

## แนวทางสำหรับการปรับปรุงคุณภาพถ่านหินเกรดต่ำด้วยเทคนิค “NP & P Separation” Guideline for Upgrading of A Low Grade Coal by “NP & P Separation” Technique

ศิวโรดม ศิริลักษณ์

### บทคัดย่อ

ถ่านหินที่มีคุณภาพสูงมักจะถูกเลือกนำไปใช้ก่อน ในขณะที่ถ่านหินคุณภาพต่ำซึ่งปนกับมลทินกลุ่มทรายยังคงรอการปรับปรุงคุณภาพเพื่อใช้ในอนาคต ปัจจุบันการแต่งแร่ถ่านหินคุณภาพต่ำใช้หลากหลายวิธีเช่น เครื่องแต่งจิ๊ก ไฮโดรไซโคลน โต๊ะสั่น สไปรัลคลาสสิฟายเออร์ เครื่องแต่งแร่ด้วยแม่เหล็ก หรือการลอยแร่ บทความนี้จะเสนอเทคนิค “NP&P SEPARATION” ซึ่งได้ถูกพัฒนาในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อเป็นการแยกถ่านหินออกจากทรายอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งมีประโยชน์คือ สามารถแยกมลทินทรายออกจากถ่านหิน รวมถึงการใช้ประโยชน์จากน้ำมันเครื่องใช้แล้ว ค่าความร้อนที่เพิ่มขึ้นของถ่านหินหลังการปรับปรุงคุณภาพสามารถประยุกต์ใช้ในการขนส่งถ่านหินด้วยระบบบีบอัด และเมื่อถ่านหินจะไม่เปียกน้ำซึ่งมักเป็นเหตุให้ค่าความร้อนลดลง สุดท้ายนี้เทคนิคนี้ยังรอคอยผู้สนใจนำไปทดสอบกับแร่ตัวอื่นตั้งในกรณีของการแยกหินเชลล์ออกจากหินน้ำมันที่มี เกลือหินเคลือบผิวแร่จนทำให้มีสภาพของผิวแร่แบบไม่เปียกน้ำ อย่างไรก็ตามการประยุกต์เทคนิคนี้ในระดับอุตสาหกรรมยังต้องศึกษาต่อไป

คำสำคัญ : NP&P SEPARATION, การปรับปรุงคุณภาพถ่านหิน, หินน้ำมัน

## Guideline for Upgrading of A Low Grade Coal by “NP & P Separation” Technique

**Siwarote Siriluck**

### Abstract

High grade coal is excavated for utilization while a low grade coal have gangue impurities , waiting for an upgrading technique to be used in the future. Nowadays, an upgrading technique for coal uses many methods e.g. jig concentrator, hydro cyclone, shaking table, spiral classifier, dense medium separator or froth flotation. This article to suggest that “NP&P SEPARATION” technique developed and tested in a laboratory scale which can separate coal from sand impurities by utilizing of used lubricating oil to increase the high heating value of coal, to use pump system in the coal. The separated coal can be transported by pump, however, coal particles are not wet by water. This technique is also expected to be applied in the separation of oil shale (with kerosene coating) from ordinary shale. However, industrial applications of the technique still need to be proved.

**Keywords :** NP&P SEPARATION, Upgrading coal, Upgrading oil shale, Mineral processing

**1. บทนำ**

ถ่านหินเป็นแร่พลังงานซึ่งนำมาใช้ในงานผลิตกระแสไฟฟ้า ในประเทศไทยที่จังหวัดลำปาง แหล่งถ่านหินแม่เมาะเป็นที่ตั้งโรงไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ในประเทศไทยที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์ ถ่านหินลิกไนต์เป็นถ่านหินที่มีคุณภาพต่ำที่สุด ในบริเวณอำเภอแม่ทา จังหวัดลำปางก็มีเหมืองถ่านหินเช่นกัน ถ่านหินบริเวณนี้จะนำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ในจังหวัดลำปางด้วย การพัฒนาเหมืองปัจจุบันใช้วิธีเลือกทำเหมืองในบริเวณที่ถ่านหินมีคุณภาพดี มีค่าความร้อนสูง วิธีนี้จะทำให้ถ่านที่มีคุณภาพต่ำถูกทิ้งไว้ในบ่อเหมืองเพื่อในอนาคตจะมีวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการแต่งแร่ [1] บทความนี้จึงต้องการแนะนำวิธีการปรับปรุงคุณภาพถ่านหินด้วยวิธี “NP&P SEPARATION” โดยเทคนิคนี้ได้ถูกพัฒนาและทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการแยกถ่านหินออกจากมลทินทราย

**2. ทฤษฎีและความรู้พื้นฐาน**

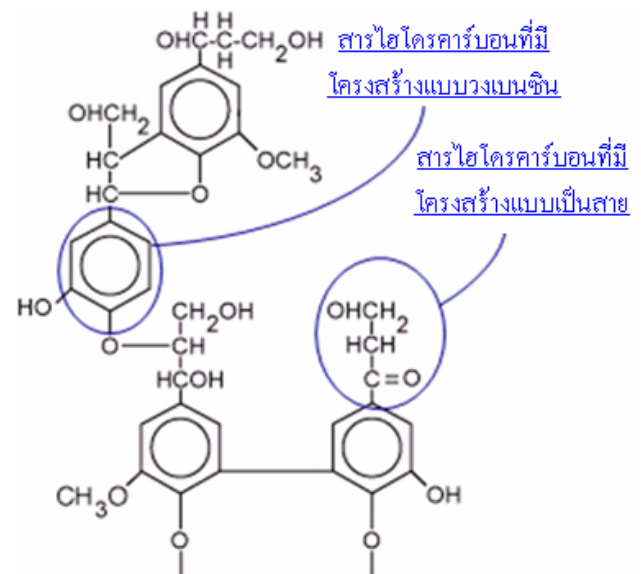
**2.1 การกำเนิดถ่านหิน**

การกำเนิดของถ่านหินมาจากการที่พืช สัตว์ที่อยู่ในบริเวณนั้นเมื่อหลายร้อยล้านปีที่ผ่านมาได้เกิดขึ้น เมื่อโลกถูกปกคลุมด้วยป่า ซึ่งบางส่วนเป็นบริเวณที่น้ำท่วมถึง พืชก็จะตายลงไปสะสมกันเป็นชั้นด้านล่าง การทับถมจะทำให้เกิดความดันและความร้อนทำหน้าที่กักเก็บเศษซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมลึกเพื่อสร้างสะสมตัวให้เกิดแร่ การเกิดของถ่านหินใช้เวลานับล้านปี ประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าซึ่งเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลในจังหวัดลำปาง

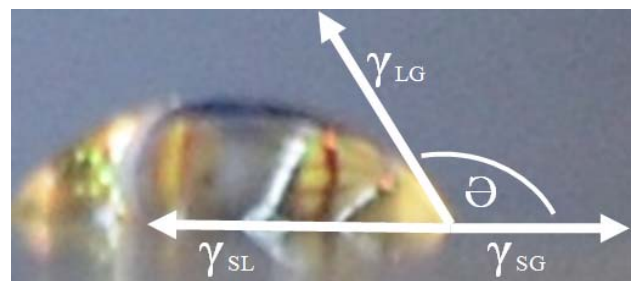
**2.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี**

ถ่านหินเป็นแร่พลังงานที่ติดไฟมีสีดำหรือสีน้ำตาลดำ ส่วนประกอบหลักคือ คาร์บอนและไฮโดรคาร์บอน ถ่านหินเป็นแหล่งพลังงาน ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ถ่านหินแบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้แก่ แอนทราไซต์ , บิทูมินัส , ซับบิทูมินัส และลิกไนต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและโครงสร้างของคาร์บอนโดยมีความสัมพันธ์กับพลังงานความร้อนต่อหน่วยที่

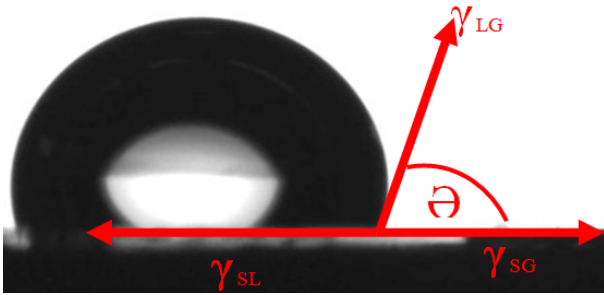
สามารถผลิตได้ โดยถ่านหินแอนทราไซต์จะมีปริมาณคาร์บอน 86-97%โดยมวลและโดยทั่วไปมีค่าความร้อนสูงกว่า ถ่านหินบิทูมินัสซึ่งมีปริมาณคาร์บอน 45-86%โดยมวล ส่วนถ่านหินซับบิทูมินัสมีค่าความร้อนต่ำกว่าถ่านหินบิทูมินัสโดยปกติจะมีปริมาณคาร์บอน 35-45%โดยมวล ลำดับสุดท้ายลิกไนต์เป็นถ่านหินที่มีปริมาณของคาร์บอนเป็นส่วนประกอบเพียง 25 -35%โดยมวล ซึ่งเป็นถ่านหินที่มีพลังงานความร้อนต่ำสุด ลิกไนต์บางแห่งยังมีลักษณะทางกายภาพที่มีความร่วนและชื้นสูงอีกด้วย [2]



รูปที่ 1 โครงสร้างของลิกไนต์ที่มีทั้งรูปแบบวงไฮโดรคาร์บอนและรูปแบบสายไฮโดรคาร์บอน [3]



รูปที่ 2 สภาพผิววัตถุที่เปียกน้ำซึ่ง “มุมสัมผัสของผิววัตถุ” (Θ) มีค่ามากกว่า 90 องศา



รูปที่ 3 ภาพผิววัตถุที่ไม่เปียกน้ำซึ่ง “มุมสัมผัสของผิววัตถุ” ( $\Theta$ ) มีค่าน้อยกว่า 90 องศา [4]

สารไฮโดรคาร์บอนที่มีการต่อกันในรูปแบบของวงแหวน (aromatic hydrocarbons) ตามรูปที่ 1 จะมีการเชื่อมต่อของคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน กำมะถันและคลอรีนหรือกลุ่มอื่น ๆ โครงสร้างของไฮโดรคาร์บอนในรูปแบบดังกล่าวจะมีสภาพไม่มีขั้ว ซึ่งจะก่อให้เกิดสภาพพื้นผิวที่ไม่ชอบน้ำ ส่วนของสารไฮโดรคาร์บอนที่มีการต่อกันในรูปแบบของกิ่งหรือเป็นสายนั้น (aliphatic hydrocarbons) โครงสร้างดังรูปที่ 1 จะมีรูปแบบของพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม จะมีสภาพขั้วซึ่งจะก่อให้เกิดสภาพพื้นผิวที่เปียกน้ำ [5]

2.2 การไม่เปียกน้ำและการเปียกน้ำ

มลทินทรายในตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติความเปียกน้ำ (hydrophilic property) ดังรูปที่ 2 ซึ่งพื้นผิวแร่จะเปียกน้ำ อันเนื่องมาจากพื้นผิวของทรายเป็นสภาพพันธะเคมีแบบมีขั้ว (polar chemical bond) โดยพื้นผิวของถ่านหินดังรูปที่ 3 มีลักษณะของคุณสมบัติความไม่เปียกน้ำ (hydrophobic property) เป็นสภาพของพันธะเคมีแบบไม่มีขั้ว (non-polar chemical bond) ตามธรรมชาติของแร่ ในส่วนของแรงดึงดูดนั้น เมื่อสถานะทั้ง 3 คือ ของแข็ง ของเหลว และ ก๊าซ มีความสมดุลกันทางกายภาพดังรูปที่ 2 และ 3 ซึ่งสามารถอธิบายตามสมการของยังก์ (Young equation) [6]

$$\gamma_{SL} = \gamma_{SG} + \gamma_{LG} (\cos \Theta) \tag{1}$$

โดยสามารถอธิบายได้ว่า;

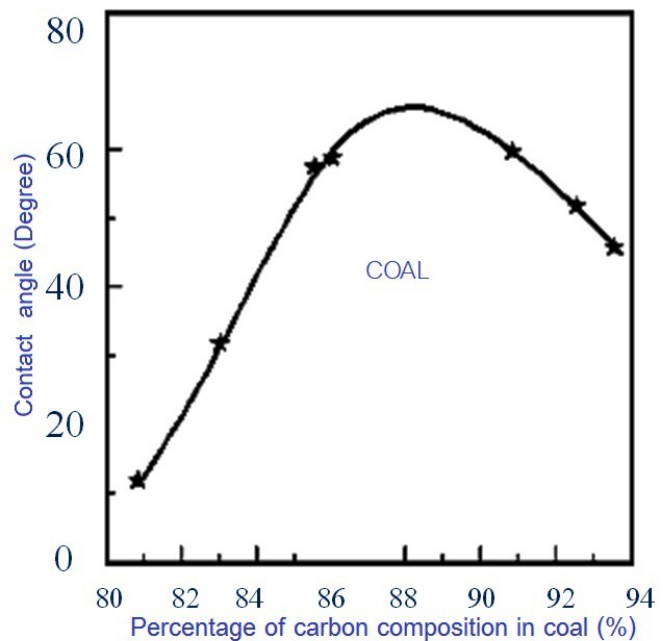
$\gamma_{SG}$  = แรงดึงผิวระหว่างของแข็งและก๊าซ (N/m)

$\gamma_{SL}$  = แรงดึงผิวระหว่างของแข็งและของเหลว(N/m)

$\gamma_{LG}$  = แรงดึงผิวระหว่างของเหลวและก๊าซ (N/m)

$\Theta$  = มุมสัมผัส ณ จุดสมดุล (Degree)

มุมสัมผัส ( $\Theta$ ) ของถ่านหินซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติความไม่ชอบน้ำ โดยแสดงในรูปที่ 4 แสดงค่ามุมสัมผัสซึ่งแปรผันกับปริมาณของคาร์บอนในถ่านหิน



รูปที่ 4 มุมสัมผัส ( $\Theta$ ) สัมพันธ์กับร้อยละของคาร์บอนในส่วนประกอบของถ่านหิน [7]

3. คุณสมบัติของวัสดุ

3.1 ความหนาแน่น

โดยทั่วไปแล้วหากของเหลวทั้งสองชนิดไม่สามารถละลายเข้าด้วยกันได้ ของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะลอยอยู่บนของเหลวที่มีความหนาแน่นมากกว่า โดยความหนาแน่น ( $\rho$ ) ของวัสดุใดๆสามารถคำนวณได้จาก มวลของวัตถุหารด้วยปริมาตรของวัตถุนั้นเอง แม้แต่ของเหลวที่ดูภายนอกจะดูเหมือนกันทุกประการก็ยังมีมีความหนาแน่นที่

แตกต่างกัน เช่น น้ำจืดและน้ำทะเล ในบทความนี้ของเหลวชนิดแรกที่ใช้คือน้ำโดยมีความหนาแน่น 1000 kg/m<sup>3</sup> [8] และน้ำมันดีเซลซึ่งมีความหนาแน่น 828 – 855 kg/m<sup>3</sup> [9] ดังนั้นน้ำมันดีเซลจะลอยบนน้ำจืด ส่วนของแข็งนั้น ถ่านหินลิกไนต์มีความหนาแน่น 641 - 865 kg/m<sup>3</sup> [10] มลทินทรายมีความหนาแน่น 2200 - 2600 kg/m<sup>3</sup> [11]

**3.2 สภาพผิวของสารละลาย**

สารละลายใดมีสภาพผิวของสารละลายพิจารณาจากค่าสามารถบอกได้จากค่าคงที่ ไดอิเล็กทริก (Dielectric constant; ε') โดยค่าไดอิเล็กทริกของสารละลายที่มีค่าน้อยกว่า 15 จัดเป็นสารละลายที่ไม่มีขั้ว [12] น้ำมีค่าไดอิเล็กทริก 80.4 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส [13] และน้ำมันดีเซลมีค่าไดอิเล็กทริก 4.0 ที่ 21.1 องศาเซลเซียส [14] ดังนั้นน้ำมันดีเซลจึงได้ถูกจัดเป็นสารละลายไม่มีขั้ว และน้ำซึ่งมีค่าไดอิเล็กทริกมากกว่า 15 จึงถูกจัดเป็นสารละลายมีขั้ว

**3.3 ค่าความร้อน**

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงวัดเป็นปริมาณของความร้อนที่ได้จากการทดสอบการเผาไหม้ด้วยเครื่องมือบอมบ์แคลอริมิเตอร์ในห้องปฏิบัติการ กระบวนการเผาไหม้จะได้ผลิตภัณฑ์ไอน้ำและก๊าซบางชนิด โดยค่าความร้อนของถ่านหินลิกไนต์อยู่ในช่วงระหว่าง 20,400 - 21,650 กิโลจูลต่อกิโลกรัม(kJ/kg) และน้ำมันดีเซลอยู่ในช่วง 42,100 - 44,800 กิโลจูลต่อกิโลกรัม [15]

**3.4. ความหนืด**

ความหนืดคือความต้านทานของของเหลวซึ่งสัมพันธ์กับความเค้นเฉือนและความเค้นดึง ในชีวิตประจำวันเราสามารถรู้สึกและเข้าใจความหนืดจากการเปรียบเทียบสภาพความหนืดของน้ำและน้ำผึ้ง สำหรับในกรณีของอนุภาคถ่านหินลิกไนต์เคลื่อนตัวในน้ำซึ่งมีความหนืดน้อยย่อมเคลื่อนตัวได้ง่ายกว่าในกรณีของน้ำผึ้งซึ่งมีความหนืดมากกว่าจึงเป็นสาเหตุให้เคลื่อนที่ได้ยาก ในกรณีของน้ำมันดีเซลเป็นสารที่ใช้เพื่อการเผาไหม้ในห้องเครื่องยนต์ย่อมต้องใช้ความหนืดน้อย โดยความหนืดจลน์ (kinematic viscosity) ของน้ำมันดีเซลมีค่า 4.3

μm<sup>2</sup>/s ที่ 37.8 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำมีค่า 658 μm<sup>2</sup>/s ที่ 40 องศาเซลเซียส อีกทั้งน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ SAE 20 คือ 200,000 μm<sup>2</sup> / s ที่ 20 องศาเซลเซียส และน้ำผึ้งมีค่า 10,000,000 μm<sup>2</sup> / s ที่ 20 องศาเซลเซียส [16]

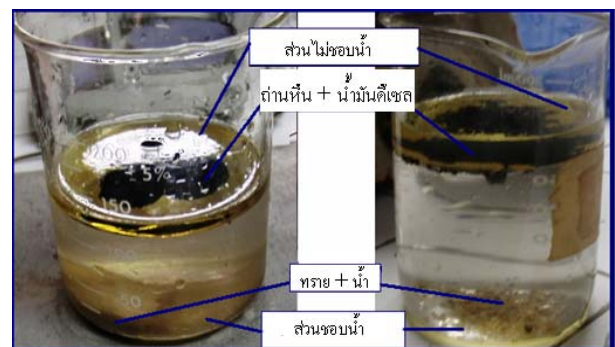
**3.5. แรงวันเตอร์วาล์**

แรงวันเตอร์วาล์เป็นแรงอย่างอ่อนระหว่างโมเลกุลของสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งใช้อิเล็กตรอนร่วมกันโดยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนในพันธะโควาเลนต์ไม่ได้มีตำแหน่งที่ตายตัวที่เกิดพันธะกัน โมเลกุลสามารถจัดเรียงตามประจุในลักษณะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างประจุคือ บวกและลบ ในส่วนของอะตอมไฮโดรเจนในสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มันก็จะดึงดูดให้กับตัวอื่นๆ โดยไม่ได้ดึงดูดถาวรแต่จะเกิดขึ้นในเวลาอันสั้น โดยหลังจากนั้นแรงดึงดูดนั้นจะมีการเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและจะหมดไปในเวลาต่อมา เป็นครั้งๆไป [17]

**4. NP&P Separation**

**4.1 การแยกถ่านหินลิกไนต์ออกจากอนุภาคทราย**

ทุกวันนี้เทคนิคการเพิ่มคุณภาพสำหรับถ่านหินทำโดยการลดสารมลทินในหัวแร่ทำให้แร่สะอาดขึ้น โดยกระบวนการทางการแต่งแร่เช่น เครื่องแต่งแร่จิ๊ก โตะสั้น เครื่องแต่งแร่ โดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบสไปรัล คลาสสิฟายเออร์ เครื่องแต่งแร่ด้วยแม่เหล็กหนัก หรือการลอยแร่ ในส่วนของบทความนี้จะแนะนำเทคนิคของ“NP&P SEPARATION” (non polar & polar separation) เป็นการที่ใช้คุณสมบัติของ ของเหลวสองชนิดที่มีขั้วและไม่มีขั้วเพื่อให้ได้ของเหลวที่มี 2 ชั้นเกิดขึ้นนั่นเอง



รูปที่ 5 ถ่านหินลิกไนต์ได้แยกจากทรายด้วยเทคนิค NP&P Separation

น้ำมันดีเซลแยกจากชั้นน้ำด้วยคุณสมบัติความมีขี้และความไม่มีขี้ของสารละลายจึงไม่สามารถละลายซึ่งกันและกันได้และชั้นน้ำมันดีเซลอยู่เหนือชั้นของน้ำด้วยคุณสมบัติความหนาแน่นที่แตกต่างกัน โดยน้ำมีความหนาแน่นที่มากกว่าจึงอยู่ด้านล่าง ส่วนถ่านหินลิกไนต์และทรายถูกป้อนอย่างช้าๆ ในของเหลว ทรายจะผ่านชั้นน้ำมันดีเซลและจมลงสู่ด้านล่างของภาชนะเป็นเพราะว่าลิกไนต์มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมันดีเซลและน้ำ โดยที่น้ำมันดีเซลไม่สามารถเคลือบผิวของทรายได้เพราะทรายเป็นแร่ที่มีความชอบน้ำ

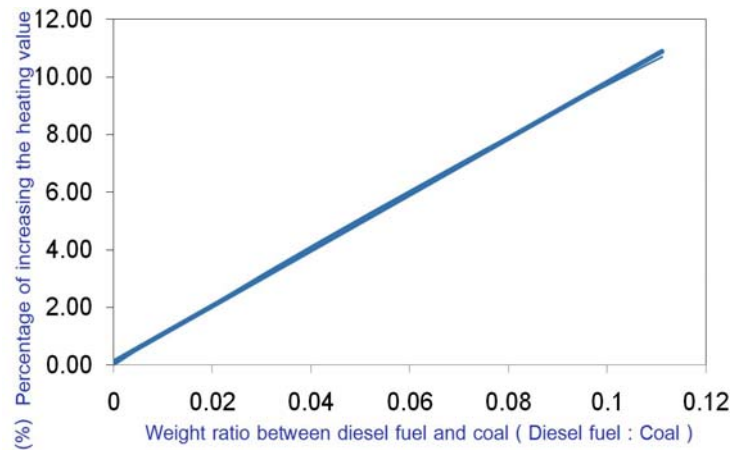
แต่ถ่านลิกไนต์จะจมลงถึงชั้นของน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นสารที่ไม่มีขี้ซึ่งกระบวนการนี้ เกิดจากผิวของถ่านหินลิกไนต์จะยอมให้น้ำมันดีเซลเคลือบผิวด้วยแรงวันเดอร์วาลส์จนกระทั่งมีสภาพผิวที่เปียกน้ำมันดีเซล หรือสามารถอธิบายง่ายๆว่าของเหลวที่ไม่มีขี้สามารถดึงดูดผิวของพื้นผิวอนุภาคที่ไม่มีขี้ของผิวของถ่านหินลิกไนต์ได้ เมื่อถ่านหินลิกไนต์ถูกเคลือบด้วยน้ำมันดีเซลซึ่งยากที่จะละลายในชั้นของน้ำและลิกไนต์เองก็มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำทำให้ลอยเหนือน้ำได้ อย่างไรก็ตามเมื่อถ่านหินลิกไนต์ถูกเคลือบผิวจนอิมมัวด้วยน้ำมันดีเซลมันก็จะจมไปด้านล่างของชั้นน้ำมันดีเซลเช่นกันแต่ไม่สามารถผ่านชั้นน้ำลงไปได้ ดังรูปที่ 5

**4.2 ข้อดีของการแต่งแร่ด้วยเทคนิค NP&P Separation**

เพราะว่าหลังจากที่ถ่านหินลิกไนต์ถูกเก็บกู้ขึ้นมาด้วยเทคนิค NP & P Separation แล้ว เชื้อเพลิงดีเซลนั้นจะถูกดึงดูดโดยแรงวันเดอร์วาลส์ไว้กับผิวของอนุภาคถ่านหินลิกไนต์ซึ่งสามารถที่จะส่งต่อไปยังกระบวนการเผาไหม้และเป็นที่น่าพอใจว่าน้ำจะไม่ติดมาด้วยเนื่องจากผิวของมันถูกเคลือบด้วยน้ำมันดีเซลอยู่ในขณะที่กระบวนการแต่งแร่บางอย่างที่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำ โดยจะต้องนำถ่านหินลิกไนต์ที่เปียกซึ่งเก็บกู้ได้จากกระบวนการนำมากอง เพื่อรอเข้าสู่กระบวนการอบแห้งโดยแสงแดดหรือด้วยวิธีอื่นใดต่อไป

**4.3 ค่าความร้อนของถ่านหินลิกไนต์เพิ่มขึ้นได้ หลังจากการแต่งแร่ด้วยเทคนิค NP&P Separation**

การที่ถ่านหินปนทรายถูกนำไปเผาขึ้นค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของมวลที่ใส่ย่อมน้อยกว่าการที่นำเอาถ่านหินลิกไนต์ที่มีทรายปนอยู่น้อยมากหรือแทบไม่มีเลยนำไปเผา คือการแต่งถ่านหินออกจากทรายโดยวิธีทั่วไป ทั้งยังมีปัจจัยในเรื่องของการเคลือบผิวด้วยน้ำมันดีเซลอีกด้วยหัวข้อที่ 3.3 น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลนั้นมีค่าความร้อนมากกว่าถ่านหินลิกไนต์ โดยสามารถแสดงอัตราส่วนร้อยละของค่าความร้อนที่เพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำมันดีเซล : น้ำหนักของถ่านหินลิกไนต์ตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 การเพิ่มขึ้นของค่าความร้อนสัมพันธ์กับอัตราส่วนโดยน้ำหนักของ น้ำมันดีเซลต่อถ่านหินลิกไนต์

จากกราฟอธิบายว่า

- น้ำมันดีเซล 0 กรัม : ถ่านหินลิกไนต์ 100 กรัม, อัตราส่วนเป็น 0.00 จะมีค่าความร้อน 21,650 กิโลจูล/กิโลกรัม
- น้ำมันดีเซล 1 กรัม : ถ่านหินลิกไนต์ 99 กรัม, อัตราส่วนเป็น 0.01 จะมีค่าความร้อน 21,881.5 กิโลจูล/กิโลกรัม แสดงการคำนวณได้เป็น  $(21881.5 / 21650 * 100) = 101.07\%$  ซึ่งมีค่าความร้อนต่อหน่วยเพิ่มขึ้น 1.07 %
- น้ำมันดีเซล 5 กรัม : ถ่านหินลิกไนต์ 95 กรัม, อัตราส่วนเป็น 0.05 จะมีค่าความร้อน 22,807.5 กิโลจูล/กิโลกรัม แสดงการคำนวณได้เป็น  $(22,807.5 / 21650 * 100) = 105.35\%$  ซึ่งมีค่าความร้อนต่อหน่วยเพิ่มขึ้น 5.35 %

- น้ำมันดีเซล 10 กรัม : ถ่านหินลิกไนต์ 90 กรัม, อัตราส่วนเป็น 0.11 จะมีค่าความร้อน 23,965 กิโลจูล/กิโลกรัม แสดงการคำนวณได้เป็น  $(23,965 / 21,650 * 100) = 110.69 \%$  ซึ่งมีค่าความร้อนต่อหน่วยเพิ่มขึ้น 10.69 %

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า ของผสมน้ำมันดีเซลและถ่านหิน เมื่อมีปริมาณของน้ำมันดีเซลมากขึ้นในของผสมนั้นจะทำให้ค่าความร้อนนั้นมากขึ้นแบบแปรผันตรง

**4.4 การขนส่งด้วยระบบบีบอัดสำหรับถ่านหิน**

ในประเทศสหรัฐอเมริกาเคยมีการขนส่งถ่านหินโดยใช้ระบบท่อ ซึ่งโครงการ Black Mesa ในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นการขนส่งที่มีระยะทาง 273 ไมล์ยาวมีกำลังการขนส่ง 4.8 ล้านตันต่อปีจาก เมืองคาเวนดา รัฐอาร์ิโซนาเพื่อใช้ในโรงไฟฟ้าโมจาว ขนาด 1,500 เมกะวัตต์ที่อยู่ใกล้กับ เมืองลาฟลิน, รัฐเนวาด้า ส่วนอีกโครงการหนึ่งคือโครงการท่อเพื่อการขนส่งถ่านหินผสมน้ำในรูปของไหล (ซึ่งใช้ดำเนินการในระยะสั้นในช่วงปี ค.ศ. 1957 - 1963) จะเริ่มต้นจากเมือง คาคิซ รัฐโอไฮโอไปสู่ เมืองคลีฟแลนด์รัฐเดิวกัน และเจ้าของโดยบริษัท Consolidation coal มีกำลังการขนส่ง 1.3 ล้านตันของถ่านหินต่อปี การขนส่งแบบนี้จะต้องบดถ่านหินให้มีขนาดสม่ำเสมอโดยขนาดต้องเล็กกว่า 14 เมชทั้งหมด และขนาดที่เล็กนั้นสามารถเล็กกว่า 325 เมชได้ไม่เกิน 20% ของถ่านหินที่จะส่งแล้วนำถ่านหินนั้นไปเข้าเครื่องกวนและผสมให้เข้ากันกับของเหลว ระบบขนส่งด้วยท่อส่งถ่านหินสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับกับน้ำ เมทานอล น้ำมันดิบ หรือของเหลวตัวกลางอื่นๆ ส่วนของเหลวสามารถแยกออกได้ที่ปลายทางเพื่อนำเอาถ่านหินไปใช้ในการเผาไหม้ ของเหลวที่อาจจะถูกแยกออกโดยนำไปใช้เพื่อการอื่นหรือเป็นเชื้อเพลิงสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ก็ได้ที่จุดเริ่มต้น [18 ]

**4.5 การใช้น้ำมันเครื่องใช้แล้ว กับเทคนิค NP&P Separation**

ในเบื้องต้นการทดลองระดับห้องปฏิบัติการด้วยน้ำมันเครื่องใช้แล้ว จากน้ำมันเครื่องยี่ห้อเบนซินถึงสังเคราะห์ SAE10W-40 มัลติเกรด หลังจากการใช้ที่ 5,000 กิโลเมตรแล้วนำมาทดสอบพบว่าสามารถแยกถ่านหินกับทรายได้

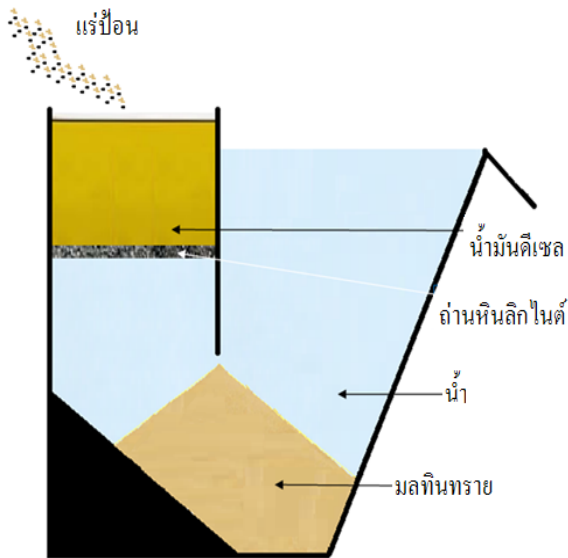
เช่นเดียวกัน เพราะว่ามันเป็นสารที่ไม่มีขั้วเหมือนกัน แต่ความหนืดนั้นมีมากกว่าน้ำมันดีเซล แต่อย่างไรก็ตามในส่วนองชั้นน้ำได้มีคราบสิ่งสกปรกจากน้ำมันเครื่องใช้แล้วจากการเผาไหม้ได้มีการละลายปนมากับน้ำในชั้นด้านล่างจึงทำให้ ออกเป็นสีเหลืองอ่อนดังรูปที่ 7

**5. สรุปและคำแนะนำ**

“NP&P Separation” สามารถแยกถ่านหินออกจากมลทินทรายสามารถใช้น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วนำมาประยุกต์ใช้กับเทคนิคนี้ได้การใช้เทคนิคนี้สามารถเพิ่มค่าความร้อนของถ่านหินต่อหน่วยน้ำหนักได้ ทั้งยังนำไปใช้กับการขนส่งถ่านหินโดยระบบบีบอัด โดยที่น้ำไม่เปียกผิวของอนุภาคถ่านหินซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ถ่านหินเปียกขึ้นบทความนี้ชี้ให้เห็นเทคนิค NP&P Separation ซึ่งสามารถนำไปใช้กับกระบวนการที่ต่อเนื่องในระดับห้องปฏิบัติการดังรูปที่ 8 คือใช้ภาชนะที่สามารถเก็บทรายที่จมลงสู่ก้นภาชนะได้โดยที่ไม่กระทบต่อชั้นของน้ำมัน สุดท้ายเทคนิคนี้ยังคงต้องมีการพัฒนาในเรื่องของขนาดการใช้งานและปัจจัยอื่นๆที่แตกต่างกันไปซึ่งมีผลกระทบในเรื่องของ ความปลอดภัยค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การลงทุนค่าใช้จ่าย ประเภทของสารละลายที่ไม่มีขั้ว และมีขั้ว ปริมาณของตัวทำละลายของแร่ ความหนืดของเหลว อัตราการละลายในตัวทำละลายหรือ ฯลฯ อุณหภูมิ



รูปที่ 7 ชั้นของน้ำมันเครื่องใช้แล้วที่แยกออกจากชั้นน้ำ



รูปที่ 8 แผนผัง NP&P Separation แบบต่อเนื่องขนาดทดลอง

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสรรพสัตว์และสรรพสิ่งทั้งหลายทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตที่ช่วยในการเขียนบทความในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงซึ่งท่านทั้งหลายได้มีส่วนร่วมในการสร้างผลงานนี้อย่างแน่แท้ ขออุทิศประโยชน์คุณค่าทั้งหลายที่เกิดจากการทดลองนี้ให้ทั่วถ้วนกัน

## 7. เอกสารอ้างอิง

[1] C.M. Rice, "Dictionary of geological terms", 1955 , Alphabet "S".  
[2] A.G. Gibson, "Energy and Us Sources", Uses Technologies, Economics, Policies and the Environment, 2011, pp. 70.  
[3] J.R. Baltisberger, "Chemistry of lignite liquefaction", University of North Dakota, United States, Department of Energy, quarterly report for the period, January - March 1982, pp. 6.  
[4] S. Siriluck and V. Thongsuk, "Image Processing Techniques for Mineral Processing Engineering", Resources Exploration and Utilization for Sustainable

Environment Proceedings,13 – 14 January 2011, pp. 79–83.

- [5] Y.H. McSween, S. M. Richardson, and M. E. Uhle, "Geochemistry: pathways and processes", 2nd edition 2003, pp. 103-108.  
[6] D.W. Fuerstenau, and S. Raghavan, "Some Aspects of The Thermodynamics of Flotation" ,FLOTATION A.M. GAUDIN MEMORIAL VOLUME I, American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers, New York, 1976, pp. 23 – 29.  
[7] M. Pawlik, "The surface chemical of coal", Handbook of surface and colloid chemistry 3rd edition, Taylor & Francis Group, LLC 2009, pp. 663.  
[8] B.O. Andersland, and B. Ladanyi, "Frozen ground engineering", John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2004, pp. 22.  
[9] J.C. Guibet, "Fuels and Engines: Technology Energy Environment", Edition Technip, Paris 1997, pp. 492.  
[10] G.J. Speight, "Synthetic Fuels Handbook: Properties Process and Performance", McGraw-Hill Professional, 2008, pp. 373.  
[11] T.M. Duncan and J.A. Reimer, "Chemical engineering design and analysis: an introduction", Cambridge university, 1998, pp. 306.  
[12] T.H. Lowery, and K.S. Richardson, "Mechanism and Theory in Organic Chemistry", Harper Collins Publishers 3rd edition, 1987, pp. 117.  
[13] C.O. Kappe, A. Stadler and D. Dallinger, "Microwaves in organic and medicinal chemistry", WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005, pp. 13.  
[14] K.S. Jawad, Z.S. Al-Rahamnah, M.S. Said, A.A. Muwafi and H.G. Al-Issawi, "Capacitor meter to measure the percentage of water in home diesel tank", Scientific Research and Essays, Department of



- Computer Engineering, Al\_Balqa' Applied University, Salt, Jordan, 6, 4 January, 2011, pp. 223.
- [15] N.E. Ganic and T.G. Hicks, "McGraw-Hill's engineering companion", McGraw-Hill Companies, 2003, pp. 4-31.
- [16] R.D. Lide, "CRC handbook of chemistry and physics", CRC Press, 1999 - 2000, Lesson2, pp. 55-57
- [17] National Research Council (U.S.), Diesel Impacts Study Committee Technology Panel, "Diesel technology", NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington D.C., 1982 , pp. 363.
- [18] T.C. Aude, N.T. Cowper, T.L. Thompson, and E.J. Wasp, "Slurry Piping Systems: Trends, Design, Methods, Guidelines", Chemical Engineering, 69(13), 1971, pp. 74-90.