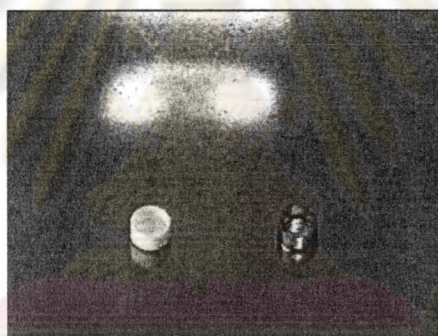
3.8 การวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วย TGA

เพื่อทำการศึกษาอุณหภูมิในการสลายตัวของสารเคมีที่ทำการตกแต่งหนองไฟผ้าฝ้าย รวมทั้งหาปริมาณที่เหลืออยู่ของสารเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยใช้ผ้าที่เตรียมไว้ปริมาณ 10 มิลลิกรัม สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในช่วง 30 ถึง 800 องศาเซลเซียส และให้อัตราความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาทีในอากาศ แสดงดังรูปที่ 3.7 และ 3.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 เครื่อง TGA



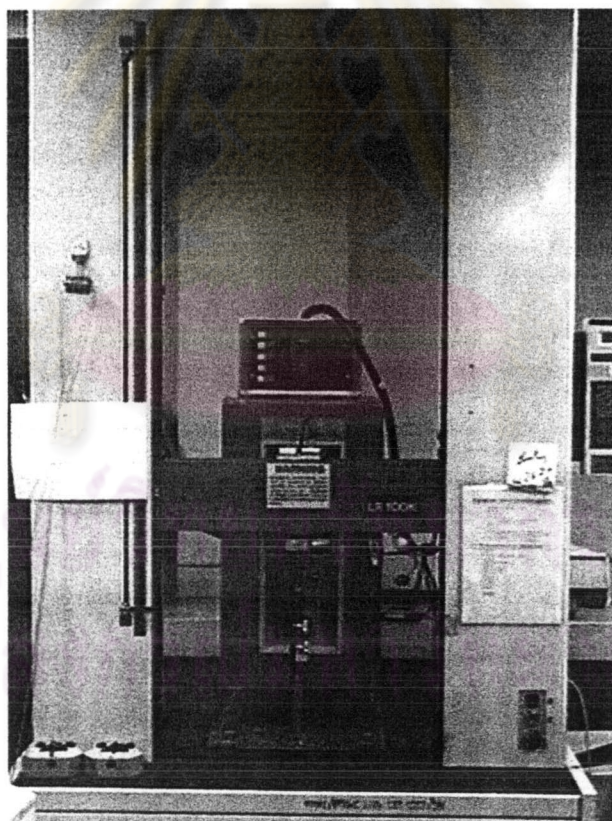
รูปที่ 3.8 ภาพขณะบรรจุตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

3.9 การศึกษาพื้นผิวของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด(SEM)

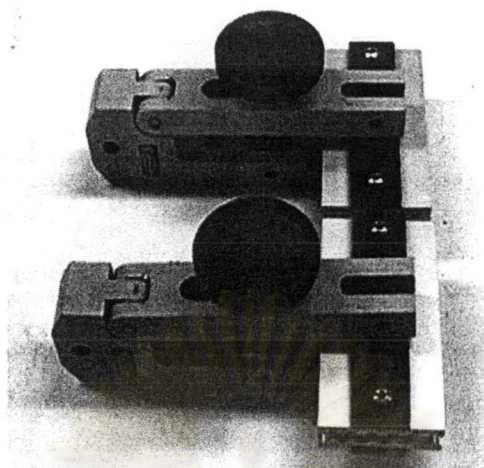
เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะของเส้นใยที่ผ่านการตกแต่งห่วงไฟ และศึกษารูปแบบของสารเคมีที่ยึดติดอยู่บนผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งห่วงไฟ ทั้งก่อนและหลังการซัก โดยนำผ้าที่เตรียมได้ มาตัดให้ขนาดความกว้าง 1 เซนติเมตร และความยาว 1 เซนติเมตร แล้วทำการเตรียมตัวอย่าง สำหรับการทดสอบโดยทำการเคลือบทองด้วย sputter-coater โดยทองจะถูกทำให้แตกตัวเพื่อให้เกิดการนำไฟฟ้าขณะตรวจสอบในภาวะที่เป็นสุญญากาศ

3.10 การศึกษาอิทธิพลของการตกแต่งห่วงไฟฟ้าฝ้ายต่อความทนน้ำหนักแรงดึงที่จุดขาด

เพื่อศึกษาปริมาณของสารที่ตกแต่งห่วงไฟฟ้าฝ้ายที่มีผลต่อสมบัติเชิงกล โดยจะศึกษาจากสมบัติความทนแรงดึง โดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D5035-95 ดังนี้ นำผ้าที่เตรียมได้ มาตัดให้ขนาดความกว้าง 1 นิ้ว และความยาว 7 นิ้ว โดยใช้ระยะห่างระหว่างหัวจับ (gauge length) เท่ากับ 3 นิ้ว น้ำหนัก Load cell 1 กิโลนิวตัน และความเร็วหัวดึง 200 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งจะทำการดึงขึ้นทดสอบจนกระทั่งขึ้นทดสอบขาด จะได้ค่าน้ำหนักแรงดึงที่จุดขาดที่ทำให้ขึ้นทดสอบขาด (breaking load) และ % การยืดตัวของขึ้นทดสอบ (% elongation) โดยจะทำการทดสอบขึ้นทดสอบในแนวเส้นด้ายยืน 5 ครั้ง และแนวเส้นด้ายพุ่ง 8 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของทั้งสองแนวตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 3.9 และ 3.10



รูปที่ 3.9 เครื่องทดสอบความทนน้ำหนักแรงดึงที่จุดขาด



รูปที่ 3.10 หัวจับผ้า



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย