

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ฉ |
| สารบัญตาราง | ฎ |
| สารบัญภาพ | ฏ |
| อักษรย่อ และสัญลักษณ์ | ถ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา | 2 |
| 1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ | 3 |
| 1.4 ขอบเขตการวิจัย | 3 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| 2.1 ก๊าซชีวภาพ | 4 |
| 2.1.1 กระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ | 4 |
| 2.2 ไบโอมีเทน | 6 |
| 2.2.1 ข้อดีของไบโอมีเทน | 8 |
| 2.2.2 การใช้ไบโอมีเทนในประเทศต่างๆ | 9 |
| 2.3 การปรับปรุงก๊าซชีวภาพในการผลิตไบโอมีเทน | 11 |
| 2.4 การทำความสะอาดก๊าซชีวภาพ | 11 |
| 2.4.1 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide) | 12 |
| 2.4.2 ออกซิเจน (Oxygen) | 12 |
| 2.4.3 ความชื้น (Moisture) | 13 |
| 2.4.4 แอมโมเนีย (Ammonia) | 13 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 2.4.5 ฝุ่นละออง (Particulates) | 14 |
| 2.4.6 Siloxanes | 14 |
| 2.4.7 ไนโตรเจน (Nitrogen) | 14 |
| 2.4.8 Halogenated Hydrocarbon | 14 |
| 2.5 การเพิ่มคุณภาพของก๊าซชีวภาพ (Biogas Upgrading) | 14 |
| 2.5.1 การดูดซับแบบสลับแรงดัน (Pressure swing adsorption method) | 15 |
| 2.5.2 การดักจับด้วยสารเคมีโดยใช้สารละลายเอมีน (Chemical scrubbing with amine solvent method) | 16 |
| 2.5.3 การดูดซับด้วยสารละลายเคมี (Chemisorption method) | 16 |
| 2.5.4 การแยกชั้นด้วยเมมเบรน (Membrane separation method) | 16 |
| 2.5.5 การดูดซับด้วยน้ำ (Water absorption method) | 16 |
| 2.6 การดูดซับด้วยน้ำกับก๊าซชีวภาพ | 18 |
| 2.7 กลไกการดูดซับ (Mechanism of Absorption) | 22 |
| 2.7.1 การถ่ายเทมวล (Mass Transfer) | 22 |
| 2.7.2 ทฤษฎีฟิล์มสองชั้น (Two-Film Theory) | 23 |
| 2.8 ความสามารถในการละลายและกฎของเฮนรี่ (Solubility and Henry's Law) | 24 |
| 2.8.1 ความสามารถในการละลาย (Solubility) | 24 |
| 2.8.2 กฎของเฮนรี่ (Henry's Law) | 24 |
| 2.9 วัสดุเพิ่มพื้นที่ผิว (Packing Material) | 25 |
| 2.10 สมดุลมวล (Mass Balance) | 26 |
| 2.11 ความต้องการของเหลวในระบบ (Liquid Requirements) | 28 |
| 2.12 เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดูดซับ (Packed Column Diameter) | 29 |
| 2.13 ความสูงของหอบบรรจุตัวกลาง (Packed Column Height) | 30 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 32 |
| บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย | 36 |
| 3.1 สถานที่ในการดำเนินการวิจัยและระบบก๊าซชีวภาพ | 36 |
| 3.2 ก๊าซชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง | 36 |
| 3.3 ระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการดูดซึมด้วยน้ำ | 37 |
| 3.4 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง | 40 |
| 3.4.1 ระบบดูดซึมก๊าซ (Absorber System) | 40 |
| 3.4.2 ระบบคายก๊าซ (Desorber System) | 43 |
| 3.4.3 ชุดเครื่องมือวัดและบันทึกผลการทดลอง | 45 |
| 3.5 การทดลองระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตไบโอมิเทน | 54 |
| 3.5.1 การทดลองหาระยะเวลาการเข้าสู่สภาวะสมดุลของระบบ | 54 |
| 3.5.2 การทดลองเพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำและก๊าซ (L/G Ratio) และผลของความดันที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ | 55 |
| 3.5.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของไบโอมิเทน | 56 |
| 3.5.4 การวิเคราะห์การสูญเสียก๊าซมีเทนของระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ | 56 |
| 3.5.5 การหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ | 58 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง | 60 |
| 4.1 การทดลองเพื่อหาระยะเวลาการเข้าสู่สภาวะสมดุลของระบบการดูดซึมก๊าซชีวภาพ | 60 |
| 4.2 การทดลองเพื่อศึกษาผลของสภาวะการทำงานของระบบที่มีต่อองค์ประกอบของไบโอมิเทน | 64 |
| 4.2.1 การทดลองเดินระบบที่อัตราการไหลก๊าซชีวภาพ 10 ลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง | 64 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 4.2.2 การทดลองที่อัตราการไหลก๊าซชีวภาพสูงกว่า | 70 |
| 10 ลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง | |
| 4.3 คุณภาพของน้ำและการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำที่ใช้ในการทดลอง | 75 |
| 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของไบโอมีเทน | 77 |
| 4.5 ปริมาณการสูญเสียมีเทนของระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ (Methane Loss) | 78 |
| 4.6 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลในเฟสของเหลว (Mass Transfer Coefficient) | 82 |
| 4.7 การเลือกสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไบโอมีเทน | 85 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 88 |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง | 88 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 90 |
| เอกสารอ้างอิง | 91 |
| ภาคผนวก | 96 |
| ภาคผนวก ก ผลการทดลอง | 97 |
| ภาคผนวก ข ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและ | 147 |
| คุณภาพของก๊าซธรรมชาติสำหรับรถยนต์ พ.ศ.2552 | |
| ภาคผนวก ค ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ | 150 |
| ภาคผนวก ง ตัวอย่างการคำนวณ | 156 |
| ประวัติผู้เขียน | 162 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| 2.1 ความเข้มข้นขององค์ประกอบก๊าซชีวภาพ | 4 |
| 2.2 ชนิดของก๊าซและคุณสมบัติของก๊าซชีวภาพที่ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส | 6 |
| 2.3 มาตรฐานสากลของก๊าซธรรมชาติที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน | 7 |
| 2.4 ข้อกำหนดและวิธีการทดลองตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน | 8 |
| 2.5 ปัจจัยการปล่อยมลพิษของยานยนต์ที่มีการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ | 9 |
| 2.6 ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ยอมรับได้ในการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ | 12 |
| 2.7 ค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซออกซิเจนของไบโอมิเทนที่ยอมรับได้ | 12 |
| 2.8 ค่าความชื้นสูงสุดของไบโอมิเทนที่ยอมรับได้ | 13 |
| 2.9 ความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในไบโอมิเทนที่ยอมรับ | 15 |
| 2.10 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีคักกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 17 |
| 2.11 ปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบดูดซึมด้วยน้ำแบบไม่วนกลับ | 20 |
| 2.12 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ศึกษา | 35 |
| 3.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของก๊าซชีวภาพที่ใช้ทดลองสำหรับระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ | 37 |
| 3.2 สภาวะการทดลองเพื่อศึกษาผลของ L/G Ratio และความดันที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ | 57 |
| 3.3 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของไบโอมิเทน | 58 |
| 4.1 ปริมาณความเข้มข้นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพในก๊าซชีวภาพที่เข้าและออกจากถังดูดซึมที่อัตราการไหลก๊าซ 10 ลูกบาศก์เมตรก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง | 68 |
| 4.2 ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในระบบที่สภาวะการเดินระบบต่างๆ | 74 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 4.3ประสิทธิภาพในการลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในระบบที่สภาวะการเดินระบบต่างๆ | 75 |
| 4.4ผลการวิเคราะห์น้ำประปาที่ใช้สำหรับระบบการผลิตไบโอมีเทน | 76 |
| 4.5เปรียบเทียบไบโอมีเทนที่ผลิตได้กับมาตรฐานเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ สำหรับยานยนต์ของกรมธุรกิจพลังงาน | 78 |
| 4.6อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพที่เข้าและออกจากถังดูดซึมก๊าซ | 81 |
| 4.7ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลในเฟสของเหลวของระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ ในสภาวะการทดลองต่างๆ | 84 |
| 4.8สภาวะการเดินระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพที่สามารถผลิตก๊าซมีเทน ที่ปริมาณความเข้มข้นประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร | 87 |

สารบัญภาพ

| รูป | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน | 5 |
| 2.2 ปริมาณขบวนการที่ใช้ไบโอมีเทนเป็นเชื้อเพลิงในประเทศสวีเดนและสวิตเซอร์แลนด์ | 10 |
| 2.3 โรงงานผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศเยอรมัน | 10 |
| 2.4 ปริมาณการผลิตไบโอมีเทนของโรงปรับปรุงก๊าซชีวภาพจำนวน 34 โรงในประเทศเยอรมัน ซึ่งรวมทั้งโรงงานที่กำลังดำเนินงานและกำลังอยู่ระหว่างการก่อสร้าง | 11 |
| 2.5 ระบบกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยน้ำที่ไม่มีการวนน้ำกลับ | 19 |
| 2.6 ระบบกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยน้ำที่มีการวนน้ำกลับ | 20 |
| 2.7 ความสามารถในการละลายน้ำของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิและความดันต่างๆ | 22 |
| 2.8 กราฟแสดงของความเข้มข้นที่ใกล้กับรอยเชื่อมต่อระหว่างก๊าซกับของเหลว | 22 |
| 2.9 ลักษณะของวัสดุเพิ่มพื้นที่ผิวที่มีอยู่ทั่วไปในตลาด | 26 |
| 2.10 สมดุลมวลแบบกระแสไหลสวนทิศทางของกระบวนการดูดซึม | 27 |
| 2.11 เส้นปฏิบัติการในระบบการดูดซึม | 28 |
| 2.12 แสดงการกำหนดอัตราการไหลของของเหลวในกระบวนการดูดซึม | 29 |
| 2.13 ความสัมพันธ์ของความเร็วที่ทำให้ของเหลวท่วมออกกับความดันลด | 30 |
| 2.14 ผลของ Superficial Liquid Flow Rate บนความสูงของหน่วยการถ่ายเทสำหรับการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยน้ำ | 31 |
| 2.15 แผนภาพของคอลเบิร์น (Colburn) | 32 |
| 3.1 บ่อก๊าซชีวภาพแบบ H-UASB ณ บริษัท โฟร์ทีฟาร์ม จ.เชียงใหม่ | 37 |
| 3.2 ระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพที่ติดตั้ง ณ บริษัท โฟร์ทีฟาร์ม จ.เชียงใหม่ | 37 |
| 3.3 ระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการดูดซึมด้วยน้ำ | 38 |
| 3.4 ระบบการกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยฝอยเหล็ก | 39 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| รูป | หน้า |
|--|------|
| 3.5 ระบบไซโคลน (Cyclone) | 39 |
| 3.6 ชุดดูดซับก๊าซ (Absorber) | 40 |
| 3.7 หัวสเปรย์น้ำที่จะติดตั้งภายในบริเวณด้านบนของถังดูดซับก๊าซ | 41 |
| 3.8 ท่อพ่นก๊าซที่จะติดตั้งภายในบริเวณด้านล่างของถังดูดซับก๊าซ | 41 |
| 3.9 วัสดุเพิ่มพื้นที่ผิวแบบพอลริ่งขนาดเล็กที่ใช้ในถังดูดซับ | 42 |
| ก) ลักษณะของพอลริ่งแบบพลาสติก | |
| ข) การจัดเรียงแบบส้อมของวัสดุเพิ่มพื้นที่ผิวภายในถังดูดซับ | |
| 3.10 ถังเก็บก๊าซชีวภาพก่อนเข้าสู่ถังดูดซับ | 42 |
| 3.11 ชุดถัง Flash Tank | 43 |
| 3.12 ชุดถังคายก๊าซ (Desorber) | 44 |
| 3.13 ชุดตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าภายในระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ | 45 |
| ก) ตู้ควบคุมไฟฟ้าระบบดูดซับและคายก๊าซ | |
| ข) ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก | |
| 3.14 ตำแหน่งจุดตรวจวัดและจุดติดตั้งเครื่องมือวัด | 46 |
| 3.15 เครื่องวัดองค์ประกอบก๊าซชีวภาพแบบพกพา (Portable) | 47 |
| 3.16 เครื่องวัดองค์ประกอบก๊าซชีวภาพแบบติดตั้งถาวร (Fixed online) | 48 |
| ก) เครื่องวัดความเข้มข้นก๊าซมีเทน | |
| ข) เครื่องวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ | |
| 3.17 เครื่องวัดอัตราการไหลก๊าซชีวภาพก่อนเข้าสู่ถังดูดซับ | 48 |
| ก) เครื่องวัดอัตราการไหลแบบ Thermal mass | |
| ข) เครื่องวัดอัตราการไหลแบบลูกลอย | |
| 3.18 เครื่องวัดอัตราการไหลอากาศที่ออกจากถังคายก๊าซ | 49 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|---|------|
| 3.19 เครื่องวัดอัตราการไหลใบโอมิเท่น | 49 |
| ก) เครื่องวัดอัตราการไหลแบบ Inclined manometer | |
| ข) เครื่องวัดอัตราไหลแบบ Pitot Tube ที่เชื่อมต่อกับเครื่อง Inclined manometer | |
| 3.20 เครื่องวัดอัตราการไหลน้ำ | 50 |
| ก) เครื่องวัดอัตราการไหลติดตั้งที่ชุดคายก๊าซ | |
| ข) เครื่องวัดอัตราการไหลติดตั้งที่ชุดดูดซึมก๊าซ | |
| 3.21 เกจวัดอุณหภูมิภายในถังปฏิกรณ์ | 50 |
| ก) เกจวัดอุณหภูมิ | |
| ข) การติดตั้งเข้ากับระบบดูดซึมและคายก๊าซ | |
| 3.22 เกจวัดความดันก๊าซภายในถังปฏิกรณ์ | 51 |
| ก) เกจที่ติดตั้งกับชุดดูดซึมก๊าซ | |
| ข) เกจที่ติดตั้งกับชุดคายก๊าซ | |
| ค) การติดตั้งเกจเข้ากับถังปฏิกรณ์ | |
| 3.23 เกจวัดแรงดันน้ำแบบเข็มวัด | 51 |
| 3.24 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ | 52 |
| 3.25 เครื่องวัดค่าพีเอชของน้ำ | 52 |
| ก) เครื่องวัดค่าพีเอชแบบพกพา | |
| ข) เครื่องวัดค่าพีเอชแบบออนไลน์ | |
| ค) ชุดควบคุมและแสดงผลเครื่องวัดค่าพีเอชแบบออนไลน์ | |
| 3.26 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) | 53 |
| 3.27 เครื่องวัดจุดน้ำค้าง (Dew Point Meter) | 53 |
| 3.28 เครื่องวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงแบบก๊าซโครมาโตกราฟี | 54 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|---|------|
| 4.1 ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพที่ออกจากถังคูดซิมตั้งแต่เริ่มเดินระบบที่สภาวะการเดินระบบแบบต่างๆ | 61 |
| 4.2 ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพที่ออกจากถังคูดซิมตั้งแต่เริ่มเดินระบบ ที่สภาวะการเดินระบบแบบต่างๆ | 62 |
| 4.3 การเปลี่ยนแปลงของระดับพีเอชของน้ำที่เข้าและออกจากถังคูดซิม ที่ความดัน 3 บาร์เกจ ที่อัตราการไหลก๊าซชีวภาพ 10 ลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง และอัตราการไหลของน้ำ 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง | 63 |
| 4.4 ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพที่ออกจากถังคูดซิมที่อัตราการไหลก๊าซ 10 ลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง | 65 |
| 4.5 ปริมาณความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพที่เข้าและออกจากถังคูดซิมที่อัตราการไหลก๊าซ 10 ลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง | 67 |
| 4.6 ประสิทธิภาพการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนของระบบที่อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ 10 ลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง ที่ความดันภายในถังคูดซิมต่างๆ | 69 |
| 4.7 ประสิทธิภาพการลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ 10 ลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง ที่ความดันภายในถังคูดซิมต่างๆ | 70 |
| 4.8 ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนที่ผ่านออกจากถังคูดซิมที่ความดันภายในระบบ และค่า L/G Ratio ต่างๆ | 71 |
| 4.9 ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านออกจากถังคูดซิม ที่ความดันภายในระบบและค่า L/G Ratio ต่างๆ | 73 |
| 4.10 ค่าพีเอชของน้ำที่ใช้สำหรับระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตไบโอมิเทน | 76 |
| 4.11 เปอร์เซนต์การสูญเสียก๊าซมีเทน (%Methane Loss) ในระบบปรับปรุงก๊าซชีวภาพ | 80 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|--|------|
| 4.12 ผลของความสูงของหน่วยการถ่ายเทมวลสำหรับการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 83 |
| 4.13 ผลของ SLV กับความสูงของหน่วยการถ่ายเทสำหรับการดูดซึมก๊าซ | 83 |
| 4.14 ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในไบโอมิเทนที่การเดินระบบในสภาวะต่างๆ | 86 |



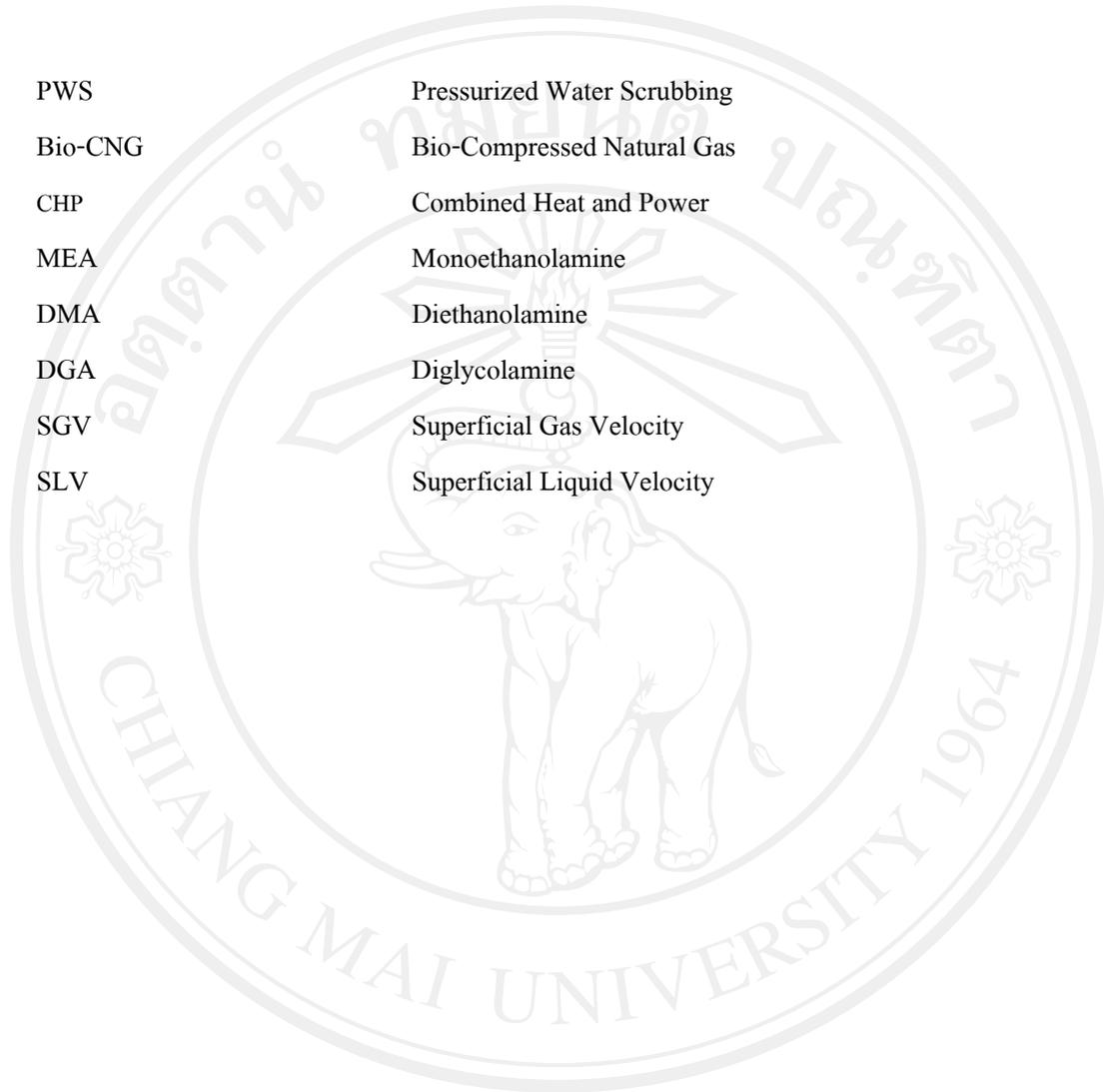
อักษรย่อและสัญลักษณ์

| | |
|---|--|
| °ซ. | องศาเซลเซียส |
| ก./ล. | กรัมต่อลิตร |
| กก./ม. ³ /°ซ. | กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อองศาเซลเซียส |
| มก./ม. ³ | มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |
| ม. ³ | ลูกบาศก์เมตร |
| ฟ. ³ | ลูกบาศก์ฟุต |
| ชม. ⁻¹ | ส่วนชั่วโมง |
| บีทียู/ฟ. ³ | บีทียูต่อลูกบาศก์ฟุต |
| ก./กก. | กรัมต่อกิโลกรัม |
| มก./กม. | มิลลิกรัมต่อกิโลเมตร |
| % | ร้อยละ |
| มก./ม. ³ | มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |
| ม. ³ ก๊าซ/ชม. | ลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมง |
| ม. ³ /ชม. | ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง |
| ม. ³ /ม. ³ ก๊าซชีวภาพ | ลูกบาศก์เมตรต่อลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพ |
| ม./วินาที | เมตรต่อวินาที |
| กิโลวัตต์ชั่วโมง/ม. ³ ก๊าซ | กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อลูกบาศก์เมตรของก๊าซชีวภาพ |
| ปอนด์/ชม./ฟ. ² | ปอนด์ต่อชั่วโมงต่อตารางฟุต |
| ปอนด์/ฟ. ³ | ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต |
| ฟ. ² /ชม. | ตารางฟุตต่อชั่วโมง |
| มวลปอนด์/ฟ./ชม. | มวลปอนด์ต่อฟุตต่อชั่วโมง |
| โมลปอนด์/ชม./ฟ. ³ | โมลปอนด์ต่อชั่วโมงต่อลูกบาศก์ฟุต |
| โมลปอนด์/ฟ. ³ | โมลปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต |
| Nm ³ /h | ลูกบาศก์เมตรของก๊าซต่อชั่วโมง |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

| | |
|--------------------------------|---|
| CH ₄ | ก๊าซมีเทน |
| CO ₂ | ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ |
| H ₂ S | ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ |
| N ₂ | ก๊าซไนโตรเจน |
| O ₂ | ก๊าซออกซิเจน |
| C ₂ H ₆ | ก๊าซอีเทน |
| C ₃₊ | สารประกอบคาร์บอนตั้งแต่ 3 อะตอมขึ้นไป |
| C ₄₊ | สารประกอบคาร์บอนตั้งแต่ 4 อะตอมขึ้นไป |
| C ₆₊ | สารประกอบคาร์บอนตั้งแต่ 6 อะตอมขึ้นไป |
| H ₂ SO ₄ | กรดกำมะถัน |
| NaOH | โซเดียมไฮดรอกไซด์ |
| CaOH | น้ำปูนขาว |
| NH ₃ | แอมโมเนีย |
| MN Number | เลขมีเทน |
| PE | โพลีเอทิลีน |
| PP | โพลีโพรพิลีน |
| POM | โพลีอะซิทาล |
| VFA | Volatile Fatty Acid |
| RNG | Renewable Natural Gas |
| CBG | Compressed Biomethane Gas |
| NGV | Natural Gas for Vehicles |
| CNG | Compressed Natural Gas |
| SAE J1616 | The Society of Automotive Engineers J1616 |
| CARB | California Air Resources Board |
| NZS | New Zealand Standard |
| CPUC | California Public Utilities Commission |

| | |
|---------|-----------------------------|
| PWS | Pressurized Water Scrubbing |
| Bio-CNG | Bio-Compressed Natural Gas |
| CHP | Combined Heat and Power |
| MEA | Monoethanolamine |
| DMA | Diethanolamine |
| DGA | Diglycolamine |
| SGV | Superficial Gas Velocity |
| SLV | Superficial Liquid Velocity |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved