บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ตามหัวข้อที่ 1.2 และขอบเขตของการวิจัยตามหัวข้อที่ 1.3 ดังกล่าวข้างต้นสามารถแสดงลำดับขั้นตอนการวิจัยได้ดังนี้

ศึกษาข้อมูลปัจจุบันด้านวิธีการ หลักการและความสามารถของระบบตลอดจนการใช้งาน
เครื่องอัดน้ำความดันสูงเพื่อใช้ในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้น้ำช่วย
และเครื่องอัดแก๊สความดันสูงในระบบฉีดพลาสติกแบบใช้แก๊สช่วย เพื่อการเปรียบเทียบ

↓

ออกแบบและสร้างระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงเพื่อใช้ในการฉีดพลาสติกแบบใช้น้ำช่วย
ให้มีความสามารถในการใช้งานร่วมกับเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 100 ตันได้ตามวัตถุประสงค์
รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ เช่น แม่พิมพ์ และหัวฉีดน้ำ

↓

ใช้งานร่วมกับเครื่องฉีด เปรียบเทียบกับระบบฉีดพลาสติกโดยใช้แก๊สช่วย
ตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

↓

วิเคราะห์ผลการทดสอบระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงและสรุปผลการวิจัย

3.2 การสร้างเครื่องต้นแบบระบบอัดน้ำความดันสูงและอุปกรณ์ประกอบ

3.2.1 หลักการและเหตุผล

ระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงที่จะสร้างขึ้น ควรใช้เทคโนโลยีการในการสร้างที่สามารถจัดหาได้ภายในประเทศ มีราคาถูกและเหมาะสมกับการสร้างระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงในระดับการทำงานในห้องปฏิบัติการทางการวิจัย (lab scale) กรณีที่จะต้องมีการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ควรเป็นวัสดุอุปกรณ์ชนิดที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายโดยทั่วไปในเบื้องต้นวัสดุอุปกรณ์เฉพาะเจาะจงหรือพิเศษควรได้จากผู้ผลิตที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อผลในการประหยัดค่าใช้จ่ายโดยรวมและมีความคงทนถาวร สามารถซ่อมบำรุงได้โดยง่าย

3.2.2 ความสามารถของเครื่องตามการออกแบบและเหตุผล

จะต้องสามารถสร้างความดันน้ำได้มากที่สุดไม่น้อยกว่าความดันที่สร้างโดยระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงที่ใช้ในการฉีดพลาสติกแบบใช้น้ำช่วยที่มีการผลิตจำหน่ายโดยผู้ผลิตรายใดรายหนึ่งที่ถูกกล่าวถึงในหัวข้อ 2.3.3 โดยสามารถปรับตั้งค่าความดันใช้งานได้และมีความสามารถในการฉีดน้ำในแต่ละวงรอบการทำงานในปริมาณ (batch volume) ไม่ต่ำกว่า 80% ของปริมาตรชิ้นงานในแม่พิมพ์ที่ออกแบบให้ใช้ร่วมกัน เพื่อทดสอบการแทนที่เนื้อพลาสติกดังกล่าวในหัวข้อ 1.1 โดยต้องมีความพร้อมในการฉีดน้ำตลอดเวลาที่ทดสอบ การเดินและหยุดต้นกำลัง (motor) ในการกำเนิดความดันควรเกิดขึ้นไม่บ่อยครั้งขณะทำการฉีด เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและยืดอายุเครื่องต้นกำลัง การฉีดน้ำจากระบบควรเป็น การเปิด-ปิดวาล์ว ไม่ควรเป็นการเริ่มเดินเครื่องต้นกำลังในการฉีด เพื่อความแม่นยำในการทดสอบ การควบคุมระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงในการเติมน้ำ การเดินเครื่องต้นกำลังและการฉีดน้ำควรมีความสัมพันธ์กันโดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการเสียหายของส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมด

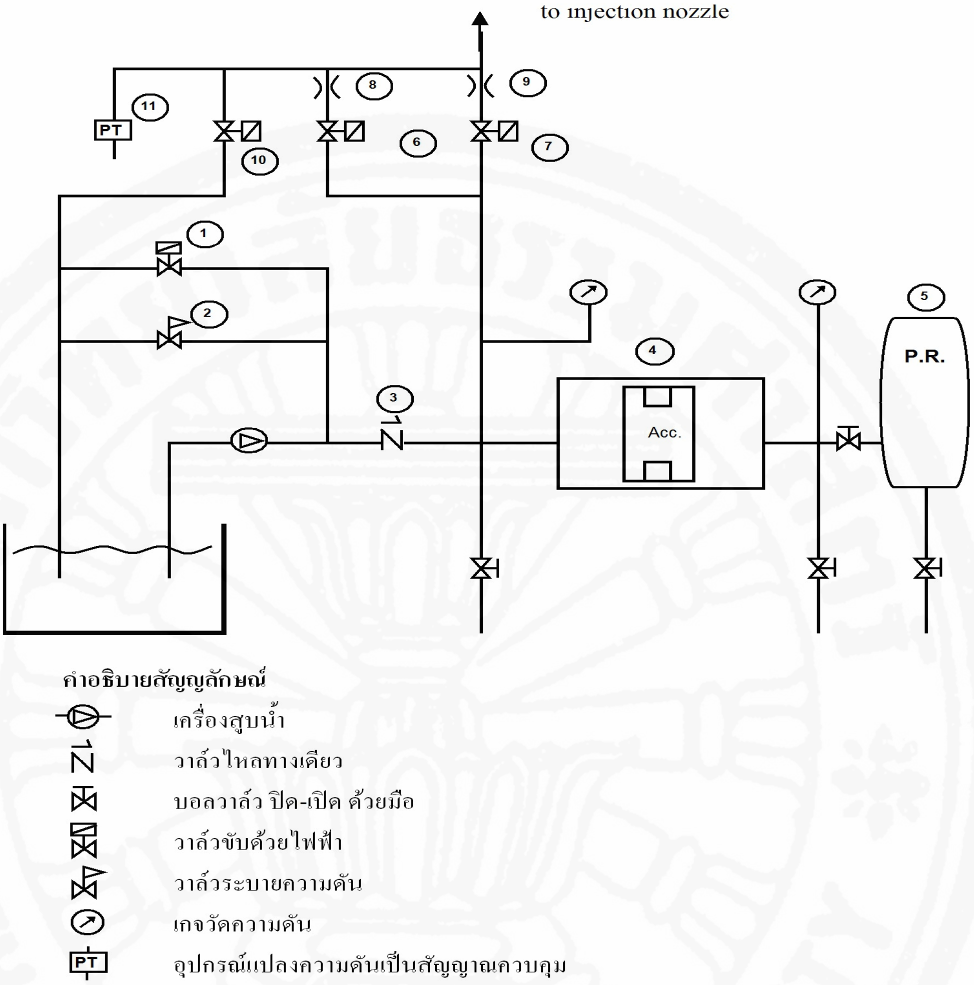
3.2.3 ลำดับขั้นตอนการสร้าง

3.2.3.1 การออกแบบและการสร้างระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูง

เป็นระบบที่ใช้เครื่องสูบน้ำความดันสูง อัดน้ำเข้าไปเก็บกักไว้ในอุปกรณ์เก็บกักความดัน (pressure accumulator) เพื่อเก็บกักน้ำภายใต้ความดันสูงไว้พร้อมใช้ตลอดเวลาที่ทำงานโดยใช้ลักษณะสมบัติของแก๊สที่สามารถเก็บกักได้ในภาชนะปิดภายใต้ความดัน และกระทำตัว

เสมือนสปริงที่พร้อมที่จะขยายตัวอยู่ตลอดเวลา ดังแสดงในภาพที่ 3.1 โดยมีลำดับการทำงานของระบบ ดังนี้

เครื่องสูบน้ำความดันสูงเริ่มต้นทำงาน เพื่ออัดน้ำเข้าสู่อุปกรณ์เก็บกักความดัน หมายเลข 4. เมื่อน้ำเต็มอุปกรณ์เก็บกักความดัน (ลูกสูบเคลื่อนที่ไปจนสุด) เครื่องสูบจะหยุดทำงาน วาล์วขับด้วยไฟฟ้า (ปกติเปิด) หมายเลข 1 จะเริ่มทำงานหลังจากเครื่องสูบน้ำความดันสูงเล็กน้อย เพื่อให้การเริ่มเดินเครื่องสูบน้ำความดันสูงสามารถเริ่มต้นทำงานได้ง่าย เนื่องจากเครื่องสูบน้ำความดันสูงจะไม่สามารถเริ่มเดินเครื่องได้ หากมีความดันตกค้างในระบบทางจ่าย จึงต้องให้เครื่องสูบน้ำความดันสูงเริ่มเดินเครื่องในภาวะปลอดความดันวาล์วควบคุม การไหลทิศทางเดียว หมายเลข 3 จะทำหน้าที่เก็บกักความดันเอาไว้ไม่ให้ไหลกลับเข้าเครื่องสูบน้ำความดันสูงเมื่อเครื่องสูบหยุดทำงาน วาล์วระบายความดัน หมายเลข 2 ทำหน้าที่ปลดภาระความดัน กรณีความดันทางด้านจ่ายของเครื่องสูบน้ำความดันสูงเพิ่มสูงเกินกว่าที่ตั้งเอาไว้เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากภาวะความดันเกิน อุปกรณ์เก็บกักความดัน หมายเลข 4 ทำหน้าที่ถ่ายเทความดันที่มีทางด้านแก๊ส จากถังเก็บแก๊สความดันสูง หมายเลข 5 ให้เป็นความดันน้ำที่พร้อมจะฉีดออกไปโดยวาล์วหมายเลข 6 และหมายเลข 7 ผ่านช่องเปิดขนาดเล็ก (nozzle) หมายเลข 8 และหมายเลข 9 ตามลำดับ การใช้ช่องเปิดขนาดเล็ก 8 และ 9 หลังจากวาล์ว 6 และ 7 เพื่อผลในการกำหนดปริมาณการไหลของน้ำให้มากหรือน้อยตามขนาดของช่องเปิด วาล์วหมายเลข 10 ใช้สำหรับปล่อยน้ำให้ไหลกลับจากแม่พิมพ์ อุปกรณ์วัดความดัน (pressure transmitter) หมายเลข 11 ใช้วัดคุมความดันในการฉีดน้ำ การตั้งค่าความดันใช้งานสามารถทำได้โดยการปรับลดหรือเพิ่มค่าความดันในถังเก็บแก๊ส หมายเลข 5 ตามต้องการ เมื่อมีการฉีดน้ำออกไปจนลูกสูบเคลื่อนที่กลับจนสุด วงจรควบคุมจะสั่งงานให้เครื่องสูบน้ำทำงานอีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 3.1 แสดงระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูง

3.2.3.2 การออกแบบระบบควบคุม

ได้ออกแบบระบบควบคุมด้วยตัวควบคุมซีเคว้นซ์ (Programmable logic controller) โดยหลักการควบคุมการฉีดตามเวลา ซึ่งสามารถตั้งค่าได้โดยผู้ใช้งานและสั่งงานให้เครื่องสูบน้ำความดันสูงเติมน้ำเข้าสู่ระบบเก็บกักความดันโดยอัตโนมัติ เมื่อระดับน้ำที่กักเก็บลดลงจนถึงจุดที่กำหนด โดยแสดงวงจรไฟฟ้าและโปรแกรมควบคุมใน ภาคผนวก ภาพที่ 1ก.

3.2.3.3 การจัดหาอุปกรณ์ในการสร้าง

- เครื่องสูบน้ำความดันสูง ตามหลักการและเหตุผลในข้อ 3.2.1 ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องสูบน้ำความดันสูงชนิดลูกสูบแบบ 3 สูบ ซึ่งมีการใช้งานโดยทั่วไปในระบบฉีดล้าง

รถยนต์ ตามศูนย์บริการล้างรถยนต์ โดยเลือก CAT PUMPS รุ่น 5CP3120 ดังแสดงในภาคผนวก ภาพที่ 2ก. เป็นต้นกำลังในการอัดน้ำเข้าสู่ถังกักเก็บความดัน เมื่อพิจารณาจากลักษณะสมบัติของเครื่องสูบน้ำดังกล่าว พบว่า ต้นกำลังขับที่เครื่องสูบต้องการคือ 10.8 แรงม้า ที่ 1645 รอบต่อนาที ให้ปริมาณน้ำ 17 ลิตรต่อนาทีที่ความดันใช้งานสูงสุด 245 บาร์ ซึ่งมีอัตราการไหลมากเกินกว่าจุดประสงค์ที่ต้องการจะสร้างระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูง ในระดับปฏิบัติการทางการวิจัย (lab scale) จึงเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาทีและทดรอบด้วยสายพานให้ลดลงอยู่ที่ประมาณ 800 รอบต่อนาที เพื่อให้ต้นกำลังมีขนาดเล็กลงเป็น 5.5 แรงม้า โดยประมาณและเลือกต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากรงกระรอก 3 เฟส 50 เฮิร์ต 6 โพล ใช้ขับเครื่องสูบน้ำความดันสูงได้ปริมาณการไหลประมาณ 8 ลิตรต่อนาที ที่ความดันใช้งาน 245 บาร์โดยใช้สูตรคำนวณดังแสดงในภาพที่ 2ก. และแสดงการคำนวณได้ดังนี้

อัตราการไหลที่ได้ = รอบต่อนาทีที่ทดแล้วxอัตราการไหลเดิม÷รอบต่อนาทีเดิม

= 800 x 17 ÷ 1645 = 8.26 ลิตรต่อนาที

แรงม้าที่ต้องการ = อัตราการไหล (gpm) x ความดัน (psi) ÷ 1460

= (8.26÷3.785) x (245x14.7) ÷ 1465

= 4.78 แรงม้า

- ถังเก็บกักความดัน เลือกใช้ชนิดลูกสูบ (piston accumulator) เนื่องจากสามารถที่จะวัดค่าและกำหนดค่าปริมาณของการไหลจากตำแหน่งของลูกสูบได้ และเลือกที่จะสร้างขึ้นเองจาก ภาพร่างระบบลูกสูบ ดังแสดงในภาคผนวก ภาพที่ 3ก. โดยใช้ท่อไฮโดรลิกที่มีจำหน่ายในประเทศทำเป็นเปลือกนอก เพื่อมั่นใจในความสามารถในการทนต่อความดันสูง ดังแสดงในภาคผนวก ตาราง1ก. และใช้ขนาดที่ระบุสำหรับการขึ้นรูปห้องกันรั่ว (seal housing) ดังแสดงในภาคผนวก ภาพที่ 4ก.
- ถังแก๊สหมายเลข 5 ในภาพที่ 3.1 ใช้ถังแก๊สไนโตรเจนขนาดมาตรฐานขนาด 50 ลิตร ปริมาณเก็บกักแก๊ส 7 ลูกบาศก์เมตร (ปริมาตร ณ ความดันบรรยากาศ) ที่ความดันประมาณ 140 – 150 บาร์ ซึ่งมีจำหน่ายแพร่หลายทั่วไป
- วาล์วฉีด ใช้โซลินอยด์วาล์วชนิดความดันสูง ที่สามารถปิด-เปิดได้ด้วยความถี่สูง ในที่นี้เลือกใช้ วาล์วชนิด coaxial ซึ่งสามารถปิด-เปิดได้มากถึง 260 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาคผนวก ภาพที่ 5ก.

- วาล์วปิด-เปิด ด้วยมือและอุปกรณ์ประกอบท่อ เนื่องจากเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำและอุปกรณ์บางชิ้นไม่สามารถทนต่อเศษตะกอนหรือวัสดุแขวนลอยอื่นๆได้ จึงเลือกใช้วัสดุแสตนเลสสตีล และให้มีความสามารถในการทนต่อความดันใช้งานได้สูง ในที่นี้ออกแบบไว้ที่ไม่ต่ำกว่า 200 บาร์ จึงได้วาล์วชนิด ทรูเนียนบอลวาล์ว ดังแสดงในภาคผนวก ภาพที่ 6ก. ใช้อุปกรณ์ประกอบท่อ ข้อต่อท่อ ชนิดแหวนอัดสองชั้น (compression ring) ดังแสดงในภาคผนวก ภาพที่ 7ก. ซึ่งนอกจากจะสามารถทนต่อความดันใช้งานได้สูงแล้ว ยังสามารถถอดประกอบได้หลายครั้ง โดยยังคงสามารถทนต่อความดันใช้งานได้ดี ประกอบกับท่อแสตนเลสไร้ตะเข็บชนิดที่ใช้กับระบบไฮดรอลิก โดยเลือกขนาดและพิกัดความดันตามภาคผนวก ตาราง 2ก.
- อุปกรณ์ไฟฟ้าและควบคุมหลัก ตัวควบคุมซีเคว้นซ์ (programmable logic controller) เลือกใช้ชนิดที่มีหน้าจอที่สามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรได้โดยผู้ใช้งาน (human machine interface) เนื่องจากระบบที่สร้างขึ้นเพื่อการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอยู่เสมอ มีช่องรับสัญญาณควบคุมและส่งสัญญาณควบคุมที่มากพอและครอบคลุมชนิดของสัญญาณที่ใช้ ในที่นี้เลือกใช้ VISILOGIC V120-22UN2 ซึ่งมีช่องรับสัญญาณ 12 ช่องและช่องส่งสัญญาณ 12 ช่อง รวมทั้งมีหน้าจอแสดงผลอย่างง่ายสำหรับผู้ใช้งานในการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปร โดยคุณลักษณะของอุปกรณ์นี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก รูป 8ก.

แหล่งกำเนิดกระแสและแรงดัน (switching power supply) สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าควบคุมกระแสตรงที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 24 โวลท์ และมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อปิด-เปิดวาล์วโซลินอยส์ชนิดความดันสูงได้พร้อม ๆ กัน จากภาคผนวก ภาพที่ 5ก. และภาพที่ 3.1 (พิจารณาในส่วนของอุปกรณ์หมายเลข 6 7 และ 10) ได้ค่ากระแสรวมที่ใช้งานประมาณ 18 แอมแปร์ จึงเลือกแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 20 แอมแปร์ ที่ 24 โวลท์กระแสตรง

อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เลือกชนิดและขนาดที่เหมาะสมกับภาระที่เกี่ยวข้อง เช่น คอนแทคเตอร์ สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ เลือกใช้ขนาดที่ทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 2 เท่าของพิกัดกำลังมอเตอร์ ตามตารางกระแสเฉลี่ยของมอเตอร์มาตรฐาน ดังแสดงในภาคผนวก ตาราง 3ก. และใช้ขนาดของสายไฟฟ้าที่เลือกตามพิกัดกำลังมอเตอร์ ดังแสดงในภาคผนวก ตาราง 4ก.

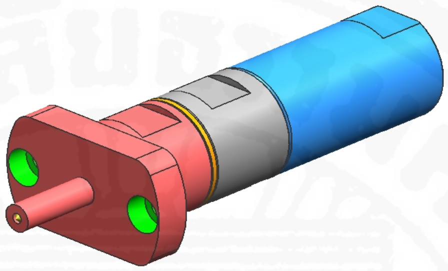
ตัววัดค่าความดันฉีด เลือกชนิดที่สามารถวัดค่าความดันได้ไม่ต่ำกว่าค่าความดันมากที่สุดของระบบ ซึ่งออกแบบไว้คือ 200 บาร์ ในที่นี้เลือกใช้อุปกรณ์แปลงค่าความดันเป็นกระแส (pressure transmitter) วัดได้ 400 บาร์ และส่งกระแสสัญญาณออกที่ 4-20 มิลลิแอมแปร์

3.2.3.4 การออกแบบและการสร้างหัวฉีดน้ำ

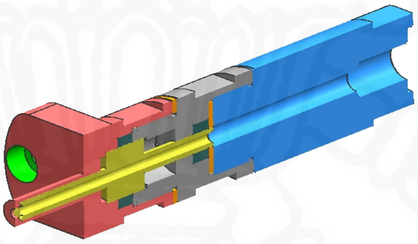
หัวฉีดน้ำ ได้ออกแบบและสร้างหัวฉีดน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 3.2 และภาพที่ 3.3 โดยหลักการคือ ในระหว่างที่ฉีดเนื้อพลาสติกหลอมเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์ หัวฉีดจะต้องป้องกันการไหลของเนื้อพลาสติกหลอมเหลวเข้าสู่ภายในหัวฉีดได้ และสามารถปล่อยน้ำเข้าสู่แกนของชิ้นงานได้เมื่อต้องการ ในที่นี้ใช้ระบบสปริงดันแกนกลางหัวฉีดให้ปิดอยู่ตลอดเวลา จนเมื่อปล่อยน้ำเข้าสู่หัวฉีดน้ำ ความดันส่วนหนึ่งจะไปผลักลูกสูบภายในให้ถอยหลัง ส่วนปลายของลูกสูบจะเปิดให้น้ำไหลเข้าสู่ชิ้นงานทันทีที่ลูกสูบเลื่อนถอยหลัง เมื่อปลดความดันออก (วาล์วหมายเลข 10 ตามภาพที่ 3.1 เปิด) น้ำที่อยู่ภายใต้ความดันส่วนหนึ่งจะไหลออกทางแกนกลางของลูกสูบ ขณะเดียวกันลูกสูบจะเลื่อนไปทางด้านหน้าและปิดหัวฉีดด้วยแรงสปริงเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการฉีดครั้งต่อไป โดยการคำนวณค่าแรงกดของสปริงที่เหมาะสม สามารถคำนวณจาก พื้นที่ของช่องเปิดส่วนปลายหัวฉีดน้ำที่จะต้องรับความดันขณะฉีดพลาสติกเริ่มต้น ในที่นี้ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเปิด 3 มิลลิเมตร ด้วยเหตุผลจากลักษณะของหัวฉีดน้ำ จะต้องมีการเจาะรูขนาดเล็กและยาวตลอดแนวลูกสูบภายในหัวฉีดน้ำซึ่งส่งผลให้ การกำหนดขนาดที่เล็กเกินไปจะทำให้รูเจาะเบี่ยงเบนออกจากแนวแกนได้ง่าย และทำให้การควบคุมขนาดทำได้ยากโดยสามารถแสดงการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

พื้นที่หน้าตัดของช่องเปิด $\pi\ (0.3)^2 / 4 = 0.071$ ตารางเซนติเมตร คูณด้วยค่าความดันฉีดพลาสติกเริ่มต้น ประมาณ 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (บาร์) ได้ค่าแรงกดสปริงที่เหมาะสมไม่น้อยกว่า 7 กิโลกรัม

ส่วนปลายของหัวฉีดน้ำ เมื่อประกอบเข้าในแม่พิมพ์แล้วจะยื่นเข้าไปในแม่พิมพ์ประมาณ 8-10 มิลลิเมตรเพื่อผลในการกักเก็บน้ำภายใต้ความดันหลังจากชิ้นงานฉีดเย็นลง ก่อนที่จะเปิดวาล์วระบายน้ำหมายเลข 10 ที่แสดงในภาพที่ 3.1 เพื่อคงความดันภายในให้ชิ้นงานคงรูปอยู่ตลอดรอบระยะเวลาการเย็นตัวของชิ้นงาน เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยสัมผัสกับน้ำตลอดเวลาที่ใช้งาน จึงเลือกใช้ ชนิดวัสดุที่ทำเป็นแสตนเลสสตีล

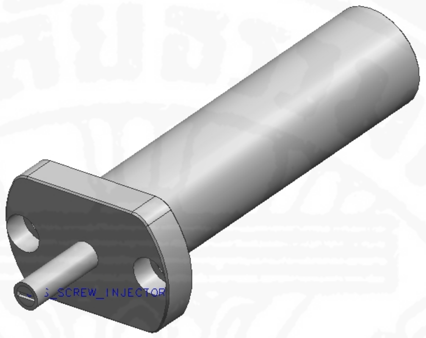


ภาพที่ 3.2 แสดงหัวฉีดน้ำที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง

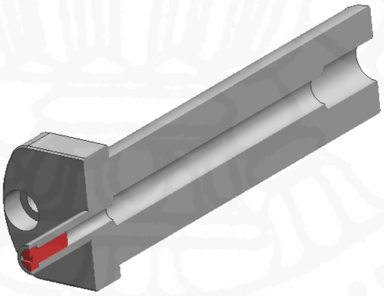


ภาพที่ 3.3 แสดงภาพตัดขวางของหัวฉีดน้ำที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง

เพื่อการเปรียบเทียบ ได้ออกแบบและสร้างหัวฉีดแก๊สสำหรับใช้ในการฉีดร่วมกันกับแม่พิมพ์เดียวกันด้วย โดยมีหลักการดังกล่าวในหัวข้อ 2.2.6.3 เป็นหัวฉีดแบบมีสกรูปรับขนาดช่องว่างที่ปลายหัวฉีด มีขนาดและรูปร่างภายนอกในส่วนที่จะต้องประกอบกับแม่พิมพ์เหมือนกันทุกประการกับหัวฉีดน้ำที่ออกแบบและสร้างขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3.4 และ 3.5 โดยหัวฉีดแก๊สจะรับแก๊สความดันสูงที่จ่ายมาจากเครื่องกำเนิดแก๊สความดันสูง ชื่อทางการค้า Battenfeld รุ่น DE11 ซึ่งเป็นเครื่องกำเนิดแก๊สความดันสูงสำหรับกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้แก๊สช่วยแบบควบคุมด้วยความดัน ดังได้กล่าวถึงในหัวข้อ 2.2.6



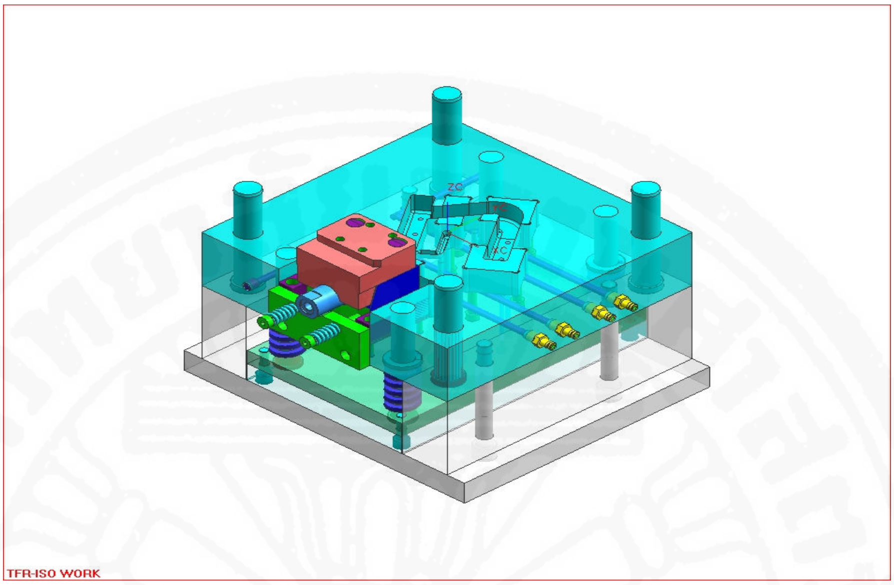
ภาพที่ 3.4 แสดงหัวฉีดแก๊สที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง



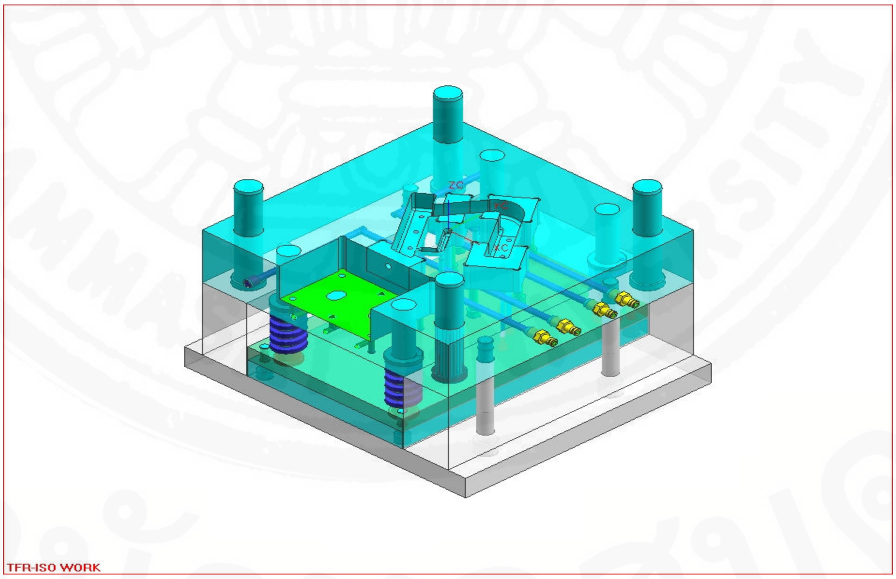
ภาพที่3.5 แสดงภาพตัดขวางหัวฉีดแก๊สที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง

3.2.3.5 การออกแบบและการสร้างแม่พิมพ์

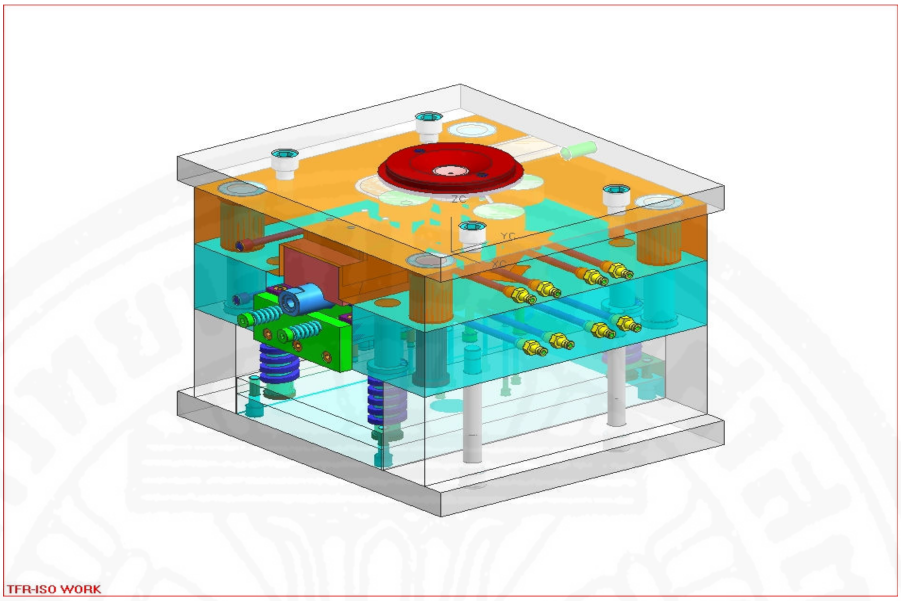
การออกแบบแม่พิมพ์ ถือหลักการที่ว่า ชิ้นงานที่ได้จะต้องมีความหนามากและมีรูปร่างที่การขึ้นรูปโดยการฉีดแบบปกติทำได้ยาก มีช่องทางเข้าของหัวฉีดน้ำหรือแก๊สแบบเคลื่อนที่เข้าและออกตามจังหวะการปิด-เปิดแม่พิมพ์ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3.6 3.7 3.8 และ 3.9



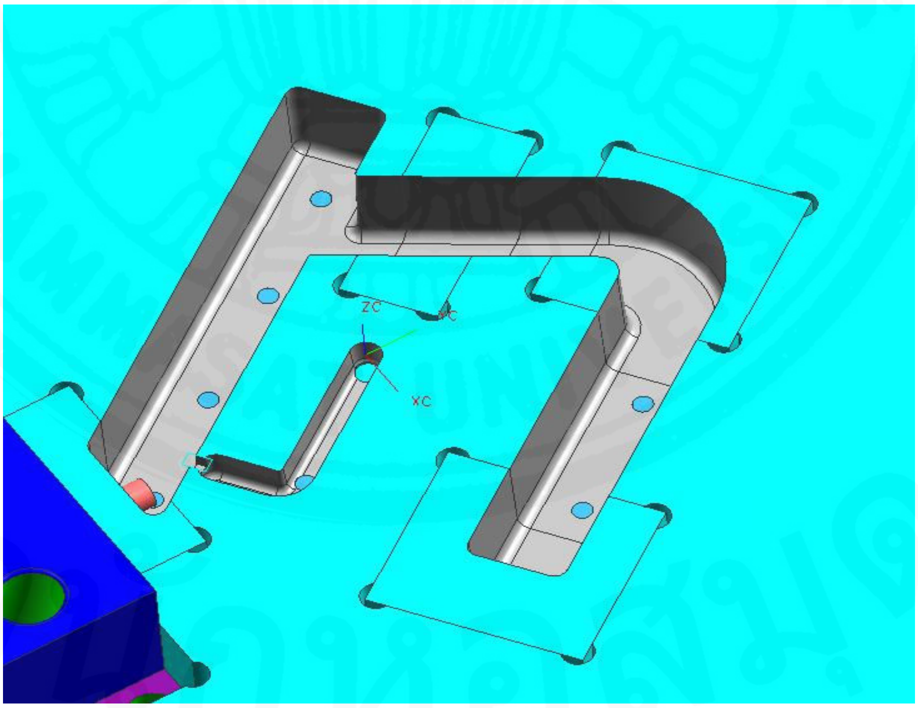
ภาพที่ 3.6 แสดงแม่พิมพ์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองขณะประกอบหัวฉีดน้ำหรือแก๊ส



ภาพที่ 3.7 แสดงแม่พิมพ์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองขณะปลดหัวฉีดน้ำหรือแก๊ส



ภาพที่ 3.8 แสดงแม่พิมพ์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองที่ประกอบสมบูรณ์



ภาพที่ 3.9 แสดงช่องทางของชิ้นงานของแม่พิมพ์ที่ออกแบบและสร้างขึ้น

3.3 การทดสอบ

การทดสอบฉีดชิ้นงาน โดยการฉีดชิ้นงานด้วยวัตถุดิบโพลีโพรพีลีน (PP)

3.3.1 เปรียบเทียบการฉีดเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีลักษณะสมบูรณ์ ตามข้อจำกัดของวิธีการฉีดแบบใช้แก๊สช่วย กับการฉีดแบบใช้น้ำช่วย โดยใช้วิธีการฉีดแบบไม่เต็มแม่พิมพ์และใช้แม่พิมพ์เดียวกันที่ออกแบบและสร้างขึ้น โดยใช้ค่าความดันแก๊สและน้ำเท่ากันใน 3 ค่าความดันคือ 100 150 และ 200 บาร์ ตามลำดับ

3.3.2 เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของชิ้นงานที่ได้จากการฉีดทั้ง 2 แบบ คือการฉีดแบบใช้แก๊สช่วยกับการฉีดแบบใช้น้ำช่วย

3.3.3 เก็บข้อมูลความดันภายในแม่พิมพ์แบบต่อเนื่องตลอดรอบระยะเวลาการฉีด ในการฉีดชิ้นงานจำนวน 20 ชิ้นต่อหนึ่งค่าความดันในการฉีดพลาสติกแบบใช้น้ำช่วย และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการทางสถิติทดสอบความแปรปรวน เพื่อทดสอบความสม่ำเสมอของลักษณะสมบัติของระบบที่ออกแบบและสร้างขึ้นเปรียบเทียบกับการฉีดพลาสติกแบบใช้แก๊สช่วยซึ่งใช้เครื่องกำเนิดแก๊สความดันสูงที่มีอยู่ เนื่องจากการฉีดพลาสติกแบบใช้แก๊สช่วยได้ถูกพัฒนามามากเป็นที่น่าเชื่อถือและถูกใช้ในเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลายแล้ว จึงเลือกเก็บตัวอย่างเพียง 10 ตัวอย่างต่อ 1 ค่าความดัน