การลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมี่ยมด้วยวิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม

DESIGN OF EXPERIMENT TO REDUCE WASTE IN PLATING PROCESS.

ฉัตรชัย ฉายะรถี[1] และ ศักดิ์ชาย รักการ[2], จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[3]
[1]วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ
แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

Chatchai Chayarathi[1] and Sakchai Rakkran[2], Jeerawat Plongmai[3]
[1]Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management
Kasem Bundit University, Pattanakran Campus 1761 Pattanakarn Rd.,
Suanluang Bangkok 10250, Thailand
E-Mail chatchai.nppd@hotmail.com

รับเมื่อ 1 พฤษภาคม 2564 ตอบรับเมื่อ 31 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาปัญหาการลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมี่ยมในการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งพบของเสียจากปัญหาเม็ดชุบที่มีสูงถึง 22.02%ต่อเดือน ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดสาเหตุที่เกิดเม็ดชุบที่เกิดในกระบวนชุบโครเมี่ยมบนผิวพลาสติก โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม ด้วยการทดสอบแบบ 2^k full factorial ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%โดยกำหนดปัจจัยในการทดสอบ ประกอบด้วย 5 ปัจจัย ประกอบไปด้วย กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิของน้ำยาชุบ รอบการกรองเคมี ระดับความเข้มข้นของน้ำยาชุบ จิ๊บชุบ กับจำนวนที่ใช้ทดสอบทั้งหมดรวม 48 ครั้ง จากผลการทดลองพบว่ามี 2 ปัจจัยส่งผลเชิงเดี่ยวเท่านั้น คือ ปัจจัยรอบการกรองเคมี และปัจจัยประเภทของจิ๊ก หลังจากนั้นนำ 2 ปัจจัยดังกล่าวที่ส่งผลมาทำการปรับปรุงทางกายภาพ โดยกำหนดจำนวนรอบกรองเคมีในการชุบที่ 6 รอบ และรอบการเปลี่ยนจิ๊กชุบที่ 300 รอบที่เหมาะสม ซึ่งผลของการแก้ไขปัญหาทั้งหมดนี้ ทำให้พบว่าสามารถลดจำนวนงานเสียจากปัญหาเม็ด 8.42%ต่อเดือน โดยผลการศึกษาสามารถบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ สามารถลดปัญหาเม็ดชุบให้น้อยกว่าเดิม 10% และประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนโดย NPV เท่ากับ 1,410,541 บาท และ IRR เท่ากับ 33.82% โดยมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.27 ปี ซึ่งพิจารณาแล้วคุ้มค่าแก่การลงทุน

คำสำคัญ: การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม, พลาสติกชุบโครเมี่ยม, ลดของเสีย,

ABSTRACT

This research is to waste reduction in the chrome plating process for auto part industry, which is found approximately 22.02 % of waste per month. The problem analysis is determined with a highest cause of the roughness defect from chrome plating on plastic (POP). A Design of Experiment (DOE) method is applied of 2k full factorial with 95% confidence. Five factors of process have been selected with each 2 levels by including: electric current, temperature of chemical, chemical filter, chemical concentration, plating jig. The

total number of tests is 48 times. The solution is found by only 2 factors are significant of chemical filter and plating jig with no interaction. And then the physical improvement is appropriately replaced by every 6 cycles of chemical filter in plating and every 300 rounds of all plating jig. Therefore, the result of the solving problem shows that the defect decreasing is only remained by approximately 8.42% per month, which has achieved the objective of this study. Moreover, the investment values are assessed by NPV of 1,410,541 Baht and IRR of 33.82%, with a payback period of 2.27 years, which is considered worthwhile and worth the investment.

KEYWORDS: Design of experiment (DOE), Plating on Plastic (POP), Defect decreasing.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นสาขาอุตสาหกรรมที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในด้านมูลค่าเพิ่มในประเทศ การผลิต การส่งออก การลงทุน การจ้างงาน และมีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องจำนวนมากในปัจจุบัน ประเทศไทยได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าเป็นฐานการผลิตระดับโลกของรถยนต์ที่มีความเฉพาะ (Global Niche Product) 3 ผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่ รถปิกอัพ 1 ตัน รถจักรยานยนต์ขนาดเล็กคุณภาพสูง และรถยนต์ประหยัดพลังงานมาตรฐานสากล (Eco Car) (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2555) ซึ่งในปัจจุบัน อุตสาหกรรมยานยนต์ ได้รับผลกระทบจาก COVID-19 ผลพวงจากวิกฤตโรคระบาด COVID-19 ส่งแรงกระทบกระเทือนไปในวงกว้างมากกว่าที่จะจำกัดอยู่เฉพาะประเด็นเรื่องสุขภาพพลานามัยของประชาชนทั่วไปเท่านั้น หากแต่ยังมีผลต่อภาคเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง และยังกระทบต่อเนื่องไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ผู้ผลิตอุปกรณ์ตกแต่งภายในรถยนต์ รวมถึงตัวแทนจำหน่าย ในแต่ละลำดับ ซึ่งผู้ประกอบการรถยนต์ในประเทศแต่ละราย ต่างต้องปรับตัวด้วยการลดพนักงานให้สอดรับกับการผลิตที่ลดลง แต่จะปรับลดมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ COVID-19 (ผู้จัดการ360, 2563) และขณะที่ค่ายรถยนต์ปิดโรงงานชั่วคราวในช่วงไตรมาส 2 และทยอยลดกำลังการผลิตเพื่อปรับสมดุลสต็อก คาดว่าปริมาณการผลิตรถยนต์ปี 2563 จะหดตัว 36.0-37.0% อยู่ที่ 1.27-1.29 ล้านคัน อย่างไรก็ตาม คาดว่าปริมาณการผลิตจะกระเตื้องขึ้นในปี 2564-2565 เติบโตเฉลี่ย 3.0-4.0% ต่อปี เป็น 1.32-1.33 ล้านคัน และ 1.36-1.38 ล้านคัน ตามลำดับ ตามเศรษฐกิจที่ทยอยฟื้นตัวจากการแพร่ระบาดของไวรัสคลี่คลาย (วรรณา ยงพิศาลภพ, 2563)

จากข้อมูลของบริษัทชุบโครเมี่ยมแห่งหนึ่งที่นำมาทำการศึกษาโดยพบปัญหาของเสียจากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 6 เดือน พบว่า จากการผลิตทั้งหมด 5,135,077 ชิ้น หรือเฉลี่ย 733,582 ชิ้นต่อเดือน มีของเสียรวมอยู่ที่ 260,891 ชิ้น มีปริมาณของเสียประมาณ 5.06%จากยอดการผลิต หรือคิดเป็นมูลค่าสูญเสีย เฉลี่ยเดือนละ 1,200,000 บาทต่อเดือน หรือ 14,000,000 บาทต่อปี ซึ่งของเสียเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น เม็ดชุบ ซึ่งมีผลกระทบต่อต้นทุนของบริษัท และประกอบกับสภาพเศรษฐกิจที่ซบเซ้า จึงเป็นปัญหาที่สำคัญและต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและสามารถลดต้นทุนสูญเปล่าของบริษัทฯ (บริษัทแห่งหนึ่ง, 2563) ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาปัญหาของเสียประเภทเม็ดชุบในกระบวนการชุบโครเมี่ยมของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ที่มีอยู่ประมาณ 20% คิดเป็นมูลค่าความสูญเสียอยู่ที่ 22,000,000 บาทต่อปี โดยประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีด้านการจัดการคุณภาพ และการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ในการควบคุมระบบของสายการผลิตในการชุบโครเมี่ยม และคาดว่าจะสามารถลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์อย่างน้อย 10% และเพื่อการลดต้นทุนในการผลิต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการลดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการชุบโครเมี่ยมบนพลาสติกที่มีลักษณะเม็ดชุบให้น้อยลง

2.2 เพื่อลดของเสียให้ลดน้อยลงไม่น้อยกว่า 10% จากของเสียปัจจุบัน

2.3 เพื่อประยุกต์หลักการการจัดการงานวิศวกรรมให้มีประโยชน์กับงานปัจจุบันให้เกิดประโยชน์สงสุด

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments: DOE) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่นำมาใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) เมื่อค่าปัจจัย (Factor) เปลี่ยนแปลงไปนั้นมีผลทำให้ตัวแปรตอบสนองเปลี่ยนแปลงหรือไม่และอย่างไร เมื่อทราบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้วสามารถออกแบบค่าของปัจจัยให้ตรงกับค่าที่ทำให้ได้ค่าตัวแปรตอบสนองเป็นไปตามที่ต้องการ เทคนิคการทดลองแบบแฟคทอเรียล (DOUGLAS C. MONTGOMERY, 2017, 1) ในด้านการประยุกต์ใช้ในการลดของเสียโดยนำปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการการผลิต (วิทยา สุมะลิ และ ระพี กาญจนะ, 2561, 156) หรือการนำพารามิเตอร์ด้านที่ไม่เหมาะมาเป็นปัจจัยในการออกแบบการทดลอง (วิลันดา เริงโรจน์สรากุล และ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์, 2554, 93) ที่ได้จากการศึกษากระบวนการโดยการหาปัจจัยนำที่สำคัญในการผลิต (จิตรลดา เลิศกิตติกุล และ นันทชัย กานตานันทะ, 2557, 886) มาทำการจัดลำดับในการออกแบบการทดลอง (ปฐมพงษ์ หอมศรี และ จักรพรรณ คงธนะ, 2556, 73) และในการจัดลำดับการทดลองต้องมีการทดลองซ้ำเพื่อเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล (ดุษฎี บุญธรรม , 2559, 20) และนำปัจจัยที่มีนัยสำคัญจากการทดลองไปทำการปรับปรุงในกระบวนการ (สุรศักดิ์ ชุบไธสง และ ระพี กาญจนะ, 2563, 17) พบว่าสามารถลดของเสียลงได้ (ปองพล อุดมชัยเดช และ อรรถกร เก่งพล, 2561, 227) และสามารถนำมาการประยุกต์ใช้การออกแบบเทคนิคการทดลองในกระบวนการชุบนิกเกิล-โครเมียมด้วยไฟฟ้า ซึ่งได้พารามิเตอร์ในการชุบด้วยไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแบบชั้นนิกเกิลที่มีความหนา 6.3 ไมโครเมตร และสำหรับการผลิตแบบชั้นโครเมียมบาง 2.4 ไมโครเมตรที่มีการยึดเกาะที่ดีบนพื้นผิว WC-Co (AYOOB AHRARI, 2010, v) และยังใช้การออกแบบการทดลองของ Taguchi ในการปรับกระบวนการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้าเพื่อหาปัจจัยของความเข้มข้นของสารเคมีในการชุบ ซึ่งพบว่า ปัจจัยที่มีนัยสำคัญเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการชุบด้วยไฟฟ้า (Throwing power) คือ เวลาและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า ในส่วนกรดโครมิกและความเข้มข้นของกรดส่งผลน้อยกว่า และค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด คือ ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า 4 A / dm2 และใช้เวลา 4 นาที (Aiyoub Parchehbaf Jadid, Mostafa Pourjafar, Alireza Banaei, 2014, 26-27) ซึ่งเป็นประโยชน์ในการนำมาใช้ในการศึกษาได้เป็นอย่างดี

4. วิธีดำเนินการวิจัย/ระเบียบวิธีวิจัย/Research Methodology

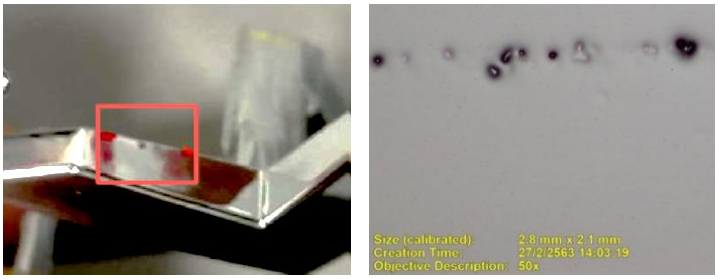
4.1 กระบวนการดำเนินการ

ในกระบวนการดำเนินการวิจัยนี้ได้เริ่มจากการทำการศึกษาปัญหา ค้นคว้าข้อมูล ศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหาสาเหตุในกระบวนการชุบโครเมี่ยมบนพลาสติก กำหนดวิธีการในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ผล แล้วดำเนินการทำการลดของเสียปัญหาเม็ดชุบที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการชุบโครเมี่ยมบนพลาสติกด้วยผลลัพธ์ทางทฤษฎีและทางกายภาพ โดยสามารถแสดงรายละเอียดให้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

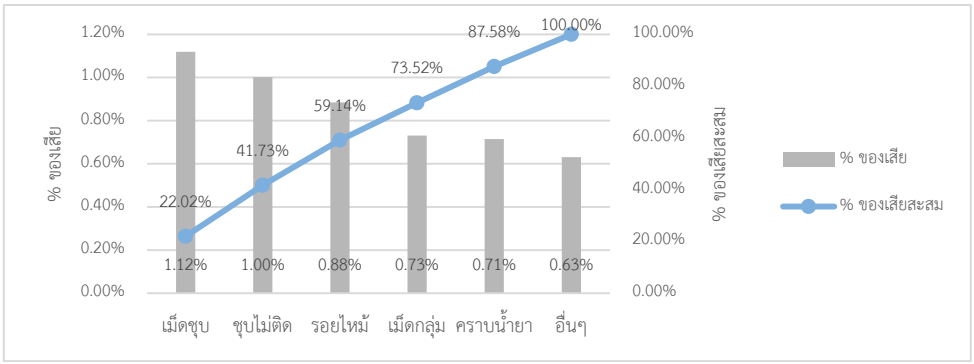
4.1 การศึกษาสภาพปัญหา

จากการเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการชุบโครเมี่ยมทั้งหมด พบว่า ในช่วงปี 2563 เกิดของเสียเฉลี่ยในแต่ละเดือน เป็น การวิเคราะห์ปริมาณการเกิดของเสีย ด้วยเครื่องมือพาเรโต โดยแสดงเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ประเภทของเสียแต่ละ

ประเภทที่เกิดจากกระบวนการชุบโครเมี่ยม ได้แก่ ของเสียประเภทเม็ดชุบซึ่งมีลักษณะตามรูปภาพที่ 1 และคิดเป็น 22.02% ซึ่งเป็นประเภทของเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดในกระบวนการชุบโครเมี่ยมตามรูปที่ 2



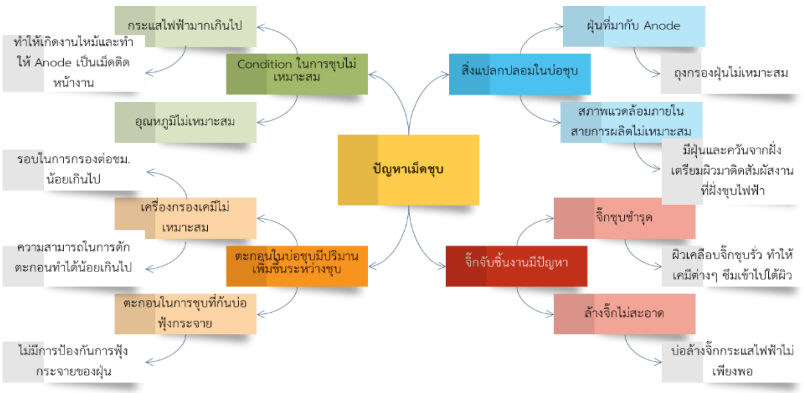
รูปที่ 1 ลักษณะปัญหาเม็ดชุบ ที่มา: ผู้จัดทำ



รูปที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้กราฟพาเรโต ที่มา: ผู้จัดทำ

4.2 การวิเคราะห์ปัญหา

หลังจากที่ทราบถึงปัญหาของการเกิดของเสียแต่ละประเภทแล้ว ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียแต่ละประเภทที่เกิดจากกระบวนการชุบโครเมี่ยม ผู้จัดทำได้ประเมินและวิเคราะห์สาเหตุของเม็ดชุบที่มีปัญหาสูงที่สุด โดยใช้ Mind map ในการวิเคราะห์ข้อมูล รูปที่ 3



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้ Mind map ที่มา: ผู้จัดทำ

ผู้ศึกษาทำการจัดทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาเงื่อนไขในการชุบที่เหมาะสม โดยจะกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการชุบ โดยวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการลดการเกิดเม็ดชุบ เมื่อได้ปัจจัยและระดับที่เหมาะสมแล้ว นำผลลัพธ์ที่ได้ไปทดสอบในกระบวนการผลิตและทำการปรับปรุงทางกายภาพตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปหัวข้อการปรับปรุง

หัวข้อ	ปัญหา	การดำเนินงาน	ระยะเวลา
1	เงื่อนไขในการชุบไม่เหมาะสม	1. นำหลักการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (DOE) เข้ามาทำการหาปัจจัยส่งผลต่าง ๆ และวิเคราะห์กำหนดค่าสมการปัจจัยที่เหมาะ	1 เดือน
2	สิ่งแปลกปลอมในบ่อชุบ	1. ตรวจสอบฝุ่นที่มากับ Anode วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการเปลี่ยนขนาดถุงกรองให้ใหญ่ขึ้นเพื่อสามารถกรองฝุ่นได้มากขึ้น 2. ตรวจสอบการไอสารเคมีในกระบวนการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการติดม่านกั้นไอเคมีแยกระหว่างฝั่งเตรียมผิวกับฝั่งชุบไฟฟ้าออกจากกัน	1 เดือน 2 เดือน
3	ตะกอนในบ่อชุบมีปริมานเพิ่มขึ้นระหว่างชุบ	1. ทำการค้นหาเทคโนโลยีการกรองใหม่ เปลี่ยนชนิดของเครื่องกรองให้มีความสามารถในการกรองที่ดีขึ้น 2. ทำการหาสาเหตุของการฟุ้งกระจายจากก้นบ่อ	2 เดือน 1 เดือน
4	จิ๊กจับชิ้นงานมีปัญหา	1. ตรวจสอบจิ๊กที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อหาความบกพร่องที่มีผลต่อการเกิดเม็ดชุบ	1 เดือน

4.4 การกำหนดวิธีแก้ไขปัญหา

4.4.1 การใช้ทฤษฎีและหลักการด้านการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดเม็ดชุบร่วมกับทีมวิศวกร พบว่า มี 5 ปัจจัยหลัก ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการชุบ และทำการกำหนดเงื่อนไขในการทดลองแบบกำหนดค่าระดับต่ำและสูง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัจจัยนำเข้าและกำหนดสัญลักษณ์ในการทดลองและในการทดลองแบบกำหนดค่าระดับต่ำและสูง

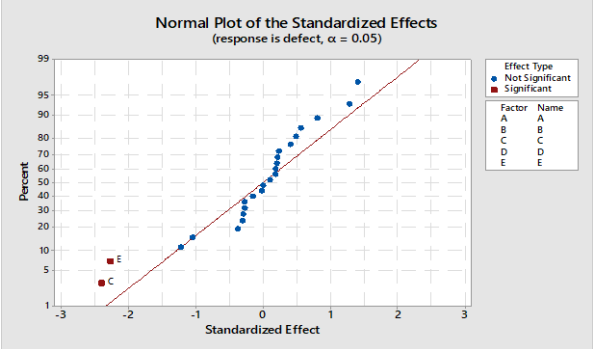
ปัจจัย	**สัญลักษณ์**	**ค่าการควบคุม**		**หมายเหตุ**
		ระดับต่ำ	**ระดับสูง**	
กระแสไฟฟ้า	A	20	50	Amp/d
อุณหภูมิของน้ำยาชุบ	B	25	30	°C
รอบการกรองเคมี	C	3	6	รอบ/ชั่วโมง
ระดับความเข้มข้นของน้ำยาชุบ	D	1	2	เงื่อนไขแบบที่ 1 หรือ 2
จิ๊บชุบ	E	Old	New	จิ๊บชุบเก่า/ใหม่

จากตารางที่ 2 ดำเนินการทดลองเบื้องต้นโดยใช้การทดสอบ 2k full factorial กับความเชื่อมั่นที่ 95% นัยสำคัญของปัจจัยที่ระดับ 0.05 โดยขั้นตอนการทดสอบ ประกอบด้วย 5 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ จำนวนที่ใช้ทดสอบทั้งหมดรวม 48 (2^5) ครั้ง นำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab โดยการกำหนดข้อมูลปัจจัยนำเข้า คือ ปัจจัย A, B, C, D และกำหนดตัวแปรโดยใช้ Defect เป็นตัวแปรเพื่อการคำนวณ

Analysis of Variance

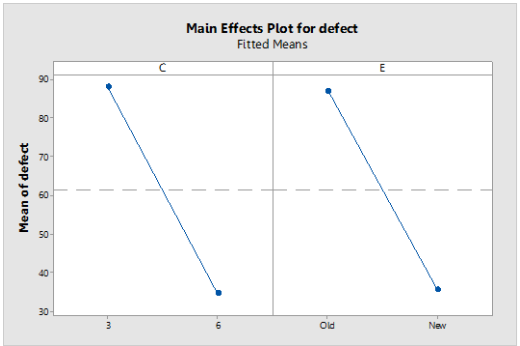
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	24	89543.0	3730.96	18.09	0.000
Linear	5	39507.8	7901.55	38.32	0.000
A	1	406.8	406.82	1.97	0.173
B	1	16.0	16.00	0.08	0.783
C	1	1189.0	1188.98	5.77	0.025
D	1	17.6	17.57	0.09	0.773
E	1	1065.4	1065.42	5.17	0.033

รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์การทดลองแบบ 2k Full Factorial Design ที่มา: ผู้จัดทำ



รูปที่ 5 กราฟ Normal Plot แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มา: ผู้จัดทำ

จากรูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า มี 2 ปัจจัย ที่มีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าทั้ง 2 ปัจจัย มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการชุบโครเมี่ยม ปัจจัยรอบการกรองเคมี (C) จิ๊บชุบ (E) ส่งผลกับงานเสีย แสดงให้เห็นว่าสองปัจจัยนี้ส่งผลต่องานเสียอย่างมีนัยสำคัญ และจากรูปที่ 5 พบว่า มีเพียงปัจจัยเดี่ยว C และ E ส่งผล และไม่มีปัจจัยร่วมทั้ง 2 ทาง และ 3 ทาง ที่ส่งผล เนื่องจากมีค่า P-value มากกว่า 0.05 ที่ความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยส่งผล ที่มา: ผู้จัดทำ

จากรูปที่ 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยรอบกรองเคมี (C) และจิ๊กชุบ (E) กับปริมาณของเสีย พบว่า ถ้าปริมาณรอบกรองเคมีสูง (6) ทำให้มีของเสียต่ำ (35) และถ้าปริมาณรอบกรองเคมีต่ำ (3) ทำให้มีปริมาณของเสียมาก (89) ในทำนองเดียวกันปัจจัยจิ๊กชุบ ถ้าเป็นจิ๊กใหม่ทำให้มีปริมาณของเสียต่ำ (35) และถ้าเป็นจิ๊กเก่าทำให้มีของเสียสูง (89) ตามลำดับ ดังนั้นในการปฏิบัติงานจริงจึงควรกำหนดให้มีรอบกรองเคมีสูง และเป็นจิ๊กใหม่ จึงมีความเหมาะสมที่ทำให้มีของเสียน้อยที่สุด

4.4.1 การดำเนินการปรับปรุงทางกายภาพ หลังจากได้ปัจจัยที่เกิดปัญหาจากการออกแบบการทดลองแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการปรับปรุงทางกายภาพดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปการปรับปรุงทางกายภาพ

หัวข้อ	ปัญหา	การแก้ไข	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	สิ่งแปลกปลอมในบ่อชุบ	1.1 เปลี่ยนขนาดถุงกรองให้ใหญ่ขึ้นเพื่อสามารถกรองฝุ่นได้มากขึ้น		
		1.2 ติดม่านกั้นไอเคมีกั้นระหว่างฝั่งเตรียมผิวกับฝั่งชุบไฟฟ้า	-	
2	ตะกอนในบ่อชุบมีปริมานเพิ่มขึ้นระหว่างชุบ	2.1 ทำการเปลี่ยนเครื่องกรองจากไส้กรองแบบแท่ง (Cartridge Filter) เป็นแบบแผ่น (Disc filter)		
		2.2 ติดตั้งอุปกรณ์ดักฝุ่นที่ก้นบ่อเพื่อไม่ให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย		
3	จิ๊กจับชิ้นงานมีปัญหา	3.1 จัดทำจิ๊กชุบทดแทนจิ๊กชุบเก่าที่เสื่อมสภาพ		

4.4.3 ผลลัพธ์การดำเนินการปรับปรุง

หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงก่อนและหลัง ซึ่งมีการตั้งเป้าหมายเพื่อลดปัญหาเม็ดชุบให้น้อยกว่า 10% ก่อนการปรับปรุงพบปัญหาเม็ดชุบอยู่ที่ 22.02% และหลังการปรับปรุงพบปัญหาเม็ดชุบอยู่ที่ 8.42% ลดลงอยู่ที่ 13.59% สามารถลดค่าใช้จ่ายจากงานเสียประมาณเดือนละ 6,155 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 184,650 บาท คิดเป็นปีละ 2,215,800 บาท จำนวนงานที่ผลิตเฉลี่ยสูงกว่าและจำนวนงานที่เสียเฉลี่ยลดลง ส่วนของค่าใช้จ่ายในการลงทุน แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นการลงทุนขั้นต้นโดยจะมีเครื่องกรอง Disc filter ตะแกรงกันฝุ่น ม่านกันสารเคมี และส่วนของ

ที่เกิดค่าใช้จ่ายรายปี เช่น ถุงผ้า Anode อุปกรณ์เครื่องกรอง จิ๊กชุบ ซึ่งได้นำข้อมูลทั้งรายรับและรายจ่ายที่เกิดขึ้นมาคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุน และได้ผล NPV ที่ผลตอบแทนที่คาดหวัง 10% เท่ากับ 1,410,541.49 และ IRR เท่ากับ 33.82% และระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.27 ปี

6. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัญหาที่พบเกิดขึ้นในกระบวนชุบโครเมียมบนผิวพลาสติกจากการเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมทั้งหมดเกิดของเสียที่เกิดจากปัญหาเม็ดชุบเฉลี่ยในแต่ละเดือนเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ที่ 22.02%ต่อเดือน หลังการปรับปรุงลดเหลือ 8.42%โดยผลการศึกษาสามารถบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ สามารถลดปัญหาเม็ดชุบให้น้อยกว่าเดิม 10%

การดำเนินการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม พบว่า จาก 5 ปัจจัยนำมาการวิเคราะห์มีเพียง 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดของเสียคือ ปัจจัยรอบกรองเคมี (C) และจิ๊กชุบ (E) โดยความสัมพันธ์ระหว่าง กับปริมาณของเสีย พบว่า ปริมาณรอบกรองเคมีสูง ทำให้มีของเสียต่ำ และปริมาณรอบกรองเคมีต่ำ ทำให้มีปริมาณของเสียมาก ในทำนองเดียวกันปัจจัยจิ๊กชุบ ถ้าเป็นจิ๊กใหม่ทำให้มีปริมาณของเสียต่ำ และถ้าเป็นจิ๊กเก่าทำให้มีของเสียสูง ตามลำดับ ดังนั้นในการปฏิบัติงานจริงจึงควรกำหนดให้มีรอบกรองเคมีสูง และเป็นจิ๊กใหม่ จึงเหมาะสมที่ทำให้มีของเสียน้อยที่สุด

7. ข้อเสนอแนะ

กระบวนการชุบโครเมียมบนผิวพลาสติกเป็นกระบวนการที่ต้องผ่านกระบวนการหลายกระบวนการ ในการเกิดปัญหาขึ้นส่วนใหญ่จะมีหลายปัจจัยในการเกิด ซึ่งไม่สามารถแก้ได้เพียงหนึ่งหรือสองปัจจัย และในการแก้ไขปัญหา มักจะเกิดผลกระทบทำให้เกิดปัญหาอื่นขึ้นได้อีกด้วย และในบางครั้งการแก้ไขมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานลอกหรือแตกร้าวได้โดยไม่แสดงอาการให้เห็นหลังจากชุบเสร็จ แต่หลังจากที่ผลิตภัณฑ์นั้นส่งลูกค้าผู้ใช้งานไปแล้วอาจจะเกิดการลอกและแตกร้าว ส่งผลให้เกิดอันตรายจากการสัมผัสของผิวที่ลอกและแตกร้าวต่อลูกค้าได้อีกด้วย กล่าวคือ ในการปรับแก้ในแต่ละปัจจัยในแต่ละครั้งต้องพิจารณาและทดสอบชิ้นงานนั้น ๆ ที่มีการทดลองปรับเปลี่ยนด้วยทุกครั้ง และจำเป็นจะต้องนำวิธีการควบคุมทางวิศวกรรมมาควบคุมชิ้นงานล็อตนั้น ๆ ด้วย

8. เอกสารอ้างอิง

จิตรลดา เลิศกิตติกุล และนันทชัย กานตานันทะ. (2557). **การลดของเสียของบรรจุภัณฑ์ด้วยการออกแบบการทดลอง.** KKU Res. J. 2014; 19(6) หน้า 886–899.

ดุษฎี บุญธรรม. (2559). **การหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมของกระบวนการตัดแท่งพลาสติกโดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง.** วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏลาปาง ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม 2559 – ธันวาคม 2559 หน้า 20–28.

ปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงธนะ. (2556). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฉีดพลาสติกสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง.** วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 หน้า 73–95.

ปองพล อุดมชัยเดช และอรรถกร เก่งพล. (2561). **การลดของเสียในกระบวนการชุบเคลือบผิว กรณีศึกษา บริษัทในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง.** การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา วันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา จังหวัดชลบุรี หน้า 227 – 234.

ผู้จัดการ360. (2563). **ยานยนต์ไทยทรุดหนัก หวังโตใหม่ครึ่งปีหลัง.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://cutt.ly/tnAABZs. (วันสืบค้นข้อมูล: 3 มกราคม 2564).

วรรณา ยงพิศาลภพ. (2563). **แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2563-65 อุตสาหกรรมรถยนต์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.krungsri.com/bank/getmedia/a1 8 aad1 f-e1 6 c-4 4 d5 - 8 5 8 f-df5e90fe8eab/IO_Automobile_190805_TH_EX.aspx. (วันสืบค้นข้อมูล: 3 มกราคม 2564).

วิทยา สุมะลิ และ ระพี กาญจนะ. (2561). **การลดของเสียในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง.** วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 หน้า 156–165.

วิลันดา เริงโรจน์สรากุล และ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2554:). **การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการเคลือบด้วยไฟฟ้าเคมีของการผลิตวงจรไฟฟ้ารวม.** วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 22 ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2554 หน้า 93–100.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2555). **ความรู้เบื้องตนเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://164.115.27.97/digital/files/original/d35c7796d70bd 2373bcdcf98ade7d6d2.pdf. (วันสืบค้นข้อมูล: 3 มกราคม 2564).

สุรศักดิ์ ชุบไธสง และ ระพี กาญจนะ. (2563). **การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วนโทรศัพท์โดยการออกแบบการทดลอง.** วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2563 หน้า 17 – 31.

Aiyoub Parchehbaf Jadid, Mostafa Pourjafar, Alireza Banae. (2014: 1). **Optimization of Electroplating Conditions of Chromium(VI) Using Taguchi Experimental Design Method**. Anal. Bioanal. Electrochem., Vol. 6, No. 1, 2014, 16 – 27. Page no. 17-21.

AYOOB AHRARI. (2010). **Application of Design of Experiment technique in the nickel-chromium electroplating process on WC-Co substrate prior HFCVD Diamond coating.** A project report submitted in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Master of Engineering (Mechanical-Advanced Manufacturing Technology) Faculty of Mechanical Engineering Universiti Teknologi Malaysia. Page no. vi.

Douglas C. Montgomery. (2017). **Strategy of Experimentation** Design and Analysis of Experiments (Ninth Edition). Page no. 1-6.

----------. (2017 230). **The2k Factorial Design.** Design and Analysis of Experiments (Ninth Edition). Page no.

ประวัติผู้เขียนบทความ

ฉัตรชัย ฉายะรถี นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250 email: chatchai.nppd@hotmail.com

ดร.ศักดิ์ชาย รักการ ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250 การศึกษา Ph.D. Systems and Control Engineering, Case Western Reserve University, Ohio, U.S.A., วศ.ม.วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ วศ.บ.วิศวกรรมอุตสาหการ (เกียรตินิยมอันดับ 1) มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต Email: sakchai.rak@kbu.ac.th

จีรวัฒน์ ปล้องใหม่ หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250 การศึกษา วศ.ม.วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการ และอส.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต Email: jeerawat2556p@gmail.com