บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

แขนกลและสายพานลำเลียงสำหรับเครื่องปั๊มโลหะ

Mechanical Arm and Conveyor Belt for Pressing Machine

ชุติพัฒน์ กล่ำทัพ[1] ศุภกิจ อมรการ[1] ณกฤษณ์ ตั้งพรพิพัฒน์[2] มณฑิรา ลดโต[2] ณทพร จินดาประเสริฐ[1] พีรสิชฌ์ ชฎาธร[1]

สมใจ เพียรประสิทธิ์[1] และ ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: prasertwirot@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแขนกล โดยชุดแขนกลสามารถจับแท่งทองเหลืองในแนวตั้ง เพื่อลำเลียงก้อนทองเหลืองที่มีอุณหภูมิสูงเข้าเครื่องปั๊มโลหะ ทดแทนแรงงานมนุษย์ในการปฏิบัติงาน ซึ่งอาจช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุจากความประมาท รวมทั้งสร้างชุดสายพานลำเลียงก้อนทองเหลือง ให้สอดคล้องกับการทำงานของแขนกลที่จะสร้างขึ้น ผลจากการทดสอบและประเมินผลพบว่า แขนกลและชุดสายพานลำเลียงที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี และถ้านำไปติดตั้งในกระบวนการผลิตสามารถช่วยเพิ่มกำลังการผลิตให้สูงขึ้นได้

คำสำคัญ: แขนกล, ชุดสายพานลำเลียง, กระบวนการผลิต

Abstract

This research project aims to construct a mechanical arm. The mechanical arm can hold the brass bar vertically. To convey the high temperature brass bars of the pressing machine, replace the human labor in the operation. This may reduce the incidents of negligence. Including construct the conveyor belt set for conveying the brass bars. Consistent with the operation of the mechanical arm was built. The results of the tests and evaluation showed that the mechanical arm and conveyor belt was built in good level. Therefore, if installed in the production process can increase the production.

Keywords: mechanical arm, conveyor belt set, production process

1. บทนำ

แขนกลเป็นหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่นำมาใช้แทนแรงงานมนุษย์ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตภายในโรงงาน โดยแขนกลมีลักษณะการทำงานแบบทำซ้ำไปมาตามคำสั่งที่ผู้ควบคุมได้ป้อนข้อมูลเข้าไป โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องการทำงานซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน ๆ ในขณะที่มนุษย์ไม่สามารถทำงานซ้ำ ๆ ได้อย่างต่อเนื่องและเป็นเวลายาวนานเหมือนเครื่องจักร จึงทำให้เกิดความอ่อนล้า รวมไปถึงความประมาทที่จะส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุตามมาอีกด้วย

จากการสำรวจภายในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา มีการใช้เครื่องปั๊มโลหะขนาด 200 – 360 ตัน และต้องขึ้นรูปแท่งทองเหลืองที่เป็นวัตถุดิบที่มีอุณหภูมิสูง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานที่เครื่องปั๊มโลหะมีความเสี่ยงต่อความร้อนของแท่งทองเหลืองและอันตรายจากเครื่องปั๊มโลหะที่มีขนาดใหญ่ ทางโรงงานจึงได้นำแขนกลเข้ามาใช้งานแทนมนุษย์ แต่เนื่องจากแขนกลส่วนใหญ่ภายในโรงงานใช้การวางชิ้นงานลงแม่พิมพ์ในแนวนอน แต่ยังมีเครื่องปั๊มโลหะบางเครื่อง ที่ชิ้นวัสดุที่จะปั๊มขึ้นรูปต้องวางชิ้นงานในแนวตั้งและยังต้องใช้แรงงานมนุษย์ในการปฏิบัติงาน ทางคณะผู้วิจัยร่วมกับพนักงานของทางโรงงาน จึงได้มีแนวคิดที่จะสร้างแขนกลที่สามารถจับชิ้นงานในแนวตั้ง เพื่อลำเลียงก้อนทองเหลืองที่มีอุณหภูมิสูง 500-600 ^{o}C เข้าเครื่องปั๊มโลหะ ทดแทนแรงงานมนุษย์ในการปฏิบัติงาน ซึ่งช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุจากความประมาท รวมทั้งสร้างชุดสายพานลำเลียงก้อนทองเหลือง ให้สอดคล้องกับการทำงานของแขนกลที่จะสร้างขึ้น และช่วยเพิ่มกำลังการผลิต

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์ คือ ระบบการทำงานโดยอาศัยความดันลมเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายกำลัง โดยจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ต้นกำลังนิวเมติกส์(Power unit) อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลมอัด(Treatment component) อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (Controlling Components) อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (Piping System) ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่จะนำมาใช้กับแขนกลที่จะสร้างขึ้น [1]

2.2 ระบบ PLC

Programmable Logic Control : (PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี

ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นหน่วยสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น และยังสามารถต่อ PLC หลาย ๆ ตัวเข้าเป็นเครือข่าย (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โครงสร้างพื้นฐานของ PLC

1. หน่วยอินพุท (Input Unit) ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้า จากนั้นจะส่งข้อมูลต่อไปยังตัวประมวลผลหรือ CPU โดยข้อมูลที่รับเข้ามา จะเป็นสัญญาณจากอุปกรณ์รับรู้ (Sensor) ลิมิต สวิตช์ (Limit Switch) หรือตัวเข้ารหัส (Encoder) เป็นต้น

2. หน่วยประมวลผล (Central Processing Unit, CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU

3. หน่วยความจำ (Memory) จะทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data bit) ภายในหน่วยความจำ1บิตก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ชนิด คือ 1) แรม (RAM: Random Access Memory) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภท นี้ จะมีแบตเตอรี่ขนาดเล็กต่อไว้ เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูล แต่ถ้าไฟดับหรือปิดเครื่อง ข้อมูลในหน่วยความจำจะหายหมดทันที การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อย ๆ 2) รอม (ROM: Read-only Memory) ทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำหลักสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้

4. หน่วยเอาท์พุท (Output Unit) ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก CPU และส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต่อร่วมภายนอก เช่น ควบคุมการทำงานของรีเลย์ โซลินอยด์ และมอเตอร์ เป็นต้น [2]

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของงาน ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิด จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานกระแสไฟฟ้าดังนี้ .มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C.Motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C.Motor) [3]

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

คน (Human) - เนื่องจากพนักงานทำงานตรงจุดเดิมซ้ำไปมาเป็นเวลานาน ทำให้เกิดความอ่อนล้า อาจทำให้เกิดความประมาท อันก่อให้เกิดอันตราย วิธีแก้ไขควรลดภาระการทำงานของพนักงาน

วัสดุ (Material) - ก้อนทองเลืองมีอุณหภูมิสูง 500–600 °C และมีขนาดไม่เท่ากัน วิธีแก้ไขโดยออกแบบแขนกลให้จับวัสดุได้ทุกขนาดและออกแบบสายพานลำเลียงให้รองรับวัสดุได้ทุกขนาดและทนต่ออุณหภูมิสูง

เครื่องปั๊มโลหะ (Pressing Machine) – ลักษณะการขึ้นรูปโลหะจะอยู่ในแนวตั้ง และไม่มีแขนกลที่ใช้จับชิ้นวัสดุในแนวตั้ง วิธีแก้ไขโดยออกแบบแขนกลให้สามารถจับชิ้นวัสดุให้เป็นแนวตั้ง เพื่อการขึ้นรูปในแม่พิมพ์

การลำเลียงวัสดุ – ยังไม่มีชุดสายพานลำเลียงก้อนทองเหลืองในแนวขวาง วิธีแก้ไขโดยออกแบบสายพานให้สามารถลำเลียงวัสดุ ให้เป็นอยู่ในแนวขวาง ต้องสร้างชุดสายพานให้สอดคล้องกับแขนกล

3.2 กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุร่วมกับเจ้าหน้าที่ของทางโรงงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 สาเหตุ คือ การลำเลียงก้อนทองเหลืองที่มีอุณหภูมิสูงและการหยิบจับชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มโลหะ ซึ่งอธิบายโดยละเอียดดังต่อไปนี้

1. การลำเลียงก้อนทองเหลืองที่มีอุณหภูมิสูง

ต้องลำเลียงก้อนทองเหลืองโดยควบคุมให้ก้อนทองเหลืองถูกลำเลียงมาในแนวขวางโดยสร้างที่ประคองก้อนโลหะ

2. การหยิบจับชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มโลหะ

ลักษณะการหยิบชิ้นงาน ต้องหมุนก้อนทองเหลืองให้เป็นแนวตั้ง เพื่อส่งไปขึ้นรูปในแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะ

3.3 กำหนดเก็บข้อมูลของการดำเนินงาน

1. เก็บข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของก้อนทองเหลืองที่ใช้เป็นวัสดุในการขึ้นรูป

2. ระยะทางจากเตาอุ่นก้อนทองเหลืองถึงเครื่องปั๊มโลหะ

3. องศาที่ต้องหมุนก้อนทองเหลืองของแขนกลที่จะนำส่งเข้าแม่พิมพ์

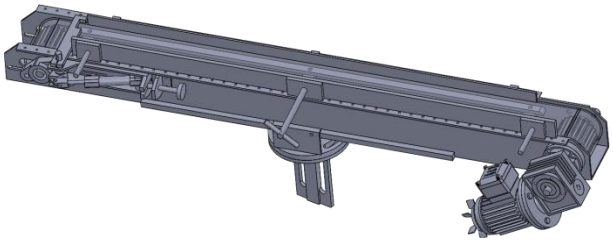
4. ระยะห่างของแขนกลที่จับก้อนทองเหลืองเข้าแม่พิมพ์

3.4 การออกแบบ

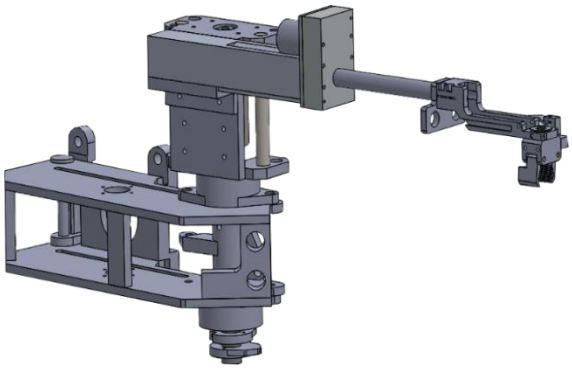
คณะผู้วิจัยได้มีแนวคิดที่จะออกแบบแขนกลและสายพานลำเลียงก้อนทองเหลืองให้สอดคล้องกับลักษณะการจับก้อนทองเหลืองเข้าแม่พิมพ์ในแนวตั้งของแขนกล โดยการประยุกต์ระบบ PLC ระบบนิวเมติก มอเตอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ เข้ามาผสมผสานในระบบการผลิตเพื่อให้การลำเลียงก้อนทองเหลืองเข้าแม่พิมพ์เป็นไปตามที่ออกแบบไว้

1.การออกแบบชิ้นส่วน

ในด้านการออกแบบชิ้นส่วนของแขนกลและสายพานลำเลียงโดยใช้โปรแกรมมาช่วยในการออกแบบ เพื่อง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไขแบบ และง่ายต่อการนำแบบไปสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแขนกลและชุดสายพานลำเลียง แสดงดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



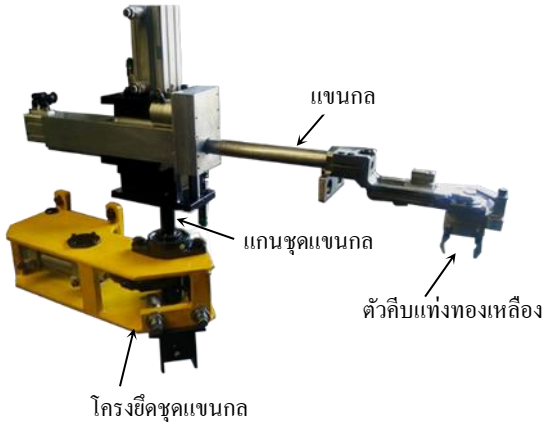
รูปที่ 1 แบบของสายพานลำเลียง



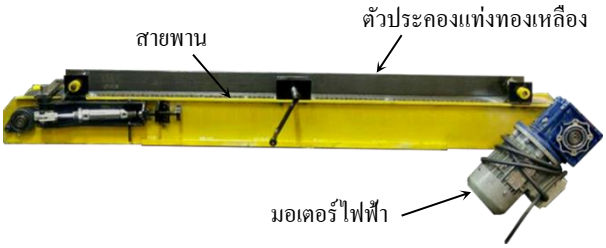
รูปที่ 2 แบบของแขนกลจับชิ้นงาน

3.5 การดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์และชิ้นส่วน

การสร้างชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามแบบที่ออกไว้ จากนั้นนำมาประกอบ และทำการติดตั้ง ซึ่งชุดแขนกลและสายพานลำเลียง ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วมีลักษณะดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4



รูปที่ 3 แขนกลที่สร้างเสร็จเรียบร้อย



รูปที่ 4 สายพานลำเลียงที่สร้างเสร็จเรียบร้อย

3.6 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ขั้นตอนการทดสอบสายพานลำเลียง

การทดสอบโดยนำก้อนทองเหลือง 3 ขนาดมาวางบนสายพานลำเลียงในแนวขวาง และนับจำนวนครั้งที่ก้อนทองเหลืองสามารถวางในแนวขวางได้สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ของการทดสอบสายพานลำเลียง โดยจะคิดเป็นจำนวนร้อยละ

2. ขั้นตอนการทดสอบแขนกล

การทดสอบแขนกลโดยนำก้อนทองเหลือง 3 ขนาด มาทดลองให้แขนกลหยิบก้อนทองเหลืองและหมุนให้ก้อนทองเหลืองอยู่ในแนวตั้ง นับจำนวนครั้งที่ทำได้สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ โดยจะคิดเป็นร้อยละต่อจำนวนครั้งในการหยิบ

3 เวลาที่ใช้ในการทำงานของสายพานลำเลียงและแขนกล

การทดสอบจับเวลาการทำงานโดยเฉลี่ยของชุดสายพานลำเลียงและแขนกลต่อรอบการทำงาน

4. ผลการดำเนินงาน

ผลจากการทดสอบของแขนกลและชุดสายพานลำเลียง ที่ได้ดำเนินการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแขนกล

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนทองเหลือง (มม.)	จำนวนครั้งในทดสอบ (ครั้ง)	ผลลัพธ์ที่ได้ (จำนวนครั้งที่หยิบได้สมบูรณ์ตามที่กำหนด)		คิดเป็นร้อยละของความสำเร็จ
		สำเร็จ	ไม่สำเร็จ	
30	30	25	5	83.33
45	30	24	6	80
60	30	23	7	76.66

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของชุดสายพานลำเลียง

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนทองเหลือง (มม.)	จำนวนครั้งในการทดสอบ (ครั้ง)	ผลลัพธ์ที่ได้ (จำนวนครั้งที่แท่งทองเหลืองวางอยู่ในลักษณะตามที่กำหนด)		คิดเป็นร้อยละของตำแหน่งที่ถูกต้อง	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		ตำแหน่งที่ถูกต้อง	ตำแหน่งที่ไม่ถูกต้อง		
30	30	27	3	90	9.08
45	30	25	5	83.33	9.10
60	30	25	5	83.33	9.12

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1.สรุปผลการดำเนินงาน

จากการสำรวจเครื่องจักรในสายการผลิตและสภาพปัญหาของเครื่องจักรภายในโรงงาน การวิเคราะห์ และได้ดำเนินการสร้างแขนกลจับชิ้นงานและสายพานลำเลียง ช่วยลดภาระในการทำงานของพนักงานและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ผลการทดสอบการใช้งานโดยการจัดส่งก้อนทองเหลืองเข้าเครื่องปั๊มโลหะ ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ 1) การทดสอบการหยิบจับก้อนทองเหลืองแล้วหมุน 90 องศา ด้วยแขนกล 2) การทดสอบการลำเลียงก้อนทองเหลืองในแนวขวางด้วยสายพานลำเลียงจากการทดสอบพบว่า แขนกลจับก้อนทองเหลืองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30, 45, และ60 มิลลิเมตร เฉลี่ยผลการทดลองคือ90%, 83.33%, 83.33% ตามลำดับ และการทดลองชุดสายพานลำเลียงก้อนทองเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30, 45, 60 มิลลิเมตร ผลการทดลองคือ 83.33%, 80%, 76.66% ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตได้

5.2.ข้อเสนอแนะ

จากโครงการวิจัยนี้ได้ทำกับเครื่องเพียง 1 ชุด และยังขาดเรื่องการคิดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากยังเก็บข้อมูลได้ไม่ครบ ซึ่งจะต้องดำเนินการต่ออีกครั้ง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาและพนักงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินโครงการวิจัยนี้จนสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, *นิวแมติกอุตสาหกรรม*, กรุงเทพ, ซีเอ็ด, 2542.

[2] "*ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่อง PLC*," สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2560 จาก http://www.tgcontrol.com/news/articles/.

[3] ศรีนลิน พิมพ์ประเสริฐ และปวีณา มีป้อง. "*เครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส*," สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2560 จาก http://www.neutron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2292.