ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246241

การควบคุมความชื้นของถ่านหินลิกไนต์เพื่อลดฝุ่นจากการทำเหมือง

ทยุพร อินทรชิต

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สิงหาคม 2554

#b00250452

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246241

การควบคุมความชื้นของถ่านหินลิกไนต์เพื่อลดฝุ่นจากการทำเหมือง

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ทยุพร อินทรชิต

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สิงหาคม 2554

การควบคุมความชื้นของถ่านหินลิกไนต์เพื่อลดฝุ่นจากการทำเหมือง

ทยุพร อินทรชิต

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
ผศ.ดร.ไพรัช จรูญพัฒนพงศ์

.....กรรมการ
ผศ.ดร.อัมรินทร์ บุญตัน

.....กรรมการ
นายธนากร พูลทวี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....
ผศ.ดร.อัมรินทร์ บุญตัน

30 สิงหาคม 2554

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมรินทร์ บุญตัน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และกรรมการสอบ ผู้ซึ่งให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช จรูญพัฒนพงศ์ ประธานกรรมการสอบ และนายธนากร พูลทวี รองผู้ว่าการเชื้อเพลิง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าต่อการศึกษา ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ อันส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำในด้านต่าง ๆ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียมทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือบริการ ประสานงานด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาแก่ผู้เขียนในโครงการความร่วมมือด้านวิชาการระหว่าง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยกับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณกองปฏิบัติการเหมือง ฝ่ายการผลิตเหมืองแม่เมาะ กองธรณีวิทยา และกองวิศวกรรมธรณี ฝ่ายวางแผนและบริหารเหมืองแม่เมาะ ที่ให้ความสนับสนุนบุคลากร และอุปกรณ์ในการศึกษา ตลอดจนข้อมูลทางวิชาการต่าง ๆ จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ท้ายที่สุดนี้หากมีสิ่งขาดตกบกพร่อง หรือผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และผู้เขียนหวังว่าวิทยานิพนธ์นี้จะมีประโยชน์ไม่มากก็น้อยสำหรับหน่วยงานข้าพเจ้า และผู้ที่สนใจข้อมูลการศึกษา

ทยุพร อินทรชิต

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การควบคุมความชื้นของถ่านหินลิกไนต์เพื่อลดฝุ่นจากการทำเหมือง
ผู้เขียน	นายทยุพร อินทรชิต
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเหมืองแร่)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.อัมรินทร์ บุญตัน

บทคัดย่อ

246241

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นของถ่านหินลิกไนต์กับปริมาณความชื้นของถ่านหินลิกไนต์ โดยการเติมน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านหิน และหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการเติมให้กับถ่านหินเพื่อลดฝุ่นให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด คือค่าความทึบแสงไม่เกิน 15% ความทึบแสง โดยศึกษาจากการดำเนินกิจกรรมที่หน้างานถ่านหินที่ขุดโดยรถขุดไฟฟ้า หน้างานถ่านรวมกองที่ใช้รถแทรกเตอร์รวมกองให้กับรถตัก และหน้างานถ่านกอง 4 ประเภทในบ่อเหมืองที่ทำงานโดยรถตัก คือ ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน และถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างถ่านหินเพื่อนำไปหาขนาดอนุภาคของถ่านหิน และค่าความชื้นที่ผิวถ่าน (Surface Moisture) ก่อนและหลังการทดลองเติมน้ำที่หน้างานในปริมาณต่าง ๆ ให้กับถ่านหิน และทำการวัดฝุ่นที่ 2 บริเวณ คือ บริเวณหน้างานการทำงาน และบริเวณเครื่องโม่ถ่านหิน

การศึกษาขนาดอนุภาคของถ่านหินลิกไนต์พบว่า ถ่านหินมีขนาดต่างกันตามลักษณะการทำงาน โดยที่หน้างานรถขุดไฟฟ้ามีขนาดส่วนใหญ่มากกว่า 25 มิลลิเมตร ที่หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตักมีขนาดส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2 -24.9 มิลลิเมตร และที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 1.9 มิลลิเมตร-212 ไมโครเมตร

246241

จากการศึกษาปริมาณฝุ่นที่วัดได้จากค่าเปอร์เซ็นต์ความทึบแสงในกรณีไม่เติมน้ำ พบว่าที่หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์มีค่าความชื้นตามธรรมชาติที่ผิวถ่านหินสูงสุดคือ 21.44 เปอร์เซ็นต์ และถ่านหินที่ทำงานโดยรถตักหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานมีค่าความชื้นตามธรรมชาติที่ผิวถ่านต่ำสุดคือ 9.79 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มความชื้นที่ผิวถ่านโดยการเติมน้ำเพื่อให้ปริมาณฝุ่นที่วัดได้ที่หน้างาน และที่เครื่องโม่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด พบว่าค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานรถขุดไฟฟ้าควรมีค่าเฉลี่ย 18.65 เปอร์เซ็นต์ ที่หน้างานถ่านรวมกองควรมีค่าเฉลี่ย 25.08 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองที่มีคุณภาพสูงควรมีค่าเฉลี่ย 16.76 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำควรมีค่าเฉลี่ย 17.82 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นควรมีค่าเฉลี่ย 16.15 เปอร์เซ็นต์ และหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานควรมีค่าเฉลี่ย 19.85 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละออง (Emission Factor) โดยนำค่าความชื้นจากผลการศึกษาก่อนการเติมน้ำ และหลังการเติมน้ำที่หน้างานพบว่า ค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองที่หน้างานขุดถ่านด้วยรถขุดไฟฟ้าเท่ากับ 0.0069 หลังเติมน้ำเท่ากับ 0.0067 หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์เท่ากับ 0.0059 หลังเติมน้ำเท่ากับ 0.0051 หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงเท่ากับ 0.0093 หลังเติมน้ำเท่ากับ 0.0074 หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำเท่ากับ 0.0109 หลังเติมน้ำเท่ากับ 0.0070 หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นเท่ากับ 0.0089 หลังเติมน้ำเท่ากับ 0.0076 และหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานเท่ากับ 0.0119 หลังเติมน้ำเท่ากับ 0.0063

Thesis Title Control of Moisture Content of Lignite for Mine Dust Reduction

Author Mr. Tayuporn Intarachit

Degree Master of Engineering (Mining Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Amarin Boontun

ABSTRACT

246241

The objectives of this study were to investigate the relationship between the amount of lignite dust and the moisture of lignite from water filling and to find out the appropriate amount of water filled into lignite for an effective reduction of lignite dust, which should not be over 15% of optical density. The study was conducted with activities performed at the lignite work site by electric backhoes, the work site with tractors and loaders, and the four types of lignite piling work site with loaders. The four types of lignite include high quality lignite in mine, low quality lignite in mine, long-term piled lignite, and short-term piled lignite. This study collected coal samples for finding their particles and surface moisture value before and after water filling at the work sites. Dust was measured at two places: at the work sites and in the area of grinder machines.

The study of lignite particles revealed that sizes of the coal were different according to the types of works. At the work sites with electric backhoes, most coal sizes were over 25 mm. At the work sites with tractors and loaders, most coal sizes were between 2-24.9 mm. Most sizes of the coals piled in the mine were between 1.9 mm.-212 micrometer.

According to the study of dust amount by measuring the percentage of optical density in the case of no water filling, it was found that the work site with tractors had the highest level of natural surface moisture, that is 21.44 percent. The work site of long-term piled lignite with loaders had the lowest level of natural surface moisture, that is 9.79 percent. When increasing the

246241

surface moisture by water filling to control the amount of dust at the work site and the grinder machines not to exceed the standard, it was found that the average surface moisture of coals at the work site with electric backhoe should be 18.65 percent. At the work site with tractors and loaders, the average surface moisture should be 25.08 percent. At the high quality coal piling work in mine, the average moisture should be 16.76 percent. At the low quality coal piling work in mine, the average moisture should be 17.82 percent. At the long-term piled coal work in mine, the average moisture should be 16.15 percent, and at the short-term piled coal work in mine, the average moisture should be 19.85 percent.

The results of emission factor study, which was conducted by investigating moisture induction value before and after the water filling, showed that the value of emission factor at the work site with electric backhoes before water filling was 0.0069 and after water filling was 0.0067. The value at the work site with tractors before water filling was 0.0059 and after water filling was 0.0051. The value at high quality coal site in mine before water filling was 0.0093 and after water filling was 0.0074. The value at low quality coal site in mine before water filling was 0.0109 and after water filling was 0.0070. The value at the short-term piled coal site in mine before water filling was 0.0089 and after water filling was 0.0076. The value at the long-term piled coal site in mine before water filling was 0.0119 and after water filling was 0.0063.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ปัญหาและที่มาของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2 ถ่านหินและธรณีวิทยาแอ่งแม่เมาะ	4
2.1 ความหมายของถ่านหิน	4
2.2 การกำเนิดถ่านหิน	4
2.3 ธรณีวิทยาทั่วไป	6
2.4 คุณสมบัติของถ่านหินแอ่งแม่เมาะ	8
2.5 กระบวนการผลิตถ่านหินลิกไนต์เพื่อส่งให้โรงไฟฟ้าแม่เมาะ	10
2.6 เครื่องจักรกลเหมืองแม่เมาะ	11
2.7 สิ่งแวดล้อมกับการทำเหมือง	11
2.8 มาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านฝุ่นเหมืองแม่เมาะ	12
บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	14
3.1 การประมาณปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการทำเหมืองถ่านหิน	14
3.2 การวิเคราะห์คุณภาพถ่านหิน	16
3.3 การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคถ่านหิน	18

3.4 การยึดน้ำและการเปลี่ยนแปลงความชื้น 18
3.5 การตรวจวัดค่าความทึบแสงของฝุ่นละอองด้วยเครื่องวัดความทึบแสง 21
3.6 สาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง 24
บทที่ 4 การดำเนินการทดลอง 27
4.1 ลักษณะการทำงานในแต่ละหน้างานของพื้นที่ศึกษา 27
4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิจัย 29
4.3 วิธีการวิจัยทดลอง 30
4.4 วิธีการฉีดพรมน้ำ 34
4.5 การวัดฝุ่นและเก็บตัวอย่าง 35
4.6 การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคและความชื้นที่ผิวถ่านตัวอย่างถ่านหิน 36
บทที่ 5 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล 38
5.1 ค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงก่อนเติมน้ำให้กับถ่านหินลิกไนต์ 38
5.2 ถ่านหินหน้างานรถขุดไฟฟ้า 43
5.3 ถ่านหินหน้างานถ่านรวมกอง 47
5.4 ถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมือง 51
5.5 ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงและคุณภาพต่ำ 51
5.6 ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นและอายุการกองนาน 57
5.7 สรุปผลการวิเคราะห์ 64
5.8 การประมาณค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่น (Emission Factor) จากกิจกรรมที่หน้างานถ่านหิน 65
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา 69
6.1 การศึกษาขนาดอนุภาคถ่านหิน 69
6.2 การศึกษาความชื้นที่ผิวถ่านหินก่อนการเพิ่มความชื้นให้กับถ่านหิน 70
6.3 การศึกษาปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นที่บริเวณหน้างานและเครื่องโม่ถ่านก่อนการเพิ่มความชื้นให้กับถ่านหิน 70
6.4 การศึกษาความชื้นที่ผิวถ่านหินและปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นหลังจากเพิ่มความชื้นให้กับถ่านหิน 72
6.5 การศึกษาค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่น (Emission Factor) จากกิจกรรมที่หน้างานถ่านหิน 73

บทที่ 7 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ 75

7.1 ปัญหาและอุปสรรคในการศึกษา 75

7.2 ข้อเสนอแนะ 76

เอกสารอ้างอิง 77

ภาคผนวก 81

ภาคผนวก ก วิธีการหาขนาดอนุภาค 82

ภาคผนวก ข การหาค่าปริมาณความชื้น Air Drying Loss 84

ภาคผนวก ค คู่มือการใช้เครื่องวัดฝุ่นแบบ Opacity Wager 88

ภาคผนวก ง ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยฝุ่นละออง จากโรงโม่ บด หรือย่อยหิน 92

ภาคผนวก จ ผลการหาขนาดอนุภาคถ่านหิน 94

ภาคผนวก ฉ ผลการวัดฝุ่นและค่าความชื้นที่ผิวถ่าน 96

ประวัติผู้เขียน 128

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 คุณสมบัติทางเคมีของถ่านหินลิกไนต์แอ่งแม่เมาะวิเคราะห์แบบ Proximate Analysis	9
2.2 คุณสมบัติทางเคมีของถ่านหินลิกไนต์แอ่งแม่เมาะวิเคราะห์แบบ Ultimate Analysis	10
3.1 Emission Factor Equations and Default Emission Factor for Various Operations at Coal Mines	15
3.2 คุณสมบัติทางธรณีเทคนิคของถ่านในแอ่งแม่เมาะ	20
5.1 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินลิกไนต์	39
5.2 ผลการทดสอบหาค่าขนาดของอนุภาคถ่านหินในหน้างานแต่ละประเภท	40
5.3 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงหน้างานรถขุดไฟฟ้า	43
5.4 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงหน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก	47
5.5 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง	52
5.6 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ	53
5.7 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น	58
5.8 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน	59
5.9 ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหินก่อนการเติมน้ำและค่าความชื้นที่ผิวถ่านหินที่เหมาะสมสำหรับแต่ละหน้างานที่ทำให้ค่าความทึบแสงมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด	65
5.10 Emission Factor Equations and Default Emission Factors for Various Operations at Coal Mines	66

5.11 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองรวม (TSP Emission Factor) ของถ่านหินก่อนและหลังการ เติมน้ำให้กับหน้างานถ่านแต่ละประเภท 67

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
2.1	ลำดับการเกิดถ่านหิน	5
2.2	แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณแอ่งแม่เมาะ จังหวัดลำปาง	7
2.3	ขั้นตอนการทำงานของการขุดขนถ่านหินลิกไนต์	11
3.1	แสดงแรงดาพิวลารีที่ดึงดูดน้ำเข้าไปในเนื้อดิน	20
3.2	แสดงหัววัดของเครื่องวัดความทึบแสง	23
4.1	หน้างานถ่านหินที่ขุดโดยรถขุดไฟฟ้า	27
4.2	หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก	28
4.3	หน้างานถ่านกองในบ่อเหมือง	29
4.4	เครื่องวัดฝุ่น Opacity Wager รุ่น 6500	30
4.5	วิธีการฉีดพรมน้ำที่หน้างาน	34
4.6	ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างบริเวณหน้างานของพื้นที่ศึกษา	35
4.7	แผนที่บ่อเหมืองแม่เมาะ และบริเวณทำการวิจัย	37
5.1	รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานรถขุดไฟฟ้า (วัดที่หน้างาน)	44
5.2	รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานรถขุดไฟฟ้า (วัดที่เครื่องโม่ถ่าน)	45
5.3	รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านรวมกอง (วัดที่หน้างาน)	48
5.4	รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านรวมกอง (วัดที่เครื่องโม่ถ่าน)	49
5.5	รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง (วัดที่หน้างาน)	55
5.6	รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง (วัดที่เครื่องโม่ถ่าน)	55

5.7 รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน
หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ (วัดที่หน้างาน) 56
5.8 รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน
หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ (วัดที่เครื่องโม่ถ่าน) 57
5.9 รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน
หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น (วัดที่หน้างาน) 61
5.10 รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน
หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น (วัดที่เครื่องโม่ถ่านหิน) 62
5.11 รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน
หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน (วัดที่หน้างาน) 63
5.12 รูปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน
หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน (วัดที่เครื่องโม่ถ่านหิน) 63

อักษรย่อและสัญลักษณ์

ซม.	เซนติเมตร
ซม./วินาที	เซนติเมตร ต่อ วินาที
ลบ.ม.	ลูกบาศก์เมตร

ar	As Received
ASTM	American Society for Testing and Materials
ADL	Air Drying Loss
cum.	Cubic Meters
cm/sec	Centimeter per Second
C	Center
^{o}C	Degree Celsius
daf	Dry Ash Free
EF	Emission Factor
EIA	Environmental Impact Assessment
^{o}F	Degree Fahrenheit
g	Gram
in	Inch
ISO	International Standardization and Organization
Kg/hr	Kilogram per hour
Kcal/Kg	Kilocalories per Kilogram
LED	Light Emitting Diode
m.	Meter
mm.	Millimeter
m^2	Square Meter

M	Moisture Content
N	North
NPI	National Pollutant Inventory
PM 2.5	Particulate matter no Greater Than 2.5 microns
PM 10	Particulate matter no Greater Than 10 microns
Sec	Second
SW	South West
ton/cum	Ton per Cubic Meters
TSP	Total Suspended Particulate
US.EPA	United State Environmental Protection Agency
W	West