

# การติดตั้งปั๊มความร้อนสำหรับกระบวนการชุบสี โรงงานธนบุรีประกอบรถยนต์

โดย นายนันท์ภักดิ์ ทรรษาภิพัฒน์ บ.เอ็กเซลเด็นท์ เอ็นเนอร์ยี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด  
นายปรเมธ ประเสริฐยิ่ง บ.การันตี เอ็นจิเนียริง จำกัด  
นายศักดิ์รินทร์ สิริบุญนาการ บ.การันตี เอ็นจิเนียริง จำกัด

## 1. บทนำ

ในวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานปัจจุบัน โรงงานผู้ผลิตต่างต้องหามาตรการต่างๆ เพื่อการประหยัดพลังงานซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตและสร้างความสามารถในการแข่งขัน บริษัทเอ็กเซลเด็นท์ เอ็นเนอร์ยี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ผู้ให้บริการ ESCO (Energy Service Company) จึงได้เสนอมาตรการประหยัดพลังงานให้แก่บริษัทธนบุรีประกอบรถยนต์ จำกัด ซึ่งดำเนินธุรกิจเป็นผู้ประกอบรถยนต์ ยี่ห้อ Mercedes Benz โรงงานตั้งอยู่ที่ 55/1 หมู่ 1 ถนนสุขุมวิท อำเภอบางม่วง จังหวัดสมุทรปราการ โดยหนึ่งในมาตรการที่เสนอคือการใช้ปั๊มความร้อน (Heat Pump) ในระบบการชุบสี และได้พิจารณาพร้อมกันมอบหมายให้บริษัทการันตี เอ็นจิเนียริง จำกัด เป็นผู้ดำเนินการผลิตและติดตั้งระบบดังกล่าว



รูปที่ 1. การติดตั้ง Heat Pump โรงงานธนบุรีประกอบรถยนต์

## 2. ระบบเดิมก่อนการปรับปรุง

### กระบวนการชุบสี

ในการผลิตรถยนต์จะประกอบด้วยกระบวนการชุบสีเครื่องยนต์ ซึ่งในขั้นตอนย่อยของกระบวนการดังกล่าวจะมีการใช้น้ำร้อนและน้ำเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำในบ่อดังนี้

#### ด้านการใช้น้ำร้อน

ในกระบวนการชุบสีจะมีบ่อที่ต้องการความร้อนจำนวน 3 บ่อ ดังนี้

1. Pre – degreasing bath ใช้สำหรับล้างสิ่งสกปรกออกจากเครื่องยนต์ ขนาดบ่อ 6.25L x 2.6W x 2.65H อุณหภูมิในบ่อ 55 °C - 60 °C
2. Degreasing bath ใช้สำหรับล้างไขออกจากเครื่องยนต์ ขนาดบ่อ 6.25L x 2.6W x 2.65H อุณหภูมิในบ่อ 50 °C - 60 °C
3. Phosphate Tank ใช้สำหรับกัดและทำปฏิกิริยาเพื่อให้เป็นเหล็กฟอสเฟต ขนาดบ่อ 6.25L x 2.6W x 2.65H อุณหภูมิในบ่อ 50 °C - 60 °C

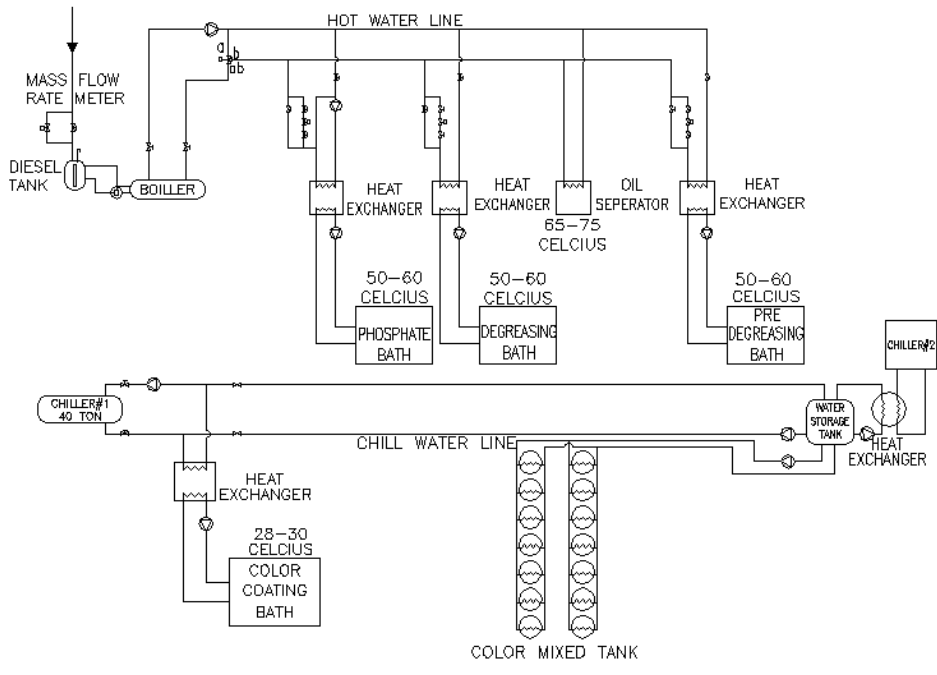
นอกจากนี้ยังมี Oil separation ใช้สำหรับแยกชั้นไขมันกับน้ำที่ผ่านการล้างเครื่องยนต์ อุณหภูมิในบ่อ 70 °C - 75 °C

การใช้งานในระบบเดิมจะใช้น้ำร้อนจาก Boiler แลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำในบ่อโดยผ่าน Plate Heat Exchanger ของแต่ละบ่อที่ 1 –3 ส่วนใน Oil separation จะใช้น้ำร้อนเคลื่อนผ่านผิวของบ่อเพื่อรักษาอุณหภูมิ Boiler ที่ใช้จะเป็นขนาด 1800 kW ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง โดยจะเริ่มอุ่นน้ำในแต่ละบ่อเพื่อเตรียมพร้อมการใช้งานในช่วงเวลา 4.00 – 8.00 น. จากนั้นจึงเริ่มใช้งานตั้งแต่ 8.00 – 16.00 น. แล้วจึงปิด Boiler

#### ด้านการใช้น้ำเย็น

โรงงานจะใช้เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 40 TR เพื่อระบายความร้อนให้กับบ่อสี ขนาด 6.25L x 2.6W x 2.65H โดยใช้น้ำเย็นที่ผลิตมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับสีในบ่อผ่าน Plate Heat Exchanger เพื่อรักษาอุณหภูมิสีในบ่อที่ 32 °C ตลอด 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ในส่วนของห้องผสมสีจะมีชุดทำความเย็นแบบ Package split type ขนาด 23 TR จะทำงานเพื่อรักษาอุณหภูมิในถังเก็บน้ำขนาด 1,500 ลิตร ที่ 24 °C

รูปแบบการติดตั้งระบบในกระบวนการชุบสีก่อนการปรับปรุงดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.



รูปที่ 2. วงจรการทำงานระบบควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการชุบสีก่อนการปรับปรุง

### 3. การเลือกขนาด Heat Pump

ขนาดเครื่อง heat pump จะประเมินจากปริมาณความร้อนที่ต้องการสำหรับการรักษาอุณหภูมิบ่อชุบสีขณะทำการชุบ และจากข้อมูลการใช้ น้ำมันดีเซลของ boiler ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. ประเมินจากปริมาณความร้อนที่ต้องการในการรักษาอุณหภูมิบ่อสีขณะทำการผลิต

ตาราง 1.1 แสดงค่าความร้อนที่ต้องใช้ในการรักษาอุณหภูมิที่อุณหภูมิอากาศค่าต่าง ๆ

	Min.	Min. Mean	Mean	Max._Mean	Max.
Outdoor Application C Dry Bulb	19.5	23.6	29.0	32.3	39.7
(Bangkok) C Wet Bulb	16.0	18.1	25.25	29.7	26.5
Heat Required					
(kW) 50 C Pool	20.0	18.0	18.2	18.3	18.45
55 C Pool	22.5	22.7	22.9	23.0	23.2
60 C Pool	28.0	28.2	28.5	28.6	28.8
Heat_load เพื่อรักษาอุณหภูมิทั้งสีน 3 บ่อ	70.5	68.9	69.6	69.9	70.45

ค่าความร้อนสูงสุดสำหรับการรักษาอุณหภูมิบ่อ = 70.5 kW

เลือกขนาด Heat Pump โดยเผื่อปริมาณความร้อนของชิ้นส่วนรถยนต์ที่ชุบอีก 10 %

จะได้ขนาด Heat Pump = 70.5 x 1.1

= 77.55 kW

## 2. การประเมินจากปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ในช่วงเวลาทำการผลิต

จากข้อมูลการใช้น้ำมันในช่วงทำการผลิตและรักษาอุณหภูมิในบ่อชุบดี มีค่าการใช้น้ำมันเฉลี่ยประมาณ 10 ลิตรต่อชั่วโมง หรือคิดเทียบเป็นพลังงานความร้อน 107 kW โดยประเมินค่าประสิทธิภาพการ boiler ที่ประมาณ 75% ค่าความร้อนที่ใช้ในการทำน้ำร้อนคือ  $107 \times 75\% = 80.25 \text{ kW}$

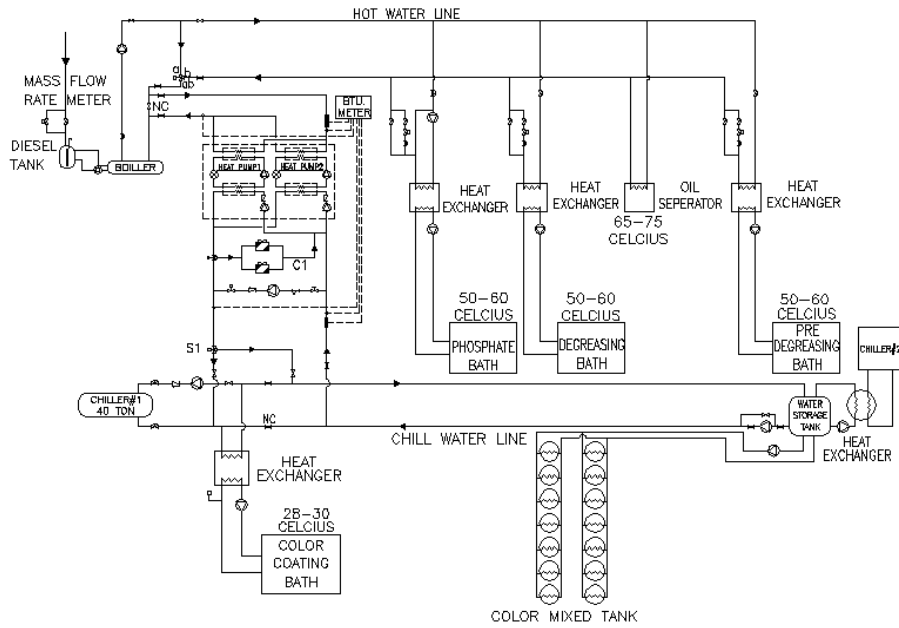
จากการประเมินทั้งสองแนวทาง ได้ทำการเลือกขนาดในการทำความร้อน Heat pump คือ 80.8 kW โดยมีรายละเอียดการทำงานของ Heat Pump ตามตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ข้อมูลรายละเอียดของ Heat Pump

MODEL			HHPM80kW	
PERFORMANCE DATA	HEATING CAPACITY		kW	80.8
	COOLING CAPACITY		kW (Btu/h)	52.6(180,343)
	HOT WATER SIDE	FLOW	Lph	8,684
		ENTERING	°C	70
		LEAVING	°C	78
	COLD WATER SIDE	FLOW	Lph	8,820
		ENTERING	°C	12.0
		LEAVING	°C	7.0
	COMPRESSOR	TYPE		OPEN TYPE RECIPROCATING COMPRESSOR
QUANTITY		2		
REFRIGERATION		R-134a		
WATER PUMP		TYPE		END SUCTION CENTRIFUGAL
		QUANTITY		2
ELECTRICAL DATA	TOTAL POWER CONSUMPTION		kW	38.4
	RATING		Amp	88.8
PHYSICAL DATA	CASING MATERIAL			ENAMELED GALVANIZED STEEL
	LENGTH		mm.	2100
	WIDTH		mm.	1200
	HEIGHT		mm.	1905
	WEIGHT ( approx.)		Kg.	1350

## 4. ระบบหลังการปรับปรุงและการทำงานของ Heat Pump

การปรับปรุงระบบการผลิตน้ำร้อนและน้ำเย็นโดยใช้ Heat Pump ติดตั้งดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3. วงจรการทำงานระบบควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการชุบสีเมื่อใช้ Heat Pump

Heat Pump จะติดตั้งเข้ากับระบบท่อเดิม เพื่อเป็นอุปกรณ์หลักในการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 °C – 80 °C เพื่อให้สามารถรักษาอุณหภูมิบ่อในแต่ละบ่อได้ที่ระดับ 50 °C – 60 °C โดย Boiler ที่มีอยู่จะใช้ในการทำน้ำร้อนช่วงเข้าก่อนเริ่มงานและสำรองไว้ใช้งานในกรณีที่้อัตราการใช้ความร้อนสูงกว่าปกติหรือช่วงการซ่อมบำรุงระบบ Heat Pump

ในด้านความเย็นซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตความร้อนของ Heat Pump ก็จะใช้ในการรักษาอุณหภูมิที่บ่อชุบสี โดย Heat Pump จะดึงความร้อนจากน้ำในถังเก็บน้ำบนห้องผสมสีทำให้น้ำมีอุณหภูมิที่ 15 °C – 18 °C แล้วจ่ายให้ Plate Heat Exchanger ที่บ่อชุบสีเพื่อรักษาอุณหภูมิที่ 32 °C และจึงส่งกลับไปที่ถังเก็บน้ำ แต่ในกรณีที่อุณหภูมิในบ่อสีต่ำกว่า 32 °C Temperature Controller ก็จะช่วยควบคุมให้ 3 Ways Solenoid Valve ( S1 ) ควบคุมการจ่ายน้ำไปที่ถังเก็บน้ำบนห้องผสมสีโดยไม่ต้องผ่าน Plate Heat Exchanger ที่บ่อชุบสี เพื่อทำความเย็นให้กับน้ำในถังดังกล่าวต่อไป

ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้ความเย็นจากน้ำเย็นแต่ยังคงต้องการใช้งานพลังงานด้านความร้อนในการทำน้ำร้อน ก็สามารถใช้จ่ายน้ำเย็นที่ผลิตจาก Heat Pump ไปที่ Auxiliary Chilled Water Coil ( C1 ) เพื่อระบายความเย็นทิ้งไปและให้ Heat Pump สามารถผลิตน้ำร้อนต่อไปได้

## 5. ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ลดลงจากการติดตั้งระบบ Heat Pump

การประเมินผลการประหยัดสำหรับการใช้งาน Heat pump ซึ่งจะยังคงใช้ boiler ชุดเดิมในการทำน้ำร้อนในบ่อชุบสีในช่วงเข้าก่อนเริ่มงาน และใช้ heat pump ในการทำน้ำร้อนในช่วงทำการผลิต

### ค่าน้ำมันดีเซล

ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยที่ใช้สำหรับ Boiler ในกระบวนการชุบสีก่อนการติดตั้ง Heat pump

$$= 10 \text{ ลิตรต่อ ชม.} \times 13 \text{ ชม.} = 130 \text{ ลิตร/วัน}$$

ค่าน้ำมันดีเซลเท่ากับ 26.70 บาท/ลิตร (เดือน พฤษภาคม 2549) ทำงาน 20 วัน/เดือน

คิดเป็นค่าใช้จ่ายเท่ากับ

$$= 130 \times 26.70 \times 20$$

$$= 69,420 \text{ บาท/เดือน}$$

### ค่าไฟฟ้าสำหรับ Heat Pump

จากการทดสอบ Heat Pump จะใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 43.25 kW โดยสามารถทำกำลังงานด้านความร้อนได้เท่ากับ 102.93 kW ด้านความเย็นเท่ากับ 61.75 kW หรือ 17.6 ตันความเย็น

ค่าไฟฟ้าที่ Heat pump ใช้สำหรับการรักษาอุณหภูมิบ่อสีในช่วงเวลาทำงาน 13 ชั่วโมงต่อวัน 20 วันต่อเดือน ภายในระยะเวลา 1 เดือน

$$= 43.25 \text{ (kW) } \times 13 \text{ (hr.) } \times 20 \text{ (day/month) } \times 2.9 \text{ (บาท/kWh)}$$

$$= 32,610 \text{ บาท/เดือน}$$

### ค่าไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นที่ลดลง

ประมาณค่าไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นที่ลดลง โดยคิดค่าไฟฟ้าต่อการทำความเย็นที่ 1.5 kW/ ตันความเย็น สำหรับ Air cooled chiller และ package split type

ค่าไฟฟ้าเครื่องทำน้ำเย็นที่ลดลงในระยะเวลา 1 เดือนเท่ากับ

$$= 17.6 \text{ (ton) } \times 1.5 \text{ (kW / ton) } \times 13 \text{ (hr.) } \times 20 \text{ (day/month) } \times 2.9 \text{ (บาท/kWh)}$$

$$= 19,906 \text{ บาท/เดือน}$$

ผลการประหยัดสุทธิจากการใช้งานต่อเดือน

$$= 69,420 + 19,906 - 32,610$$

$$= 56,715 \text{ บาท/เดือน}$$

$$= 680,581 \text{ บาท/ปี}$$

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ Heat Pump

$$= 1,620,000.00 \text{ บาท}$$

คิดเป็นระยะเวลาคู่มือทุนจากการใช้งาน

$$= 1,620,000/680,581$$

$$= 2.38 \text{ ปี}$$

โดยในขั้นต่อไปจะทดสอบการใช้งาน heat pump ในการรักษาอุณหภูมิบ่อชุบสีในช่วงที่หยุดผลิตรถกลางคืน และได้น้ำเย็นสำหรับรักษาอุณหภูมิในถังสี ซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการทำน้ำร้อนในช่วงเช้า และจะมีผลการประหยัดเพิ่มขึ้นกว่าการประเมินข้างต้น

## 6. บทสรุป

ปั๊มความร้อนหรือ Heat pump สามารถผลิตทั้งความร้อนและความเย็น เพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการชุบสีโคโรรยนต์ ทำให้สามารถลดทั้งค่าเชื้อเพลิงของหม้อน้ำร้อนและค่าไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็น ทำให้ระยะเวลาคุ้มทุนเร็วมาก จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์และอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน

สุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณทางบริษัทธนบุรีประกอบรถยนต์ จำกัด ที่มีความเชื่อมั่นในบริการทางวิศวกรรมของบริษัทเอ็กเซลเลนท์ เอ็นเนอร์ยี อินเตอร์เนชันแนล จำกัด ซึ่งเป็นผู้ให้บริการ ESCO และบริษัทการ์นต์ เอ็นจิเนียริง จำกัด ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการผลิตและติดตั้ง และที่สำคัญที่สุดคือเป็นการยอมรับในเทคโนโลยีของคนไทย ซึ่งจะทำให้การประหยัดพลังงานโดยใช้ Heat Pump เป็นธุรกิจของคนไทยที่จะเจริญเติบโตต่อไปในอนาคต