บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

กระบวนการทุบขึ้นรูปเย็น (Cold forging) เป็นกระบวนการที่สามารถผลิตชิ้นงานที่มีความเที่ยงตรงสูง มีคุณภาพผิวที่ดี บางครั้งสามารถใช้งานได้เลยโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการอื่นต่อ (Net shape forming) ในปัจจุบันมีการใช้กระบวนการทุบขึ้นรูปเย็นในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่นชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แต่เนื่องจากกระบวนการทุบขึ้นรูปเย็นเป็นการขึ้นรูปที่อุณหภูมิห้อง วัสดุที่นำมาขึ้นรูปจึงต้องเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการไหลตัวที่ดี ขณะทำการขึ้นรูปเกิดแรงกระทำกับแม่พิมพ์สูงทำให้แม่พิมพ์เกิดการเปลี่ยนรูปและเกิดความเสียหายได้ง่าย นอกจากนี้ยังทำให้วัสดุที่ทำการขึ้นรูปเกาะติดแม่พิมพ์ได้ง่าย ก่อนการขึ้นรูปจึงต้องนำวัสดุไปเคลือบด้วยสารหล่อลื่นเพื่อป้องกันการเกาะติดและช่วยเพิ่มความสามารถในการไหลตัวของวัสดุ วิธีการที่นิยมมากในระดับสากลคือกระบวนการเคลือบผิวโลหะด้วยฟอสเฟต+สบู่ (Soap phosphate coating) ซึ่งเป็นการเตรียมผิวที่ดีเยี่ยม ทำหน้าที่เป็นตัวสะสมสารหล่อลื่นไว้ในตัว ให้สารหล่อลื่นไหลไปตามการเคลื่อนที่ของโลหะได้ ทั้งนี้การเคลือบผิวโลหะก่อนที่จะทำงานทุบขึ้นรูปเย็น (Cold forging) ใช้งานอย่างแพร่หลายอยู่แล้วในประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ความหลากหลายทางด้านรูปร่างในงานทุบขึ้นรูปเย็นส่งผลให้เกิดความต้องการลักษณะของชั้นหล่อลื่นที่เคลือบผิวแตกต่างกัน สารหล่อลื่นในปริมาณที่มากเกินไปส่งผลให้เกิดการไหลตัวของโลหะไม่เต็มแบบ ในกรณีการหล่อลื่นที่ไม่สมบูรณ์ หรือมีปริมาณไม่เพียงพอ จะทำให้สารหล่อลื่นไม่สามารถขยายตัวตามการขยายตัวของวัสดุ (Surface expansion) ขณะเปลี่ยนรูป การยึดติดของสารหล่อลื่นบนพื้นผิวโลหะเริ่มต้นที่ไม่แข็งแรง จะส่งผลให้สารหล่อลื่นหลุดออกจากพื้นผิวเมื่อเกิดการเคลื่อนที่สัมพัทธ์กับแม่พิมพ์ (Surface sliding) ขณะทำการขึ้นรูป ทำให้เกิดสภาวะ Metal to metal contact ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียดทานสูง เป็นอุปสรรคต่อการไหลตัวของวัสดุ เพิ่มโอกาสการยึดติดของผิวโลหะชิ้นงานบนแม่พิมพ์ เกิดการสึกหรอของแม่พิมพ์สูงตามมา

บริษัทไทยปาร์คเกอร์ไรซิ่ง จำกัด ผู้ผลิต จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์หล่อลื่น และรับจ้างเคลือบผิวโลหะด้วยสารหล่อลื่นชนิดต่างๆ เพื่อป้อนให้กับอุตสาหกรรมทุบขึ้นรูปโลหะในปัจจุบันได้ใช้อลูมิเนียมฟลูออไรด์+สบู่ (Soap aluminum fluoride coating) เป็นสารหล่อลื่นสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานอลูมิเนียม ซึ่งเป็นสารหล่อลื่นประเภทเดียวกับฟอสเฟส+สบู่ (Soap phosphate coating) ใช้กระบวนการ ขั้นตอน และส่วนผสมของสารเคมีในการเคลือบผิวตามเอกสารจากบริษัทที่ทำการเคลือบผิวในต่างประเทศ วิธีการประเมินคุณภาพของกระบวนการหล่อลื่นที่ใช้อยู่คือ คือ การเช็ค

น้ำหนักของสารหล่อลื่น (Coating weight) แต่ก็ไม่เสมอไปว่าน้ำหนักของสารหล่อลื่นมากจะดีเสมอไป เพราะถ้าปริมาณของสารหล่อลื่นมากเกินความจำเป็นก็จะเป็นสาเหตุของการที่ชิ้นงานไม่เต็มแบบได้ ที่ผ่านมาพบปัญหาจากลูกค้าที่มีงานทุบขึ้นรูปเย็นลักษณะหลากหลาย จำเป็นต้องทำการลองผิดลองถูกในการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ในการเคลือบสารหล่อลื่นจนกระทั่งเป็นที่พอใจของลูกค้า ดังนั้นจึงมีความต้องการศึกษาวิจัยเพื่อประเมินประสิทธิภาพของอลูมิเนียมฟลูออไรด์+สบู่ (Soap aluminum fluoride coating) โดยเปรียบเทียบกับฟอสเฟต+สบู่ (Soap phosphate coating) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และเพื่อวิเคราะห์ปริมาณของสารหล่อลื่นที่เหมาะสมกับกระบวนการทุบขึ้นรูปเย็นตามความต้องการของลูกค้า โดยเลือกศึกษาการเคลือบสารหล่อลื่นบนวัสดุอลูมิเนียม (AA6063) ที่ใช้กันมากในงานทุบขึ้นรูปเย็น (Cold Forging) เพื่อสร้างองค์ความรู้ร่วมกันในการพัฒนาการเคลือบสารหล่อลื่นเพื่อหล่อลื่นสำหรับอุตสาหกรรมทุบขึ้นรูปเย็นชิ้นส่วนอลูมิเนียม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอลูมิเนียมฟลูออไรด์+สบู่ (Saop aluminum fluoride coating) ในการลดสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการขึ้นรูปชิ้นส่วนอลูมิเนียมโดยเปรียบเทียบกับฟอสเฟต+สบู่ (Soap phosphate coating)

1.2.2 วิเคราะห์การบางลงของสารหล่อลื่นหลังการขึ้นรูปซึ่งเชื่อมโยงไปถึงการเกาะยึดของเนื้ออลูมิเนียมบนผิวของแม่พิมพ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

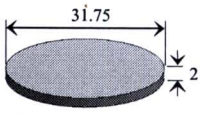
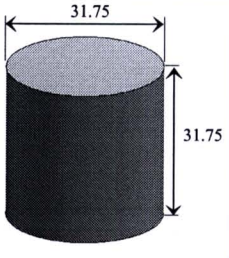
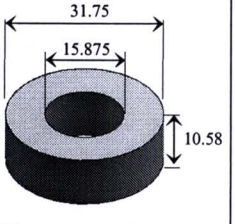
1.3.1 วิธีการทดสอบที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของสารหล่อลื่นมี 3 วิธีคือ การทดสอบด้วย Double cup extrusion test, Ring compression test, และ Ball on disc test

1.3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบคือ อลูมิเนียมเกรด AA6063

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 31.75 มิลลิเมตร สูง 2 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบ Ball on disc test
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 31.75 มิลลิเมตร สูง 31.75 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบ Double cup extrusion test
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 31.75 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15.875 มิลลิเมตร และสูง 10.58 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบ Ring compression test

1.3.3 สารหล่อลื่นที่ใช้ในการทดสอบคือ อลูมิเนียมฟลูออไรด์+สบู่ (Soap aluminum fluoride coating) เปรียบเทียบกับฟอสเฟต+สบู่ (Soap phosphate coating) โดยตัวแปรที่ทำการทดสอบคือ ปริมาณของสารหล่อลื่นที่ต่างกันตามความเหมาะสมของลักษณะงานในการขึ้นรูป ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณของสารหล่อลื่นที่ใช้ในการทดสอบ

Testing specimen	Conditions		Coating weight; g/m^2			
			Soap layer	Metal soap layer	Cryolite layer	Total layer
 **Ball on disc test**	Soap aluminum fluoride	A_1	11.19	1.40	1.79	14.38
		A_2	7.48	1.53	0.93	9.94
		A_3	10.94	1.94	1.67	14.55
		A_4	12.40	5.23	9.19	26.81
		A_5	12.08	6.72	9.84	28.63
	Soap phosphate		5.45	0.80	1.49	7.74
 **Double cup extrusion test**	Soap aluminum fluoride	A_1	12.26	1.07	3.15	16.48
		A_2	9.63	1.61	1.23	12.47
		A_3	7.52	1.89	1.24	10.65
		A_4	12.60	2.55	4.08	19.22
		A_5	13.00	5.30	4.69	23.00
	Soap phosphate		5.45	0.80	1.49	7.74
 **Ring compression test**	Soap aluminum fluoride	A_1	13.08	0.88	1.56	15.52
		A_2	12.30	1.71	6.39	20.40
		A_3	13.08	1.80	5.29	20.17
		A_4	6.86	2.07	1.19	10.12
		A_5	10.23	5.92	3.94	20.09
	Soap phosphate		5.11	0.73	1.40	7.24

1.3.4 เครื่องที่ใช้ในการทดสอบคือ Mechanical Press ขนาด 400 ตัน สำหรับการทดสอบ Double cup extrusion test และ Ring compression test, เครื่อง Tribo meter สำหรับการทดสอบ Ball on disc test, เครื่อง Scaning Electron Microscope (SEM) สำหรับวัดความหนาของสารหล่อลื่นทั้งก่อนและหลังการทดสอบ และเครื่องวัดความหยาบผิว (Surface Roughness Measuring Device)

1.3.5 จำลองการขึ้นรูปด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยโปรแกรมที่มีชื่อว่า DEFORM-3D เพื่อใช้สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ Surface expansion, Normal pressure, ทิศทางการไหลตัวของเนื้อวัสดุ และใช้สำหรับการจัดทำ Calibration curve ของการทดสอบ Double cup extrusion test และ Ring compression test