

# ผลกระทบของปริมาณสารเคมีต่อคุณสมบัติของวอลล์เปเปอร์ชนิดหนาฟู

ธีรวัจน์ เจริญผล, สมภพ เทพนมิตร และ ปิยฉัตร ยิ้มศิริ\*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา\* Email : [pyimsiri@buu.ac.th](mailto:pyimsiri@buu.ac.th)

## บทคัดย่อ

ผลกระทบของปริมาณ Azodicarbonamide (AC), Potassium-barium-zinc (BZ-13P) และ Dibutyl phthalate (DBP) ต่อความแข็งแรงและความขาวของกระดาษวอลล์เปเปอร์ถูกนำมาศึกษา เมื่อความหนืดของของผสมโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC mixture) เพิ่มขึ้นความหนาของวอลล์เปเปอร์จะเพิ่มขึ้นด้วย ค่าความแข็งแรงของวอลล์เปเปอร์ซึ่งทำการวัดค่าโดย Tensile Strength ไม่แตกต่างกันมากนัก AC เป็น blowing agent ที่มีความสำคัญในการควบคุมความหนาของวอลล์เปเปอร์ เครื่อง spectrophotometer ถูกใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีความขาวของกระดาษพบว่า BZ-13P เท่านั้นที่มีผลต่อความขาวของวอลล์เปเปอร์ เมื่อเพิ่มปริมาณ BZ-13P ความขาวของชิ้นงานจะลดลง หน้าที่สำคัญของ BZ-13P เป็นสารเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อน นอกจากนี้อัตราส่วนระหว่าง AC และ BZ-13P มีผลต่อความเป็นรูปพรุนที่ผิวหน้าของวอลล์เปเปอร์ซึ่งมีผลต่อขั้นตอนในการเคลือบสี DBP เป็นพลาสติกไซเซออร์มีหน้าที่หลักคือเพิ่มความอ่อนนุ่มให้แก่วอลล์เปเปอร์ซึ่งมีประโยชน์ในการขึ้นลาย

คำสำคัญ : วอลล์เปเปอร์, สารฟู, สารเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อน, พลาสติกไซเซออร์

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันวอลล์เปเปอร์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในประเทศไทยจะถูกนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากความหลากหลายและคุณภาพที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศ ทั้งนี้เพราะความรู้ความเข้าใจในสารเคมี เทคโนโลยีการผลิต และงานวิจัยด้านวอลล์เปเปอร์ยังมีไม่มาก ซึ่งเป็นที่มาของงานวิจัยนี้

วอลล์เปเปอร์ชนิดหนาฟูเป็นที่นิยมมากในต่างประเทศ เนื่องจากมีความหนาและนุ่ม เมื่อนำไปขึ้นลายจะได้ลวดลายนูนสวยงาม การผลิตวอลล์เปเปอร์ชนิดหนาฟูจะต่างจากวอลล์เปเปอร์สูตรธรรมดา คือ นอกจาก Polyvinyl chloride (PVC), Calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) และ Dioctyl phthalate (DOP) ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตแล้ว ยังต้องมีการผสม Azodicarbonamide (AC), Potassium-barium-zinc (BZ-13P) และ Dibutyl phthalate (DBP) ลงไป เนื่องจาก AC เป็นสารเคมีที่ได้รับความร้อนแล้วจะสลายตัวให้ก๊าซ

ไนโตรเจน, คาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ความหนาของชั้นเคลือบ PVC (PVC coating) เพิ่มขึ้น DBP เป็นพลาสติกไซเซออร์ที่จะแทรกตัวเข้าไปในสายโซ่โพลิเมอร์ทำให้แรงระหว่างพันธะลดลงและสายโซ่มีขนาดสั้นลง จึงทำให้วอลล์เปเปอร์มีความเหมาะสมสำหรับการขึ้นลาย ส่วน BZ-13P เป็นสารป้องกันการแตกหักของโครงสร้างโพลิเมอร์จากความร้อน อันเป็นเหตุให้โพลิเมอร์เสียสภาพในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ BZ-13P ยังเป็น gas getter ที่ช่วยนำก๊าซที่เกิดภายใน PVC coating ออกไปสู่บรรยากาศเพื่อช่วยทำให้ผิวหน้าเนียนเรียบยิ่งขึ้น

Gurudatt และคณะ (2001) กล่าวว่า เมื่อใส่ AC ลงในของผสมโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC mixture) และของผสมโพลิยูรีเทนที่นำไปเคลือบสิ่งทอ จะทำให้ชั้นเคลือบมีความหนาขึ้น และมีความต้านทานความร้อนสูงขึ้น เนื่องจากเกิดชั้นของก๊าซภายในชั้นเคลือบซึ่งเป็นผลมาจาก AC งานวิจัยของ Sugiura และคณะ (2000) สรุป

ได้ว่า DOP ซึ่งเป็นพลาสติกไซเซอรชนิดหนึ่งที่ใช้ผสมกับ PVC ในปริมาณ 30-50% เพื่อให้ PVC มีความอ่อนตัว สามารถนำไปใช้ทำรองเท้าป้องกันสารเคมีและถุงมือยาง เป็นสาเหตุของโรคผื่นคัน แต่ถ้าปริมาณพลาสติกไซเซอรที่ผสมน้อยกว่า 5% จะทำให้ PVC แข็ง

## 2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 2.1 สารเคมี

นอกเหนือจากสารเคมีที่ใช้ในการผลิตวอลล์เปเปอร์ชนิดธรรมดาซึ่งประกอบไปด้วย PVC,  $\text{CaCO}_3$ , DOP และ Titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) แล้ว ในการผลิตวอลล์เปเปอร์ชนิดหนาพุ่มีส่วนผสมที่สำคัญคือ AC, BZ-13P และ DBP โดย AC และ BZ-13P ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จำหน่ายโดย บริษัท Cosmos Chemical จำกัด ส่วน DBP จำหน่ายโดยบริษัท BASF Aktiengesellschaft

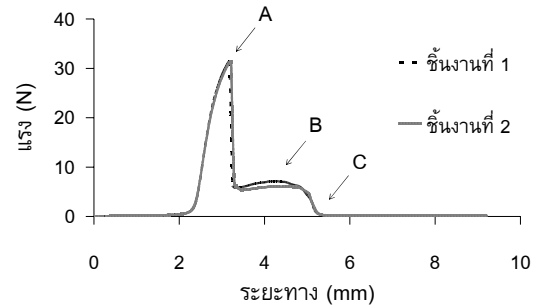
### 2.2 วิธีการทดลอง

#### 2.2.1 การเคลือบวอลล์เปเปอร์

ผสมสารเคมีด้วยเครื่องตีไข่ OTTO เป็นเวลา 15 นาที กรอง PVC mixture ด้วยผ้ากรองขนาด 72 mesh วัดความหนืดด้วย viscometer (Hakke RI:2:H1) นำ PVC mixture 20 มิลลิลิตร เคลือบลงบนกระดาษซึ่งมีความหนา 0.28 มิลลิเมตรด้วยเหล็กปาด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ทำการเคลือบวอลล์เปเปอร์ 10 ชั้นงานต่อหนึ่งสูตรสารเคมี วัดความหนาของวอลล์เปเปอร์ด้วย digital vernier ซึ่งมีความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

#### 2.2.2 การวัดความเหนียว

ตัดกระดาษเป็นรูปดัมเบล จากนั้นทดสอบความแข็งแรงของกระดาษด้วยเครื่อง Texture Analyser (TA-XT2) โดยการดึงชิ้นงานที่ความเร็วคงที่ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที จนกระดาษขาด ทำการทดลองอย่างน้อย 9 ชิ้นงานต่อหนึ่งสูตรสารเคมี จะได้กราฟในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะทาง

จุด A เป็นจุดที่กระดาษขาด

จุด B เป็นจุดที่ PVC Mixture เริ่มขาด

จุด C คือ ค่า elongation to break เป็นจุดที่แสดงระยะยืดของ PVC coating โดยจะขาดหมดที่จุดนี้

#### 2.2.3 การวัดความขาว

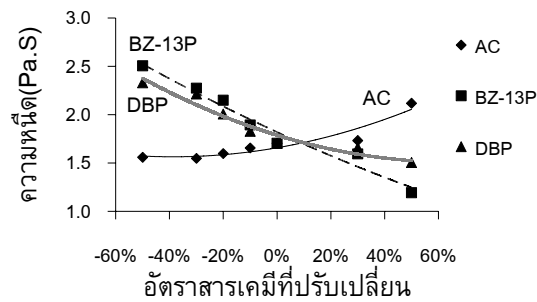
วัดความขาวของชิ้นงานด้วยเครื่อง spectrophotometer (Ultrascan XE) โดยใช้หลัก CIE whiteness index ซึ่งเป็นค่าความขาวตามมาตรฐาน CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)

#### 2.2.4 การวัดความเป็นรูพรุนของผิวหน้าชิ้นงาน

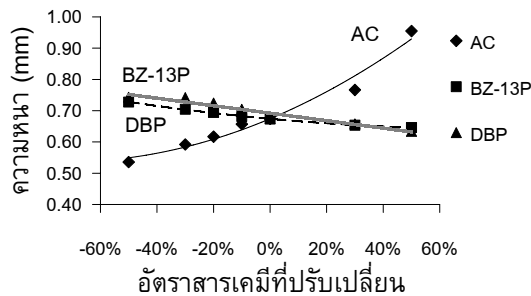
นำชิ้นงานมาวัดความเป็นรูพรุนด้วยเครื่อง optical microscope (LEICA M 26)

## 3. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

จากรูปที่ 2 และ 3 จะเห็นว่าเมื่อ PVC mixture มีความหนืดมากขึ้น วอลล์เปเปอร์จะหนาขึ้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเพิ่มปริมาณ AC ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อ AC ได้รับความร้อน (อย่างน้อย 205 องศาเซลเซียส) จะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นก๊าซ การเพิ่มปริมาณ AC ทำให้มีจำนวนฟองก๊าซภายใน PVC coating มากขึ้น ชิ้นงานจึงหนาขึ้น จากการที่ชิ้นงานมีฟองก๊าซภายใน PVC coating เพิ่มขึ้นมีผลให้ความแข็งแรงของวอลล์เปเปอร์ลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5

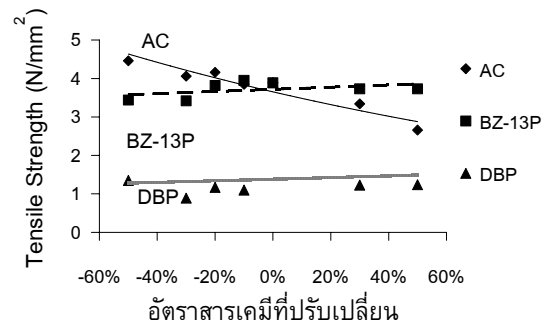


รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีและความหนืด

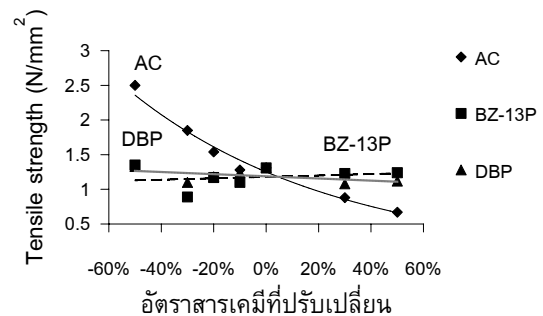


รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีและความหนาของวอลส์เปเปอร์

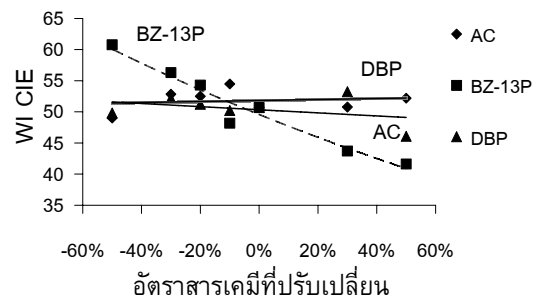
ปริมาณของ BZ-13P และ DBP มีผลต่อความแข็งแรงของวอลส์เปเปอร์และความแข็งแรงของ PVC coating เพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณสารทั้ง 2 ชนิดที่ใช้มีปริมาณน้อยมาก (1-5%) เมื่อเทียบกับส่วนผสมหลักชนิดอื่นๆ ในขณะที่การเพิ่มปริมาณ AC ทำให้วอลส์เปเปอร์หนาขึ้น แต่ความแข็งแรงของทั้งวอลส์เปเปอร์และ PVC coating มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากความหนาที่เพิ่มขึ้นเป็นความหนาที่เกิดฟองอากาศภายใน PVC coating ซึ่งไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้ และการที่มีรูพรุนมากขึ้นในวัตถุจะทำให้ความแข็งแรงของวัตถุนั้นๆ ลดลงด้วย ในส่วนของความขาวของวอลส์เปเปอร์พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณ BZ-13P จะทำให้ความขาวลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะ BZ-13P เป็นสารสีเหลืองอ่อน ส่วน AC และ DBP ไม่มีผลต่อความขาวของวอลส์เปเปอร์มากนักดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีและความแข็งแรงของวอลส์เปเปอร์



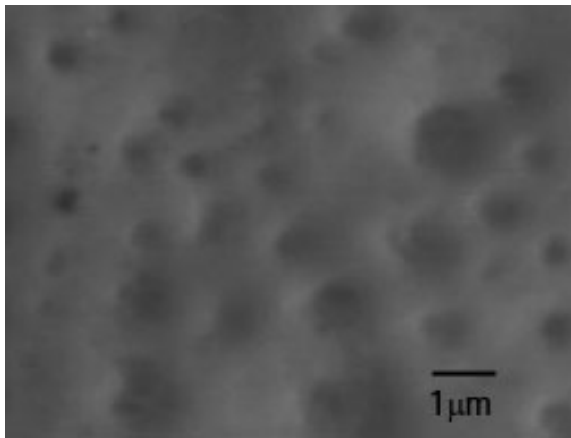
รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีและความแข็งแรงของ PVC coating



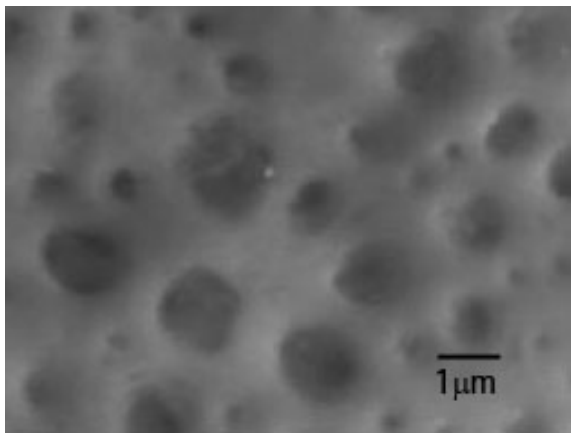
รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีและความขาวของวอลส์เปเปอร์

ผิวหน้ากระดาษวอลส์เปเปอร์ ที่ผลิตด้วย PVC mixture สูตรโรงงานจะเห็นว่าชิ้นงานมีขนาดรูพรุนประมาณ 1.5 ถึง 2 ไมครอนดังแสดงในรูปที่ 7 ในการปรับเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมีผิวหน้าของชิ้นงาน จะมีลักษณะใกล้เคียงกับสูตรโรงงาน ยกเว้นกรณี que เพิ่มปริมาณ AC 30% ปริมาณและขนาดของรูพรุนจะเพิ่ม

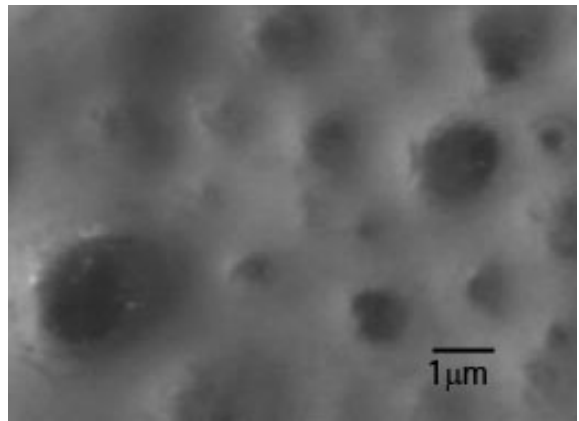
มากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 8 ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อเพิ่มปริมาณ AC ทำให้ปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้น ก๊าซเหล่านี้จะหลุดออกมาสู่บรรยากาศภายนอก ทำให้ผิวหน้ากระจกมีรูพรุนมาก ส่วนการเพิ่มปริมาณ BZ-13P 30 % รูพรุนจะมีขนาดใหญ่ขึ้นคือ ประมาณ 3 ถึง 4 ไมครอน ดังแสดงในรูปที่ 9 ทั้งนี้เป็นเพราะ BZ-13P มีหน้าที่เป็น gas getter ที่สามารถนำก๊าซภายใน PVC coating ออกสู่บรรยากาศ เมื่อมีปริมาณมากขึ้นก๊าซจะถูกปล่อยออกมาจากภายในมากขึ้นด้วย



รูปที่ 7 แสดงผิวหน้าของชิ้นงานสุตรโรงงาน

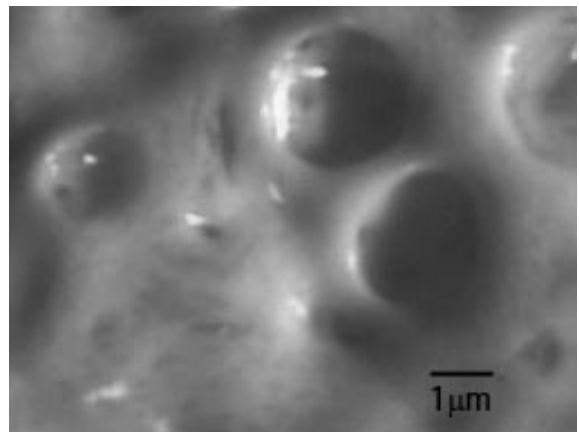


รูปที่ 8 แสดงผิวหน้าของชิ้นงานเมื่อเพิ่มปริมาณ AC 30%



รูปที่ 9 แสดงผิวหน้าของชิ้นงานเมื่อเพิ่มปริมาณ BZ-13P 30 %

นอกจากนี้ BZ-13P ยังเป็นสารเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อนหากไม่ใส่ BZ-13P จะทำให้ PVC coating เสื่อมสภาพเมื่อถูกความร้อนดังแสดงในรูปที่ 10 ถึงแม้ว่าการทดลองจะแสดงว่า DBP ไม่มีผลต่อกำลังดึงของกระจก, ความขาว และขนาดรูพรุนของวอลส์เปเปอร์ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการทดลองโดยไม่ใส่ DBP จะพบว่ากระจกมีความหยابกระด้าง ยากต่อการขึ้นลาย



รูปที่ 10 แสดงผิวหน้าของชิ้นงานเมื่อไม่ใส่ BZ-13P

#### 4. สรุปผลการทดลอง

จากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเคมีทั้ง 3 ชนิด คือ AC, BZ-13P และ DBP พบว่า มีเพียง AC เท่านั้นที่มีผลต่อความแข็งแรงของวอลล์เปเปอร์อย่างเด่นชัด อีกทั้งปริมาณ AC เป็นตัวหลักในการควบคุมความหนาบางของวอลล์เปเปอร์ แต่ทั้งนี้ปริมาณ AC กับ BZ-13P ต้องมีความสัมพันธ์กัน เนื่องจาก AC เป็นตัวกำเนิดก๊าซ ในขณะที่ BZ-13P เป็นตัวพาทกาศที่เกิดภายใน PVC coating ออกสู่บรรยากาศภายนอก เมื่อปริมาณ BZ-13P มากเกินระดับหนึ่ง ขนาดของรูพรุนที่ผิวหน้าจะมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณ AC มากเกินระดับหนึ่ง จำนวนรูพรุนของผิวหน้าจะมีปริมาณมากขึ้น การเกิดรูพรุนบนผิวหน้าวอลล์เปเปอร์ มีความสำคัญต่อการเคลือบสี ปริมาณและขนาดรูพรุนที่ใหญ่เกินไป จะไม่เป็นที่ต้องการในกระบวนการผลิต เนื่องจากจะทำให้วอลล์เปเปอร์มีสีและลวดลายที่ไม่สม่ำเสมอ

นอกจากนี้ BZ-13P มีผลต่อการทนความร้อนของวอลล์เปเปอร์ในระหว่างการขึ้นรูปและมีผลต่อความขาวของวอลล์เปเปอร์ ในส่วนของ DBP จะมีผลต่อความอ่อนนุ่มของวอลล์เปเปอร์

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการอุตสาหกรรม สำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546 และขอขอบคุณบริษัท เอ็ม ดี ไอ โฮมโปรดักส์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และสารเคมี

#### 6. เอกสารอ้างอิง

Gurudatt, K., P.DE, Sarkar, R.K.and Bardhan, M.K.

"Studies on Influence of Blowing Agent in Polymeric Coating Formulations on Thermal Resistance of coated Textiles." Journal of Industrial Textiles. 31 : 103-122 ; 2001.

Sugiura Kenji, Sugiura Mariko, Ritsuko Hayakawa, Shamoto Mikihiro and Sasaki Kazumi ."Di(2-ethylhexyl) phthalate (DOP) in a vinyl-chloride

slipguard of cotton gloves caused contact urticarai syndrome" Environ Dermatol 7 : 211-216 ; 2000