แนวทางปฏิบัติที่ดีสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือพลาสติก

วนิดา ทองช่วย
กลุ่มเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ
กองส่งเสริมเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน
กรมโรงงานอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือพลาสติกเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ในรูปแบบการผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและส่งออกสู่ตลาดต่างประเทศ จึงเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่สร้างรายได้หลักให้กับประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท กิจกรรมการผลิตของอุตสาหกรรมนี้มีการใช้วัตถุดิบ ไฟฟ้า พลังงานเชื้อเพลิง น้ำ และทรัพยากรอื่นๆ เป็นจำนวนมากเนื่องจากสินค้าที่ผลิตมีมูลค่าเพิ่มสูงและผู้บริโภคต้องการสินค้าที่มีคุณภาพ จึงทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ทำให้มีโอกาสที่จะทิ้งของเสียหรือปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้นด้วย หากนำวิธีการจัดการหรือแนวทางปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่มีความเป็นไปได้ในด้านเทคนิคและความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้ จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและลดการเกิดของเสียโดยพิจารณาจากแหล่งกำเนิดของประเด็นการใช้ทรัพยากรไม่มีประสิทธิภาพหรือการเกิดของเสียปริมาณสูง เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสร้างรายได้ให้กับประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

แนวทางปฏิบัติที่ดีสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือพลาสติกในที่นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการโรงงานคัดเลือกวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการป้องกันมลพิษเพื่อนำไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมกับสภาพการดำเนินงานจริงของแต่ละสถานประกอบการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นการควบคุมดูแลการผลิตและการดำเนินการที่ครอบคลุมถึงมลพิษที่เกิดขึ้นทั้งในส่วนของกระบวนการผลิตและหน่วยสนับสนุนการผลิต โดยในแต่ละขั้นตอนของ การดำเนินการนั้นจะเสนอแนวทางที่เป็นทั้งด้านการจัดการ เทคนิค และแนวทางพัฒนาปรับปรุง ประสิทธิภาพการผลิตในอนาคต แนวทางการปฏิบัติที่ดีสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือพลาสติกนำไปสู่การปรับปรุงการใช้พลังงาน ทรัพยากร และการ ควบคุมมลพิษนั้นควรมีการดำเนินงานเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากเทคโนโลยีที่ง่ายที่สุดและใช้เงินลงทุนน้อยที่สุด จนถึงงานที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงและเงินลงทุนมาก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิต

1.1 การฉีดพลาสติก

1.1.1 ด้านการจัดการ

นำเศษรันเนอร์ (Runner) เศษพลาสติกจากการตัดแต่ง (Scrap) รวมทั้งชิ้นงานที่เสีย (Defect) กลับมาบดก่อนนำไปผสมกับเมด็พลาสติกใหม่

1.1.2 ด้านเทคนิค

1) ออกแบบแม่พิมพ์ชิ้นงานให้มีเศษรันเนอร์น้อยที่สุด
2) หุ้มฉนวนกันความร้อนที่ฮีตเตอร์ของเครื่องฉีดพลาสติก

3) ติดตั้งฮีตเตอร์แบบเหนี่ยวนำ (Induction heater) แทนฮีตเตอร์รัดท่อแบบเดิม (Band heater) ซึ่งผลิตความร้อนจากการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดความร้อน
4) ติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมความเร็วรอบของไฮโดรลิกปั๊มในเครื่องฉีดพลาสติก

1.2 การตัด/ปั๊มเหล็ก

1.2.1 ด้านการจัดการ

1) ใช้โปรแกรมออกแบบโลหะแผ่นด้วยวิธีกราฟฟิกมากำหนดวิธีการปั๊มเหล็กให้ได้จำนวนชิ้นงานที่มากและเกิดเศษเหล็กที่ต้องทิ้งน้อยที่สุด
2) กำหนดให้ผู้ขายต้องจัดหาแผ่นเหล็กที่มีขนาดพอดีกับความต้องการ
3) ใช้ระบบการบริหารการจัดเก็บแผ่นเหล็กแบบซื้อก่อนใช้ก่อน โดยแผ่นเหล็กที่ซื้อก่อนจะนำไปใช้ ผลิตก่อน รวมทั้งใช้การจัดซื้อแบบทันเวลา (Just in time purchasing) ซึ่งเป็นการสั่งซื้อแผ่นเหล็กให้ เพียงพอต่อการผลิตโดยไม่ต้องเก็บแผ่นเหล็กไว้นานจนอาจทำให้เกิดสนิมขึ้นได้
4) นำเศษเหล็กที่เหลือจากการปั๊มหรือตัดชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิต ชิ้นส่วนขนาดเล็ก
5) แยกจัดเก็บเศษเหล็กจากการปั๊ม/ตัด/เจาะตามรูปร่างและขนาดที่เกิดขึ้นเพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้ซ้ำหรือนำไปจำหน่าย
6) จัดเก็บ ทำความสะอาดระบบหมุนเวียนสารหล่อเย็นไม่ให้มีเศษเหล็กอุดตันในระบบ
7) ลดปริมาณแดรกเอาท์ของสารหล่อเย็นที่ติดมากับเศษโลหะ

1.2.2 ด้านเทคนิค

1) ใช้เทคโนโลยีระบบอัตโนมัติสำหรับการผลิต
2) ใช้โปรแกรมออกแบบแผ่นโลหะด้วยวิธีกราฟฟิก (Graphical Metal Sheet Work) เพื่อออกแบบการปั๊มแผ่นโลหะให้มีของเสียน้อยที่สุด
3) ติดตั้งออกแบบถังเก็บเศษโลหะให้สามารถเดรนสารหล่อเย็นออกจากเศษเหล็กได้ก่อนนำเศษเหล็ก ไปจัดเก็บเพื่อรอส่งกำจัด
4) ออกแบบสายพานลำเลียงเศษโลหะให้เหมาะสมกับลักษณะเศษโลหะเพื่อไม่ให้เศษโลหะอุดตัน หรือหกหล่น

1.3 การเชื่อมประกอบชิ้นงานโลหะ

<u>ด้านเทคนิค</u>

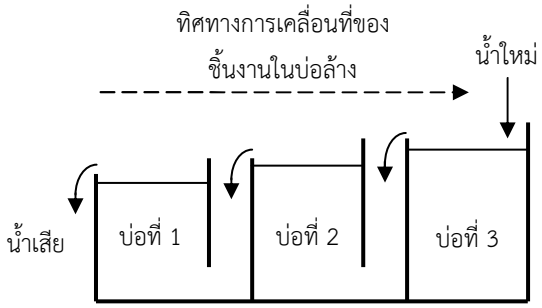
1) ใช้การยิงด้วยหมุดยึดโลหะ (Rivet) สำหรับการประกอบชิ้นส่วนโลหะแทนการเชื่อมแบบสปอต (Spot welding) ซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามาก
2) ใช้หุ่นยนต์ในการเชื่อมอาร์คทังสเตนแบบก๊าซปกคลุม
3) เชื่อมโลหะด้วยแสงเลเซอร์แทนการเชื่อมโลหะแบบปกติหรือแบบใช้ไฟฟ้าที่จะใช้เวลามากและมีความยุ่งยาก

1.4 การล้างชิ้นงาน

1.4.1 ด้านการจัดการ

1) วางแผนการผลิตชิ้นงานโลหะและการแขวนชิ้นงานเข้าสู่การล้างอย่างต่อเนื่องเพื่อลดการสูญเสียจากการเดินสายพาน การเดินปั๊มในระบบสเปรย์น้ำและสารเคมี และการอบแห้งชิ้นงาน โดยไม่มีชิ้นงานแขวนอยู่

2) ตรวจสอบหัวสเปรย์และระบบปั๊มน้ำและสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ
3) ตรวจวัดค่าความเข้มข้นของสารเคมีในบ่อล้างไขมันด้วยด่างและบ่อเคลือบกันสนิม เพื่อควบคุมปริมาณการเติมสารเคมี
4) ตรวจวัดค่าความเข้มข้นของสารเคมีในบ่อล้างน้ำเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการกำจัดสารเคมี



รูปที่ 1 ระบบการล้างชิ้นงานแบบ 3 บ่อสวนกระแส
(ที่มา : http://infohouse.p2ric.org/ref/01/00051.htm พ.ศ. 2540)

1.4.2 ด้านเทคนิค

1) ใช้ระบบการล้างชิ้นงานแบบ 3 บ่อสวนกระแสโดยระบบดังกล่าวจะมีการไหลของน้ำสวนทางกับการเคลื่อนที่ของชิ้นงานในบ่อล้าง โดยน้ำล้างจากบ่อที่ 3 จะถูกนำมาใช้เป็นน้ำล้างสำหรับบ่อที่ 2 และน้ำล้างจากบ่อที่ 2 จะถูกนำมาใช้เป็นน้ำล้างสำหรับบ่อที่ 1 ส่วนน้ำล้างในบ่อที่ 3 ให้ใช้เติมน้ำใหม่ลงไปแทน ดังรูปที่ 1
2) ติดตั้งวาล์วลูกลอย (Float valve) เพื่อควบคุมการปล่อยน้ำใหม่เข้าสู่บ่อล้างแทนการเปิดวาล์วน้ำไว้ตลอดเวลา
3) ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับชิ้นงาน (Sensor) เพื่อลดการเดินเปล่าของปั๊มน้ำและสารเคมีเมื่อไม่มีชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการล้าง
4) ติดตั้งเครื่องแยกน้ำมันเพื่อแยกน้ำมันหรือไขมันออกจากน้ำก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดรวมทั้งนี้น้ำมันหรือไขมันที่แยกได้ซึ่งจัดเป็นขยะอันตรายที่ต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ
5) ใช้หัวฉีดสเปรย์น้ำแรงดันสูงสำหรับล้างชิ้นส่วนรถยนต์
6) ปรับปรุงที่แขวนชิ้นงานเพื่อลดปริมาณแดรกเอาท์สู่บ่อล้างน้ำ
7) นำระบบควบคุมค่าการนำไฟฟ้าในบ่อน้ำล้างไปประยุกต์ใช้ควบคุมการเติมน้ำล้างใหม่ของบ่อล้างเพื่อควบคุมค่าปริมาณสารเคมีในบ่อน้ำล้างให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

1.5 การชุบโลหะ

ด้านการจัดการ

- การจัดทำแผนผังควบคุมความเข้มข้นสารเคมี ซึ่งแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกรดในปัจจุบันกับปริมาตรกรดที่ต้องเติม ณ ปริมาณกรดที่ต้องการควบคุมค่าใดค่าหนึ่ง

- ติดตั้งแผ่นหรือถังรองหยดระหว่างบ่อชุบกับบ่อล้าง
- ลดปริมาณน้ำยาชุบจากปริมาณการแดรกเอาท์ที่ติดมากับชิ้นงานด้วยการยกเครนค้างไว้ระยะเวลาหนึ่งก่อนเคลื่อนย้าย

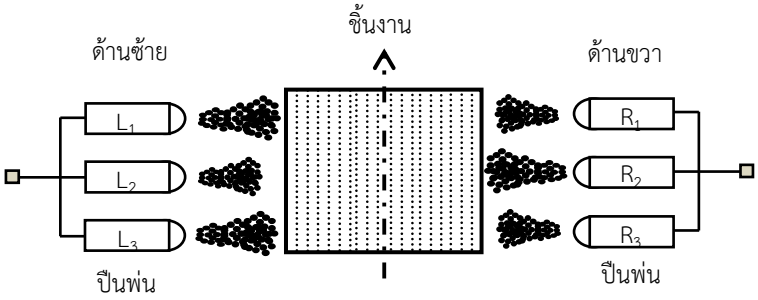
1.6 การพ่นสีและอบสี

1.6.1 ด้านวัตถุดิบ

เปลี่ยนใช้แผ่นเหล็กชนิดพิเศษที่มีสีเคลือบติดบนพื้นผิว

1.6.2 ด้านการจัดการ

1) ยกเลิกการพ่นสีที่บริเวณด้านในของชิ้นส่วนที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้จากภายนอก
2) ปรับตั้งแรงดันลมที่ใช้ในปืนพ่นสีให้เหมาะสมเพื่อให้ประสิทธิภาพการเกาะติดของสีบนชิ้นงานเกิดขึ้นสูงสุด ทั้งนี้แรงดันลมที่ใช้จะพิจารณาจากความเร็วลมภายในปืน[1] โดยปืนพ่นสีด้วยคนต้องการความเร็วลมขั้นต่ำเท่ากับ 300 มิลลิเมตรต่อวินาที และสำหรับปืนพ่นสีแบบอัตโนมัติต้องการความเร็วลมระหว่าง 500-600 มิลลิเมตรต่อวินาที
3) กำหนดให้อัตราการไหลของสีมีความเท่ากันของทุกปืนพ่นเพื่อให้ผิวชิ้นงานที่พ่นออกมามีความสม่ำเสมอราบเรียบตลอดทั่วกันทั้งชิ้น ซึ่งหมายถึง $L_1=L_2=L_3$ และ $R_1=R_2=R_3$ ในผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง โดยในทางปฏิบัติควรจัดทำเป็นมาตรฐานสำหรับแต่ละชนิดของชิ้นงานที่มีความแตกต่างกันทั้งทางด้านรูปร่างรวมทั้งลักษณะและเงื่อนไขชนิดของสีที่ใช้ สำหรับความเร็วในการเคลื่อนที่ปืนพ่นก็ควรอยู่ที่ประมาณ 600 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยถ้าเดินปืนพ่นสีช้าจะทำให้สีย้อย แต่ถ้าเดินปืนพ่นสีเร็วจะทำให้สีบาง



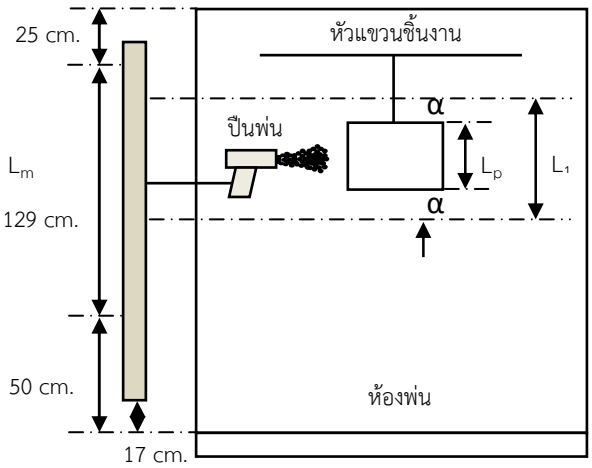
รูปที่ 2 รูปแบบการพ่นสี

(ที่มา : การปรับปรุงกระบวนการพ่นสี สถาบันยานยนต์ พ.ศ. 2553)

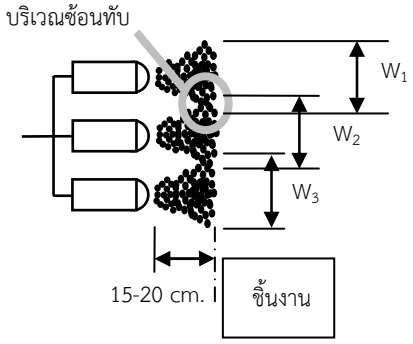
4) กำหนดระยะการเคลื่อนที่ของปืนพ่นสีเพื่อให้ละอองสีที่พ่นออกไปนั้นครอบคลุมชิ้นงานตลอดทั้ง ชิ้นเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาพ่นไม่ทั่วและสีบาง โดยมีเงื่อนไขดังแสดงในรูปที่ 3 คือ L1 > Lp โดยค่า $\alpha \approx$ 5-10 เซนติเมตรต่อด้าน โดยที่ L1 คือระยะที่พ่น และ Lp คือขนาดของชิ้นงาน

[1] อ้างอิงจากเอกสารเรื่อง Metal painting and coating operations, The Northeast Waste Management Officials' Association (NEWMOA), http://infohouse.p2ric.org/ref/01/00777/appltech.htm

5) กำหนดระยะห่างของปืนพ่นสีกับชิ้นงานที่ถูกต้อง เพราะระยะการพ่นที่เหมาะสมส่งผลโดยตรงกับ คุณภาพของชิ้นงาน โดยถ้าพ่นใกล้เกินไปจะทำให้สีไหลย้อย แต่ถ้าพ่นห่างเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาสบ้างได้ ระยะห่างที่เหมาะสมนั้นควรกำหนดขึ้นเป็นมาตรฐานตามลักษณะชิ้นงานที่มีความแตกต่างกัน โดยทั่วไป ระยะดังกล่าวจะอยู่ประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยวัดจากปลายหัวฉีดปืนพ่นถึงผิวชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 4 นอกจากนี้รูปแบบการกระจายของละอองสีนั้นก็ควรกำหนดเป็นมาตรฐาน โดยมีเงื่อนไขคือ W1=W2=W3 และควรกำหนดให้มีระยะซ้อนทับ (Over lap) กันบนชั้นสีด้วยเพื่อความต่อเนื่องของการพ่นและขจัดปัญหาพ่นไม่ทั่วถึง



รูปที่ 3 ขอบเขตการพ่นสีบนชิ้นงาน
(ที่มา : การปรับปรุงกระบวนการพ่นสี สถาบันยานยนต์ พ.ศ. 2553)



รูปที่ 4 ขอบเขตการพ่นสีบนชิ้นงาน (ต่อ)
(ที่มา : การปรับปรุงกระบวนการพ่นสี สถาบันยานยนต์ พ.ศ. 2553)

1.6.3 ด้านเทคนิค

1) ติดตั้งชุดปืนพ่นสีแบบอัตโนมัติร่วมกับการพ่นสีด้วยคนเพื่อควบคุมความหนาของสที่พ่นให้สม่ำเสมอ
2) ออกแบบที่แขวนชิ้นงานและลักษณะการแขวนชิ้นงานให้สามารถแขวนชิ้นงานได้มากกว่า 1 ชิ้นขึ้นไป สำหรับกรณีที่ใช้ชุดปืนพ่นสีแบบอัตโนมัติ ทั้งนี้จำนวนชิ้นงานที่แขวนจะต้องสัมพันธ์กับระยะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของปืนพ่นสี
3) ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับชิ้นงานเพื่อควบคุมการพ่นสีเมื่อไม่มีชิ้นงานเข้าสู่ห้องพ่น
4) ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งการแขวนชิ้นงานเพื่อกำหนดการพ่นสีออกในแต่ละหัวพ่น
5) นำความร้อนทิ้งจากการอบสีกลับมาใช้ซ้ำโดยนำไปใช้อบเพื่อกำจัดความชื้นบนชิ้นงานก่อนนำไป พ่นสีหรือนำไปอุ่นอากาศที่ป้อนเข้าสู่ห้องอบ

1.7 ตู้อบแห้งชิ้นงาน

1.7.1 การจัดการ

การลดปริมาณน้ำที่ติดกับชิ้นงานโดยการตั้งทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งจะช่วยลดเวลาในการอบแห้งได้

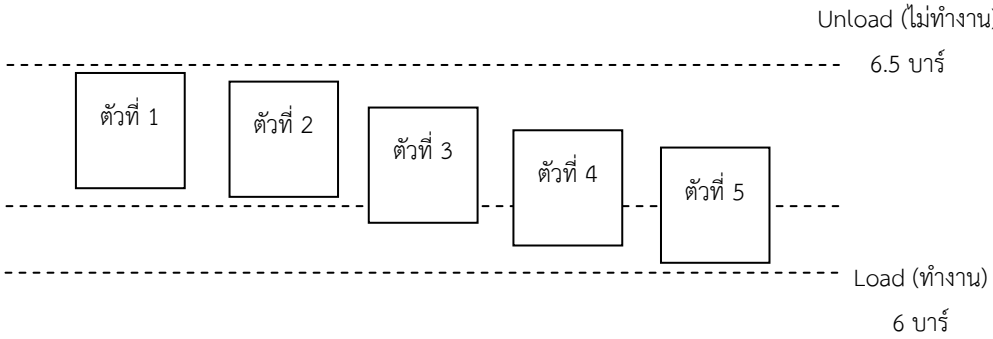
1.7.2 ด้านเทคนิค

1) การติดตั้ง interlock เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องดูดอากาศ (Exhaust Blower) ขณะเปิดตู้อบ เพื่อป้องกันอากาศภายนอกไหลเข้าตู้อบซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียความร้อนภายในตู้อบ
2) การนำอากาศร้อนจากเครื่องดูดอากาศ (Exhaust Blower) มาอุ่นชิ้นงาน (preheat heat) หน้า ตู้อบเพื่อลดระยะเวลาในการอบแห้งชิ้นงาน

2. ระบบอัดอากาศ

<u>ด้านการจัดการ</u>

1) ตรวจสอบและบำรุงรักษาชุดกรองและจุดกรองต่างๆ ในระบบ เช่น ชุดกรองอากาศก่อนเข้าเครื่อง (Air Filter) ชุดกรองน้ำมัน (Oil Separater) ชุดระบายความร้อนหลังการอัด (After Cooler) ฯลฯ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า
2) จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อให้อุปกรณ์อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา
3) พิจารณาเลือกเดินเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงด้วยจำนวนชั่วโมงทำงานที่มากกว่าเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ เช่น ควรเลือกใช้เครื่องอัดอากาศแบบปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drive; VSD) ขนาดใหญ่กว่าแบบความเร็วรอบมอเตอร์คงที่ (Fixed Speed) และให้เครื่องอัดอากาศ แบบ VSD เดินเครื่องหลักโดยให้เครื่องอัดอากาศแบบ Fixed Speed เป็นตัวเสริ
4) บริหารการใช้งานเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับความต้องการเพื่อลดการเดินเครื่องตัวเปล่า เช่น ปรับตั้งค่าช่วงแรงดันของเครื่องอัดอากาศให้เหลื่อมกันเพื่อลดการสูญเสียจากการเดินเครื่องแต่ไม่จ่ายลมอัด (Unload) ดังแสดงในรูปที่ 5 หรือในกรณีที่มีการใช้เครื่องอัดอากาศแบบVSD ร่วมกับแบบ Fixed Speed ที่มีมากกว่า 1 เครื่อง ควรให้เครื่องอัดอากาศแบบ Fixed Speed เดินปรับความดันของเครื่องแบบขั้นบันได โดยมีเครื่องอัดอากาศแบบ VSD ปรับให้ความดันอยู่ระหว่างความดันช่วง unload กับ load ของระบบอัด อากาศรวม



รูปที่ 5 การจัดการภาระงานของเครื่องอัดอากาศโดยใช้ชุดควบคุมอัตโนมัติ

(ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ พ.ศ. 2555)

5) ปรับตั้งแรงดันลมของเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน
6) ตรวจสอบเครื่องทำลมแห้งให้มีอุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียสเพื่อกำจัดน้ำออกจากลมอัดที่ผ่านเครื่องอัดอากาศ
7) ปิดวาลว์ป้องกันลมเข้าเครื่องทำลมแห้งทุกครั้งกรณีไม่ใช้งาน
8) ติดตั้งระบบระบายน้ำจากถังเก็บลมอัดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อความดันของลมอัดในถัง

<u>ด้านเทคนิค</u>

1) ลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ ทั้งนี้การลดอุณหภูมิอากาศทุกๆ 3 องศาเซลเซียสจะช่วยลดการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอัดอากาศลงได้ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์
2) เลือกใช้ขนาดถังเก็บอากาศให้เหมาะสมกับลักษณะภาระการใช้งาน ทั้งนี้การติดตั้งถังเก็บอากาศมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บลมอัดและลดแรงการแกว่งของแรงดันลมจากเครื่องอัดอากาศชดเชยความต้องการของภาระการใช้งานในช่วงความต้องการสูงสุด (Peak Load) และลดการตัดต่อของเครื่องอัดอากาศที่บ่อยเกินไป
3) ติดตั้งเครื่องดูดความชื้นของลมอัดโดยใช้ระบบทำความเย็นหรือใช้สารดูดความชื้นเพื่อปรับปรุงคุณภาพลมอัด
4) นำความร้อนทิ้งจากเครื่องอัดอากาศกลับมาใช้ประโยชน์ เช่น นำมาอุ่นน้ำป้อนหม้อน้ำ นำมาอุ่นอากาศสำหรับใช้อบหรือให้ความร้อน นำมาอุ่นน้ำหรือสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการล้างชิ้นงาน เป็นต้น

3. หอผึ่งน้ำเย็น

3.1 ด้านการจัดการ

3.1.1 ทำความสะอาดหัวฉีดของหอหล่อเย็นอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการอุดตัน

3.1.2 ทำความสะอาดแผงระบายความร้อน (Filling pack) และถาดรองรับน้ำเป็นประจำทุกๆ 1 เดือน รวมทั้งเปลี่ยนแผงระบายความร้อนเมื่อหมดอายุการใช้งาน

3.1.3 ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออก อุณหภูมิอากาศขาเข้า (กระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก) เพื่อประเมินหาความสามารถระบายความร้อนของหอหล่อเย็น

3.1.4 ตรวจสอบปั๊มน้ำและมอเตอร์พัดลมอย่างสม่ำเสมอ

3.2 ด้านเทคนิค

3.2.1 ใช้สารเคมีเพื่อป้องกันตะกรัน การกัดกร่อน และตะไคร่น้ำ ซึ่งเป็นผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนลดลง

3.2.2 ใช้ระบบโอโซนปรับคุณภาพน้ำเพื่อยับยั้งการเกิดตะกรันและตะไคร่น้ำ (สำหรับหอหล่อเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็นหรือระบบปรับอากาศที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ) ซึ่งช่วยลดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งช่วยกำจัดเชื้อโรคซึ่งมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์

3.2.3 ติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมความเร็วของพัดลมตามอุณหภูมิของน้ำสำหรับกรณีที่มีภาระความร้อนของน้ำหล่อเย็นมีค่าเปลี่ยนแปลงสูงต่ำตลอดเวลา

3.2.4 ติดตั้งปล่องระบายอากาศร้อนขาออกในทิศทางที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศร้อนไหลย้อนกลับไปแทนที่อากาศเย็น (Short Circuit) ขาเข้าหอหล่อเย็น

4. ระบบปรับอากาศ

4.1 ด้านการจัดการ

4.1.1 ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์อย่างสม่ำเสมอเพื่อกำจัดคราบตะกรันหรือสิ่งสกปรกที่ยึดเกาะผิวท่อแลกเปลี่ยนความร้อนของคอนเดนเซอร์ ซึ่งเป็นผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับน้ำหรืออากาศลดลง อย่างไรก็ตาม การกำหนดความถี่สำหรับการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์อาจพิจารณาได้จากผลต่างอุณหภูมิสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์ (ควรแตกต่างกันไม่เกิน 4-6 องศาฟาเรนไฮต์)

4.1.2 ทำความสะอาดกรองอากาศในเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit: AHU) และชุดจ่ายลมเย็นเป็นประจำ (Fan Coil Unit: FCU)

4.1.3 ลดการนำอากาศภายนอกหรือดูดอากาศภายในทิ้งเพื่อลดภาระการปรับอากาศ

4.1.4 ลดอากาศร้อนจากภายนอกรั่วเข้าสู่ห้องปรับอากาศเพื่อป้องกันการเพิ่มภาระให้ระบบปรับอากาศ โดยส่วนใหญ่รอยรั่วในห้องปรับอากาศมักเกิดขึ้นตามบริเวณขอบประตูและหน้าต่างห้อง

4.1.5 ลดพื้นที่ปรับอากาศที่ไม่จำเป็นด้วยการกั้นห้องแยก

4.1.6 ปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศให้สูงขึ้น โดยถ้าปรับตั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไป ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระการทำงานของระบบปรับอากาศและสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น

4.1.7 ปรับปรุงระบบแสงสว่างที่ใช้งานในห้องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น (สูญเสียพลังงานไฟฟ้าในรูปของความร้อนน้อยที่สุด) เพื่อลดภาระความร้อนที่มีต่อระบบปรับอากาศ

4.1.8 เลือกเดินปั๊มน้ำระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นหลัก

4.2 ด้านเทคนิค

4.2.1 ติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมความเร็วรอบของปั๊มน้ำระบายความร้อนสำหรับกรณีที่มีภาระความร้อนของน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงสูงต่ำตลอดเวลา

4.2.2 ใช้ระบบโอโซนปรับคุณภาพน้ำเพื่อยับยั้งการเกิดตะกรันและตะไคร่น้ำ (สำหรับหอหล่อเย็นที่ใช้ใน ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็นหรือระบบปรับอากาศที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ) ซึ่งช่วยลด การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งช่วยกำจัดเชื้อโรคซึ่งมีผลกระทบต่อระบบ ทางเดินหายใจของมนุษย์

4.2.3 ติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมความเร็วของพัดลมตามอุณหภูมิของน้ำสำหรับกรณีที่มีภาระความร้อนของน้ำหล่อเย็นมีค่าเปลี่ยนแปลงสูงต่ำตลอดเวลา

4.2.4 ติดตั้งปล่องระบายอากาศร้อนขาออกในทิศทางที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศร้อนไหล ย้อนกลับไปแทนที่อากาศเย็น (Short Circuit) ขาเข้าหอหล่อเย็น

5. หน่วยผลิตน้ำ

ด้านการจัดการ

1) ระบบผลิตน้ำที่ใช้แรงดันสูงเช่น หน่วยผลิตน้ำรีเวอร์ส ออสโมซิส (Reverse Osmosis, RO) สำหรับ ท่อและข้อต่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้งและในแนวราบหรือแนวระดับ ต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน เพื่อไม่ให้ เกิดการรั้งของข้อต่อที่อาจก่อให้เกิดการรั่วซึมได้
2) การตรวจเช็คความดันขาเข้าและขาออกของหน่วยผลิตน้ำรีเวอร์ส ออสโมซิส (Reverse Osmosis, RO) การตกของความดัน (pressure drop) ขาออกจะทำให้เกิดแรงดันน้ำสูงในไส้แมมเบรน (ไส้แมมเบรนอุดตัน) ต้องทำการล้างเมมเบรนเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบผลิตน้ำ RO อีกทั้งยังช่วยรักษา คุณภาพของน้ำ RO ที่ผลิตได้
3) น้ำทิ้งจากระบบผลิตน้ำรีเวอร์ส ออสโมซิส (Reverse Osmosis, RO) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้เช่น รดน้ำต้นไม้ น้ำใช้ในห้องน้ำ น้ำล้างพื้น ฯลฯ

6. สำนักงานและระบบอื่นๆ

6.1 การใช้ไฟฟ้า

6.1.1 ด้านการจัดการ

1) เลือกใช้ประเภทของหลอดไฟให้เหมาะกับลักษณะการใช้งาน เช่น ห้องทำงาน อาคารผลิต คลังสินค้า ทางเดินหรือถนนในเวลากลางคืน
2) เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน เช่น หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (หลอดตะเกียบ) ที่มีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 โคมไฟฟ้าชนิดรีแฟคเตอร์ บัลลาสอิเล็กทรอนิกส์ จอภาพแบบ LCD เครื่องพิมพ์ ผล (Printer) /โทรสาร (Fax) / เครื่องถ่ายเอกสารที่มีระบบประหยัดพลังงานหรือมีสัญลักษณ์ “Energy Star”
3) กำหนดมาตรการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า ทุกๆ 6 เดือน
4) รณรงค์ และฝึกอบรมให้บุคลากรมีความตระหนักถึงการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด การปฏิบัติงานที่เหมาะสมและถูกวิธี เช่น ไม่เสียบปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้า (จอภาพ/เครื่องถ่ายเอกสาร/เครื่องพิมพ์ผล) ทิ้งไว้ นำอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน (เครื่องทำน้ำเย็น/กระติกน้ำร้อน/เครื่องถ่าย เอกสาร) ออกนอกห้องปรับอากาศ เป็นต้น
5) เตรียมพร้อมในการซ่อมแซมอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า

6.1.2 ด้านเทคนิค

1) ติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพื่อปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
2) ปรับแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าให้เหมาะสม โดยปรับลดแรงดันไฟฟ้าที่หม้อแปลงเพื่อให้ระดับแรงดันไฟฟ้าปลายทางยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับพิกัดของอุปกรณ์ปลายทาง และเครื่องจักรยังสามารถทำงานได้ปกติ
3) ใช้อุปกรณ์ควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Demand controller) เพื่อควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด สำหรับโรงงานที่ต้องเดินเครื่องจักรเฉพาะเวลากลางวัน

4) ใช้ระบบควบคุมตัวประกอบกำลังแบบอัตโนมัติสำหรับแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังมีความเหมาะสม กับอุปกรณ์ที่ต้องการกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟไม่คงที่
5) ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงภาระงาน (Load) ที่กว้าง คือตั้งแต่ 70 – 130 เปอร์เซ็นต์ของพิกัด (Rated load) ในขณะที่มอเตอร์มาตรฐานนั้นจะมี ค่าประสิทธิภาพดีที่สุดประมาณ 82 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงภาระงานแคบๆ คือ 50 – 60 เปอร์เซ็นต์ของพิกัดเท่านั้น
6) ติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมความเร็วรอบในปั๊มน้ำหรือพัดลม (Blower) สำหรับกรณีที่มีภาระ การใช้งานเปลี่ยนแปลงสูงต่ำอยู่ตลอดเวลา
7) ติดตั้งเครื่องเร่งระเหยไอก๊าซแบบน้ำร้อนหมุนเวียนร่วมกับการใช้เครื่องเร่งระเหยไอก๊าซแบบน้ำร้อนไม่หมุนเวียน ซึ่งใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าผลิตน้ำร้อน

6.2 การใช้น้ำ

ด้านการจัดการ

1) เลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ เช่น ก๊อกน้ำ หรือโถสุขภัณฑ์ที่ได้รับฉลากเขียว เป็นต้น
2) ติดตั้งมาตรวัดน้ำในแต่ละจุดจ่ายน้ำ เช่น สำนักงาน กระบวนการล้างชิ้นงาน ระบบหล่อเย็น ฯลฯ เพื่อเก็บข้อมูลตรวจสอบอัตราการใช้น้ำ
3) ซ่อมแซมจุดที่รั่วไหลต่างๆ และหมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำตามจุดต่างๆ รวมทั้งการจัดวางระบบซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ
4) อบรมให้ความรู้ รณรงค์การสร้างจิตสำนึกให้แก่พนักงานเกี่ยวกับการใช้น้ำอย่างคุ้มค่า

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, คู่มือการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด, 2541.
2. สถาบันยานยนต์, การปรับปรุงกระบวนการพ่นสี, 2553.
3. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ, 2555.
4. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือพลาสติก, 2562.
5. สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว, สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยและสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, โครงการฉลากเขียว ข้อกำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner), 2553.
6. Incropera, F.P., Dewitt, D.P., Bergman, T.L., and Lavine, A.S., Introduction to Heat Transfer, John Wiley & Sons, 2007.
7. Roshsenow, W.M., Harnett, J.P., and Ganic, E.N., Handbook of Heat Transfer Application, John Wiley & Sons, 1985.
8. Dossat, R.J., Principles of Refrigeration, Prentice-Hall, 1991.