บริษัท สยามอินดัสเทรียล แมชชีนเนอรี่ จำกัด
SIAM INDUSTRIAL MACHINERY CO., LTD.
5/15 หมู่ 6 ถนนบางนา-ตราด กม.15 ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540 โทร 02-312-5300 โทรสาร 02-312-5410
5/15 Moo 6 , Km 15 Bangna-Trad Highway, Bangchalong , Bangplee, Samutprakarn 10540 Thailand Tel 02-312-5300 Fax 02-312-5410

รายงานการตรวจวัดและวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ

xxxx Co., Ltd.

16 พฤศจิกายน 2563

สารบัญ

หน้า

สรุปผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องจักร

ก. เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับกฎกระทรวง

เนื่องจากไม่มีค่าประสิทธิภาพมาตรฐานของเครื่องอัดอากาศ จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน จึงใช้การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพจากค่าออกแบบของเครื่องแทน และได้ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องดังตาราง ดังนี้

เครื่องอัดอากาศ	ค่าประสิทธิภาพ จากการตรวจวัด (kW/Nm^3/min)	ค่าประสิทธิภาพ จากค่าออกแบบของเครื่อง (kW/m^3/min)	ผลวิเคราะห์ เมื่อเทียบกับค่าออกแบบ (%)
B47-1-U	7.007	6.025	86.00%
B47-2-U		6.025	
B47-3-U		6.025	
B47-4-U		6.025	
B47-5-U		6.025	

บทที่ 1 เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

เครื่องอัดอากาศที่ตรวจวัดจำนวน 5 เครื่อง คือ B47-1-U ถึง B47-5-U โดยมีรายละเอียดของเครื่องจักรและภาพถ่ายของเครื่อง ดังนี้

1.1.1 รายละเอียดของเครื่องอัดอากาศที่ตรวจวัด (Air Compressor)

รายการ	B47-1-U	B47-2-U
ผู้ผลิต	KOBELCO	KOBELCO
Model	ALE90A LGFD-15. 8/7	ALE90A LGFD-15. 8/7
พิกัดกำลังไฟฟ้า		
Compressor Motor (kW)	90	90
Cooling Fan Motor (kW)	3.0	3.0
Oil Pump Motor (kW)	2.2	2.2
อัตราการผลิตลม (m^3/min)	15.8	15.8
ประสิทธิภาพของเครื่อง (kW/m^3/min)	6.025	6.025
แรงดันของลมที่ใช้งาน (Bar)	7.0	7.0
ประเภทของคอมเพรสเซอร์	Oil Free Screw Compressor	Oil Free Screw Compressor
การระบายความร้อน	ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ระบายความร้อนด้วยอากาศ
ชั่วโมงการใช้งาน	24 ชั่วโมงต่อวัน	24 ชั่วโมงต่อวัน
อายุการใช้งาน (ปี)	6 ปี	6 ปี
การควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์	Fix Speed	Fix Speed
หมายเหตุ	เป็นเครื่องหลัก	ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องควบคุมเครื่องอัดลมเป็นกลุ่มอัตโนมัติ Economild

1.1.1 รายละเอียดของเครื่องอัดอากาศที่ตรวจวัด (Air Compressor) (ต่อ)

รายการ	B47-3-U	B47-4-U
ผู้ผลิต	KOBELCO	KOBELCO
Model	ALE90A LGFD-15. 8/7	ALE90A LGFD-15. 8/7
พิกัดกำลังไฟฟ้า		
Compressor Motor (kW)	90	90
Cooling Fan Motor (kW)	3.0	3.0
Oil Pump Motor (kW)	2.2	2.2
อัตราการผลิตลม (m^3/min)	15.8	15.8
ประสิทธิภาพของเครื่อง (kW/m^3/min)	6.025	6.025
แรงดันของลมที่ใช้งาน (Bar)	7.0	7.0
ประเภทของคอมเพรสเซอร์	Oil Free Screw Compressor	Oil Free Screw Compressor
การระบายความร้อน	ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ระบายความร้อนด้วยอากาศ
ชั่วโมงการใช้งาน	24 ชั่วโมงต่อวัน	24 ชั่วโมงต่อวัน
อายุการใช้งาน (ปี)	6 ปี	6 ปี
การควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์	Fix Speed	Fix Speed
หมายเหตุ	ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องควบคุมเครื่องอัดลมเป็นกลุ่มอัตโนมัติ Economild	ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องควบคุมเครื่องอัดลมเป็นกลุ่มอัตโนมัติ Economild

1.1.1 รายละเอียดของเครื่องอัดอากาศที่ตรวจวัด (Air Compressor) (ต่อ)

รายการ	B47-5-U	
ผู้ผลิต	KOBELCO	
Model	ALE90A LGFD-15. 8/7	
พิกัดกำลังไฟฟ้า		
Compressor Motor (kW)	90	
Cooling Fan Motor (kW)	3.0	
Oil Pump Motor (kW)	2.2	
อัตราการผลิตลม (m^3/min)	15.8	
ประสิทธิภาพของเครื่อง (kW/m^3/min)	6.025	
แรงดันของลมที่ใช้งาน (Bar)	7.0	
ประเภทของคอมเพรสเซอร์	Oil Free Screw Compressor	
การระบายความร้อน	ระบายความร้อนด้วยอากาศ	
ชั่วโมงการใช้งาน	24 ชั่วโมงต่อวัน	
อายุการใช้งาน (ปี)	6 ปี	
การควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์	Fix Speed	
หมายเหตุ	ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องควบคุมเครื่องอัดลมเป็นกลุ่มอัตโนมัติ Economild	

รูปที่ 1 ภาพถ่ายของเครื่องอัดอากาศ B47-1-U และ B47-2-U ตามลำดับ

รูปที่ 2 ภาพถ่ายของเครื่องอัดอากาศ B47-3-U และ B47-4-U ตามลำดับ

รูปที่ 3 ภาพถ่ายของเครื่องอัดอากาศ B47-5-U

1.2 วัตถุประสงค์ของการตรวจวัด

รายงานฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1.2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องอัดอากาศ เพื่อใช้ในการประเมินศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานเบื้องต้น รวมถึงเป็นการหาแนวทางในการปรับปรุงระบบต่อไป

1.2.2 เป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำระบบการจัดการพลังงาน ตาม พรบ. อนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2550

1.2.3 เป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำระบบ ISO 50001

1.3 ขั้นตอนการตรวจวัด

1.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดมีดังนี้

ลำดับที่	ชื่อเครื่องวัด	ยี่ห้อเครื่องวัด	รุ่นของเครื่องวัด
1	เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าแบบชั่วขณะ (Power Meter)	Chauvin Arnoux	CA. 8333
2	เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)	Testo	425
3	เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Thermometer, %RH Meter)	Testo	625

1.3.2 ขั้นตอนการตรวจวัดสำหรับการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องอัดอากาศ

ลำดับที่	รายละเอียด	ระยะเวลา การบันทึกข้อมูล
1	ตรวจวัดพื้นที่ของช่องรับลมด้านเข้า ทุกช่อง	ตรวจวัดจำนวน 1 ครั้ง
2	ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าช่องรับลม	ตรวจวัดจำนวน 1 ครั้ง
3	ตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ ในช่วง Load	ตรวจวัดทุก ๆ 5 นาที จำนวน 5 ครั้ง
3	ตรวจวัดความเร็วของลมที่ช่องรับลมด้านเข้า	ตรวจวัดทุก ๆ 5 นาที จำนวน 5 ครั้ง

รูปที่ 4 ภาพถ่ายการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ

รูปที่ 5 ภาพถ่ายช่องรับลมและการตรวจวัดความเร็วลมของเครื่องอัดอากาศ

รูปที่ 6 ภาพถ่ายการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของลมเข้าเครื่องอัดอากาศ

1.4 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ

การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) เพื่อหาระดับการใช้พลังงานของเครื่อง สามารถทำการคำนวณวิเคราะห์ได้โดยการตรวจวัดความเร็วลมของช่องรับลม, พื้นที่ของช่องรับลม และกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ โดยตรวจวัดแบบชั่วขณะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเฉลี่ยเครื่องอัดอากาศ No. B47-1-U

ผลจากการตรวจวัดในวันที่ 16 พฤศจิกายน 2563 เวลา 13.00 – 13.45 น. โดยตรวจวัดทุก ๆ 5 นาที สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพได้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	ค่าเฉลี่ยจากการวัด	หน่วย
1	พื้นที่ของช่องรับลม	0.0912	m^2
2	ความเร็วลมด้านเข้าเฉลี่ย	2.872	m/s
3	ปริมาณลมที่ผลิตได้เฉลี่ย	15.720	m^3/min
4	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย	102.62	kW
5	ค่าประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ	6.530	kW/m^3/min
6	ค่าประสิทธิภาพหลังปรับค่าเป็น Normal Condition	7.007	kW/Nm^3/min

1.4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเฉลี่ยเครื่องอัดอากาศ No. B47-2-U

ผลจากการตรวจวัดในวันที่ 16 พฤศจิกายน 2563 เวลา 13.45 – 14.30 น. โดยตรวจวัดทุก ๆ 5 นาที สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพได้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	ค่าเฉลี่ยจากการวัด	หน่วย
1	พื้นที่ของช่องรับลม		m^2
2	ความเร็วลมด้านเข้าเฉลี่ย		m/s
3	ปริมาณลมที่ผลิตได้เฉลี่ย		m^3/min
4	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย		kW
5	ค่าประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ		kW/m^3/min
6	ค่าประสิทธิภาพหลังปรับค่าเป็น Normal Condition		kW/Nm^3/min

1.4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเฉลี่ยเครื่องอัดอากาศ No. B47-3-U

ผลจากการตรวจวัดในวันที่ 16 พฤศจิกายน 2563 เวลา 14.30 – 15.15 น. โดยตรวจวัดทุก ๆ 5 นาที สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพได้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	ค่าเฉลี่ยจากการวัด	หน่วย
1	พื้นที่ของช่องรับลม		m^2
2	ความเร็วลมด้านเข้าเฉลี่ย		m/s
3	ปริมาณลมที่ผลิตได้เฉลี่ย		m^3/min
4	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย		kW
5	ค่าประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ		kW/m^3/min
6	ค่าประสิทธิภาพหลังปรับค่าเป็น Normal Condition		kW/Nm^3/min

1.4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเฉลี่ยเครื่องอัดอากาศ No. B47-4-U

ผลจากการตรวจวัดในวันที่ 16 พฤศจิกายน 2563 เวลา 15.15 – 16.00 น. โดยตรวจวัดทุก ๆ 5 นาที สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพได้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	ค่าเฉลี่ยจากการวัด	หน่วย
1	พื้นที่ของช่องรับลม		m^2
2	ความเร็วลมด้านเข้าเฉลี่ย		m/s
3	ปริมาณลมที่ผลิตได้เฉลี่ย		m^3/min
4	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย		kW
5	ค่าประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ		kW/m^3/min
6	ค่าประสิทธิภาพหลังปรับค่าเป็น Normal Condition		kW/Nm^3/min

1.4.5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเฉลี่ยเครื่องอัดอากาศ No. B47-5-U

ผลจากการตรวจวัดในวันที่ 16 พฤศจิกายน 2563 เวลา 16.00 – 16.45 น. โดยตรวจวัดทุก ๆ 5 นาที สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพได้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	ค่าเฉลี่ยจากการวัด	หน่วย
1	พื้นที่ของช่องรับลม		m^2
2	ความเร็วลมด้านเข้าเฉลี่ย		m/s
3	ปริมาณลมที่ผลิตได้เฉลี่ย		m^3/min
4	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย		kW
5	ค่าประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ		kW/m^3/min
6	ค่าประสิทธิภาพหลังปรับค่าเป็น Normal Condition		kW/Nm^3/min

1.5 ตัวอย่างการคำนวณและข้อมูลการตรวจวัด

1.5.1 ตัวอย่างการคำนวณ (ยกตัวอย่างเพียงชุดเดียว)

<u>จากสูตร</u>

Q = A x v x 60

Eff. = P/Q

โดยที่ Q คือ ปริมาณลมที่ผลิตได้ (m^3/min)

A คือ พื้นที่ของช่องรับลมด้านเข้า (m^2)

v คือ ความเร็วของลมด้านเข้า (m/s)

Eff. คือ ประสิทธิภาพของเครื่อง (kW/m^3/min)

P คือ กำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ (kW)

ตัวอย่างการคำนวณของการตรวจวัดเครื่องอัดอากาศ No.B47-1-U ตรวจวัดครั้งที่ 1 (ยกตัวอย่างเพียงชุดเดียว)

<u>ผลการตรวจวัด</u>

A = 0.0912 m^2 (From Measurement)

v = 2.872 m/s (From Anemometer) (ค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด)

P = 102.62 kW (From Power Meter)

แทนค่าในสูตรจะได้

Q = 0.0912 x 2.872 x 60

= 15.720 m^3/min

Eff. = 102.62 / 15.720

= 6.530 kW/m^3/min

1.5.2 รายละเอียดการตรวจวัดและวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศ No. B47-1-U

ตรวจวัดครั้งที่	กำลังไฟฟ้าของ Compressor ช่วง Load								พื้นที่ช่องรับลมเข้า	ความเร็วลมด้านเข้า	ปริมาณลมอัดที่ทำได้	ประสิทธิภาพของเครื่อง	ค่าปรับแก้	ประสิทธิภาพของเครื่องหลังปรับแก้	พิกัดของเครื่อง	ประสิทธิภาพของเครื่อง
	Voltage (Volt)			Current (Amp.)			Power	PF.								
	R-S	R-T	T-R	L1	L2	L3	(kW.)	%	m^2	m/s	CMM	kW/CMM		kW/CMM	kW/CMM	%
1	403.0	403.9	403.0	160.4	164.3	154.3	101.50	0.908	0.0912	2.80	15.326	6.623	0.9319	7.107	6.025	84.77%
2	399.8	400.9	399.8	160.2	165.8	163.7	103.00	0.906	0.0912	2.92	15.983	6.445	0.9319	6.916	6.025	87.12%
3	400.3	401.3	400.3	162.2	166.5	165.1	103.40	0.904	0.0912	2.95	16.147	6.404	0.9319	6.872	6.025	87.67%
4	400.9	401.8	400.9	161.5	165.8	164.4	102.70	0.904	0.0912	2.87	15.709	6.538	0.9319	7.016	6.025	85.88%
5	400.1	401.1	400.1	161.7	166.3	164.4	102.50	0.904	0.0912	2.82	15.435	6.641	0.9319	7.126	6.025	84.55%
เฉลี่ย	**400.8**	**401.8**	**400.8**	**161.2**	**165.7**	**162.4**	**102.62**	**0.905**	**0.0912**	**2.872**	**15.720**	**6.530**	**0.9319**	**7.007**	**6.025**	**86.00%**

เครื่องอัดอากาศ No. B47-2-U

ตรวจวัดครั้งที่	กำลังไฟฟ้าของ Compressor ช่วง Load								พื้นที่ช่องรับลมเข้า	ความเร็วลมด้านเข้า	ปริมาณลมอัดที่ทำได้	ประสิทธิภาพของเครื่อง	ค่าปรับแก้	ประสิทธิภาพของเครื่องหลังปรับแก้	พิกัดของเครื่อง	ประสิทธิภาพของเครื่อง
	Voltage (Volt)			Current (Amp.)			Power	PF.								
	R-S	R-T	T-R	L1	L2	L3	(kW.)	%	m^2	m/s	CMM	kW/CMM		kW/CMM	kW/CMM	%

เครื่องอัดอากาศ No. B47-3-U

ตรวจวัดครั้งที่	กำลังไฟฟ้าของ Compressor ช่วง Load								พื้นที่ช่องรับลมเข้า	ความเร็วลมด้านเข้า	ปริมาณลมอัดที่ทำได้	ประสิทธิภาพของเครื่อง	ค่าปรับแก้	ประสิทธิภาพของเครื่องหลังปรับแก้	พิกัดของเครื่อง	ประสิทธิภาพของเครื่อง
	Voltage (Volt)			Current (Amp.)			Power	PF.								
	R-S	R-T	T-R	L1	L2	L3	(kW.)	%	m^2	m/s	CMM	kW/CMM		kW/CMM	kW/CMM	%

เครื่องอัดอากาศ No. B47-4-U

ตรวจวัดครั้งที่	กำลังไฟฟ้าของ Compressor ช่วง Load								พื้นที่ช่องรับลมเข้า	ความเร็วลมด้านเข้า	ปริมาณลมอัดที่ทำได้	ประสิทธิภาพของเครื่อง	ค่าปรับแก้	ประสิทธิภาพของเครื่องหลังปรับแก้	พิกัดของเครื่อง	ประสิทธิภาพของเครื่อง
	Voltage (Volt)			Current (Amp.)			Power	PF.								
	R-S	R-T	T-R	L1	L2	L3	(kW.)	%	m^2	m/s	CMM	kW/CMM		kW/CMM	kW/CMM	%

เครื่องอัดอากาศ No. B47-5-U

ตรวจวัดครั้งที่	กำลังไฟฟ้าของ Compressor ช่วง Load								พื้นที่ช่องรับลมเข้า	ความเร็วลมด้านเข้า	ปริมาณลมอัดที่ทำได้	ประสิทธิภาพของเครื่อง	ค่าปรับแก้	ประสิทธิภาพของเครื่องหลังปรับแก้	พิกัดของเครื่อง	ประสิทธิภาพของเครื่อง
	Voltage (Volt)			Current (Amp.)			Power	PF.								
	R-S	R-T	T-R	L1	L2	L3	(kW.)	%	m^2	m/s	CMM	kW/CMM		kW/CMM	kW/CMM	%

1.5.3 ค่าจากการปรับเป็น Normal Condition

สมการปรับค่าจาก ค่าจากการตรวจวัด (Actual Condition) เป็น Normal Condition ตามมาตรฐาน ISO 1217

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Actual}} \times \%\mathrm{RH_{Actual}}) \times \mathrm{T_{Normal}}}{(\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Normal}} \times \%\mathrm{RH_{Normal}}) \times \mathrm{T_{Actual}}}$$

โดยที่	FAD_{Actual}	=	ความสามารถในการผลิตอากาศอัดจริง (m^3/min)
	FAD_{Normal}	=	ความสามารถในการผลิตอากาศอัดพิกัด (Nm^3/min)
	T_{Actual}	=	อุณหภูมิสัมบูรณ์อากาศก่อนเข้าเครื่อง (K)
	T_{Normal}	=	อุณหภูมิสัมบูรณ์อ้างอิงอากาศ @20°C (K)
	SVP_{Normal}	=	Saturation Vapor Pressure Normal @20°C (PSI)
	SVP_{Actual}	=	Saturation Vapor Pressure Actual @T_{actual} (PSI)
	P_{atm}	=	ความดันบรรยากาศปกติ (PSI)

<u>การปรับค่าของเครื่องอัดอากาศ No. B47-1-U</u>

จากการตรวจวัด อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ เท่ากับ 38.0°C และ 48.7% ตามลำดับ

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Actual}} \times \%\mathrm{RH_{Actual}}) \times \mathrm{T_{Normal}}}{(\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Normal}} \times \%\mathrm{RH_{Normal}}) \times \mathrm{T_{Actual}}}$$

แทนค่าในสูตร จะได้

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (14.7 - 0.769589 \times 0.451) \times (273 + 20)}{(14.7 - 0.337876 \times 0.00) \times (273 + 34.0)}$$

$$FAD_{Normal} = \frac{FAD_{Actual} \times 4205.40}{4512.90}$$

$$FAD_{Normal} = FAD_{Actual} \times 0.9319$$

หมายเหตุ : Saturation Vapor Pressure (SVP) อ้างอิงจากตาราง คุณสมบัติ ไออิ่มตัว เทอร์โมไดนามิกส์

จากตารางคำนวณในหัวข้อ 1.5.2 จะได้ (ยกตัวอย่างเพียงชุดเดียว)

FAD_{Actual}	=	15.720	m^3/min
FAD_{Normal}	=	15.720 x 0.9319	
	=	14.649	Nm^3/min
ค่าประสิทธิภาพ (Normal Condition)	=	102.62 / 14.649	
	=	6.025	kW/Nm^3/min
ประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับค่าออกแบบ	=	ประสิทธิภาพพิกัด / ประสิทธิภาพตรวจวัด x 100	
	=	6.025 / 7.007 x 100	
	=	86.00	%

<u>การปรับค่าของเครื่องอัดอากาศ No. B47-2-U</u>

จากการตรวจวัด อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ เท่ากับ 34.6°C และ 42.0% ตามลำดับ

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Actual}} \times \%\mathrm{RH_{Actual}}) \times \mathrm{T_{Normal}}}{(\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Normal}} \times \%\mathrm{RH_{Normal}}) \times \mathrm{T_{Actual}}}$$

แทนค่าในสูตร จะได้

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (14.7 - 0.795694 \times 0.420) \times (273 + 20)}{(14.7 - 0.337876 \times 0.00) \times (273 + 34.6)}$$

$$FAD_{Normal} = \frac{FAD_{Actual} \times 4209.18}{4521.72}$$

$$FAD_{Normal} = FAD_{Actual} \times 0.9309$$

หมายเหตุ : Saturation Vapor Pressure (SVP) อ้างอิงจากตาราง คุณสมบัติ ไออิ่มตัว เทอร์โมไดนามิกส์

<u>การปรับค่าของเครื่องอัดอากาศ No. B47-3-U</u>

จากการตรวจวัด อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ เท่ากับ 34.9°C และ 43.0% ตามลำดับ

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Actual}} \times \mathrm{\%RH_{Actual}}) \times \mathrm{T_{Normal}}}{(\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Normal}} \times \mathrm{\%RH_{Normal}}) \times \mathrm{T_{Actual}}}$$

แทนค่าในสูตร จะได้

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (14.7 - 0.809031 \times 0.430) \times (273 + 20)}{(14.7 - 0.337876 \times 0.00) \times (273 + 34.9)}$$

$$FAD_{Normal} = \frac{FAD_{Actual} \times 4205.17}{4526.13}$$

$$FAD_{Normal} = FAD_{Actual} \times 0.9291$$

หมายเหตุ : Saturation Vapor Pressure (SVP) อ้างอิงจากตาราง คุณสมบัติ ไออิ่มตัว เทอร์โมไดนามิกส์

<u>การปรับค่าของเครื่องอัดอากาศ No. B47-4-U</u>

จากการตรวจวัด อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ เท่ากับ 34.8°C และ 44.9% ตามลำดับ

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Actual}} \times \mathrm{\%RH_{Actual}}) \times \mathrm{T_{Normal}}}{(\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Normal}} \times \mathrm{\%RH_{Normal}}) \times \mathrm{T_{Actual}}}$$

แทนค่าในสูตร จะได้

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (14.7 - 0.804564 \times 0.449) \times (273 + 20)}{(14.7 - 0.337876 \times 0.00) \times (273 + 34.8)}$$

$$FAD_{Normal} = \frac{FAD_{Actual} \times 4201.25}{4524.66}$$

$$FAD_{Normal} = FAD_{Actual} \times 0.9285$$

หมายเหตุ : Saturation Vapor Pressure (SVP) อ้างอิงจากตาราง คุณสมบัติ ไออิ่มตัว เทอร์โมไดนามิกส์

<u>การปรับค่าของเครื่องอัดอากาศ No. B47-5-U</u>

จากการตรวจวัด อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ เท่ากับ 38.2°C และ 40.8% ตามลำดับ

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Actual}} \times \%\mathrm{RH_{Actual}}) \times \mathrm{T_{Normal}}}{(\mathrm{P_{atm}} - \mathrm{SVP_{Normal}} \times \%\mathrm{RH_{Normal}}) \times \mathrm{T_{Actual}}}$$

แทนค่าในสูตร จะได้

$$\mathrm{FAD_{Normal}} = \frac{\mathrm{FAD_{Actual}} \times (14.7 - 0.968999 \times 0.408) \times (273 + 20)}{(14.7 - 0.337876 \times 0.00) \times (273 + 38.2)}$$

$$FAD_{Normal} = \frac{FAD_{Actual} \times 4191.26}{4574.64}$$

$$FAD_{Normal} = FAD_{Actual} \times 0.9162$$

หมายเหตุ : Saturation Vapor Pressure (SVP) อ้างอิงจากตาราง คุณสมบัติ ไออิ่มตัว เทอร์โมไดนามิกส์

บทที่ 2 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

รายละเอียดของมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่พบจากการเข้าตรวจวัด ดังต่อไปนี้

2.1 xxxxx

ปัญหาที่พบ

แนวทางการปรับปรุง

ภาคผนวก เอกสารสอบเทียบเครื่องมือวัด

ก เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) Chauvin Arnoux CA. 8333

Technology Instruments Co., Ltd.
549/9 Onnut Road., Pravet, Bangkok 10250 Thailand.
Tel : 0-2743-8888 Fax : 0-2743-8880

NSC-TISI-TIS 17025 CALIBRATION 0188

Calibration Laboratory

Calibration Report

Cert No. : E-2003070

Page 1 of 7

Equipment :	Power & Quality Analyser with Clamp
Model :	C.A 8333 with MA193 with 6500 A
Serial No :	N 103717 QAH,N 147044 NKV,N 147093 NKV,N 132955 NHV, N 134457 JEV,N 134466 JEV
ID No. :	E20017
Manufacturer :	Chauvin Arnoux
Customer :	Enginova Co.,Ltd.
Address :	39/51 Moo.5, Ban Puek, Muang Chonburi, Chonburi 20130
Location of Calibration :	TIC
Ambient Temperature :	23 °C ± 3 °C
Relative Humidity :	55 %RH ± 15 %RH

Calibrated By : Supawat Khamwiang
Engineer

Approved By :
(Taweesak Ariyachad)
Approved Signatory

Received Date : 13-Mar-20

Calibration Date : 13-Mar-20

Date of Issue : 14-Mar-20

Calibration Laboratory

Continuation of Calibration Report

Cert. No.: E-2003070
Page 2 of 7

Job No.: 0797-202233

Calibration Procedure: WI-VAM,WI-IAC,WI-PFN,WI-WAM,WI-VDM,WI-FAN

Calibration Method:

This instrument was calibrated by apply the input and measuring the output for verify that the UUC displays a reading that is within the limits shown.

Condition of this result of calibration:

1. Reference Standard Instruments Used:

Instrument	Model	Serial No.	Cal. Report No.	Due date	Ref. STD Lab.	Traceability
Multi-Product Calibrator	5522A	2623905	EE-0075-19	21-May-20	NIMT	NIMT
50 Turn Current Coil	5500A/Coil	TICL/E08	EL-0213/05	15-Dec-20	NIMT	NIMT

2. This result of calibration was found accurate as shown on date and place of calibration only.
3. This result of calibration was found accurate for this equipment only.
4. This calibration report documents the traceability to national standards, with realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

Result of Calibration: without adjustment

AC Current @ 50Hz with MA193, S/N: N 147093 NKV (L1)

Range (A)	STD Value (A)	UUC Reading (A)	Error (A)	Uncertainty(±) (A)
6500	50.0000	49.5	-0.5	1.5
	100.0000	99.4	-0.6	1.8
	300.0000	298.9	-1.1	3.1
	500.0000	498.4	-1.6	4.4
	700.0000	697.8	-2.2	5.8
	900.0000	897.2	-2.8	7.2

AC Current @ 50Hz with MA193, S/N: N 132955 NHV (L2)

Range (A)	STD Value (A)	UUC Reading (A)	Error (A)	Uncertainty(±) (A)
6500	50.0000	49.8	-0.2	1.5
	100.0000	99.7	-0.3	1.8
	300.0000	299.4	-0.6	3.1
	500.0000	498.6	-1.4	4.4
	700.0000	698.8	-1.2	5.8
	900.0000	897.4	-2.6	7.2

Calibration Laboratory

Continuation of Calibration Report

Cert. No.: E-2003070

AC Current @ 50Hz with MA193, S/N: 147044 NKV (L3)

Range	STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
6500	50.0000	50.0	0.0	1.5
	100.0000	98.8	-1.2	1.8
	300.0000	298.2	-1.8	3.1
	500.0000	497.5	-2.5	4.4
	700.0000	697.2	-2.8	5.8
	900.0000	896.5	-3.5	7.2

AC Current @ 50Hz with Amflex, S/N: N 134466 JEV (L1)

Range	STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
6500	50.0000	50.0	0.0	1.5
	100.0000	99.6	-0.4	1.8
	300.0000	300.6	0.6	3.1
	500.0000	501.5	1.5	4.4
	700.0000	702.4	2.4	5.8
	900.0000	902.1	2.1	7.2

AC Current @ 50Hz with Amflex, ID: E20017 (L2)

Range	STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
6500	50.0000	49.4	-0.6	1.5
	100.0000	100.3	0.3	1.8
	300.0000	300.3	0.3	3.1
	500.0000	500.8	0.8	4.4
	700.0000	701.5	1.5	5.8
	900.0000	900.1	0.1	7.2

AC Current @ 50Hz with Amflex, S/N: N 134457 JEV (L3)

Range	STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
6500	50.0000	50.1	0.1	1.5
	100.0000	99.5	-0.5	1.8
	300.0000	298.7	-1.3	3.1
	500.0000	497.9	-2.1	4.4
	700.0000	696.6	-3.4	5.8
	900.0000	895.6	-4.4	7.2

Calibration Laboratory

Continuation of Calibration Report

Cert. No.: E-2003070

AC Power @ 50Hz with MA193 , S/N: N 147093 NKV (L1) , P.F = 1

Nominal Value	STD Setting	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(kW)	(V/A)	(kW)	(kW)	(kW)
5.000	100 V@ 50 A	4.942	-0.058	0.0090
15.00	300 V@ 50 A	14.82	-0.18	0.028
30.00	300 V@ 100 A	29.88	-0.12	0.054
50.00	500 V@ 100 A	49.80	-0.20	0.089
350.00	700 V@ 500 A	349.4	-0.6	0.58

AC Power @ 50Hz with MA193 , S/N: N 132955 NHV (L2) , P.F = 1

Nominal Value	STD Setting	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(kW)	(V/A)	(kW)	(kW)	(kW)
5.000	100 V@ 50 A	4.970	-0.030	0.0090
15.00	300 V@ 50 A	14.90	-0.10	0.028
30.00	300 V@ 100 A	29.85	-0.15	0.054
50.00	500 V@ 100 A	49.74	-0.26	0.089
350.00	700 V@ 500 A	348.7	-1.3	0.58

AC Power @ 50Hz with MA193 ,S/N: 147044 NKV (L3) , P.F = 1

Nominal Value	STD Setting	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(kW)	(V/A)	(kW)	(kW)	(kW)
5.000	100 V@ 50 A	5.006	0.006	0.0090
15.00	300 V@ 50 A	15.01	0.01	0.028
30.00	300 V@ 100 A	29.66	-0.34	0.054
50.00	500 V@ 100 A	49.65	-0.35	0.089
350.00	700 V@ 500 A	348.9	-1.1	0.58

AC Power @ 50Hz with Amflex, S/N: N 134466 JEV (L1) , P.F = 1

Nominal Value	STD Setting	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(kW)	(V/A)	(kW)	(kW)	(kW)
5.000	100 V@ 50 A	4.968	-0.032	0.0090
15.00	300 V@ 50 A	14.90	-0.10	0.028
30.00	300 V@ 100 A	29.98	-0.02	0.054
50.00	500 V@ 100 A	50.07	0.07	0.089
350.00	700 V@ 500 A	351.4	1.4	0.58

Calibration Laboratory

Continuation of Calibration Report

Cert. No.: E-2003070

Page 5 of 7

AC Power @ 50Hz with Amflex, ID: E20017 (L2) , P.F = 1

Nominal Value	STD Setting	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(kW)	(V/A)	(kW)	(kW)	(kW)
5.000	100 V@ 50 A	4.990	-0.010	0.0090
15.00	300 V@ 50 A	14.94	-0.06	0.028
30.00	300 V@ 100 A	29.97	-0.03	0.054
50.00	500 V@ 100 A	50.03	0.03	0.089
350.00	700 V@ 500 A	350.2	0.2	0.58

AC Power @ 50Hz with Amflex, S/N: N 134457 JEV (L3) , P.F = 1

Nominal Value	STD Setting	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(kW)	(V/A)	(kW)	(kW)	(kW)
5.000	100 V@ 50 A	5.000	0.000	0.0090
15.00	300 V@ 50 A	14.98	-0.02	0.028
30.00	300 V@ 100 A	29.62	-0.38	0.054
50.00	500 V@ 100 A	49.56	-0.44	0.089
350.00	700 V@ 500 A	348.3	-1.7	0.58

AC Voltage @ 50Hz

	Range	STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)
L1	1000	100.000	100.0	0.0	0.063
		300.000	300.0	0.0	0.091
		500.00	499.9	-0.1	0.20
		700.00	699.9	-0.1	0.27
		900.00	899.9	-0.1	0.34
L2	1000	100.000	100.0	0.0	0.063
		300.000	300.0	0.0	0.091
		500.00	499.7	-0.3	0.20
		700.00	699.6	-0.4	0.27
		900.00	899.5	-0.5	0.34
L3	1000	100.000	100.0	0.0	0.063
		300.000	300.0	0.0	0.091
		500.00	499.8	-0.2	0.20
		700.00	699.7	-0.3	0.27
		900.00	899.7	-0.3	0.34

Calibration Laboratory

Continuation of Calibration Report

Cert. No.: E-2003070

Page 6 of 7

DC Voltage

	Range	STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)
L1	1000	0.0000	0	0	0.58
		100.0000	100.0	0.0	0.058
		300.0000	300.0	0.0	0.059
		500.000	500.0	0.0	0.060
		700.000	700.0	0.0	0.061
		900.000	900.0	0.0	0.062
L2	1000	0.0000	0	0	0.58
		100.0000	100.0	0.0	0.058
		300.0000	300.0	0.0	0.059
		500.000	500.0	0.0	0.060
		700.000	699.9	-0.1	0.061
		900.000	899.7	-0.3	0.062
L3	1000	0.0000	0	0	0.58
		100.0000	100.0	0.0	0.058
		300.0000	300.1	0.1	0.059
		500.000	500.0	0.0	0.060
		700.000	699.9	-0.1	0.061
		900.000	899.9	-0.1	0.062

Frequency

Range	STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(Hz)	(V)	(V)	(V)	(V)
Auto	50.00	50.00	0.00	0.0064
	60.00	60.00	0.00	0.0065

Power Factor with MA193, S/N: N 147093 NKV (L1)

STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(V)	(V)	(V)	(V)
0.000	0.005	0.005	0.00058
0.500	0.504	0.004	0.00058
1.000	1.000	0.000	0.00058

Calibration Laboratory

Continuation of Calibration Report

Cert. No.: E-2003070

Page 7 of 7

\# Power Factor with MA193, S/N: N 132955 NHV (L2)

STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(V)	(V)	(V)	(V)
0.000	0.004	0.004	0.00058
0.500	0.504	0.004	0.00058
1.000	1.000	0.000	0.00058

\# Power Factor with MA193, S/N: 147044 NKV (L3)

STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(V)	(V)	(V)	(V)
0.000	0.006	0.006	0.00058
0.500	0.504	0.004	0.00058
1.000	1.000	0.000	0.00058

\# Power Factor with Amflex, S/N: N 134466 JEV (L1)

STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(V)	(V)	(V)	(V)
0.000	0.007	0.007	0.00058
0.500	0.506	0.006	0.00058
1.000	1.000	0.000	0.00058

\# Power Factor with Amflex, ID: E20017 (L2)

STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(V)	(V)	(V)	(V)
0.000	0.007	0.007	0.00058
0.500	0.507	0.007	0.00058
1.000	1.000	0.000	0.00058

\# Power Factor with Amflex, S/N: N 134457 JEV (L3)

STD Value	UUC Reading	Error	Uncertainty(±)
(V)	(V)	(V)	(V)
0.000	0.007	0.007	0.00058
0.500	0.506	0.006	0.00058
1.000	1.000	0.000	0.00058

Note : # = Not TISI Accredited

UUC = Unit Under Calibration

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k = 2, providing a level of confidence of approximately 95%

End of Calibration Report

ข เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Thermometer, %RH Meter) Testo 425

Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage
Certicifato di taratura • Informe de calibración

Be sure. testo

Gerät / Module type / Modèle / Modelo:	**testo 425**
Serien-Nr. / Serial no. / No. de série / Número de serie:	**03509933**
Segmenttest / Display test / Test d'affichage / Test del visualizador:	**ok**
Tastaturtest / Keyboard test / Testes de clavier / Test del teclado:	**ok**

Messwerte mit externe Messfühler / Measured values with external probe / Valeurs mesurées avec sonde de mesure externe / Valores medidos con sonda externa:

Sollwert / Reference / Référence / Referencia:	Toleranz / Tolerance / Tolérance / Tolerancia:	Istwert / Actual Value / Valeur réelle / Valor medido:
Temperatur / Temperature / Température / Temperatura (NTC)		
22.0 °C	± 0.5 °C	21.9 °C
Strömung/Velocity/Vitesse d'air/Velocidad		
1.00 m/s	± 0.08 m/s	1.03 m/s
8.00 m/s	± 0.43 m/s	8.02 m/s
20.0 m/s	± 1.03 m/s	20.1 m/s

08.06.2020
Datum / Date /
Date / Fecha

(1414)
Prüfer / Inspector /
Vérificateur / Verificador

ค เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) Testo 625

Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage
Certicifato di taratura • Informe de calibración

Be sure. testo

Gerät / Module type / Modèle / Modelo:	**testo 625**
Serien-Nr. / Serial no. / No. de série / Número de serie:	**62381573**
Serien-Nr. Fühler / Serial no. probe / No. de série de sonde / No. de serie de la sonda:	**03508289**
Segmenttest / Display test / Test d'affichage / Test del visualizador:	**ok**
Tastaturtest / Keyboard test / Testes de clavier / Test del teclado:	**ok**

Messwerte mit externe Messfühler /
Measured values with external probe /
Valeurs mesurées avec sonde de mesure externe /
Valores medidos con sonda externa:

Sollwert / Reference / Référence / Referencia:	Toleranz / Tolerance / Tolérance / Tolerancia:	Istwert / Actual Value / Valeur réelle / Valor medido:
Temperatur / Temperature / Température / Temperatura (NTC)		
25.0 °C	± 0.5 °C	24.9 °C
relative Luftfeuchte/relative humidity/humidité relative/humedad relativa		
11.3 %	± 2.5 %	11.2 %
40.0 %	± 2.5 %	40.8 %
75.2 %	± 2.5 %	75.3 %

27.05.2020
Datum / Date /
Date / Fecha

(1414)
Prüfer / Inspector /
Vérificateur / Verificador