บทที่2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ได้รวบรวมทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องอัด,ชีวมวล,ชานอ้อย,ทฤษฎีการผลิตถ่าน,การวิเคราะห์หาค่าความร้อน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับต่อไปนี้

2.1 เครื่องอัด [1]

ประเภทของเครื่องอัดแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.ใช้ระบบไฮดรอลิกส์มาเกี่ยวข้องในการอัด โดยใช้ลูกสูบในการอัดเชื้อเพลิงชีวมวลให้เข้าไปในกระบอกอัดทำให้เชื้อเพลิงชีวมวล เข้าไปในกระบอกอัดและเมื่อเชื้อเพลิงชีวมวลได้รับความร้อนภายนอกจากเตาความร้อนเชื้อเพลิงชีวมวลก็จะอัดตัวเป็นก้อนที่ออกสู่ปากกระบอกอัด

2.ใช้ระบบเพลาข้อเหวี่ยงในการอัด โดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังขับส่งกำลังผ่านชุดสายพานไปยังชุดเพลาข้อเหวี่ยง โดยมีเพลาข้อเหวี่ยงทำหน้าที่อัดเชื้อเพลิงชีวมวลให้เคลื่อนที่เข้าสู่กระบอกอัดเคลื่อนที่ผ่านเตาความร้อนออกสู่ปากกระบอกอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลต่อไป

3.ใช้แบบสกรูอัด โดยใช้ต้นกำลังขับเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าและส่งกำลังโดยใช้ไฟฟ้าและส่งกำลังโดยใช้สายพานไปยังชุดเฟืองทดกำลังไปยังสกรูอัด ซึ่งสกรูอัดนั้นจะทำหน้าที่ลำเลียงเชื้อเพลิงชีวมวลให้เข้าไปในกระบอกอัดเพื่อให้เชื้อเพลิงชีวมวลได้รับความร้อนจากเตาแล้วจับตัวเป็นแท่งออกสู่กระบอกอัด

เครื่องอัดแบบที่ได้รับการพัฒนาใช้ในประเทศไทยเป็นเครื่องอัดแบบสกรูซึ่งขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2-10แรงม้า โดยอัตราการผลิตจะขึ้นอยู่กับขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ ขนาดของสกรูอัดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเชื้อเพลิงที่ต้องการ

มีอัตราการผลิตเชื้อเพลิง100-200 กก./ชม. น้ำหนักเบียก เป็นระบบอัดด้วยเกลียวหมุนซึ่งมีต้นทุนในการผลิตต่ำ และไม่ซับซ้อน สำหรับโครงการพิเศษนี้ใช้ระบบการอัดแบบโดยเครื่องอัดแบบสกรู

2.2 วิธีอัดเชื้อเพลิงแท่งชีวมวลมี 2 แบบคือ

2.2.1. การอัดแบบร้อน เป็นเครื่องอัดโดยใช้เกลียวหรือสกรูเป็นตัวอัดโดยใช้มอเตอร์หรือเครื่องยนต์เป็นตัวต้นกำลังในการส่งแรงอัดให้กับเกลียวหรือสกรู โดยมีกระบอกอัดเป็นตัวสำหรับอัด ผ่านขึ้นรูปวัตถุดิบให้เป็นแท่งโดยมีขดลวดทำความร้อนหรือเตาความร้อนในการหลอมเนื้อของวัสดุที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงแข็งให้ประสานเป็นเนื้อเดียวกัน

2.2.2. การอัดแบบเย็น เป็นเครื่องอัดโดยใช้เกรียวหรือสกรู โดยใช้มอเตอร์หรือเครื่องยนต์เป็นตัวต้นกำลังในการส่งแรงอัดให้กับเกลียวหรือสกรู โดยมีกระบอกอัดอัดผ่านขึ้นรูปวัตถุดิบให้เป็นแท่ง วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเครื่องอัดเชื้อเพลิงเขียวส่วนใหญ่ จะเป็นสิ่งเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น ชานอ้อยเน่าเปื่อย ,ขุยมะพร้าว หรือวัชพืชต่างๆ

2.3 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง [2]

การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวล จะใช้องค์ประกอบสำคัญเชื้อของเพลิงเป็น หลักในการประเมินคือ

1. ปริมาณความชื้น (Moisture Content) คือ ปริมาณความชื้นต่อปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้ง ความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลงและทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแตกร่วนได้ง่าย

2. ปริมาณเถ้า (Ash Content) คือ ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์เป็นต้น

3. *สารที่ระเหยได้ (Volatile Matter) ปริมาณสารระเหย คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งแห้งที่ระเหยได้* ซึ่งเป็นสารองค์ประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน

4. คาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) คือ มวลคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงอัดแท่ง หลังจากที่เอาสารระเหยออกหมดแล้วที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

5. กำมะถันรวม (Total Sulfur)

6. ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value) เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูงจะต้องมีปริมาณคาร์บอนเสถียรเป็นองค์ประกอบอยู่สูง มีปริมาสารระเหยได้และปริมาณเถ้าอยู่ต่ำ เชื้อเพลิงที่มีค่าความชื้นสูงจะมีผลทำให้ค่าความร้อนต่ำ เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านเพื่อการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุดไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่จะต้องมีคุณสมบัติที่ดีของถ่านทางด้าน อื่นๆ ด้วยคือ

6.1 การแตกปะทุขณะติดไฟถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟจะเป็นที่รังเกียจของผู้ใช้เป็นอันดับหนึ่ง ดังนั้น ถ่านที่มีคุณภาพดีจะต้องไม่มีการแตกปะทุเลย หรือมีการแตกปะทุบ้างเล็กน้อยในช่วงแรกที่ติดไฟ

6.2 น้ำหนักถ่าน ถ่านที่มีน้ำหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน

6.3 ควัน ถ่านที่มีคุณภาพไม่ควรมีควันและกลิ่นฉุนในขณะลุกไหม้

6.4 ความแข็งและการป่นของถ่าน ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน การขนส่ง และการเก็บรักษาอำนวย สรชาติได้รายงานผลการผลิตถ่านจากขี้เลื่อยอัดและรายงานผลจากการทดลองทำการผลิตพบว่า คุณภาพในการติดไฟของถ่านจากขี้เลื่อยอัดนั้นจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าและติดไฟนานกว่าถ่านไม้โดยทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากขี้เลื่อยอัดมีความหนาแน่นสูงกว่าไม้ ส่วนกรรมวิธีในการทำถ่านจากขี้เลื่อยอัดนั้นทำโดยอัดขี้เลื่อยให้เป็นแท่งเสียก่อนโดยใช้เครื่องจักรชนิดเกลียวหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าจากนั้นนำไปเผาเป็นถ่าน ซึ่งปรากฏว่าสามารถคงรูปร่างเดิมอยู่ได้ไม่แตกร่วนเหมือนกับถ่านไม้และจะสูญเสียน้ำหมักไปประมาณครึ่งหนึ่งของแท่งเชื้อเพลิงก่อนเผา เมื่อนำถ่านจากแท่งขี้เลื่อยอัดไปทดลองใช้ในการหุงต้มปรากฏว่าให้ความร้อนสูงกว่าถ่านไม้

2.4 ชีวมวล [2]

ชีวมวลหมายถึง แหล่งพลังงานหมุนเวียนจำพวกไม้ และเศษวัสดุทางการเกษตรเป็นหลัก ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงที่มีประโยชน์ได้ ชีวมวลอาจจะเปลี่ยนรูปได้ทั้งทางกายภาพทางเคมี ความร้อนหรือทางชีวเคมีก็ได้ ซึ่งผลผลิตสุดท้ายอาจจะเป็นของแข็ง ของเหลวหรือแก๊สก็ได้ ซึ่งตรงนี้เป็นข้อดี ของชีวมวลที่เหนือกว่าเชื้อเพลิงจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนชนิดอื่นๆ

2.5 แหล่งของชีวมวล

ไม้ เป็นแหล่งชีวมวลที่น่าสนใจเนื่องจากมีอยู่ทั่วไปหาได้ง่าย ไม้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่หาได้ตามแหล่งชนบทของประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย ทั้งในระดับครัวเรือนและทางการค้า

2.5.1 แหล่งของไม้มีอยู่ด้วยกันหลายแหล่งดังนี้ เช่น

ป่าไม้ที่มีอยู่ตามธรรมชาติการปลูกป่าหมุนเวียนในระยะสั้น สำหรับเป็นพืชพลังงาน การจัดการปลูกป่า เช่นไม้ที่แก่เกินไปหรือไม้ที่ตายแล้ววัสดุจำพวกกิ่งก้านที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2.5.2. เศษวัสดุทางการเกษตร

แบ่งออกได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

1. **เศษวัสดุของพืช**

2. **มูลสัตว์**

ซึ่งปกติแล้วเศษวัสดุของพืชเกิดขึ้นหลังฤดูการเก็บเกี่ยว เช่น แกลบ ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง และต้นข้าวโพดเป็นต้น

การใช้เศษวัสดุทางการเกษตรเป็นเชื้อเพลิงอาจจะมีพร้อมๆกับการผลิตทางการเกษตร ซึ่งเศษวัสดุทางการเกษตรเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญระดับครัวเรือนของผู้คนจำนวนมากในชนบท

ตารางที่ 2.1 ปริมาณเศษวัสดุทางการเกษตรของจังหวัดนครสวรรค์ [2]

เศษวัสดุทางการเกษตร	ปริมาณ (ตัน/ปี)
1. ฟางข้าว	33,157,359
2. ชานอ้อย	9,168,728
3. แกลบ	5,037,800
4. ต้นมันสำปะหลัง	4,106,368
5. ซังข้าวโพด	1,176,294
6. กาบมะพร้าว	785,651
7. กะลามะพร้าว	217,269
8. ต้นฝ้าย	123,363
9. ขี้เลื่อย	120,884
10. เปลือกถั่ว	54,647

2.6 คุณลักษณะของชีวมวล [2]

ชีวมวลมีคุณลักษณะทั่วๆไป ประกอบไปด้วยสิ่งต่างๆต่อไปนี้

1.ปริมาณความชื้น

2.ปริมาณเถ้า

3.องค์ประกอบ

4.ความหนาแน่นทั้งก้อน

5.ค่าความร้อน

2.7 การอัดแท่งชีวมวล [2]

การอัดแท่งชีวมวล เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปชีวมวลให้เหมาะสมและสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งชีวมวลที่ใช้ในกระบวนการนี้เป็นเศษวัสดุทางการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ประเทศที่กำลังพัฒนาส่วนใหญ่แล้วมีผลผลิตทางเกษตรในปริมาณมาก แต่มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างไม่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดการสูญเสียและก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา เศษวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรหลักๆ คือ แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย ต้นฝ้าย ขี้เลื่อย ต้นมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด กาบมะพร้าวและกะลามะพร้าว ซึ่งเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเหล่านี้ นอกจากจะมีปัญหาในการขนส่งการจัดเก็บและการจัดการแล้ว การเผาไหม้โดยตรงของเศษวัสดุทางการเกษตรที่มีความหนาแน่นต่ำกว่านี้ยังมีประสิทธิภาพในเชิงความร้อนต่ำ และก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนรูปเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเหล่านี้อยู่ในเกณฑ์ 40 % และมีการปลดปล่อยมลภาวะในรูปวัตถุขนาดเล็ก (Particulate) ในแก๊สเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ในปริมาณที่มากกว่า 3,000 mg/Nm^3 ในขณะเดียวกันมีเถ้าคาร์บอนที่ไม่ได้เผาไหม้ในสัดส่วนเปอร์เซ็นต์สูงถูกปล่อยออกมาโดยเฉพาะในกรณีของแกลบปริมาณเหล่านี้มากกว่า 40 % ของแกลบที่ใช้ในการเผาไหม้เดียวกันเป็นการนำเศษวัสดุทางการเกษตรที่ถูกปล่อยทิ้งอย่างไร้ประโยชน์มาเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่าเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การอัดแท่งชีวมวลเป็นการเพิ่มความหนาแน่นและลดขนาดของชีวมวล ทำให้การนำชีวมวลไปใช้ในประโยชน์ มีความสะดวกสบายขึ้น ซึ่งมีวิธีการอัดแท่งอยู่ 2 วิธี คือ

1. การอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล การอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลหรือที่เรียกว่าการอัดแท่งชีวมวลมาอัดแท่งในสภาพที่ชีวมวลยังเปียกอยู่ไม่มีการแปรรูปก่อน ผลผลิตที่ได้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เรียกว่า แท่งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลนี้ใช้ทดแทนฟืนได้ แต่การนำมาใช้มีปัญหาในเรื่องของควันที่มีปริมาณมาก จนก่อให้เกิดปัญหาความไม่สะดวกในการใช้งาน ต้องนำแท่งเชื้อเพลิงมาตากแห้งก่อนเพื่อลดค่าความชื้นในแท่งเชื้อเพลิง เวลาใช้งานจะได้ไม่มีควันมาก

2. การอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็ง การอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งหรือที่เรียกว่าการอัดแท่งชีวมวลแบบแห้ง เป็นกระบวนการอัดแท่งที่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องในระหว่างกระบวนการอัดแท่ง ทำให้ชีวมวลมีการเปลี่ยนรูปในเชิงความร้อนไปมากหรือน้อยแล้วแต่กระบวนการผลิตที่ได้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ทดแทนไม้ฟืนหรือถ่านได้ดี การนำไปใช้ไม่มีปัญหาเหมือนแท่งเชื้อเพลิงเขียว การอัดแท่งชีวมวลแบบแห้งได้รับความนิยมและมีการพัฒนาต่อมา

2.8 การเพิ่มความหนาแน่นและการอัดแท่งเชื้อเพลิง [2]

การเพิ่มความหนาแน่นของชีวมวล เป็นเทคโนโลยีในการเปลี่ยนรูปชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งเทคโนโลยีนี้จะเรียกว่า การอัดแท่ง (Briquetting) ซึ่งต้องอาศัยความดันในการ

ทำให้ชีวมวลผนึกกันแน่น การอัดแท่งจะทำให้คุณลักษณะในการจัดการของวัสดุดีขึ้นกว่าเดิม เช่น การขนส่ง การเก็บรักษา ซึ่งเทคโนโลยีนี้ช่วยให้มีการขยายการใช้ชีวมวลในการเป็นแหล่งผลิตพลังงาน เนื่องจากการอัดแท่งทำให้ค่าความร้อนต่อปริมาตรของเชื้อเพลิงสูงขึ้น นอกจากนี้ยังลดค่าใช้จ่ายในด้านการขนส่งและช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนเชื้อเพลิงในพื้นที่ชนบทอันห่างไกลได้ด้วย

การอัดแท่งเป็นหนึ่งในหลายๆ เทคนิคทางด้านการรวมตัวของวัสดุ ซึ่งเรียกกว้างๆว่า เทคโนโลยีการเพิ่มความหนาแน่น (Densification technologies) วัสดุที่ใช้ในการอัดแท่งมีตั้งแต่ เศษไม้จากอุตสาหกรรมชีวมวลความหนาแน่นต่ำ (Loose biomass) และเศษวัสดุอื่นๆที่ติดไฟได้

1. เทคโนโลยีการอัดแท่งชีวมวล (Biomass briquetting technologies) เทคโนโลยีการอัดแท่งชีวมวล ได้พัฒนามาใน 2 ทิศทางคือ

1.1. ทางยุโรปและอเมริกาได้ใช้ลูกสูบอัด

1.2. ทางญี่ปุ่นได้สร้างและพัฒนาเทคโนโลยีการอัดด้วยสกรู ซึ่งทั้งสองทิศทางดังกล่าวมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน แต่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าการอัดแท่งด้วยสกรู (Screw pressed briquetting) ดีกว่าแบบลูกสูบอัดมากในเทอมของการเก็บรักษาและคุณลักษณะของการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากลูกสูบอัดเป็นของแข็งอัดแท่งตัน ในขณะที่เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากสกรูอัดจะเป็นของแข็งที่มีรูตรงกลาง ทำให้คุณสมบัติในการเผาไหม้ดีกว่า เนื่องจากมีพื้นที่ผิวมากกว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากลูกสูบอัดมีความสม่ำเสมอและไม่แตกร่อนง่ายและมีอัตราการเผาไหม้ที่สูง ทำให้นำไปใช้ทดแทนถ่านหินได้และนำไปใช้ในหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำได้ดี การอัดแท่งสามารถผลิตเชื้อเพลิง ที่มีความหนาแน่นได้ประมาณ 1,200 Kg/m^3 จากชีวมวลปกติที่มีความหนาแน่น 100-200 kg/m^3 นอกจากนี้เชื้อเพลิงอัดแท่ง ยังมีการเผาไหม้ที่สะอาดเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีทั้งสองรูปแบบมีการนำมาใช้ในการอัดแท่ง ขี้เลื่อยและเศษวัสดุทางการเกษตรอื่นๆ ที่หาได้ในท้องถิ่น เทคโนโลยีการอัดแท่งได้มีการเริ่มต้นในประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย แต่ปัญหาทางด้านเทคนิคและการขาดความรู้ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นทำให้ยังไม่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายเท่าที่ควร

2.ชีวมวลที่เหมาะสมต่อการอัดแท่ง (Suitable biomass for briquetting) การอัดแท่งชีวมวลต้องพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะนำชีวมวลมาใช้ในการอัดแท่งดังนี้

2.1 ความชื้นต่ำ (Low moisture content) ชีวมวลที่จะนำมาอัดแท่งต้องมีความชื้นต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 10-15 % ความชื้นที่สูงเกินไปก่อให้เกิดปัญหาในการอัดและต้องใช้พลังงานเพื่อการอบแห้งสูง

2.2 ปริมาณเถ้าและแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ (Ash content and elemental composition) วัสดุชีวมวล โดยปกติแล้วมีปริมาณเถ้าต่ำยกเว้นแกลบที่มีปริมาณเถ้าสูงถึง 20 %

ตารางที่ 2.2 ปริมาณเถ้าของชีวมวลบางชนิด [2]

ชีวมวล	ปริมาณเถ้า(%)
1. ฟางข้าว	15.5
2. ชานอ้อย	1.8
3. แกลบ	22.4
4. ซังข้าวโพด	1.2
5. กะลามะพร้าว	1.9
6. ขี้เลื่อย	1.3
7. เปลือกถั่วลิสง	3.0

ปริมาณเถ้าของชีวมวลแต่ละชนิดเป็นการบ่งชี้ของการเกิดขี้แร่ ของชีวมวล โดยทั่วไปชีวมวลที่มีปริมาณเถ้าที่มากกว่าจะเกิดขี้แร่ได้มากกว่า

การเกิดขี้แร่ ขึ้นอยู่กับ

- อุณหภูมิ
- แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
- สัดส่วนเปอร์เซ็นต์เถ้าที่มีอยู่

ยิ่งถ้าเงื่อนไขเหมาะสมการเกิด Slagging ก็จะมีมากขึ้น แร่ธาตุพวก Sio_2 Na_2o K_2o จะก่อให้เกิดปัญหามาก โดยปกติ Slagging จะเกิดกับเชื้อเพลิงที่มีเถ้าเป็นองค์ประกอบมากกว่า 4 % และถ้าปริมาณเถ้าน้อยกว่า 4 % จะไม่เกิด Slagging ขี้แร่หรือ Slagging ที่เกิดขึ้นจะไปจับตามส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์การเผาไหม้ก่อให้เกิดปัญหาในการดำเนินงาน

2.9 ชานอ้อย [5]

ชานอ้อย หมายถึง เศษเหลือจากการหีบเอาน้ำอ้อยออกจากท่อนอ้อยแล้ว เมื่อท่อนอ้อยผ่านลูกหีบชุดแรก อาจจะมี น้ำอ้อยตกค้างเหลืออยู่ยังหีบออกไม่หมด แต่พอผ่านลูกหีบชุดที่ 3-4 ก็จะมีน้ำอ้อย ตกค้างอยู่น้อยมาก หรือแทบจะไม่เหลือ อยู่เลย คือเหลือแต่เส้นใยล้วนๆ ผลพลอยได้อันดับต่อมา ได้แก่ ฟิลเตอร์มัด หรือบางแห่งก็เรียกฟิลเตอร์ เพรสเค็ก หรือฟิลเตอร์เค็ก หรือฟิลเตอร์มัด ซึ่งจะถูกแยกหรือกรองหรือ ทำให้น้ำอ้อยบริสุทธิ์โดยวิธีอื่นใดก็ตาม สิ่งสกปรกที่แยกออกมาก็คือ ฟิลเตอร์เค็ก ผลพลอยได้ อันดับสุดท้ายจากโรง งานน้ำตาลก็ได้แก่ กากน้ำตาล หรือโมลาส

(molasses) ซึ่งมีลักษณะข้นเหนียว สีน้ำตาลแก่ ที่ไม่ สามารถจะสกัดเอาน้ำตาล ออกได้อีกโดยวิธีปกติในอดีตใช้ชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงสำหรับต้มน้ำในหม้อน้ำให้เดือดแล้ว ใช้กำลังไอน้ำสำหรับเดินเครื่องจักรไอน้ำและสำหรับกำเนิดไฟฟ้าในระยะเวลาต่อมา ชานอ้อยในยุคก่อน ๆ ยังมีน้ำตาลที่หีบออกไม่หมดหลงเหลืออยู่มาก และเป็นการสะดวกในการที่ป้อนชานอ้อยจากลูกหีบลูกสุดท้ายเข้าสู่เตาต้มน้ำหรือ Boiler ได้ทันที ถึงกระนั้นก็ตามชานอ้อยก็ยังคงเหลืออยู่อีกมาก เนื่องจากหม้อน้ำใช้ไม่หมดทำให้เกิดปัญหาในการกำจัด และทำลาย ให้หมดไปจากบริเวณโรงงานแม้ว่าบางโรงงานในแถบเวสม์อินดีสจะดัดแปลงไปใช้กลั่นเหล้ารัมหรือแอลกอฮอล์บ้าง ชานอ้อยก็ ยังคงเหลืออยู่มากมาย คนไทยคุ้นเคยกัน

2.10 ขุยมะพร้าว [6]

มะพร้าว ทุกส่วนของมะพร้าว เช่น ผลอ่อนใช้รับประทานสด (น้ำและเนื้อ) เนื้อมะพร้าวจากผลแก่นำไปปรุงอาหารและขนมหลายชนิด และใช้สกัดน้ำมัน กากที่เหลือใช้เลี้ยงสัตว์ น้ำมันมะพร้าวใช้ประกอบอาหาร เนยเทียม และสบู่ เปลือกมะพร้าวนำไปแยกเอาเส้นใยใช้ทำเชือก วัสดุทำเบาะและที่นอน ขุยมะพร้าวใช้ทำวัสดุเพาะชำต้นไม้ กะลาใช้ทำภาชนะตักตวงของเหลว (กระจ่า กระบวย ฯลฯ) ทำกระดุม เครื่องประดับ เครื่องดนตรี (ซออู้) ทำเชื้อเพลิง และถ่านกัมมันต์ (มีคุณสมบัติในการดูดซับสูง) ใบมะพร้าวทั้งอ่อนและแก่ ตลอดจนก้านใบใช้มุงหลังคา เครื่องจักสาร ไม้กวาดทางมะพร้าว ใช้ทำรั้วและเชื้อเพลิง ลำต้นแก่ใช้ในการก่อสร้างประดิษฐ์เครื่องเรือน ยอดอ่อนใช้เป็นอาหาร จั่น (ช่อดอก) มีน้ำหวานรองมาดื่มเป็นน้ำผลไม้หรือทำน้ำตาล หมักทำเหล้าและน้ำส้น รากใช้ทำยา สีย้อมผ้า และเชื้อเพลิง

2.11 แป้งมันสำปะหลัง [4]

มันสำปะหลัง มีชื่อภาษาอังกฤษว่า CASSAVAMANIOC หรือ TAPIOCAเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Euphorbiaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ Manihot esculenta Crantz เป็นไม้พุ่มยืนต้นสูงประมาณ 1-4 เมตร ลำต้นที่มีสีแตกต่างกันตั้งแต่สีเขียวหม่นถึงน้ำตาลแก่ขึ้นกับชนิดของพันธ์ ใบของมันสำปะหลังจะมีลักษณะเป็นแฉกๆมีตั้งแต่5-6แฉก สีของใบเป็นสีเขียวเข้ม ดอกเป็นแบบ panicle มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บนช่อเดียวกัน ส่วนที่ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการนำมาสกัดเอาแป้งออกจากเซลล์ ของพืชคือ รากของมันสำปะหลัง ซึ่งมีลักษณะเป็นรากฝอย แต่รากมีจำนวนน้อยเส้นและแผ่กระจายไม่ลึกจากผิวดินรวมทั้งมีการสะสมอาหารทำให้มีลักษณะโตกว่ารากธรรมดา

ปัจจุบันประเทศไทยได้ผลิตแป้งมันได้สูง ส่วนมากจะถูกทำในรูปของแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนใหญ่บางส่วนก็ทำเป็นแป้งสาคูเท่านั้นแต่ในปัจจุบันการใช้แป้งมันได้ถูกนำไปใช้ทั้ง

รูปแบบของแป้งแท้ๆแต่รูปแบบต้องดัดแปลงไปจากสภาพเดิมหรือรูปแบบของน้ำตาลกลูโคสในอุตสาหกรรมทางอาหารอย่างกว้างขวาง

2.12 การวิเคราะห์หาค่าพลังงานความร้อน

โดยเตรียมตัวอย่างนำไปบดให้ละเอียด นำไปบรรจุ capsule ระหว่างการบรรจุตัวอย่างอัดใส่ Cotton ลงไปด้วย หรืออัดเป็นเม็ดในตัวอย่างที่สามารถอัดได้ นำตัวอย่างไปเตรียมตามขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง เมื่อได้ oxygen Bomb แล้วนำ oxygen Bombใส่ลงไปใน Vessel ทำการป้อนข้อมูลให้กับ Auton call แล้วสั่งให้ Auto Bomb ทำงานโดยคลิกที่ Probe/Bomb a กระบวนการเผาไหม้จะใช้ระยะเวลาประมาณ 15 นาที รอจนตัวเลขอุณหภูมิสุดท้ายปรากฏขึ้น ทำการบันทึกข้อมูล

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [2]

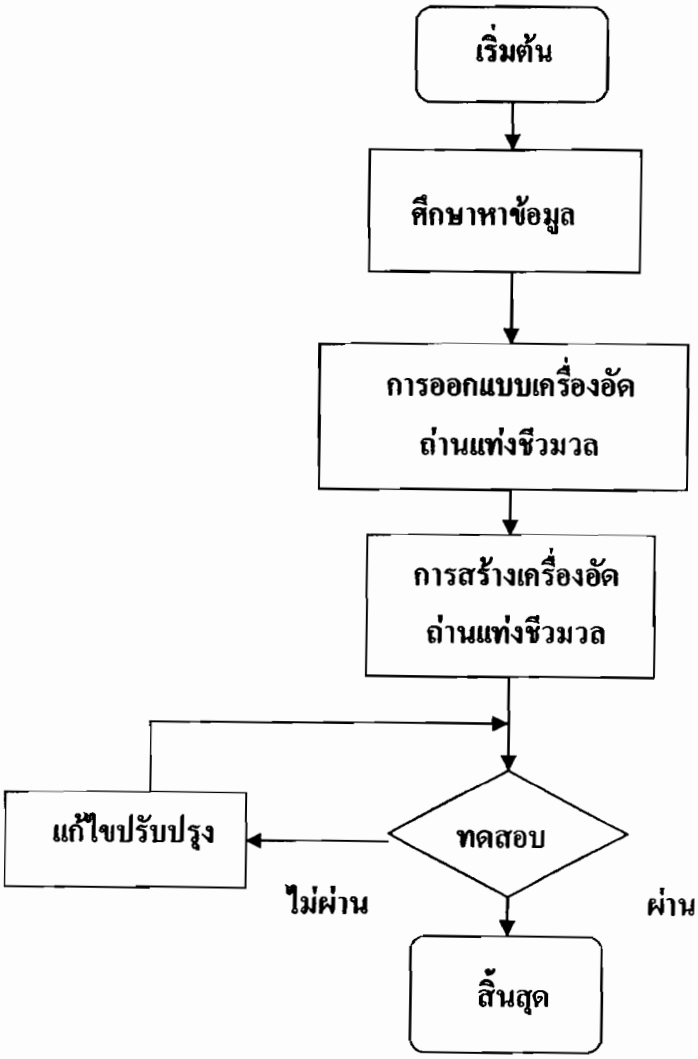
กัญจนา และเพียรพรรค ; 2524 ได้ศึกษาการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ 3 ชนิด คือ แกลบ ขี้เลื่อย และชานอ้อยมาทำเป็นเชื้อเพลิงโดยบดแล้วอัดเป็นก้อนเชื้อเพลิงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร และใช้ตัวยึดเป็นขี้ผึ้งและแป้งเปียก พบว่าขี้เลื่อยและชานอ้อยสามารถนำมาอัดให้ติดกันเป็นก้อนได้ หลังจากเก็บตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติกอย่างน้อย2 เดือน แล้วนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงและคุณสมบัติต่าง ๆ ปรากฏว่าก้อนเชื้อเพลิงผสมระหว่างแกลบและชานอ้อยมีการแตกร่วนน้อยที่สุด (ร้อยละ 1.5)และขี้เลื่อยมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด (ร้อยละ 6.2) สำหรับคุณสมบัติในการเผาไหม้นั้นก้อนเชื้อเพลิงเกือบทุกชนิดทำให้น้ำเดือดได้เร็วกว่าถ่านไม้ และมีควันมากเมื่อเริ่มลุกไหม้

นายทวีป พลเสน; 2543 ได้ศึกษาการผลิตก๊าซชีวมวลจากแกลบอัดแท่งจากการทดสอบใช้แกลบอัดแท่ง และถ่านแกลบอัดแท่งจากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา โดยนำมาใส่ลงในเตาผลิตแก๊สชีวมวลแบบ Downdraft Gasified จากนั้นนำแก๊สที่เกิดขึ้นมาเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน เพื่อทดสอบใช้งานโดยการสูบน้ำ ผลปรากฏว่าเมื่อใช้แกลบอัดแท่ง และถ่านแกลบอัดแท่งจากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาเครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติดไม่สารถสูบน้ำได้ ไม่เหมือนกับการใช้ไม้ฟืน , ถ่าน หรือเนื้อมันสำปะหลัง/ เหง้ามันสำปะหลัง ซึ่งทำให้เครื่องยนต์สตาทร์ติดและสามารถสูบน้ำได้ และเมื่อนำแกลบอัดแท่งและถ่านแกลบอัดแท่งจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา นำมาเผาในเตาเดียวกัน พบว่าองค์ประกอบของแก๊สที่เกิดขึ้นมีเปอร์เซ็นต์แก๊สที่ติดไฟได้ค่อนข้างต่ำ (CH4 + CO) แต่มีเถ้าสูงจึงเกิดการอุดตันขึ้นภายในเตาผลิตแก๊สชีวมวลแบบ Downdraft Gasified ได้ง่าย จึงไม่เหมาะสมในการที่จะนำแกลบอัดแท่งและถ่านแกลบอัดแท่งมาผลิตเป็นแก๊ส เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายในควรนำแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ไปใช้กับเตาเผาไหม้แบบโดยตรง (Direct Combustion)

บทที่3

การคำนวณและการออกแบบ

เครื่องอัดถ่านแท่งชีวมวลมีการออกแบบและวิธีการดำเนินงานดังนี้เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพสามารถเรียงลำดับ การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินการดังแผนภูมิต่อไปนี้



หมายเหตุ" ผ่าน" หมายถึงการทดสอบอัดถ่านแท่งชีวมวลด้วยเครื่องอัดถ่านแท่งชีวมวลที่ได้ผลออกมาเป็นที่น่าพอใจ

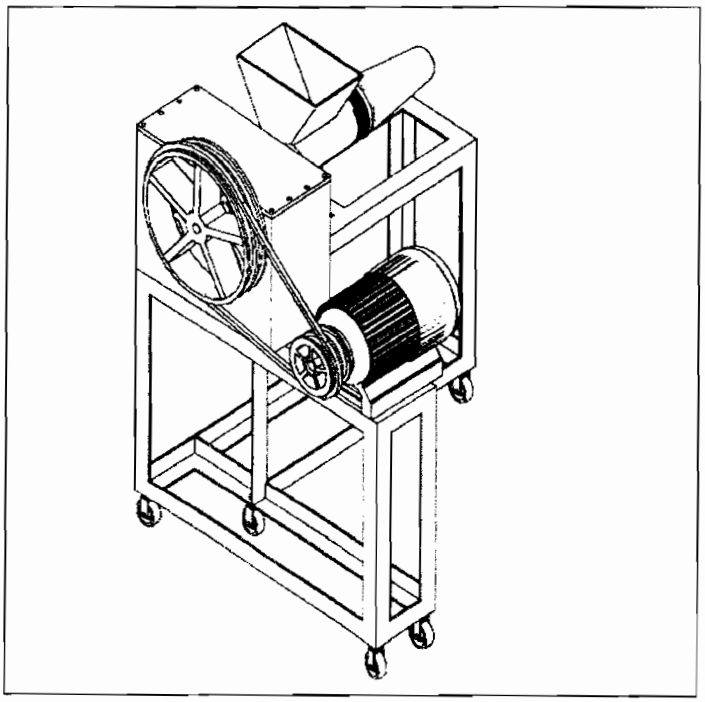
รูปที่3.1 การออกแบบและขั้นตอนการทำงาน

3.1 แนวทางการออกแบบเครื่องอัดถ่านเชื้อเพลิงชีวมวล

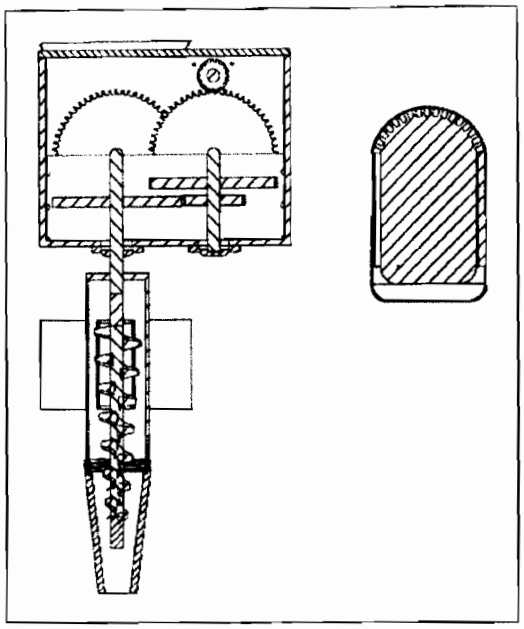
การออกแบบเครื่องอัดถ่านเชื้อเพลิงชีวมวล นั้นอาศัยรูปร่างลักษณะแท่งแกลบมาเป็นตัวออกแบบลักษณะของเครื่อง โดยมีรูปร่างลักษณะขนาดของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 รูปร่างของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

เนื่องมาจากการทำงานของเครื่องอัดถ่านแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลนั้น ได้แนวคิดที่จะใช้สกรูในการอัดอากาศมาจากเครื่องอัดต้นแบบที่มีอยู่แล้วซึ่งใช้กำลังอัดมอเตอร์ที่1แรงม้า ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้ศึกษาหาข้อมูลทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องอัดถ่านเชื้อเพลิงชีวมวล และได้ทำการออกแบบแนวคิดในการอัดถ่านเชื้อเพลิงชีวมวลดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การประกอบเครื่อง



รูปที่ 3.4 แสดงภาพตัดส่วนบน

3.2 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์

สูตร $P = \frac{2\pi TN}{60}$

T = โมเมนต์บิด

N = ความเร็วรอบที่ใช้

กำหนดให้แรงอัดของถ่าน 75 กิโลกรัม 75*9.55=716.25N (9.55 มาจาก 1 red/sec = 9.549rpm)

แรงที่จะใช้ขับสายพานคือ F = 716.25N

รัศมีของเดือยหมู r = 0.3 เมตร

ความเร็วรอบของ มอเตอร์ 1450 rpm ใช้หมุนเดือยหมูความเร็วรอบ 90 rpm

จะได้ขนาดของ

$$P = \frac{2\pi(0.3 \times 716.25)90}{60}$$

$$= 2025.154 \text{ Watts}$$

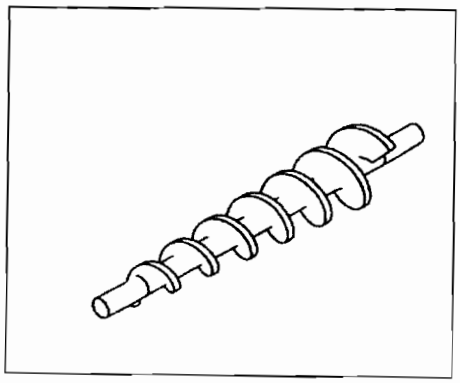
ดังนั้นใช้มอเตอร์ขนาด $= 2025.154/746.7$

$= 2.712$ แรงม้า

แต่ในเชิงพาณิชย์ มอเตอร์มีขนาด 2.7 แรงม้าไม่มี จึงใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้าแทน

3.3 การทำงานของชุดสกรูอัด [4]

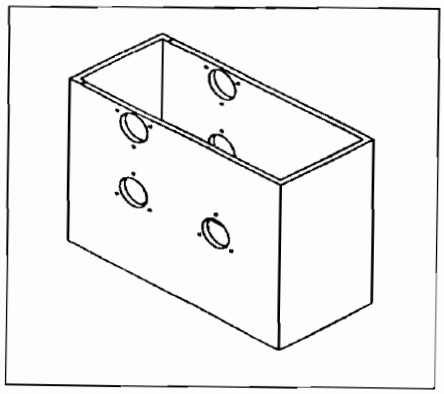
ของชุดสกรูอัดคือ ใช้สกรูอัดในการอัดและลำเลียงวัตถุเข้าสู่กระบอกอัดโดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้น ให้วัตถุเคลื่อนที่เข้ากระบอกอัด และเมื่อวัตถุได้รับการอัดแท่งแล้วเคลื่อนที่ออกจากกระบอกไป วัสดุเพลาทำมาจาก เล็กเหนียว St 42 ใบเกลียวทำจากเหล็กแผ่นเหล็กเหนียว St 37 ดังรูปที่3.5



รูปที่ 3.5 สกรูอัด

3.4 การออกแบบชุดกล่องเฟือง [4]

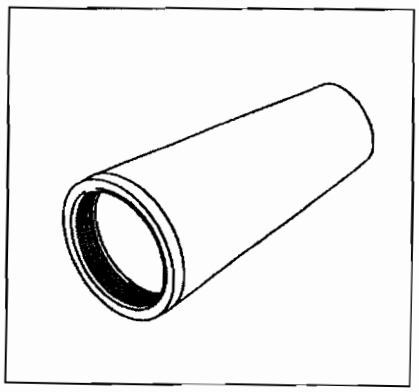
เพื่อส่งกำลังให้ชุดกล่องเฟืองอยู่ภายในกล่องเฟือง ทำหน้าที่ส่งกำลังจากเพลามูเล่ย์ไปยังเพลาสกรูอัด แนวทางการออกแบบชุดกล่องเฟืองนี้ได้อาศัยการทำงานของชุดกล่องเฟืองตามที่ได้ทำการคำนวณมาแล้ววัตถุที่นำมาผลิตเป็นเหล็กเหนียว St 37 กล่องเฟืองคือเหล็กแผ่นหนา 10 mm ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ชุดกล่องเฟือง

3.5 การออกแบบชุดปลายกระบอกอัด [4]

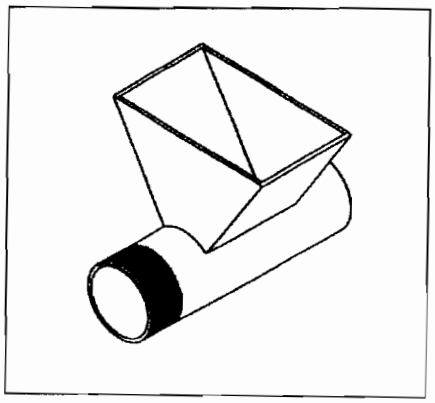
มีหน้าที่ให้วัตถุที่ผ่านโดยมีสกรูเป็นตัวลำเลียงวัตถุและในขณะเดียวกันก็อัดวัตถุด้วย โดยภายในกระบอกอัดจะเอียงเป็นมุมเพื่อให้เกิดช่วงการอัดที่ปลายกระบอกอัด ปลายกระบอกอัดวัสดุกระบอกอัดทำมาจากเหล็กเหนียว St 35ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ชุดปลายกระบอกอัด

3.6 การออกแบบถังใส่วัตถุ [4]

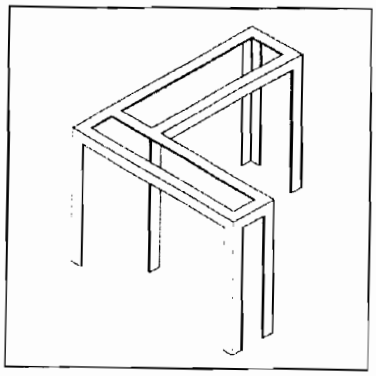
มีหน้าที่ไว้ใส่วัตถุให้ลำเลียงลงสู่กระบอกอัดโดยมีสกรูอัดทำหน้าที่ช่วยลำเลียงและอัดชีวมวลไปพร้อมๆกัน แนวทางการออกแบบอาศัยหลักการของถังใส่ข้าวเปลือกของเครื่องสีข้าววัสดุกระบอกอัดทำมาจากเหล็กเหนียว St 35 ดังรูปที่ 3.8



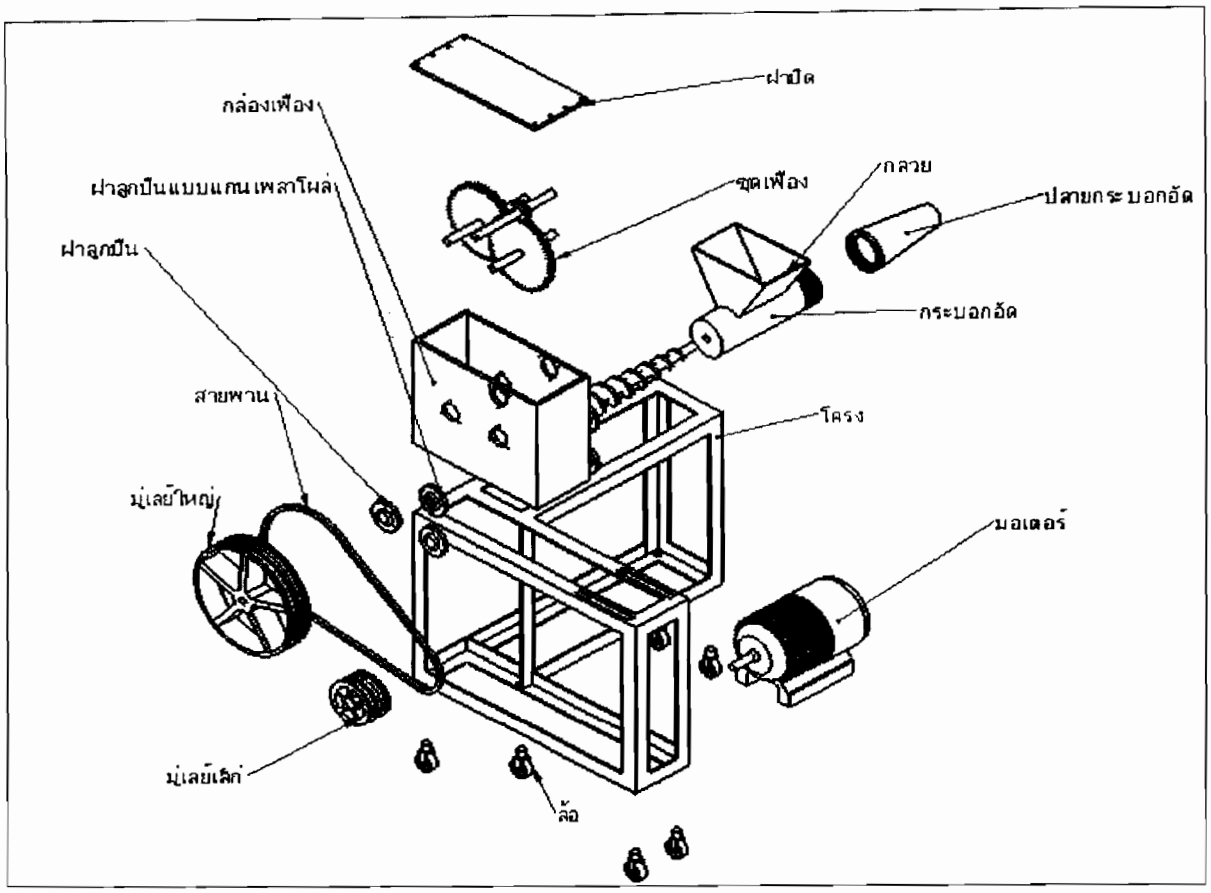
รูปที่ 3.8 ถังใส่วัตถุ

3.7 การออกแบบชุดฐานเครื่องคือมีขนาดกะทัดรัดสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย [4]

แนวทางการออกแบบฐานเครื่องโดยอาศัยหลักการทำงานของเครื่องต้นแบบที่มีอยู่แล้วแต่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยทางคณะผู้จัดทำได้ออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัดสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายโดยติดตั้งล้อที่ฐานเครื่องเพื่อความสะดวกวัสดุทำมาจากเหล็กฉาก St 37ฐานเท่ากัน ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ฐานเครื่อง



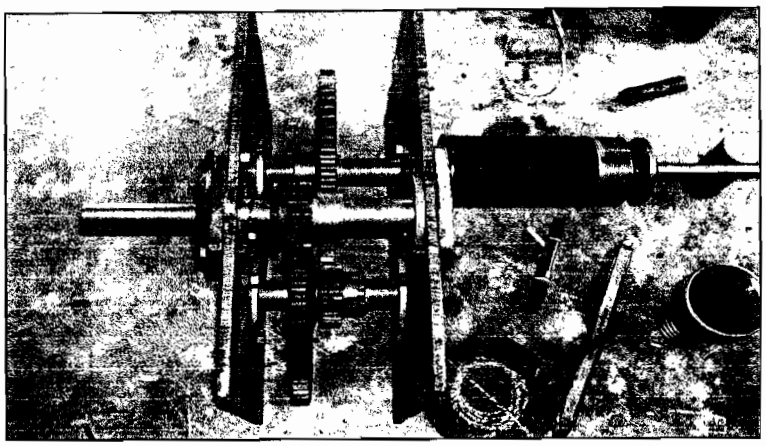
รูปที่ 3.10 ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องอัดถ่าน

3.8 ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมีดังนี้

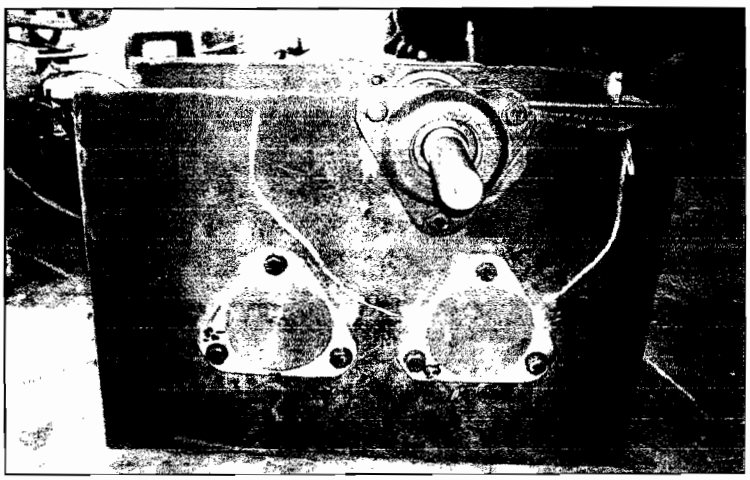
1. โครงเหล็กฉาก
2. ชุดเฟือง
3. มอเตอร์
4. พู่เลย์ เบอร์ 3, 12
5. สายพาน
6. กระบอกอัด
7. ปลายกระบอกอัด
8. ล้อ
9. สกรูเกรียว
10. ฝาปิด
11. กรวย
12 ฝาลูกปืน

3.9 แสดงภายในชุดเฟือง

ชุดเฟืองทดกำลังนี้ทำขึ้นจากชุดเฟืองเกียร์รถไถเดินตามเพื่อรับส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังชุดเกรียวเดือยหมูเพื่อให้ได้กำลังการอัดที่เพิ่มมากขึ้นในขณะที่ทำการอัดและเป็นการลดภาระการทำงานของมอเตอร์ดังรูปที่ 3.11 และ 3.12



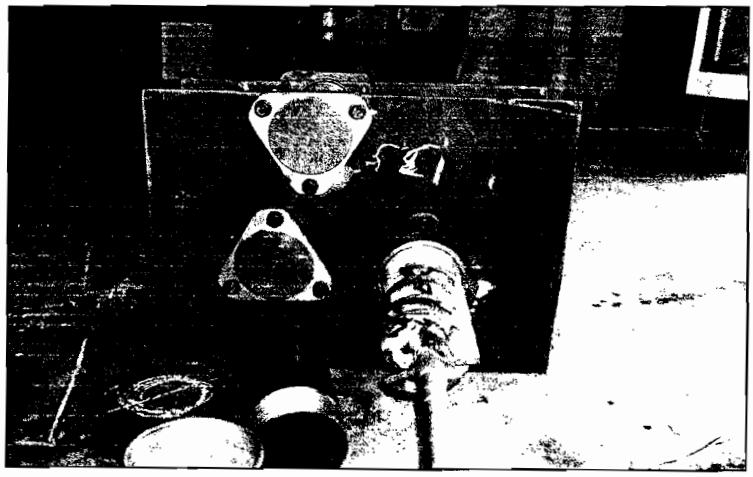
รูปที่ 3.11 การประกอบชิ้นส่วนของชุดเฟืองต่างๆของเครื่อง



รูปที่3.12 การประกอบชุดรับกำลังจากมอเตอร์

3.10 ชุดสกรูอัด

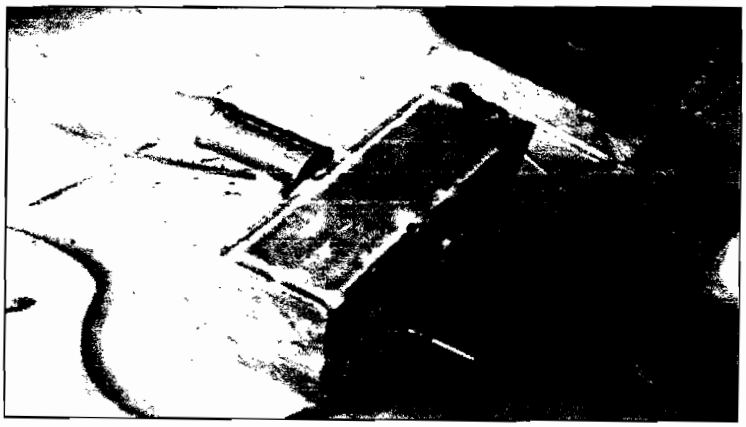
ทำขึ้นมาจากเหล็กแผ่นม้วนรอบเพลาขนาด3นิ้วโดยกลึงลดขนาดใบเกรียวจากใหญ่ไปเล็ก เพื่อทำหน้าที่อัดเศษวัสดุที่นำมาอัดให้อัดเคลื่อนที่ออกจากปลายกระบอกโดยรับกำลังมาจากชุดเฟืองเกียร์และมอเตอร์ดังรูปที่3.11 และ 3.12 ข้างต้น



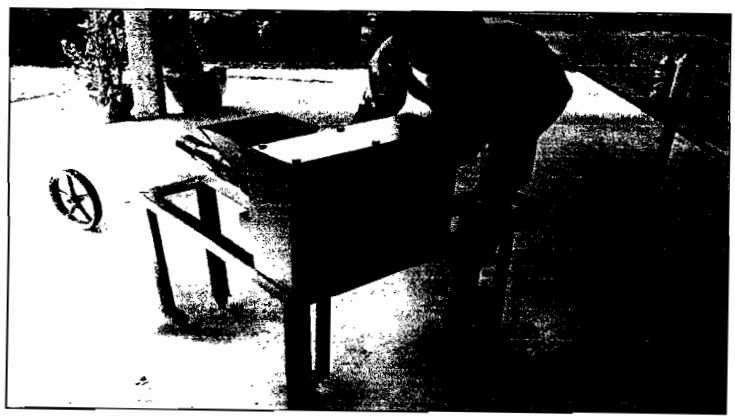
รูปที่ 3.13 การประกอบชุดสกรูอัด

3.11 ชุดกล่องเฟืองเกียร์

ทำมาจากเหล็กแผ่นหนา 10 ม.มโดยนำมาประกอบกันโดยการเชื่อมเพื่อใช้สำหรับเก็บชุดเฟืองเกียร์และน้ำมันเกียร์เพื่อหล่อลื่นให้ชุดเฟืองเกียร์และลดแรงเสียดสีของชุดเกียร์และช่วยยืดอายุการใช้งานของชุดเฟืองเกียร์และในการทำงานแต่ละครั้งควรมีการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้โดยใช้หน้ากากป้องกันแสงจากการเชื่อมที่อาจทำอันตรายกับสายตาได้ดังรูปที่ 3.13และทำการพ้นสีเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อป้องกันสนิมและความสวยงามดังรูปที่ 3.14 และ 3.15



รูปที่3.14 การเชื่อมชุดกล่องเฟืองเกียร์



รูปที่ 3.15 การพ่นสีเครื่อง