ฟลูแก๊สดีซัลเฟอไรเซชันโดยใช้หินปูนระหว่างการเผาไหม้ถ่านหิน

Flue Gas Desulfurization using Limestone During Coal Combustion

ภาคภูมิ ยินดีสิทธิ์ (Phakpoom Yindeesit)* ดร.ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ (Dr.Pattarapan Prasassarakich)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาดีซัลเฟอไรเซชันของถ่านหินระหว่างการเผาไหม้โดยใช้หินปูนที่ภาวะปฏิกริยาต่าง ๆ ศึกษาผลของอัตราส่วนโดยโมลระหว่างแคลเซียมและกำมะถัน อุณหภูมิเผาไหม้และปริมาณกำมะถันเริ่มต้นในถ่านหินต่อร้อยละการกำจัดกำมะถัน เทคนิค X-Ray fluorescence ถูกใช้ในการติดตามปริมาณกำมะถันในถ่านหินและเถ้า การทดลองพบว่า อัตราส่วนโดยโมลระหว่างแคลเซียมและกำมะถันมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อซัลเฟอไรเซชัน ที่ภาวะเหมาะสมให้ร้อยละการกำจัดกำมะถัน 89.3 ที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่างแคลเซียมและกำมะถันเท่ากับ 1.93 : 1 และอุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส เมื่อปริมาณกำมะถันเริ่มต้นในถ่านหินเพิ่มขึ้นร้อยละการกำจัดกำมะถันลดลงเล็กน้อยและสูงกว่าร้อยละ 90

ABSTRACT

Coal desulfurization during combustion using limestone has been studied under various reaction condition. The effects of calcium per sulfur mole ratio in mixed sample of coal and limestone, combustion temperature and sulfur content in coal on percent sulfur removal were investigated. The X-Ray fluorescence technique was used to monitor sulfur content in coals and ashes. The analysis of result showed that the mole ratio of calcium and sulfur had a significant effect. At optimum condition, the percent sulfur removal reached 89.3 % at calcium per sulfur mole ratio of 1.93 : 1 and temperature of 850 ºC. The percent sulfur removal slightly decreased with increasing sulfur in coal and was above 90 %.

คำสำคัญ: ดีซัลเฟอไรเซชัน หินปูน ถ่านหิน

Keywords: Desulferization, Limestone, Coal

** นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

***ศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

บทนำ

กำมะถันเป็นธาตุองค์ประกอบที่ปนเปื้อนอยู่ในเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel) ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดิบ และถ่านหิน เป็นต้น เมื่อนำเชื้อเพลิงที่มีการปนเปื้อนกำมะถันมาเผาไหม้ในกระบวนการผลิตต่าง ๆ จะเกิดก๊าซพิษซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากงานวิจัยที่ผ่านมา Patricia (2015) ได้รายงานการรวบรวมกระบวนการลดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในโรงไฟฟ้าถ่านหินด้วยการใช้หินปูนพบว่าสมบัติของหินปูนมีผลต่อการเกิดปฏิกริยาระหว่างกำมะถันและหินปูนคือ การกระจายของขนาดอนุภาค, ความเป็นรูพรุนและสารปนเปื้อนในหินปูน ทั้งนี้หินปูนที่สามารถทำปฏิกริยาได้ดีที่สุดนั้นต้องมีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตอย่างน้อยร้อยละ 95 Jun et al. (2003) รายงานการรวบรวมกระบวนการที่สามารถช่วยลดปริมาณกำมะถันที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศในขณะที่เกิดการเผา ไหม้หลายวิธี ได้แก่การผสมถ่านหินในอัตราส่วนที่ทำให้ปริมาณกำมะถันอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด การใช้สารประกอบแอลคาไลน์-เอิร์ธเพื่อให้เกิดสารประกอบซัลเฟตและเกิด self-desulfurization ในระหว่างการเผาไหม้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกริยากับสารประกอบแอลคาไลน์เกิดเป็นสารประกอบแอล-คาไลน์ซัลเฟตและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกริยาคือ 800 – 900 องศาเซลเซียส และในเตาเผาแบบ fluidized bed combustion เกิดปฏิกริยาได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ industrial grate furnace และ pulverized coal fire boiler แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของเตาเผาแบบ circulation fluidized bed (CFB) ด้านขนาดของอนุภาคของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ที่ต้องมีความ –เหมาะสมกับประสิทธิภาพและการออกแบบของเตาเผาทำให้มี -การศึกษาผลของขนาดอนุภาคหินปูนที่ใช้ในเตาเผาต่อ –ประสิทธิภาพของการเกิดปฏิกิริยา sulfation ของหินปูนกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Zhongxiang et al., 2008)

Tomas, Petr (2013) ได้ศึกษาการใช้หินปูนในการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขณะเผาไหม้ brown coal พบว่า หินปูนสามารถช่วยกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้และปริมาณของ CaO ที่มีอยู่ในหินปูนไม่สำคัญเท่ากับปริมาณของ ballest oxide เพราะ ballest oxide แย่งทำปฏิกริยากับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แทน CaO ทำให้หินปูนที่มีปริมาณ CaO และ ballest oxide น้อยสามารถเกิดปฏิกริยาดีซัลเฟอไรเซชันได้ดีกว่าหินปูนที่มี CaO มากและมี ballest มากเช่นกัน อีกทั้งปริมาณของ ballest oxideสัมพันธ์กับขนาดของเม็ดหินปูนด้วย Osuwan et al. (1989) ศึกษาการลดมลภาวะจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งเป็นผลมาจากการเผาไหม้กำมะถันในถ่านหินด้วยการเติมปูนขาว (CaO) ในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อให้จับกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดเป็น$CaSO_4$หลังจากการเผาไหม้และเติมดินเหนียวเพื่อใช้เป็นตัว -ประสานในการอัดก้อนเม็ดถ่านหินผลการทดลองพบว่า ปูนขาวสามารถทำหน้าที่กำจัดกำมะถันในถ่านหินอัดก้อนได้ดีมาก กำมะถันถูกจับให้อยู่ในรูปสารประกอบซัลเฟตในขี้เถ้าประมาณร้อยละ 90 – 95 เทียบกับกำมะถันในถ่านหินเริ่มต้น โดยอัตราส่วนของ CaO / S ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 2.0 – 2.5 และดินเหนียวร้อยละ20

ปัญหาเหล่านี้เกิดจากกระบวนการผลิตที่ปลดปล่อยก๊าซเสียจากการเผาไหม้ถ่านหินเพื่อช่วยลดปัญหาการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จึงเป็นมูลเหตุของการศึกษาวิจัยนี้คือ ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกริยาระหว่างก๊าซซัลเฟอร์ได -ออกไซด์และหินปูน โดยหาอัตราส่วนหินปูนต่อกำมะถันในถ่านหินที่เหมาะสมสำหรับการเติมหินปูนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ -สูงสุด โดยติดตามเปรียบเทียบปริมาณของกำมะถันในขี้เถ้าหลังจากการเผาไหม้ที่ภาวะปกติอุณหภูมิเผาไหม้เท่ากับเตาเผาจริงจึงนำมาสู่การจำลองในห้องปฏิบัติการและการคำนวณการใช้ –หินปูนที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการผลิตปัจจุบันของระบบเตาเผา

วัตถุประสงค์

ศึกษาการลดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในฟลู -ก๊าซระหว่างกระบวนการเผาไหม้ถ่านหินและศึกษาผลของ –ปริมาณและสัดส่วนของหินปูนต่อถ่านหินต่อการกำจัดกำมะถัน

วิธีการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างถ่านหิน

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นถ่านหินชนิด bituminousจากแหล่งในประเทศอินโดนีเซียและมีกำมะถันปริมาณต่าง ๆ เช่น ร้อยละ 0.2, 0.4 และมากกว่า 1.0 หินปูนจากแหล่งในจังหวัดสระบุรี ประเทศไทย เป็นเกรดอุตสาหกรรมที่มีองค์ประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95

วิเคราะห์สมบัติของถ่านหินและหินปูน

สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น ทดสอบด้วยวิธี ASTM D3173 และการกระจายตัวของขนาด (size distribution)ทดสอบด้วยเครื่องมือ sieve และ sieve shaker องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ กำมะถัน ซิลิกอน แคลเซียมทดสอบด้วยด้วยเทคนิค X-Ray fluorescence และค่า Loss on ignition (LOI) ของถ่านหินทดสอบด้วยวิธี ASTM D7348 และปริมาณขี้เถ้าทดสอบด้วยวิธี ASTM D3174

การศึกษาปฏิกริยาระหว่างถ่านหินและหินปูน

งานวิจัยนี้ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างถ่านหินและหินปูนโดยผสมถ่านหินและหินปูนในอัตราส่วนโดยโมลของแคลเซียมและกำมะถันเท่ากับ 0.64:1, 1.28:1, 1.60:1, 1.92:1, 2.56:1 ในแต่ละการทดลองใช้ถ่านหิน20 กรัม นำตัวอย่างถ่านหินและหินปูนที่ผสมแล้วเผาที่อุณหภูมิ 800, 850 และ 900 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์สมบัติทางเคมีของเถ้าหลังจากการทำปฏิกิริยาทดสอบโดยใช้เครื่องมือ X-Ray fluorescence ในการหาองค์ประกอบของเถ้า

ในการกำจัดกำมะถันรวมถึงการเปรียบเทียบปัจจัยส่งผลต่อการเกิดปฏิกริยาดีซัลเฟอไรเซชัน ได้แก่ อุณหภูมิและปริมาณกำมะถันในถ่านหินร้อยละการกำจัดกำมะถันคำนวณตามสมการดังนี้

$$\text{ร้อยละการกำจัดกำมะถัน} = \frac{\text{ปริมาณกำมะถันในขี้เถ้า}}{\text{ปริมาณกำมะถันในถ่านหินเริ่มต้น}} \times 100 \quad (1)$$

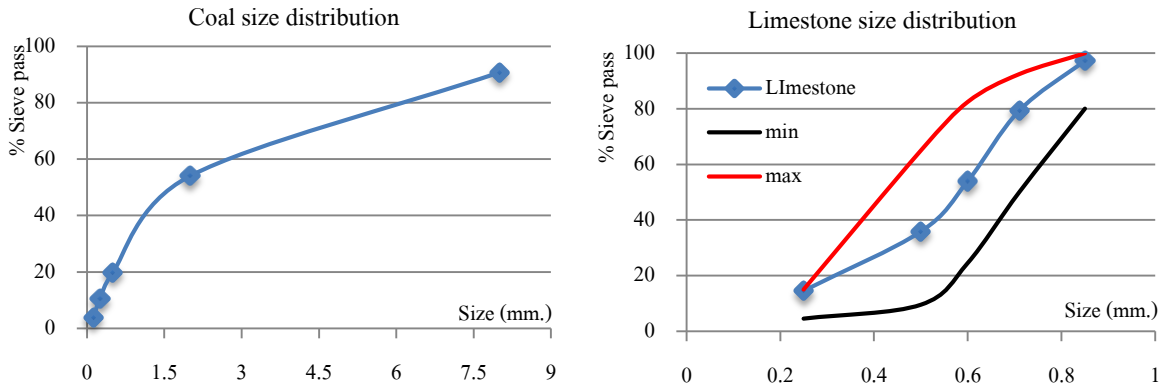
ผลการวิจัย

สมบัติของถ่านหินและหินปูน

สมบัติทางกายภาพ, ทางเคมี, LOI และปริมาณขี้เถ้าของถ่านหินและหินปูนแสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติที่กำหนดของเตาเผาพบว่า หินปูนมีการกระจายตัวของขนาดตามเกณฑ์ที่กำหนดแต่ถ่านหินที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีขนาดไม่เป็นไปตามที่กำหนด โดยยังพบถ่านหินที่ขนาดมากกว่า 2.0 และ 8.0 มิลลิเมตร อยู่มาก ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้ของถ่านหินในเตาเผาได้ และผลการทดสอบองค์ประกอบเคมีของถ่านหินและหินปูนที่ใช้ –ด้วยเทคนิค X-Ray fluorescence ดังตารางที่ 2 แสดงปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตในหินปูนและกำมะถันในถ่านหิน และใช้ในการทดสอบถ่านหินและขี้เถ้าที่เกิดขึ้นหลังจากการทดลอง–เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำปฏิกิริยาดีซัลเฟอไรเซ -ชันระหว่างกำมะถันในถ่านหินและแคลเซียมในหินปูน

ตารางที่ 1 สมบัติกายภาพของถ่านหินและหินปูน

Sample	Physical properties			
	Sulfur (%)	Total moisture (%)	LOI (%)	Ash content (%)
Coal 1	0.65	17.90	94.29	5.71
Coal 2	0.28	15.30	96.44	3.56
Coal 3	0.56	16.40	92.98	7.02
Limestone	0.02	0.10	-	-



(ก) (ข)

ภาพที่ 1 การกระจายตัวชนิด sieve passing ก) ถ่านหิน Coal 1 และ ข) หินปูน

ตารางที่ 2 สมบัติถ่านหินและหินปูนทางเคมีโดยการทดสอบปริมาณธาตุด้วยวิธี X-Ray fluorescence

Element	% by X-Ray fluorescence			Element	% by X-Ray fluorescence
	Coal 1	Coal 2	Coal 3		Limestone
Al_2O_3	5.30	2.25	4.92	Al_2O_3	0.27
SiO_2	41.92	46.37	46.13	SiO_2	3.63
S	8.66	7.01	5.85	S	0.02
CaO	4.52	19.77	5.84	$CaCO_3$	95.77
Fe_2O_3	37.02	23.20	33.70	Fe_2O_3	0.23
TiO_2	1.34	0.40	1.07	Sr	0.05
K_2O	0.75	0.20	0.61		
MgO	0.16	0.00	0.00		
Na_2O	0.00	0.00	1.56		

ผลของอัตราส่วนโดยโมลของ Ca : S ระหว่างการเผาไหม้

ดีซัลเฟอไรเซชันของถ่านหินเกิดขึ้นด้วยปฏิกิริยาดังสมการ 2 และ 3

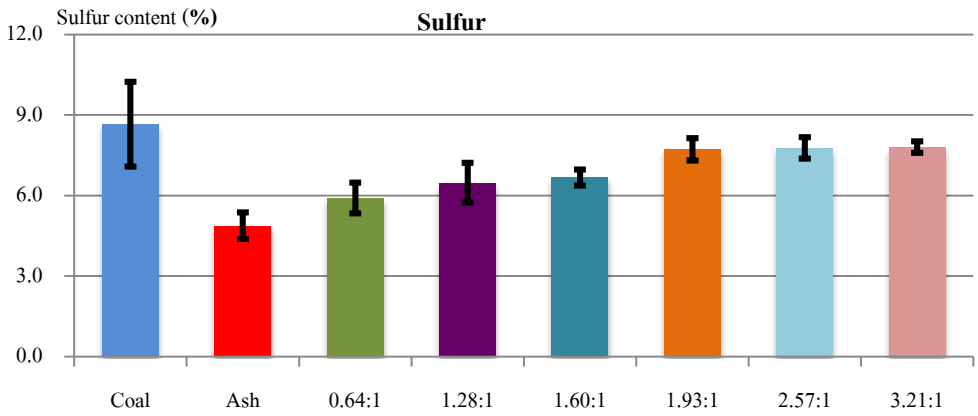
$$Ca(OH)_2 + SO_2 \longrightarrow CaSO_3 + H_2O \quad (2)$$

$$CaSO_3 + 1/2O_2 \longrightarrow CaSO_4 \quad (3)$$

การทดลองผสมถ่านหิน coal 1 และหินปูนในอัตราส่วนโดยโมลของ Ca : S เท่ากับ 0.64: 1, 1.28:1, 1.60 : 1, 1.93 : 1, 2.57 : 1 และ 3.21 : 1 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลการทดสอบปริมาณกำมะถันในขี้เถ้าหลังจากการเผาไหม้ถ่านหินที่ผสมหินปูนในอัตราส่วนโดยโมล ต่าง ๆ ด้วยเทคนิค X-Ray fluorescence เปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ผสมหินปูนก่อนการเผาไหม้ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าการใช้หินปูนสามารถช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ได -ออกไซด์ได้จากสมมุติฐานว่าหากปริมาณกำมะถันในเถ้าหลังจากการทดลองเผาถ่านหินและหินปูนมีมากกว่าปริมาณ -กำมะถันในเถ้าที่ไม่มีการผสมหินปูนแสดงว่าหินปูนสามารถทำหน้าที่ในการทำปฏิกริยากับกำมะถันในถ่านหินเกิดเป็นสารประกอบซัลเฟต (Calcium sulfate ($CaSO_4$)) ในเถ้าทำให้ลดการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปลดปล่อยทางฟลูก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ได้ ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณกำมะถันในถ่านหินและเถ้าที่อัตราส่วนโดยโมลของแคลเซียมและกำมะถันต่าง ๆ ด้วยเทคนิค X-Ray fluorescence

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุของเถ้าหลังจากการเผาถ่านหินชนิด coal 1 ผสมหินปูนในอัตราส่วนของแคลเซียมต่อกำมะถันต่าง ๆเปรียบเทียบกับการเผาถ่านหินที่ไม่ผสมหินปูน

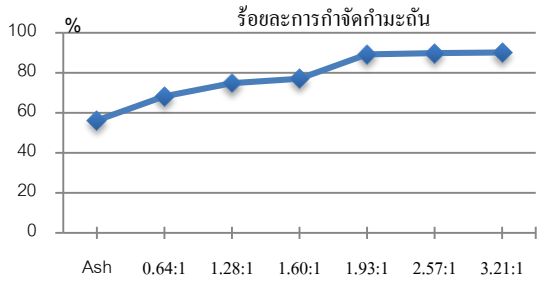
Coal 1		Calcium : Sulfur mole ratio						
Ca : S mole ratio	Coal	0 : 1	0.64 : 1	1.28 : 1	1.60 : 1	1.93 : 1	2.57 : 1	3.21 : 1
Element	% by X-Ray fluorescence							
Na_2O	0.00	1.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
MgO	0.16	0.86	0.81	0.78	0.83	0.46	0.55	0.66
Al_2O_3	5.30	9.48	9.52	7.38	5.71	6.39	6.49	5.51
SiO_2	41.92	32.44	31.36	29.65	30.41	28.40	26.47	24.24
S	8.66	4.88	5.91	6.48	6.67	7.73	7.77	7.80
K_2O	0.75	0.74	0.82	0.60	0.37	0.54	0.45	0.38
CaO	4.52	7.00	10.64	20.20	24.34	22.92	28.36	31.70
TiO_2	1.34	1.70	1.66	1.60	1.29	1.45	1.39	1.34
Fe_2O_3	37.02	40.74	38.17	32.48	29.45	31.35	27.78	28.18



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณกำมะถันก่อนและหลังการเผาไหม้ของถ่านหินชนิด coal 1 ที่มีการผสมหินปูนในอัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับปริมาณกำมะถันในถ่านหินเริ่มต้นและเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

จากการทดลองการเผาไหม้ถ่านหินในภาวะที่ไม่ผสมหินปูนพบว่า หลังจากการเผาไหม้ เถ้ามีปริมาณกำมะถันหลงเหลือลดลงอันเนื่องมาจากกระบวนการปลดปล่อยกำมะถันด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยมีปริมาณการปลดปล่อยกำมะถันได้ 3.78 % จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าปริมาณกำมะถันในเถ้าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของหินปูนด้วยอัตราส่วนโดยโมลของ Ca : S ที่เพิ่มขึ้นจนถึงอัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 1.93 : 1 และมีปริมาณกำมะถันค่อนข้างคงที่เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของหินปูนในการเผาไหม้สูงขึ้น

เมื่อคำนวณร้อยละการกำจัดกำมะถันสัมพันธ์กับ -อัตราส่วนโดยโมลของแคลเซียมและกำมะถันดังภาพที่ 3 เมื่อเพิ่มอัตราส่วนโดยโมลระหว่างแคลเซียมและกำมะถันช่วยเพิ่มการกำจัดกำมะถันได้ดีขึ้นโดยเกิดปฏิกริยาสูงสุดประมาณร้อย -ละ 90 ที่อัตราส่วนโดยโมลของแคลเซียมและกำมะถันเท่ากับ 1.93 : 1 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าการไม่ใช้หินปูนจากเดิมที่มีร้อยละการกำจัดกำมะถันร้อยละ 56 ทั้งนี้การเกิดปฏิกริยาไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์เนื่องจากขีดความสามารถใน -การทำปฏิกริยาระหว่างแคลเซียมและกำมะถันเกิดเป็นแคลเซียมสารประกอบซัลเฟตขณะเผาไหม้ ดังนั้นอัตราส่วนโดยโมลระหว่างแคลเซียมและกำมะถันที่เหมาะสมสำหรับการใช้หินปูนผสมถ่านหิน อยู่ในช่วงอัตราส่วน 1.60 : 1 ถึง1.93 : 1



ภาพที่ 3 ร้อยละการกำจัดกำมะถันในถ่านหิน Coal 1 ผสมหินปูนที่อัตราส่วนต่าง ๆ

ผลของอุณหภูมิการเผาไหม้

การทดลองผสมถ่านหินชนิด Coal 1 และหินปูนที่อัตราส่วนโดยโมลระหว่างแคลเซียมและกำมะถันเท่ากับ 1.93 : 1 และอุณหภูมิการเผาไหม้ที่ 800, 850 และ 900 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลการเปรียบเทียบปริมาณกำมะถันในเถ้าคำนวณร้อยละการกำจัดกำมะถันตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิการเผาไหม้เพื่อให้เกิดปฏิกริยาดีซัลเฟอไรเซชันระหว่างถ่านหินและหินปูนในเตาเผานั้นมีความสำคัญที่ต้อง -คำนึงถึงหากต้องการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการเกิดปฏิกริยา ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียสนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยสามารถทำ

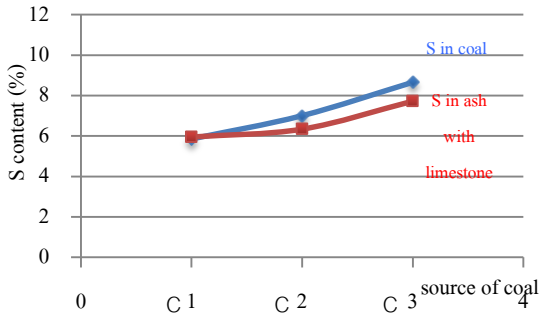
ปฏิกิริยาให้เกิดสารประกอบซัลเฟต -หลงเหลือในเถ้าได้สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 89.2 การเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงถ่านหินเกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงทำให้ปฏิกิริยาดีซัลเฟอไรเซชันเกิดไม่สมบูรณ์จึงทำให้ร้อยละการกำจัด -กำมะถันลดลง อย่างไรก็ตามการเผาไหม้ที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่า 850 องศาเซลเซียสเพียงเล็กน้อยก็ไม่ส่งผลกระทบต่อการเกิดปฏิกิริยาดีซัลเฟอไรเซชันมากนัก

ผลของปริมาณกำมะถันในถ่านหินก่อนการเผาไหม้

การทดลองผสมถ่านหินชนิด Coal 1, Coal 2 และ Coal 3 ที่มีปริมาณกำมะถันเริ่มต้นก่อนการเผาไหม้ต่าง ๆ และหินปูนในอัตราส่วน Ca : S เท่ากับ 1.93 : 1

ตารางที่ 4 ผลของอุณหภูมิการเผาไหม้ต่อร้อยละการกำจัดกำมะถันในถ่านหินชนิด Coal 1 ผสมหินปูนที่อัตราส่วนโดยโมล Ca : S เท่ากับ 1.93 : 1

อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไหม้ (° C)	ร้อยละในการกำจัดกำมะถัน
800	79.7
850	89.2
900	82.9



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณกำมะถันในเถ้าของถ่านหินที่ผสมหินปูนในอัตราส่วนโดยโมล Ca : S เท่ากับ 1.93 : 1 และปริมาณกำมะถันในถ่านหิน C1, C2 และ C3

ตารางที่ 5 ผลของปริมาณกำมะถันในถ่านหินก่อนการเผาไหม้ต่อร้อยละการกำจัดกำมะถันในถ่านหินผสมหินปูนที่อัตราส่วนโดยโมลCa : S เท่ากับ 1.93 : 1

ชนิดถ่านหิน	ปริมาณกำมะถัน (%)	ร้อยละการกำจัดกำมะถัน
Coal 3 (C1)	5.98	99.6
Coal 2 (C2)	7.01	90.6
Coal 1 (C3)	8.66	89.2

เผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณกำมะถันเริ่มต้นในถ่านหินมีปริมาณมากขึ้นการใช้หินปูนช่วยในการเกิดปฏิกิริยาดีซัลเฟอไรเซชันลดลงเล็กน้อยดังภาพที่ 4 เมื่อปริมาณกำมะถันเริ่มต้นเปรียบเทียบระหว่างถ่านหินและเถ้าของถ่านหินหลังจากการผสมหินปูนและเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส ร้อยละการกำจัดกำมะถันลดลงเล็กน้อยเช่นกัน แม้ว่าประสิทธิภาพการเกิดปฏิกิริยาลดลงแต่ยังมีร้อยละการกำจัดกำมะถันมากกว่าร้อยละ 90 แสดงดังตารางที่ 5

บทสรุป

การศึกษาดีซัลเฟอไรเซชันในถ่านหินโดยการผสมถ่านหินและหินปูนที่อัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเกิดปฏิกิริยาและใช้เทคนิค X-Ray fluorescence ในการติดตามปริมาณกำมะถันในถ่านหินและเถ้าหลังการเกิดปฏิกิริยาระหว่างการเผาไหม้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมพบว่าอัตราส่วนโดยโมลที่เหมาะสมของแคลเซียมและกำมะถันเท่ากับ 1.93 : 1 หรืออยู่ในช่วง 1.60 : 1 ถึง 1.93 :1 อัตราส่วนนี้คำนวณจากปริมาณกำมะถันในถ่านหินและปริมาณแคลเซียมในหินปูนที่ผสมในถ่านหินก่อนการเผาไหม้ ให้ร้อยละการกำจัดกำมะถัน 89.2 สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาเท่ากับ 850 องศาเซลเซียสและสามารถเพิ่มหรือลดอุณหภูมิในการเผาไหม้ให้เหมาะสมได้ตามการออกแบบของ -เตาเผาที่ใช้จริงในอุตสาหกรรมในช่วงอุณหภูมิ 800 –

900 องศาเซลเซียส เพราะประสิทธิภาพในการเกิดปฏิกริยาดีซัลเฟอไรเซชันไม่ได้ลดลงจนแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

ปริมาณกำมะถันในถ่านหินเริ่มต้นยังมีผลต่อ-ประสิทธิภาพของปฏิกริยาดีซัลเฟอไรเซชันคือ เมื่อปริมาณกำมะถันเริ่มต้นในถ่านหินมีน้อยการใช้หินปูนเพื่อให้เกิดดีซัล - เฟอไรเซชันเกิดปฏิกริยาได้ดีประสิทธิภาพลดลงเมื่อปริมาณกำมะถันเริ่มต้นในถ่านหินเพิ่มขึ้นแต่ยังคงให้ร้อยละการกำจัดกำมะถันมากกว่า 90

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท ดี.เอ. รีเซิร์ช เซ็นเตอร์ จำกัด และบริษัทแนชั่นแนล เพาเวอร์ซัพพลาย จำกัด(มหาชน) ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกการใช้เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการและตัวอย่างสำหรับการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Córdoba P. Status of flue gas desulphurisation (FGD) system from coal-fire power plant : Overview of the physic-chemical control process of wet limestone FGDs. Journal of Fuel 2015; 144(1): 274 – 286

Cheng J, Zhou J, Liu J, Zhou Z, Huang Z, Cao X, Zhao X, Cen K. Sulfur removal at high temperature during coal combustion in furnace: A review. Journal of Progress in Energy and Combustion Science 2003; 29(5): 381 – 405

Chen Z, Grace J.R, Lim C.J. Limestone particle attrition and size distribution in a small circulating fluidized bed. Journal of Fuel 2008; 87(7): 1360 – 1371

Hincik T, Buryan P. Evaluation of limestones for the purposes of desulphurization during the fluid combustion of brown coal. Journal of Fuel 2013; 104(1): 208 – 215

Osuwan S, Bunyakiat K, Theerapabpisit D. In-situ desulfurization of coal briquettes by lime. Journal of Science Society of Thailand 1989; 15(1): 17 – 37