# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 สาเหตุและที่มาของปัญหา

ในโลกปัจจุบัน ได้มีปัญหาทางด้านมลภาวะของสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการรณรงค์เพื่อช่วยกันคุ้มครองรักษาสิ่งแวดล้อมกันมาก ตลอดจนการแก้ไขสิ่งผิดพลาดของการทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้เริ่มมีความสนใจในการที่จะศึกษาและ ความพยายามในการนำพลังงานจากชีวมวลมาใช้กันอย่างจริงจังมากขึ้น ซึ่งเราได้ทราบมาแล้วว่า พลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวล เป็นพลังงานที่มีประโยชน์มาก และเป็นการใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานชีวมวล มีข้อดีอย่างมากมายคือ

1. เป็นพลังงานที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซเสียจากเชื้อเพลิงชีวมวล เช่นมันสำปะหลัง ก๊าซที่เป็นผลจากการเผาไหม้ผงแป้งมันสำปะหลังนั้น จะมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ เช่น น้ำมัน , ถ่านหิน

2. พลังงานชีวมวล ( Biomass Energy ) นี้ เป็นพลังงานที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางภาคเกษตรกรรม เช่นแกลบ , ขี้เลื่อย , ฟางข้าว , ชานอ้อย วัตถุดิบเหล่านี้แต่ละปีจะเหลือใช้เป็นปริมาณมาก ซึ่งเราสามารถ นำไปใช้เป็นพลังงานได้อย่างมากมาย

3. เมื่อเกิดการเผาไหม้ เชื้อเพลิงชีวมวล จะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานเคมีไปเป็นพลังงานความร้อน โดยมีการสูญเสียน้อยมาก

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสร้างหัวเผาที่ใช้สำหรับผงแป้งมันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง หัวเผาที่ถูกออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นมานั้น มีหลายรูปแบบด้วยกันถ้าแบ่งตามลักษณะของเชื้อเพลิงที่ใช้ จะแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. หัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง
2. หัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว
3. หัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นแก๊ส

หัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งนี้เราจะรู้จักกันส่วนใหญ่ได้แก่ หัวเผาที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง แต่ถ่านหินในประเทศไทยมีคุณภาพต่ำ และมีกำมะถันเป็นส่วนประกอบสูง ซึ่งเมื่อถูกเผาไหม้จะก่อให้เกิดก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และทำลายสภาพแวดล้อม ต่อมาได้มีการสร้างเตาเผาที่ใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งการใช้ขี้เลื่อยนี้มีข้อเสียคือ 1. ก่อให้เกิดควันและเขม่ามาก 2. เศษขี้เลื่อยมีขนาดใหญ่เล็กไม่เท่ากัน จะทำให้อัตราการเผาไหม้ไม่สม่ำเสมอและอาจเกิดการติดค้างของระบบส่งเชื้อเพลิง

การใช้ผงแป้งมันสำปะหลังสำหรับเป็นเชื้อเพลิงของหัวเผา เพราะมีปัจจัยเอื้ออำนวยดังนี้

1. ผงแป้งมันสำปะหลังมี Calorific Value ค่อนข้างสูงคือประมาณ 3500 kcal/kg หรือ 6363 BTU/lb

2. ผงแป้งมันสำปะหลังมีโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งทำให้สะดวกแก่การ ลำเลียง , เผาไหม้ และการเผาไหม้มีความสม่ำเสมอ

3. ประเทศไทยสามารถผลิตมันสำปะหลังได้มาก ซึ่งทำให้มีราคาถูกพอที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงได้

4. ผงแป้งมันสำปะหลังมีส่วนประกอบที่เป็น ซัลเฟอร์ต่ำ ถ้านำมาเป็นเชื้อเพลิงจะก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศน้อยมาก

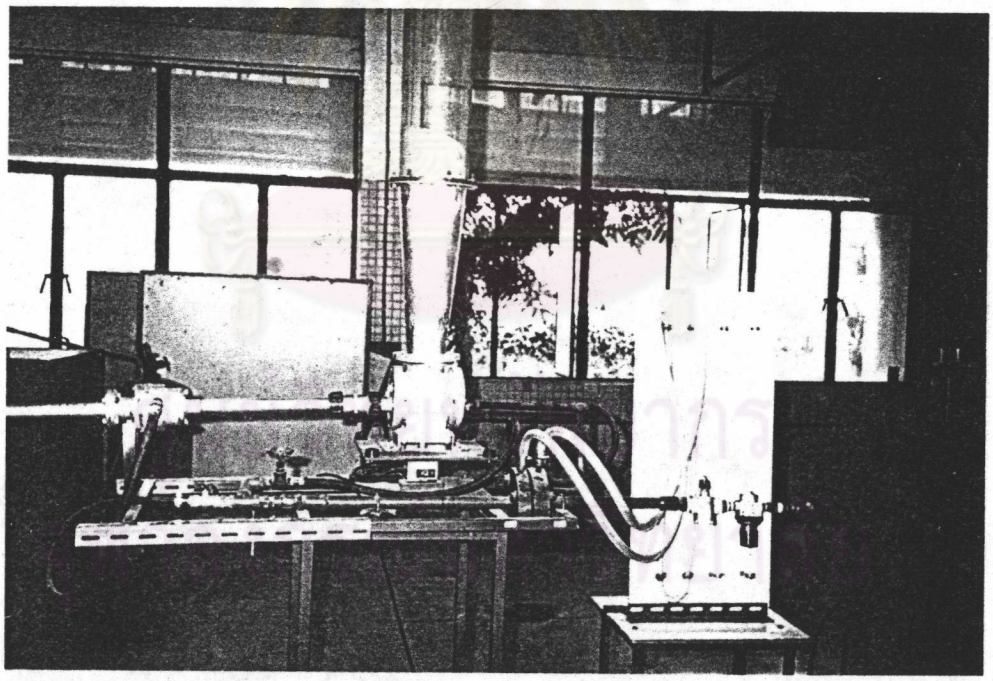
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับหัวเผาที่ใช้ผงแป้งมันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิงเท่าที่ทราบยังไม่ปรากฏแต่ ได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการเผาไหม้โดยใช้เตาไซโคลนบ้างพอสมควร ผลงานวิจัยหรือหนังสืออ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทางด้านการเผาไหม้ โดยใช้เตาไซโคลนมีดังนี้

ร.ศ. ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง ได้ทำการทดลองเตาไซโคลน โดยใช้หินน้ำมันและถ่านหินลิกไนซ์เป็นเชื้อเพลิง ในหัวข้อ " The Utilisation of Oil Shales & Lignites as Low Grade Fuels in a Cyclone Furnace. " ซึ่งได้ตีพิมพ์ลงใน Journal of Regional Center for Energy , Heat and Mass Transfer for Asia and The Pacific , Vol.1 , No.2,P.15-19 , Dec. 1978 นอกจากนี้ท่านยังได้ทำการทดลองเตาไซโคลน โดยใช้ ถ่านหินลิกไนซ์ , หินน้ำมัน , ขี้เลื่อย และ แกลบ เป็นเชื้อเพลิง ในหัวข้อ " Cyclone Furnaces Firing Lignites , Oil Shales , Saw Dust Wastes and Rice Husks. เป็น Research Paper Contracted by National Energy Admistration, Bangkok , 1978

ประจักร์ จิตรีพิทย์ ได้ทำการศึกษาถึงรูปแบบการไหล และ ลักษณะการสันดาปภายในห้องเผาไหม้แบบไซโคลนที่ใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิง การศึกษาอุณหภูมิการเผาไหม้ที่สภาวะต่างๆ ตลอดจนศึกษาถึงองค์ประกอบของก๊าซไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้โดยใช้เตาไซโคลนดังรูป



รูปที่ 1.1 แสดงชุดทดลองห้องเผาไหม้แบบไซโคลนของ ประจักร์ จิตรีพิทย์

เชื้อเพลิงและอากาศจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของห้องเผาไหม้ และเกิดการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ จากผลการศึกษาพบว่า [1]

1. การเผาไหม้ขี้เลื่อยที่ค่า อัตราส่วนสมมูลย์ $\phi$ ( Equivalence Ratio ) น้อยกว่า 1.5 ก๊าซจากการเผาไหม้ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( CO ) มากกว่า 3000 ppm ขณะที่ปริมาณ ( $O_2$ ) ไม่เกิน 10 % ลักษณะของเปลวไฟมีเสถียรภาพต่ำ จัดว่าเป็นการเผาไหม้ที่มีอากาศส่วนเกินอยู่ในช่วงต่ำ ซึ่งส่งผลให้เกิดการเผาไหม่ที่ไม่สมบูรณ์

2. การเผาไหม้ขี้เลื่อยที่ค่า $\phi$ ( Equivalence Ratio ) ตั้งแต่ 1.5 ถึง 2.0 จะไม่ปรากฏเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมดเหลือตกค้างอยู่ ส่วนเถ้าจะปลิวออกไปกับก๊าซไอเสียหรือที่เรียกว่า " Fly Ash " ลักษณะเปลวไฟมีเสถียรภาพสูง ก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้ จะประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อยู่ในช่วง 1700 ถึง 3000 ppm และก๊าซออกซิเจนประมาณ 8 ถึง 10 % อุณหภูมิเปลวไฟอยู่ในช่วง 900 ถึง 1100 C และที่ผนังด้านในมีอุณหภูมิ 700 C จัดว่าเป็นช่วงค่า $\phi$ ที่เหมาะสมกับการเผาไหม้ ถึงแม้ว่าเป็นช่วงที่มีอากาศส่วนเกิน ( Excess Air ) ค่อนข้างสูง

3. การเผาไหม้ขี้เลื่อยที่ค่า $\phi$ ที่มากกว่า 2.0 อุณหภูมิที่ผนังจะสูงสุดเพียง 550 C เท่านั้น เกิดจากผลของอากาศส่วนเกิน ในกรณีที่มีอากาศส่วนเกินมากแล้ว ความเร็วของก๊าซจะสูงตาม ขณะเดียวกันก็ทำให้ช่วงเวลาของการเผาไหม้ลดลง ในกรณีนี้พบว่ามีเชื้อเพลิงเผาไหม้ไม่หมดปลิวปนออกมากับก๊าซไอเสีย แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของเปลวไฟมีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 1100 C ลักษณะของเปลวไฟมีเสถียรภาพต่ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

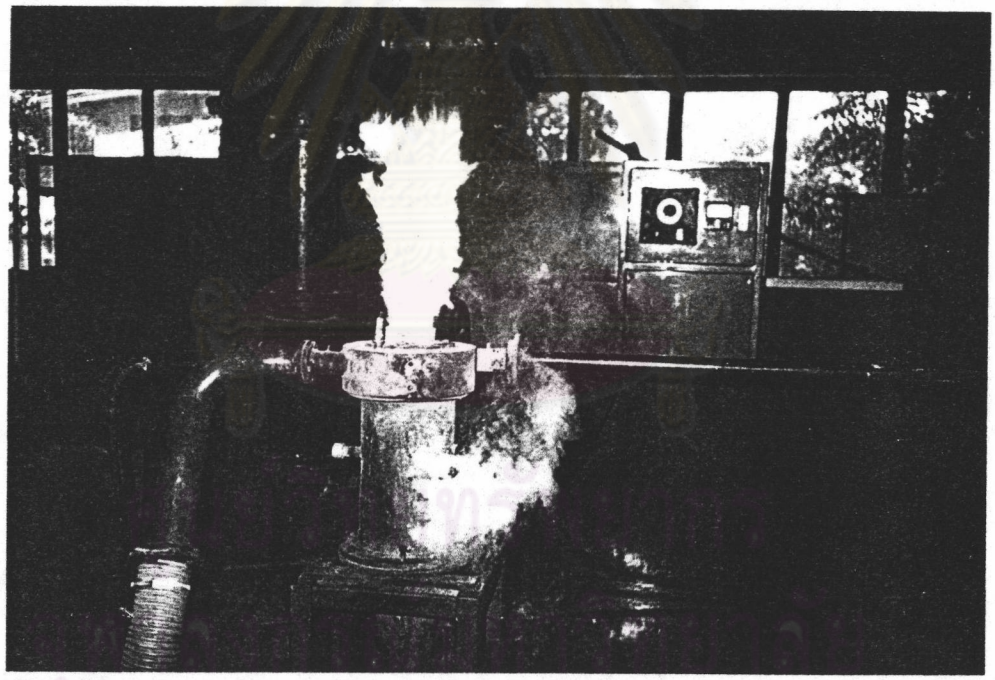
สุพจน์ น้านำโชค ได้ทำการวิจัยและศึกษาผลของ Secondary Air ต่อการเผาไหม้ขี้เลื่อยในห้องเผาไหม้แบบไซโคลน จากการศึกษาพบว่า

1 ) การเผาไหม้ที่ค่า $\phi$ เท่ากับ 1.5 การเผาไหม้จะเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้างภายในห้องเผาไหม้และมีเปลวไฟออกมาจากปากทางออกของห้องเผาไหม้น้อย

2 ) การเผาไหม้ที่ค่า $\phi$ เท่ากับ 1.2 เปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้จะสูงกว่าที่ $\phi$ เท่ากับ 1.5 แสดงว่ามีการเผาไหม้นอกห้องเผาไหม้มากขึ้น

3 ) การเผาไหม้ที่ค่า $\phi$ เท่ากับ 1.0 เปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้จะสูงกว่าที่ค่า $\phi$ อื่นๆ

4 ) การเผาไหม้โดยใช้อากาศส่วนที่สอง ( Secondary Air ) ร่วมด้วย จะทำให้เกิดการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้มากขึ้นกว่าการเผาไหม้ที่ไม่ได้ใช้อากาศส่วนที่สอง



รูปที่ 1.2 แสดงลักษณะของการเผาไหม้ขี้เลื่อยที่ค่า $\phi$ = 1.5

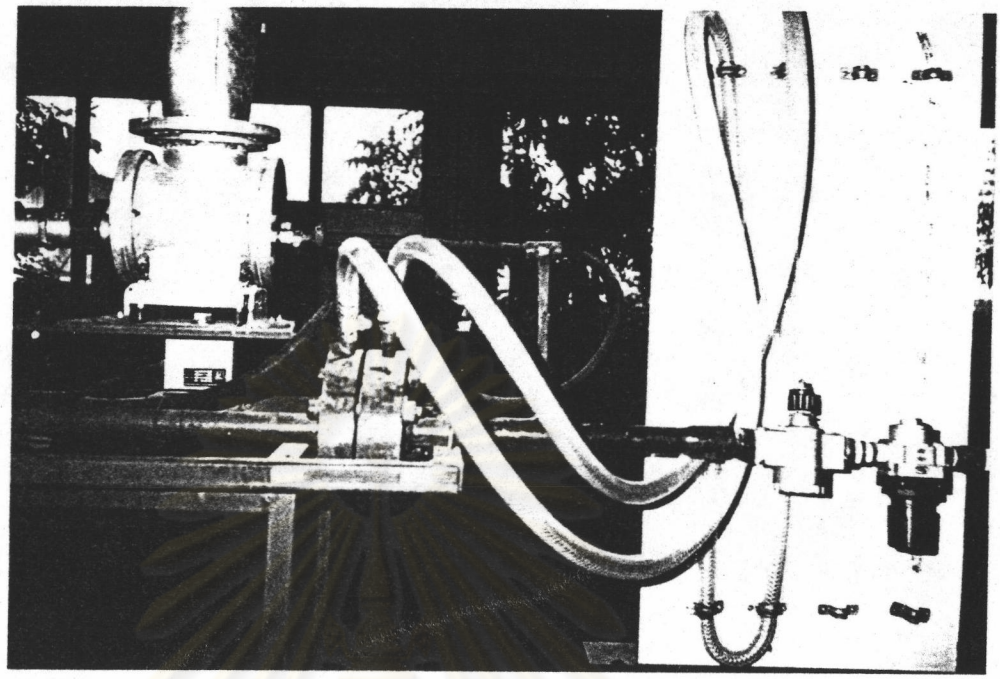
สมนึก อภินันท์มงคลและคณะ ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ห้องเผาไหม้แบบมัลติอินเลทไซโคลน ( Multi-Inlet Cyclone Combustor ) และพัฒนาการใช้ห้องเผาไหม้แบบ Cyclone ในการเผาไหม้ขี้เลื่อย พบว่า

1. ที่ค่า $\phi$ = 1.2 ปริมาณอากาศส่วนที่สอง 0 % การกระจายของอุณหภูมิจะเกิดที่บริเวณปากเตา ลักษณะเปลวไฟสูงที่สุด แต่เมื่อเพิ่มปริมาณอากาศส่วนที่สองมากขึ้น ( 5 - 15% ) เปลวไฟจะหดเข้าไปภายในเตา เปลวไฟที่ปากทางออกจะอ้วนและสั้น ลักษณะเปลวไฟค่อนข้างจะมีเสถียรภาพสูง เมื่อเพิ่มปริมาณอากาศโดยรวม ค่า $\phi$ เพิ่มขึ้นทำให้การกระจายของอุณหภูมิและเปลวไฟจะหดสั้นลงเข้าไปในเตา การเพิ่มปริมาณอากาศส่วนที่สอง เป็นการทำให้ขี้เลื่อยคลุกเคล้ากับอากาศได้ดีขึ้น จึงทำให้การเผาไหม้ภายในเตาดีขึ้น ซึ่งจากการทดลองพบว่า เปลวไฟที่ดีจะมีลักษณะอ้วนสั้น มีการแพร่กระจายอุณหภูมิภายในเตาสูง ซึ่งก็คือ ลักษณะเปลวไฟที่มีเสถียรภาพสูงนั้นเอง

2. ที่ค่า $\phi$ และ Secondary air สูง มีแนวโน้มจะเกิด fly ash มากขึ้น แม้ว่าการมีอากาศส่วนที่สอง จะทำให้ขี้เลื่อยไหลวนเป็นเกลียวมากขึ้น แต่เมื่อปริมาณอากาศมากจะส่งผลให้อากาศที่อยู่ในห้อง เผาไหม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ทำให้ขี้เลื่อยเผาไหม้ไม่ทัน รวมทั้งเกิดจากอากาศภายนอก ( ที่มีอุณหภูมิต่ำ ) รั่วเข้ามา เป็นผลให้อุณหภูมิส่วนบนของเตาต่ำลงทำให้ขี้เลื่อยเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จึงเกิดเป็น fly ash ปลิวออกจากบริเวณปากเตา

3. เมื่อเพิ่มปริมาณอากาศส่วนที่สองมากขึ้น ทำให้ขี้เลื่อยคลุกเคล้ากับอากาศได้ดีขึ้น ทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น ทำให้ปริมาณก๊าซ $O_2$ และ CO ลดลง และที่ปริมาณอากาศส่วนที่สองเท่ากัน แต่เพิ่มปริมาณอากาศโดยรวม ( เพิ่มค่า $\phi$ ) ปริมาณ ก๊าซ CO ลดลงเช่นกันเนื่องจากปริมาณอากาศมากขึ้นเป็นผลให้เกิดการสันดาบสมบูรณ์มากขึ้น แต่ $O_2$ จะเพิ่มขึ้นเนื่องจาก ปริมาณอากาศส่วนเกินมากขึ้น พบว่าสภาวะที่เหมาะกับการใช้ในการอุ่นอากาศหรือต้มน้ำ คือ $\phi$ = 1.8 Secondary air 10 % เนื่องจากการแพร่กระจายของอุณหภูมิสูง ปริมาณก๊าซ CO มีค่าต่ำ และ fly ash ไม่สูงนัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.3 แสดงอุปกรณ์ทดลองเตาไซโคลนของสมนึก อภินันท์มงคล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ghosh Basu and Roy [2] ได้ทำการทดลองศึกษาเปลวไฟที่ได้จากผงถ่านหิน ( pulverized coal ) และศึกษาเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการเกิดเปลวไฟของการเผาไหม้ผงถ่านหินดังนี้

1 ) อุณหภูมิของเตาเผาควรอยู่ในช่วง 850-950 C

2 ) ภายหลังจากการจุดระเบิด ( ignition ) อุณหภูมิของเตาเผาจะสูงขึ้นประมาณ 50 C

3 ) เพื่อให้เกิดการเผาไหม้อย่างสม่ำเสมอ ปริมาณอากาศที่ใช้ควรมีค่าประมาณ 30-80 % ของปริมาณอากาศทางทฤษฎี และเป็นผลให้เชื้อเพลิงถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์

4 ) เปลวไฟจะมี เสถียรภาพ ( steady state ) ในช่วงความเร็วที่ ท่อทางออกของเปลวไฟ ( burner nozzle , injector ) ประมาณ 40-150 เมตรต่อวินาที

5 ) อุณหภูมิของเปลวไฟและความสว่างของเปลวไฟจะสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในอากาศส่วนที่หนึ่ง ( primary air ) มีมากขึ้น

6 ) หัวเผาแต่ละขนาดจะมีสัดส่วนระหว่าง อากาศส่วนที่หนึ่ง ( primary air ) กับปริมาณถ่านหินและปริมาณก๊าซออกซิเจน ในส่วนผสม ค่าหนึ่งในการที่จะให้เกิดเปลวไฟที่มีเสถียรภาพ ( flame stable )

7 ) สำหรับเปลวไฟของผงถ่านหิน ( pulverized coal ) ที่ปลายเปลวไฟจะกว้างกว่าที่ฐาน

Hattori [2] ได้ทำการทดลองศึกษาการเผาไหม้ผงถ่านหิน และสรุปไว้ดังนี้

1 ) ความเร็วของเปลวไฟที่ได้จากผงถ่านหิน ( pulverized coal jet flame ) จะแปรตาม อัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิง ( air fuel ratio ) และจะมีค่าความเร็วของเปลวไฟมากที่สุดที่ค่าอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงเท่ากับ 3

2 ) ความเร็วของเปลวไฟจะลดลงเมื่อส่วนผสมมีปริมาณผงถ่านหินลดลง

3 ) ความเร็วของเปลวไฟ ( flame velocity ) จะมากขึ้นถ้ามีปริมาณออกซิเจนในอากาศส่วนที่หนึ่ง ( primary air ) มากขึ้น ประมาณ ( 27.4-35% )

4 ) ความเร็วของเปลวไฟ ( flame velocity ) จะมากขึ้นถ้าอนุภาคของถ่านหินมีขนาดเล็กเพราะมีพื้นที่ผิวของอนุภาคมากขึ้น

Sherman [2] ได้ทำการทดสอบผงถ่านหิน bituminous ที่มี Volatile Matter 17- 40 % พบว่าความยาวของเปลวไฟจะลดลง ถ้าเชื้อเพลิงมีขนาดเล็ก หรือ มี Volatile Matter มากเนื่องจากมีการจุดระเบิดเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาการนำผงแป้งมันสำปะหลังมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหัวเผา

1.3.2 เพื่อศึกษาหลักการออกแบบเบื้องต้นของหัวเผา ( burner ) สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง ( ผงแป้งมันสำปะหลัง ) และนำผลการทดลองที่ได้มาเป็นข้อมูลในการพัฒนา การออกแบบหัวเผา ที่ใช้ผงแป้งมันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การวิจัยครั้งนี้จะสร้างหัวเผา เพื่อศึกษาถึงรูปแบบและเงื่อนไขของส่วนประกอบของหัวเผา ไม่ว่าจะเป็นลักษณะของหัวเผาซึ่งมีการทดลอง 2 แบบคือ 1. แบบ premixed burner 2. แบบ diffusion burner หรือขนาดของท่อทางออกของเปลวไฟ ที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ของผงแป้งมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ ศึกษาลักษณะการเผาไหม้ ภายใต้สภาวะต่างๆ เช่น อัตราส่วนผสม ระหว่างผงแป้งมันสำปะหลังกับ อากาศส่วนที่ 1 ( primary air ) และ อากาศส่วนที่ 2 ( secondary air ) ที่จะทำให้ได้อุณหภูมิและค่าความเร็วของการเผาไหม้สูงสุด

1.4.2 ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของค่าความเร็วของการเผาไหม้กับอุณหภูมิและปริมาณก๊าซ $O_2$ ,$CO_2$ ที่ได้จากการเผาไหม้ผงแป้งมันสำปะหลัง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ได้ทราบถึงชนิดของหัวเผา และขนาดของท่อทางออกของเปลวไฟ ที่เหมาะแก่การเผาไหม้ผงแป้งมันสำปะหลังเพื่อให้ได้อุณหภูมิและค่าความเร็วของการเผาไหม้สูงสุด

1.5.2 เป็นการใช้ประโยชน์ของเชื้อเพลิงชีวมวลอีกทางหนึ่ง

1.5.3 ทำให้ทราบถึงลักษณะการเผาไหม้ที่ขึ้นอยู่กับสภาวะต่างๆอย่างไร ( เช่น อัตราส่วนสมมูล )

1.5.4 นำหัวเผาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.6.1 ศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.6.2 ศึกษาลักษณะของหัวเผา , องค์ประกอบของผงแป้งมันสำปะหลังและคุณสมบัติของผงแป้งมันสำปะหลังที่มีผลต่อการเผาไหม้

1.6.3 ศึกษาการออกแบบและสร้างหัวเผาที่ใช้ผงแป้งมันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง

1.6.4 สร้างอุปกรณ์การวัดเพื่อการทำการทดลอง

1.6.5 ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

1.6.6 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้

1.6.7 สรุปผลการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย