

## อิทธิพลของอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ที่มีผลต่อการพ่นสีรถยนต์

ผจญ ชันระชนะ<sup>1</sup> อติศักดิ์ พงษ์พลผลศักดิ์<sup>2</sup> บรรจบ อรชร<sup>1</sup> และ พิเชษฐ์ พินิจ<sup>3</sup>  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด กรุงเทพฯ 10140

### บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระดับของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่มีผลต่อการพ่นสีรถยนต์ โดยกำหนดระดับของอุณหภูมิการพ่นสีเป็น 3 ระดับคือ 25 °ซ 30 °ซ และ 35 °ซ ระดับของความชื้นสัมพัทธ์เป็น 3 ระดับ คือร้อยละ 60 70 และ 80 และระดับของอุณหภูมิการอบสี เป็น 3 ระดับคือ 40 °ซ 50 °ซ และ 60 °ซ การวิจัยครั้งนี้ ทำการพ่นสีอะครีลิคแล็กเกอร์ (สีลูโซท์) ลงบนแผ่นทดลองที่ผ่านการเตรียมพื้นเรียบร้อยแล้วโดยพ่นสีจำนวน 3 แผ่นในแต่ละระดับของตัวแปรจำนวนทั้งหมด 243 แผ่น หลังจากนั้น นำแผ่นทดลองที่ผ่านการพ่นสีตามเงื่อนไขไปทดสอบความคงทนของผิวสีด้วยวิธีการทดสอบความทนน้ำ ความทนน้ำมันเบนซินและความทนน้ำมันดีเซล และทำการบันทึกผลการทดลองในรูปของร้อยละความเสียหายของพื้นที่ผิวสี จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยวิธีแฟคทอเรียลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่ อันเนื่องจากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของความชื้นสัมพัทธ์ ระดับของอุณหภูมิพ่นสีและระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน จากการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ พบว่าระดับของความชื้นสัมพัทธ์ ระดับของอุณหภูมิพ่นสีและระดับของอุณหภูมิอบสีที่มีความเหมาะสมในการพ่นสี คือ ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-70 อุณหภูมิพ่นสีระหว่าง 30-35 °ซ และที่ระดับอุณหภูมิอบสี 60 °ซ

**คำสำคัญ:** อุณหภูมิ / ความชื้นสัมพัทธ์ / การทดสอบความทนน้ำ / การทดสอบความทนน้ำมันเบนซิน / การทดสอบความทนน้ำมันดีเซล

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธรรมา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

<sup>3</sup> นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ศรีธรรมา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

## Effect of Temperature and Relative Humidity of Air on Car Refinishing

Pachon Khanthachvana<sup>1</sup> Adisak Pongpullponsak<sup>2</sup> Banchob Orachon<sup>1</sup> and Pichet Pinit<sup>3</sup>

King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod, Toongkru, Bangkok 10140

### Abstract

This study was to examine and compare the effect of different levels of temperature and relative humidity of air on car refinishing. The interested parameters are the relative humidity studied from 60, 70 and 80%, the painting temperature investigated from 25, 30 and 35 °C, and finally the baking temperatures of 40, 50 and 60 °C. Acrylic lacquer paint - Lucite was sprayed onto the surface of 243 specimens having dimensions of 1 x 1-ft. The data expressed as an average percentage of damage of area was carried out using the determination of resistance to water - Water immersion method, the determination of resistance to Gasoline, and the determination of resistance to Diesel Oil. With 3 replicates, the factorial design was used to test the data and then the data was analyzed by SPSS/FW program to find its two way ANOVA. According to the conditions in Thailand, the finding were the optimum levels of relative humidity was 60-70%, the optimum levels of painting temperature was 30-35 °C and the optimum levels of baking temperature was of 60 °C.

**Keywords:** Temperature / Relative Humidity / Resistance to Water / Resistance to Gasoline /  
Resistance to Diesel Oil

---

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Mechanical Technology Education, School of Industrial Education.

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Mathematics, Faculty of Science.

<sup>3</sup> Graduate Student, Department of Mechanical Technology Education, School of Industrial Education.

## 1. บทนำ

จากสถานการณ์ปัจจุบัน รถยนต์ ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการดำรงชีวิต ซึ่งบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ต่างก็ได้ผลิตรถยนต์ออกมามากมายเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว โดยมุ่งเน้นไปทางด้านความสวยงาม ความสะดวกสบาย และความปลอดภัย อย่างไรก็ตาม สิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากก็คือการดูแลบำรุงรักษารถยนต์เพื่อให้อายุการใช้งานของรถยนต์ยาวนานมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการดูแลรักษาอย่างดียิ่งในส่วนเครื่องของเครื่องยนต์ ระบบช่วงล่าง ระบบบังคับเลี้ยว และระบบอื่นที่ประกอบอยู่ในรถยนต์

ระบบการทำงานต่างๆ ในรถยนต์ต่างก็มีความสำคัญและมีความจำเป็น เพราะต่างก็มีหน้าที่การทำงานเพื่อให้รถยนต์ทำงานอยู่ในสภาพปกติ อย่างไรก็ตาม สิ่งหนึ่งที่ดูเหมือนจะไม่ได้ทำงานเหมือนระบบอื่นๆ แต่กลับเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อจิตใจของบุคคลที่เป็นเจ้าของรถหรือบุคคลอื่นๆ ที่พบเห็นรถยนต์ สิ่งทีกล่าวถึงข้างต้นก็คือสิ่งที่ใช้พ่นเคลือบตัวถัง ซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดความสวยงามแล้วนั้น สียังเป็นตัวป้องกันการสึกกร่อนหรือสนิมที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างโลหะที่เป็นตัวถังรถกับอากาศ จึงทำให้งานพ่นสีรถยนต์มีความสำคัญและเป็นที่ต้องการอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของรถยนต์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากและกำลังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

อุปกรณ์ที่ทำงานเกี่ยวกับการเคลือบตัวถังและพ่นสีรถยนต์โดยทั่วๆ ไปแล้ว ช่างจะมีทักษะในการทำงานที่ดีแต่จะมีความรู้ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการทำงานนั้นๆ ยังไม่เพียงพอเมื่อเทียบกับระดับมาตรฐานสากล เนื่องด้วยเทคโนโลยีต่างๆ เกี่ยวกับสีและการพ่นสีนั้นได้มีการพัฒนาอยู่เสมอ ดังนั้นถ้าช่างพ่นสีเหล่านี้ได้รับการฝึกอบรมและได้รับข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานแล้ว ก็จะทำให้การทำงานเป็นไปอย่างมีระบบ มีมาตรฐานมากขึ้น

ในส่วนของผู้ผลิตสีพ่นรถยนต์ที่ได้มีการผลิตออกมาจำหน่ายตามท้องตลาดนั้นต่างก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปตามแต่บริษัทผู้ผลิต อย่างไรก็ตามโดยส่วนใหญ่แล้วข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับสีนั้นจะกำหนดมาให้ดังนี้ การเตรียมพื้นผิว อัตราส่วนผสมระหว่างสีและทินเนอร์ ปืนพ่นสีและแรงดันลมที่ใช้พ่น ระยะห่างในการพ่นสี จำนวนเที่ยวในการพ่นสี ระยะเวลาระหว่างเที่ยวพ่น ระยะเวลาระหว่างเที่ยวพ่นสำหรับสีที่มีการเคลือบผิวสี อายุการใช้งานของสีที่ผสมแล้ว ความชื้นของสีที่ผสมแล้ว ระยะเวลาแห้งสัมผัสได้ ระยะเวลาแห้งติดเทปกาวและแห้งประกอบชิ้นส่วนอื่นๆ ได้ ระยะเวลาแห้งสำหรับขัดเงา

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า ส่วนใหญ่นั้นจะเป็นข้อมูลทางด้านเทคนิค แต่ข้อมูลทางด้านอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ขณะทำการพ่นสีมิได้ปรากฏอยู่ในข้อมูลดังกล่าว

การแห้งตัวของสีที่พ่นไปแล้วนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของทินเนอร์ ชนิดของรีดิทเซอร์ ลักษณะการพ่นสี อุณหภูมิของห้องพ่นสีซึ่งเป็นอุณหภูมิขณะทำการพ่นสี และปริมาณความชื้นในอากาศ [1] สภาพของบรรยากาศในขณะที่ทำการพ่นสีไว้ว่าเงื่อนไขของสภาพอากาศในขณะที่ทำการพ่นสีมีความสำคัญอย่างมาก ถ้าผู้พ่นสีทำการพ่นสีในขณะที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้เสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องด้วยการแห้งตัวของสีจะเป็นไปอย่างไม่เหมาะสมซึ่งอาจจะเกิดการลอกหรือร่อนออกในเวลาต่อมา [2]

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่อสภาพของสีมี 2 ลักษณะ ดังนี้ ผลระหว่างการพ่นสี ได้แก่ สีพ่นตกตะกอน สาเหตุมาจากการใช้สีเก่า ใช้ทินเนอร์หรือรีดิวเซอร์คนละประเภทกับสีเดิมของรถ และขณะทำการพ่นสีมีอุณหภูมิ ณ บริเวณนั้นสูงเกินไป สีไหลหรือสีย้อยสาเหตุมาจากผสมทินเนอร์มากเกินไป หรือใช้หัวทินเนอร์มากเกินไป การปรับแรงดันลมต่ำเกินไป พ่นทับน้ำมันและพื้นผิวงานที่ร้อนเกินไป สีพ่นแล้วเกิดการย่นสาเหตุมาจากการพ่นสีที่หนาเกินไป หรือพ่นสีในระหว่างที่อุณหภูมิสูงเกินไปและใช้ทินเนอร์ที่ไม่เหมาะสมกับประเภทของสี สีพ่นเป็นหมอกสาเหตุมาจากการพ่นสีในช่วงที่มีอากาศชื้นเกินไปและน้ำที่ตกค้างอยู่ในสายลมออกมาพร้อมกับสี และผลที่เกิดขึ้นหลังการพ่นสี ซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นคือ สีแตกสาเหตุมาจากการพ่นสีที่บรอยเพลเก่า พ่นสีในขณะที่อุณหภูมิร้อนหรือเย็นเกินไป หรือมีอากาศชื้น [3]

จากที่ได้กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีผลกระทบโดยตรงต่อการพ่นสีรถยนต์เป็นอย่างมาก ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงไปของอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์สอดคล้องกับลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย ซึ่ง กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา [4] ได้กล่าวถึงลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยไว้ว่า ประเทศไทยนั้นเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย สภาพอากาศโดยทั่วไปจึงมีอากาศร้อนชื้นปกคลุมเกือบตลอดปี ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยมีค่าประมาณ 27 °ซ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่และฤดูกาล พื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินบริเวณตั้งแต่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงตอนบนขึ้นไปจนถึงภาคเหนือ จะมีอุณหภูมิแตกต่างกันมากระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวและระหว่างกลางวันกับกลางคืน สำหรับพื้นที่ซึ่งอยู่ติดทะเลได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงล่างและภาคใต้ ความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงวันและฤดูกาลจะน้อยกว่า ในส่วนของค่าความชื้นสัมพัทธ์นั้นจะมีค่าลดลงอย่างชัดเจนในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยเฉพาะฤดูร้อนจะเป็นช่วงที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำสุดในรอบปีในบริเวณดังกล่าวมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณร้อยละ 72-74 และจะมีค่าลดลงเหลือประมาณร้อยละ 62-69 ในช่วงฤดูร้อน ยกเว้นบริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไป ส่วนบริเวณที่อยู่ติดชายฝั่งทะเลซึ่งได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงและภาคใต้จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า โดยเฉพาะภาคใต้จะมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณร้อยละ 79-80 สำหรับสถิติของอุณหภูมิเฉลี่ยและค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ

| อุณหภูมิ (°ซ) | ฤดูหนาว | ฤดูร้อน | ฤดูฝน |
|---------------|---------|---------|-------|
| เฉลี่ย        | 25.5    | 28.6    | 27.7  |
| สูงสุดเฉลี่ย  | 30.8    | 34.2    | 31.8  |
| ต่ำสุดเฉลี่ย  | 20.3    | 23.2    | 24.1  |

ที่มา : กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2543

**ตารางที่ 2** ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ

|                                 | ฤดูหนาว | ฤดูร้อน | ฤดูฝน | ตลอดปี |
|---------------------------------|---------|---------|-------|--------|
| ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (ร้อยละ) | 73.66   | 70.5    | 80.5  | 75.6   |

ที่มา : กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2543

จากการที่ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นดังที่กล่าวข้างต้นนั้น ก็จะพบว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์นั้น เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากที่จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการพ่นสีรถยนต์ในแต่ละฤดูกาล ซึ่งผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่มีผลกระทบต่อกระบวนการพ่นสีรถยนต์

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นทำการศึกษา อิทธิพลของอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่มีผลกระทบต่อกระบวนการพ่นสีรถยนต์ เพื่อหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เหมาะสมต่อการพ่นสีรถยนต์ที่ทำให้ผิวสีมีอายุการใช้งานยาวนาน และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาและพัฒนากการพ่นสีต่อไป ซึ่งมีขอบเขตของงานวิจัยในครั้งนี้คือ ใช้สี ลูไซต์ (Lucite) ของบริษัท ดูปองท์ (DuPont) ซึ่งเป็นสีประเภท อะคริลิกแล็กเกอร์ และเพื่อให้เกิดการครอบคลุมค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยและอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ จึงได้แบ่งระดับความชื้นสัมพัทธ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 60 70 และ 80 โดยยอมให้มีค่าคลาดเคลื่อน  $\pm$  ร้อยละ 2 ระดับของอุณหภูมิพ่นสีแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 25 $^{\circ}$ C 30 $^{\circ}$ C และ 35 $^{\circ}$ C โดยยอมให้มีค่าคลาดเคลื่อน  $\pm 1^{\circ}$ C และระดับอุณหภูมิอบสีแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 40 $^{\circ}$ C 50 $^{\circ}$ C และ 60 $^{\circ}$ C โดยยอมให้มีค่าคลาดเคลื่อน  $\pm 1^{\circ}$ C

**2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ****2.1 การพ่นสี**

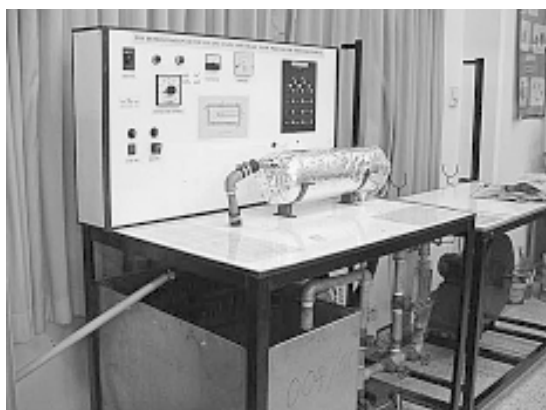
ทำการปรับสภาวะต่างๆ ของห้องทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 1 ให้มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด จากนั้นนำแผ่นทดลองที่ผ่านการเตรียมผิวเรียบร้อยแล้วซึ่งมีขนาด 1x1 ตารางฟุต เข้าไปอยู่ภายใต้สภาวะของอากาศในห้องทดลองเป็นระยะเวลาประมาณ 5 นาที ทำการผสมสีอะคริลิกแล็กเกอร์ (สีมีเกล็ด) ให้มีอัตราส่วนผสมสี:ทินเนอร์ เป็น 1:1.5-1.7 โดยปริมาตร และอัตราส่วนผสม เคลียร์:ทินเนอร์ เป็น 1:2 โดยปริมาตร จากนั้นทำการพ่นสีลงบนแผ่นทดลอง โดยกำหนดความดันที่ใช้ในการพ่นประมาณ 40-45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จำนวนเที่ยวในการพ่นสีจำนวน 3 เที่ยวพ่น จำนวนเที่ยวในการพ่นเคลียร์จำนวน 3 เที่ยวพ่น ระยะห่างช่วงเที่ยวพ่นในการพ่นสีเว้นระยะห่างช่วงเที่ยวพ่น 5-10 นาที ระยะห่างช่วงเที่ยวพ่นเคลียร์ เว้นระยะห่างช่วงเที่ยวพ่น 10-15 นาที และเว้นระยะช่วงเที่ยวพ่นสีเที่ยวสุดท้ายก่อนพ่นเคลียร์ เป็นเวลา 15-30 นาที จากนั้นทำการอบสีให้แห้ง นำแผ่นทดลองออกจากห้องทดลองไปผึ่งไว้ในอุณหภูมิห้องที่ไม่มีกระแสลมพัดผ่านเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำการทดสอบตามเงื่อนไขการทดสอบโดยอาศัยวิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมว่าด้วยวิธีทดสอบสีวาร์นิช และวัสดุที่เกี่ยวข้องเป็นวิธีการทดสอบอ้างอิง



รูปที่ 1 ห้องทดลอง

## 2.2 การทดสอบความทนน้ำ

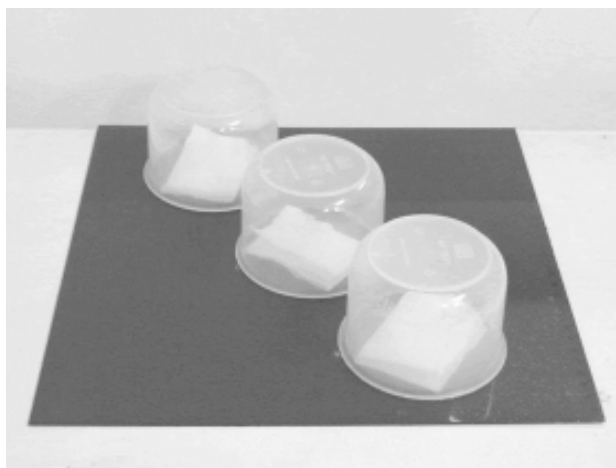
หลังจากนั้นนำแผ่นทดลองไปจุ่มลงในน้ำที่มีอุณหภูมิ  $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$  ที่บรรจุอยู่ในถัง โดยให้แผ่นทดลองจุ่มลงในน้ำสามในสี่ส่วนของความยาวของแผ่นทดลองและวางทำมุม  $15-20^{\circ}$  กับแนวดิ่ง โดยหันผิวหน้าของแผ่นทดลองขึ้นและเอียงขนานกับทิศทางการไหลของน้ำ ซึ่งการแขวนแผ่นทดลองไปแขวนให้ห่างกันอย่างน้อย 30 มิลลิเมตร อยู่ห่างจากกันดังอย่างน้อย 30 มิลลิเมตร และให้อยู่ห่างจากข้างถึงอย่างน้อยด้านละ 50 มิลลิเมตร ซึ่งการทดสอบแต่ละครั้งจะใช้เวลา 3 วัน และในแต่ละวันนับตั้งแต่วันจุ่มแผ่นทดลองลงในน้ำจะเปลี่ยนตำแหน่งของแผ่นทดลองไปเรื่อยๆ เมื่อครบกำหนดเวลานำแผ่นทดลองไปบันทึกผลที่ได้ [5] โดยการแขวนแผ่นทดลองนั้นจะแขวนแผ่นทดลอง 3 แผ่นต่อ 1 ครั้งของการทดสอบ โดยเครื่องมือทดสอบความทนน้ำแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เครื่องมือสำหรับทดสอบความทนน้ำ

## 2.3 การทดสอบความทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล

การทดสอบความทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะมีความแตกต่างออกไปจากวิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม [6] กล่าวคือ สารทดสอบที่ใช้จะเป็นน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนเท่ากับ 91 (สีแดง) และน้ำมันดีเซลจะเป็นน้ำมันดีเซลหมุนเร็วซึ่งใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบสูง โดยดำเนินการทดสอบดังนี้ การทดสอบความทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลกระทำได้โดยนำสไลด์แผ่นจุ่มลงในน้ำมันจนชุ่มหรืออิมตัวแล้วยกขึ้นปล่อยให้สะเด็ดน้ำมัน วางแผ่นสไลด์ลงบนแผ่นทดลองให้ห่างจากขอบของแผ่นทดลองอย่างน้อย 12 มิลลิเมตร ทั้งหมด 3 จุดแล้วใช้กระปุกครอบลงบนสไลด์นั้น จากนั้นปล่อยให้แผ่นทดลองไว้ในบรรยากาศที่ปราศจากกระแสลมเป็นเวลา 3 วันโดยไม่มีการรบกวน เมื่อครบกำหนดเวลานำแผ่นทดลองไปบันทึกผลที่ได้ [6] โดยที่ในการทดสอบแต่ละครั้งนั้นจะใช้แผ่นทดลอง 3 แผ่น โดยการทดสอบความทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทดสอบความทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล

## 2.4 การบันทึกผลข้อมูล

การบันทึกข้อมูล จะบันทึกในลักษณะของร้อยละความเสียหายของพื้นที่ที่เกิดขึ้นเทียบกับพื้นที่ที่พิจารณาในการทดสอบกล่าวคือพื้นที่ที่จุ่มลงไปในน้ำ โดยที่การบันทึกผลการทดลองนั้นจะทำให้ในลักษณะการนับจำนวนจุดที่เกิดความเสียหายที่ผิวสีของแผ่นทดลอง โดยมีความละเอียดในการนับเป็นตารางเซนติเมตร

## 2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติดังนี้

2.5.1 ข้อมูลเกี่ยวกับความเสียหายของพื้นที่ผิวสี จะทำการวิเคราะห์หาค่าร้อยละความเสียหายของพื้นที่โดยพิจารณาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่เกิดความเสียหายต่อพื้นที่ทั้งหมดที่พิจารณา

2.5.2 ข้อมูลของร้อยละความเสียหายของพื้นที่ในแต่ละระดับของปัจจัย จะทำการวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย โดยกำหนดออกมาในรูปของร้อยละค่าเฉลี่ยความเสียหายของพื้นที่

2.5.3 วิเคราะห์ผลโดยใช้ แฟคทอเรียล เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างร้อยละค่าเฉลี่ยความเสียหายของพื้นที่ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย คือ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิพื้นสี และอุณหภูมิอบสี โดยใช้สูตร F-test

## 2.6 การสรุปผลการวิจัย

### 3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

หลังจากทำการวิเคราะห์ผลการทดลองแล้ว ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

#### 3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความทนน้ำ

**ตารางที่ 3** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่ที่มีผลมาจากระดับของความชื้นสัมพัทธ์ ระดับของอุณหภูมิพื้นสี และระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน

| แหล่งความแปรปรวน | <i>SS</i>  | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>f<sub>o</sub></i> | <i>P</i> <sup>8</sup> |
|------------------|------------|-----------|-----------|----------------------|-----------------------|
| H <sup>5</sup>   | 18 362.852 | 2         | 9181.426  | 1219.252*            | 0.00                  |
| PT <sup>6</sup>  | 1502.664   | 2         | 751.332   | 99.774*              | 0.00                  |
| BT <sup>7</sup>  | 765.375    | 2         | 382.688   | 50.819*              | 0.00                  |
| H* PT            | 1529.565   | 4         | 382.391   | 50.780*              | 0.00                  |
| H* BT            | 317.920    | 4         | 79.480    | 10.555*              | 0.00                  |
| PT* BT           | 899.891    | 4         | 224.973   | 29.875*              | 0.00                  |
| H* PT* BT        | 2224.641   | 8         | 278.080   | 36.928*              | 0.00                  |
| Error            | 406.640    | 54        | 7.530     |                      |                       |
| Sum              |            | 80        |           |                      |                       |

<sup>5</sup>H คือ ระดับของความชื้นสัมพัทธ์

<sup>6</sup>PT คือ ระดับของอุณหภูมิพื้นสี

<sup>7</sup>BT คือ ระดับของอุณหภูมิอบสี

<sup>8</sup>P < 0.05

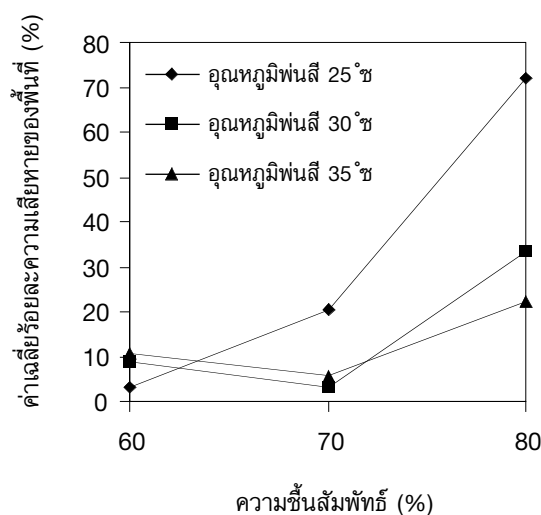
จากตารางที่ 1 พบว่า ระดับของความชื้นสัมพัทธ์ ระดับของอุณหภูมิพื้นสีและระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน มีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยที่ระดับของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกันมีผลทำให้เกิดความเสียหายของพื้นที่มากที่สุด ( $f_o = 1219.252$ ) ถัดมาคือ ระดับของอุณหภูมิพื้นสีที่ต่างกัน

มีผลทำให้เกิดความเสียหายของพื้นที่ปานกลาง ( $f_o = 99.774$ ) และสุดท้ายคือ ระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกันมีผลทำให้เกิดความเสียหายของพื้นที่น้อยที่สุด ( $f_o = 50.819$ )

นอกจากนี้ยัง พบว่า ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของความชื้นสัมพัทธ์กับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน ระดับของความชื้นสัมพัทธ์กับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน และระดับของอุณหภูมิอบสีกับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกันมีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยที่ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของความชื้นสัมพัทธ์กับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน มีผลทำให้เกิดความเสียหายของพื้นที่มากที่สุด ( $f_o = 50.780$ ) ถัดมาคือปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของอุณหภูมิอบสีกับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน มีผลทำให้เกิดความเสียหายของพื้นที่ปานกลาง ( $f_o = 29.875$ ) และสุดท้ายคือปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของความชื้นสัมพัทธ์กับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน มีผลทำให้เกิดความเสียหายของพื้นที่น้อยที่สุด ( $f_o = 10.555$ )

และยังพบว่าปฏิสัมพันธ์ร่วมทั้ง 3 ปัจจัย กล่าวคือระดับของความชื้นสัมพัทธ์กับระดับของอุณหภูมิอบสีกับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน มีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งจะได้ทำการเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (pairwise comparisons) ต่อไป

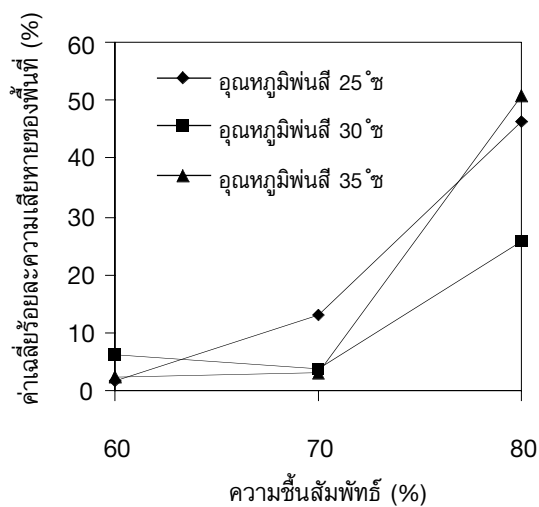
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่กับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกันในแต่ละระดับของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของอุณหภูมิอบสีที่ 40 °ซ กับระดับของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน แสดงในรูปที่ 4



**รูปที่ 4** ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่กับระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกัน ในแต่ละระดับของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของอุณหภูมิอบสีที่ 40 °ซ กับระดับของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน

ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นรายคู่พบว่า ที่ระดับความขึ้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพ่นสีคือ 25 °ซ และที่ระดับความขึ้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพ่นสีอยู่ในช่วง 30-35 °ซ

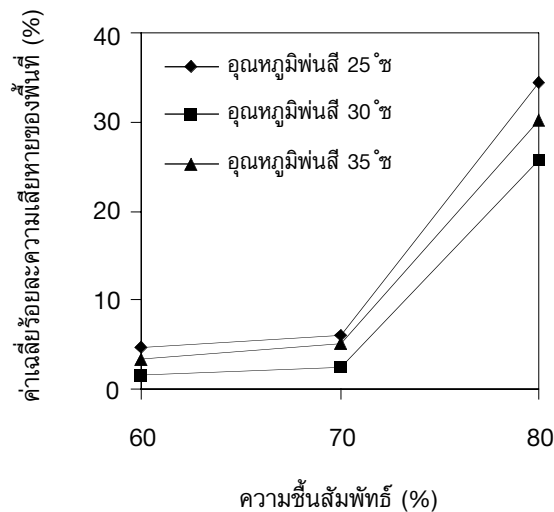
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่กับระดับของอุณหภูมิพ่นสีที่ต่างกันในแต่ละระดับของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของอุณหภูมิอบสีที่ 50 °ซ กับระดับของความขึ้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน แสดงในรูปที่ 5



**รูปที่ 5** ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่กับระดับของอุณหภูมิพ่นสีที่ต่างกันในแต่ละระดับของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของอุณหภูมิอบสีที่ 50 °ซ กับระดับของความขึ้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน

ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นรายคู่พบว่า ที่ระดับความขึ้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพ่นสีอยู่ในช่วง 25-35 °ซ และที่ระดับความขึ้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพ่นสีอยู่ในช่วง 30-35 °ซ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่กับระดับของอุณหภูมิพ่นสีที่ต่างกันในแต่ละระดับของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของอุณหภูมิอบสีที่ 60 °ซ กับระดับของความขึ้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน แสดงในรูปที่ 6



**รูปที่ 6** ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่กับระดับของอุณหภูมิพื้นผิวที่ต่างกันในแต่ละระดับของปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของอุณหภูมิอบที่ 60 °ซ กับระดับของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน

ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นรายคู่พบว่า ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 และ 70 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพ่นสีอยู่ในช่วง 30-35 °ซ

จากรูปที่ 4 5 และ 6 พบว่า เมื่อระดับของความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่มีแนวโน้มที่จะมีค่าเพิ่มขึ้น แม้ว่าในรูปที่ 4 และ 5 ค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่จะมีค่าลดลงเล็กน้อยที่ระดับของความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-70 แต่จากการเปรียบเทียบเป็นรายคู่แสดงให้เห็นว่าการลดลงนั้นไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าที่ระดับของความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70-80 ค่าเฉลี่ยร้อยละความเสียหายของพื้นที่มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการแรก เมื่อพิจารณาในแผนภาพไซโครเมตริก ที่อุณหภูมิพื้นผิวค่าหนึ่งๆ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเพิ่มขึ้น ผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งกับกระเปาะเปียกมีค่าลดลง อุณหภูมิของอากาศในขณะนั้นก็จะเข้าใกล้อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (dew point temperature) มากขึ้น ทำให้อากาศสามารถกลั่นตัวเป็นละอองหรือหยดน้ำได้ง่าย เช่น ที่อุณหภูมิพื้นผิว 30 °ซ ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 60 70 และ 80 จะมีค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างประมาณ 24 °ซ 26 °ซ และ 27 °ซ ตามลำดับ และมีผลต่างระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับอุณหภูมิจุดน้ำค้างเป็น 6 °ซ 4 °ซ และ 3 °ซ ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Altex coating Ltd. [7] ที่ได้กล่าวไว้ว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพ่นสีควรมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างประมาณ 3 °ซ ดังจะเห็นได้ว่าที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปผิวสีจะเกิดความเสียหายมาก และประการที่สอง ขณะที่ทำการพ่นสี ทินเนอร์ที่เป็นส่วนผสมของสีเกิดการระเหยตัวออกไปจากผิวสีโดยการดึงเอาความร้อนจากอากาศรอบๆ บริเวณที่อยู่ใกล้ผิวสี จึงทำให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณผิวสีลดลง จากสาเหตุทั้ง 2 ประการนี้ทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศลงบนผิวสีเป็นผลให้เกิดฝ้าสีขาวบนผิวสี [3] และทำให้ผิวสีมีโอกาสเกิดความเสียหายได้ง่ายยิ่งขึ้นเมื่อนำไปทดสอบ

### 3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความทนน้ำมันเบนซิน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละความเสียหายของพื้นที่ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 70 และ 80 ที่ระดับอุณหภูมิพื้นผิว 25 °ซ 30 °ซ และ 35 °ซ และที่ระดับอุณหภูมิอบสี 40 °ซ 50 °ซ และ 60 °ซ พบว่าพื้นที่ผิวที่ทำการทดลองเกิดความเสียหายทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องมาจากว่า น้ำมันเบนซินนั้นมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลาย [8] จึงก่อให้เกิดความเสียหายต่อผิวสี

### 3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความทนน้ำมันดีเซล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละความเสียหายของพื้นที่ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 70 และ 80 ที่ระดับอุณหภูมิพื้นผิว 25 °ซ 30 °ซ และ 35 °ซ และที่ระดับอุณหภูมิอบสี 40 °ซ 50 °ซ และ 60 °ซ พบว่า พื้นที่ผิวที่ทำการทดลองไม่เกิดความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากว่า น้ำมันดีเซลนั้นไม่มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลาย แต่มีคุณสมบัติทางด้านการหล่อลื่น [9] จึงไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผิวสี

## 4. สรุปผลการวิจัย

4.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สีพ่นรถยนต์ประเภท อะคริลิกแล็กเกอร์ ของบริษัท ดูปองท์ (Dupont) ที่มีชื่อทางการค้าว่า ลูซิไซท์ (Lucite)

4.2 ความชื้นสัมพัทธ์แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 60 70 และ 80 โดยยอมให้มีค่าคลาดเคลื่อน  $\pm$  ร้อยละ 2 ระดับของอุณหภูมิพื้นผิวแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 25 °ซ 30 °ซ และ 35 °ซ โดยยอมให้มีค่าคลาดเคลื่อน  $\pm$  1 °ซ และระดับของอุณหภูมิอบสีแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 40 °ซ 50 °ซ และ 60 °ซ โดยยอมให้มีค่าคลาดเคลื่อน  $\pm$  1 °ซ

4.3 ระดับของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน มีผลทำให้เกิดความเสียหายของพื้นที่ผิวสีมากที่สุด รองลงมาคือ ระดับของอุณหภูมิพื้นผิวที่ต่างกันและระดับของอุณหภูมิอบสีที่ต่างกันมีผลทำให้เกิดความเสียหายของพื้นที่ผิวน้อยที่สุด

4.4 จากการทดสอบความคงทนของผิวสีด้วยน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล พบว่าผิวสีที่ทดสอบด้วยน้ำมันเบนซินเกิดความเสียหายทั้งหมด ในขณะที่ผิวสีที่ทดสอบด้วยน้ำมันดีเซลไม่เกิดความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น

4.5 จากการทดสอบความคงทนของผิวสีด้วยน้ำ พบว่า ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-70 อุณหภูมิพื้นผิว 30-35 °ซ และที่ระดับอุณหภูมิอบสี 60 °ซ มีผลทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่ผิวน้อยที่สุด

## 5. เอกสารอ้างอิง

1. อร่าม เริงฤทธิ์, 2536, งานตัวถังและพื้นสี, ศิลปสนองการพิมพ์, หน้า 179.
2. Department of the Army Technical Bulletin, 1991, *Carc Spot Painting*, Headquarters, Department of the Army, p. 3.

3. พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล, 2542, *เคาะพ่นสีรถยนต์*, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), หน้า 276-280.
4. กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, ภูมิอากาศของประเทศไทย [online], available: [http://tmd.motc.go.th/climate\\_thai.html](http://tmd.motc.go.th/climate_thai.html) [2544, ธันวาคม 10].
5. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2525, *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสี วาร์นิช และวัสดุที่เกี่ยวข้อง มอก. 85 เล่ม 22 ความทนน้ำ*, กระทรวงอุตสาหกรรม, หน้า 4-5.
6. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2526, *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสี วาร์นิช และวัสดุที่เกี่ยวข้อง มอก. 285 เล่ม 23 ความทนของเหลว*, กระทรวงอุตสาหกรรม, หน้า 7-8.
7. Altex Coating Ltd., General Information: Application Conditions [online], available: <http://www.altexcoatings.co.nz/humidity.htm> [2544, ธันวาคม 15].
8. อรุษา สรวารี, 2544, *สารเคลือบผิว (สี วาร์นิช และแล็กเกอร์)*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 125.
9. ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย ลินทิพย์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร, 2536, *เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น*, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), หน้า 168.