

## สารบัญ

	หน้า
<b>1. ส่วนประกอบตอนต้น</b>	
1.1 ปก	
1.2 บทคัดย่อภาษาไทย	a
1.3 บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	b
1.4 สารบัญเรื่อง	c
1.5 สารบัญตาราง	e
1.6 สารบัญภาพ	f
1.7 ประมวลศัพท์และคำย่อ	g
<b>2 เนื้อหา</b>	
2.1 บทนำ	1
2.1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	6
2.1.2 ขอบเขตของโครงการวิจัย	6
2.1.3 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	7
2.1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
2.2 การดำเนินงานวิจัย	8
2.2.1 การออกแบบระบบการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ	8
2.2.2 ระบบควบคุมและระบบขับป้อนงาน	10
2.2.3 การออกแบบและสร้างวงจรควบคุมการเชื่อมอัตโนมัติ	14
2.2.4 ระบบการจัดเก็บสิ่งตัวอย่างควันละอองโลหะ	16
2.2.5 การวิเคราะห์ระบบการวัดควันละอองโลหะ	19
2.2.6 การดำเนินการทดลองเครื่องจักรในงานวิจัย	22
2.2.7 การออกแบบพารามิเตอร์ในการเชื่อม	23
2.2.8 การออกแบบวิธีการเก็บผลการทดลอง	24
2.2.9 ผลการทดลอง	25
2.3 ข้อวิจารณ์ผลการทดลอง	33
2.4 สรุปและข้อเสนอแนะ	34
<b>3 ส่วนท้ายเรื่อง</b>	
ภาคผนวก ก เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง	
ภาคผนวก ค ผลงานตีพิมพ์	

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ผลเฉลยของการคำนวณความเร็วรอบของงานเชื่อม ที่ได้จากการทดสอบของระบบขับในอุดมคติ	13
ตารางที่ 2 รายละเอียดอุปกรณ์โดยรวมของระบบการจับเก็บวันละองโลหะ	16
ตารางที่ 3 การจัดหาอุปกรณ์ในงานวิจัย และ Specification ของอุปกรณ์	18
ตารางที่ 4 Welding Parameter Specification (WPS)	24
ตารางที่ 5 Matrix of Experiment	25
ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อชี้บ่งความแตกต่างของระดับการเกิดควันละองรวม ที่มีผลของความแตกต่างจากระดับกระแสเชื่อม และชนิดของแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม ด้วยระดับนัยยะสำคัญ 0.05	32
ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อชี้บ่งความแตกต่างของระดับการเกิดควันละองตกค้าง ที่มีผลของความแตกต่างจากระดับกระแสเชื่อม และชนิดของแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม ด้วยระดับนัยยะสำคัญ 0.05	32
ตารางที่ 8 ผลการทดลองควันละองโลหะตามระดับกระแสและชนิดแก๊สปกคลุม	35

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ผลการถ่ายภาพรังสีเอ็กซเรย์บริเวณปอดของช่างเชื่อมในปี ค.ศ. 1995, ซึ่งเป็นระยะเวลา 4 เดือนก่อนการเสียชีวิตของช่างเชื่อมคนนี้	3
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของการเกิดควันละอองโลหะที่เป็นฟุ้งก่ขึ้นของกระแสเชื่อม และอาร์คโวลต์	3
รูปที่ 3 ลักษณะของ Fume Chamber ตามการแนะนำของ AWS F1.2-92	4
รูปที่ 4 ลักษณะของ Fume Chamber ที่พัฒนาขึ้นใน University of New Hampshire	5
รูปที่ 5 หลักการของ Horizontal Fume Chamber	9
รูปที่ 6 การขึ้นรูป Chamber	10
รูปที่ 7 หลักการของระบบขับป้องกันการเชื่อมพอกผิว	11
รูปที่ 8 ผลตอบสนองของความเร็วยรอบงานในอุดมคติ	13
รูปที่ 9 ระบบป้องกันขั้วงานที่กำลังดำเนินการประกอบ - ติดตั้ง	14
รูปที่ 10 วงจรควบคุมเครื่องเชื่อม GMAW, ระบบขับป้องกัน และการดูดควันละอองโลหะ	15
รูปที่ 11 การทดลองหาแรงดันตกคร่อมกับโบลเวอร์ขนาด 3 แรงม้า	19
รูปที่ 12 ผลคำนวณจากโปรแกรม MINITAB จากข้อมูลการวิเคราะห์ระบบการวัด	19
รูปที่ 13 แผ่นงานคำนวณที่ได้จากการวัดพารามิเตอร์จริง ที่หมุนได้รอบ	22
รูปที่ 14 ช่วงที่ระบบที่จัดสร้างขึ้นมาสามารถทำงานได้จริง	23
รูปที่ 15 รูปร่างแนวเชื่อมที่ได้จากการเชื่อมด้วยกระแส 160 บนท่อเหล็กกล้าคาร์บอน ความหนา 3.5 มิลลิเมตรด้วยลวดเชื่อม ER309 Dia 1.2 มิลลิเมตร แก๊สปกคลุม 10%CO <sub>2</sub> +90%Ar	23
รูปที่ 16 การเกิดควันละอองโลหะโดยรวมระหว่างการเชื่อมด้วยการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ GMAW เป็นเวลา 3 นาที แก๊สปกคลุม 100% CO <sub>2</sub> โลหะป้อนเติม ER309 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร	26
รูปที่ 17 การเกิดควันละอองโลหะโดยรวมที่หลงเหลือจากการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ GMAW เป็นเวลา 3 นาที แก๊สปกคลุม 100% CO <sub>2</sub> โลหะป้อนเติม ER309 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร	27

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 18 การเกิดควันละอองโลหะโดยรวมระหว่างการเชื่อมด้วยการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ GMAW เป็นเวลา 3 นาที แก๊สปกคลุม 10% CO <sub>2</sub> +90%Ar โลหะป้อนเติม ER309 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร	28
รูปที่ 19 การเกิดควันละอองโลหะโดยรวมที่หลงเหลือจากการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ GMAW เป็นเวลา 3 นาที แก๊สปกคลุม 10% CO <sub>2</sub> +90%Ar โลหะป้อนเติม ER309 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร	28
รูปที่ 20 การเกิดควันละอองโลหะโดยรวมระหว่างการเชื่อมด้วยการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ GMAW เป็นเวลา 3 นาที แก๊สปกคลุม 20% CO <sub>2</sub> +80%Ar โลหะป้อนเติม ER309 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร	29
รูปที่ 21 การเกิดควันละอองโลหะโดยรวมที่หลงเหลือจากการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ GMAW เป็นเวลา 3 นาที แก๊สปกคลุม 20% CO <sub>2</sub> +80%Ar โลหะป้อนเติม ER309 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร	30
รูปที่ 22 อิทธิพลการเกิดควันละอองโลหะโดยรวมระหว่างการเชื่อมด้วยการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ GMAW เป็นเวลา 3 นาที ที่ขึ้นกับกระแสเชื่อมและแก๊สต่างชนิด โลหะป้อนเติม ER309 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร	30
รูปที่ 23 อิทธิพลการเกิดควันละอองโลหะโดยรวมที่หลงเหลือจากการเชื่อมพอกผิวอัตโนมัติ GMAW เป็นเวลา 3 นาที ที่ขึ้นกับกระแสเชื่อมและแก๊สต่างชนิด โลหะป้อนเติม ER309 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร	31

## ประมวลศัพท์และคำย่อ

Welding Fume	ควันละอองโลหะจากการเชื่อม
Total Welding Fume	ปริมาณควันละอองรวมจากเวลาในการเชื่อมทั้งหมด
Fume Formation Rate	อัตราการเกิดควันละออง
Residual Fume	ปริมาณควันละอองที่หลงเหลือ
Deposition Rate	อัตราการบ่อนเติมเนื้อโลหะ
GR&R	(Gauge Repeatability and Reproducibility)
Fume Chamber Collector	อุปกรณ์จัดเก็บสิ่งตัวอย่างควันละออง
WPS	(Welding Procedure Specification)