บทคัดย่อ

ถ่านหินแม่เมาะเป็นถ่านหินประเภทลิกไนต์ที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งประกอบด้วยปริมาณความชื้น สารประกอบซัลเฟอร์ ควอรตซ์ และแร่ดินเหนียวสูง หลังผ่านกระบวนการเผาไหม้ถ่านหินสารประกอบเหล่านี้ทำให้เกิดปริมาณของขี้เถ้า ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซพิษอื่นๆ ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในอากาศและดิน คุณภาพโดยทั่วไปของถ่านหินลิกไนต์แม่เมาะ ประกอบด้วยปริมาณความชื้น (ร้อยละ 12 ถึง 23) ขี้เถ้า (ร้อยละ 9 ถึง 67) สารระเหย (ร้อยละ 16 ถึง 38) และคาร์บอนคงที่ (ร้อยละ 4.5 ถึง 20.3) มีพลังงานความร้อนขั้นต่ำอยู่ในช่วง 4.2 ถึง 13.5 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม ปริมาณธาตุร่องรอย ได้แก่ สารหนู (38 ถึง 72 ส่วนในล้านส่วน) วาเนเดียม (21 ถึง 46 ส่วนในล้านส่วน) สังกะสี (16 ถึง 31 ส่วนในล้านส่วน) และทองแดง (11 ถึง 22 ส่วนในล้านส่วน) ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพถ่านหินก่อนการเผาไหม้จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สามารถเพิ่มคุณภาพถ่านหินและศักยภาพของการเผาไหม้ถ่านหินได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ (1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและคุณภาพของถ่านหินในเชิงคุณภาพและปริมาณ ทั้งก่อนและหลังการล้างด้วยสารเคมีต่างๆ (2) เพื่อศึกษาศักย์ของสารเคมีแต่ละชนิด ที่มีผลต่อกับปริมาณขี้เถ้า กำมะถัน และธาตุต่างๆ รวมถึงคุณภาพของถ่านหิน (3) เพื่อพัฒนาการใช้สารเคมีที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงถ่านหินก่อนการเผาไหม้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและมลพิษหลังจากการเผาไหม้ถ่านหินได้ และ (4) เพื่อนำผลการทดสอบที่ได้ไปพัฒนาประยุกต์ใช้กับการจัดการเกี่ยวกับมลพิษ และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป

ตัวอย่างถ่านหินได้รับการปรับปรุงด้วยน้ำกลั่น และความเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ของกรด (ไฮโดรฟลูออริก ไฮโดรคลอริก และไนตริก) และของสารละลายด่าง (โซเดียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และปูนขาว) โดยแช่ตัวอย่างในสารเคมี ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ผลที่ได้จากการแช่ตัวอย่างถ่านหินที่ 24 ชั่วโมง พบว่ากรดไนตริกและไฮโดรคลอริกมีประสิทธิภาพสูงสุด และมีความเหมาะสมในการลดปริมาณขี้เถ้าถึง ร้อยละ 26 และ 25 ตามลำดับ และยังช่วยลดปริมาณกำมะถัน ร้อยละ 40 ถึง 60 เนื่องจากกรดเหล่านี้จะก่อตัวกับโลหะอื่นๆ หรือโลหะหนักในสารประกอบของไนเตรทและคลอไรด์ ซึ่งสามารถละลายได้ดีในน้ำ อีกทั้งปฏิกิริยาของกรดไนตริกกับสารประกอบคาร์บอนจะส่งผลต่อการลดลงของปริมาณคาร์บอนคงที่ ส่วนสารละลายโซเดียมและโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ช่วยลด

ปริมาณกำมะถันได้ถึง 80% แต่ปริมาณขี้เถ้าได้เพิ่มขึ้นโดยเกิดขึ้นจากปริมาณออกไซด์ของโลหะ ส่วนผลของตัวอย่างถ่านหินที่ 48 ชั่วโมง พบว่าปริมาณขี้เถ้าและกำมะถันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเวลาในการแช่สารตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าสารเคมีในถ่านหินอาจเกิดปฏิกิริยากับสารเคมีเสร็จสิ้นแล้วภายในเวลา 24 ชั่วโมง

ค่าความร้อนของตัวอย่างถ่านหินหลังจากการแช่ในสารเคมีเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าค่าความร้อนลดลงประมาณร้อยละ 3 ถึง 57 และลดลงได้ประมาณร้อยละ 20 หากทำการแช่ถ่านหินในสารเคมีเป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยจะลดลงได้น้อยที่สุดในสารละลายกรดไนตริก และลดลงได้มากที่สุดในสารละลายปูนขาว ดังนั้นสารเคมีต่างๆ มีผลต่อการลดลงของประสิทธิภาพการให้ความร้อนของถ่านหิน ยกเว้นสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการเพิ่มของค่าความร้อนของถ่านหินมากที่สุดร้อยละ 28.7 ถึง 118.9

ผลของปริมาณโลหะหนักได้ลดลงทั้งการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง โดยปริมาณโลหะหนักที่มีการลดลงได้มากที่สุดในกรดไนตริก ได้แก่ สารหนู (ร้อยละ 40 ถึง 53) โครเมียม (ร้อยละ 7) โคบอลต์ (ร้อยละ 9 ถึง 41) สังกะสี (ร้อยละ 30) วาเนเดียม (ร้อยละ 12) และตะกั่ว (ร้อยละ 7 ถึง 12) ตามลำดับ ส่วนกรดไฮโดรคลอริก จะลดปริมาณสารหนู (ร้อยละ 40) โคบอลต์ (ร้อยละ 70 ถึง 90) และวาเนเดียม (ร้อยละ 30 ถึง 48) ตามลำดับ เนื่องจากกรดทั้ง 2 ชนิดนี้มีความสามารถในการละลายแร่ประกอบต่างๆได้ดี ทำให้เข้าไปทำปฏิกิริยากับโลหะหนักได้อย่างทั่วถึง และเกิดเป็นสารละลายโลหะไนเตรตหรือคลอไรด์ ซึ่งสามารถแยกออกจากถ่านหินได้ง่ายเพราะละลายในน้ำ จากกระบวนการนี้ทำให้ได้ถ่านหินที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น มีปริมาณขี้เถ้า กำมะถัน และโลหะหนักลดต่ำลง

ผลจากการประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่แท้จริงในการปรับปรุงคุณภาพของถ่านหินด้วยสารเคมียังมีค่าใช้จ่ายที่สูงเมื่อเทียบกับการใช้เครื่องมือปรับปรุงคุณภาพถ่านหินในปัจจุบัน อีกทั้งสารเคมีบางชนิดมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการยากที่จะกำจัดกากของเสียและสารเคมีที่เหลือตกค้างจากกระบวนการปรับปรุงคุณภาพด้วยสารเคมีเหล่านี้

Abstract

Mae Moh coal is a low rank lignite, consisting of a high moisture, sulfur compounds, quartz, and clay mineral contents. These are the reasons of a high ash, sulfur dioxide, carbon dioxide, and toxic contaminants in the air and soil after combustion. The general quality of Mae Moh lignite consisted of moisture (12-23%), ash (9-67%), volatile (16-38%), fixed carbon (4.5-20.3%), and the lower heating value (4.2 to 13.5 MJ/kg). Trace elements composed of arsenic (38-72 ppm), vanadium (21-46 ppm), Zinc (16-31 ppm), and copper (11-22 ppm). Therefore, the treatment process of pre-combustion coal is a significant process which can improve coal quality and efficiency of coal combustion.

The purposes of this research were (1) to study chemical and physical properties of coal before or after pretreatment process of coal by using a difference chemical; (2) to study efficiency of each chemical to the ash, sulfur and other element contents, including a quality of coal; (3) to develop the suitable chemical for more efficiency of pre-combustion coal, which reduce the production cost and pollution after combustion; and (4) to apply the result of this study for the sustainable development of the pollution management, resource and environment.

The coal samples were treated with distilled water, and the 1M of concentration of acids (hydrofluoric, nitric, hydrochloric) and base solutions (sodium hydroxide, potassium hydroxide, and calcium oxide) by soaking in various chemicals at 24 and 48 hours. The results of the coal samples soaked for 24 hours, nitric and hydrochloric acids were the most effective and appropriate reduction of ash content to 26 and 25%, respectively, and also reduces the sulfur content of 40 to 60%, due to these acids were formed with other metals or heavy metal compounds of nitrate and chloride, which are soluble in water. The reaction of the nitric acid with a carbon matrix had also the effect of reducing the carbon fixed content. Sodium and potassium hydroxide solutions reduced the sulfur content up to 80%, but the ash content was increased occurring from the metallic oxides. Results of coal samples at 48 hours did not affect the reduction of the amount of minerals and sulfur because the minerals in coal reacts with chemicals completely in 24 hours.

A heating value of the coal sample after soaked in chemicals for 24 hours shown the heating value reduced to 3 to 57% and reduced up to 20% after soaking in chemicals for 48 hours. The heating value decreased in the nitric acid and calcium oxide. Therefore, the chemicals can affect the reduction of the effective heating of coal. Exception of potassium hydroxide increased the heat value range from 28.7 to 118.9%.

The result of a heavy metal were reduced in both 24 and 48 hours. The most reduction was reduced by the nitric acid such as arsenic (40-53%), chromium (7%), cobalt (9-41%), zinc (30%), vanadium (12%), and lead (7-12%). The hydrochloric acid reduced the arsenic (40%), cobalt (70-90%), and vanadium (30-48%). Both these acids had the high ability to dissolve the mineral composition, which made to react with the heavy metals thoroughly. The heavy metals in coal samples will be formed in kind of metal nitrates and metal chlorides which can dissolve easily in water. From this process made the coal has improved performance with low ash, sulfur, and heavy metal contents.

The result of evaluating the real investment cost to improve the quality of coal with chemicals has a high cost when compared to current coal quality improvement tool. Also, some chemicals are harmful to the living organisms and environment, which is difficult to dispose of waste and chemical residues left over from the process of quality improvement with these chemicals.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี