



รายงานการวิจัย

การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับ
เครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขาม
จังหวัดเพชรบูรณ์

Development Technplogy of Filling Biogas Machine for
Industrial Heating in Phechabun Tamarind Manufacturing.

เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ และคณะ

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความ
ร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

Development Technplogy of Filling Biogas Machine for
Industrial Heating in Phechabun Tamarind Manufacturing

เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
นิสิต งามอาจ	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สุวิชา พุทธรัตน์	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดย สำนักงานบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษา
และพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ/มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์/
งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบ
จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2563

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อน
	ในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย	เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์
ผู้ร่วมวิจัย	นิสิต งามอาจ สุวิชา พุทธรัตน์
หน่วยงาน	คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2563

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ การทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังและปริมาณน้ำหนักของก๊าซที่บรรจุ โดยมีระยะเวลาในการบรรจุในแต่ละบาร์เฉลี่ย 2 นาที 23 วินาที ปริมาณน้ำหนักในแต่ละบาร์เฉลี่ย 0.04 กิโลกรัมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการบรรจุในแต่ละบาร์เฉลี่ย 0.92 แอมป์ ระยะเวลาในการบรรจุเฉลี่ย 11.00 นาทีต่อการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถัง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม) และปริมาณน้ำหนักก๊าซในการบรรจุเฉลี่ย 0.198 กิโลกรัมต่อการบรรจุก๊าซ 1 ถัง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม) อัตราค่าไฟฟ้า กิโลวัตต์ชั่วโมงที่ใช้ในการทดสอบมีขนาด 5(15) A 1200r/kW.h โดยอัตราเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถัง ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย 0.0370 ยูนิทและคิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 14 สตางค์ ต่อการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถัง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม) การทดสอบหาระยะเวลาในการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส 1 ถัง (ปริมาณแรงดัน 5 บาร์) โดยระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ย 41 นาที 02 วินาทีต่อถัง

เมื่อประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 ราย ผลการประเมินด้านรูปแบบมีค่าเฉลี่ยได้ 4.42 อยู่ในระดับ ดี ด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยได้ 4.38 อยู่ในระดับดี จากผลการประเมินในด้านรูปแบบและด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยได้ 4.40 อยู่ในระดับ ดี

คำสำคัญ : เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ, ก๊าซชีวภาพ

Project Research : Development Technplogy of Filling Biogas Machine for Industrial Heating in Phechabun Tamarind Manufacturing.

The Researcher : Mr. Sermsak Thipwong
: Mr.Nisit Ongoad
: Mr.Suwicha Phuttarat

University : Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology
Phetchabun Rajabhat University

Year : 2020

Abstract

this research to design and develop a biogas filling machine to test the performance of the biogas filling machine and evaluate the performance of the biogas filling machine.

The test for determination of the length of the gas inlet and the weight of the contained gas with a mean filling time in each bar of 2 minutes 23 seconds average weight of each bar is 0.04 kg and the load current in each bar is 0.92 amps average filling time of 11.00 minutes per 15 per 1 gas cylinder and average filling gas weight of 0.198 kg per 1 gas cylinder. Topic for tariff determination, The kilowatt hour meter used in the test has a size of 5 (15) A 1200r / kW.h. the average rate of filling 1 tank of biogas, the average electricity consumption of 0.0370 units and the average cost of 14 satang per container of biogas. Testing for the service time of a gas contained in a gas cylinder (Pressure volume 5 bar) the average use time is 41 minutes 02 seconds per tank. When assessing satisfaction by using a questionnaire with a sample of entrepreneurs Duangthong community enterprise Phetchabun Province, amount 10 cases. The evaluation of the model had a mean of 4.42 at a good level In terms of use, the average was 4.38 at a good level. From the evaluation of form and use, the average was 4.40 at a good level.

Keywords: Biogas filling machine, Biogas

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์

18 ธันวาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	1
ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า	1
ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
อุปกรณ์โครงสร้าง	6
อุปกรณ์ทางไฟฟ้า	19
บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการสร้าง	35
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	35
การออกแบบพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	35
การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน	39
การสร้างและประกอบเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	39
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	47
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	52
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	53

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	54
การทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	54
การประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	60
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา แก้ไขและข้อเสนอแนะ	64
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	64
อภิปรายผล	65
ปัญหาและการแก้ไขปัญหา	66
ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	70
ก รายการวัสดุอุปกรณ์และงบประมาณค่าใช้จ่าย	71
ข คู่มือการใช้งานการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	74
ค หนังสือเชิญเป็นกรรมการร่วมสอบป้องกันสารนิพนธ์	78
ง แบบประเมินคุณภาพการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	80
ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า	80

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 การทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายใน 1 ถึง และปริมาณน้ำหนักของก๊าซขณะบรรจุ	48
3.2 การทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าถังแก๊สแรงดัน ปริมาณ 5 บาร์และหาอัตราค่าไฟฟ้า	49
3.3 การทดสอบระยะเวลาการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส 5 บาร์	50
3.4 แบบประเมินความพึงพอใจด้านรูปแบบ การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	51
3.5 แบบประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	51
4.1 การทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายใน 1 ถึง และปริมาณน้ำหนักของก๊าซขณะบรรจุ	55
4.2 การทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าถังแก๊สแรงดัน ปริมาณ 5 บาร์และหาอัตราค่าไฟฟ้า	57
4.3 การทดสอบระยะเวลาการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส 5 บาร์	59
4.4 แบบประเมินความพึงพอใจด้านรูปแบบ การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	61
4.5 แบบประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	62
4.6 แบบสรุปการประเมินหาคุณภาพของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ด้านรูปแบบและด้านการใช้งาน	62
ก-1 รายการวัสดุอุปกรณ์และงบประมาณค่าใช้จ่ายของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	72
ก-2 รายการวัสดุอุปกรณ์และงบประมาณค่าใช้จ่ายของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ	73

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เกจวัดแรงดันหน้าปัด 4 นิ้ว ตัวเรือนสแตนเลสเกลียวทองเหลืองออกกลาง ½ นิ้ว	7
2.2 เหล็ก	9
2.3 ท่อ พี.วี.ซี.	11
2.4 ล้อรถเข็น	12
2.5 แผ่นสังกะสีเรียบ	13
2.6 น้ำปูนใส	13
2.7 แผ่นอะคริลิก	15
2.8 สายพีวีซีเอนกประสงค์	16
2.9 ท่อทองแดง	18
2.10 ฟิลเตอร์ทรายเออร์	18
2.11 เช็ควาล์ว	19
2.12 เซอร์กิตเบรกเกอร์ MCB RCBO RCCB	20
2.13 เซอร์กิตเบรกเกอร์ MCCB	21
2.14 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ACB	21
2.15 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 20 แอมป์	22
2.16 ไฟลอตแลมป์ 220V สีเขียว สีแดง	23
2.17 แมกเนติกคอนแทคเตอร์	24
2.18 สวิตช์หยุดฉุกเฉิน	24
2.19 พุ่มตัดตอนสวิตช์	25
2.20 สายไฟ (IV)	26
2.21 สายไฟ (VAF)	26
2.22 สายไฟ (THW)	27
2.23 สายไฟ (NYY)	28
2.24 สายไฟ (VCT)	28
2.25 PressureSwitch	29
2.26 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ	31
2.27 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี	32

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.28 คอมเพรสเซอร์แบบกันหอยหรือแบบสโครล์	33
2.29 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู	33
2.30 คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	34
3.1 การออกแบบโครงสร้างด้านหน้าของชิ้นงาน	36
3.2 การออกแบบโครงสร้างด้านข้างของชิ้นงาน	36
3.3 การออกแบบโครงสร้างด้านบนของชิ้นงาน	37
3.4 การออกแบบโครงสร้างด้ามจับของชิ้นงาน	37
3.5 วงจรไฟฟ้าของเครื่องบรรจุก๊าซซีวะภาพ	38
3.6 วงจรไฟฟ้ากำลังของเครื่องบรรจุก๊าซซีวะภาพ	38
3.7 วัฏจักรก๊าซจากบ่อไปจนถึงถัง	39
3.8 วัตถุประสงค์และตัดโครงหลัก	40
3.9 เชื่อมพื้นด้านล่างและด้านบน	40
3.10 เชื่อมยึดโครงหลัก	41
3.11 ประกอบล้อติดกับโครง	41
3.12 การติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้าง	42
3.13 วัดขนาดแผ่นสังกะสีเรียบและตัดแผ่นสังกะสีเรียบ	42
3.14 ประกอบสังกะสีเรียบเข้ากับโครงสร้าง	43
3.15 ยึดขอบอะลูมิเนียม	43
3.16 ติดตั้งบานพับประตู	44
3.17 ติดตั้งมือจับประตู	44
3.18 เจาะรูเพื่อวางตำแหน่ง ของ ไฟลोटแลมป์ และ สวิตช์ควบคุม	45
3.19 การติดตั้ง ไฟลोटแลมป์ สวิตช์ควบคุม และอุปกรณ์ป้องกัน	45
3.20 การวางตำแหน่งและติดตั้ง อุปกรณ์ควบคุม และป้องกัน	46
3.21 การต่อวงจรควบคุมและป้องกัน	46
3.22 การเก็บสายภายในกล่องควบคุม	47
4.1 ภาพการบรรจุในแต่ละบาร์	56

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.2	ภาพการจับเวลาในการบรรจุ	56
4.3	การใช้กิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์เพื่อหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	58
4.4	การเปิดแก๊สเพื่อทดสอบระยะเวลาใช้งาน	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาพลังงานทางเลือกโดยเฉพาะก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมาในรูปแบบของบ่อหมักก๊าซชีวภาพนั้นได้สร้างประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน มีก๊าซหุงต้มไว้ใช้ในครัวเรือน พลังงานดังกล่าวเป็นเชื้อเพลิงฟรีที่ผลิตได้จากการย่อยสลายวัตถุชีวภาพด้วยแบคทีเรียภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที แต่ปัจจุบันการใช้ประโยชน์อย่างเต็มประสิทธิภาพมีข้อจำกัดเนื่องจากต้องต่อท่อก๊าซจากบ่อหมักเท่านั้น และในกรณีที่บ่อหมักก๊าซชีวภาพมีก๊าซปริมาณมากเกินไปความต้องการในการใช้จำเป็นต้องทำการระบายก๊าซออกทิ้งเพื่อไม่ให้บ่อหมักก๊าซชีวภาพมีความอัดแน่นมากเกินไป ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานนี้ไป ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทางเลือกโดยการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซจากบ่อหมักชีวภาพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเพิ่มการใช้พลังงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ

ในจังหวัดเพชรบูรณ์ได้มีการผลิตมะขามเปรี้ยวปี 2560 ถึงจำนวน 139.07 ตัน มีผู้ประกอบการหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนำมะขามเปรี้ยวไปสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับจังหวัดและประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์มะขามจำหน่าย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากมะขามเปรี้ยวมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ส่งขายภายในประเทศตามห้างสรรพสินค้าสร้างรายได้ให้กับกลุ่มจนกลายเป็นรายได้สำคัญ ตัวผลิตภัณฑ์มะขามเปรี้ยวอัดก้อนเคยได้รับรางวัลชนะเลิศปี 2559 จากสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์ กรมพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย และเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์(OTOP) แต่ผ่านการคัดสรรแชมป์ผลิตภัณฑ์(OTOP Product Champion) เพียงแค่ระดับ 4 ดาว มียอดความต้องการสั่งซื้อภายในประเทศเฉลี่ยเดือนละ 10,000 ก้อน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานทางเลือกโดยจะเน้นการกักเก็บแก๊สชีวภาพจากขี้หมูไว้ในถังกักเก็บและสามารถเคลื่อนย้ายแก๊สชีวภาพที่อยู่ในถังไปใช้ประโยชน์ที่อื่นได้ไม่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์ที่บ้านเกษตรกรที่เลี้ยงหมูเท่านั้น และเมื่อแก๊สมีปริมาณจำนวนมากไม่จำเป็นต้องปล่อยทิ้งอีกต่อไปสามารถกักเก็บไว้ในถังและนำไปใช้ประโยชน์ในการให้ความร้อนกับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อลดต้นทุนเพิ่มผลผลิต ให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินความพึงพอใจเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.2.3 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาเทคนิคการบรรจุแก๊สชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.2 ศึกษาปัญหาการใช้แก๊สชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์โดยการสัมภาษณ์

1.3.3 การใช้แบบตรวจสอบการสัมภาษณ์สำหรับงานวิจัยนี้

1.3.4 ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.5 ศึกษาการบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.6 ออกแบบและพัฒนาการบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.7 ศึกษาและทดสอบการบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.8 ทดสอบการบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.9 ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ และนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

1.3.10 เผยแพร่แนวทางองค์ความรู้สู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.11 เผยแพร่องค์ความรู้โดยการอบรมและบรรยายการบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.12 เผยแพร่องค์ความรู้โดยแผ่นพับ และโปรเตอร์

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

7.1 ขอบเขตด้านประชากร

7.1.1 การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 3 คน

7.1.2 การทดสอบสมรรถนะและประเมินความพึงพอใจ เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย

7.1.2.1 การทดสอบสมรรถนะ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บ่อแก๊สชีวภาพจากมูลสุกร

7.1.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บ่อแก๊สชีวภาพจากมูลสุกร

7.1.2.3 การประเมินความพึงพอใจ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

7.1.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

7.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

7.2.การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

7.2.2 การทดสอบสมรรถนะและประเมินความพึงพอใจ การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย

7.2.2.1 การทดสอบสมรรถนะ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สมรรถนะการทำงานอัตราการอัดก๊าซ สมรรถนะการทำงานของคอมเพรสเซอร์ สมรรถนะการทำงาน of Hi Pressor Control สมรรถนะการทำงาน of Low Pressor Control

7.2.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ปริมาณการอัดก๊าซเฉลี่ย เวลาในการอัดก๊าซเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยของก๊าซ

7.2.2.3 การประเมินความพึงพอใจ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์

7.2.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

7.3 ขอบเขตด้านพื้นที่

7.3.1 การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และ ต.ห้วยโป่ง อ.หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์

7.3.2 การทดสอบสมรรถนะและประเมินความพึงพอใจ การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย

7.3.2.1 การทดสอบสมรรถนะ พื้นที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า
อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพ พื้นที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า
อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3.2.3 การประเมินความพึงพอใจ พื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ใช้งานเครื่องบรรจุก๊าซ
ชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ ต.ห้วยโป่ง อ.
หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์

7.3.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรม
การแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ต.ห้วยโป่ง อ.หนองไผ่ จ.
เพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพหรือไบโอแก๊ส คือแก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการหมักการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ภายใต้สภาวะปราศจากออกซิเจน (anaerobic digestion) โดยทั่วไปจะหมายถึงแก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นจากการหมักหมมกันเป็นเวลานานก็อาจเกิดก๊าซชีวภาพแต่เป็นเพียงแค่หลักการทางทฤษฎีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-70 % และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-40 % ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจน (H_2) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N) และไอน้ำ ก๊าซชีวภาพมีชื่ออื่นอีกคือ ก๊าซหนองน้ำ และ มาร์ชแก๊ส (marsh gas) ขึ้นกับแหล่งที่มันเกิด กระบวนการนี้เป็นที่นิยมในการเปลี่ยนของเสียประเภทอินทรีย์ทั้งหลายไปเป็นกระแสไฟฟ้านอกจากการกำจัดขยะได้แล้วยังทำลายเชื้อโรคได้ด้วย การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นการบริหารจัดการของเสียที่ควรได้รับการสนับสนุนเพราะไม่เป็นการเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในชั้นบรรยากาศที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) ส่วนการเผาไหม้ก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีการมีเทนเป็นส่วนประกอบหลักจะสะอาดกว่า

1. ความเป็นมาของการผลิตก๊าซชีวภาพ

นักวิทยาศาสตร์ค้นพบแก๊สที่เกิดขึ้นการย่อยสลายมูลของสัตว์ครั้งแรกในศตวรรษที่ 17 โดย Robert Boyle และ Stephen Hale โดยทั้งสองได้พูดถึงการกวนตะกอนในลำธารและทะเลสาบซึ่งทำให้แก๊สที่สามารถติดไฟได้ลอยขึ้นมา ในปี 1859 Sir Humphrey Davy ได้กล่าวไว้ว่าในแก๊สที่เกิดขึ้นจากขี้วัวนั้นมีแก๊สมีเทนอยู่ด้วย ในปี 1859 ได้มีการสร้างถังหมักแก๊สในสภาวะไร้อากาศ (anaerobic digester) ขึ้นเป็นครั้งแรก และต่อมาในปี 1885 ในอังกฤษได้มีคนคิดค้นนวัตกรรมใหม่ขึ้นมาโดยใช้สิ่งปฏิกูลผลิตแก๊สแล้วนำแก๊สไปจุดไฟส่องสว่างตามถนน พอถึงปี 1907 ก็ได้มีการออกสิทธิบัตรสำหรับถังหมักแก๊สชีวภาพในเยอรมันในช่วงทศวรรษที่ 1930 การหมักแก๊สในสภาวะไร้อากาศก็เริ่มเป็นที่รู้จักในแวดวงนักวิชาการกันมากขึ้นได้มีการวิจัยค้นคว้าและพบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาและมีการศึกษาถึงสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เหล่านี้ในชนบทของประเทศกำลังพัฒนาการใช้ก๊าซชีวภาพจากขยะทางเกษตรหรือเศษอาหารจากครัวเรือนสามารถเป็นทางเลือกสำหรับพลังงานราคาถูก ไม่ว่าจะเป็นเพื่อแสงสว่างหรือการทำอาหารในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาทั้งรัฐบาลอินเดียและจีน ต่างก็ได้ให้การสนับสนุนการผลิตก๊าซชีวภาพระดับครัวเรือน ซึ่งนอกจากจะลดค่าใช้จ่ายแล้วยังเป็นการลดภาระของโครงข่ายพลังงานของชาติด้วย ในประเทศพัฒนาแล้วการนำเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพไปใช้ยังเป็นการลดการปล่อยมลภาวะรวมถึงแก๊สเรือนกระจกสู่สิ่งแวดล้อมที่นับวันจะเสื่อมโทรมลง นอกจากนี้ยังมีผลผลิตพลอยได้ต่างๆ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ยิ่งในทุกวันนี้โลกกำลังเผชิญวิกฤติปัญหาสิ่งแวดล้อมและวิกฤติพลังงานก๊าซชีวภาพจะยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น เพราะเป็นการช่วยแก้ทั้งสองปัญหา ปัจจุบันรัฐบาลของหลายๆประเทศรวมถึงประเทศไทยต่างก็ให้การส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพและการสนับสนุนผู้ที่ทำการผลิตก๊าซชีวภาพในรูปแบบต่างๆอีกด้วย

2. การส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพมานานกว่า 20 ปีแล้วแต่ในระยะแรกจำกัดอยู่ในระดับครัวเรือนหรือเกษตรกรรายย่อย ต่อมาในปี พ.ศ. 2531 คณะทำงานของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ร่วมกับกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยสนับสนุนจากองค์การ GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) ประเทศเยอรมันได้จัดตั้ง โครงการก๊าซชีวภาพไทย-เยอรมัน ขึ้น เพื่อศึกษาปัญหาการใช้ระบบก๊าซชีวภาพในช่วงเวลาที่ผ่านมามีทั้งปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ

ให้มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้กับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมากขึ้นปี พ.ศ. 2534 ได้มีการจัดตั้งหน่วยบริการก๊าซชีวภาพสังกัดสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพื่อดำเนินการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ ต่อเนื่องจากโครงการก๊าซชีวภาพไทย-เยอรมัน รวมทั้งเพื่อดำเนินการศึกษาวจัยและพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถประยุกต์ใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ได้อย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น และในปลายปี พ.ศ. 2538 กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ หรือ สฟช. (ปัจจุบัน คือ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน หรือ สनพ. กระทรวงพลังงาน) ได้ให้การสนับสนุนแก่หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ ดำเนินงานโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ระยะที่ 1 จนกระทั่งปี พ.ศ. 2551หน่วยบริการก๊าซชีวภาพได้รับการจัดตั้งเป็น สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และต่อมา ในปี พ.ศ. 2553 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีได้พระราชทานชื่อหน่วยงานใหม่ เป็น สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งได้ดำเนินโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน

3. กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะปราศจากออกซิเจน(Anaerobic digestion)

ก๊าซชีวภาพเกิดจากการหมักของสารอินทรีย์โดยมีจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรียเช่นจุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (methane-producing bacteria) หรือเมทาโนเจน และจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด (acid-producing bacteria) มาช่วยย่อยในสภาวะไร้อากาศ ในกระบวนการย่อยในสภาวะไร้อากาศ เป็นการที่จุลินทรีย์ต่างๆทำปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ลงจากสิ่งมีชีวิตซึ่งมีโครงสร้างที่ซับซ้อนลงเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนน้อยลงเป็นขั้นๆ ไป

4. กระบวนการหมักย่อยในสภาวะไร้อากาศ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ไฮโดรลิซิส (Hydrolysis) : สารอินทรีย์(เศษพืชผัก เนื้อสัตว์) มีองค์ประกอบสำคัญ คือคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน แบคทีเรียจะปล่อยเอนไซม์เอกซ์ตราเซลล์ูลาร์ (extra cellular enzyme)มาช่วยละลายโครงสร้างโมเลกุลอันซับซ้อนให้แตกลงเป็นโมเลกุลเชิงเดี่ยว (monomer) เช่นการย่อยสลายแบ่งเป็นน้ำตาลกลูโคส การย่อยสลายไขมันเป็นกรดไขมันและการย่อยโปรตีนเป็นกรดอะมิโน

4.2 แอซิติฟิเคชัน หรือ แอซิโดเจเนซิส (Acidification/ Acidogenesis) :การย่อยสลายสารอินทรีย์เชิงเดี่ยว (monomer)เป็นกรดระเหยง่าย (volatile fatty acid) กรดคาร์บอนแอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไฮโดรเจน

4.3 อะซิโดเจเนซิส (Acetogenesis) เปลี่ยนกรดระเหยง่ายเป็นกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเตตซึ่งเป็นสารตั้งต้นหลักในการผลิตมีเทน

4.4 เมทาไนเซชัน หรือ เมทาโนเจเนซิส (Methanization/Methanogenesis) : กรดอะซิติกและอื่นๆ จากขั้น 2 รวมถึงคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนบางส่วนเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนเป็นมีเทนโดยเมทาโนเจน (methanogen)

อุปกรณ์โครงสร้าง

ในส่วนเนื้อหาอุปกรณ์โครงสร้างนี้จะอธิบายส่วนประกอบโครงสร้างของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เกจวัดแรงดัน

เพลสเซอร์เกจ (Pressure gauge) หรือเกจวัดแรงดัน นิยมใช้สำหรับวัดค่าความดันทั่วๆ ไปอ่านค่าความดันได้ที่หน้าปัด ส่วนใหญ่เป็นแบบอนาล็อกหรือแบบเข็มแบ่งเป็น pressure gauge,vacumgauge, compound gauge เพลสเซอร์สวิตช์ (Pressures switch) หรือสวิตช์ความดันและเพลสเซอร์ทรานมิสเตอร์ (Pressure transmitter)เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันและสามารถแปลงค่าความดันเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามาตรฐานได้นิยม

ใช้ในระบบที่ต้องมีการควบคุมความดัน มักมีการทำงานแบบดิจิทัล ON-OFF เหมาะสำหรับงานในด้านอุตสาหกรรมที่มีความต้องการวัดความดันแบบง่ายๆ และรวดเร็ว และรวดเร็ว



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่าง เกจวัดแรงดัน หนาปัด 4 นิ้ว ตัวเรือนสแตนเลส เกลียวทองเหลืองออกกลาง 1/2 นิ้ว ที่มา (<http://www.valvetrading.biz/Product/Detail/60933>)

2. เหล็ก

เราสามารถแบ่งเหล็กออกเป็นกลุ่มกว้างๆ ได้ 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากปริมาณของธาตุคาร์บอนที่มีอยู่ในเหล็ก โดยแบ่งออกได้เป็น เหล็กหล่อ คือ เหล็กที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนมากกว่า 1.7% หรือ 2% ซึ่งเหล็กชนิดนี้จะขึ้นรูปได้ด้วยวิธีหล่อเท่านั้น เพราะปริมาณคาร์บอนที่สูงทำให้โครงสร้างมีคุณสมบัติที่แข็งแต่เปราะ จึงไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการรีดหรือวิธีทางกลอื่นๆ ได้ เรายังสามารถแบ่งย่อยเหล็กหล่อออกได้อีกหลายประเภท โดยพิจารณาจากโครงสร้างทางจุลภาค กรรมวิธีทางความร้อน ชนิดและปริมาณของธาตุผสม ได้แก่

2.1 เหล็กหล่อเทา (grey cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่มีปริมาณคาร์บอนและซิลิคอนสูง ทำให้มีโครงสร้างคาร์บอนอยู่ในรูปของกราฟไฟต์

2.2 เหล็กหล่อขาว (white cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่มีปริมาณซิลิคอนต่ำกว่าเหล็กหล่อเทา ทำให้ไม่เกิดโครงสร้างคาร์บอนในรูปกราฟไฟต์ โดยคาร์บอนจะอยู่ในรูปคาร์ไบด์ของเหล็ก (Fe_3C) ที่เรียกว่า ซีเมนไตต์ เป็นเหล็กที่มีความแข็งสูงทนการเสียดสี แต่จะเปราะ

2.3 เหล็กหล่อกราฟไฟต์กลมหรือเหล็กหล่อเหนียว (spheroidal graphite cast iron, ductile cast iron) เป็นเหล็กหล่อเทาที่ผสมธาตุแมกนีเซียมหรือธาตุซีเรียมลงไปให้น้ำเหล็ก ทำให้กราฟไฟต์ที่เกิดเป็นกลุ่มและมีรูปร่างกลม ซึ่งส่งผลถึงคุณสมบัติทางกลในทางที่ดีขึ้น

2.4 เหล็กหล่ออบเหนียว (malleable cast iron) เป็นเหล็กหล่อขาวที่นำไปอบในบรรยากาศพิเศษเพื่อให้คาร์บอนในโครงสร้างคาร์ไบด์แตกตัวออกมารวมกันเป็นกราฟไฟต์เม็ดกลม และทำให้เหล็กอบๆ ที่มีปริมาณคาร์บอนลดลงปรับโครงสร้างกลายเป็นเฟอร์ไรต์หรือเพิร์ลไลต์ เหล็กชนิดนี้จะมีความเหนียวดีกว่าเหล็กหล่อขาว แต่จะด้อยกว่าเหล็กหล่อกราฟไฟต์กลมเล็กน้อย

2.5 เหล็กหล่อโลหะผสม (alloy cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่เติมธาตุผสมอื่นๆลงไปเป็นปริมาณที่ค่อนข้างมาก เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเฉพาะด้านทนการเสียดสีและทนความร้อน เป็นต้น

2.6 เหล็กกล้า คือเหล็กที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนน้อยกว่า 1.7% หรือ 2% เหล็กชนิดนี้มีความเหนียวมากกว่าเหล็กหล่อ ทำให้สามารถทำการขึ้นรูปโดยใช้กรรมวิธีทางกลได้ ทำให้เหล็กชนิดนี้ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง จึงพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่น เหล็กโครงรถยนต์ ท่อเหล็กต่างๆ ฯลฯ เหล็กกล้าสามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้

2.6.1 เหล็กกล้าคาร์บอน (carbon steel) เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลัก โดยอาจมีธาตุอื่นผสมอยู่บ้างแต่ไม่ได้เจาะจงจะผสมลงไป มักติดตามจากกรรมวิธีการถลุงและการผลิต เราสามารถแบ่งย่อยกว้างๆออกได้ 3 ประเภทโดยพิจารณาตามปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสม คือ

1) เหล็กคาร์บอนต่ำ (carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า 0.2% เหล็กชนิดนี้มีความแข็งแรงต่ำสามารถรีดหรือตีเป็นแผ่นได้ง่าย ตัวอย่างเช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่นที่ใช้กันทั่วไป

2) เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (medium carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.2-0.5% เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรงสูงกว่าเหล็กคาร์บอนต่ำ ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลทั่วไปเหล็กประเภทนี้สามารถทำการอบชุบความร้อนได้

3) เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (high carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนสูงกว่า 0.5% มีความแข็งแรงและความแข็งสูง สามารถทำการอบชุบความร้อนให้คุณสมบัติความแข็งเพิ่มขึ้นได้ ใช้ทำพวกเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ที่ต้องการผิวแข็งและความต้านทานการสึกหรอสูง

2.7 เหล็กกล้าผสม (alloy steel) เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีธาตุอื่นผสมอยู่อย่างเจาะจง เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ เช่น ความสามารถในการชุบแข็ง (hardenability) ความต้านทานการกัดกร่อน คุณสมบัติการนำไฟฟ้าและคุณสมบัติทางแม่เหล็ก เป็นต้น ธาตุผสมที่เติมลงไป เช่น โครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม วาเนเดียม โคบอลต์ แมงกานีสและซิลิคอน โดยแมงกานีสและซิลิคอนจะต้องมีปริมาณมากพอสมควร จึงจะจัดได้ว่าเป็นเหล็กกล้าผสม เพราะในเหล็กกล้าคาร์บอนก็มีปริมาณธาตุทั้งสองผสมอยู่พอสมควร เราสามารถแบ่งย่อยกว้างๆออกได้ 2 ประเภทโดยพิจารณาตามปริมาณของธาตุผสม คือ

2.7.1 เหล็กกล้าผสมต่ำ (low alloy steel) เป็นเหล็กกล้าผสมที่มีปริมาณธาตุผสมน้อยกว่า 10%

2.7.2 เหล็กกล้าผสมสูง (high alloy steel) เป็นเหล็กกล้าผสมที่มีปริมาณธาตุผสมมากกว่า 10%



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างเหล็ก ที่มา (<http://www.steellead.com>)

3. ท่อ พี.วี.ซี.

สำหรับประเทศไทยนั้น ท่อ พี.วี.ซี. เริ่มเป็นที่รู้จักและใช้กันเมื่อประมาณ 20 ปีที่ผ่านมา และปัจจุบันกำลังเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย จนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้กำหนดมาตรฐาน ท่อ พี.วี.ซี. ขึ้นโดยแบ่งแยกสีตามการใช้งาน เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อ พี.วี.ซี. แฉ่งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ (มอก.216-2520) กำหนดเป็นสีเหลืองอ่อน (Primerose) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อ พี.วี.ซี. แฉ่งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม (มอก.17-2523) กำหนดเป็นท่อน้ำเงิน (Arctic Blue) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อ พี.วี.ซี. แฉ่งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมและชลประทาน (มอก.) กำหนดเป็นสีเทา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุปกรณ์สำหรับต้นท่อ ซึ่งกำหนดสีตามท่อ พี.วี.ซี. สำหรับใช้งานต่างๆ กัน

3.1 ชนิดของท่อ พี.วี.ซี.

ท่อ พี.วี.ซี. เป็นชื่อเรียกที่คนทั่วไปรู้จักมักคุ้นกันเป็นอย่างดี PVC ย่อมาจากคำว่า polyvinyl chloride เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติที่หลากหลาย เช่น มีความเหนียวยืดหยุ่นตัวได้ ทนต่อแรงดันน้ำได้ดี ทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดหรือด่างได้ดี ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีเพราะไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เป็นวัสดุไม่ติดไฟ ผิวมันเรียบช่วยให้การไหลของน้ำได้ดี มีน้ำหนักเบาและราคาถูก แต่มีข้อด้อยอยู่บ้าง เช่น มีความเปราะไม่ทนทานต่อแรงกระแทก ไม่ทนทานต่อแสง UV เพราะจะทำให้กรอบและแตกหักได้ ท่อ พี.วี.ซี. ที่นิยมนำมาใช้งานก่อสร้างยังแบ่งออกได้อีก 3 ชนิดคือ ท่อสีฟ้า ท่อสีเหลือง และท่อสีเทา

3.1.1 ท่อ พี.วี.ซี. สีฟ้า ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน มอก. 17-2532 เป็นท่อที่นิยมนำมาใช้งานสุขาภิบาลในอาคาร เช่น ใช้เป็นท่อน้ำประปาซึ่งต้องรับแรงดันน้ำ หรือใช้กับระบบปั้มน้ำซึ่งต้องเลือกใช้มาตรฐานท่อขนาด PVC-8.5 หรือ PVC-13.5 แต่ถ้าใช้เป็นท่อระบายน้ำทิ้งหรือท่อน้ำโสโครกซึ่งไม่มีแรงดันน้ำ ให้เลือกใช้มาตรฐานท่อขนาด PVC-5 ซึ่งการระบุท่อ PVC-5, PVC-8.5 และ PVC-13.5 เป็นการระบุถึงความสามารถในการรับแรงกดตันได้ของท่อ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ท่อ พี.วี.ซี. สีฟ้าเหมาะสำหรับใช้งานภายในอาคารหรือในที่ร่มเท่านั้น ไม่ควรใช้กับภายนอกอาคารที่ต้องสัมผัสกับแสงแดด และไม่ควรถัดต่อกันไปกับอาคารที่ทรุดตัวได้ง่าย เพราะจะทำให้ท่อแตกหักหรือฉีกขาดออกจากกันได้

3.1.2 ท่อ พี.วี.ซี. สีเหลือง ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน มอก. 216-2524 เป็นท่อที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในงานร้อยสายไฟฟ้าหรือสายโทรศัพท์โดยเฉพาะ โดยคำนึงถึงมาตรฐานความเป็นฉนวนไฟฟ้าเป็นหลัก ท่อ PVC สีเหลืองเหมาะสำหรับร้อยสายไฟภายในอาคารหรือในที่ร่มเท่านั้น ไม่ควรใช้ร้อยสายไฟไปภายนอกอาคาร เพราะกฎของการไฟฟ้าฯ จะไม่อนุญาตให้ใช้

3.1.3 ท่อ พี.วี.ซี. สีเทา ท่อ พี.วี.ซี. สีเทาเป็นท่อที่ผลิตขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์ในการระบายน้ำทางการเกษตรหรือระบายน้ำสิ่งปฏิกูล หรือใช้ระบายน้ำในงานชั่วคราว ที่ไม่ต้องรับแรงดันน้ำหรือไม่ต้องการความแข็งแรงของท่อมากนัก จึงยังไม่มีมาตรฐานกำหนด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต แต่ถ้าใช้ระบายน้ำในงานอุตสาหกรรม จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้านสิ่งแวดล้อมด้วย เช่น อาจมีสารเคมีหรือของมีพิษระบายออกมาด้วย ซึ่งก็ให้ใช้ท่อตามมาตรฐาน มอก. 999-2533

3.2 คุณสมบัติของท่อ พี.วี.ซี.

3.2.1 ทนความดัน ท่อ พี.วี.ซี. ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเลขที่ 17-2532 ซึ่งสามารถทนความดันน้ำภายในท่อได้เป็นอย่างดี

3.2.2 ทนทานต่อแรงกด ท่อ พี.วี.ซี. มีลักษณะเหนียวและ ยืดหยุ่นตัว สามารถทนทานต่อแรงกดภายนอกได้ดี เช่น แรงกดจากน้ำหนัก แรงทับของดิน หรือแรงกดอัดเกินจากการเคลื่อนตัวของดินซึ่งสามารถใช้งานได้กับงานฝังท่อใต้ดิน

3.2.3 ทนต่อสภาพกรดต่าง ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด หรือกัดกร่อน จึงไม่มีปัญหาสนิมกัดกร่อน ทำให้อายุการใช้งานยาวนาน

3.2.4 ความปลอดภัย กากสารพิษและ ปลอดภัยในการใช้งาน น้ำที่ไหลผ่านท่อจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ด้าน น้ำที่ไหลผ่านท่อจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงด้าน สี กลิ่น รส และชีวภัยจากแบคทีเรีย

3.2.5 น้ำหนักเบา ในท่อขนาดที่เท่ากัน ท่อ พี.วี.ซี. จะมีน้ำหนักประมาณ 1 ใน 5 เท่าของท่อเหล็กชุบสังกะสี เท่านั้น ทำให้สะดวกและรวดเร็วในการขนส่ง

3.2.6 ไม่ติดไฟ ท่อ พี.วี.ซี. ไม่เป็นเชื้อเพลิงในการลุกไหม้ ดังนั้น จึงสามารถนำท่อมาใช้ได้อย่างปลอดภัย



รูปที่ 2.3 ท่อ พี.วี.ซี.

ที่มา (<http://www.businesss thailand2501.com/articledetail.asp?id=18835>)

4. ลูกล่อรถเข็น

4.1 ล้อยางธรรมชาติ

4.1.1 มีความนิ่ม ยืดหยุ่น ทำให้ไม่เกิดเสียงดังรบกวนเวลาเข็นไม่ทำให้พื้นเป็นรอยเหมาะกับการใช้งานที่มีการเคลื่อนย้ายบ่อยๆ

4.1.2 หากต้องการเน้นความสะดวก เช่น ในพื้นที่ห้องอาหาร โรงแรมหรือ โรงพยาบาล อาจเกิดคราบดำที่พื้นได้ ดังนั้น ควรเลือกใช้ล้อยางเทาแทน

4.1.3 ล้อยางธรรมชาติที่ดีจะมีส่วนผสมของยางในอัตราส่วนที่สูงกว่าล้อยางทั่วไปโดยปกติล้อยางคุณภาพต่ำในท้องตลาดจะพบปัญหาเนื้อยางร่วน ปริแตกและฉีกขาดหลังจากผ่านการใช้งานไประยะสั้นๆ เพียงไม่กี่เดือน ทั้งนี้เป็นเพราะในเนื้อยางมีส่วนผสมของแป้งและสารประกอบอื่นๆ อยู่มาก

4.1.4 การใช้งานปกติ ที่มีการบรรทุกน้ำหนักตามสเปค ลูกล้อยางจะมีอายุการใช้งานเฉลี่ยตั้งแต่ 2 ปี ขึ้นไป

4.2 ล้อไนลอน (Nylon)

เป็นวัสดุที่สะอาด ไม่ทิ้งคราบ จึงเหมาะกับการใช้ในห้องอาหาร ห้องเย็น อีกทั้งยังเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง ไม่ยุบตัว จึงเหมาะกับการที่อยู่ตัว และเหมาะกับการอยู่นิ่ง ไม่เลื่อนที่มากนักเช่นชั้นวางของ ชั้นโชว์สินค้า ข้อระวังในการใช้ คือ ไม่ควรใช้พื้นที่เป็นรอยได้

4.3 ล้อยูรีเทน (Poly - Urethane)

เป็นล้อที่รวมข้อดีของล้อยางและล้อไนลอน คือ ไม่ก่อให้เกิดเสียงรบกวน ไม่ทำให้พื้นเป็นรอย อีกทั้งยังสะดวก ไม่ทิ้งคราบ และไม่ยุบตัว แม้จะต้องรองรับน้ำหนักอยู่เรื่อยๆ เป็นเวลานานๆ ล้อยูรีเทนเป็น

วัสดุที่มีความแข็งแรงมาก ทนทานไม่ฉีกขาด จึงสามารถใช้กับพื้นที่ผิวขรุขระ หรือแหลมคมได้อีกด้วย เช่นพื้นที่มีขี้กิ้งเหล็กเป็นต้น

4.4 ล้อเหล็กหล่อ (Cast Iron)

เป็นล้อที่มีความแข็งแรงทนทานที่สุด เหมาะกับการใช้งานบนพื้นคอนกรีตที่ขรุขระมากหรือใช้กับงานกลางแจ้ง เวลาเข็นล้อเหล็กอาจมีเสียงดังรบกวน และทำให้พื้นผิวเป็นรอย จึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสม กับประเภทของงานด้วย



ภาพที่ 2.4 ล้อรถเข็น

ที่มา (<http://siammetalliczone.com/wp-content/uploads/2013/10/rubber-white-horse-300x300.jpg>)

5. แผ่นสังกะสีรีเยบ

สังกะสีแผ่น / แผ่นสังกะสี / เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized Steel Sheet) ขนาดมาตรฐาน กว้าง 4 ฟุต x ยาว 8 ฟุต ความหนาตั้งแต่ 0.35 mm.-3.0 mm. จะมีผิวเรียบเป็นลายดอกสีเงินตลอดแผ่น ซึ่งผ่านการเคลือบสังกะสีหนาทั้ง 2 หน้า ตามมาตรฐาน JIS G3302 เพื่อเพิ่มความทนทานและยืดอายุการใช้งาน ทำให้เหล็กแผ่นเกิดการกัดกร่อนและขึ้นสนิมช้าลง เหมาะสำหรับการใช้งานภายนอกอาคาร เช่น หลังคา รางน้ำ ลูกหมุน ป้ายโฆษณา ท่อแอร์ งานการเกษตร เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 แผ่นสังกะสีรีเยบ

ที่มา (<https://app.builk.com/pksteelcenter/products/2011891>)

6. น้ำปูนใส

น้ำปูนใส คือ น้ำที่เราเอาไปผสมกับปูนแดง แล้วปล่อยให้ตกตะกอน แล้วเราก็ใช้น้ำส่วนที่ลอยเหนือปูนที่ตกตะกอนเอามาใช้

6.1 ปูนแดง

ก่อนจะมาเป็นปูนแดง ปูนขาวเป็นวัสดุที่ได้จากการเผาหินปูน(แคลเซียมคาร์บอเนต)โดยใช้ความร้อนสูง จะได้เป็นปูนสุก(แคลเซียมออกไซด์, CaO) เมื่อเย็นตัวลงแล้วพรมน้ำให้ชุ่ม ปูนสุกจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้เป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ส่วนที่เป็นผงแห้งได้เป็น ปูนขาว ปูนแดงได้มาจากการผสมปูนขาวกับผงขมิ้น จากนั้นทำปฏิกิริยาเคมี ก็จะเปลี่ยนปูนขาวเป็นสีแดง เลยเรียกว่าปูนแดง จาก $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ คือ เอาปูนขาวหรือปูนแดง ผสมกับน้ำก็ได้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์หรือน้ำปูนใสนั่นเอง(คุณสมบัติเป็นต่าง) คุณสมบัติของสารละลายตัวนี้คือเมื่อจับตัวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะได้ผลึกหินปูนเล็กๆ



ภาพที่ 2.6 น้ำปูนใส

ที่มา (http://www.foodietaste.com/cookingtips_details.asp?id=80)

แผ่นอะคริลิก หรือ PMMA หรือพลาสติกอะคริลิก acrylic หรือทางเคมีจะเรียกว่า พอลิเมทิลเมทาไครเลต เป็นพลาสติกสำคัญที่ถูกค้นพบขึ้นขึ้นแรกๆ มีคุณสมบัติโปร่งใสที่ดีความคงตัวทางเคมีและทนต่อสภาพอากาศง่ายต่อการย้อมสีและการประยุกต์ใช้งาน มีลักษณะภายนอกสวยงาม โดยปกติเป็นวัสดุที่ใช้แทนกระจก แผ่นอะคริลิกสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย สีสนสวยงาม มีประสิทธิภาพโดยรวมที่ยอดเยี่ยม ทำให้นักออกแบบมีทางเลือกที่หลากหลาย สามารถย้อมสีได้ พื้นผิวสามารถทาสีได้ สกรีน หรือเคลือบสุญญากาศ

7.1 คุณสมบัติของอะคริลิก

- 7.1.1 ทนต่อสภาพอากาศและมีค่าพีเอชที่ดี มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมดี ไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือย่อยสลายถึงแม้จะใช้เป็นเวลานาน
- 7.1.2 อายุการใช้งานนานกว่าวัสดุอื่นๆ มีอายุประมาณ 3 ปี ขึ้นไป
- 7.1.3 มีความโปร่งแสงที่ดีถึง 92% ขึ้นไป เพราะฉะนั้นไม่จำเป็นต้องใช้ความเข้มของแสงมาก ช่วยประหยัดไฟ
- 7.1.4 มีความทนทานต่อการกระแทกมากกว่ากระจกทั่วไปถึง 16 เท่า เหมาะสำหรับติดตั้งในพื้นที่ที่ต้องการความปลอดภัยเป็นอย่างมาก
- 7.1.5 เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี เหมาะสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ
- 7.1.6 มีน้ำหนักเบา เบากว่ากระจกทั่วไปครึ่งหนึ่ง
- 7.1.7 สีสนสวยงาม และสว่างสดใส ที่วัสดุอื่นไม่สามารถเทียบได้
- 7.1.8 มีอัตราการรีไซเคิลสูง ได้รับการยอมรับเพิ่มมากขึ้นในการเสริมสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม
- 7.1.9 มีความยืดหยุ่นสูง เปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ง่าย ง่ายต่อการทำการแปรรูป
- 7.1.10 สะดวกในการบำรุงรักษา ทำความสะอาดง่าย ล้างด้วยน้ำเปล่าหรือใช้สบู่และผ้าเช็ดทำความสะอาด

7.2 การประยุกต์ใช้งาน

- 7.2.1 ประยุกต์ใช้งานในงานก่อสร้าง เช่น ตู้โชว์ ประตูหน้าต่างกันเสียง หลังคาอะคริลิก ตู้โทรศัพท์
- 7.2.2 ประยุกต์ใช้ในงานโฆษณา เช่น ป้ายกล่องไฟ ป้ายหน้าร้าน ป้ายสัญลักษณ์ ป้ายโชว์
- 7.2.3 ประยุกต์ใช้กับงานคมนาคมขนส่ง เช่น ประตูหน้าต่างรถไฟหรือรถยนต์
- 7.2.4 ประยุกต์ใช้ในวงการแพทย์ เช่น ตู้อาหารก อุกรณ์ทางแพทย์ต่างๆ
- 7.2.5 ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น อุปกรณ์ในห้องน้ำ งานศิลปหัตถกรรม เครื่องสำอาง หลอดเลือดเทียม ตู้ปลา
- 7.2.6 ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น แผงหน้าจอและฝาครอบเครื่องมือวัด
- 7.2.7 ประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ให้แสงไฟ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ โคมไฟระย้า ฝาครอบโคมไฟถนน



ภาพที่ 2.7 แผ่นอะคริลิก ที่มา

(http://www.easysshopthai.com/index.php?route=product/product&product_id=343)

8. สายพีวีซีเอนกประสงค์

สายพีวีซีเยเชือกหรือสายพีวีซีเอนกประสงค์ ใช้กับงานส่งผ่านน้ำ ลม แก๊ส น้ำมัน รวมไปถึงสารเคมี ในงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ทนแรงดันสูง ทนได้ทุกสภาวะอากาศ สายพีวีซีเยเชือก ผลิตจากเม็ดพีวีซีเกรด A เสริมแรงด้วยใยด้ายในลอนชนิดพิเศษ ทำให้สามารถทนแรงดันได้ดี ลักษณะของสายพีวีซีเยเชือก ผิวเรียบ เนื้อสายมีลักษณะโปร่งใส ง่ายต่อการตรวจเช็คการไหลผ่านของเหลวมีความยืดหยุ่นสูง น้ำหนักเบา ง่ายต่อการติดตั้งและเคลื่อนย้าย ทนอุณหภูมิ 25 ถึง 80 องศาเซลเซียส

8.1 คุณสมบัติของสายพีวีซีเยเชือกหรือสายพีวีซีเอนกประสงค์

- 8.1.1 สายพีวีซีเยเชือกทำจากวัสดุ พีวีซีเกรด A สอดไส้ด้วยเชือกโพลีเอสเตอร์ ทำให้ทนแรงดันและรับแรงกระแทกได้ดี
- 8.1.2 เนื้อวัสดุของสายพีวีซีเยเชือกโปร่งใส ง่ายต่อการตรวจเช็คการไหลของของเหลว มีความทนทานต่อน้ำมันและสารเคมี
- 8.1.3 มีความยืดหยุ่นสูง ทนต่อการแตกหักและน้ำหนักเบา ทำให้ง่ายต่อการติดตั้งและขนย้ายสะดวก
- 8.1.4 พื้นผิวภายในที่เรียบลื่น ไม่มีแรงต้านการไหล ทำให้ของเหลวไหลได้มากและเร็ว
- 8.1.5 สายพีวีซีเยเชือกมีคุณสมบัติไม่ติดไฟ และการเป็นฉนวนไฟฟ้าสูง



ภาพที่ 2.8 สายพีวีซีเอนกประสงค์ ที่มา

(<http://www.kcrautoparts.com/default.asp?pid=15261&content=productdetail>)

9. ท่อทองแดง

ท่อทองแดง เป็นวัสดุที่นิยมใช้มากที่สุดในโลกสำหรับงานระบบ ท่อทองแดงมีข้อได้เปรียบ 10 ประการ ที่เหนือกว่าวัสดุอื่น ดังนี้

9.1 มีความคงทน ท่อทองแดงมีความแข็งแรงและทนทาน ท่อทองแดงชุบแข็งมีความต้านทานแรงดึงอย่างน้อย 200 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร เมื่อเทียบกับท่อพลาสติกซึ่งมีความต้านทานแรงดึง 40 นิวตันต่อตารางเมตร ท่อทองแดงแบบรีดมีความแข็งแรงมากเกินกว่า 300 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ท่อทองแดงสามารถทนต่อแรงกระทบที่รุนแรงโดยไม่ขาดหรือแตกหักมีความอยู่ตัว เนื่องจากท่อทองแดงแทบจะไม่ต้องมีการบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนทดแทนทำให้มีความสามารถใช้งานได้จนตลอดอายุการใช้งาน

9.2 มีความหลากหลาย การใช้งานที่หลากหลายของท่อทองแดงและสามารถใช้กับงานได้หลายประเภท ทองแดงเป็นวัสดุที่สมบูรณ์แบบสำหรับท่อที่ใช้ในการแพทย์และแก๊สสำหรับเครื่องปรับอากาศก๊าซเชื้อเพลิงที่มีแรงดันสูงและต่ำ งานบำรุงรักษาเครื่องกลและวิศวกรรมสำหรับงานท่อทั่วไปและการใช้งานในด้านความร้อนและเย็น

9.3 ทนต่อการผุกร่อน การต่อต้านการผุกร่อนของท่อทองแดงในน้ำมันเป็นที่รู้จักกันดีหลังจากการติดตั้งสารแพพรีนาที่มีอยู่ตามธรรมชาติ จะสร้างตัวขึ้นภายในส่วนกว้างของท่อทำให้น้ำสะอาดไหลได้ดี ส่วนภายในท่อเหล็กออกไซด์ จะก่อตัวขึ้นภายในท่อทำให้ลดการไหลของน้ำทำให้น้ำขุ่นและภายในท่อเหล็กจะมีสนิมเกิดขึ้นทำให้มีเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมเกิดขึ้นได้ง่าย

9.4 รับแรงดึงได้สูง บ่อยครั้งที่ความแข็งแรงของท่อทองแดงถูกมองข้ามไป อย่างไรก็ตามท่อทองแดงที่ได้รับการเจาะจงให้ใช้กับงานที่ต้องรับแรงดันสูง เช่น ท่อทองแดงขนาด 108 มิลลิเมตรจะสามารถรองรับแรงดันในแนวตั้งได้มากกว่า 200 เมตร และท่อทองแดงขนาด 15 มิลลิเมตร สามารถทนแรงดันได้อย่างน้อย 240 บาร์ ซึ่งเป็น 2 เท่าของท่อพลาสติกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในที่เท่ากัน

9.5 ทนต่ออุณหภูมิ ท่อทองแดงสามารถรับความร้อน ความเย็น รวมทั้งรับแสงอัลตราไวโอเล็ตโดยไม่มีการอ่อนตัว เปราะแตกหรือเสื่อมลงในระยะยาว ทองแดงจะคงคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลสามารถใช้งานได้ในระดับอุณหภูมิต่ำถึง -196 องศาเซลเซียส และสูงถึง +205 องศาเซลเซียส

9.6 อัตราการขยายตัวต่ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 50 องศาเซลเซียส ท่อทองแดงจะขยายตัวน้อยกว่าพลาสติกถึง 10 เท่า ท่อทองแดงที่ใช้สำหรับงานน้ำร้อนสามารถฝังเข้าในกำแพงโดยไม่ทำให้ปูนที่ฉาบไว้หรือกระเบื้องเสียหาย

9.7 ป้องกันการรั่วซึม ท่อแดงป้องกันคุณภาพทางเคมีและรสชาติของน้ำ เชื้อโรคจากภายนอก เช่น สารละลายเคมี สารเคมี สารกำจัดวัชพืช และแมลง ไม่สามารถผ่านเข้าไปในท่อทองแดงและอุปกรณ์ข้อต่อต่างๆ เนื่องจากโครงสร้างอุปกรณ์ท่อแดงไม่มีรูพรุน ด้วยเหตุนี้ท่อทองแดงจึงฝังดินได้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการดูดซึม ในทางตรงกันข้ามกับท่อพลาสติกซึ่งมีจุดอ่อนที่สารละลายสามารถซึมผ่านเข้าไปได้อันเป็นผลให้เชื้อโรคแผ่เข้าไปในน้ำได้

9.8 มีสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย ธาตุทองแดงเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อชีวิตและพบได้ในอาหารส่วนใหญ่ท่อแดงต่างจากเหล็กหรือพลาสติก คือ ท่อแดงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจากการศึกษาทางชีวภาพปรากฏว่าแบคทีเรียจะถูกสกัดกั้นภายในท่อทองแดงและในโรงพยาบาลนอกจากท่อแก๊สทางการแพทย์แล้วยังถูกนำไปใช้ทำเป็นลูกบิดประตู เพื่อช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียได้อีกด้วย

9.9 คุ่มค่าเงิน เมื่อคำนึงถึงประโยชน์ทางด้านคุณภาพที่เป็นเลิศและความไวได้ของท่อทองแดงแล้วท่านอาจจะคิดว่าท่อแดงมีราคาแพงกว่าวัสดุอื่นๆ แต่เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนโดยรวมของการติดตั้งที่ถูกต้องสมบูรณ์แล้ว ท่อทองแดงให้ความคุ้มค่าเงินมากกว่าที่ปรากฏอยู่ ท่อทองแดงมีอายุที่ยืนยาวมีอุปกรณ์ประกอบมากมายในราคาถูกมีการประกอบติดตั้งในราคาที่เหมาะสมทำให้ท่อแดงมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์

9.10 เหตุผลการใช้งานที่พิสูจน์แล้ว การใช้งานของท่อทองแดงนั้นได้รับการยอมรับจากผู้ออกแบบที่มีชื่อเสียงในอุตสาหกรรมประเภทนี้ตลอดมา



ภาพที่ 2.9 ท่อทองแดง

ที่มา (<http://www.flowtechworld.com/spare/spare-1888/>)

10. ฟิลเตอร์ทรายเออร์

ฟิลเตอร์ทรายเออร์ คือ ตัวกรองสิ่งสกปรกและดูดความชื้นภายในระบบแอร์ โดยทรายเออร์นี้จะติดตั้งอยู่ระหว่างแผงคอยล์ร้อนกับแคปทิว ซึ่งถ้าเกิดแอร์น้ำยาแอร์หรือมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนคอมเพรสเซอร์ ควรจะเปลี่ยนทรายเออร์ด้วยเพราะอุปกรณ์ตัวนี้สามารถดูดความชื้นจากอากาศได้เป็นอย่างดีทำให้ทรายเออร์หมดคุณภาพ ซึ่งถ้าไม่มีทรายเออร์ในระบบแอร์ หรือทรายเออร์เสื่อมคุณภาพจะทำให้แอร์ทำงานได้ไม่เต็มที่เพราะจะมีความชื้นและเชื้อโรคอยู่ภายในระบบน้ำยา ฟิลเตอร์ทรายเออร์มีหน้าที่หลักอยู่ 3 ประการ คือ

10.1 กรองสิ่งสกปรก ซึ่งอาจตกค้างอยู่ในระบบระหว่างประกอบเครื่อง

10.2 ดูดซับความชื้นที่ตกค้างอยู่ในระบบเช่นข้อ 1 หรือกำจัดออกจากระบบไม่หมดโดยวิธี Vacuum Pump

10.3 ดูดซับกรด ซึ่งกรดสามารถจะเกิดขึ้นได้ในระบบเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นที่มีสภาวะทำงานไม่เหมาะสม



ภาพที่ 2.10 ฟิลเตอร์ทรายเออร์

ที่มา (<http://www.flowtechworld.com/spare/spare-738/>)

11. เช็ควาล์ว

เช็ควาล์ว เรียกอีกชื่อว่า วาล์วกันกลับ วาล์วกันย้อน ทำหน้าที่ควบคุมให้แก๊สไหลไปในทิศทางเดียว และป้องกันไม่ให้แก๊สไหลย้อนกลับ



ภาพที่ 2.11 เช็ควาล์ว

ที่มา (<https://www.homepro.co.th/product/243221>)

อุปกรณ์ทางไฟฟ้า

อุปกรณ์ทางไฟฟ้ามีมากมายหลายชนิด การที่จะนำอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามาใช้จึงต้องมีการศึกษาข้อมูล เพื่อที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ คณะผู้ศึกษาค้นคว้าได้เลือกใช้อุปกรณ์ ดังนี้

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือเบรกเกอร์ คือ สวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การทำงานของมันคือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แต่จะแตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว เบรกเกอร์มีหลายแบบทั้งเบรกเกอร์ขนาดเล็กที่ใช้ป้องกันสำหรับวงจรไฟฟ้าต่ำหรือพวกเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน จนถึงสวิตช์ขนาดใหญ่ ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายไฟให้ตัวเมือง

1.1 ประเภทของเบรกเกอร์

เบรกเกอร์จะถูกแบ่งออกเป็นแต่ละประเภทตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าหรือการออกแบบหากแบ่งตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าจะแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ Low Voltage เบรกเกอร์, Medium Voltage เบรกเกอร์ และ High Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันคือ Low Voltage เบรกเกอร์กลุ่ม

Low Voltage คือพวก MCB, MCCB และ ACB เบรกเกอร์เหล่านี้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามการออกแบบทั้งขนาด รูปร่างที่ถูกออกแบบมาให้เข้ากับการใช้งานหลากหลายประเภท

1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ Low Voltage Circuit Breakers

แรงดันไฟฟ้าต่ำ หรือน้อยกว่า 1,000 VAC เป็นเบรกเกอร์แบบที่ใช้งานทั่วไป ใช้งานเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ตู้ DB หรือตู้โหลดเซ็นเตอร์ เบรกเกอร์ชนิดนี้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน IEC 947 เบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำมักถูกติดตั้งในตู้ที่เปิดออกได้ ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ออก ตัวอย่างเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ มีดังนี้ MCB, RCCB, RCBO, MCCB และ ACB



ภาพที่ 2.12 เซอร์กิตเบรกเกอร์ MCB RCBO RCCB

ที่มา (<https://mall.factomart.com/circuit-breaker/>)



ภาพที่ 2.13 เซอร์กิตเบรกเกอร์ MCCB

ที่มา (<https://mall.factomart.com/circuit-breaker/>)



ภาพที่ 2.14 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ACB

ที่มา (<https://mall.factomart.com/circuit-breaker/>)



ภาพที่ 2.15 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 20 แอมป์ ที่มา

(<http://www.bcghome.com/shop/electrical/electrical-accessory/page/2/>)

2. ไฟลอตแลมป์

ไฟลอตแลมป์หรือหลอดไฟแสดงสถานะตัวควบคุมนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีสถานะบอกให้ผู้ใช้งานทราบการทำงานของระบบ ดังนั้นอุปกรณ์ที่บอกสถานะ คือ ไฟลอตแลมป์ ที่ปัจจุบันมีให้เลือกใช้มากมายหลายแบบ การนำไปก็แค่เลือกพิกัดแรงดันและพิกัดกระแสที่จะเลือกใช้เท่านั้น สถานะที่ใช้ในทั่วๆ ไป เช่น แสดงการทำงานหยุดการทำงาน การเกิด Alarm การเกิด Over load การเปิดหรือปิดระบบไฟ แสดงเฟสระบบไฟฟ้าและอื่นๆ

2.1 การเลือกใช้งานไฟลอตแลมป์

2.1.1 Power Supply แรงดันสำหรับจ่ายให้หลอดไฟทำงาน เช่น 12V 24V 110V 220V เป็นต้น

2.2.2 Color สีของหลอดไฟ

2.1.3 Size หรือ Diameter ของหลอดไฟ

2.1.4 ชนิดของหลอดไฟ เช่น LED, Bulb

2.1.5 การทำงานของหลอดไฟ เช่น ติดค้าง กระพริบ

2.1.6 IP Rating การป้องกันฝุ่นกันน้ำ

2.2 การเลือกสีมีการกำหนดใช้งานโดยทั่วไป

2.2.1 สีเขียวเป็นการทำงาน

2.2.2 สีแดงเป็นการหยุดการทำงาน

2.2.3 สีเหลืองหรือส้มเป็นการแจ้งสัญญาณเตือนความผิดพลาด

2.2.4 สีขาวเป็นไฟ 3 เฟส R S T

ไฟแสดงสถานะมีประโยชน์ในการวินิจฉัยอาการผิดปกติของระบบ การเฝ้าระวังระบบ กระบวนการผลิต และการตรวจสอบระบบทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยหรือไม่เกิดเลย ผู้สังเกตการณ์ที่เป็นผู้ดูแลระบบก็สามารถแก้ไขปัญหาได้ง่าย ไฟลวดแลมป์ที่คณะผู้ศึกษาค้นคว้าเลือกใช้ในการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพเป็นแบบ 220V ใช้สีเขียวแสดงการทำงาน สีแดงหยุดการทำงาน



ภาพที่ 2.16 ไฟลวดแลมป์ 220V สีเขียว สีแดง ที่มา :

(<https://www.factomart.com/th/factomartblog/cat/push-button-pilot-lamp-industrial-control-station-equipment/post/oblog-pilot-lamp/>)

3. แมกเนติกคอนแทคเตอร์

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อการเปิด-ปิดของหน้าสัมผัส(Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์ ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดยแมกเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงานได้แก่ แกนเหล็ก(Core) ขดลวด(Coil) หน้าสัมผัส(Contact)

3.1 หลักการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากกลางของแกนเหล็กขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กขณะสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้(ON) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือคอนแทคปกติจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม



ภาพที่ 2.17 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ ที่มา (<https://www.sng2535.com/mitsu-sn35.html>)

4. สวิตช์หยุดฉุกเฉิน

สวิตช์หยุดฉุกเฉิน Emergency Stop Push Buttons หรือที่เรียกทั่วไปว่าสวิตช์ดอกเห็ดเป็นสวิตช์แบบ ธรรมดา นิยมใช้กับปุ่มหยุดเครื่องจักรกลต่างๆ เพื่อรองรับกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้นและเมื่อถึงเวลาใช้งานทันทีที่เรากดที่ปุ่ม Emergency Switch เครื่องจักรกลทุกอย่างที่มีปุ่ม Emergency Switch จะหยุดการทำงานในทันทีเพื่อป้องกันการเกิดอันตราย



ภาพที่ 2.18 สวิตช์หยุดฉุกเฉิน

ที่มา (http://klongthomshoppingmal.tarad.com/product.detail_1000270_th_5453768#)

5. พุ่มกดตอนสวิตช์

พุ่มกดตอนสวิตช์ Push Button Switch หรือที่เรียกกันว่าสวิตช์ปุ่มกด เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้าและใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์หรือการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เป็นเหมือนอุปกรณ์พื้นฐานใช้ได้กับอุตสาหกรรมทั่วไป มีทั้งแบบไฟและแบบทึบแสง

โดยโครงสร้างของพุ่มกดตอนสวิตช์สามารถแยกได้ 4 ส่วน

5.1 ปุ่มกดทำด้วยโลหะหรือพลาสติกซึ่งจะมีหลากหลายสีให้เลือกใช้งาน

5.2 ฐานยึดระหว่างปุ่มกดและตัวล็อกหน้าสัมผัสจะมีเกลียวที่ฐานเพื่อไว้ยึดอุปกรณ์กับชิ้นงานด้วย

5.3 หน้าสัมผัส NO และ NC

5.5 หลอดไฟ LED ที่ใช้แสดงสถานะ



ภาพที่ 2.19 พุ่มตัดตอนสวิทช์ ที่มา

(<http://www.pteamengineer.com/articles/376279/index.php?mo=4>)

6. สายไฟ

การแบ่งประเภทของสายไฟจะถูกจำแนกออกเป็น 2 ประเภทตามแรงดันไฟ คือ สายสำหรับไฟแรงดันต่ำ และสำหรับไฟแรงดันสูง ซึ่งสายไฟที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือนซึ่งจัดเป็นสายไฟแรงดันต่ำ ซึ่งเป็นประเภทสายไฟที่เราจะพูดถึงในบทความนี้ ในประเทศไทยเรานั้น สายไฟแรงดันต่ำจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.11-2531 หรือ TIS-11-2531 ตามมาตรฐานแล้วสายไฟแรงดันต่ำจะมีหลายขนาด (พื้นที่หน้าตัด) ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งจะทนแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 300 โวลต์ ถึง 750 โวลต์ สายไฟตามมาตรฐาน มอก.11-2531 จะแบ่งเป็นประเภทตามขนาดความทนแรงดันไฟและการใช้งานได้ดังนี้

6.1 IV(สายไฟ ไอวี)สายไฟประเภทนี้มีลักษณะเป็นสายเดี่ยวหรือแกนเดี่ยวชนิดทน แรงดันไฟ 300 โวลต์ ใช้เป็นสายเดินเข้าอาคารสำหรับที่พักอาศัยที่ใช้ ระบบ 1 เฟส และห้ามใช้กับ ระบบ 3 เฟส ที่มีแรงดัน 380 โวลต์ การใช้งาน ถ้าเดินสายลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน หรือ เดินในช่องเดินสายสายในสถานที่แห้ง แต่ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง



ภาพที่ 2.20 สายไฟ IV

ที่มา (tngroup.co.th/media/article_detail/131)

6.2 VAF (สายไฟ วีเอเอฟ) สายไฟประเภทนี้สามารถทนแรงดันได้ 300 โวลต์ มีทั้งประเภทที่เป็นสายเดี่ยว สายคู่และที่มีสายดินอยู่ด้วย ถ้าเป็นสายเดี่ยวจะมีลักษณะเป็นสายกลมและถ้าเป็นประเภท 2 แกนหรือ 3 แกน จะเป็นสายแบน ตัวนำนอกจากจะมีฉนวนหุ้มแล้วยังมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่งสายคู่จะนิยมเดิน ตามฝาผนังด้วย เช็มซีดรีดสาย (Clip) หรือเดินในช่องเดินสาย แต่ห้ามเดินฝังดินโดยตรง การจะเดินสายประเภทนี้ได้ดินจะต้องเดินในท่อฝังดินที่ป้องกันน้ำซึม เข้าท่อ ใช้ในบ้านอยู่อาศัยทั่วไปสายชนิดนี้ห้ามใช้ในวงจร 3 เฟสที่มีแรงดัน 380 โวลต์เช่นกัน (ในระบบ 3 เฟสแต่แยกไปใช้งานเป็นแบบ 1 เฟส แรงดัน 220 โวลต์จะใช้ได้)



ภาพที่ 2.21 สายไฟ VAF

ที่มา (tngroup.co.th/media/article_detail/131)

6.3 THW (สายไฟทีเอชดับเบิลยู) เป็น สายไฟที่สามารถทนแรงดันได้ 750 โวลต์ มีลักษณะเป็นสายเดี่ยวนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากใช้ในวงจรไฟฟ้าสามเฟสปกติ แกนของสายประเภทนี้มีตัวนำทองแดงจะมีหลายสายร้อยเป็นสายใหญ่หนึ่งแกน การใช้งานคือใช้เดินลอยด้วยตัวยึดทำจากวัสดุฉนวน เดินในช่องเดินสาย หรือเดินในท่อฝังดินที่มีการป้องกันน้ำซึมเข้าสู่ท่อ แต่ห้ามฝังดินโดยตรง



ภาพที่ 2.22 สายไฟ THW

ที่มา (tngroup.co.th/media/article_detail/131)

6.4 NYY(สายไฟ เอ็นวายวาย) มี ทั้งประเภทแกนเดี่ยวและหลายแกนสายหลายแกน ก็จะมีลักษณะเป็นสายกลมเช่นกัน สายชนิดนี้ทนแรงดัน 750 โวลต์ นิยมใช้อย่างกว้างขวางเช่นกันเนื่องจากถูกออกแบบให้มีความคงทนต่อ สภาพแวดล้อมเพราะมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่งบางสำหรับสายเอ็นวายวายประเภท สายเดี่ยว สายประเภทนี้จะมีฉนวนหุ้มแกนหนึ่งชั้นและมีเปลือกเพียงชั้นเดียว ทำหน้าที่ ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ สำหรับสายเอ็นวายวายที่มีหลายแกนขึ้นไปอาจจะถูกเรียกว่าสายฉนวน 3 ชั้น ความจริงแล้วสายประเภทนี้มีฉนวนชั้นเดียวอีกสองชั้นที่เหลือนั้นเป็นเปลือกชั้นใน ทำหน้าที่เป็นแบบ (Form) ให้สายแต่ละแกนร้อยเกลียวเข้าด้วยกันจนมีลักษณะกลม และมีเปลือกนอกหุ้มแล้วอีกชั้นหนึ่งทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ สายเอ็นวายวายหลายแกนจะมีชนิด 2 แกนและ 4 แกนซึ่งแล้วแต่ความต้องการใช้งาน สายประเภทนี้จะมีเปลือกสองชั้นดังกล่าวแล้วข้างต้น สายเอ็นวายวายชนิด 4 แกนมีสายนิวทรัลรวมอยู่ด้วยเรียกว่าเป็นสายเอ็นวายวาย-เอ็น (NYY-N) คือมีสายไฟอยู่ 3 เส้น และมีสายนิวทรัลอีกหนึ่งเส้นมีขนาดพื้นที่หน้าตัดประมาณ ครึ่งหนึ่งของสายเส้นไฟจึงเหมาะที่จะใช้ในวงจร 3 เฟส 4 สาย อีกประเภทหนึ่งคือสายชนิดเอ็นวายวาย-กราวด์ (NYY-G) คือเป็นสายชนิด 2 แกน 3 แกน และ 4 แกนที่มีสายดิน (Ground) รวมอยู่ด้วยอีกหนึ่งเส้นจึงเหมาะที่จะใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดินสายเอ็นวายวายทุกชนิดสามารถเดินใต้ดินได้โดยตรงเพราะมีเปลือกชั้นนอกทำให้ทนต่อสภาพแวดล้อม



ภาพที่ 2.23 สายไฟ NYY

ที่มา (tnngroup.co.th/media/article_detail/131)

6.5 VCT (สายไฟ วีซีที) เป็นสายกลมมีทั้ง 1 แกน 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน สามารถทนแรงดันได้ 750 โวลต์มีฉนวนและเปลือกเช่นเดียวกับสายเอ็นวายวาย มีข้อพิเศกว่าก็คือตัวนำจะประกอบด้วยทองแดงฝอยเส้นเล็กๆ ร้อยรวมกันเป็น หนึ่งแกน ทำให้มีข้อดีคืออ่อนตัวและทนต่อสภาพการสั่นสะเทือนได้ดี เหมาะที่จะใช้เป็นสายเดินเข้าเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งานสายชนิดนี้ใช้งานได้ทั่วไปเหมือนสายชนิดเอ็นวายวาย นอกจากนี้ยังมีสายวีซีทีเป็นชนิดวีซีที-กราวด์ (VCT-G) ซึ่งมี 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน และมีสายดินเดินรวมไปด้วยอีกเส้นหนึ่งเพื่อให้เหมาะสำหรับใช้กับเครื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ต้องต่อลงดิน สายวีซีทีสามารถเดินแบบฝังดินโดยตรงได้



ภาพที่ 2.24 สายไฟ VCT

ที่มา (tnngroup.co.th/media/article_detail/131)

7. Pressure Switch

Pressure Switch หรือ สวิทช์ควบคุมความดัน มีหลักการทำงานคือ ทำหน้าที่ในการตัดและต่อวงจรไฟฟ้าให้มอเตอร์ทำงานและหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยความดันของอากาศในถังบรรจุอากาศ

การทำงานของเครื่องอัดอากาศ คือ เมื่อเปิดสวิทช์การทำงานของเครื่อง ถ้าอากาศมีความดันต่ำกว่าที่กำหนด Pressure Switch ก็จะต่อวงจรไฟฟ้าผ่านไปยังมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนและไปขับให้ปั๊มอัดอากาศทำงานตามไปด้วยและเมื่ออากาศภายในถังบรรจุอากาศมีความดันสูงตามพิกัดที่

กำหนด Presssure Switch ก็จะตัดวงจรไฟฟ้าให้มอเตอร์หยุดทำงานและปั๊มอัดอากาศก็จะหยุดทำงานด้วย แต่เมื่ออากาศภายในถังบรรจุอากาศถูกนำไปใช้งานและความดันในถังบรรจุอากาศต่ำลงจนถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้ Pressure Switch จะต่อวงจรให้มอเตอร์และปั๊มอากาศทำงานต่อไปการทำงานของปั๊มอัดอากาศจะทำงานสลับกันไปเช่นนี้ตลอดเวลาโดยอัตโนมัติ ดังนั้น ถ้าต้องการให้เครื่องอัดอากาศหยุดทำงานจะต้องปิดสวิทช์ควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 2.25 PressureSwitch ที่มา (https://www.sbs-plus.com/)

8. คอมเพรสเซอร์

คอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มความดันให้กับก๊าซ เช่นอากาศแล้วสามารถส่งผ่านก๊าซหรืออากาศที่ถูกอัดนี้ไปยังสถานที่ที่จะใช้งาน เช่น เครื่องมือที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังลม เครื่องมือฉัดพ่นของเหลว เครื่องสูบลมหรือเครื่องอัดจารบี การอัดก๊าซเพื่อให้สามารถเก็บในถังเก็บก๊าซได้เป็นปริมาณมากไม่ว่าจะอยู่ในรูปของก๊าซหรือของเหลว เครื่องคอมเพรสเซอร์ขนาดใหญ่ถูกใช้ในการอัดและส่งก๊าซธรรมชาติใช้ในโรงงานเหล็กและเคมีภัณฑ์ เป็นต้น

เมื่อก๊าซถูกอัดอุณหภูมิจะสูงขึ้นเป็นสัดส่วนกับแรงอัดดังนั้นการอัดก๊าซความดันสูงอุณหภูมิของก๊าซจะสูงมาก เครื่องคอมเพรสเซอร์อัดก๊าซบางชนิดจึงถูกออกแบบให้สามารถอัดก๊าซได้หลายขั้นตอนและในแต่ละขั้นตอนก๊าซที่ถูกอัดจะถูกช่วยระบายความร้อนออกไป คอมเพรสเซอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แบบลูกสูบ(Reciprocating)
2. แบบโรตารี(Rotary Positive Displacement)
3. แบบใช้แรงเหวี่ยงและไหลตามแกน(Centrifugal & Axial Flow)

8.1 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

ใช้วิธีการอัดก๊าซโดยการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตัวลูกสูบในกระบอกสูบมีแบบอัดก๊าซด้วยเดี่ยว(Single-Acting)และอัดก๊าซได้สองด้าน(Double-Acting) นอกจากนี้ยังแบ่งเป็นแบบลูกสูบเดี่ยวหรือลูกสูบหลายลูก จัดเรียงลำดับเป็นแนวเดียวกัน หรือเป็นแบบรูปตัววีหรือดัดเบิ้ลยู เป็นต้น

การหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การหล่อลื่น ในกระบอกสูบและในอ่างน้ำมัน ซึ่งโดยทั่วไปคุณสมบัติของน้ำมัน ที่จะใช้ใกล้เคียงกัน เว้นเสียแต่น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในกระบอกสูบจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับก๊าซที่จะอัด

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมัน ที่ ใช้กับ เครื่องคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบนั้นจะต้องมีโอกาสเกิดเขม่าดำเพราะการรวมตัวของเขม่าไปเกาะอยู่ตามระบบทางอากาศหรือก๊าซที่ถูกอัดจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดไฟลุกไหม้หรือคอมเพรสเซอร์ ระเบิดได้ ดังนั้นน้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบมักทำด้วย น้ำมันพื้นฐาน ที่ได้รับการคัดเลือกอย่างดีผสมด้วยสารเพิ่มคุณภาพ ป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันป้องกันการสึกหรอและการกัดกร่อน เป็นต้น

8.2 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี

ก๊าซจะถูกดูดเข้ามาในระบบแล้วจึงถูกอัดผ่านใบพัดหรือสกรูก่อนที่จะถูกส่งออกไปใช้งานคอมเพรสเซอร์แบบนี้ยังสามารถแบ่งออกได้เป็นแบบใบพัดเลขแปด (Straight Lobe) แบบสกรู (Screw) และแบบแผ่นเลื่อน (Sliding Vane)

การหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์แบบโรตารี มีวิธีการหล่อลื่นได้ 2 แบบคือ

1. การหล่อลื่นแบบน้ำมันหยด (Drip Feed Lubricated) วิธีนี้น้ำมันหล่อลื่น จำนวนที่เหมาะสมจะถูกฉีดหรือหยดลงไปหล่อลื่นตามชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น บริเวณแผ่นเลื่อน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นซีลช่องว่างระหว่างแผ่นเลื่อนกับผนังภายในห้องอัด หลังจากหล่อลื่นแล้วน้ำมัน จะถูกขับออกไปพร้อมกับ ก๊าซหรืออากาศที่ถูกอัด
2. การหล่อลื่นแบบน้ำมันท่วม (Flood Lubricated) น้ำมันหล่อลื่นจำนวนหนึ่งจะถูกฉีกเข้าไปในห้องอัดเพื่อทำหน้าที่หล่อลื่นและเป็นซีลระหว่างชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังช่วยระบายความร้อนของก๊าซหรืออากาศที่ถูกอัด น้ำมัน ดังกล่าวจะถูกแยกออกจากก๊าซที่ปลายทางท่อ ทำให้เย็นลงผ่านไส้กรองแล้วถูกหมุนเวียนกลับไปใช้อีก

น้ำมันสำหรับใช้ในการหล่อลื่นที่มีสภาวะการทำงานที่รุนแรงแบบนี้จำเป็นต้องใส่สารเพิ่มคุณภาพป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทั้งนี้เพราะ น้ำมัน ต้องสัมผัสกับอากาศหรือก๊าซที่ร้อนจัดอยู่ตลอดเวลาถ้าหาก น้ำมัน มีความคงทนต่อปฏิกิริยาดังกล่าวไม่ดี น้ำมัน จะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดและเกิดตะกอนยางเหนียวทำให้เกิดการกัดกร่อน ส่วนตะกอนยางเหนียวจะไปอุดตันตามทางเดินของ น้ำมัน ทำให้แผ่นเลื่อนตายหรือติดขัด ความหนืดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การระบายความร้อนไม่ดี

8.3 คอมเพรสเซอร์แบบใช้แรงเหวี่ยงและไหลตามแกน

ใช้วิธีการเพิ่มพลังงานจลน์กับก๊าซในรูปของความเร็วแล้วเปลี่ยนพลังงานจลน์ไปเป็นพลังงานศักย์ที่ทางออกในรูปของความร้อน

การหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์แบบใช้แรงเหวี่ยงหรือไหลตามแกน การหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ทั้ง 2 แบบนี้ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วย แบริงกัป ตัว น้ำมันหล่อลื่นไม่ได้สัมผัสกับอากาศหรือก๊าซที่ถูกอัด และมักใช้วิธี การหล่อลื่น และฉีกหมุนเวียน ดังนั้นคุณสมบัติของน้ำมัน ที่ต้องการจึงไม่ค่อยรุนแรงมากนัก

การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด แบ่งออกเป็นการอัดเชิงปริมาตร (Volumetric compression) เช่น แบบลูกสูบ แบบโรตารี แบบ ก้นหอย แบบเกลียว และการอัดแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง(Centrifugal compression) เช่นแบบอัดครั้งเดียว แบบอัดหลายครั้ง

- 1) คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ(reciprocating type) อาศัยการทำงานของเพลาค้อเหวี่ยง (crank shaft) ขับลูกสูบให้เกิดการดูดอัดมีใช้กับเครื่องทำความเย็นตั้งแต่ขนาดเล็กต่ำกว่าแรงม้าจนถึงขนาดใหญ่มากกว่า100 แรงม้า เป็นแบบที่นิยมใช้งานมากที่สุด



ภาพที่ 2.26 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

ที่มา (<http://www.chiangmaiaircare.com/การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด>)

- 2) คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี (rotary type) อาศัยการทำงานของลูกสูบหมุน (rotor) เป็นตัวดูดอัดน้ำยาโดยอาศัยเพลาชับ(rotor shaft) แทนเพลาค้อเหวี่ยงทำให้ทำงานได้เงียบมีความสั่นสะเทือนน้อย และมีขนาดเล็กกว่าแบบลูกสูบแบ่งการทำงานออกเป็น 2 แบบ คือ แบบ blades หมุน (rotary blades) และแบบแผ่น blades อยู่กับที่ (stationary blades)



ภาพที่ 2.27 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี

ที่มา (<http://www.chiangmaiaircare.com/การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด>)

3) คอมเพรสเซอร์แบบกันหอยหรือแบบสโครล์ (scroll type) เป็นคอมเพรสเซอร์แบบใหม่ล่าสุดที่ถูกออกแบบมาใช้งานในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ การทำงานจะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีลักษณะเป็นกันหอยอยู่กับที่และส่วนที่เคลื่อนที่ซึ่งจะเคลื่อนที่ในลักษณะเยื้องศูนย์ โดยไม่มีการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนรอบแกน (not rotate) โดยความดันจะเพิ่มจากภายนอกและถูกอัดเมามากสุดเมื่ออยู่ที่แกนกลาง ลักษณะเทียบได้เหมือนกับการเคลื่อนไหวยของพายุทอร์นาโด (tornado) ปัจจุบันนำมาใช้กับระบบปรับอากาศที่ใช้ในที่พักอาศัยในสำนักงาน รวมทั้งระบบปรับอากาศในรถยนต์เนื่องจากการทำงานมีการเคลื่อนไหวน้อยไม่ต้องใช้เส้นทางดูด-ทางส่ง จึงทำงานได้เรียบและเงียบกว่าให้ประสิทธิภาพสูงกว่าแบบลูกสูบประมาณ 10-15%



ภาพที่ 2.28 คอมเพรสเซอร์แบบกันหอยหรือแบบสโครล์ ที่มา (<http://www.chiangmaiaircare.com/การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด>)

4) คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw type) ทำงานโดยอาศัยสกรู 2 ตัว คือสกรูตัวเมีย (female rotor) และสกรูตัวผู้ (male rotor) โดยสกรูตัวเมียจะอาศัยช่องเกลียวเป็นที่เก็บน้ำมัน ส่วนสกรูตัวผู้จะใช้สันเกลียวรีดน้ำมันออกตามแกนของสกรูทั้งสองและเนื่องจากต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นทำงานที่ป้องกันการรั่วระหว่างช่องว่างของเกลียวทั้งสองขณะทำงานจึงมีน้ำมันหล่อลื่นออกไปกับน้ำมันจำนวนมากที่ทางออกของคอมเพรสเซอร์แบบสกรู จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น (oil separator) ไว้ด้วยเสมอ



ภาพที่ 2.29 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู

ที่มา (<http://www.chiangmaiaircare.com/การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด>)

5) คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifugal type) ทำงานโดยอาศัยใบพัด (impeller) หมุนด้วยความเร็วรอบสูงประมาณ 3000 ถึง 18000 รอบ/นาที กับเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ 250 ถึง 1000 ตัน เนื่องจากทำงานที่ความดันต่ำมากจึงเหมาะที่จะใช้กับระบบที่ใช้น้ำยาที่มีจุดเดือดสูง เช่น R-11, R113 หรือ R-123 ซึ่งภายใต้ความดันบรรยากาศจะมีจุดเดือดที่ 74.8°F และ 82°F ตามลำดับ



ภาพที่ 2.30 คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

ที่มา (<http://www.chiangmaiaircare.com/การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด>)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

เนื้อหางานวิจัยนี้ทางคณะผู้ศึกษาค้นคว้าจะกล่าวถึงหัวข้อสำคัญได้แก่ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบ การสร้าง และการทดสอบ ตลอดจนถึงความสามารถที่จะนำไปใช้งานได้อย่างสะดวก มีรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ดังนี้

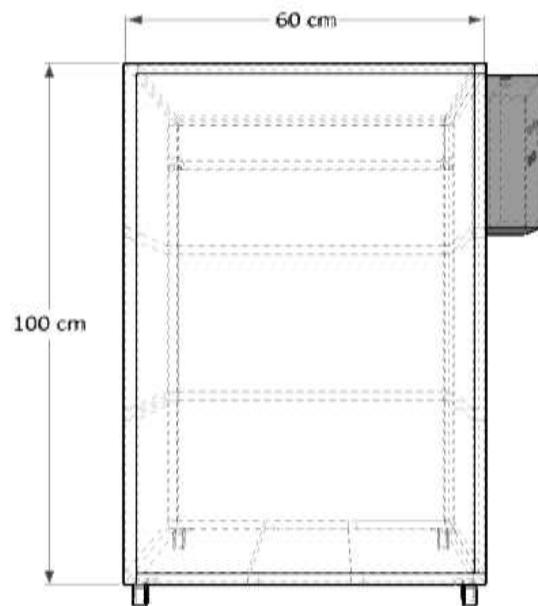
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าและการประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพครั้งนี้คือ ผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์

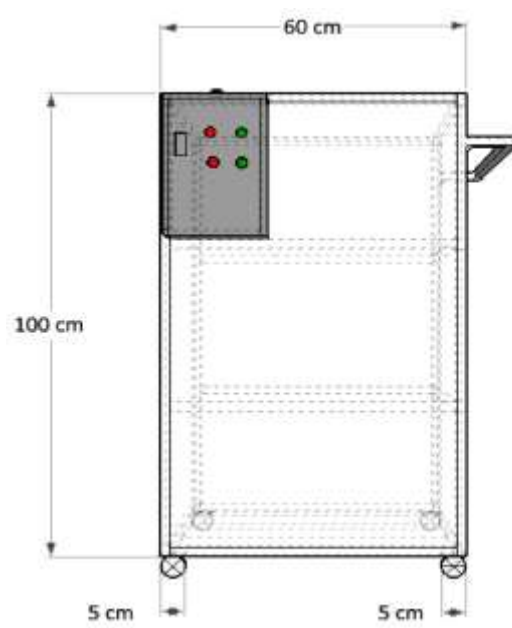
การออกแบบพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และการสร้างเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับสถานที่ในการไปใช้งานจริง จะต้องมีความแข็งแรงปลอดภัย มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ดังนั้นการออกแบบเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ จึงแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การออกแบบโครงสร้าง การออกแบบวงจรการทำงาน

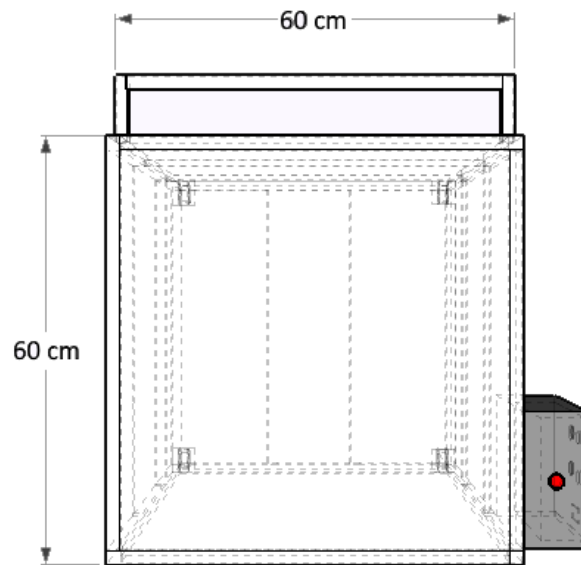
1. การออกแบบโครงสร้างของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ในหัวข้อนี้จะบอกถึงขนาดของโครงสร้างแบบสมบูรณ์ของชิ้นงาน และตำแหน่งการยึดชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันในการติดตั้ง ซึ่งเป็นการออกแบบและวางแผนก่อนที่จะนำไปปฏิบัติจริง



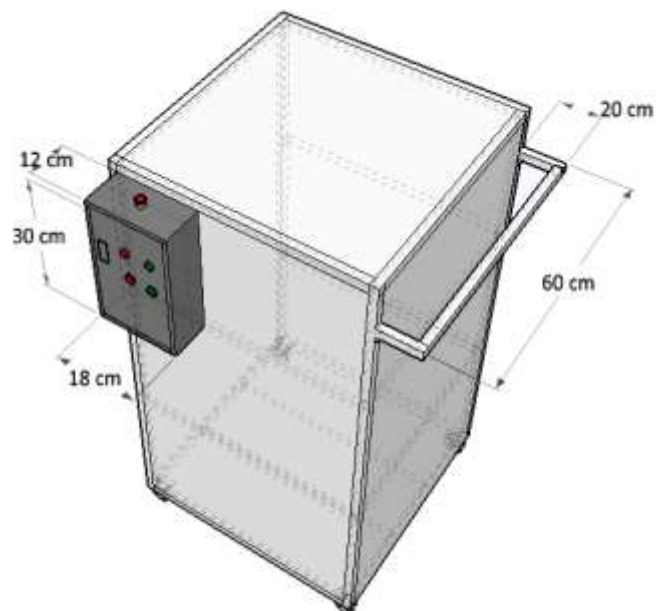
ภาพที่ 3.1 การออกแบบโครงสร้างด้านหน้าของชิ้นงาน



ภาพที่ 3.2 การออกแบบโครงสร้างด้านข้างของชิ้นงาน

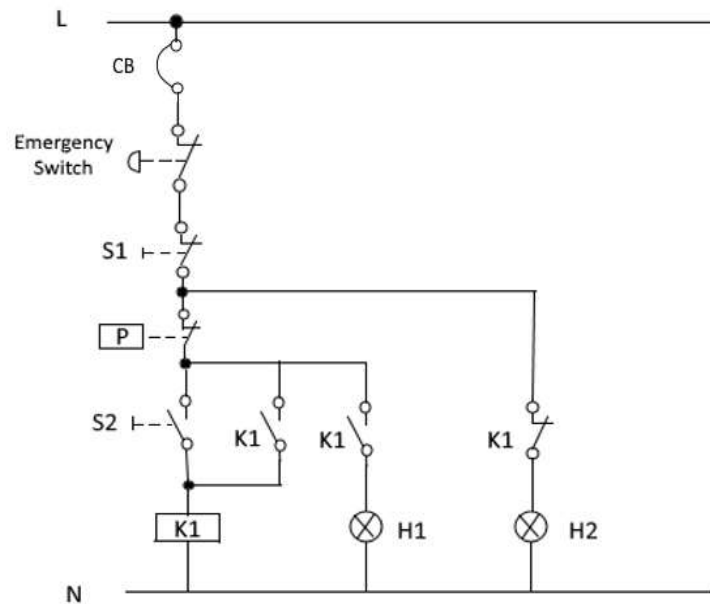


ภาพที่ 3.3 การออกแบบโครงสร้างด้านบนของชิ้นงาน

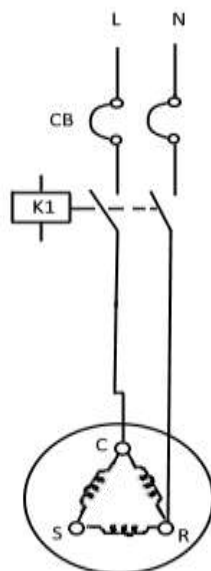


ภาพที่ 3.4 การออกแบบโครงสร้างด้านจับของชิ้นงาน

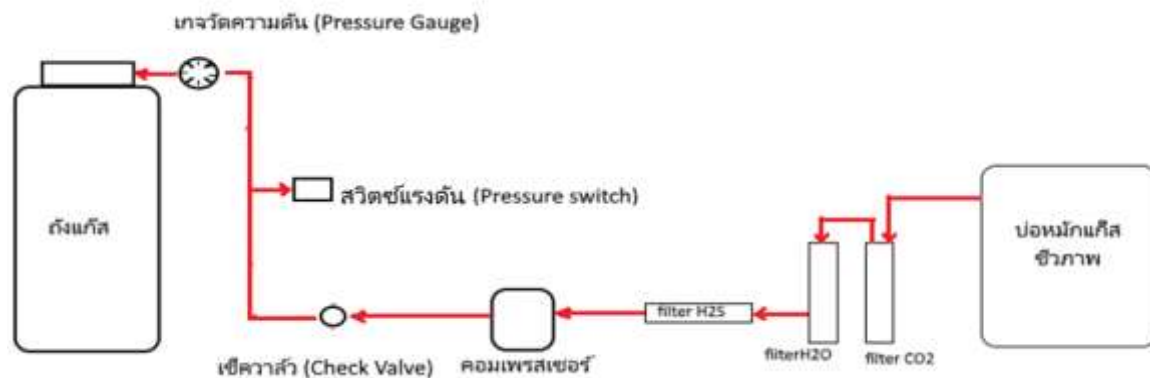
2. การออกแบบวงจรการทำงานของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ในหัวข้อนี้จะบอกถึงการออกแบบวงจรซึ่งประกอบด้วย วงจรไฟฟ้า และวงจรกำลัง



ภาพที่ 3.5 วงจรควบคุมเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ



ภาพที่ 3.6 วงจรกำลังเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ



ภาพที่ 3.7 วัฏจักรก๊าซจากบ่อไปจนถึงถัง

การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

โหลตมอเตอร์ 1/3 แรงม้า 220 โวลต์ จำนวน 1 เครื่อง มีกระแสโหลตเต็ม 1.22 แอมป์สามารถคำนวณขนาดกระแสของสายได้ดังนี้

$$\text{สูตรการคำนวณ } I_C \geq 1.25 \times I_M$$

กำหนดให้

$$I_C = \text{ขนาดกระแสไฟฟ้า (แอมป์)}$$

$$I_M = \text{กระแสโหลตเต็มที่ของมอเตอร์ (แอมป์)}$$

$$\text{ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าต้องไม่น้อย} = 1.25 \times 1.22$$

$$= 1.52 \text{ แอมป์}$$

ใช้สาย THW-F ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ทนกระแสสูงสุดได้ 21 แอมป์

ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาด 20 แอมป์ ทนกระแสสูงสุดได้ 20 แอมป์

การสร้างและประกอบเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

ในการสร้างและการประกอบเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การสร้างโครงสร้างเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ การติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้างเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ และโครงสร้างทางไฟฟ้า

1. การสร้างส่วนโครงสร้างเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

1.1 นำเหล็กกล่องขนาด 1x1 นิ้ว มาตัดให้ได้ความยาว 96 ซม. จำนวน 4 เส้น ยาวขนาด 60 ซม. ตัดมุม 45 องศา เฉียงเข้าหากันจำนวน 8 เส้น และยาวขนาด 56 ซม. จำนวน 8 เส้น ดังแสดงในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 วัดตำแหน่งและตัดโครงเหล็ก

1.2 นำเหล็กกล่องขนาด 1x1 นิ้วที่ตัดไว้ความยาว 60 ซม.เฉียงเข้าหากัน นำมาเชื่อมให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำนวน 2 ชุด เพื่อนำมาเป็นโครงสร้างด้านล่างและด้านบน ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 การเชื่อมพื้นด้านล่างและด้านบน

1.3 นำเหล็กกล่องยาว 96 ซม. มาเชื่อมเข้ากับเหล็กกล่องที่เชื่อมไว้ก่อนหน้านี้ทั้ง 4 มุม แล้วนำเหล็กกล่องยาวขนาด 56 ซม. จำนวน 6 เส้น แบ่ง ซ้าย ขวาและหลัง ด้านละ 2 เส้น นำมาเชื่อมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง โดยแบ่งระยะห่างเท่าๆ กัน แล้วนำเหล็กกล่องขนาด 56 ซม. จำนวน 2 เส้น มาเชื่อมติดฐานด้านล่าง เพื่อเป็นฐานยึด คอมเพรสเซอร์ ดังแสดงในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 การเชื่อมยึดโครงเหล็ก

1.4 นำล้อยขนาด 2 นิ้ว มาเชื่อมติดกับพื้นโครงสร้างทั้ง 4 มุม ดังแสดงในภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 การประกอบล้อติดกับโครง



ภาพที่ 3.12 การติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้าง

1.5 ทำการตัดแผ่นสังกะสีเรียบ ให้ได้ขนาด 60x100 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น และขนาด 60x60 จำนวน 1 แผ่น ดังแสดงในภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 วัดขนาดแผ่นสังกะสีเรียบและตัดแผ่นสังกะสีเรียบ

1.6 ใช้สว่านเจาะเหล็กและเจาะแผ่นสังกะสีเรียบ เพื่อติดแผ่นสังกะสีเรียบเข้ากับโครงเหล็ก ดังแสดงในภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 ประกอบสังกะสีเรียบเข้ากับโครงสร้าง

1.7 นำอะลูมิเนียมฉาก 1x1 นิ้ว มาติดขอบและใช้รีเบส ยิงยึดเข้ากับรูที่เจาะไว้กับโครงเหล็ก ดังแสดงในภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 ยึดขอบอะลูมิเนียม

1.8 นำแผ่นอะคริลิก ขนาด 60x100 เซนติเมตร มายึดกับบานพับเพื่อทำประตู เปิด-ปิด ดังแสดงในภาพที่ 3.16 - 3.17



ภาพที่ 3.16 ติดตั้งบานพับประตู



ภาพที่ 3.17 ติดตั้งมือจับประตู

2. การสร้างส่วนโครงสร้างทางไฟฟ้า

2.1 วัดและเจาะรูเพื่อยึดติดตั้ง ไฟลอตแลมป์ สวิตช์ควบคุม และชุดอุปกรณ์ควบคุม ดังแสดงใน
ภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18 เจาะรูเพื่อวางตำแหน่ง ของ ไฟลอตแลมป์ และ สวิตช์ควบคุม



ภาพที่ 3.19 การติดตั้ง ไฟลอตแลมป์ สวิตช์ควบคุม และอุปกรณ์ป้องกัน

2.2 ติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์และแมกเนติกไว้ภายในกล่องควบคุม



ภาพที่ 3.20 การวางตำแหน่งและติดตั้ง อุปกรณ์ควบคุม และป้องกัน



ภาพที่ 3.21 การต่อวงจรควบคุมและป้องกัน



ภาพที่ 3.22 การเก็บสายภายในกล่องควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

เป็นแบบทดสอบการทำงานของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ก่อนนำไปใช้งานจริงเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 ทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังและปริมาณน้ำหนักของก๊าซขณะบรรจุ

1.1.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

- 1) เพื่อทดสอบหาเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าถัง
- 2) เพื่อทดสอบหาปริมาณน้ำหนักของก๊าซขณะบรรจุ

1.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 1) เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ
- 2) ถังบรรจุก๊าซขนาด 15 กิโลกรัม
- 3) เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 4) นาฬิกาจับเวลา

1.1.3 วิธีการทดสอบ

- 1) จ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ กด ON เซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วกด Start
- 2) ทำการทดสอบบรรจุก๊าซเข้าภายในถังแก๊ส
- 3) สังเกต เกจวัดแรงดันเทียบกับเวลา ตั้งแต่ 1 บาร์ ถึง 5 บาร์ และสังเกตน้ำหนักของก๊าซที่บรรจุเข้าภายในถัง

4) บันทึกผลลงในตารางลงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางการทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายใน 1 ถังและปริมาณน้ำหนักของก๊าซขณะบรรจุ

ปริมาณแรงดันก๊าซ ขณะบรรจุ(บาร์)	ระยะเวลา	ปริมาณน้ำหนั ก๊าซ (กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1			
2			
3			
4			
5			
ค่าเฉลี่ย			

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

1.2 ทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าถึงแก๊สแรงดันปริมาณ 5 บาร์ และหาอัตราค่าไฟฟ้า

1.2.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

- 1) เพื่อทดสอบหาระยะเวลาเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซเข้าถึงแก๊สแรงดันปริมาณ 5 บาร์
- 2) เพื่อหาอัตราค่าไฟฟ้า

1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 1) เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ
- 2) นาฬิกาจับเวลา
- 3) ถังแก๊สขนาด 15 กิโลกรัม
- 4) กิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์

1.2.3 วิธีการทดสอบ

- 1) จ่ายไฟ 220 โวลต์ กด ON เซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วกด Start
- 2) ทำการทดสอบการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังแก๊ส จับเวลาในการบรรจุก๊าซ ตั้งแต่ว่าที่ 1 ถึงถึงที่ 5 ปริมาณแรงดัน 5 บาร์
- 3) สังเกตนาฬิกาจับเวลาตอนเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพหยุดทำงาน ตั้งแต่ ถึงที่ 1 ถึงถึงที่ 5
- 4) สังเกตกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์
- 5) บันทึกผลลงในตารางลงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 3.2 ตารางการทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าถึงแก๊สแรงดันปริมาณ 5 บาร์และหาอัตราค่าไฟฟ้า

ถึงที่	ระยะเวลาในการ บรรจุ	ค่าพลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ (unit)	ปริมาณน้ำหนั ก๊าซในการ บรรจุ(กิโลกรัม)	หมายเหตุ
--------	------------------------	----------------------------------	---	----------

1				
2				
3				
4				
5				
ค่าเฉลี่ย				

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

1.3 ทดสอบระยะเวลาการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส

1.3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

- 1) เพื่อทดสอบหาระยะเวลาในการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส

1.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 1) ถังบรรจุก๊าซขนาด 15 กิโลกรัม
- 2) เตาแก๊ส

1.3.3 วิธีการทดสอบ

- 1) บรรจุก๊าซชีวภาพเข้าถังแก๊สปริมาณแรงดัน 5 บาร์
- 2) ต่อถังบรรจุก๊าซเข้ากับเตาแก๊ส
- 3) เปิดใช้งานเตาแก๊ส
- 4) สังเกตระยะเวลาในการเปิดใช้งานเตาแก๊ส
- 5) บันทึกผลลงในตารางลงในตารางที่ 1.3

หมายเหตุ : หมุนวาล์วแก๊สไปในระดับสูงสุด

ตารางที่ 3.3 การทดสอบระยะเวลาการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส 5 บาร์

ถังที่	ระยะเวลาของการเปิดใช้งาน	หมายเหตุ
1		
2		
3		
4		
5		
ค่าเฉลี่ย		

บันทึกเพิ่มเติม

2. แบบประเมินความพึงพอใจ

การประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ จะเป็นแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งประเมินโดยกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง แบบประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ แบ่งออกเป็น 2 ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งาน โดยลักษณะของแบบประเมินพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง อยู่ในระดับ ดีมาก
- 4 หมายถึง อยู่ในระดับ ดี
- 3 หมายถึง อยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง อยู่ในระดับ พอใช้
- 1 หมายถึง อยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

2.1 การประเมินความพึงใจด้านรูปแบบ การประเมินความพึงพอใจด้านรูปแบบของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ มีเนื้อหาเกี่ยวกับความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ ตัวเครื่องมีความคงทนแข็งแรง การออกแบบและโครงสร้างของเครื่อง การแสดงผลและความชัดเจนของเกจวัดแรงดันขนาดและน้ำหนักของเครื่อง

ตารางที่ 3.4 แบบประเมินความพึงพอใจด้านรูปแบบ การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

รายการการประเมิน	ระดับพึงพอใจ					คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย
	5	4	3	2	1		
ด้านรูปแบบ							
1. ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์							
2. ตัวเครื่องมีความคงทนแข็งแรง							
3. การออกแบบและโครงสร้างของเครื่อง							
4. การแสดงผลและความชัดเจนของเกจวัดแรงดัน							
5. ขนาดและน้ำหนักของเครื่อง							
ค่าเฉลี่ย							

มีข้อคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะ

.....

.....

2.2 การประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน การประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ด้านการใช้งาน มีเนื้อหาเกี่ยวกับความเหมาะสมกับสถานที่ สะดวกในการใช้งาน สะดวกในการเคลื่อนย้าย สะดวกในการซ่อมบำรุง สายแก๊สทนต่อแรงดันในการบรรจุก๊าซได้ดี ความปลอดภัยในการใช้งาน

ตารางที่ 3.5 แบบประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

รายการการประเมิน	ระดับพึงพอใจ					คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย
	5	4	3	2	1		
ด้านการใช้งาน							
1. สะดวกในการใช้งาน							
2. สะดวกในการเคลื่อนย้าย							
3. สะดวกในการซ่อมบำรุง							
4. สายแก๊สทนต่อแรงดันในการบรรจุก๊าซได้ดี							
5. ความปลอดภัยในการใช้งาน							
ค่าเฉลี่ย							

มีข้อคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะ

.....

.....

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ โดยจะแบ่งการทดลองใช้งานของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ และประเมินความพึงพอใจโดยกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การทดสอบสมรรถนะ

ในหัวข้อการทดสอบสมรรถนะนี้จะกล่าวถึง การเตรียมการ การทดสอบและบันทึกผล และการปรับปรุงแก้ไขของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การเตรียมการ

1.1.1 เตรียมแบบทดสอบสมรรถนะ

1.1.2 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1.1.3 เตรียมการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

1.2 การทดสอบและบันทึกผล

1.2.1 คณะผู้ศึกษาค้นคว้าทำการทดสอบสมรรถนะ ของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ตามแบบทดสอบสมรรถนะ

1.2.2 บันทึกผลเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุง

2. การประเมินความพึงพอใจ

ในหัวข้อการประเมินความพึงพอใจนี้จะกล่าวถึง การเตรียมการ การนัดหมายและชี้แจงรายละเอียด และการทดลองและประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การเตรียมการ

2.1.1 กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.1.2 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.1.3 เตรียมการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

2.2 การนัดหมายและชี้แจงรายละเอียด

2.2.1 การนัดวัน เวลา และสถานที่ ที่ทำการทดลองกลุ่มตัวอย่าง

2.2.2 ชี้แจงรายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพกลุ่มตัวอย่าง

2.3 การทดลองและประเมินความพึงพอใจ

2.3.1 ทำการทดลองโดยเปิดใช้งานเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างชมและประเมินตามแบบประเมินความพึงพอใจ

2.3.2 เก็บแบบประเมินและนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่ง การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบสมรรถนะและการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบสมรรถนะ

การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบสมรรถนะ โดยนำผลที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะในแต่ละด้าน ของเครื่อง บรรจุก๊าซชีวภาพมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การเปรียบเทียบเพื่อหาศักยภาพของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

2. การประเมินความพึงพอใจ

2.1 แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบนี้ต้องให้ผู้ตอบประเมินข้อความที่ถามออกมาเป็นระดับ มีตั้งแต่ 3 ระดับ ถึง 11 ระดับ โดยทั่วไปนิยมใช้ 3 ถึง 5 ระดับมีทั้งแบบตัวเลขและข้อความคือ

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

(บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจ โดยนำผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของการพัฒนา เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละท่านที่ได้ประเมินไว้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยรายละเอียดได้แก่ เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.2 เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

(บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

2.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

โดยที่ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

Σ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทดสอบและผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ เป็นการหาคุณภาพของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ โดยจะทดสอบสมรรถนะในการทำงาน ทดลองและสรุปผลการทดลอง ซึ่งในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

เป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ประโยชน์และศึกษาค้นคว้าก่อนนำไปใช้งานจริง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 3 การทดสอบ คือ

1. ทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังและปริมาณน้ำหนักรวณของก๊าซขณะบรรจุ
 - 1.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ
 - 1.1.1 เพื่อทดสอบหาเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าถัง
 - 1.1.2 เพื่อทดสอบหาปริมาณน้ำหนักรวณของก๊าซขณะบรรจุ
 - 1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ
 - 1.2.1 เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ
 - 1.2.2 ถังบรรจุก๊าซขนาด 15 กิโลกรัม
 - 1.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก
 - 1.2.4 นาฬิกาจับเวลา
 - 1.3 วิธีการทดสอบ
 - 1.3.1 จ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ กด ON เซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วกด Start
 - 1.3.2 ทำการทดสอบบรรจุก๊าซเข้าภายในถังแก๊ส
 - 1.3.3 สังเกต เวกวัดแรงดันกับเวลา ตั้งแต่ 1 บาร์ ถึง 5 บาร์ และสังเกตน้ำหนักรวณของก๊าซที่บรรจุเข้าภายในถัง
 - 1.3.4 บันทึกผลลงในตารางลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายใน 1 ถัง ปริมาณน้ำหนักรวณของก๊าซขณะบรรจุ และกระแสไฟฟ้าขณะการบรรจุ

ปริมาณแรงดัน ก๊าซขณะบรรจุ (บาร์)	ระยะเวลา	ปริมาณน้ำหนัก ก๊าซ(กิโลกรัม)	กระแสไฟฟ้าขณะ การบรรจุ(แอมป์)	หมายเหตุ
1	2 นาที 30 วินาที	0.04	0.84	
2	4 นาที 23 วินาที	0.08	0.86	
3	6 นาที 42 วินาที	0.12	0.94	
4	9 นาที 12 วินาที	0.16	0.98	
5	11 นาที 12 วินาที	0.20	1.01	
ค่าเฉลี่ย	2 นาที 23 วินาที	0.04	0.92	

บันทึกเพิ่มเติม การทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังปริมาณน้ำหนักของก๊าซที่บรรจุและกระแสไฟฟ้าขณะการบรรจุ เพื่อทดสอบหาความแตกต่างของแรงดันก๊าซขณะบรรจุในแต่ละบาร์ เปรียบเทียบระยะเวลา ปริมาณน้ำหนักก๊าซและกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง โดยมีระยะเวลาในการบรรจุในแต่ละบาร์เฉลี่ย 2 นาที 23 วินาที ปริมาณน้ำหนักในแต่ละบาร์เฉลี่ย 0.04 กิโลกรัม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการบรรจุในแต่ละบาร์เฉลี่ย 0.92 แอมป์ จากการทดลองสังเกตได้ว่ากระแสเพิ่มขึ้นตามปริมาณแรงดันก๊าซที่บรรจุเข้าภายในถังที่เพิ่มขึ้นในแต่ละบาร์



ภาพที่ 4.1 การบรรจุในแต่ละบาร์



ภาพที่ 4.2 การจับเวลาในการบรรจุ

2. ทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าถึงแก๊สแรงดันปริมาณ 5 บาร์ และหาอัตราค่าไฟฟ้า

- 2.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ
 - 2.1.1 เพื่อทดสอบหาระยะเวลาเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซเข้าถังแก๊สแรงดันปริมาณ 5 บาร์
 - 2.1.2 เพื่อหาอัตราค่าไฟฟ้า
- 2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ
 - 2.2.1 เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ
 - 2.2.2 นาฬิกาจับเวลา
 - 2.2.3 ถังแก๊สขนาด 15 กิโลกรัม
 - 2.2.4 กิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์
- 2.3 วิธีการทดสอบ
 - 2.3.1 จ่ายไฟ 220 โวลต์ กด ON เซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วกด Start
 - 2.3.2 ทำการทดสอบการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังแก๊ส จับเวลาในการบรรจุก๊าซ ตั้งแต่ถังที่ 1 ถึงถังที่ 5 ปริมาณแรงดัน 5 บาร์
 - 2.3.3 สังเกตนาฬิกาจับเวลาตอนเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพหยุดทำงาน ตั้งแต่ ถังที่ 1 ถึงถังที่ 5
 - 2.3.4 สังเกตกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์
 - 2.3.5 บันทึกผลลงในตารางลงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าถังแก๊สแรงดันปริมาณ 5 บาร์และหาอัตราค่าไฟฟ้า

ถังที่	ระยะเวลาในการบรรจุ	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (unit)	ปริมาณน้ำหนักรกักเก็บในการบรรจุ(กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1	11 นาที 12 วินาที	0.0375 ยูนิต	0.20	
2	11 นาที 22 วินาที	0.0378 ยูนิต	0.21	
3	10 นาที 58 วินาที	0.0356 ยูนิต	0.19	
4	11 นาที 01 วินาที	0.0370 ยูนิต	0.19	
5	11 นาที 10 วินาที	0.0374 ยูนิต	0.20	
ค่าเฉลี่ย	11 นาที 00 วินาที	0.0370 ยูนิต	0.198	

บันทึกเพิ่มเติม การทดสอบหาระยะเวลาเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังแก๊สแรงดันปริมาณ 5 บาร์และหาอัตราค่าไฟฟ้า เพื่อทดสอบหาระยะเวลาและปริมาณน้ำหนักรกักเก็บในการบรรจุก๊าซในแต่ละถัง โดยระยะเวลาในการบรรจุเฉลี่ย 11.00 นาทีต่อการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถัง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม)และปริมาณน้ำหนักรกักเก็บในการบรรจุเฉลี่ย 0.198 กิโลกรัมต่อการบรรจุก๊าซ 1 ถัง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม) อัตราค่าไฟฟ้า กิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบมีขนาด 5(15) A 1200r/kW.h โดยอัตราเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถัง ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย 0.0370 ยูนิตและคิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 14 สตางค์ ต่อการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถัง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม)



ภาพที่ 4.3 การใช้กิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์เพื่อหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

3. ทดสอบระยะเวลาการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส

3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

3.3.1 เพื่อทดสอบหาระยะเวลาในการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.1 ถังบรรจุก๊าซขนาด 15 กิโลกรัม

3.2.2 เตาแก๊ส

3.3 วิธีการทดสอบ

3.3.1 บรรจุก๊าซชีวภาพเข้าถังแก๊สปริมาณแรงดัน 5 บาร์

3.3.2 ต่อถังบรรจุก๊าซเข้ากับเตาแก๊ส

3.3.3 เปิดใช้งานเตาแก๊ส

3.3.4 สังเกตระยะเวลาในการเปิดใช้งานเตาแก๊ส

3.3.5 บันทึกผลลงในตารางลงในตารางที่ 4.3

หมายเหตุ : หมุนวาล์วแก๊สไปในระดับสูงสุด

ตารางที่ 4.3 ตารางการทดสอบระยะเวลาการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส 5 บาร์

ถังที่	ระยะเวลาของการเปิดใช้งาน	หมายเหตุ
1	41 นาที	
2	41 นาที	

3	42 นาที	
4	40 นาที	
5	42 นาที	
ค่าเฉลี่ย	41 นาที 02 วินาที	

บันทึกเพิ่มเติม การทดสอบหาระยะเวลาในการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส เพื่อทดสอบหาระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ยต่อก๊าซ 1 ถัง (ปริมาณแรงดัน 5 บาร์) โดยระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ย 41 นาที 02 วินาทีต่อถัง



ภาพที่ 4.4 การเปิดแก๊สเพื่อทดสอบระยะเวลาการใช้งาน

การประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

เป็นแบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลองเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ โดยกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าทำการสาธิตเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพหลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างกรอกแบบประเมินความพึงพอใจ โดยแบบประเมินความพึงพอใจจะแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งานโดยลักษณะของแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

(บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

1. การประเมินความพึงพอใจด้านรูปแบบ

การประเมินหาคุณภาพด้านรูปแบบเป็นการเน้นเกี่ยวกับลักษณะของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ ตัวเครื่องมีความคงทนแข็งแรงการออกแบบและโครงสร้างของเครื่อง การแสดงผลและความชัดเจนของเกจวัดแรงดัน ขนาดหน้าหนักของเครื่อง

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านรูปแบบ การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

รายการการประเมิน	ระดับพึงพอใจ					คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย
	5	4	3	2	1		
ด้านรูปแบบ							
1. ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์	3	7				43	4.30
2. ตัวเครื่องมีความคงทนแข็งแรง	7	3				47	4.70
3. การออกแบบและโครงสร้างของเครื่อง	5	5				45	4.50
4. การแสดงผลและความชัดเจนของเกจวัดแรงดัน	7	3				47	4.70
5. ขนาดและน้ำหนักของเครื่อง	2	5	3			39	3.90
ค่าเฉลี่ย						44.2	4.42

จากตารางที่ 4.4 การตอบแบบประเมินหาคุณภาพของผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน ด้านรูปแบบของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ผลการประเมินความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับ ดี ตัวเครื่องมีความคงทนแข็งแรงของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.70 อยู่ในระดับ ดีมาก การออกแบบและโครงสร้างของเครื่องของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับ ดี การแสดงผลและความชัดเจนของเกจวัดแรงดันของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.70 อยู่ใน

ระดับ ดีมาก ขนาดน้ำหนักของเครื่องของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 3.90 อยู่ในระดับ ดี
สรุปผลการประเมินด้านรูปแบบของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.42 อยู่ในระดับ ดี

2. การประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

รายการการประเมิน	ระดับพึงพอใจ					คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย
	5	4	3	2	1		
ด้านการใช้งาน							
1. สะดวกในการใช้งาน	5	5				45	4.50
2. สะดวกในการเคลื่อนย้าย	1	8	1			40	4.00
3. สะดวกในการซ่อมบำรุง	4	5	1			41	4.10
4. สายแก๊สทนต่อแรงดันในการบรรจุก๊าซได้ดี	7	3				47	4.70
5. ความปลอดภัยในการใช้งาน	8	1	1			46	4.60
ค่าเฉลี่ย						43.8	4.38

จากตารางที่ 4.5 การตอบแบบประเมินหาคุณภาพของผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน ในด้านการใช้งานของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ผลการประเมินความ สะดวกในการใช้งานของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับ ดี สะดวกในการ เคลื่อนย้ายของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดี สะดวกในการซ่อมบำรุงของการ พัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.10 อยู่ในระดับ ดี สายแก๊สทนต่อแรงดันในการบรรจุก๊าซชีวภาพได้ดี ของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.70 อยู่ในระดับ ดีมาก ความปลอดภัยในการใช้งานของการ พัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับ ดีมาก สรุปผลการประเมินด้านการใช้งานของการ พัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพได้ ค่าเฉลี่ย 4.38 อยู่ในระดับ ดี

ตารางที่ 4.6 สรุปการประเมินหาคุณภาพของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ด้านรูปแบบและด้านการใช้งาน

ลำดับที่	คำถามความคิดเห็น	ผลรวมคะแนน	ผลการประเมิน
1	ด้านรูปแบบ	4.42	ดี
2	ด้านการใช้งาน	4.38	ดี
รวมค่าเฉลี่ย		4.40	ดี

จากตารางที่ 4.6 การตอบแบบประเมินหาคุณภาพของผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน ในด้านรูปแบบรวมได้ ค่าเฉลี่ย 4.42 ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี และด้านการใช้งานรวมได้ ค่าเฉลี่ย 4.38 ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี สรุปการประเมินคุณภาพของการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ด้านรูปแบบและการใช้งาน ได้ ค่าเฉลี่ย 4.40 ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาทดสอบสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ รวมไปถึงการถ่ายทอดองค์ความรู้เทคโนโลยีเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

การสรุปผลการศึกษาค้นคว้าของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ แบ่งออกได้ดังนี้ การออกแบบและพัฒนา การสรุปผลการทดสอบสมรรถนะและการสรุปผลการประเมินความพึงพอใจ มีรายละเอียดดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

ลักษณะของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ หลักการทำงานคือ ใช้คอมเพรสเซอร์เป็นหัวใจหลักในการทำงาน โดยใช้หลักการของคอมเพรสเซอร์ที่มีท่อดูดและท่ออัดในการบรรจุก๊าซชีวภาพ โดยคณะผู้ศึกษาค้นคว้าได้เพิ่มเฟสเซอร์สวิตเข้ามาเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน หลักการทำงานของเฟสเซอร์สวิต คือ เมื่อคอมเพรสเซอร์อัดก๊าซชีวภาพเข้าถังแก๊สได้แรงดันปริมาณ 5 บาร์ เฟสเซอร์สวิตจะทำการตัดวงจรการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพมีความกว้าง 60 เซนติเมตร มีความยาว 60 เซนติเมตร และมีความสูง 100 เซนติเมตร

2. สรุปผลการทดสอบสมรรถนะ

สรุปผลการทดสอบสมรรถนะ จากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ สรุปได้ดังนี้

2.1 การทดสอบหาระยะเวลาในการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังและปริมาณน้ำหนักรวมของก๊าซที่บรรจุเพื่อทดสอบหาความแตกต่างของแรงดันก๊าซขณะบรรจุในแต่ละบาร์ เปรียบเทียบระยะเวลา ปริมาณน้ำหนักรวมและกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง โดยมีระยะเวลาในการบรรจุในแต่ละบาร์เฉลี่ย 2 นาที 23 วินาที ปริมาณน้ำหนักรวมในแต่ละบาร์เฉลี่ย 0.04 กิโลกรัม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการบรรจุในแต่ละบาร์เฉลี่ย 0.92 แอมป์ จากการทดลองสังเกตได้ว่ากระแสเพิ่มขึ้นตามปริมาณแรงดันก๊าซที่บรรจุเข้าภายในถังที่เพิ่มขึ้นในแต่ละบาร์ ทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักอาจส่งผลให้คอมเพรสเซอร์มีอายุการใช้งานน้อยลง

2.2 การทดสอบหาระยะเวลาเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซเข้าภายในถังแก๊สแรงดันปริมาณ 5 บาร์และหาอัตราค่าไฟฟ้า เพื่อทดสอบหาระยะเวลาและปริมาณน้ำหนักรวมเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซในแต่ละถัง โดยระยะเวลาในการบรรจุเฉลี่ย 11.00 นาทีต่อการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถัง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม) และปริมาณน้ำหนักรวมเฉลี่ย 0.198 กิโลกรัมต่อการบรรจุก๊าซ 1 ถัง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม) อัตราค่าไฟฟ้า

กิโลวัตต์ชั่วโมงเมตรที่ใช้ในการทดสอบมีขนาด 5(15) A 1200r/kW.h โดยอัตราเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถึง ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย 0.0370 ยูนิทและคิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 14 สตางค์ ต่อการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถึง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม)

2.3 การทดสอบหาระยะเวลาในการใช้งานของก๊าซที่บรรจุภายในถังแก๊ส เพื่อทดสอบหาระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ยต่อก๊าซ 1 ถึง (ปริมาณแรงดัน 5 บาร์) โดยระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ย 41 นาที 20 วินาทีต่อถัง

3. สรุปผลการประเมินความพึงพอใจ

สรุปผลการประเมินความพึงพอใจ จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพด้านรูปแบบและด้านการใช้งาน สรุปผลได้ดังนี้

การประเมินคุณภาพเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ณ หมู่บ้าน บ้านนา ตำบล นาजू อำเภอกมลาไสย จังหวัด เกษตรบวรณ ซึ่งแบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านรูปแบบเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ และด้านการใช้งานเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

ผลสรุปการประเมินในแต่ละด้านมีดังนี้ คือ ด้านรูปแบบเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ได้ค่าเฉลี่ย 4.42 อยู่ในระดับ ดี ด้านการใช้งานเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ได้ค่าเฉลี่ย 4.38 อยู่ในระดับ ดี ดังนั้นผลการประเมินคุณภาพเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ ได้ค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับ ดี

อภิปรายผล

สรุปได้ว่าคณะผู้วิจัยได้มีการออกแบบพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพโดยการทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพพบว่า ระยะเวลาในการบรรจุในแต่ละบาร์เฉลี่ย 2 นาที 23 วินาที ปริมาณน้ำหนักในแต่ละบาร์เฉลี่ย 0.04 กิโลกรัม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการบรรจุในแต่ละบาร์เฉลี่ย 0.92 แอมป์ ระยะเวลาและปริมาณน้ำหนักรวมเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซในแต่ละถัง โดยระยะเวลาในการบรรจุเฉลี่ย 11.00 นาทีต่อการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถึง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม)และปริมาณน้ำหนักรวมเฉลี่ยในการบรรจุเฉลี่ย 0.198 กิโลกรัมต่อการบรรจุก๊าซ 1 ถึง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม) อัตราค่าไฟฟ้าใช้เฉลี่ย 0.0370 ยูนิทและคิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 14 สตางค์ ต่อการบรรจุก๊าซชีวภาพ 1 ถึง (ถังขนาด 15 กิโลกรัม) ระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ยต่อก๊าซ 1 ถึง (ปริมาณแรงดัน 5 บาร์) โดยระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ย 41 นาที 20 วินาทีต่อถัง การประเมินความพึงพอใจของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ปัญหาและการแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานเป็นการทำให้ผู้ศึกษาค้นคว้า ได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำงานนั้น ว่าควรมีการแก้ไขปัญหายังไง ทำให้ผู้ศึกษาค้นคว้าทำงานต่อไปได้และทำให้รู้คิดอยู่ตลอดว่าการทำงานใดๆ ต้องมีปัญหาย่อยเสมอ ทำให้เราก้าวผ่านไปได้ เพื่อไว้ใช้ในปัจจุบันต่อไป

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

1.1 เฟสเซอร์สวิตที่นำมาใช้มีขีดจำกัดที่แรงดันปริมาณ 5 บาร์

- 1.2 ล้อที่นำมาใช้ในการเคลื่อนย้ายมีขนาดเล็ก จึงไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายในสถานที่ขรุขระ
- 1.3 คอมเพรสเซอร์ที่นำมาใช้มีปริมาณแรงอัดน้อยเกินไป
2. แนวทางการแก้ไขปัญหาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ
 - 2.1 เพิ่มขีดจำกัดของปริมาณแรงดันเฟสเซอร์สวิตช์มากขึ้น เพื่อเพิ่มปริมาณในการบรรจุก๊าซชีวภาพ
 - 2.2 ใช้ล้อที่เหมาะสมในการเคลื่อนย้ายในสถานที่ขรุขระ
 - 2.3 ควรใช้คอมเพรสเซอร์ที่มีปริมาณแรงอัดที่สูง เพื่อลดการทำงานหนักของคอมเพรสเซอร์

ข้อเสนอแนะ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจ การพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพในการศึกษาค้นคว้าต่อยอดในครั้งต่อไป ผู้ศึกษาค้นคว้าเห็นว่าควรมีการพัฒนาดังนี้

1. ควรใช้ล้อในการเคลื่อนย้ายในสถานที่ขรุขระได้
2. ควรใช้เฟสเซอร์ที่สามารถตัดแรงดันได้สูงกว่า 5 บาร์
3. ควรใช้คอมเพรสเซอร์ที่มีแรงดันสูงเพื่อปริมาณแรงดันในการบรรจุที่สูงขึ้น

บรรณานุกรม

- บุญชม ศรีสะอาด. 2535. แหล่งที่มา : **หลักการวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น. (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มกราคม 2561).
- ก๊าซชีวภาพ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://th.m.wikipedia.org/wiki/>) (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มกราคม 2561).
- เกจวัดแรงดัน [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.valvetrading.biz/Product/Detail/60933>) (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มกราคม 2561).บริษัท โอเวอร์ฮอล ซิสเต็ม จำกัด AL
- คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://www.chiangmaiaircare.com/> การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด) (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มกราคม 2561).
- คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.chiangmaiaircare.com/>การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด)(วันที่ค้นข้อมูล : 8 มกราคม 2561).
- คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.chiangmaiaircare.com/>การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด) (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มกราคม 2561).
- คอมเพรสเซอร์แบบสกรู [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.chiangmaiaircare.com/>การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด) (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มกราคม 2561).
- ছেควาล์ว [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://www.homepro.co.th/product/243221>) (วันที่ค้นข้อมูล : 15 กุมภาพันธ์ 2561).
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ ACB [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://mall.factomart.com/circuit-breaker/>) (วันที่ค้นข้อมูล : 15 กุมภาพันธ์ 2561).
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ MCB RCBO RCCB [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://mall.factomart.com/circuit-breaker/>) (วันที่ค้นข้อมูล : 15 กุมภาพันธ์ 2561).
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ MCCB [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://mall.factomart.com/circuit-breaker/>) (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กุมภาพันธ์ 2561).
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ 20 แอมป์ ACB [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.bcghome.com/shop/electrical/electrical-accessory/page/2/>) (วันที่ค้นข้อมูล : 20 มกราคม 2561).
- ท่อทองแดง [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.flowtechworld.com/spare/spare-1888/>) (วันที่ค้นข้อมูล : 21 กุมภาพันธ์ 2561).
- ท่อ พี.วี.ซี. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.businesssailand2501.com/article/detail.asp?id=18835>) (วันที่ค้นข้อมูล : 21 กุมภาพันธ์ 2561).

ปูนแดง [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (http://www.foodietaste.com/cookingtips_details.asp?id=80)
(วันที่ค้นข้อมูล : 21 กุมภาพันธ์ 2561)

แผ่นสังกะสีเรียบ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://app.builk.com/pksteelcenter/Products/2011891>) (วันที่ค้นข้อมูล : 21 กุมภาพันธ์ 2561). บริษัท(Hot-Dip Galvanized Steel Sheet)
กรุงเทพมหานคร | พี.เค.สตีล เซ็นเตอร์ | Builk

แผ่นอะคริลิก [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://www.google.co.th/search?q=แผ่นอะคริลิก&oq>)
(วันที่ค้นข้อมูล : 25 กุมภาพันธ์ 2561).

พีวีซีเอนกประสงค์ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.kcrautoparts.com/default.asp?pid=15261&content=productdetail>) (วันที่ค้นข้อมูล): 25 กุมภาพันธ์ 2561)

พุดบัตตอนสวิทช์ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.pteamengineer.com/articles/376279/index.php?mo=4>)
(วันที่ค้นข้อมูล : 25 กุมภาพันธ์ 2561).

ไฟลัดแลมป์ 220V สีเขียว สีแดง [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://www.factorart.com/th/factorartblog/cat/push-button-pilot-lamp-industrial-control-station-equipment/post/oblog-pilot-lamp/>) (วันที่ค้นข้อมูล : 25 กุมภาพันธ์ 2561).

ฟิวเตอร์ดรายเออร์ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.flowtechworld.com/spare/spare-738/>)
(วันที่ค้นข้อมูล : 25 กุมภาพันธ์ 2561). บริษัท โฟลเทคเวิลด์ จำกัด

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://www.sng2535.com/mitsu-sn35.html>)
(วันที่ค้นข้อมูล : 23 กุมภาพันธ์ 2561).

ลัทธิเซ็น [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://siammetalliczone.com/wpcontent/Uploads/2013/10/rubber-white-horse-300x300.jpg>) (วันที่ค้นข้อมูล : 23 กุมภาพันธ์ 2561).
บริษัท เมธาลิกโซน จำกัด

สวิทช์หยุดฉุกเฉิน [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (http://klongthomshoppingmal.tarad.com/product.detail_1000270_th_5453768#) (วันที่ค้นข้อมูล : 23 กุมภาพันธ์ 2561).

สายไฟ IV [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (tngroup.co.th/media/article_detail/131)
(วันที่ค้นข้อมูล : 26 กุมภาพันธ์ 2561).

สายไฟ NYY [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (tngroup.co.th/media/article_detail/131)
(วันที่ค้นข้อมูล : 26 กุมภาพันธ์ 2561).

สายไฟ THW [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (tngroup.co.th/media/article_detail/131)
(วันที่ค้นข้อมูล : 26 กุมภาพันธ์ 2561).

สายไฟ VAF [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (tngroup.co.th/media/article_detail/131)
(วันที่ค้นข้อมูล : 27 กุมภาพันธ์ 2561).

สายไฟ VCT [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (tngroup.co.th/media/article_detail/131)
(วันที่ค้นข้อมูล : 27 กุมภาพันธ์ 2561).

เหล็ก [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<http://www.steellead.com>) (วันที่ค้นข้อมูล) 27 กุมภาพันธ์ 2561)

PressureSwitch [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : (<https://www.sbs-plus.com/>) (วันที่ค้นข้อมูล: 27 กุมภาพันธ์ 2561).

ภาคผนวก

คู่มือการใช้งานเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

การใช้งานของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

คู่มือการใช้งานนี้มีรายละเอียด
และเนื้อหาที่ควรทราบเบื้องต้นเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องบรรจุก๊าซคือ
คำแนะนำก่อนใช้ระบบ เทคนิคการใช้งาน รายละเอียดเกี่ยวกับตัวเครื่อง
วิธีการใช้งาน ข้อควรระวังการดูแลรักษา

คำแนะนำก่อนใช้เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

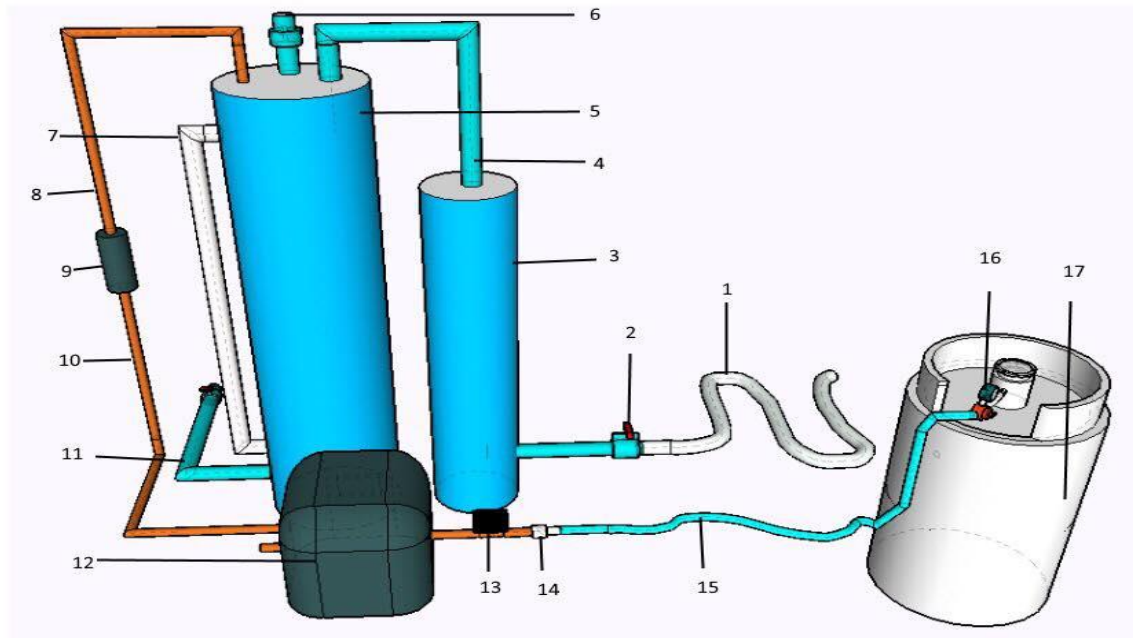
การใช้งานของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพนั้นจำเป็นที่ผู้ใช้งานจะต้องรู้จักขั้นตอน
การใช้งานอย่างถูกต้อง
การจับหรือการใช้อุปกรณ์ไม่ให้เกิดความเสียหายและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
กับผู้ใช้งาน

ลักษณะคุณสมบัติของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

1. สามารถใช้งานได้กับถังแก๊สขนาด 15 กิโลกรัม
2. ตัวเครื่องสามารถบรรจุก๊าซชีวภาพแรงดันปริมาณสูงสุดได้ 5 บาร์
3. ตัวเครื่องสามารถใช้ได้กับบ่อก๊าซชีวภาพเท่านั้น

4. เครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพใช้ได้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์เท่านั้น

รายละเอียดของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ



ภาพที่ ก-1 ตำแหน่งของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

- หมายเลข 1 คือ สายยาง 1½ นิ้ว
- หมายเลข 2 คือ วาล์วเปิด-ปิดพีวีซี
- หมายเลข 3 คือ ท่อพีวีซีขนาด 2½ นิ้ว
- หมายเลข 4 คือ เชื้อควาล์ว
- หมายเลข 5 คือ ท่อพีวีซีขนาด 4 นิ้ว
- หมายเลข 6 คือ วาล์วเติมน้ำ
- หมายเลข 7 คือ สายยาง 1½ นิ้ว
- หมายเลข 8 คือ ท่อทองแดงตัวส่ง
- หมายเลข 9 คือ ฟิลเตอร์ดรายเออร์ ขนาด 5/8
- หมายเลข 10 คือ ท่อทองแดงตัวรับ
- หมายเลข 11 คือ วาล์วปล่อยน้ำทิ้ง
- หมายเลข 12 คือ คอมเพรสเซอร์ขนาด 1/3 HP 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต
- หมายเลข 13 คือ PressureSwitch
- หมายเลข 14 คือ หัวรัดสายแก๊ส
- หมายเลข 15 คือ สายแก๊สต่อเข้าถึง
- หมายเลข 16 คือ เกจวัดแรงดัน

หมายเลข 17 คือ ถังแก๊ส

วิธีการใช้งานของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ

ในส่วนนี้จะได้อธิบายถึงขั้นตอนต่างๆ
ในการใช้งานของเครื่องบรรจุก๊าซชีวภาพ
เพื่อให้ทราบถึงวิธีการใช้งานที่ถูกต้องและปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งาน
ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. นำท่อดูดต่อเข้ากับบ่อหมักก๊าซชีวภาพ
2. นำหัววาล์วต่อเข้ากับถังก๊าซ
3. เสียบปลั๊กแล้วยกเบรกเกอร์ขึ้น
4. กดปุ่ม สีเขียวเพื่อเริ่มทำงาน เมื่อเครื่องบรรจุก๊าซได้
ปริมาณแรงดันที่ต้องการเครื่องจะตัดวงจร โดยอัตโนมัติ
5. เมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินสามารถกดปุ่ม สีแดงหรือ
ปุ่มสวิตช์ฉุกเฉินเพื่อหยุดการทำงานของเครื่อง
6. ถอดหัววาล์วออกจากถังก๊าซที่บรรจุ
7. เก็บสายอุปกรณ์เข้าตำแหน่งให้เรียบร้อย

ข้อควรระวังและวิธีการบำรุงรักษา

1. ตรวจสอบเครื่องทุกครั้งก่อนนำไปใช้งาน
2. ควรเปลี่ยนน้ำปูนใสทุกๆ 6 เดือน
3. ควรใช้ให้ห่างจากประกายไฟ
4. ไม่ควรใช้เครื่องต่อเนื่อง เพื่อยืดอายุการใช้งานของคอมเพรสเซอร์

ประวัติผู้วิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ – นามสกุล

นายเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์
Mr. Sermsak Thipwong2.

หมายเลขบัตรประชาชน

3670301310920

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ

4. ตำแหน่งทางวิชาการ

-

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง
จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717164, 0-8-6236708
โทรสาร 056-717164 E-mail : ssrjr2@hotmail.com

6. ประวัติการศึกษา

ค . อ . ม (ไ ฟ พื า)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วศ.บ. (ไฟฟ้ากำลัง) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

วิทยาเขตขอนแก่น

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
งานเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์
งานควบคุมมอเตอร์
พลังงานทดแทน

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

8.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

2563	(โครงการวิจัยย่อย) การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบป้องกันรังสีพลังงานทางเลือก ต้นทุนต่ำสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง จังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม] [ผู้อำนวยการแผนฯ : ธงชัย เครือผือ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]
2563	การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องบรรจุ ก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องทำความร้อนในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม]
2561	(โครงการวิจัยย่อย) การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดเพลสไม้นี้ไม่ควบคุมอุณหภูมิสำหรับผลิตแผ่นไม้ประกอบใน OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : สร้าง สะสมองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ] [ผู้อำนวยการแผนฯ : ชุนแผน ตุ่มทองคำ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]
2560	(โครงการวิจัยย่อย) การสำรวจระบบป้องกันและตรวจวัดการรั่วของกระแสไฟฟ้าในแต่ละครัวเรือนของชุมชน ต.บึงเพชรบูรณ์เพื่อประเมินความเสี่ยง และเสนอแนะแนวทางป้องกัน [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : สร้าง สะสมองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ] [ผู้อำนวยการแผนฯ : นฤมล วันน้อย คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]
2558	การสืบสานพลังงานทดแทนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ : การพัฒนาระบบรดน้ำอัตโนมัติจากเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อรดน้ำต้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ตำบลงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พัฒนาชุมชนและท้องถิ่น]
2557	(โครงการวิจัยย่อย) การสร้างเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบเตือนภัยและเฝ้าระวังน้ำหลากของจังหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พิจารณาผ่าน วช.] [ผู้อำนวยการแผนฯ : เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]
2556	กักกันลมผลิตไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างภายนอกอาคาร [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]
2555	ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]
2554	ชุดรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]

ประวัติผู้วิจัยคนที่ 2

1. ชื่อ – นามสกุล

นายนิสิต องอาจ
Mr.Nisit Ongoad

หมายเลขบัตรประชาชน

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ

4. ตำแหน่งทางวิชาการ

-

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง
จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717164, 0-8-28774388
โทรสาร 056-717164 E-mail:Nisit_Fang@hotmail.com

6. ประวัติการศึกษา

ค . อ . ม (ไ ฟ พื า)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วท.บ. (วิทยาศาสตร์บัณฑิต) สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
งานติดตั้งไฟฟ้า
งานพลังงานแสงอาทิตย์
พลังงานทดแทน

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

8.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

2562	การพัฒนาชุดควบคุมความชื้นในดินเพื่อการเกษตร แบบน้ำหยดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเป็นต้นแบบพลังงานทดแทนตามแนวพระราชดำริ สำหรับหมู่บ้านสะเดา ตำบลสะเดาพะง อำเภอลาค้อ จัหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : เพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ]
2560	การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นต้นแบบครัวเรือนตามแนวพระราชดำริพลังงานทดแทนสำหรับหมู่บ้านทหารผ่านศึกบ้านเสียงแห่ง 1 ตำบล อำเภอลาค้อ จัหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : สร้าง สะสมองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ]
2559	สถาปัตยกรรมบ้านเรือนพักอาศัยด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น สู่การพัฒนาอย่างมั่นคงแข็งแรง สร้างกระบวนการชุมชนมีส่วนร่วมในจัหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : สกอ.]
2559	การศึกษาพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศของนักศึกษา ภาค กศ.ปช. วิชาเอกเทคโนโลยี [แหล่งทุน : คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]
2558	ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พัฒนาชุมชนและท้องถิ่น]
2557	(โครงการวิจัยย่อย) การสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้เพื่อเฝ้าระวังภัยพิบัติของจัหวัดเพชรบูรณ์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พิจารณาผ่าน วช.] [ผู้อำนวยการแผนฯ : ดร.เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]
2556	ชุดสาริตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาด 300 วัตต์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]
2555	ชุดประลองการควบคุมลิฟต์จำลอง 4 ชั้นแบบคู่ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]
2554	การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องสถิติในงานเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : การเรียนการสอน]
2553	การพัฒนาการเรียนรู้วิชาวัสดุศาสตร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft office PowerPoint 2003 [แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : การเรียนการสอน]

ประวัติผู้วิจัยคนที่ 3

1. ชื่อ – นามสกุล

ดร.สุวิชา พุทธารัตน์

Mr.Suwicha Phuttarat

หมายเลขบัตรประชาชน

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ

4. ตำแหน่งทางวิชาการ

-

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง

จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717164, 0-8-28774388

โทรสาร 056-717164 E-mail: Suwicha96@gmail.com

6. ประวัติการศึกษา

-ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต

สาขาอุตสาหกรรมศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร

- ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

งานคอมพิวเตอร์ควบคุมไฟฟ้า

งานพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานทดแทน

8. ประสพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

8.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

2556 (โครงการวิจัยย่อย)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อการพัฒนาหลักสูตรภาษาอังกฤษของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่สนอ

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พิจารณาผ่าน วช.]

[ผู้อำนวยการแผนฯ : สำราญ ท้าวเงิน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์]

2556 แบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อศึกษาการอนุรักษ์พลังงาน

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]

2555 วิจัยและพัฒนาระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัย

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]

2554 วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมและแสดงระดับปริมาตรของน้ำด้วยระบบคอมพิวเตอร์

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ทั่วไป]

2553 การพัฒนาการเรียนรู้วิชาสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel 2003

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : การเรียนการสอน]