



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

Design and Fabrication of Semi-Automatic Rubber Glove Dipping Machine

Using Coagulant Coated

นำพร ปัญโญไหอยู่และคณะ

มีนาคม 2549

ສັບລູາເລກທີ RDG4850065

รายงานວิจัยฉบับสมบูรณ์

การອອກແນບແລະສ້າງເຄື່ອງຈຸ່ນຄຸງມືອຍາງພາຣາແນບກິ່ງອັດໂນມັຕິໂດຍໃຫ້ສາຮັບຕົວ
Design and Fabrication of Semi-Automatic Rubber Glove Dipping Machine
Using Coagulant Coated

ຄະນະຜູ້ວິຈັຍ
ນໍາພຣ ປັນໂລງໄທໜູ້
ຄະນະວິຕະກະຮົມແລະອຸດສາຫກຮົມເກຍຕຣ ມາວິທຍາລີ່ມແມໂຈ້

ນັກສຶກຍາຊ່ວຍທຳວິຈັຍ
ນາງສາວວຽກຮົນ໌ ເອກເຝ່າພັນຮູ້
ນາຍສມ່ຍ ພັດການ

ກຸ່ມໂຄຮງກາຣີຈິ່ງນາດເລື້ອກອອກແນບແລະສ້າງອຸປະນຸມສຳຫັບງານຂຶ້ນຮູປົມຄືຕົກມັນທີ່ຈຸ່ນ
ນໍາຍາງຮະດັບຊຸມຊນ - ແມໂຈ້ (2)

**Design and Development of Latex Dipping Equipment for Community
Products –MJU Small Project Group (2)**

ສັນບສນຸນໂດຍສໍາໜັກງານກອງທຸນສັນບສນຸນກາຣີຈັຍ (ສກວ.)
(ຄວາມເຫັນໃນรายงานນີ້ເປັນຂອງຜູ້ວິຈັຍ ສກວ. ໄນຈໍາເປັນຕົອງເຫັນດ້ວຍເສມອໄປ)

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การสร้างเครื่องตันแบบและการทดสอบการทำงานของเครื่อง เครื่องตันแบบประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ โครงสร้างตัวเครื่องทำด้วยเหล็ก笳กเพื่อความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก ตันกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 24 โวลต์ เพื่อถ่ายทอดกำลังงานส่งผ่านไปยังชุดเพื่องหด และชุดสกรูส่งกำลังเพื่อให้ได้รับการหมุนของแบบพิมพ์ถุงมือยางที่เหมาะสม ชุดควบคุมการทำงานซึ่งประกอบด้วย ชุดลิมิตสวิทช์ ชุดควบคุมเวลา และชุดแปลงไฟฟ้า เพื่อให้การเคลื่อนที่และการหมุนของแบบพิมพ์ถุงมือยางมีความแม่นยำ และสุดท้ายถังบรรจุน้ำยางและสารช่วยจับตัวซึ่งทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมเพื่อป้องกันการทำปฏิกิริยากับน้ำยาง

จากการทดสอบพบว่า ความหนาของถุงมือจะปรับตามระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มือ ส่วนจำนวนรอบในการหมุนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนา ถุงมือยางที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มือด้วยเครื่องตันแบบ มีค่าเบอร์เซ็นต์การยืด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ค่า Tensile strength ที่ได้เพิ่มขึ้นตามเวลาการจุ่มที่เพิ่มขึ้น ส่วนถุงมือยางที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มือด้วยมือ พบว่าค่า Tensile strength ต่อเวลาในการจุ่มมีค่าไม่สูงเท่ากับ จากการสังเกตด้วยสายตาพบว่าถุงมือที่ได้จากการจุ่มด้วยเครื่องตันแบบ มีความเรียบสม่ำเสมอ得多กว่าถุงมือที่ได้จากการจุ่มด้วยมือ

Abstract

The design and fabrication of a semi-automatic rubber glove dipping machine using coagulant coated is divided into 2 parts: a design and development of the prototype and the performance test. The key features include 4 main parts; the frame structure, transmission systems, a control system and a rubber-filling tank. The frame structure is made from high strength angle steel. The transmission systems is driven by an electric motor transferring power trough a sprocket set and a transmission screw set for an appropriate revolution of rubber glove mold. The control system consists of limit switches, times and adapters for operation accuracy. Finally, the rubber filling tank is made from stainless steel for protecting a chemical reaction with compound latex.

From experiment, it was found that a number of rubber glove mold rotation to assure even distribution had no effect on glove thickness. However, the dipping time was directly proportional to glove thickness. When the dipping time was increased the tensile strength was increased too. It was observed that a rubber glove made from the dipping machine was fairly smoother than that of glove made from manual dipping.

หน้าสรุปโครงการ

1. ชื่อโครงการ การออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว
คำสำคัญ เครื่องจุ่ม ถุงมือยางพารา กึ่งอัตโนมัติ สารช่วยน้ำยางจับตัวจับตัว

Keywords Dipping Machine Rubber Glove Semi-Automatic Coagulant

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ อาจารย์น้ำพร ปัญโญใหญ่

หน่วยงาน คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ต. หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ 053-875-544

โทรสาร 053-498-902

E-mail n_panyo@yahoo.com

3. หน่วยงาน ชื่อสถาบันที่ติดต่อของผู้บังคับบัญชาของหน่วยงานของหัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล อาจารย์รชฎา เชื้อวิโรจน์
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ต. หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ 053-875-544

โทรสาร 053-498-902

E-mail

5. ระยะเวลา การดำเนินงาน 1 สิงหาคม 2548 – 31 พฤษภาคม 2549

6. แผนการดำเนินงาน

รายการ	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับการสร้างเครื่องจุ่มถุงมือแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว			↔							
2. สร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว			↔							
3. ทดสอบการทำงานของเครื่องจุ่มถุงมือยางพารา							↔			
4. สรุปและเขียนรายงานเสนอ สกอ.								↔		

7. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ในปัจจุบันอุปกรณ์อันวายความสะอาดต่าง ๆ จะมีส่วนประกอบที่เป็นพลาสติกหรือยางซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเป็นผลิตภัณฑ์จากยางพารา ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้จากการหมัก ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทยเหมาะสมแก่การปลูกยางพาราที่ให้น้ำยางคุณภาพที่ดี กระบวนการจุ่มน้ำยางนี้จะแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ แบบการจุ่มน้ำยางโดยตรง (Straight dipping) แบบการจุ่มน้ำยางโดยใช้สารช่วยน้ำยางจับตัว (Coagulant dipping) และแบบการจุ่มน้ำยางโดยวิธีใช้ความร้อน (Heat sensitive dipping) ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากแบบพิมพ์ที่นำมาจุ่มน้ำยางพาราเข้มข้นทึ่ง 3 แบบนี้ จะขึ้นอยู่กับ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ ลักษณะของแบบพิมพ์ที่นำมาจุ่ม ความหนาของเนื้อผลิตภัณฑ์ และเวลาที่ใช้ในการอบ ในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิต เพื่อให้ตรงกับความต้องการและเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย ประหยัดเวลา และพลังงานในการผลิต ดังนั้นถุงมือจึงเหมาะสมกับวิธีการจุ่มน้ำยางโดยใช้สารช่วยน้ำยางจับตัว (Coagulant dipping) เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว ต้นแบบจึงมีความสำคัญกับการจุ่ม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาสม่ำเสมอ และรองรับการพัฒนาสู่เกย์ตระกร หรือผู้ประกอบการรายย่อยต่อไป

8. วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มน้ำยางแบบกึ่งอัตโนมัติโดยการใช้สารช่วยน้ำยางจับตัว
2. เปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานระหว่างการจุ่มน้ำยางด้วยมือกับการจุ่มด้วยเครื่องกึ่งอัตโนมัติ

9. ทางเลือกและแนวทางแก้ปัญหา

ในการทำถุงมือจากยางพาราโดยใช้แรงงานคนในการจุ่มน้ำ ทำให้ได้ถุงมือที่มีความหนา และความเรียบของผิวไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นในการออกแบบสร้างเครื่องจุ่นถุงมือยางพาราแบบ กึ่งอัตโนมัติจะศึกษาถึง เวลาการจุ่มพิมพ์มือในถังสารช่วยน้ำยางจับตัว และถังน้ำยางพารา ความเร็วรอบในการหมุนพิมพ์มือ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความหนาและความเรียบของถุงมือยาง

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องจุ่นแบบพิมพ์น้ำยางแบบกึ่งอัตโนมัติ สำหรับทดสอบการจุ่มเบื้องต้นระดับ ห้องปฏิบัติการ และระดับการผลิตของกลุ่มเกษตรกร
2. ได้ผลิตภัณฑ์ยางจากการจุ่มที่มีความหนาตามความต้องการและสม่ำเสมอ โดยการจุ่ม พิมพ์มือในน้ำยางพาราเข้มข้น

11. แนวทางการดำเนินงานวิจัย

1. ออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มน้ำยางแบบกึ่งอัตโนมัติโดยการใช้สารช่วยน้ำยางจับตัว
2. ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มถุงมือในสารช่วยน้ำยางจับตัวและน้ำยางพารา
3. ศึกษาความเร็วรอบและจำนวนรอบที่เหมาะสมในการหมุนพิมพ์มือ
4. ศึกษาความแตกต่างระหว่างการจุ่มถุงมือจากยางพาราด้วยมือและเครื่องจุ่มถุงมือ ยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยการใช้สารช่วยน้ำยางจับตัว
5. ประเมินผลที่ได้จากการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบ กึ่งอัตโนมัติโดยการใช้สารช่วยน้ำยางจับตัว

บทสรุปของผู้บริหาร

ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะทำการศึกษาค้นคว้าออกแบบ และสร้าง เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง ขั้นตอนแรกจะทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยทั่วไปของเครื่องต้นแบบ คือ ขนาดของเครื่อง ความเร็วของการหมุนพิมพ์มีอ ความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้นลง ระบบควบคุมการหมุนและการเคลื่อนที่ขึ้นลง ระบบไฟฟ้า รวมทั้ง อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ หลังจากนั้นจะทำการทดสอบประสิทธิภาพในการจุ่มพิมพ์ในน้ำยางพารา และการทดสอบเกี่ยวกับถุงมือ โดยจะทดสอบถึงความหนา ความเรียบสม่ำเสมอ ค่าเปอร์เซ็นต์การยึด รวมทั้งการทดสอบถึงแรงดึงของถุงมือที่ได้จากการจุ่มด้วยเครื่องต้นแบบ และได้จากการจุ่ม ด้วยมือ

ผลการทดสอบเครื่องจุ่นถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว พบว่า ขนาดเครื่องมีความกว้างของฐาน 40 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร และความสูงของฐาน 19 เซนติเมตร สรุยส่างกำลังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.81 เซนติเมตร ทำจากเหล็ก สูง 120 เซนติเมตร เพื่อองตามที่ยึดติดกับสกรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร เพื่องขับสำหรับขึ้นลงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร มอเตอร์ที่ใช้มีความเร็ว 180 รอบต่อนาที เพื่องขับสำหรับหมุนซ้ายขวา มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร มอเตอร์ที่ใช้มีความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที มอเตอร์หมุนแบบ

พิมพ์ 80 รอบต่อนาที ความจุของถังใส่น้ำยางพาราและถังใส่สารช่วยจับตัว 9,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผลการทดสอบประสิทธิภาพการจุ่ม ที่จำนวนรอบในการหมุนพิมพ์มีอ ระหว่าง 5 ถึง 20 รอบ โดยมีระยะเวลาในการจุ่มแบบพิมพ์ท่ากันนั้น พบว่าจำนวนรอบการหมุนที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของถุงมือ แต่เมื่อระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มีอเพิ่มขึ้น พบว่าความหนาของถุงมือที่จุ่มโดยเครื่องตันแบบนั้นจะเพิ่มขึ้นตาม สำหรับการจุ่มโดยใช้มือเมื่อระยะเวลาการจุ่มเพิ่มขึ้นความหนาไม่แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามด้วย ผิวของถุงมือที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มีอด้วยเครื่องตันแบบนั้น จะมีความเรียบและสม่ำเสมอของผิวถุงมือดีกว่าการจุ่มโดยใช้มือ เนื่องจากเครื่องตันแบบมีการหมุนพิมพ์มีอ ที่มีความเร็วรองสม่ำเสมอ ทำให้การกระจายตัวของน้ำยาที่เกาะบนพิมพ์มีอคิ่งกว่า

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการดึง พบว่าถุงมือยางที่จุ่มพิมพ์มีอด้วยเครื่องตันแบบ และการจุ่มพิมพ์มีอค้วยมือ มีค่าเปลอร์เซ็นต์การยืด (Elongation at break) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาก. 1056-2548 ISO 11193-1 : 2002 และถุงมือยางที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มีอโดยเครื่องตันแบบนั้น ค่า Tensile Strength เพิ่มขึ้นตามเวลาการจุ่มที่เพิ่มขึ้น ส่วนถุงมือยางที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มีอค้วยมือ พบว่าค่า Tensile Strength ต่อเวลาในการจุ่มมีค่าไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการจุ่มพิมพ์มีอค้วยมือนั้น ไม่สามารถควบคุมความสม่ำเสมอของผิวถุงมือยางได้

เนื้อหางานวิจัย

1. บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยผลิตยางพารา ธรรมชาติได้มากที่สุดในโลก ในขณะที่ปัจจุบันมีการทำสวนยางพาราทั่วทุกภาคในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ยางพาราจึงเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ยางพาราจะถูกแปรรูป โดยมี 2 ลักษณะ ใหญ่ ๆ คือ แผ่นยางอบแห้งและน้ำยางพาราเข้มข้น ในส่วนของน้ำยางพาราเข้มข้นนี้สามารถนำมา แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางต่างๆ ได้ มากมาย ในทางอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปโดยการชุบมี ปริมาณถึง 66.8 เปอร์เซ็นต์ โดยในการแปรรูปโดยการชุบน้ำ ส่วนใหญ่จะเป็นการนำแบบพิมพ์ที่ ต้องการมาชุบจุ่มลงในน้ำยางเข้มข้น แล้วนำไปผ่านกระบวนการครอบ นอกจากนั้นแล้วยังมีกระบวนการ แปรรูปโดยการจุ่มน้ำยางร่วมกับการใช้สารจับตัว (Coagulant dipping) ซึ่ง หมายความว่า การทำกุ้งเมือก ทางด้านน้ำ ดังนั้นเครื่องจุ่มกุ้งเมือกยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว ต้นแบบจึงมีความสำคัญกับ การจุ่ม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาสม่ำเสมอและรองรับการพัฒนาสู่เกษตรกร หรือผู้ประกอบราย ย่อยต่อไป

การจุ่มน้ำยางแบบจับแบบพิมพ์จุ่มน้ำมี 2 วิธีการ คือ การใช้มือ และการใช้เครื่องจักร ในการ จุ่มแบบพิมพ์ในน้ำยางแบบใช้มือจับน้ำ จะทำให้ความหนาและความเข้มข้นของยางไม่คงที่ ผลที่ได้คือ ผลิตภัณฑ์มีความหนาไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการทำงานต่อ ดังนั้นการจุ่มด้วย เครื่องแบบกึ่งอัตโนมัติจะสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการชุบน้ำยาง

แต่เดิม ผลิตภัณฑ์ยางที่บาง ๆ สามารถทำได้โดยการชุบแบบลงในสารละลายของยางแต่การใช้ สารละลายยางน้ำ อาจจะเกิดอันตรายเนื่องจากไฟลุกไหม้สารละลายได้ง่าย และตัวทำละลายมีราคาสูงทำ ให้สิ่นเปลืองค่าใช้จ่าย นอกจากน้ำ สารละลายของยางมีเนื้อยางเพียง 15 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นถ้าหาก ความเข้มข้นของยางในสารละลายสูงมากเกินไป สารละลายจะมีความหนืดสูงเกินไปที่จะชุบแบบได้ และ เมื่อต้องการความหนาของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นสามารถทำได้โดยชุบสารละลายยางหลาย ๆ ครั้ง

ต่อมาในปี พ.ศ. 2470 ได้มีเทคนิคการเก็บรักษาน้ำยางให้คงสภาพอยู่ได้นาน ๆ ทำให้การทำ ผลิตภัณฑ์โดยการชุบได้หันมาใช้น้ำยางมากขึ้น เพราะน้ำยางมีตัวกลางที่เป็นน้ำไม่ติดไฟ และน้ำเป็นสิ่งที่

ลืนเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย นอกจากนั้น น้ำยาจะมีความเข้มข้นสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การชุบแต่ละครั้งได้ ความหนาที่สูงกว่าการชุบที่ใช้กับสารละลายของยาง ทำให้กระบวนการการทำผลิตภัณฑ์ยาง โดยการชุบนั้น ใช้น้ำยาที่เพิ่มมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำยาจะโดยวิธีการชุบ ได้แก่ ถุงยางอนามัย ถุงโภชนาณ น้ำยา ถุงน้ำยา ถุงน้ำยาในบ้าน ถุงมือการแพทย์ ยางในถุงพุตบลู จุกหัวนม และ แคสเตอร์ (Catheters) ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

หลักการโดยทั่วไปของกระบวนการชุบน้ำยา ทำได้โดยการนำเอาแบบพิมพ์ ที่ต้องการจะให้ ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างตามที่ต้องการ มาจุ่มอย่างช้า ๆ ลงในน้ำยาที่ผสมสารเคมีแล้ว เพื่อให้น้ำยาเคลือบผิว ของแบบพิมพ์ แล้วจึงค่อย ๆ ดึงแบบพิมพ์ขึ้น การจุ่มอาจจะเป็นครั้งเดียวหรือหลายครั้งก็ได้ การจุ่มอาจจะ ใช้สารจับตัว (Coagulant) ช่วยให้ได้ความหนาของน้ำยาเพิ่มขึ้นในการชุบแต่ละครั้งก็ได้ หลังจากนั้นนำ แบบพิมพ์ไปอบร้อนให้ยางแห้งและวัลภาไนซ์ แล้วจึงค่อยลอกยางออกจากแบบพิมพ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก การจุ่ม มักจะมีการม้วนขอบยางตอนล่างเพื่อเสริมความแข็งแรงของยาง ป้องกันไม่ให้ฉีกขาด ได้ง่าย ในขณะใช้งาน

วิธีการการเตรียมน้ำยานั้นมีขั้นตอนดังนี้ นำสารเคมีที่บดแล้ว (ขนาดต่ำกว่า 5 ไมครอน) ใส่ลง ในน้ำยา บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (อย่างน้อย 26 ชั่วโมง) กวันช้า ๆ ฟองอากาศในน้ำยาจะลอยขึ้นในขณะ บ่ม หลังจากทำการบ่มเสร็จแล้ว ทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 18 ถึง 20 องศาเซลเซียส (ถ้าจำเป็นต้องเก็บไว้) กรอง น้ำยาที่บ่มแล้ว ผ่านตะแกรงในลอน ขนาด 80 ถึง 100 เมช (mesh) แล้วค่อยนำไปใช้ และต้องระวังอย่า ให้อาหารเข้าไปในน้ำยา

2.2 วิธีการต่าง ๆ ในการทำถุงมือจากยางพารา

วิธีการต่าง ๆ ในการชุบ (Dipping) มีทั้งหมด 3 วิธี (บุญธรรม และคณะ, 2538) ดังนี้

1. การชุบน้ำยาโดยตรง (Straight dipping)
2. การชุบน้ำยาโดยวิธี Heat sensitive dipping
3. การชุบน้ำยาโดยใช้สารจับตัว (Coagulant dipping)

2.2.1 การชุbn้ำยาโดยตรง (Straight dipping)

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการธรรมชาติที่สุดและใช้กันดั้งเดิม ในกระบวนการชุบทั้งหลาย วิธีการประกอบด้วยการค่อย ๆ จุ่มแบบพิมพ์ลงในน้ำยาจะคอมปาร์ต แล้วค่อย ๆ ดึงแบบพิมพ์ขึ้นและทำ ให้น้ำยาที่เกาะบนแบบพิมพ์นั้นแห้ง การกระทำเช่นนี้อาจทำชำกันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้มีความหนาของ ยางตามความต้องการ ความเร็วของการจุ่มแบบพิมพ์ลงในน้ำยาไม่ค่อยเป็นปัญหาสำคัญนัก แต่จะ

สำหรับในขณะที่แบบพิมพ์สัมผัสกับผิวของน้ำยาาง ต้องควบคุมให้ความเร็วในขณะนั้นไม่ให้สูงเกินไป เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศบนแบบพิมพ์

การชุบโดยตรงจะง่ายกว่า แต่กระบวนการที่จะควบคุมให้ความหนาของยาางให้เท่ากันตลอดทุกครั้งในการทำงานนั้นจะมีความยุ่งยากกว่า โดยเฉพาะกรณีที่แบบพิมพ์มีรูปร่างซับซ้อน เช่น ถุงมือ โอกาสจะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ความหนาเท่ากันตลอดนั้น ยากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น การใช้กระบวนการจุ่ม โดยตรงจึงมักจะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ เป็นแบบง่าย ๆ เช่น ถุงยางอนามัย เป็นต้น

2.2.2 การชุบน้ำยาางโดยวิธี Heat sensitive dipping

ในกระบวนการทำผลิตภัณฑ์จากการชุบ วิธีการชุบน้ำยาางแบบ Heat sensitive dipping เป็นวิธีที่จะให้ความหนาของยาางมากที่สุดในกระบวนการชุบทั้งหมด ดังนั้น ผลิตภัณฑ์จากน้ำยาางที่หนา ๆ เช่น หัวนม ถุงมืองานไฟฟ้า และรองเท้า จะใช้วิธีการชุบแบบนี้

น้ำยาางที่ “Heat sensitive” หมายถึง น้ำยาางที่ใส่สารเคมีบางตัวลงไป และจะทำให้น้ำยาางนั้นสูญความเสียรอย่างรวดเร็วและเกิดการจับตัวเมื่อได้รับความร้อน กระบวนการทำ Heat sensitive dipping ทำได้โดยการนำแบบพิมพ์มาทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 50 ถึง 80 องศาเซลเซียส และจึงนำไปชุบในน้ำยาางทึ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งตามความหนาที่ต้องการ และยกแบบพิมพ์ขึ้นนำแบบพิมพ์ที่ชุบแล้วนำไปทำให้แห้งโดยวิธีวัลภาไนซ์

ความหนาของยาางที่เกาอยู่บนแบบพิมพ์ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของยาางคอมปาวด์ อุณหภูมิในการชุบ ความถี่ความร้อนของแบบพิมพ์ และระยะเวลาของการชุบ ความหนาของการชุบครั้งหนึ่งอาจจะทำให้หนาได้ถึง 4 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงเหมาะสมสำหรับทำผลิตภัณฑ์ที่มีความหนามาก ๆ

2.2.3 การชุบน้ำยาางโดยใช้สารจับตัว (Coagulant dipping)

การจุ่มน้ำยาางโดยตรง (Straight dip) จะได้แผ่นยาางหนาประมาณ 0.04 ถึง 0.05 มิลลิเมตรต่อการจุ่มนหนึ่งครั้ง ในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ทั่วไป ได้กำหนดความหนาของผลิตภัณฑ์ยาางดังเช่นตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างความหนาของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

ชื่อผลิตภัณฑ์	ความหนา (มม.)	หมายเลขอมาตรฐาน
ถุงยางอนามัย	ไม่เกิน 0.03	B.S. 3704: 1979
ถุงมือตรวจโรค	ไม่น้อยกว่า 0.03	ASTM D 3578
ถุงมือผ่าตัด	ไม่น้อยกว่า 0.01	ASTM D 3577
ถุงมือผ่าตัด	ไม่น้อยกว่า 0.01	B.S. 4005: 1984
ถุงมือผ่าตัด	ไม่เกินกว่า 0.03	B.S. 4005: 1984
ถุงมือผ่าตัด	0.24 ± 0.06	IS 4148: 1967
ถุงมือการแพทย์	0.20 ± 0.03	มอก 538-2527

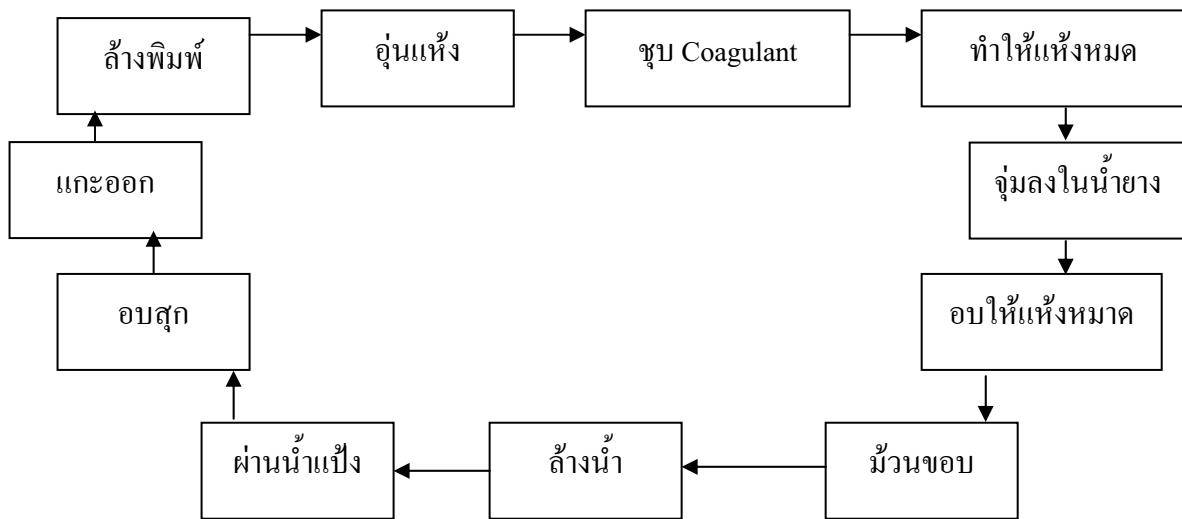
ที่มา : บัญชารม. 2532.

หมายเหตุ มอก. คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ดังนั้นในการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยาหง่านต่าง ๆ ดังกล่าว ถ้าทำการจุ่มโดยตรงอย่างน้อยที่สุดก็ต้องจุ่มถึง 2 ครั้งซึ่งเป็นการเพิ่มขั้นตอนในกระบวนการผลิต ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบวนการสูงขึ้นด้วย ยิ่งกรณีของการผลิตถุงมือข้าว และถุงมือโรงพยาบาลอุตสาหกรรม ก็ต้องจุ่มเพิ่มมากครั้งขึ้นไปอีก

การลดขั้นตอนในการผลิตในขั้นตอนของการจุ่มให้น้อยลงไป ทำได้โดยการใช้สารช่วยน้ำยาหง่านตัว เข้าช่วยในการบวนการจุ่มนี้ วิธีการคือ นำแบบพิมพ์ที่สะอาด มาจุ่มลงในสารช่วยน้ำยาหงัน ตัวแล้วยกขึ้น หลังจากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในน้ำยาหงานตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ยิ่งจุ่มนานน้ำยาหงานก็จะจับตัวบนแบบพิมพ์หนาขึ้นตาม และวิธีแบบพิมพ์ออกไปจากน้ำยาหงาน การจุ่มแบบพิมพ์ลงในสารช่วยน้ำยาหงันตัวนี้ ต้องนำแบบพิมพ์ที่สะอาดอุ่นให้ได้อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส จุ่มลงในสารช่วยน้ำยาหงานจับตัวตามระดับที่ต้องการ แล้วค่อยๆ ยกขึ้น ด้วยความเร็วประมาณ 60 ถึง 70 เซนติเมตรต่อนาที พอถึงบริเวณโคนนิ้ว (ประมาณปลายแบบพิมพ์) ให้ยกขึ้นด้วยความเร็วที่ช้ากว่าเดิม อัตราการยกให้พอคิดกับการไหลของสารช่วยน้ำยาหงานจับตัวออกจากแบบพิมพ์ อย่าให้เหลือเป็นหยด ๆ ติดอยู่

การยกแบบพิมพ์ขึ้นจากถังน้ำยาหงาน จะต้องแซ่แบบพิมพ์ในถังน้ำยาหงานให้ได้ความหนาที่ต้องการ ก่อนยกขึ้น อัตราความเร็วในการยกออกให้ช้าประมาณ 30 เซนติเมตรต่อนาที เมื่อถึงบริเวณโคนนิ้ว ให้ลดความเร็วช้าลงไปอีก เช่น 20 เซนติเมตรต่อนาที ในกรณีที่ยกขึ้นให้ยกขึ้นช้า ๆ เพื่อให้ระยะที่น้ำยาหงานไหลลงสู่ปลายนิ้วไม่เหลือเป็นหยด ๆ เมื่อยกขึ้นแล้วควรตั้งแบบพิมพ์ตรง หรือหมุนแบบพิมพ์ให้น้ำยาหงานหยดสุดท้ายกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ไม่เหลือเป็นตุ่ม ขั้นตอนทั้งหมดเป็นกระบวนการการทำผลิตภัณฑ์แบบจุ่ม เช่นการทำงานของเครื่องทำถุงมือยาง โดยใช้สารจับตัว แบบอัตโนมัติ แสดงได้ดังภาพที่ 2.1 เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องทำถุงมือยาหง โดยใช้สารช่วยน้ำยาหงจับตัวแบบอัตโนมัติ
ที่มา : บัญชารม และคณะ. 2538.

เครื่องจุ่มน้ำยาหงแบบกึ่งอัตโนมัติ ที่ทำการออกแบบและสร้างจะมีลักษณะการทำงานคือ เริ่มต้น เมื่อติดตั้งแบบพิมพ์ที่ผ่านการอุ่นเข้ากับเครื่องจุ่ม แล้ว เครื่องจะเริ่มการทำงานโดยเลื่อนให้แบบพิมพ์เคลื่อนที่จุ่มลงในถังสารช่วยน้ำยาหงจับตัวก่อน เป็นระยะเวลาตามที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นแบบพิมพ์ก็จะถูกดึงขึ้นอย่างอัตโนมัติ และทำการหมุนแบบพิมพ์ให้เคลื่อนที่ไปยังถังน้ำยาหง เข้มข้น หลังจากนั้น เครื่องจะเริ่มเลื่อนแบบพิมพ์จุ่มลงถังน้ำยาหง โดยใช้เวลาจุ่มนานตามที่กำหนด แล้วเครื่องจะทำการยกแบบพิมพ์ขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ยาหงมีความหนาสม่ำเสมอ เมื่อยกแบบพิมพ์สูงขึ้นถึงตำแหน่งที่กำหนดแล้วเครื่องจะทำการหมุนแบบพิมพ์ ตามจำนวนรอบที่ต้องการ เพื่อช่วยในการปรับความหนาของผลิตภัณฑ์และป้องกันการเป็นหยด และหลังจากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปอบวัสดุในชัตต่อไป

2.3 การคำนวณหาน้ำยาหงพาราและสารจับตัว

การคำนวณหาสูตรน้ำยาหงพาราและสารจับตัว หาได้จากปริมาณสารสัมพันธ์ (Chemistry homepage, 2000) โดยหาจาก

1) การเตรียมสารละลายน้ำจากโดยการเติมน้ำ

โนลของตัวถูกละลายก่อนเติมน้ำ = โนลของตัวถูกละลายหลังเติมน้ำ
หรือ

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad \dots(2.1)$$

โดยที่ C_1 = สารละลาย (กรัม)

V_1 = จำนวน (กรัม)

C_1 = เติมน้ำเป็นสารละลาย (กรัม)

V_2 = จำนวน (กรัม)

2) การเตรียมสารละลายโดยการผสมสารละลายชนิดเดียวกันความเข้มข้นต่างกัน แต่ปริมาตรที่ใช้ต่างกัน

$$C_1 V_1 + C_2 V_2 + \dots = CV \quad \dots(2.2)$$

โดยที่ $C_1 V_1$ และ C = ความเข้มข้นของสารละลาย (กรัม)

$C_2 V_2$ และ V = ปริมาตรของสารละลาย (กรัม)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วราภรณ์ และ วิภา (2537) ทดลองออกแบบสูตรน้ำยาางขันธรมชาติพสมกับน้ำยาางสังเคราะห์และผสมสารเคมี โดยกำหนดสารเคมีจำเป็นต่าง ๆ แบบสัดส่วนผสมระหว่างน้ำยาางธรมชาติกับน้ำยาางสังเคราะห์ ซึ่งเลือกใช้น้ำยาางสังเคราะห์ชนิดที่ทนต่อกรดและสารเคมีคือน้ำยาางคลอโรพรีน ปรับปริมาณการใช้สารในระบบทำให้ยาางคงรูปให้เหมาะสมกับน้ำยาางคลอโรพรีน ทดลองผสมน้ำยาางกับสารเคมีและศึกษาอายุการเริ่มเกิดปฏิกิริยาคงรูป (Prevulcanised) โดยวิธีทดสอบกับคลอโรฟอร์ม ทดลองขึ้นต้นโดยผสมน้ำยาาง แล้วเทแผ่นเพลท (plate) ได้แผ่นยาางคงรูปแล้วหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร นำไปทดสอบการดึงยาง (Tensile properties) ทดสอบการทนต่อกรด และตัวทำละลายต่าง ๆ ที่มักใช้ในงานทั่ว ๆ ไป โดยวิธีการแซ่ในสารเคมีเหล่านี้จับเวลาความเปลี่ยนแปลงของยาางสูตรต่าง ๆ เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ตัดจากถุงมือหุ่นกรดซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ ขึ้นต่อมากทดลองผสมน้ำยาางในปริมาณมากพร้อมกับการจุ่มเป็นถุงมือ โดยใช้พิมพ์ถุงมือแม่บ้าน ทดสอบสมบัติการดึงยาง และทดสอบความทนต่อกรดและตัวทำละลาย ซึ่งได้พบว่า เมื่อผสมยาางสังเคราะห์คลอโรพรีน สมบัติการดึงยาง ความทนต่อกรดจะซีติก (CH_3COOH) และต่อตัวทำละลายอะซีโตนลอดลง แต่ความทนต่อกรดในตริก (HNO_3) ดีขึ้น ส่วนความทนต่อกรดและตัวทำละลายอื่น ๆ ที่ได้ทดลองไม่ต่างกันกับสูตรที่ใช้น้ำยาางธรมชาติอย่างเดียว

วราภรณ์ และคณะ (2539) "ได้ศึกษาถุงมือยาางเคลือบผ้าสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานอุตสาหกรรมประเภทอุตสาหกรรมหนักอุตสาหกรรมด้านเครื่องจักรกลและเครื่องยนต์ มักมีการใช้ถุงมือยาางชนิดที่เคลือบผ้า (Fabric lined gloves) โดยเทคนิคการจุ่มถุงมือผ้า (Dipping the fabric gloves) ประเภทผ้าฝ้าย และอาชัยสารช่วยให้น้ำยาางจับตัว ถุงมือประเภทนี้โดยปกติจะใช้น้ำยาางสังเคราะห์ประเภทที่เก่าติดเนื้อผ้าได้ดี และให้คุณภาพยางที่เคลือบถุงมือผ้าทนต่อการใช้

งาน เช่น ทนของมีคมพวกโลหะ แก้ว เป็นต้น จึงควรมีการศึกษาการผลิตถุงมือยางเคลือบผ้าโดยใช้น้ำยางธรรมชาติ เพื่อเพิ่มชนิดผลิตภัณฑ์ยางที่สามารถใช้น้ำยางธรรมชาติได้ โดยการทดลองจุ่มน้ำยางมีผ้าลงในน้ำยางข้นธรรมชาติที่ผสมสารเคมีโดยมีความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 60, 55, 50, 45 และ 40 เปอร์เซ็นต์ กับทดลองจุ่มน้ำยางมีผ้าลงในสารช่วยให้น้ำยางจับตัวที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ก่อน และจึงจุ่มลงในน้ำยางผสมสารเคมีที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ เช่นกัน พบว่าถุงมือผ้าที่จุ่มลงในสารช่วยน้ำยางจับตัวเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ก่อน และจึงจุ่มลงในน้ำยางผสมสารเคมีความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ จะให้ถุงมือยางเคลือบผ้าที่มีความหนาพอเหมาะไม่หนาหรือบางเกินไป

สุภาพร และ คณะ (2545) ได้ศึกษาอุตสาหกรรมถุงมือยางมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยทั้งรายได้จากการส่งออกและค่าใช้จ่าย บุคลากรส่งออกถุงมือยาง ในปี 2545 สูงถึง 16,925 ล้านบาท สูงเป็นอันดับที่ 2 รองจากบุคลากรส่งออกยางยานพาหนะ อัตราการขยายตัวของบุคลากรส่งออกถุงมือยางในช่วงระหว่างปี 2541 ถึง 2545 เนลี่ย 8.4 เปอร์เซ็นต์ ตลาดส่งออกถุงมือยางที่สำคัญของไทยได้แก่ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี สาธารณรัฐอิสลาม อิตาลี เนเธอร์แลนด์ อุตสาหกรรมถุงมือยางเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานมาก (Labour intensive) มีการจ้างงานในอุตสาหกรรมนี้กว่า 16,000 คน โรงงานผลิตถุงมือยางในปัจจุบันมีจำนวน 23 โรง เป็นโรงงานขนาดใหญ่ที่ร่วมลงทุนกับต่างชาติ (Joint venture) อยู่ 4 โรง ที่เหลือเป็นโรงงานขนาดกลางและเล็ก ซึ่งเจ้าของกิจการเป็นคนไทยหรือร่วมลงทุนกับได้ทั่วโลก เช่น ญี่ปุ่น และอินเดีย การผลิตถุงมือยางประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่งออกไปต่างประเทศ ต้นทุนการผลิตมีส่วนประกอบของต้นทุนเป็นร้อยคัลค่อนเท็นท์ (Local Content) ถูง 40 เปอร์เซ็นต์เป็นน้ำยางข้น 10 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าแรงงาน และ 20 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าเชื้อเพลิง ปัญหาของอุตสาหกรรมถุงมือยางในปัจจุบันคือ โรงงานขนาดกลางและเล็ก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกิจการของคนไทย เสียเปรียบ โรงงานขนาดใหญ่ที่เป็นกิจการข้ามชาติ ในเรื่องที่ผู้ผลิตขนาดใหญ่ได้รับสิทธิประโยชน์ด้านการลงทุน (BOI) ได้รับการยกเว้นภาษีเครื่องจักร สารเคมี ที่นำเข้า ยกเว้นภาษีรายได้มีเทคนิคการผลิตที่นำสมัย ทำให้สามารถผลิตในต้นทุนที่ต่ำกว่าและยังเป็นผู้ครองตลาดส่งออกด้วย ขณะที่การผลิตถุงมือยางในปัจจุบันตลาดเป็นของผู้ซื้อปริมาณการผลิตมีมากกว่าความต้องการใช้ ทำให้ราคาถุงมือยางปรับตัวลดลงโดยตลอด สวนทางกับราคาวัสดุคงที่ น้ำยางข้นที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในช่วงตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมาผู้ผลิตถุงมือยางขนาดกลางและเล็กได้ร่วมกันลดปริมาณการผลิต 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 เดือน และขอให้รัฐบาลทวนนโยบายการใช้สิทธิประโยชน์แก่ผู้ลงทุนรายใหม่ในอุตสาหกรรมนี้

ภัตรา และ วิภา (2546) ได้ศึกษาหาแนวทางและกรรมวิธีเพิ่มปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ยางทางการแพทย์โดยใช้ยางธรรมชาติให้มากขึ้น โดยตั้งใจที่จะศึกษาความต้องการของผลิตภัณฑ์ยางทางการแพทย์ที่ถูกต้อง เช่น สมบัติที่ต้องการและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ หากาเดทุกที่ โรงงานผลิตภัณฑ์ยางทางการแพทย์ของไทยไม่ได้มีมาตรฐาน และศึกษาสูตรรวมทั้งเทคนิคการผลิตผลิตภัณฑ์ยางทาง

การแพทย์ที่เหมาะแก่การใช้งานและมีมาตรฐานสากล แต่ทั้หน้าโครงการวิจัยนี้ได้เสียชีวิตลง และไม่มีผู้ดำเนินงานวิจัยต่อ โครงการวิจัยนี้จึงได้ผลเฉพาะในช่วงแรกที่ทำงานวิจัย คือการรวบรวมมาตรฐานผลิตภัณฑ์ยางทางการแพทย์ในประเทศไทยรวมได้ 5 ชนิด ได้แก่ ถุงมือยางปราศจากเชื้อสำหรับการศัลยกรรมชนิดใช้ครั้งเดียว ถุงมือยางสำหรับตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว ถุงยางอนามัย ถุงหัวนมยางสำหรับทดนม และกระปานน้ำร้อนยาง

วิภา และ กุลทิวา (2546) ได้ศึกษาและพบว่าถุงมือยางเป็นผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้ยางธรรมชาติมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณการใช้ยางธรรมชาตินามากรองจากผลิตภัณฑ์ยางยานพาหนะ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ถุงมือยางของประเทศไทยมีการขยายตัวในการใช้ยางธรรมชาติสูงมาก และเป็นผู้ส่งออกอันดับสองของโลกของจากประเทศมาเลเซีย ดังนี้ เพื่อให้การพัฒนามาตรฐานถุงมือยางทางการแพทย์ของไทยมีคุณภาพเป็นที่เชื่อถือของผู้บริโภค จึงควรที่จะมีการศึกษาในเรื่องการทดสอบและข้อกำหนดรายการทดสอบที่สำคัญและจำเป็น โดยเฉพาะสมบัติแรงดึงยางเมื่อขาด การร้าวซึมน้ำ และมีการพัฒนาห้องปฏิบัติการทดสอบถุงมือยางของส่วนอุตสาหกรรมยาง สถาบันวิจัยยาง ให้ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตาม มอก. 17025 หรือ ISO/IEC 17025 ซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจในการให้บริการทดสอบมากขึ้น เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในด้านคุณภาพของถุงมือยางทางการแพทย์ในระดับสากลมากขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มข้อได้เปรียบในการแข่งขันถุงมือยางในตลาดโลก

โครงการวิจัยนี้ มี 2 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาข้อกำหนดมาตรฐานถุงมือยางทางการแพทย์ของไทย โดยศึกษาถึงวิธีการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของถุงมือยางทางการแพทย์ ได้แก่ สมบัติแรงดึงยางเมื่อขาดและความยืดเมื่อขาด ทึ้งก่อนบ่อมเร่งและหลังบ่อมเร่ง การร้าวซึมน้ำ และฝึกอบรมภาคปฏิบัติแก่พนักงานห้องปฏิบัติการเพื่อให้เข้าใจและทดสอบได้ถูกต้องตามวิธีการ ทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของถุงมือยางทางการแพทย์ 4 ชนิด ได้แก่ ถุงมือยางสำหรับการตรวจโรคแบบมีแป้ง ถุงมือยางสำหรับการตรวจโรคแบบไม่มีแป้ง (คลอริเนท) ถุงมือยางสำหรับการตรวจโรคแบบไม่มีแป้ง (เคลือบด้วยพอลิเมอร์) และถุงมือยางสำหรับการศัลยกรรม พนว่าสมบัติแรงดึงยางเมื่อขาดทึ้งก่อนบ่อมเร่งและหลังบ่อมเร่งของถุงมือยางทั้ง 4 ชนิด ผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของมาตรฐานระหว่างประเทศ (International Standard, ISO) และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของต่างประเทศ

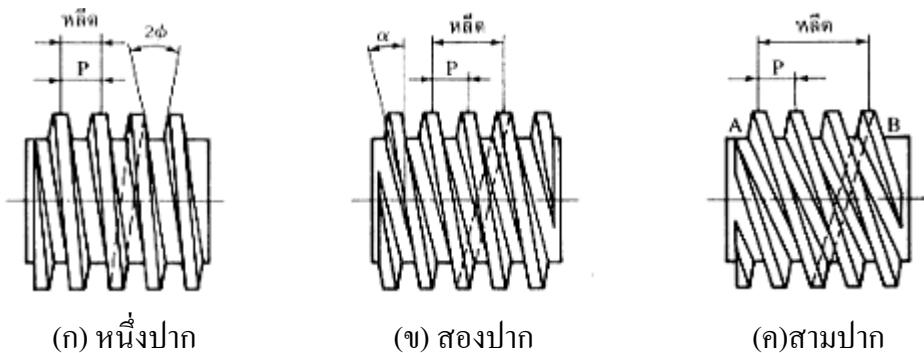
กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาห้องปฏิบัติการทดสอบถุงมือยางของส่วนอุตสาหกรรมยาง จากการที่ห้องปฏิบัติการส่วนอุตสาหกรรมยาง สถาบันวิจัยยาง ได้รับการรับรองระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC 17025 หรือ มอก. 17025 เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2545 ซึ่งเป็นการให้การรับรองระบบคุณภาพ

ห้องปฏิบัติการเฉพาะห้องปฏิบัติการยางแท่งเอกสารเท่านั้น จึงเป็นการขยายขอบเขตเพื่อของการรับรองระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการทดสอบถุงมือยางต่อไป

2.5 ทฤษฎีเพื่อการออกแบบ

2.5.1 การออกแบบสกรูส่งกำลัง

สกรูส่งกำลัง (Power screws) เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในเครื่องจักรกลเพื่อเปลี่ยนการหมุนเป็นการเลื่อน ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า สกรูเลื่อน (Translation screws) นอกจากจะใช้เปลี่ยนการหมุนเป็นการเลื่อนแล้ว สกรูส่งกำลังยังใช้ในการยกน้ำหนักที่ด้วยสกรูรับอยู่อีกด้วย สกรูเพรส (Screw press) สำหรับใช้กดชิ้นงานให้มีรูปร่างที่ต้องการ ก่อนที่จะกล่าวถึงชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง จำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจกับคำจำกัดความบางคำชี้งจะต้องเข้าใจอยู่เสมอ โดยพิจารณาจากภาพที่ 2.2 และสมการที่ใช้ในการออกแบบอ้างอิงมาจากสมการของ ชาญ และ วริทธิ (2546)



ภาพที่ 2.2 เกลียวสี่เหลี่ยมคงที่
ที่มา : ชาญ และ วริทธิ. 2546.

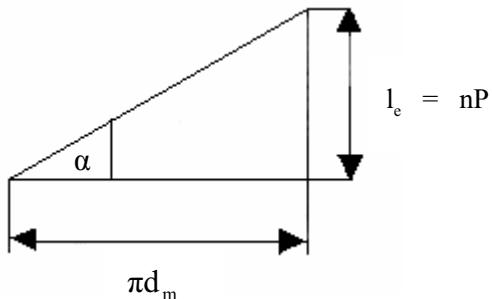
ระยะพิเศษ; P หมายถึง ระยะทางที่วัดตามแนวแกนของสกรูจากจุดหนึ่งบนเกลียวหนึ่ง ไปยังจุดเดียวกันของเกลียวที่อยู่ตัดไป

หลีด (Lead); l_e คือระยะทางที่สกรูเคลื่อนที่ได้ตามแนวแกนของสกรู ในขณะที่สกรูหมุนไปหนึ่งรอบ ถ้าเป็นสกรูหนึ่งปาก (Single thread) ระยะหลีดมีค่าเท่ากับระยะพิเศษ สำหรับสกรูสองปาก (double thread) เกลียวจะมีปากค่าว่างกว่างเกลียวสองเกลียว ดังภาพที่ 2.3 ดังนั้นเมื่อสกรูหมุนไปหนึ่งรอบ การเคลื่อนที่ในแนวแกนของสกรูจึงเป็นสองเท่าของระยะพิเศษ ในทำนองเดียวกันสำหรับสกรูสามปาก (Triple thread) หลีดจะมีค่าเป็นสามเท่าของระยะพิเศษ ถ้าสกรูเป็นแบบ n ปากระยะของหลีดดังสมการที่ 2.3

$$l_e = nP \quad \dots (2.3)$$

มุนฮีลิกซ์หรือมุนหลีด (Helix or lead angle); α หมายถึงมุนระหว่างระนาบที่ล้มผังกับความเอียงลากของเกลียวและระนาบที่ตั้งจากกันแกนของสกรู ถ้าให้ d_m เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสกรู ละนำส่วนที่สกรูเคลื่อนที่ไปในขณะที่หมุนหนึ่งรอบมากลีออก ก็จะได้ลักษณะดังภาพที่ 2.3 และมุนหลีดดังสมการที่ 2.4

$$\tan \alpha = \frac{l_e}{\pi d_m} \quad \dots (2.4)$$



ภาพที่ 2.3 มุนหลีด

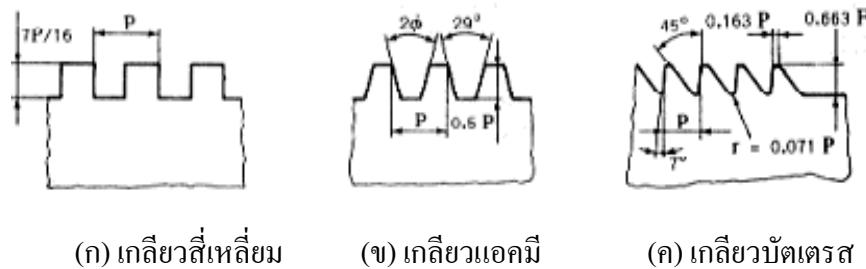
ที่มา : ชาญ และ วิธีชี. 2546.

เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของสกรู ซึ่งนับรวมถึงความสูงของเกลียวด้วย ขนาดระบุ (Nominal size) ของสกรูส่งกำลังจะบอกโดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ เสมอและเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของสกรู

2.5.2 ชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง

สกรูส่งกำลังที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ส่วนมากจะมีขนาดตามหน่วยระบบอังกฤษ ส่วนเครื่องจักรที่จะผลิตออกมานอนมาตรฐานจะค่อยๆ เปลี่ยนแปลงไปใช้ในระบบหน่วยเอสไอ ซึ่งสำหรับสกรูส่งกำลังแล้ว รูปร่าง และขนาดของเกลียวจะเป็นไปตามมาตรฐานระหว่างประเทศ ในที่นี่จะกล่าวถึงที่มีใช้กันมากในระบบหน่วยอังกฤษและเกลียวที่มีอยู่ตามมาตรฐานระหว่างประเทศเท่านั้น

เกลียวสี่เหลี่ยม (Square thread) เป็นเกลียวชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในจำนวนเกลียวของสกรูส่งกำลัง ซึ่งเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่าเกลียวเซลเลอร์ (Sellers' thread) โดยมีลักษณะของเกลียวดังกล่าว ดังภาพที่ 2.4 (ก) แต่เนื่องจากการตัดเกลียวสี่เหลี่ยมนี้ทำได้ยากและเสียค่าใช้จ่ายสูงจึงมีการนำมาใช้งานน้อยลง ดังนั้นเกลียวชนิดนี้จึงมิได้มีการทำเป็นมาตรฐานทั่วไป



(ก) เกลี่ยวสี่เหลี่ยม

(ข) เกลี่ยวแอคเม

(ค) เกลี่ยวนัตเตอร์ส

ภาพที่ 2.4 ชนิดของเกลี่ยวสำหรับสกรูสั่งกำลัง

ที่มา : ชาญ และ วริทธิ. 2546.

เกลี่ยวแอคเม (Acme thread) หรือเกลี่ยวสี่เหลี่ยมคงที่ เป็นเกลี่ยวชนิดที่มีมุมของเกลี่ยว (Thread angle) 2ϕ เท่ากับ 29° องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 2.4 (ข) เนื่องจากตัดเกลี่ยวได้ง่ายจึงมีการนำมาใช้งานเรื่อยมา ประสิทธิภาพของเกลี่ยวชนิดนี้จะน้อยกว่าเกลี่ยวสี่เหลี่ยม ถ้าเกิดความสึกหรอหลังจากใช้งาน เป็นระยะเวลาหนึ่งก็สามารถที่จะปรับให้เกลี่ยวของสกรูกับเกลี่ยวสี่เหลี่ยม ถ้าเกิดความสึกหรอหลังจาก การใช้งานมาเป็นระยะเวลาหนึ่งก็สามารถที่จะปรับให้เกลี่ยวของสกรูกับเกลี่ยวตัวเมียได้สนิทเหมือนเดิม โดยการขันเกลี่ยวตัวเมียซึ่งเป็นแบบ Spilt nut เข้าไปให้กระชับกับเกลี่ยวของสกรูได้

เกลี่ยวนัตเตอร์ส (Buttress thread) เป็นเกลี่ยวที่มีรูปร่างเป็นพื้นเดี่ยวย ดังภาพที่ 2.4 (ค) ชุกมุ่งหมายก็เพื่อที่จะใช้รับแรงในทิศทางเดียว เกลี่ยวชนิดนี้มีความแข็งแรงมากกว่าเกลี่ยวสองชนิดที่ได้ กล่าวมาแล้วเนื่องจากชนิดนี้มีไข่ไม่นานัก ดังนั้นจึงมีได้มีการกำหนดขนาดเป็นมาตรฐาน

การคำนวณหาความเค้นในส่วนต่าง ๆ ของสกรูสั่งกำลัง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการขันกันระหว่างเกลี่ยว ของสกรูและเกลี่ยว ตลอดจนการกระจายของแรงบนเกลี่ยวว่าจะเข้าใกล้กับสภาพที่ได้สมมติเอาไว้ เพียงใด เกลี่ยวที่อยู่ใกล้กับน้ำหนักอาจจะรับแรงมากกว่าเกลี่ยวที่อยู่ห่างออกไป ความลุ่มระหว่างสกรูและเป็นเกลี่ยวอาจทำให้แรงกระจายไม่สม่ำเสมอ หรือการโถงของเกลี่ยวอาจทำให้เกลี่ยวนัตเตอร์ส รับแรงมากเกินไป เป็นต้น ในการออกแบบควรจะคิดถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.5.3 ความเค้นวิกฤต (Critical or bucking stress) ในการคำนวณหาขนาดของสกรูที่รับแรงกดแต่ เพียงอย่างเดียว ถ้าเป็นสกรูสั่นก็สามารถที่จะใช้สมการของความเค้นกด

$$\sigma_c = \frac{W}{A_r} \quad \dots (2.5)$$

โดยที่ σ_c = ความเค้นวิกฤต (นิวตันต่อตารางเมตรหรือปascal)

W = น้ำหนักแรงกด (นิวตัน)

A_r = พื้นที่รับแรง (ตารางเมตร)

เนื่องจากฟันเกลี่ยวที่จะช่วยรับแรงนี้ด้วย ดังนั้นพื้นที่รับแรง ก็ควรจะมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ซึ่งคิดที่เส้นผ่านศูนย์กลางน้อย อาจจะประมาณได้ว่าควรจะเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยและเส้นผ่านศูนย์กลางพิเศษ เพื่อความสะดวกในการคำนวณจึงขอแนะนำพื้นที่ของเส้นผ่านศูนย์กลางน้อย

2.5.4 ความเค้นผสม ถ้าสกรูยาวไม่มากนักก็จะไม่เกิดการโก่งขอื่นเมื่อยื่นภายนอกหรือในบางกรณีสกรูส่งกำลังอาจจะใช้รับแรงดึงก็ได้ นอกจากนี้แล้วก็ยังมีความเค้นเนื่องจาก การบิดของสกรูอีกด้วย การคำนวณในกรณีเช่นนี้ต้องใช้ความเค้นผสมซึ่งมีอยู่หลายทฤษฎีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สำหรับทฤษฎีที่ปัจจุบันและใช้ง่ายก็คือ ทฤษฎีความเค้นเนื่องสูงสุด ดังสมการที่ 2.6 และสมการที่ 2.7

$$\tau_d = \left(\left(\frac{\sigma}{2} \right)^2 + \tau^2 \right)^{1/2} \quad \dots (2.6)$$

โดยที่ τ_d = ความเค้นเนื่องใช้งาน (นิวตันต่อตารางเมตรหรือปascal)

σ = ความเค้น (นิวตันต่อตารางเมตร หรือ ปascal)

τ = ความเค้นเนื่อง (นิวตันต่อตารางเมตรหรือปascal)

$$\text{และ} \quad \tau = \frac{Tr}{J} = \frac{16T}{\pi d_r^3} \quad \dots (2.7)$$

โดยที่ d_r = เส้นผ่านศูนย์กลางน้อย (เมตร)

T = โภmenต์บิด (นิวตัน-เมตร)

r = รัศมี (เมตร)

J = โภmenต์ความเนื้อยืดเชิงข้า (เมตร⁴)

2.5.5 ความเค้นอัด ความเค้นอัดในที่นี้ หมายถึง ความเค้นที่เกิดจากการที่ผิวน้ำของฟันเกลี่ยวของตัวสกรูอัดกับผิวน้ำของฟันเกลี่ยวของเปลี่ยนเกลี่ยวหรือส่วนที่เป็นเกลี่ยวตัวเมีย ในการคำนวณความเค้นอัดนี้ให้ใช้พื้นที่ภาพพยาของเกลี่ยวส่วนที่อัดกันอยู่ ถ้าจำนวนเกลี่ยวตั้งกล่ำวนนี้เท่ากับ n เกลี่ยวพื้นที่นี้ ดังสมการที่ 2.8

$$A = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_r^2) n \quad \dots (2.8)$$

โดยที่ A = พื้นที่ภาพพยาของเกลี่ยวที่อัดกัน (ตารางเมตร)

d = เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)

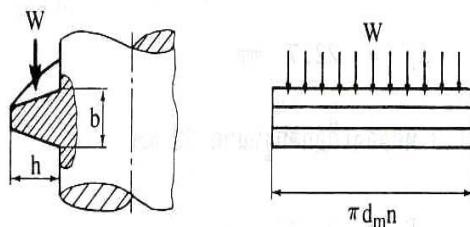
n = จำนวนเกลี่ยว

$$\text{ดังนั้นความเค้นอัด } \sigma_c = \frac{4W}{\pi(d^2 - d_r^2)h} \quad \dots (2.9)$$

โดยที่ σ_c = ความเค้นอัด (นิวตันต่อตารางเมตรหรือปascal)

2.5.6 ความเค้นเฉือนในฟันเกลี่ยว นอกจากความเค้นต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วในฟันเกลี่ยวยังเกิดความเค้นดัดและความเค้นเฉือนที่โคนฟันเกลี่ยวอีกด้วย ดังภาพที่ 2.5 เนื่องจากความสูงของฟันเกลี่ยวมีค่าน้อย ดังนั้นโมเมนต์ดัดที่โคนฟันเกลี่ยวจึงมีค่าน้อยด้วย ขณะนี้เกลี่ยวส่วนมากจึงทนต่อความเค้นดัดได้ส่วนความเค้นเฉือนอาจจะมีค่ามาก จากทฤษฎีกลศาสตร์วัสดุ ความเค้นเฉือนสูงสุดสำหรับพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่ากับ

$$\tau = \frac{3W}{2A} \quad \dots (2.10)$$



ภาพที่ 2.5 ฟันเกลี่ยวรับแรงคล้ายกับงานยื่น
ที่มา : ชาญ และ วิทย์. 2546.

ให้ b เป็นความหนาของโคนฟันเกลี่ยว ดังนั้นพื้นที่รับแรงเฉือน

$$A = \pi d_r b n \quad \dots (2.11)$$

โดยที่ A = พื้นที่รับแรงเฉือน (ตารางเมตร)

b = ความหนาของโคนฟันเกลี่ยว (มิลลิเมตร)

$$\text{เพร率ฉะนั้น} \quad \tau_d = \frac{3W}{2\pi d_r b n} \quad \dots (2.12)$$

โดยที่ τ_d = ความเค้นเฉือนในฟันเกลี่ยว (นิวตันต่อตารางเมตรหรือปascal)

ค่า d_r นี้ต้องเลือกใช้ที่โคนฟันเกลี่ยวของสกรูหรือเปลี่ยนเกลี่ยว และแต่จะตรวจสอบที่ส่วนไหน

2.5.7 การคำนวณขนาดมอเตอร์

เนื่องจากลักษณะของเครื่องจุ่มแบบกึ่งอัตโนมัตินี้จะมีการเคลื่อนที่อยู่ 2 ลักษณะ คือการเคลื่อนที่ขึ้นลงและการเคลื่อนที่แบบหมุน จึงต้องใช้แหล่งพลังงานในการเคลื่อนที่ดังกล่าว ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย หาซื้อได้ทั่วไป และมีราคาที่เหมาะสมนั้นคือ มอเตอร์ โครงงานดังกล่าวนี้ออกแบบโดยใช้มอเตอร์ที่ไม่สามารถปรับความเร็วรอบได้ ซึ่งจะสามารถทำการกำหนดระยะเวลาในการจุ่มแบบพิมพ์ได้ตามต้องการ และในการออกแบบสามารถคำนวณขนาดมอเตอร์ได้จากสมการที่ 2.13

$$p = \frac{2\pi N n_s T}{60} \quad \dots (2.13)$$

โดยที่ p = กำลังวัตต์ (วัตต์)

n_s = ค่าความปลดปล่อย

T = โถมเมนต์บิด (นิวตัน-เมตร)

N = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

2.5.8 การหาขนาดและอัตราทดของชุดเฟือง

เนื่องจากความเร็วรอบในการหมุนค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงจำต้องใช้ขนาดเฟืองเพื่อลดความเร็วรอบของเพลาตาม การหาอัตราทดเฟืองสามารถหาได้ดังสมการที่ 2.14

$$\frac{\omega_p}{\omega_g} = \frac{n_p}{n_g} = \frac{N_g}{N_p} \quad \dots (2.14)$$

โดยที่ ω_p = ความเร็วเชิงมุมของเฟืองตัวขับ (เรเดียลต่อวินาที)

ω_g = ความเร็วเชิงมุมของเฟืองตัวตาม (เรเดียลต่อวินาที)

n_p = ความเร็วรอบของเฟืองตัวขับ (รอบต่อนาที)

n_g = ความเร็วรอบของเฟืองตัวตาม (รอบต่อนาที)

N_p = จำนวนฟันของเฟืองตัวขับ

N_g = จำนวนฟันของเฟืองตัวตาม

3. วิธีการ

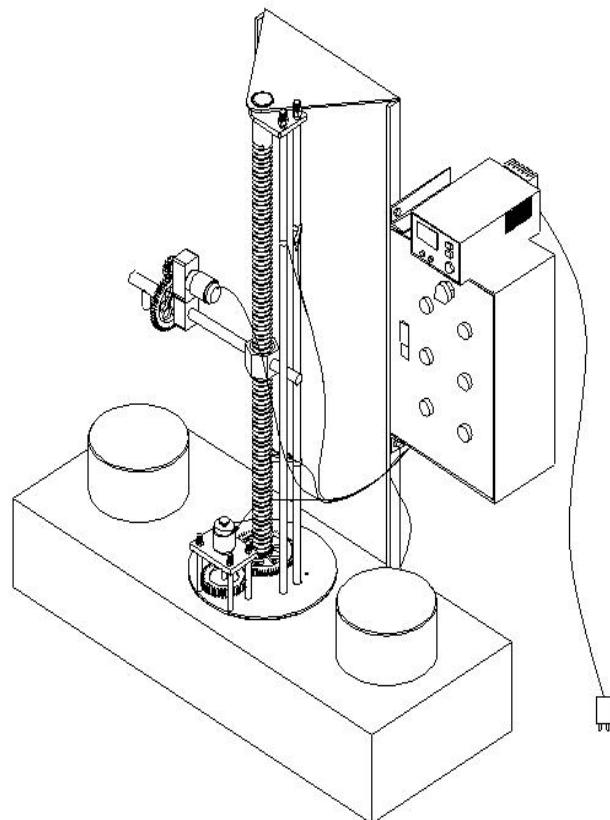
เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจุ่มถุงมือยางพาราก่อน เช่น ส่วนผสมของสารจับตัว น้ำยา การทำ รวมทั้งการตรวจสอบความหนาความเรียบ และคุณสมบัติเบื้องต้นอื่น ๆ ของถุงมือ ก่อนการออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้สารจับตัว หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบความสามารถ ประสิทธิภาพเบื้องต้น ประเมินผลและวิเคราะห์ผลการทดลองโดยแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาลักษณะการจุ่มถุงมือยางพารา

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาความหนา ความสม่ำเสมอ และความเรียบของถุงมือ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับการจุ่มด้วยมือ โดยจะเน้นถึงเวลาการจุ่มพิมพ์มือ ในถังสารจับตัว ถังน้ำยา ยางพาราและจำนวนรอบของการหมุนพิมพ์มือ เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอและป้องกันการเป็นหยดของน้ำยาที่พิมพ์มือ โดยนำข้อมูลไปวางแผนการทดลองและออกแบบเครื่องจุ่มถุงมือให้เหมาะสม

3.2 การออกแบบเครื่อง

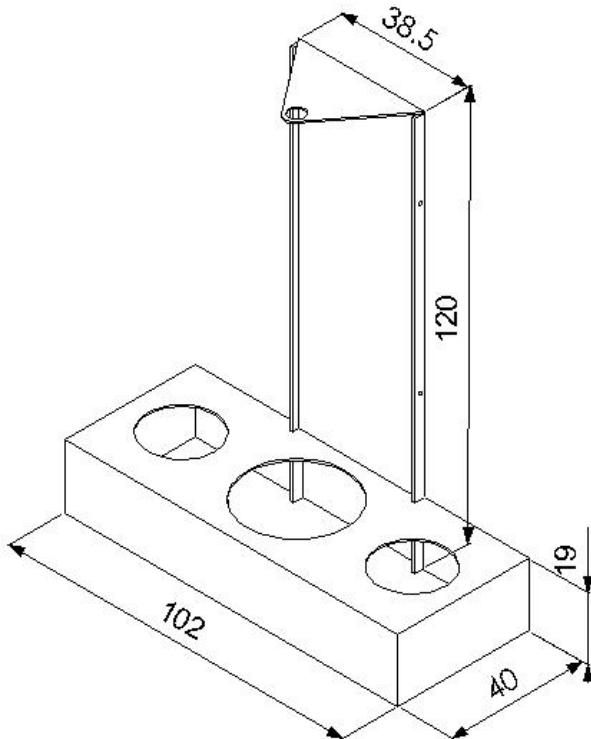
การออกแบบเครื่อง จะดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน ซึ่งได้ทำการออกแบบให้สามารถ ซ่อนบารุง ได้ง่าย มีความแข็งแรง สามารถต้านทานแรงบิดที่เกิดขึ้นได้ และสามารถเคลื่อนย้าย ได้สะดวก โดยมีรายละเอียดในการออกแบบในแต่ละส่วนดังนี้



ภาพที่ 3.1 เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึงอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

3.2.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่อง

ออกแบบให้ขนาดของโครงเครื่อง มีขนาดที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงขนาดของพิมพ์มีอัตโนมัติและการหมุนและการเคลื่อนที่ขึ้นลง รวมทั้งสามารถรับน้ำหนักของสกุ๊ปส่งกำลังและชุดควบคุมได้โดยมีระยะ ความกว้างของฐาน 40 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร และความสูงฐาน 19 เซนติเมตร ใช้เหล็กกลากขนาดหนากว้าง 3.81 เซนติเมตร หนา 0.64 เซนติเมตร มีความสูง 120 เซนติเมตร และมีระยะห่างระหว่างเสา 38.5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 3.2

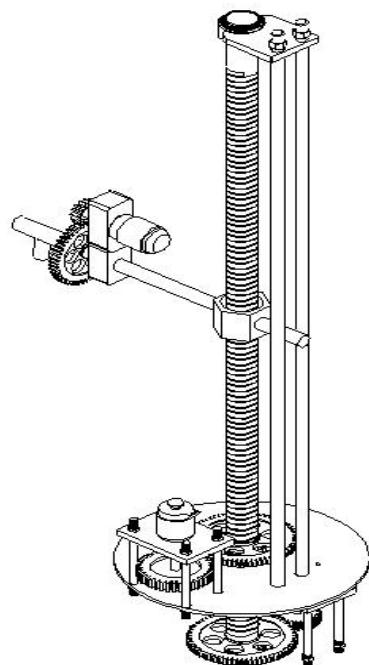


ภาพที่ 3.2 โครงสร้างของเครื่องจุ่มถุงมือจากยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

3.2.2 การออกแบบระบบสกรูส่งกำลังและมอเตอร์

ออกแบบระบบสกรูส่งกำลัง เป็นส่วนสำคัญ เนื่องจากการเคลื่อนที่ขึ้ลงเพื่อจุ่มแบบพิมพ์ ถุงมือ เป็นตัวแปรที่จะทดลอง ดังนั้นการออกแบบส่วนนี้จึงต้องใช้ความละเอียดมากขึ้น โดยได้ ออกแบบระบบสกรูส่งกำลังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.81 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร เนื่องจากต้อง คำนึงถึงความยาวของแบบพิมพ์ รัศมีที่ใช้หมุน รวมทั้งขนาดที่มีขายตามห้องตลาด ซึ่งสามารถหา ซื้อได้โดยง่าย ลักษณะการติดตั้ง มีการติดตั้งแบบร่องที่ปลายด้านบนและด้านล่าง ติดตั้งชุด เพื่องับ สำหรับขึ้ลงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร สำหรับหมุนแบบพิมพ์ไปด้านซ้ายและขวา มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และชุดแขนหมุนแบบพิมพ์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เพื่อตามมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร 2 ชุด และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ เสาค้ำสกรูและล็อกแขนหมุนใช้ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร และชุดแขนหมุนแบบ พิมพ์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักของ แบบพิมพ์ได้

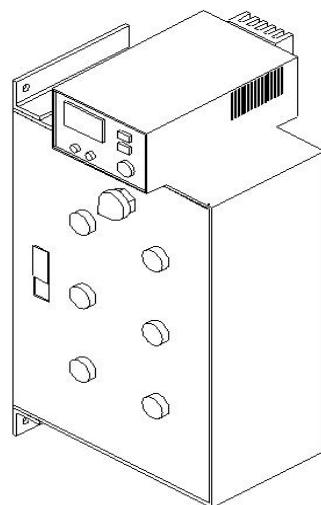
ชุดมอเตอร์ที่ใช้เป็นต้นกำลังในการขับเพื่องับหมุด 3 ตัว ใช้มอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาดแรงเคลื่อน 24 โวลต์ เนื่องจากมีแรงบิดที่เหมาะสม ขนาดกะทัดรัด และหาซื้อได้ง่าย



ภาพที่ 3.3 ระบบสกรูส่งกำลังและมอเตอร์

3.2.3 การออกแบบระบบควบคุมการทำงาน

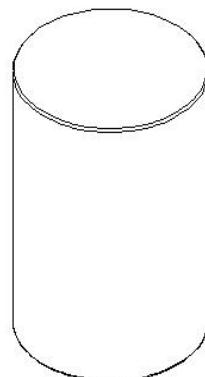
ออกแบบตู้ควบคุมทำงานจากเหล็กหนา 0.5 มิลลิเมตร กว้าง 17 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร ชุดแปลงไฟ แบบ DC สามารถปรับกระแสไฟฟ้าและแรงเกลื่อนไฟฟ้าได้



ภาพที่ 3.4 ตู้ควบคุมการทำงาน

3.2.4 การออกแบบถังใส่สารจับตัวและน้ำยาหงพารา

ถังใส่สารช่วยจับตัวและถังน้ำยาหง ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ความหนา 0.3 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ขนาดความจุ 9,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ



ภาพที่ 3.5 ถังใส่สารจับตัวและน้ำยาหงพารา

3.3 การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องจุ่มถุงมือยาหงพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

การทดสอบและเก็บข้อมูลพื้นฐานเชิงวิศวกรรม จะทำการทดสอบและบันทึกข้อมูลการทำงาน ของเครื่องจุ่มถุงมือยาหงพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัวต้นแบบดังนี้

1. การทดสอบโดยการปรับเปลี่ยนจำนวนรอบในการหมุนพิมพ์มือ
2. การทดสอบโดยการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการจุ่มสารจับตัวและจุ่มน้ำยาหงพารา

3.4 วิธีทดสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ก่อนทำการทดสอบจะต้องหาค่าความเข้มข้นของน้ำยาหงพารา ให้มีค่า 45 เปอร์เซ็นต์ ของของแข็ง หากความเข้มข้นของสารจับตัว โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) เป็นสารจับตัว การคำนวณหาค่าความเข้มข้นของน้ำยาหงพาราและสารจับตัวแสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 ในการทดสอบขั้นตอนนี้เพื่อให้ค่าความเข้มข้นของสารเป็นตัวแปรคงที่ และไม่มีผลต่อกำลังของถุง มือ ขั้นตอนต่อไปคือการหาระยะเวลาและจำนวนรอบในการหมุนพิมพ์มือให้เหมาะสมที่จะทำให้ถุงมือความหนาอย่างสม่ำเสมอ เมื่อทำการจุ่มด้วยเครื่องจุ่มถุงมือยาหงพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัวแล้ว จึงนำไปอบ อุณหภูมิในการอบ 80 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 20 นาที ทุกๆ พิมพ์มือ เนื่องจากค่าอุณหภูมิกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบเป็นตัวแปรคงที่

3.4.1 การเตรียมสารและโมลก่อนการทดสอบ

การทดสอบสำหรับโครงงานเรื่องนี้จะทดสอบการจุ่มถุงมือยางพาราโดยใช้สารจับตัวโดยสารจับตัวที่ใช้คือ แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) จำนวน 900 กรัมต่อน้ำ 8,000 กรัม และน้ำสนูป 100 กรัม ก่อนการทดสอบต้องอุ่นสารจับตัวก่อน และพิมพ์เมื่อต้องทำความสะอาด ก่อนเข้าอบที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ทุกครั้งก่อนการทดสอบ

3.4.2 การเตรียมน้ำยางพสมสารเคมีและสารจับตัว

ก่อนการทดสอบต้องทำการเตรียมน้ำยางพสมสารเคมีที่มาจากการใช้น้ำยางขัน 60 เปอร์เซ็นต์ และสารจับตัว สำหรับในโครงงานวิจัยนี้จะเป็นการเตรียมและใช้สารสูตรเดียวกันตลอดการทดสอบ

ตารางที่ 3.1 สูตรน้ำยางพสมสารเคมีที่มาจากการใช้น้ำยางขัน 60 เปอร์เซ็นต์

ส่วนประกอบ	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักเปียกจริง(g)
น้ำยางขัน 60%	100	166.7	7668
กำมะถัน 50%	1.5	3	138
ZDC 50%	1	2	92
ZnO 50%	3	6	276
แม่สี 50%	1	2	92
K^+ oleate 10%	1	10	460
KOH 10%	0.2	2	92
CPL 50%	1	2	92
รวม	108.7	195.7	9000

ตารางที่ 3.2 สูตรสารจับตัว

ส่วนประกอบ	น้ำหนัก (g)
CaCl_2 50%	900
น้ำสนูป	100
น้ำ	8000



ภาพที่ 3.6 การเตรียมน้ำยาหักก่อนการทดสอบ

3.4.3 วิธีการทดสอบ

สามารถแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 หัวข้อหลักได้ดังนี้

การทดสอบที่ 1 การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น โดยเก็บข้อมูลพื้นฐานเชิงวิศวกรรมและข้อมูลจำเพาะ ของเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัวตันแบบ ทำการทดสอบโดยการปรับเปลี่ยนจำนวนรอบในการหมุนพิมพ์มือ และเวลาในการจุ่ม เพื่อให้ได้คุณสมบัติพื้นฐานตามที่ออกแบบไว้

การทดสอบที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพความหนาของถุงมือ โดยกำหนดให้จำนวนรอบในการหมุน และระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มือ เป็นตัวแปรในการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบความหนาของถุงมือ ที่ได้จากเครื่องจุ่มกับการจุ่มด้วยมือ โดยใช้เครื่องวัดความหนา



ภาพที่ 3.7 เครื่องวัดความหนา

การทดสอบที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพแรงดึงจากเครื่อง Universal testing Machine เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพความต้านทานแรงดึง ของถุงมือที่ได้จาก เครื่องทดสอบ กับถุงมือที่ได้จากการซื้อโดยใช้มือ



ภาพที่ 3.8 เครื่องทดสอบความแข็งวัสดุ

4. ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการออกแบบ

ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะจำเพาะดังแสดงในตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

ส่วนประกอบ	คุณลักษณะ
1. โครงสร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว	มีความกว้างของฐาน 40 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร และสูง 19 เซนติเมตร ใช้เหล็กจากขนาดกว้าง 3.81 เซนติเมตร หนา 0.64 เซนติเมตร มีความสูง 120 เซนติเมตร และมีระยะห่างระหว่างเสา 38.5 เซนติเมตร
2. สารจับตัว	สารจับตัวมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.81 เซนติเมตร ($1\frac{1}{2}$ นิ้ว) ทำจากเหล็ก สูง 120 เซนติเมตร
3. เพื่อง	เพื่องตามที่ยึดติดกับสารจับตัวมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร 2 ชิ้น เพื่องขับสำหรับขึ้นลงมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร เพื่องขับสำหรับหมุนซ้ายขวา มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ทำจากเหล็กหนา 10 มิลลิเมตร
4. แบริ่ง	แบริ่งทำจากเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร
5. มอเตอร์	ชุดมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเพื่องทั้งหมด 3 ตัว เป็นมอเตอร์ DC 24 โวลต์ ตัวมอเตอร์เป็นทรงกระบอก มีความยาว 9.5 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร
6. ตู้ควบคุม	ทำจากเหล็กหนา 0.5 มิลลิเมตร กว้าง 17 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร
7. ลิมิตสวิตซ์	ลิมิตสวิตซ์ จำนวน 5 ตัว
8. ชุดแปลงไฟ	ชุดแปลงไฟขนาดกว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ แบบ DC สามารถปรับกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าได้
9. ถังใส่น้ำยางพาราและถังใส่สารจับตัว	ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม หนา 0.3 มิลลิเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร มีความจุ 9,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ

4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

จากการทดสอบเก็บข้อมูลพื้นฐานเชิงวิศวกรรมและการทดสอบการทำงานระบบต่าง ๆ ของเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัวต้นแบบ ทำการทดสอบโดยการปรับเปลี่ยนจำนวนรอบในการหมุนพิมพ์มือ และเวลาในการจุ่ม เพื่อให้ได้ความหนาตามที่ต้องการ ซึ่งคำนึงถึงเวลาที่เหมาะสม ได้ผลการทดสอบดังนี้

ผลการทดสอบเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว พบว่า ขนาดเครื่องมีความกว้างของฐาน 40 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร และความสูงของฐาน 19 เซนติเมตร สรุสั่งกำลังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.81 เซนติเมตร ทำการเหล็ก สูง 120 เซนติเมตร เพื่อตามที่ยึดติดกับสรุสั่งกำลังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร เพื่อขับสำหรับขึ้นลงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร 摩托อร์ที่ใช้มีความเร็ว 180 รอบต่อนาที เพื่อขับสำหรับหมุนซ้ายขวา มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร มอเตอร์ที่ใช้มีความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที มอเตอร์หมุนแบบพิมพ์ 80 รอบต่อนาที ความจุของถังใส่น้ำยางพาราและถังใส่สารช่วยจับตัว 9,425 ลูกบาศก์ เซนติเมตร

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

รายการ	ข้อมูล
มอเตอร์ขับสรุสั่งกำลังมีความเร็วรอบ	180 รอบต่อนาที
มอเตอร์หมุนซ้ายขวา มีความเร็วรอบ	180 รอบต่อนาที
มอเตอร์หมุนพิมพ์ มีความเร็วรอบ	80 รอบต่อนาที
Timer	0-30 วินาที
ถังใส่น้ำยางพารา	9,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ถังใส่สารช่วยจับตัว	9,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ 4.1 เครื่องคุณลักษณะพาราเบนกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

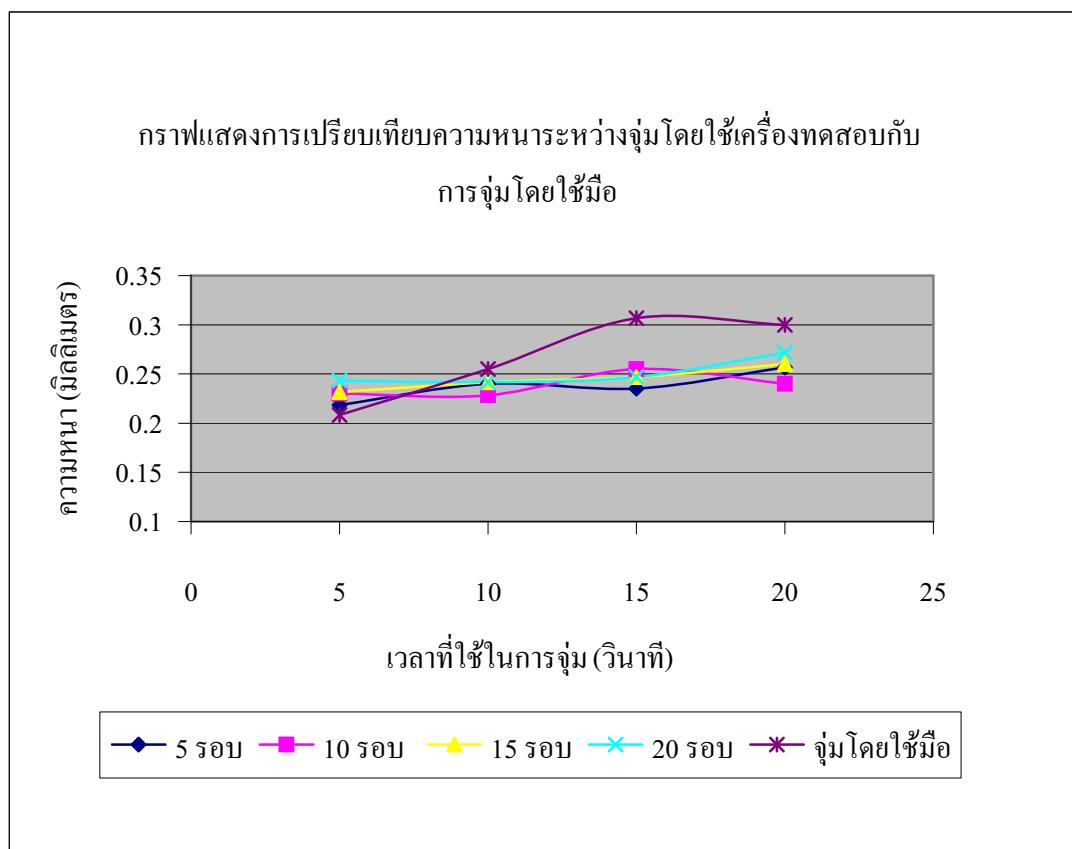


ภาพที่ 4.2 ชุดควบคุมการทำงาน

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความหนาของถุงมือ

4.3.1 การทดสอบความหนาของถุงมือโดยใช้เครื่องมือวัดความหนา

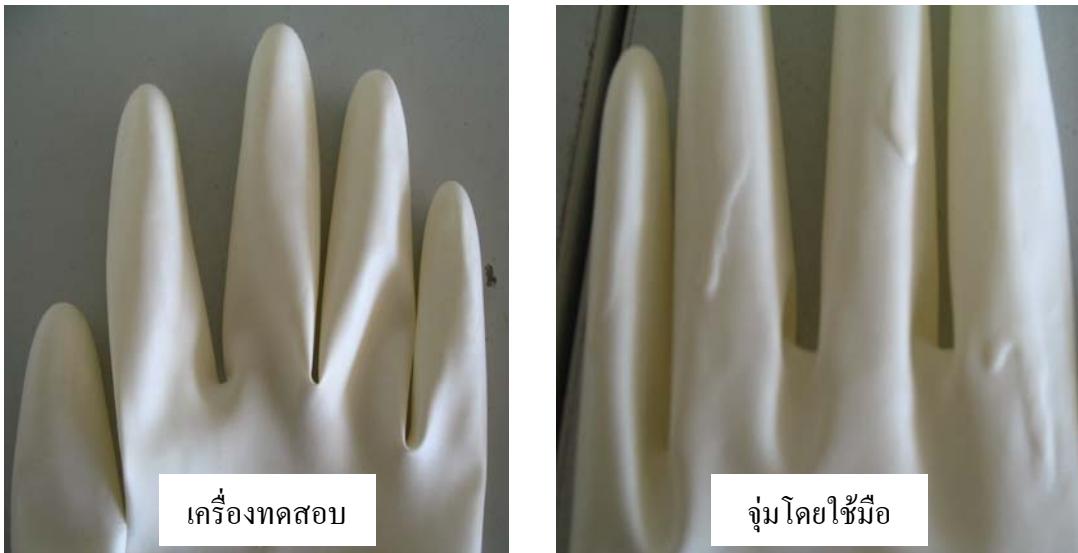
ในการทดสอบประสิทธิภาพความหนาของถุงมือ การทดสอบใช้น้ำยาเงี้ยว 45 เปอร์เซ็นต์ ใช้สารจับตัวแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วการเคลื่อนที่ขึ้นลงของพิมพ์มือ 350 มิลลิเมตรต่อนาที ทำการทดสอบ 3 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างทำการวัดความหนาทั้งหมด 10 ตำแหน่ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลาการจุ่มและจำนวนรอบในการหมุนพิมพ์มือต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความหนาระหว่างจุ่มโดยใช้เครื่องทดสอบกับการใช้มือ

ผลการทดสอบจากกราฟ ที่จำนวนรอบในการหมุนพิมพ์มือ ระหว่าง 5 ถึง 20 รอบ โดยมีระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มือ เท่ากันนั้น พบว่าจำนวนรอบการหมุนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของถุงมือ แต่เมื่อระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มือเพิ่มขึ้น พบว่าความหนาของถุงมือที่จุ่มโดยเครื่องตั้นแบบนั้นจะเพิ่มขึ้นตาม สำหรับการจุ่มโดยใช้มือเมื่อระยะเวลาการจุ่มเพิ่มขึ้นความหนามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตาม

4.3.2 การทดสอบความเรียบสม่ำเสมอของผิวถุงมือโดยการสั่งเกต



ภาพที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบความเรียบสม่ำเสมอของผิวถุงมือโดยการสั่งเกต

ผลการทดสอบ พบว่า ผิวของถุงมือที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มือด้วยเครื่องต้นแบบ นั้น มีความเรียบและสม่ำเสมอของผิวถุงมือดีกว่าการจุ่มโดยใช้มือ เนื่องจากเครื่องต้นแบบมีการหมุนพิมพ์มือ ที่มีความเร็วรอบสม่ำเสมอ ทำให้การกระจายตัวของน้ำยาที่เกาะบนพิมพ์มือดีกว่า

4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแรงดึงจากเครื่อง Universal testing Machine

ในการทดสอบประสิทธิภาพแรงดึงจากเครื่องวัดความแข็งวัสดุ ใช้สารจับตัวแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น ใช้น้ำยางผสมสารเคมีที่มาจากการใช้น้ำยาขัน 60 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วการเคลื่อนที่ 6 นิ้ว ของพิมพ์มือ 350 มิลลิเมตรต่อนาที ขั้นทดสอบ ตัดเป็นรูปปั้มเบล ทำการทดสอบ 3 ตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลาการจุ่มพิมพ์มือต่าง ๆ กัน และจากผลการทดสอบ พบว่า ความหนาของถุงมือมีผลต่อค่าความเค้น เพราะค่าความเค้นคือแรงต่อพื้นที่ ถ้าขั้นทดสอบมีความหนามาก แรงที่ใช้ในการดึงจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าความเค้นจะเพิ่มขึ้นตาม ผลการทดลองเปรียบเทียบ กับค่ามาตรฐาน และดังตามตารางที่ 4.3 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะเกี่ยวกับแรงดึง

คุณลักษณะ	หน่วย	เกณฑ์ที่กำหนด	
		ถุงมือประเภทที่ 1	ถุงมือประเภทที่ 2
แรงดึงเมื่อขาด ก่อนบ่มเร่ง ต่ำสุด	N	7.0	7.0
ความยืดเมื่อขาด ก่อนบ่มเร่ง ต่ำสุด	%	650	500
แรงดึงเมื่อขาด หลังบ่มเร่ง ต่ำสุด	N	6.0	7.0
ความยืดเมื่อขาด หลังบ่มเร่ง ต่ำสุด	%	500	400

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1056-2548 ISO 11193-1 : 2002

ถุงมือประเภทที่ 1 ทำจากน้ำยางธรรมชาติ (Natural rubber latex)

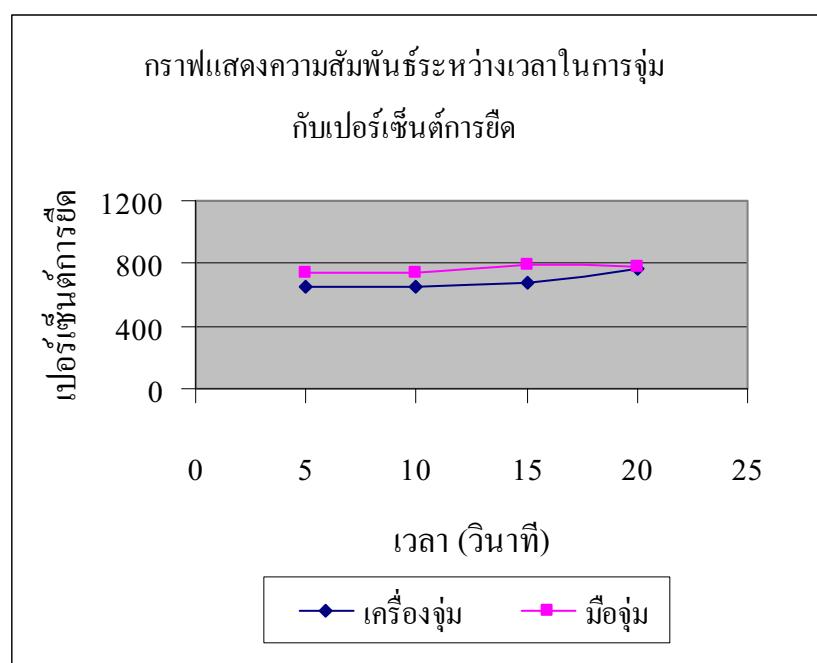
ถุงมือประเภทที่ 2 ทำจากน้ำยางไนไตรีล (Nitrile rubber latex) น้ำยางพอลิคลอโรพรีน สารละลายยางสไตรีน-บิวทะไดอีน อิมัลชันของยางสไตรีนบิวทะไดอีน หรือสารละลายเทอร์มอพลาสติกอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการดึงที่เวลาต่าง ๆ ในการจุ่มโดยใช้เครื่องดัชนีแบบ

เวลาในการจุ่ม (วินาที)	ค่าเบอร์เซ็นต์การยืดตัว	Tensile Strength (เมกะปascal)	โนดูลัส 300 % (เมกะปascal)
5	650.4	15.6	1.4
10	651.5	19.9	1.9
15	681.5	21.67	1.9
20	769.7	21.78	1.5

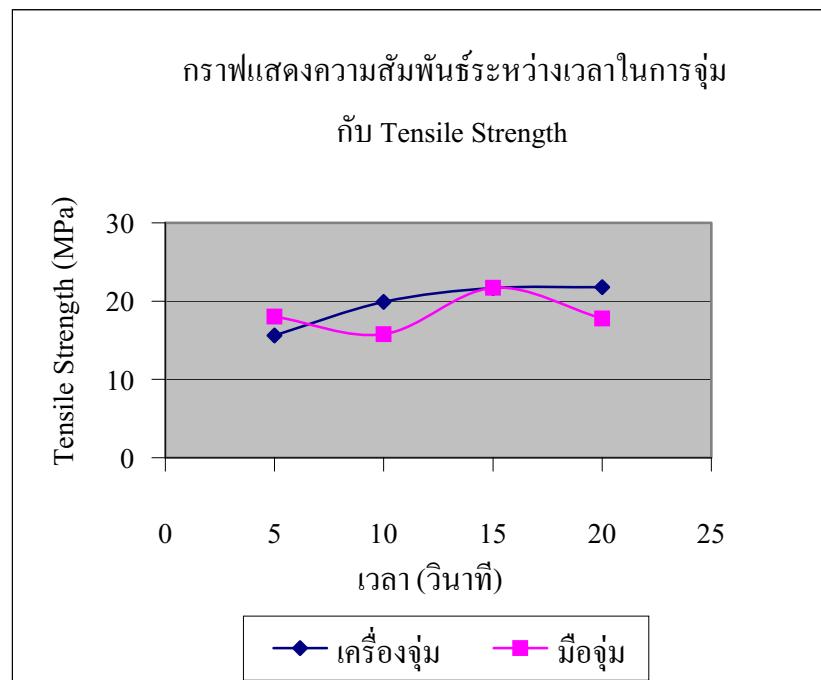
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการดึงที่เวลาต่าง ๆ ในการจุ่มโดยใช้มือจุ่ม

เวลาในการจุ่ม (วินาที)	ค่าเบอร์เซ็นต์การยืดตัว	Tensile Strength (เมกะปascal)	โนมูลัส 300 % (เมกะปascal)
5	738.5	18.0	1.4
10	741.6	15.8	1.1
15	789.6	21.7	1.4
20	773.0	17.8	1.2



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการจุ่มกับเบอร์เซ็นต์การยืด

จากการทดสอบ และจากราฟ พบร้าถุงมือยางที่จุ่มพิมพ์มือด้วยเครื่องต้นแบบ และการจุ่มพิมพ์มือด้วยมือ มีค่าเบอร์เซ็นต์การยืด (Elongation at break) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐาน 1056-2548 ISO 11193-1 : 2002



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการจุ่มกับค่า Tensile Strength

จากการทดสอบ พบว่าถุงมือยางที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มือโดยเครื่องตันแบบนั้น ค่า Tensile Strength เพิ่มขึ้นตามเวลาการจุ่มที่เพิ่มขึ้น ส่วนถุงมือยางที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มือด้วยมือ พบว่าค่า Tensile Strength ต่อเวลาในการจุ่มมีค่าไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการจุ่มพิมพ์มือด้วยมือนั้นไม่สามารถควบคุมความสม่ำเสมอของผิวถุงมือยางได้

5. สรุปผลการทดสอบ

5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความหนาของถุงมือ

สรุปผลการทดสอบ ที่จำนวนรอบในการหมุนพิมพ์มือ ระหว่าง 5 ถึง 20 รอบ โดยมีระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มือเท่ากันนั้น พบว่า จำนวนรอบการหมุนที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของถุงมือ แต่ระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มือที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความหนาของถุงมือที่จุ่ม โดยเครื่องตันแบบนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นตาม สำหรับการจุ่มโดยใช้มือ เมื่อระยะเวลาการจุ่มเพิ่มขึ้น ความหนาไม่แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามด้วย เนื่องจากไม่เกิดการดึงถุงมือ แต่การจุ่มโดยเครื่องตันแบบนั้น ความหนาเพิ่มขึ้นและจากการสังเกตผิว พบว่าถุงมือที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มือด้วยเครื่องตันแบบนั้น นิ่วเรียบสม่ำเสมอของผิวถุงมือดีกว่า

5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการดึงจากเครื่อง Universal testing Machine

5.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเบอร์เซ็นต์การยึดจากเครื่อง Universal testing Machine

สรุปผลการทดสอบ การจุ่มพิมพ์มือโดยเครื่องตันแบบ และการจุ่มพิมพ์มือด้วยมือ พบว่า ค่าเบอร์เซ็นต์การยึดมีค่า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นอ. 1056-2548 ISO 11193-1 : 2002

5.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความเค้นจากเครื่อง Universal testing Machine

สรุปผลการทดสอบ การจุ่มพิมพ์มือโดยเครื่องตันแบบนั้น ค่าความเค้นแปรผันตามเวลาในการจุ่มพิมพ์มือ เมื่อเวลาในการจุ่มเพิ่มขึ้นค่า Tensile Strength ที่ได้จะเพิ่มขึ้น แต่การจุ่มพิมพ์มือด้วยมือนั้นค่า Tensile Strength ที่ได้ไม่แปรผันตามระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มือ เนื่องจากความหนาของผิวถุงมือไม่สม่ำเสมอ

6. OUTPUT ที่ได้จากการวิจัย

6.1 การนำผลการวิจัยไปใช้

จากการทดสอบเครื่องจุ่มน้ำยางแบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบนี้ จะเห็นได้ว่า การทำงานของเครื่องมีความสามารถในการทำให้จุ่มน้ำที่ได้มีความเรียบสม่ำเสมอมากกว่าการจุ่นด้วยมือ ซึ่งการจุ่นโดยใช้มือนั้นในแต่ละครั้งที่จุ่นจะให้ความสม่ำเสมอของการจุ่นที่ไม่เท่ากัน แต่เมื่อใช้เครื่องเราสามารถกำหนดค่าระยะเวลาในการจุ่นและความเร็วของรอบของการหมุนพิมพ์มือให้เท่ากันได้ ซึ่งจะทำให้ได้ความหนาตามต้องการ นอกจากนั้นเครื่องจุ่มน้ำยางแบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ ได้ออกแบบให้สามารถเปลี่ยนพิมพ์มือที่นำมาจุ่นได้หลายแบบ โดยการถอดตัวพิมพ์มือที่แบบหนึ่งออกแล้วเปลี่ยนเป็น พิมพ์ชนิดอื่นๆ และนอกจากรูปแบบนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการทดสอบส่วนผสมของน้ำยางพาราในแต่ละสูตรเพื่อที่จะหาคุณสมบัติของน้ำยางในการทำถุงมือจากยางพาราได้ โดยเปลี่ยนถั่งน้ำยางพาราและ ถังสารจับตัว

ในกรณีที่ผู้สนใจต้องการนำเครื่องจุ่มน้ำยางแบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ ไปใช้ในระดับชุมชนนี้ ผู้สนใจควรหาข้อมูลเพิ่มเติมเพราเครื่องจุ่มน้ำยางแบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบมีขนาดเล็ก ความสามารถในการจุ่นพิมพ์มือได้จำนวนน้อย และต้องคำนึงถึงต้นทุนในการนำเครื่องไปใช้งาน และก่อนที่จะมีการจุ่นพิมพ์ ทุกครั้งควรมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำยางพาราและสารจับตัวก่อน เสมอเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการจุ่นมีคุณภาพที่ดี

6.2 ประเด็นการวิจัยใหม่

6.2.1 ควรศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องโดยใช้ระบบนิวแมติก เพื่อลดการสั่นสะเทือนของตัวเครื่อง และความสะอาดของระบบเครื่องมากกว่า

6.2.2 ควรศึกษาการจุ่นแบบพิมพ์ ที่มีปริมาณแบบพิมพ์ จำนวนมากขึ้น

6.2.3 ควรศึกษาระบบที่มีการจุ่นพิมพ์ แบบต่อเนื่องเพิ่มขึ้น

6.2.4 ควรศึกษารักษณะการหมุนของพิมพ์ในแนวอื่นๆ ที่มีผลต่อความหนาและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ยาง

6.2.5 ควรศึกษาผลของสารเคมีที่ผสมลงไว้ในน้ำยางพาราที่นำมาจุ่นแบบพิมพ์

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. ยาง. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

<http://www.doa.go.th/data-agri/RUBBER/1STAT/st01.html>.

จำรูญ ตันติพิศาลกุล. 2542. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2. บริษัท ว. เพ็ชรสกุล จำกัด กรุงเทพฯ.

ชาญ ณัคดงาน และ วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. 2541. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ชีเอ็ดยูเคชั่น.

ชาญ ณัคดงาน และ วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. 2546. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ชีเอ็ดยูเคชั่น.

บุญธรรม นิชิอุทัย พรพรรณ นิชิอุทัย และปรีชา ป้องภัย. 2530.

สารเคมีสำหรับยางและเทคนิคการออกแบบสูตรยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บุญธรรม นิชิอุทัย. 2532. ปฏิบัติการเทคโนโลยีน้ำยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญธรรม นิชิอุทัย พรพรรณ นิชิอุทัย อดิศัย รุ่งวิชา นิวัฒนา อารีชัน แกสман และ วุฒิศักดิ์ ศิริทองตาวร. 2538. เทคโนโลยีน้ำยาง สมบัติ และผลิตภัณฑ์.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรพรรณ นิชิอุทัย. 2528. สารเคมีสำหรับยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

พรพรรณ นิชิอุทัย. 2540. ยาง เทคนิคการออกแบบ. ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2538. วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ชีเอ็ดยูเคชั่น.

กัทรา งานศศิลป์ และ วิภา เศวตgnนิษฐ์. 2546. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางใช้ทางการแพทย์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.rubberthai.com/>

นานพ ตันตระบันฑิตย์. 2545. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).

วราภรณ์ บจร ไชยกุล และ วิภา เศวตgnนิษฐ์. 2537. การผลิตถุงมือทันกรดและสารเคมี. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <http://www.rubberthai.com/research/year/37/38.htm>

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

วราภรณ์ ชจร ไชยกุล วิภา เศวตกนนิษฐ์ และ อำนาจทอง ทองคำ. 2539. การผลิตถุงมือยางเคลือบผ้า.

(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <http://www.rubberthai.com/research/year/39/22.htm>

วิภา เศวตกนนิษฐ์ และ กุลทิวา รัตนเวคินรักษ์. 2546.

การทดสอบและมาตรฐานถุงมือยางทางการแพทย์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

<http://www.rubberthai.com/>

ศิริชัย พงษ์ชัย. 2547. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตัวอย่างพิวเตอร์. กรุงเทพฯ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุธีระ ประเสริฐสรพ. 2547. แนวทางการพัฒนายางให้เป็นเครื่องจักรเศรษฐกิจของประเทศไทย.

(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.muanglung.com/yangpara.html>.

สุภาพร บัวแก้ว อเนก กุณลักษณ์ จันทวรรณ คงเจริญจุนพูน สุขเกื้อ และ พัชรินทร์ ศรีวารินทร์.

2545. การผลิตและการตลาดอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้น้ำยางขั้นเป็นวัตถุดิน. (ออนไลน์).

เข้าถึงจากได้ : <http://www.rubberthai.com/>

อนันต์ วงศ์กระจาง. 2533. ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

Chemistry homepage. 2000. สรุปสูตรคำนวณสารละลายน. (ออนไลน์). เข้าถึงจากได้

http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic7/for_solution.html

Flory, Paul J. 1983. **Principles of Polymer Chemistry**, Cornell

University Press, 12th printing, p. 432

Noble, R.J. 1953. **Latex in Industry**. Rubber Age, New York, 2nd edition.

Shigley, J.E, Mischke,C.R, Budynas, R,G. 2004. **Mechanical Engineering Design**. seventh Edition,

McGraw-Hill Book Company

ภาคผนวก ก.

การคำนวณเพื่อการออกราบบบ

การคำนวณเพื่อการออกแบบ

1. การออกแบบสกรู

ให้ยกน้ำหนักสูงสุด	$5 \times 9.81 = 49.05$	กิโลนิวตัน
ระยะยกสูงสุด	1200	มิลลิเมตร
วัสดุสำหรับสกรูเกลี่ยวแอลเอ็ม แบบ 2 ปาก วัสดุทำเกลี่ยว AISI C 1020		
ความเค้นอัดในเกลี่ยวไม่เกิน	20	นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความเครียดของเกลี่ยว เท่ากับ 0.14		
ค่าความปลดด้วย เท่ากับ 4		

วิธีทำ

จากตารางที่ ก.3 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าที่ชุบแพ็ง ได้ เลือกใช้เหล็ก AISI C 1020 นำค่าที่ได้จากตารางมาคูณกับ 6.895 แปลงหน่วยจาก กิ๊บแสควร์อิน (ksi) เป็น นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

$$\begin{aligned}\sigma_y &= 48 \\ &= 48 \times 6.895 \\ \sigma_y &= 330.96 \quad \text{นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{cd} &= \frac{\sigma_y}{N} \\ &= \frac{330.96}{4} \\ \sigma_{cd} &= 82.74 \quad \text{นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร}\end{aligned}$$

สมมติให้ $40 < Le/k < 115$

$$W = \sigma_{cd} A_r$$

$$49.05 \times 10^3 = 82.94 \times \frac{\pi}{4} (d_r)^2$$

$$d_r^2 = \frac{49.05 \times 10^3 \times 4}{82.94 \times \pi}$$

$$d_r = 27.47 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

จากตารางที่ ก.2 มิติมูลฐานของเกลียวถี่เหลี่ยมคงที่ตามมาตรฐาน ISO 2904 ถึง 1977 (E)
ทดลองเลือกสกรูขนาด 38 มิลลิเมตร

จะได้ $P = 7$ มิลลิเมตร, $d_3 = d_r = 30$ มิลลิเมตร

ให้การยึดเป็นลักษณะ CC (ปลายยึดแน่นทั้ง 2 ด้าน $Le = \frac{L}{2}$)

$$\text{อัตราส่วนความเพรียบ } Le = \frac{L}{2} = \frac{1200}{2} = 600 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$\text{รัศมีไจเรชัน } k = \frac{dr}{4} = \frac{30}{4} = 7.5 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$\frac{Le}{k} = \frac{600}{7.5} = 80 \quad \frac{1}{\text{ซูจ}} < 115$$

ดังนั้นเลือกสกรูขนาด Tr 38 x 7

$$\text{ความเค้นอัดใช้งานในเกลียว } \sigma_c = \frac{4W}{\pi(d^2 - d_r^2)n}$$

$$20 = \frac{4 \times 49.05 \times 10^3}{\pi(38^2 - 30^2)n}$$

$$n = 5.74 \text{ เกลียว}$$

$$\text{ความสูงของเปลี่ยนเกลียว } H = 5.74 \times 7$$

$$H = 40.18 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$\begin{aligned} \text{ความเค้นวิกฤติ } \sigma_c &= \frac{W}{A_r} \\ &= \frac{49.05 \times 10^3 \times 4}{\pi(30)^2} \end{aligned}$$

$$\sigma_c = 69.39 \text{ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร}$$

$$\tan \alpha = \frac{Le}{\pi d_m}$$

$$= \frac{7}{\pi \times 34.5}$$

$$\tan \alpha = 0.06458$$

จากสมการ

$$T_R = \left[\frac{W \cdot d_m}{2} \right] x \left[\frac{f_s + \cos \Phi \tan \alpha}{\cos \Phi - f \tan \alpha} \right]$$

$$T_R = \frac{49.05 \times 10^3 \times 34.5}{2 \times 1000} \left[\frac{0.14 + \cos 15^\circ \times 0.06458}{\cos 15^\circ - 0.14 \times 0.06458} \right]$$

$$T_R = 178.95 \text{ นิวตันเมตร}$$

$$\text{จากสมการ } \tau = \frac{16T}{\pi d^3} = \frac{16 \times 178.95}{\pi 30^3} \times 1000 = 33.75 \text{ นิวตันต่อตารางเมตร}$$

$$\text{ความเค้นพสม} \quad \tau = \left[\left(\frac{\sigma}{2} \right)^2 + \tau^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\left(\frac{69.39}{2} \right)^2 + 33.75^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 48.864 \text{ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร}$$

$$\text{แต่ } \tau_d = 0.6 \sigma_{cd} = 0.6 \times 82.74$$

$$\tau_d = 49.644 \text{ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร}$$

ดังนั้นสกรูที่ออกแบบสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย เนื่องจากความเค้นที่ออกแบบมีค่าสูงกว่า

2. การคำนวณหากำลังของมอเตอร์

มอเตอร์ กระแสตรง 24 โวลต์ ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที จำนวน 2 ตัว

$$\begin{aligned}
 \text{หาแรงบิดของมอเตอร์} & \quad T = F \times r \\
 & = (5 \times 9.81) \times 0.3 \\
 & = 14.715 \text{ นิวตันเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หากำลังของมอเตอร์} & \quad P = T\omega \\
 & = 14.175 \times (2\pi(180/60)) \\
 & = 277.371 \text{ วัตต์}
 \end{aligned}$$

$$\text{เนื่องจากมอเตอร์ 2 ตัว ดังนั้นมอเตอร์มีกำลัง} = 277.371 \times 2 = 554.742 \text{ วัตต์}$$

มอเตอร์ กระแสตรง 24 โวลต์ ความเร็วรอบ 80 รอบต่อนาที จำนวน 1 ตัว

$$\begin{aligned}
 \text{หาแรงบิดของมอเตอร์} & \quad T = F \times r \\
 & = (5 \times 9.81) \times 0.3 \\
 & = 14.715 \text{ นิวตันเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หากำลังของมอเตอร์} & \quad P = T\omega \\
 & = 14.175 \times (2\pi(80/60)) \\
 & = 123.276 \text{ วัตต์}
 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นมอเตอร์มีกำลัง} = 123.276 \text{ วัตต์}$$

$$\text{ดังนั้นมอเตอร์มีกำลังรวมทั้งหมด} 554.742 + 123.276 = 678.018 \text{ วัตต์}$$

3. การคำนวณหาน้ำหนักของน้ำยาางพาราและสารจับดัว

3.1 คำนวณหาน้ำหนักเปียกของส่วนประกอบทั้งหมดของน้ำยาางพารา

ก. การหาน้ำหนักเปียกของน้ำยาางขัน 60 เปอร์เซ็นต์

มีน้ำยาางพารา 60 กรัม ในสารละลาย 100 กรัม

$$\text{ถ้า} \text{ น้ำยาางพารา} \text{ 100 กรัม} \quad \text{ในสารละลาย} \quad \frac{100 \times 100}{60} = 166.67 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น น้ำหนักเปียกของน้ำยาางขัน 60 เปอร์เซ็นต์มีค่า 166.67 กรัม

ข. การหาน้ำหนักเปียกของกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์

มีกำมะถัน 50 กรัม ในสารละลาย 100 กรัม

$$\text{ถ้า} \text{ กำมะถัน} \text{ 1.5 กรัม} \quad \text{ในสารละลาย} \quad \frac{100 \times 1.5}{50} = 3 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น น้ำหนักเปียกของกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์มีค่า 3 กรัม

ค. การหาน้ำหนักเปียกของ ZDC (Zinc salt of dithiocarbamic acid (ZDC)) 50 เปอร์เซ็นต์

มี ZDC 50 กรัม ในสารละลาย 100 กรัม

$$\text{ถ้า} \text{ ZDC} \text{ 1 กรัม} \quad \text{ในสารละลาย} \quad \frac{100 \times 1}{50} = 2 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น น้ำหนักเปียกของ ZDC 50 เปอร์เซ็นต์มีค่า 2 กรัม

การหาน้ำหนักเปียกของ $ZnO K^+ oleate$ CPL และแม่สี สามารถหาได้เมื่อกันน้ำหนักเปียกของน้ำยาางขัน 60 เปอร์เซ็นต์ดังแสดงไว้ และนำน้ำหนักเปียกของส่วนประกอบทั้งหมดรวมกันจะได้น้ำหนักส่วนประกอบรวม 195.7 กรัม และนำน้ำหนักส่วนประกอบรวมไปหาน้ำหนักเปียกจริง

3.2 คำนวณหาน้ำหนักเปียกจริงของส่วนประกอบทั้งหมดของน้ำยาางพารา

การหาน้ำหนักเปียกจริงหาได้จากการเตรียมสารละลายที่เจือจางน้ำเพื่อได้สารละลายหลังจากการเติมตามที่ต้องการ

ก. การหาน้ำหนักเปียกจริงของน้ำยาางขัน 60 เปอร์เซ็นต์

น้ำยาาง 195.7 กรัม มีน้ำยาางขัน 60 เปอร์เซ็นต์อยู่ 166.67 กรัม

$$\text{ถ้า น้ำยา} 9,000 \text{ กรัม มีน้ำยา} 60 \text{ เปอร์เซ็นต์ อยู่ } \frac{9,000 \times 166.67}{195.7} = 7,668 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น น้ำหนักเปลี่ยนของน้ำยา 60 เปอร์เซ็นต์มีค่า 7,668 กรัม

บ. การหาน้ำหนักเปลี่ยนของกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์

น้ำยา 195.7 กรัม มีกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ 3 กรัม

$$\text{ถ้า น้ำยา} 9,000 \text{ กรัม มีกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ } \frac{9,000 \times 3}{195.7} = 138 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น น้ำหนักเปลี่ยนของกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์มีค่า 138 กรัม

ค. การหาน้ำหนักเปลี่ยนของ ZDC (Zinc salt of dithiocarbamic acid (ZDC)) 50 เปอร์เซ็นต์

น้ำยา 195.7 กรัม มี ZDC 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ 2 กรัม

$$\text{ถ้า น้ำยา} 9,000 \text{ กรัม มี ZDC 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ } \frac{9,000 \times 2}{195.7} = 92 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น น้ำหนักเปลี่ยนของ ZDC 50 เปอร์เซ็นต์มีค่า 92 กรัม

การหาน้ำหนักเปลี่ยนของ Zno K⁺oleate KOH CPL และแม่สี สามารถหาได้เมื่อ он กับน้ำหนักเปลี่ยนของน้ำยา 60 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ และถ้านำน้ำหนักเปลี่ยนของทั้งหมดรวมเท่ากับ 9,000 กรัม

ตารางที่ ก.1 สัดส่วนต่าง ๆ ของเกลี่ยวสำหรับกรูส่งกำลัง

ขนาด (นิ้ว)	เกลี่ยวสี่เหลี่ยม		เกลี่ยวแอกมี			เกลี่ยวบัตเตอร์ส (แนะนำให้ใช้)
	เกลี่ยวต่อ นิ้ว	Minor Dia.	เกลี่ยว/นิ้ว	Reg. Minor Dia.	Stub Minor Dia.	เกลี่ยวต่อนิ้ว
1/4	10	0.163	16	0.188	0.213	
5/16			14	0.241	0.270	
3/8	8	0.266	12	0.292	0.325	
7/16			12	0.354	0.388	
1/2	6 ½	0.366	10	0.400	0.440	20
5/8	5 ½	0.466	8	0.500	0.550	20
3/4	5	0.575	6	0.583	0.650	16
7/8	4 ½	0.681	6	0.708	0.755	16
1	4	0.781	5	0.800	0.880	12
1 ½			5	0.925	1.005	12
1 ¼	3 ½	1.000	5	1.050	1.130	10
1 ¾			4	1.125	1.225	10
1 ½	3	1.208	4	1.250	1.350	8
1 ¾	2 ½	1.400	4	1.500	1.600	7
2	2 ¼	1.612	4	1.750	1.850	6
2 ½	2 ¼	1.862	3	1.917	2.050	6
2 ½	2	2.063	3	2.167	2.300	5
2 ¾	2	2.313	3	2.417	2.550	5
3	1 ¾	2.500	2	2.500	2.700	5
3 ½	1 ¾	2.962	2	3.000	3.200	5
4	1 ½	3.418	2	3.500	3.700	4
4 ½			2	4.000	4.200	4
5			2	4.500	4.700	4

ตารางที่ ก.2 มิติมูลฐานของเกลียวสีเหลี่ยมคงที่ตามมาตรฐาน ISO 2904 – 1977 (E)

ขนาดระบุ			ระยะ พิเศษ p	$d_2=D_2$	D_4	d_3	D_1
ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3					
34	34		3	32.500	34.500	30.500	31.000
			*6	31.000	35.000	27.000	28.000
			10	29.000	35.000	23.000	24.000
36			3	34.500	36.500	32.500	33.000
			*6	33.000	37.000	29.000	30.000
			10	31.000	37.000	25.000	26.000
38	38		3	36.500	38.500	34.500	35.000
			*7	34.500	39.000	30.000	31.000
			10	33.000	39.00	27.000	28.000
40			3	38.500	40.500	36.500	37.000
			*7	36.500	41.000	32.000	33.000
			10	35.000	41.000	29.000	30.000
42	42		3	40.500	42.500	38.500	39.000
			*7	38.500	43.000	34.000	35.000
			10	37.000	43.000	31.000	32.000
44			3	42.500	44.500	40.500	41.000
			*7	40.500	45.000	36.000	37.000
			12	38.000	45.000	31.000	32.000
46	46		3	44.000	46.500	42.500	45.000
			*8	42.000	47.000	37.000	38.000
			12	40.000	47.000	33.000	34.000
48			3	46.500	48.500	44.500	45.000
			*8	44.000	49.000	39.000	40.000
			12	42.000	49.000	35.000	36.000
50	50		3	48.500	50.500	46.500	47.000
			*8	46.000	51.000	41.000	42.000
			12	44.000	51.000	37.000	38.000

ตารางที่ ก.2 มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคงที่ตามมาตรฐาน ISO 2904-1977 (E) (ต่อ)

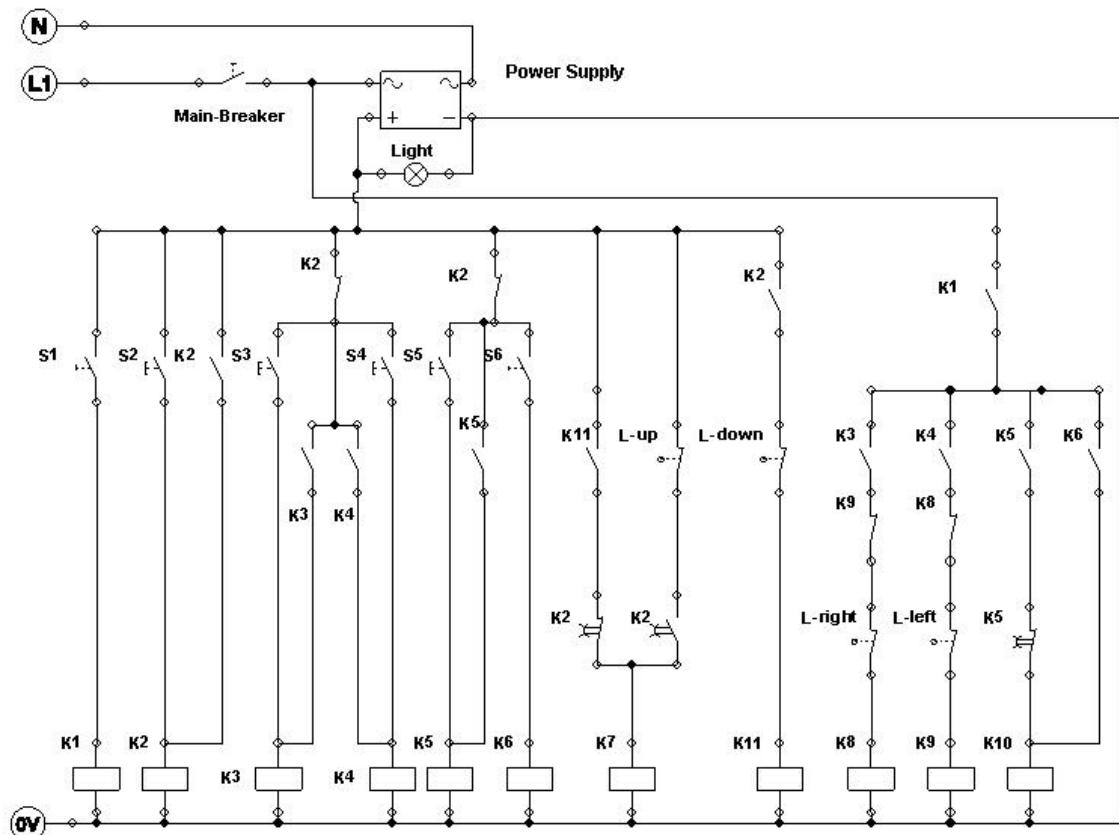
ขนาดระบุ			ระยะ พิเศษ p	$d_2=D_2$	D_4	d_3	D_1
ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3					
52			3	50.500	52.500	48.500	49.000
			*8	48.000	53.000	43.000	44.000
			12	46.000	53.000	39.000	40.000
	55		3	53.500	55.500	51.500	52.000
			*9	50.500	55.000	45.000	46.000
			14	48.000	57.000	39.000	41.000
60			3	58.500	60.500	56.500	57.000
			*9	55.500	61.000	50.000	51.000
			14	53.000	62.000	44.000	46.000

ขนาดเป็น มิลลิเมตร

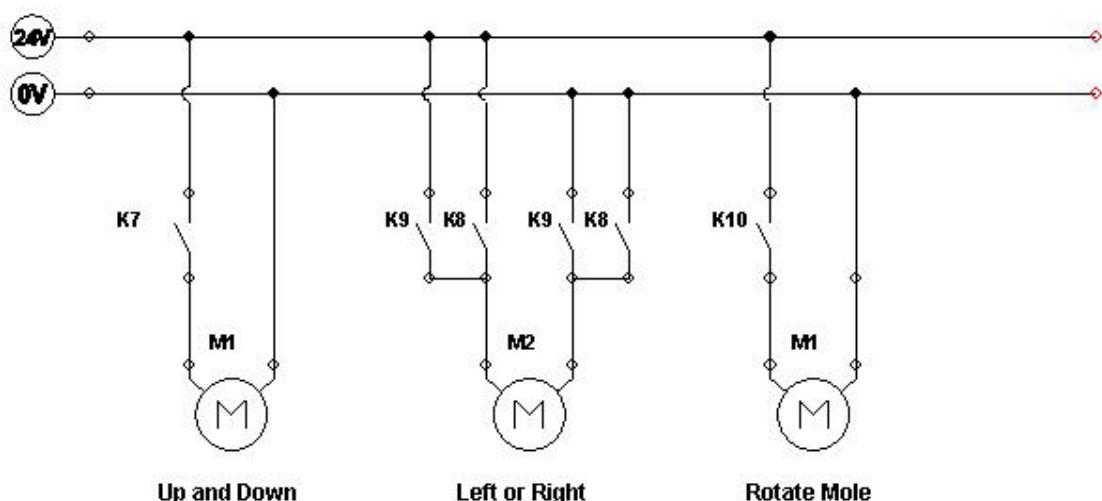
ตารางที่ ก.3 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าที่ชุบแข็งได้ (Mechanical properties of carbonizing and Hardening grade steels)

AISI Type	Tensile Strength , ksi	Yield Point , ksi	Elongation in 2 in. , %	Reduction of Area, %	Impact Strength (1 zod) , ft-lb	Hardness		Machining
						Case (Brinell)	Case (Rockwell)	
Plain Carbon, Carburized Steels								
C1015	73	46	30	71	93	149	C62 (.048")	ไม่พอใช้
C1020	75	48	31	71	93	156	C62 (.046")	ไม่พอใช้
C1022	83	47	27	66	81	163	C62 (.046")	ดี
C1117	97	59	23	53	33	192	C65 (.045")	ดีมากถึงดี
C1118	113	77	17	45	16	229	C61 (.065")	เล็ก
Plain Carbon, Hardened Steels								
C1030	122-75	93-58	18-33	48-71	8-100	495-179		พอใช้ถึงดี
C1040	113-89	89-62	19-33	48-68	36-72	262-183		พอใช้ถึงดี
C1050	143-98	108-61	10-30	42-63	16-53	321-192		พอใช้ถึงดี
C1060	160-103	112-68	12-28	40-60	14-23	321-212		แอนนีล
C1080	190-117	142-70	12-24	35-51	10-22	388-223		แอนนีล
C1095	188-190	120-74	10-26	30-53	5-6	401-229		แอนนีล
C1137	158-87	138-60	6-28	22-70	10-90	352-174		ดีถึงดีมาก
C1141	237-94	188-68	7-28	58-63	9-81	461-192		ดีถึงดีมาก
C1144	128-97	91-68	17-24	35-59	7-62	277-201		ดีถึงดีมาก

วงจรการทำงานของแพงค์ควบคุม



ภาพที่ ก.1 วงจรการทำงานของแพงค์ควบคุม



ภาพที่ ก.2 วงจรการทำงานของมอเตอร์

รายละเอียดอุปกรณ์ในวงจรจากภาพที่ ก.1 แหล่ง ก.2

1. สวิตซ์หลัก
2. หม้อแปลงไฟฟ้า จากกระแสไฟสlab 220 โวลต์ เป็นกระแสไฟตรง 24 โวลต์
3. ชุดสวิตซ์ควบคุมการทำงาน
4. ชุดสวิตซ์หน่วงเวลา
5. ชุดควบคุมเวลา
6. ชุดลิมิตสวิตซ์
7. ชุดมอเตอร์
8. ไฟแสดงสถานะ

ภาคผนวก ข

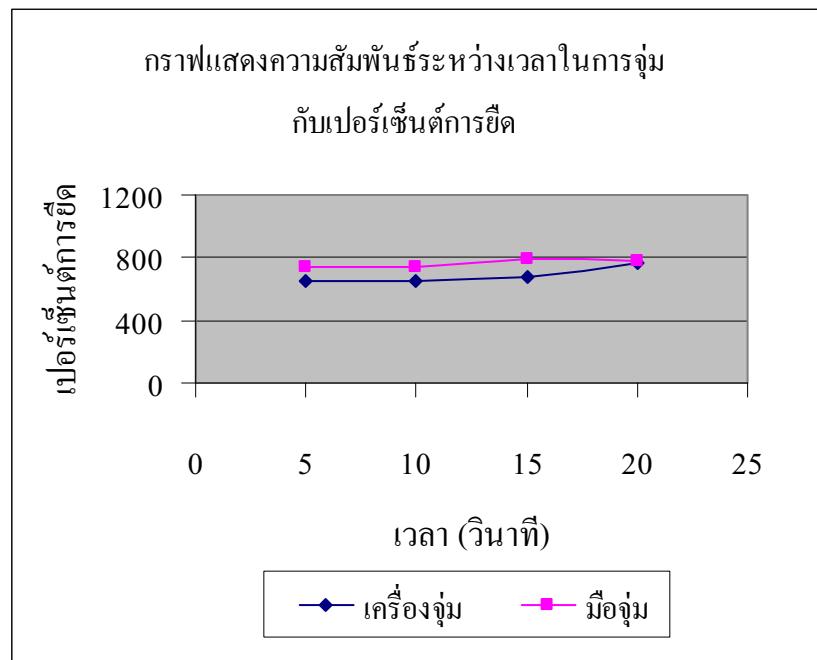
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบการดึงที่เวลาต่าง ๆ ในการจุ่ม โดยใช้เครื่องต้นแบบ

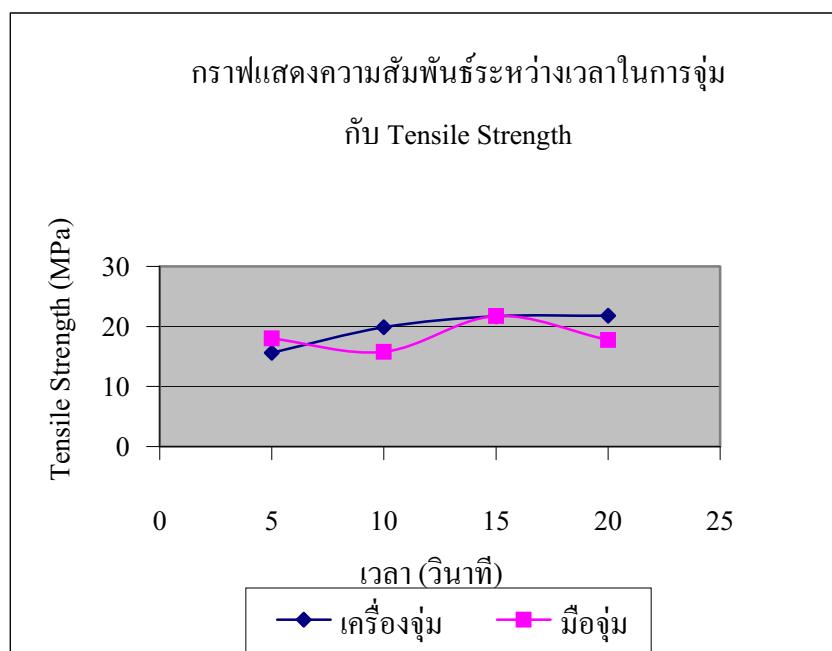
เวลาในการจุ่ม (วินาที)	ค่าเบอร์เซ็นต์การยึดตัว	Tensile Strength (เมกะปascal)	ไมดูลัส 300 % (เมกะปascal)
5	650.4	15.6	1.4
10	651.5	19.9	1.9
15	681.5	21.67	1.9
20	769.7	21.78	1.5

ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบการดึงที่เวลาต่าง ๆ ในการจุ่ม โดยใช้มือจุ่ม

เวลาในการจุ่ม (วินาที)	ค่าเบอร์เซ็นต์การยึดตัว	Tensile Strength (เมกะปascal)	ไมดูลัส (เมกะปascal)
5	738.5	18.0	1.4
10	741.6	15.8	1.1
15	789.6	21.7	1.4
20	773.0	17.8	1.2



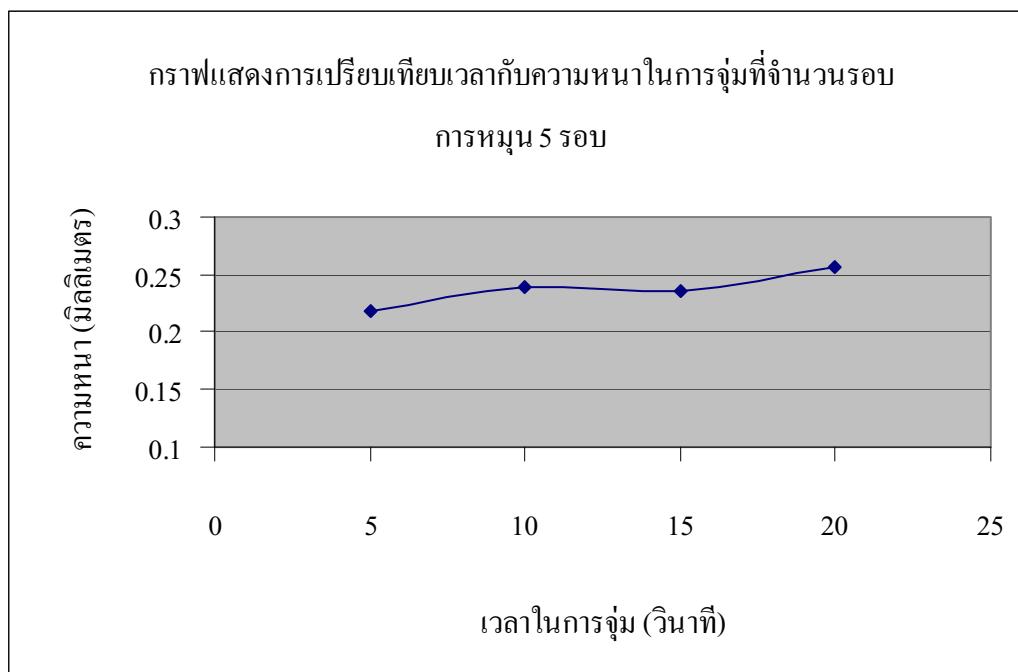
ภาพที่ ข.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการจุ่มกับเบอร์เซ็นต์การยึด



ภาพที่ ข.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการจุ่มกับ Tensile Strength

ตารางที่ ข.3 แสดงความหนาเฉลี่ยวเวลาต่าง ๆ ในการจุ่มจำนวนการหมุน 5 รอบ

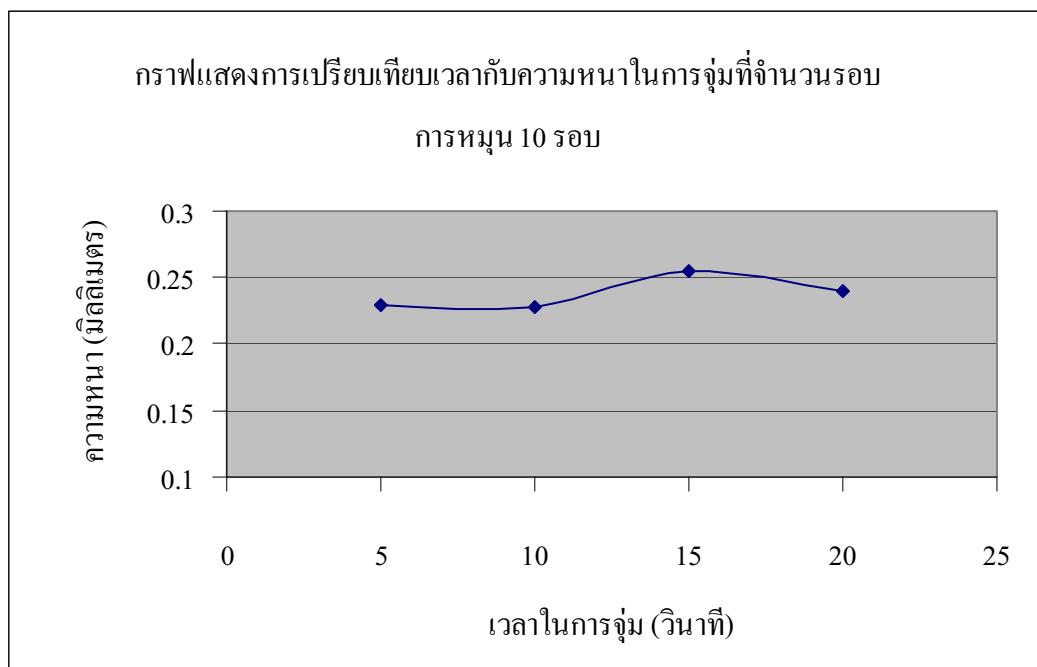
เวลาในการจุ่ม(s)	ค่าความหนาเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง
5	0.218
10	0.24
15	0.235
20	0.256



ภาพที่ ข.3 แสดงการเปรียบเทียบเวลา กับ ความหนาในการจุ่มที่จำนวนรอบการหมุน 5 รอบ

ตารางที่ ข.4 แสดงความหนาเฉลี่ยวเวลาต่าง ๆ ในการจุ่มจำนวนการหมุน 10 รอบ

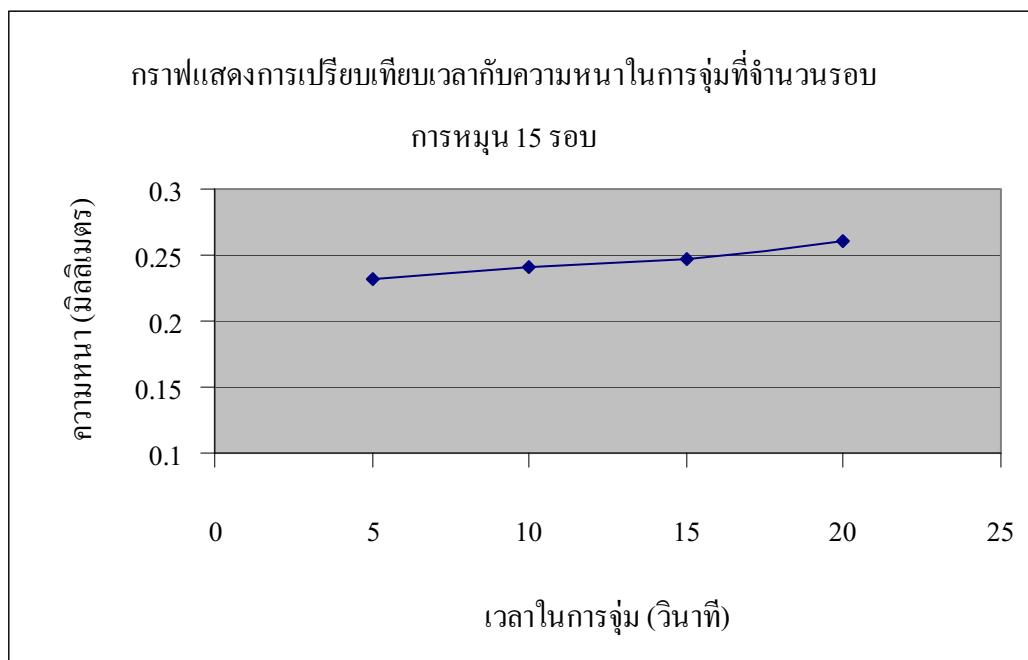
เวลาในการจุ่ม (s)	ค่าความหนาเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง
5	0.23
10	0.228
15	0.255
20	0.24



ภาพที่ ข.4 แสดงการเปรียบเทียบเวลา กับ ความหนาในการจุ่มที่จำนวนรอบการหมุน 10 รอบ

ตารางที่ ข.5 แสดงความหนาเฉลี่ยวเวลาต่าง ๆ ในการจุ่มจำนวนการหมุน 15 รอบ

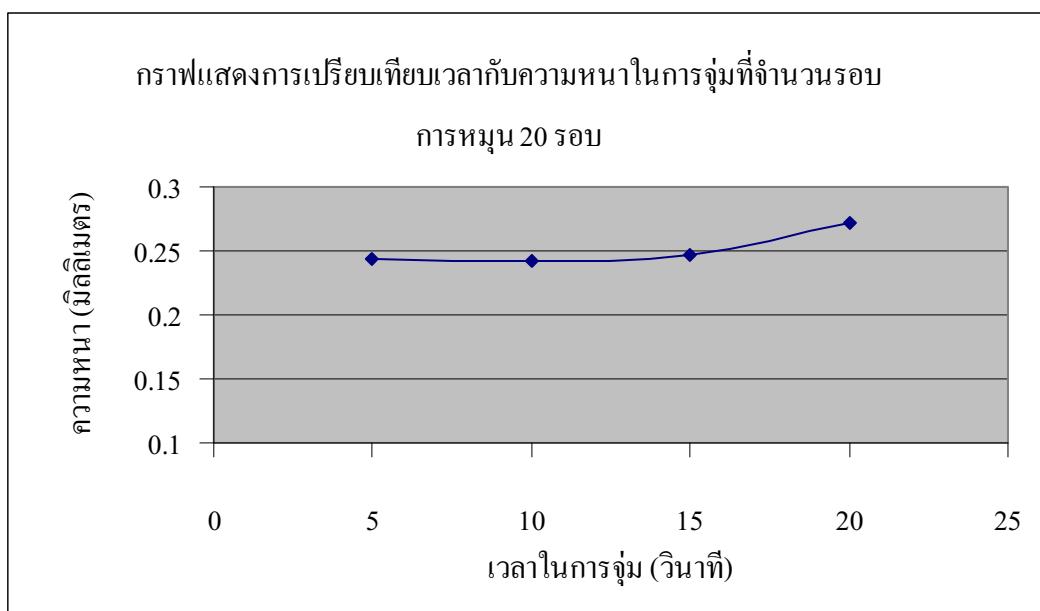
เวลาในการจุ่ม (s)	ค่าความหนาเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง
5	0.231
10	0.241
15	0.246
20	0.26



ภาพที่ ข.5 แสดงการเปรียบเทียบเวลา กับ ความหนาในการจุ่มที่จำนวนรอบการหมุน 15 รอบ

ตารางที่ ข.6 แสดงความหนาเฉลี่ยวลาด่าง ๆ ในการจุ่มจำนวนการหมุน 20 รอบ

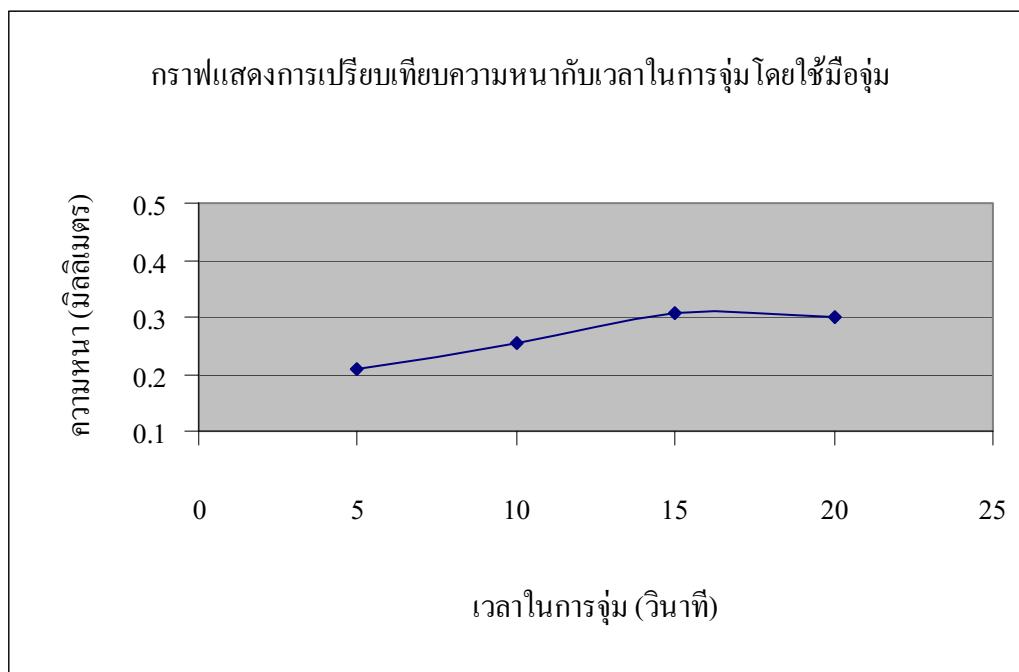
เวลาในการจุ่ม (s)	ค่าความหนาเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง
5	0.243
10	0.241
15	0.246
20	0.271



ภาพที่ ข.6 แสดงการเปรียบเทียบเวลา กับ ความหนาในการจุ่มที่จำนวนรอบการหมุน 20 รอบ

ตารางที่ ข.7 แสดงความหนาเฉลี่ยวเวลาต่าง ๆ โดยใช้มือจุ่ม

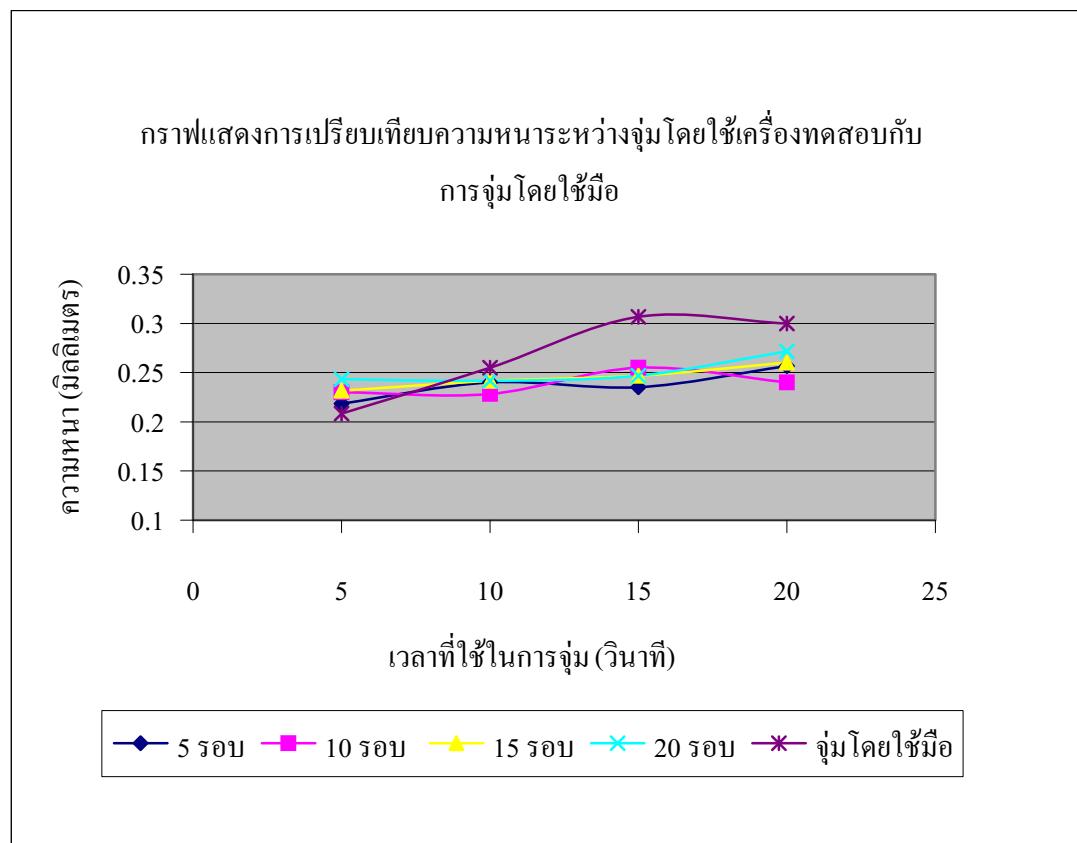
เวลาในการจุ่ม (วินาที)	ค่าความหนาเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่าง
5 วินาที	0.208
10 วินาที	0.255
15 วินาที	0.306
20 วินาที	0.300



ภาพที่ ข.7 แสดงการเปรียบเทียบเวลา กับความหนาในการจุ่ม โดยใช้มือจุ่ม

ตารางที่ บ.8 แสดงการเปรียบเทียบความหนาระห่ำว่างจุ่มโดยใช้เครื่องที่จำนวนการหมุนรอบต่าง ๆ กับการจุ่มโดยใช้มือ

เวลาในการจุ่ม(วินาที)	จำนวนรอบการหมุน				จุ่มโดยใช้มือ
	5 รอบ	10 รอบ	15 รอบ	20 รอบ	
5	0.218	0.23	0.231	0.243	0.208
10	0.24	0.228	0.241	0.241	0.255
15	0.235	0.255	0.246	0.246	0.306
20	0.256	0.24	0.26	0.271	0.3



ภาพที่ บ.8 แสดงการเปรียบเทียบความหนาระห่ำว่างจุ่มโดยใช้เครื่องที่จำนวนการหมุนรอบต่าง ๆ กับการจุ่มโดยใช้มือ

ตารางที่ บ.9 แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 5 วินาที ชุดทดสอบที่ 1

เวลาในการจุ่ม 5 วินาที ชุดทดสอบที่ 1										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.17	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.27	0.27	0.23	0.20
10 รอบ	0.16	0.20	0.19	0.26	0.18	0.26	0.18	0.29	0.22	0.24
15 รอบ	0.17	0.19	0.19	0.28	0.22	0.26	0.24	0.28	0.22	0.20
20 รอบ	0.19	0.19	0.25	0.25	0.28	0.27	0.28	0.30	0.25	0.22

ตารางที่ บ.10 แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 10 วินาที ชุดทดสอบที่ 1

เวลาในการจุ่ม 10 วินาที ชุดทดสอบที่ 1										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.18	0.21	0.24	0.25	0.23	0.25	0.27	0.27	0.22	0.19
10 รอบ	0.18	0.25	0.25	0.29	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.21
15 รอบ	0.19	0.25	0.22	0.29	0.25	0.25	0.24	0.25	0.29	0.23
20 รอบ	0.19	0.22	0.25	0.24	0.23	0.25	0.23	0.23	0.26	0.19

ตารางที่ บ.11 แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 15 วินาที ชุดทดสอบที่ 1

เวลาในการจุ่ม 15 วินาที ชุดทดสอบที่ 1										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.21	0.28	0.26	0.27	0.27	0.27	0.25	0.28	0.27	0.21
10 รอบ	0.22	0.26	0.28	0.29	0.26	0.29	0.30	0.31	0.27	0.24
15 รอบ	0.21	0.23	0.25	0.27	0.25	0.27	0.30	0.31	0.28	0.22
20 รอบ	0.21	0.22	0.2	0.27	0.22	0.28	0.29	0.28	0.29	0.23

ตารางที่ ข.12 แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 20 วินาที ชุดทดสอบที่ 1

เวลาในการจุ่ม 20 วินาที ชุดทดสอบที่ 1										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.22	0.24	0.24	0.29	0.28	0.31	0.28	0.31	0.32	0.31
10 รอบ	0.22	0.25	0.22	0.27	0.22	0.27	0.22	0.29	0.29	0.28
15 รอบ	0.21	0.25	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.26	0.27	0.28
20 รอบ	0.20	0.21	0.22	0.27	0.25	0.27	0.25	0.27	0.30	0.28

ตารางที่ ข.13 แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 5 วินาที ชุดทดสอบที่ 2

เวลาในการจุ่ม 5 วินาที ชุดทดสอบที่ 2										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.16	0.22	0.22	0.22	0.22	0.24	0.24	0.24	0.23	0.19
10 รอบ	0.23	0.22	0.24	0.27	0.26	0.28	0.26	0.26	0.24	0.21
15 รอบ	0.19	0.18	0.24	0.22	0.26	0.28	0.27	0.28	0.23	0.24
20 รอบ	0.22	0.22	0.28	0.25	0.28	0.28	0.27	0.28	0.23	0.24

ตารางที่ ข.14. แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 10 วินาที ชุดทดสอบที่ 2

เวลาในการจุ่ม 10 วินาที ชุดทดสอบที่ 2										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.23	0.25	0.25	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.25
10 รอบ	0.18	0.21	0.21	0.22	0.23	0.26	0.26	0.24	0.22	0.19
15 รอบ	0.18	0.21	0.26	0.29	0.29	0.29	0.29	0.25	0.23	0.20
20 รอบ	0.18	0.22	0.23	0.26	0.22	0.29	0.26	0.26	0.21	0.18

ตารางที่ ข.15 แสดงความนานของถุงมือในการจุ่มที่ 15 วินาที ชุดทดสอบที่ 2

เวลาในการจุ่ม 15 วินาที ชุดทดสอบที่ 2										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.19	0.25	0.25	0.24	0.25	0.26	0.26	0.27	0.25	0.18
10 รอบ	0.18	0.21	0.23	0.25	0.21	0.22	0.26	0.2	0.25	0.18
15 รอบ	0.19	0.23	0.24	0.27	0.23	0.25	0.25	0.21	0.26	0.19
20 รอบ	0.21	0.20	0.24	0.25	0.25	0.27	0.25	0.27	0.24	0.19

ตารางที่ ข.16 แสดงความนานของถุงมือในการจุ่มที่ 20 วินาที ชุดทดสอบที่ 2

เวลาในการจุ่ม 20 วินาที ชุดทดสอบที่ 2										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.20	0.20	0.28	0.3	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29
10 รอบ	0.23	0.25	0.23	0.28	0.24	0.28	0.28	0.29	0.29	0.27
15 รอบ	0.23	0.22	0.25	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.25	0.27
20 รอบ	0.23	0.22	0.28	0.28	0.25	0.21	0.21	0.21	0.28	0.26

ตารางที่ ข.17 แสดงความนานของถุงมือในการจุ่มที่ 5 วินาที ชุดทดสอบที่ 3

เวลาในการจุ่ม 5 วินาที ชุดทดสอบที่ 3										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.20	0.21	0.24	0.24	0.23	0.26	0.24	0.24	0.24	0.20
10 รอบ	0.19	0.20	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.24	0.19
15 รอบ	0.20	0.20	0.25	0.24	0.28	0.30	0.28	0.28	0.25	0.21
20 รอบ	0.21	0.21	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.22

ตารางที่ ข.18 แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 10 วินาที ชุดทดสอบที่ 3

เวลาในการจุ่ม 10 วินาที ชุดทดสอบที่ 3										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.20	0.23	0.24	0.24	0.25	0.24	0.27	0.25	0.23	0.23
10 รอบ	0.21	0.22	0.22	0.25	0.25	0.24	0.25	0.26	0.24	0.2
15 รอบ	0.23	0.23	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.24	0.22
20 รอบ	0.24	0.24	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.29	0.25

ตารางที่ ข.19 แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 15 วินาที ชุดทดสอบที่ 3

เวลาในการจุ่ม 15 วินาที ชุดทดสอบที่ 3										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.20	0.21	0.27	0.24	0.25	0.24	0.24	0.26	0.27	0.22
10 รอบ	0.21	0.22	0.27	0.25	0.29	0.30	0.28	0.29	0.27	0.22
15 รอบ	0.24	0.24	0.28	0.30	0.30	0.30	0.30	0.28	0.28	0.20
20 รอบ	0.23	0.27	0.30	0.30	0.32	0.3	0.32	0.30	0.30	0.26

ตารางที่ ข.20 แสดงความหนาของถุงมือในการจุ่มที่ 20 วินาที ชุดทดสอบที่ 3

เวลาในการจุ่ม 20 วินาที ชุดทดสอบที่ 3										
ชุดที่วัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 รอบ	0.25	0.27	0.28	0.25	0.25	0.25	0.27	0.28	0.24	0.24
10 รอบ	0.20	0.23	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.28	0.24	0.24
15 รอบ	0.21	0.24	0.28	0.28	0.30	0.33	0.30	0.30	0.24	0.24
20 รอบ	0.25	0.28	0.39	0.35	0.35	0.35	0.35	0.28	0.25	0.26

ภาพถ่ายถุงมือที่ได้จากการทดสอบ



ภาพที่ ข.9 การจุ่มโดยใช้เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัวจุ่มที่เวลา 5 วินาที



ภาพที่ ข.10 การจุ่มโดยใช้มือจุ่มที่เวลา 5 วินาที



ภาพที่ ข.11 การจุ่มโดยใช้เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัวจุ่มที่เวลา 10 วินาที



ภาพที่ ข.12 การจุ่มโดยใช้มือจุ่มที่เวลา 10 วินาที



ภาพที่ ข.13 การจุ่มโดยใช้เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัวจุ่มที่เวลา 15 วินาที



ภาพที่ ค.14 การจุ่มโดยใช้มือจุ่มที่เวลา 15 วินาที



ภาพที่ ข.15 การจุ่มโดยใช้เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัวจุ่มที่เวลา 20 วินาที



ภาพที่ ข.16 การจุ่มโดยใช้มือจุ่มที่เวลา 20 วินาที



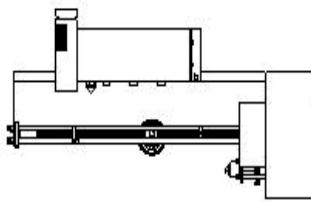
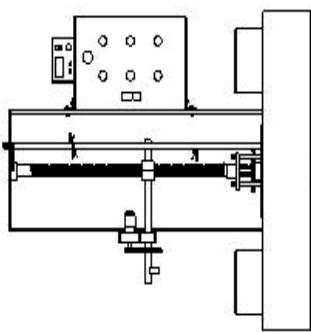
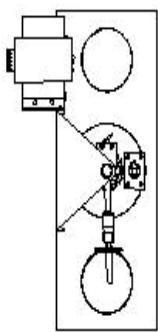
ภาพที่ ข.17 ความไม่สม่ำเสมอของการใช้มือจุ่ม



ภาพที่ ข.18 ความสม่ำเสมอของการใช้เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

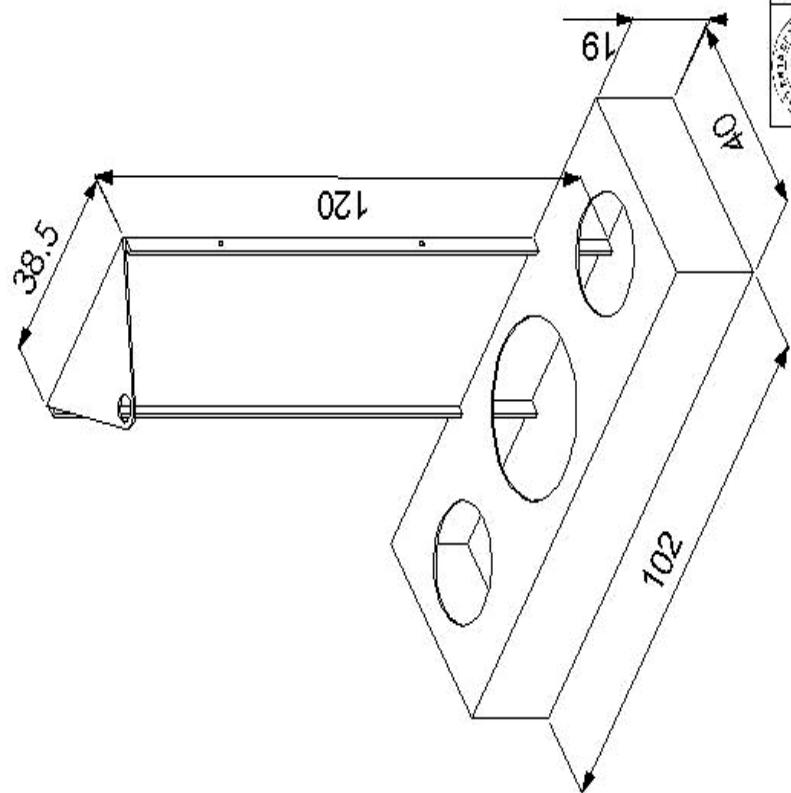
ภาคผนวก ค

แบบและภาพถ่ายอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบถุงมือจากยางพารา



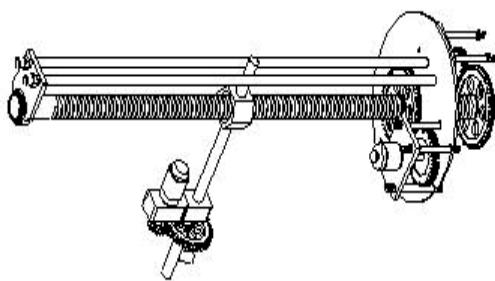
<p>คณบดี ศูนย์ กองรวมและอุดหนุนทางกรานเเกงของ มหาวิทยาลัยแม่โจ^จ เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้รับอนุญาต เช่นนี้โดยชอบด้วยกฎหมาย ตามที่ได้รับอนุญาตไว้แล้ว</p>	
เชียนบดี	น้ำหน้า ปะบูญ ใหญ่ มหาศาลา วัน 1: 10 น้ำหน้า ปะบูญ ใหญ่ วันที่ 10/03/49
ออกแบบโดย	น้ำหน้า ปะบูญ ใหญ่ น้ำหน้า ปะบูญ ใหญ่ น้ำหน้า ปะบูญ ใหญ่

ภารท กศ ครุย จุ่น ภูมิอย่างพารา แบบ กงอต โนมต โอดิ ใช้สารัชนา



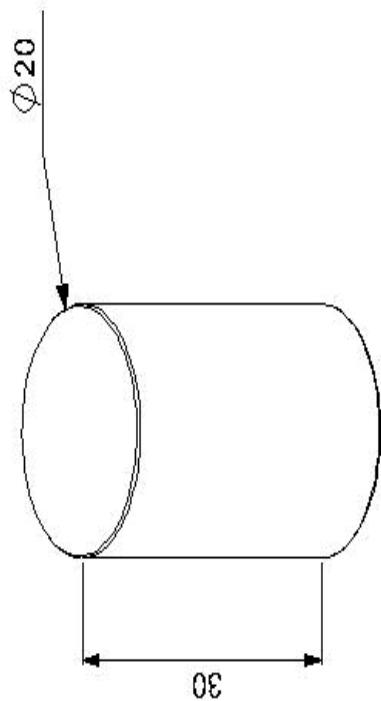
คณบดีศึกษาและวิจัยแห่งมหาวิทยาลัยแม่ฟ้า	
การไฟฟ้าและวิศวกรรมศาสตร์	
เชิงบัณฑิต	น้ำดี
ออกแบบ	น้ำดี
	ปีกุญแจใหญ่
	ปีกุญแจใหญ่
แบบร่าง	
วันที่ 10/03/49	
นันยาง มีสีเมฆ	

หน้าที่ ค2 โครงสร้างเครื่อง



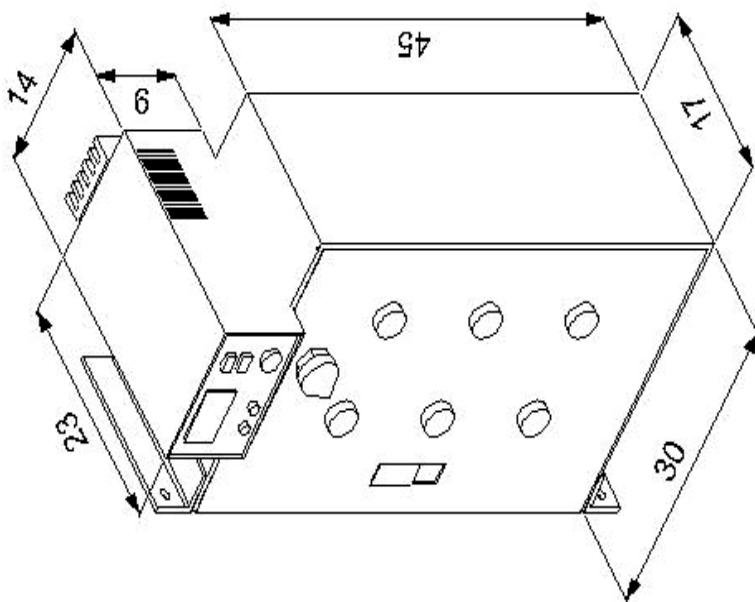
คณะกรรมการและผู้ทรงคุณวุฒินานกรรรมกฤษชาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ การจัดทำเอกสารสูงสำหรับนักศึกษา ระบบเพื่อช่อง และระบบเครื่องสั่นกำลัง			
ผู้จัดทำ	นายชัย ปัญญานิช	เวลาที่ร่างงาน	10:10 นบดย มิถุนเดือน
ห้องน้ำ	นายชัย ปัญญานิช	รุ่นที่	10003/49

ภาพที่ ๓ ระบบตกรสูงสำหรับนักศึกษา ระบบเพื่อช่อง และมอเตอร์สั่นกำลัง



<p>ศูนย์ศึกษาฯ สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ กราฟฟิกส์สำนักงานพัฒนาการและวิชาชีวศึกษาจังหวัด</p>			
ชื่อผู้ดูแล	น.พ.ช.	ปัญญา ใจดี	มาตราส่วน 1:10 หน่วย มิลลิเมตร
ออกเผยแพร่	น.พ.ช.	ปัญญา ใจดี	วันที่ 1000/3/49

ภายนอก ถังสำนักงานพาราแตะสารช่วยป้องค์



<p>คณบดี คณครุกรรมและศูนย์ฯ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นเจ้าภาพผู้จัดการห้องเรียนและห้องเรียนพิเศษ สำหรับนักเรียน</p> <p>น้ำหนักตัวบุตรดุนการห้องเรียนและห้องเรียนพิเศษ สำหรับนักเรียน</p>			
<p>น้ำหนัก ปัจจุบัน น้ำหนักส่วน 1:10 น้ำหนัก</p> <p>น้ำหนัก ปัจจุบัน น้ำหนักส่วน 1:10 น้ำหนัก</p>			
เชิงบัณฑิต	น้ำหนัก ปัจจุบัน	น้ำหนักส่วน 1:10	น้ำหนัก
เชิงบัณฑิต	น้ำหนัก ปัจจุบัน	น้ำหนักส่วน 1:10	น้ำหนัก

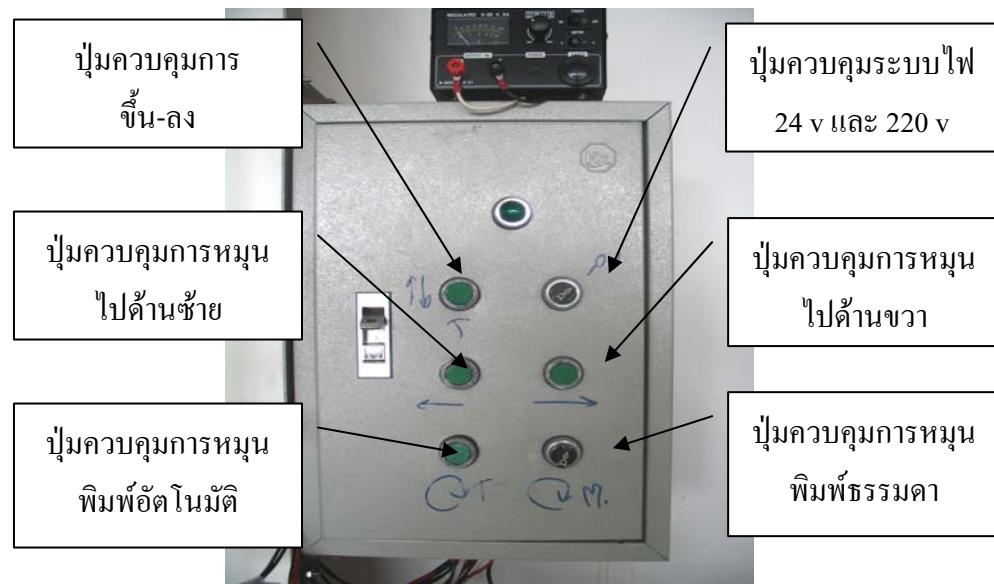
ภาพที่ ๒๕ ตัวอย่างการทำงາມและพาวเวอร์ฟล่าอย์



ภาพที่ ค.6 เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารช่วยจับตัว



ภาพที่ ค.7 เครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารช่วยจับตัวที่ยังไม่ติดตั้งอุปกรณ์ครบ



ภาพที่ ค.8 ระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง



ภาพที่ ค.9 ระบบภายในของตู้ควบคุมการทำงาน



ภาพที่ ค.10 เครื่องบดมิลสำหรับเตรียมสารเคมีและยางพารา



ภาพที่ ค.11 ตู้อบถุงมือยางพาราแบบอิเลคโทรร์



ภาพที่ ค.12 ถังใส่น้ำยางพาราและสารช่วยจับตัว



ภาพที่ ค.13 ภายในของถังใส่น้ำยางพาราและสารช่วยจับตัว



ภาพที่ ค.14 ขนาดต่าง ๆ ของแบบพิมพ์



ภาพที่ ค.15 แบบพิมพ์ที่ใช้ในการทดสอบ



ภาพที่ ค.16 เครื่องทดสอบดึงถุงมือตัวอย่าง Universal testing Machine



ภาพที่ ค.17 การทดสอบดึงถุงมือตัวอย่าง



ภาพที่ ค.18 เครื่องไมโครมิเตอร์วัดความหนาของถุงมือ



ภาพที่ ค.19 ชิ้นตัวอย่างก่อนการทดสอบ



ภาพที่ ค.20 ชิ้นตัวอย่างหลังการทดสอบ



ภาพที่ ค.21 ชิ้นตัวอย่างหลังการทดสอบ

ภาคผนวก ง.

งบประมาณ

ตารางที่ ง.1 งบประมาณสำหรับการสร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

ส่วนประกอบหลัก	จำนวน	งบประมาณ (บาท)
1. โครงสร้างเหล็ก笳ก	1 ชุด	2,000.00
2. ชุดสกรูส่งกำลัง	1 ชุด	5,000.00
3. ชุดเพื่องทัดและเพลา	4 ชุด	4,000.00
4. ชุดแบริ่ง	4 ชุด	4,000.00
5. 毋เตอร์	3 ชุด	6,000.00
6. ตู้ควบคุมการทำงาน	1 ตัว	1,000.00
7. ชุดแปลงไฟฟ้า	1 ชุด	2,000.00
8. รีเลย์ไฟฟ้า ลิมิตสวิตซ์	10 ชุด	4,000.00
9. ชุดควบคุมเวลา	2 ชุด	1,000.00
10. ถังใส่น้ำยางพาราและสารช่วยจับตัว	2 ชุด	5,000.00
11. แผ่นไม้อัดเคลือบผิวนั้น		500.00
12. สกรูและนั้นท		500.00
13. สายไฟ		500.00
14. น้ำยางและสารเคมี		7,000.00
15. อื่นๆ		500.00
รวม		43,000.00

การออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

Design and Fabrication of Semi-Automatic Rubber Glove Dipping Machine Using Coagulant Coated

นำพร ปัญโญไชย์¹, วรารณ์ เอกเพ้าพันธุ์² และสมชาย พัดทາบ²

¹ หัวหน้าโครงการ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

² นักศึกษาปริญญาตรี

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การสร้าง เครื่องต้นแบบและการทดสอบการทำงานของเครื่อง เครื่องต้นแบบประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ โครงสร้างตัวเครื่อง ทำด้วยเหล็กกล้าเพื่อความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก ต้นกำลังใช้ลมอคตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ เพื่อถ่ายทอดกำลังงานส่งผ่านไปยังชุดพื้องทด และชุดสกรูสูงกำลังเพื่อให้ได้รับการหมุนของแบบพิมพ์ถุงมือยางที่เหมาะสม ชุดควบคุมการทำงานซึ่งประกอบด้วย ชุดลิมิตสวิทช์ ชุดควบคุมเวลา และชุดแปลงไฟฟ้า เพื่อให้การเคลื่อนที่และการหมุนของแบบพิมพ์ถุงมือยางมีความแม่นยำ และสุดท้ายถังบรรจุน้ำยาและสารช่วยจับตัวซึ่งทำงานเหล็กกล้าไร้สนิมเพื่อป้องกันการทำปฏิริยากับน้ำยา

จากการทดสอบพบว่า ความหนาของถุงมือจะแปรผันตามระยะเวลาในการจุ่มพิมพ์มือ ส่วนจำนวนรอบในการหมุนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนา ถุงมือยางที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มือด้วยเครื่องต้นแบบ มีค่าเบอร์เซ็นต์การยึด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ค่า Tensile strength ที่ได้เพิ่มขึ้นตามเวลาการจุ่มที่เพิ่มขึ้น ส่วนถุงมือยางที่ได้จากการจุ่มพิมพ์มือด้วยมือ พบร่วมค่า Tensile strength ต่อเวลาในการจุ่มมีค่าไม่สูงมาก จากการสังเกตด้วยตาพบว่าถุงมือที่ได้จากการจุ่มด้วยเครื่องต้นแบบ มีความเรียบสม่ำเสมอตีกว่าถุงมือที่ได้จากการจุ่มด้วยมือ

Abstract

The design and fabrication of a semi-automatic rubber glove dipping machine using coagulant coated is divided into 2 parts: a design and development of the prototype and the performance test. The key features include 4 main parts; the frame structure, transmission systems, a control system and a rubber-filling tank. The frame structure is made from high strength angle steel. The transmission systems is driven by an electric motor transferring power trough a sprocket set and a transmission screw set for an appropriate revolution of rubber glove mold. The control system consists of limit switches, times and adapters for operation accuracy. Finally, the rubber filling tank is made from stainless steel for protecting a chemical reaction with compound latex.

From experiment, it was found that a number of rubber glove mold rotation to assure even distribution had no effect on glove thickness. However, the dipping time was directly proportional to glove thickness. When the dipping time was increased the tensile strength was increased too. It was observed that a rubber glove made from the dipping machine was fairly smoother than that of glove made from manual dipping.

K	e	y	w	o	r	d	s
คำสำคัญ	เครื่องจุ่ม	ถุงมือยางพารา	กึ่งอัตโนมัติ	สารจับตัว			

Keywords Dipping Machine Rubber Glove Semi-Automatic Coagulant

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยผลิตยางพาราธรรมชาติได้มากที่สุดในโลก ในขณะที่ปัจจุบันมีการทำสวนยางพาราทั่วทุกภาคในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ยางพาราจึงเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ โดยมีการแปรรูป 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ แผ่นยางอบแห้งและน้ำยางพาราเข้มข้น ในส่วนของน้ำยางพาราเข้มข้นนี้สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางต่างๆ ได้ มากมาย ในทางอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปโดยการชุบมีปริมาณถึง 66.8 เพรอร์เซ็นต์ โดยในการแปรรูปโดยการชุบนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการนำแบบพิมพ์ที่ต้องการมาชุบจุ่มลงในน้ำยางเข้มข้น แล้วนำไปผ่านกระบวนการอบ นอกจากนั้นแล้วก็มีกระบวนการแปรรูปโดยการจุ่มน้ำยางร่วมกับการใช้สารจับตัว (Coagulant dipping) ซึ่ง หมายความว่า การทำจุ่มน้ำยาง และผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความหนา และความเรียบสม่ำเสมอ ซึ่งการจุ่มด้วยมือเป็นลักษณะที่มีจำกัดทางด้านนี้ ดังนั้นเครื่องจุ่มจุ่นจึงมีอย่างพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว ด้านแบบจึงมีความสำคัญกับการจุ่ม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาสม่ำเสมอ และรองรับการพัฒนาสู่เกณฑ์การ หรือผู้ประกอบการรายย่อยต่อไป

การจุ่มน้ำยางแบบจับแบบพิมพ์จุ่มน้ำยาง 2 วิธีการ คือ การใช้มือ และการใช้เครื่องจักร ในการจุ่มน้ำยางแบบพิมพ์ ในน้ำยางแบบใช้มือจับน้ำยาง จะทำให้ความหนาและความเข้มข้นของยางไม่คงที่ ผลที่ได้คือผลิตภัณฑ์มีความหนาไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการทำงานต่ำ ดังนั้นการจุ่มด้วยเครื่องแบบกึ่งอัตโนมัติจะสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและสร้างเครื่องจุ่มน้ำยางแบบกึ่งอัตโนมัติโดยการใช้สารจับตัว
2. เปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานระหว่างการจุ่มน้ำยางด้วยมือกับการจุ่มด้วยเครื่องกึ่งอัตโนมัติ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดสอบ

1. วัสดุอุปกรณ์

- 1.1 อุปกรณ์สร้างเครื่องจุ่มน้ำยางพารา
 - ชุดสกรูส่งกำลัง
 - ชุดมอเตอร์และเฟืองท่ออบ
 - ชุดโครงสร้างเหล็ก
 - ชุดควบคุมการทำงาน
 - ชุดถังน้ำยางและสารช่วยจับตัว

- พิมพ์มือ

1.2 อุปกรณ์ทดสอบ

- ไมโครมิเตอร์
- เครื่องวัดความแข็งแรงของวัสดุ
- กล้องด้วยภาพดิจิตอล

2. วิธีการทดสอบ

แบ่งการทดสอบออกได้ 3 การทดสอบ

2.1 การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องจุ่มน้ำยางพารา

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพความหนาของจุ่นจุ่นมือ

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพการดึงของจุ่นจุ่นมือ

2.3.1 ทดสอบ ณ เวลาต่าง ๆ ในการจุ่มกับ Elongation at Break

2.3.2 ทดสอบ ณ เวลาต่าง ๆ ในการจุ่มกับ Tensile Strength

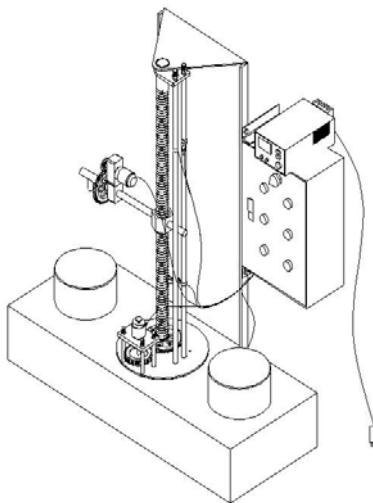
ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

1. การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องจุ่มน้ำยางพารา

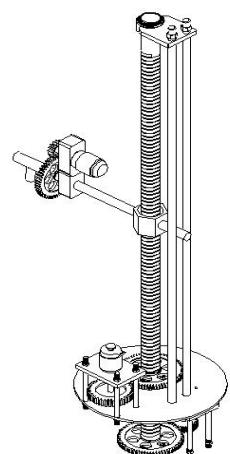
ผลการทดสอบเครื่องจุ่มน้ำยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว พบว่า ขนาดเครื่องมีความกว้างของฐาน 40 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร และความสูงของฐาน 19 เซนติเมตร สารสูงสำลังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.81 เซนติเมตร ทำจากเหล็ก สูง 120 เซนติเมตร เป็นองค์ที่มีลักษณะที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร เป็นขั้นสำหรับขึ้นลงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร มอเตอร์ที่ใช้มีความเร็ว 180 รอบต่อนาที เป็นขั้นสำหรับหมุนเข้าข้างในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร มอเตอร์ที่ใช้มีความเร็ว 180 รอบต่อนาที มอเตอร์หมุนแบบพิมพ์ 80 รอบต่อนาที ความจุของถังใส่น้ำยางพาราและถังใส่สารช่วยจับตัว 9,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

รายการ	ข้อมูล
มอเตอร์ขับสกรูส่งกำลังมีความเร็ว	180 รอบต่อนาที
มอเตอร์หมุนเพื่อขับขี่ยวขวามีความเร็ว	180 รอบต่อนาที
มอเตอร์หมุนพิมพ์มีความเร็ว	80 รอบต่อนาที
Timer	0-30 วินาที
ถังใส่น้ำยางพารา	9,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ถังใส่สารช่วยจับตัว	9,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ 1 แบบเครื่องจุ่นถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว



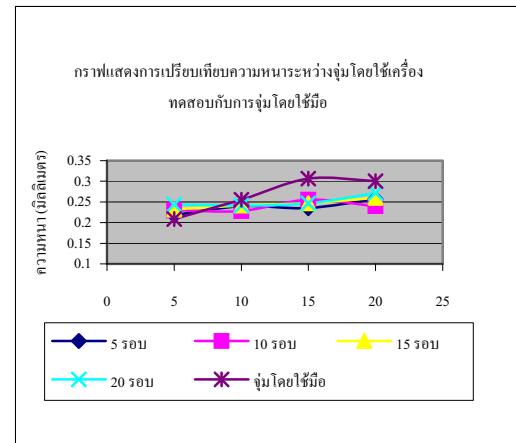
ภาพที่ 2 ระบบสกรูส่งกำลังและมอเตอร์



ภาพที่ 3 เครื่องจุ่นถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว

2. การทดสอบประสิทธิภาพความหนาของถุงมือ

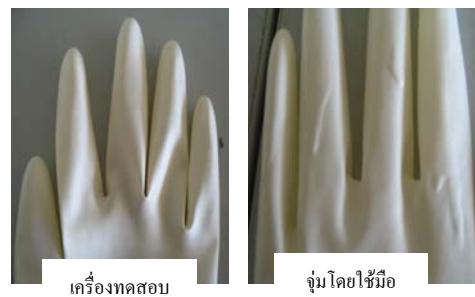
2.1 การทดสอบความหนาของถุงมือโดยใช้เครื่องมือวัดความหนา



ภาพที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความหนาตั้งเวลาใน การจุ่นของเครื่องทดสอบกับการใช้มือ

ผลการทดสอบจากกราฟ ที่จำนวนรอบในการ หมุนพิมพ์มือ ระหว่าง 5 – 20 รอบ โดยมีระยะเวลาในการ จุ่นพิมพ์มือเท่ากันนั้น พบว่า จำนวนรอบการหมุนที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของถุงมือ แต่เมื่อ ระยะเวลาในการจุ่นพิมพ์มือเพิ่มขึ้น พบว่าความหนาของถุง มือที่จุ่นโดยเครื่องตั้งแบบนั้น จะเพิ่มขึ้นตาม สำหรับการจุ่น โดยใช้มือ เมื่อระยะเวลาการจุ่นเพิ่มขึ้น ความหนานี้ แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามด้วย

2.2 การทดสอบความเรียบสม่ำเสมอของผิวถุงมือโดยการ สังเกต



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบความเรียบสม่ำเสมอของผิว ถุงมือโดยการสังเกต

ผลการทดสอบ พบว่า ผิวของถุงมือที่ได้จากการ จุ่นพิมพ์มือด้วยเครื่องตั้งแบบนั้น มีความเรียบและ สม่ำเสมอของผิวถุงมือดีกว่าการจุ่นโดยใช้มือ เนื่องจาก เครื่องตั้งแบบมีการหมุนพิมพ์มือ ที่มีความเร็วรอบ สม่ำเสมอ ทำให้การกระจายตัวของน้ำยาที่เกะบันพิมพ์มือ ดีกว่า

3. การทดสอบประสิทธิภาพการดึงของถุงมือ

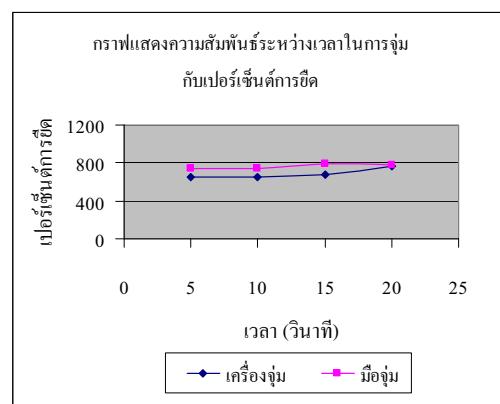
ตารางที่ 2 ผลทดสอบ ถุงมือจากการดึงโดยใช้เครื่องดึงแบบ

เวลาจุ่ม (วินาที)	เบอร์เซ็นต์ การยืดด้วยเครื่องดึงแบบ	Σt (MPa)	E 300 % (MPa)
5	650.4	15.6	1.4
10	651.5	19.9	1.9
15	681.5	21.67	1.9
20	769.7	21.78	1.5

ตารางที่ 3 ผลทดสอบ ถุงมือจากการดึงโดยใช้มือ

เวลาจุ่ม (วินาที)	เบอร์เซ็นต์ การยืดด้วยมือ	Σt (MPa)	E 300 % (MPa)
5	738.5	18.0	1.4
10	741.6	15.8	1.1
15	789.6	21.7	1.4
20	773.0	17.8	1.2

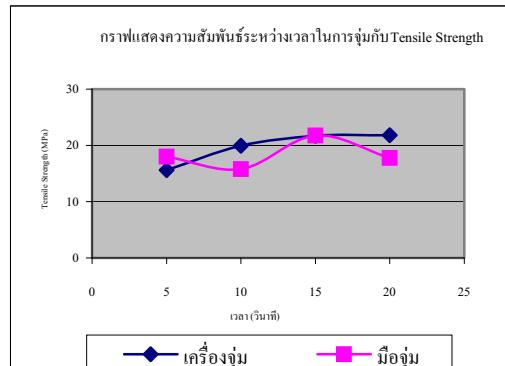
3.1 ทดสอบ ณ เวลาต่าง ๆ ในการดึงกับ Elongation at Break



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการดึงกับเบอร์เซ็นต์การยืด

จากการทดสอบ และจากกราฟ พบว่าถุงมือยางที่ จุ่มพิมพ์มือด้วยเครื่องดึงแบบ และการจุ่มพิมพ์มือด้วยมือ มีค่าเบอร์เซ็นต์การยืด (Elongation at break) ตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นอ. 1056-2548 ISO 11193-1 : 2002

3.2 ทดสอบ ณ เวลาต่าง ๆ ในการดึงกับ Tensile Strength



ภาพที่ 7 กราฟแสดงเวลาในการดึงกับ Tensile Strength

จากราฟ ถุงมือยางที่ได้จากการดึงแบบนี้ ค่า Tensile Strength เพิ่มขึ้นตามเวลาการดึงที่เพิ่มขึ้น ส่วน ถุงมือยางที่ได้จากการดึงพิมพ์มือด้วยมือ พบว่าค่า Tensile Strength ต่อเวลาในการดึงมีค่าไม่สม่ำเสมอ

สรุปผลการทดสอบ

1 ประสิทธิภาพความหนาของถุงมือ

ที่จำานวนรอบในการหุ่นพิมพ์มือ ระหว่าง 5 – 20 รอบ มีระยะเวลาในการดึงที่มากกว่า พบว่า จำานวนรอบการหุ่น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของถุงมือ แต่ ระยะเวลาในการดึงพิมพ์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความหนาของถุงมือที่จุ่มโดยเครื่องดึงแบบเพิ่มขึ้นตาม และ พบว่า ถุงมือที่ได้จากการดึงแบบ มีความเรียบสม่ำเสมอของผิวดีกว่า

2 ประสิทธิภาพการดึง

ถุงมือที่ได้จากการดึงพิมพ์มือด้วยเครื่องดึงแบบ มีค่า Elongation at Break ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (นอ.) ค่า Tensile Strength แปรผันตามเวลาในการดึงพิมพ์ มือ เมื่อเวลาในการดึงเพิ่มขึ้นค่า Tensile Strength ที่ได้จะเพิ่มขึ้น แต่การดึงพิมพ์มือด้วยมือนั้นค่า Tensile Strength ที่ได้ไม่แปรผันตามระยะเวลาในการดึง เนื่องจากความหนาของผิวถุงมือไม่สม่ำเสมอ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย การออกแบบและสร้างเครื่องดึงถุงมือยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้สารจับตัว จะไม่สามารถดำเนินการล่วงไปได้ ถ้าขาดการสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกอ.) ฝ่าย อุตสาหกรรม ในโครงการ Small Project On Rubber (SPR) ในปี 2548 – 2549 ที่ให้ทุนในการทำโครงการนี้ และ กรมวิทยาศาสตร์และบริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมที่ให้การสนับสนุนในการทดสอบการดึงถุงมือ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. ยาง. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.doa.go.th/data-agri/RUBBER/1STAT/st01.html>.

จำรุญ ตันติพิศาลกุล. 2542. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2. บริษัท ว. เพ็ชรสกุล จำกัด กรุงเทพฯ.

ชาญ ณัชจาน และ วิวิทช์ อึ้งภากรณ์. 2546. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ชีเอ็คьюคชั่น.

ชาญ ณัชจาน และ วิวิทช์ อึ้งภากรณ์. 2541. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ชีเอ็คьюคชั่น.

บุญธรรม นิธิอุทัย พรพรผล นิธิอุทัย และปรีชา ป้องภัย. 2530. สารเคมีสำหรับยางและเทคนิคการอกรสูตรยาง. คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บุญธรรม นิธิอุทัย. 2532. ปฏิบัติการเทคโนโลยีน้ำยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญธรรม นิธิอุทัย และ คงจะ. 2538. เทคโนโลยีน้ำยาง สมบัติ และผลิตภัณฑ์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรพรผล นิธิอุทัย. 2528. สารเคมีสำหรับยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

พรพรผล นิธิอุทัย. 2540. ยาง เทคนิคการอกรสูตร. ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

พิชิต สุนเจติพงษ์. 2538. วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ชีเอ็คьюคชั่น.

ภัทรา ภานตศิลป์ และ วิภา เศวตกนิษฐ์. 2546. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางใช้ทางการแพทย์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.rubberthai.com/>

นานพ ตันตระบันฑิตชัย. 2545. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1. กรุงเทพฯ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ปูน).

วราภรณ์ ชจรไชยกุล และ วิภา เศวตกนิษฐ์. 2537. การผลิตถุงมือหันกรดและสารเคมี. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <http://www.rubberthai.com/research/year/37/38.htm>

วราภรณ์ ชจรไชยกุล วิภา เศวตกนิษฐ์ และ สำนักงาน ทองคำ. 2539. การผลิตถุงมือยางเคลือบผ้า. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <http://www.rubberthai.com/research/year/39/22.htm>

วิภา เศวตกนิษฐ์ และ กุกิจิรา รัตนเวกินรักษ์. 2546. การทดสอบและมาตรฐานถุงมือยางทางการแพทย์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.rubberthai.com/>

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2547. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุธีระ ประเสริฐสารพ์. 2547. แนวทางการพัฒนายางให้เป็นเครื่องจักรเศรษฐกิจของประเทศไทย. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.muanglung.com/yangpara.html/>

สุภาพร บัวแก้ว อนงค์ กุณลักษณ์ จันทร์รัตน์ คงเจริญจุนพญา สุขเกื้อ และ พัชรินทร์ ศรีวารินทร์. 2545. การผลิตและการตลาด อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางที่ชั้นนำยางขั้นเป็นวัสดุดิน. (ออนไลน์). เข้าถึงจากได้ : <http://www.rubberthai.com/>

อนันต์ วงศ์กระจาง. 2533. ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. ภาควิชาศิรกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

Chemistry homepage. 2000. สรุปสูตรคำนวณสารละลาย. (ออนไลน์). เข้าถึงจากได้ http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic7/for_solution.html

Flory, Paul J. 1983. **Principles of Polymer Chemistry**, Cornell University Press, 12th printing, p. 432

Noble, R.J. 1953. **Latex in Industry**. Rubber Age, New York, 2nd edition.

Shigley, J.E, Mischke,C.R, Budynas, R.G. 2004. **Mechanical Engineering Design**. seventh Edition, McGraw-Hill Book Company

ตารางเปรียบเทียบวัสดุประสงค์

วัสดุประสงค์	กิจกรรมที่ว่างไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับจากโครงการ
1. ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นสำหรับเครื่องจักรไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นสำหรับเครื่องจักรไฟฟ้า - ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นสำหรับเครื่องจักรไฟฟ้าแบบง่ายๆ ให้สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องติดต่อไฟฟ้า - ศึกษาความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง - ศึกษาความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง - ศึกษาความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง - ศึกษาความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง 	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นสำหรับเครื่องจักรไฟฟ้า - ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นสำหรับเครื่องจักรไฟฟ้าแบบง่ายๆ ให้สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องติดต่อไฟฟ้า - ทดสอบคุณสมบัติของตัวโครงสร้าง - ทดสอบคุณสมบัติของตัวโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง - ทดสอบคุณสมบัติของตัวโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง - ทดสอบคุณสมบัติของตัวโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง 	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาเรื่องปั่นหมุนนำทางแบบง่ายๆ ให้สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องติดต่อไฟฟ้า - โครงการใช้ส่วนตัวที่ใช้ไฟฟ้า ไฟฟ้าจึงไม่ต้องติดต่อไฟฟ้า - ทดสอบคุณสมบัติของตัวโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง - ทราบถึงส่วนผสมของน้ำยาและสารจุลทรรศน์ในการทำหุ่นยนต์
2. ประเมินเกี่ยบสมรรถนะการทำงาน	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาความสามารถและตัวแรงระหว่างการปั่นบุ่น - ศึกษาความสามารถและตัวแรงระหว่างการปั่นบุ่นของเครื่องจักรไฟฟ้าที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง - ศึกษาความสามารถและตัวแรงระหว่างการปั่นบุ่นของเครื่องจักรไฟฟ้าที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำการทดสอบบนต้นก้านริบบิ้นแบบพิเศษ - ทดสอบพิเศษที่ต้องการทดสอบ - ทดสอบพิเศษที่ต้องการทดสอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาการเปลี่ยนเกี่ยบความหนาและร่วงหลังการตั้งตระหง่าน - ทดลองการตั้งตระหง่านตัวโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง - ทดสอบการตั้งตระหง่านตัวโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง - ทดสอบการตั้งตระหง่านตัวโครงสร้างที่ต้องมีความคงทนและแข็งแรง