บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิควิธีในการหาค่าตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมและอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมจากโรงโม่หิน โดยใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อนและค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมาก โดยประยุกต์ใช้เทคนิคของความทึบแสงในการศึกษา และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบกำจัดฝุ่นแบบสเปรย์น้ำและระบบดูดและรวบรวมฝุ่นแบบถุงกรอง รวมทั้งศึกษาถึงลักษณะการกระจายขนาดของฝุ่นที่เกิดจากเครื่องจักรต่างๆ ภายในโรงโม่หิน ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ความทึบแสงที่ตรวจวัดโดยเครื่อง smoke opacity meter แปรผันตรงความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมที่ตรวจวัดโดยเครื่องเก็บตัวอย่างชนิดปริมาตรสูงโดยมีสมการดังนี้ คือ

$$y = 279.57x + 299.55 \quad , \quad R^2 = 0.9153$$

โดย ที่ y = ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (มก./ลบ.ม.)

x = ความทึบแสง (%)

โดยสมการนี้ใช้ได้ในช่วง 0.1 – 19.1 % ความทึบแสง และมีความไม่แน่นอนของสมการสูงเมื่อใช้หาความสัมพันธ์ในกรณีที่ความทึบแสงมีค่าเข้าใกล้ศูนย์และเท่ากับศูนย์

2. โรงโม่อโศกอุตสาหกิจซึ่งมีขนาดกำลังผลิต 400 – 450 ตัน/ชม. และควบคุมฝุ่นด้วยสเปรย์น้ำ เมื่อไม่มีการสเปรย์น้ำจะมีอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมจากเครื่องจักรทั้งหมดภายในโรงโม่ (ไม่รวมฝุ่นจากยานพาหนะที่วิ่งในโรงโม่ และฝุ่นจากการตักหินใส่รถบรรทุก) เท่ากับ 67496 มก./วินาที หรือ 4 กก./นาที โดยจุดที่เป็นแหล่งปล่อยฝุ่นปริมาณมากคือ กองหิน เครื่องโม่ละเอียดตะแกรงขั้นที่สอง และจุดถ่ายโอนสายพานใต้ตะแกรงขั้นที่สอง มีค่าตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมของโรงโม่เท่ากับ 0.57 กก./ตัน โดยแสดงอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมและตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองที่เครื่องจักรต่างๆ ทั้งกรณีที่มีการควบคุมฝุ่นโดยสเปรย์น้ำและไม่มีการควบคุมฝุ่น แสดงในตารางที่ 6.1 ดังนี้

เมื่อมีการควบคุมฝุ่นด้วยสเปรย์น้ำ อัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมจากโรงโม่มีค่าเท่ากับ 9146 มก./วินาที หรือ 0.55 กก./นาที และตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมจากโรงโม่เท่ากับ 0.08 กก./ตัน

ตารางที่ 6.1 ตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมและอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวม และประสิทธิภาพการการควบคุมฝุ่นที่เครื่องจักรต่างๆ ภายในโรงโม่อโศกอุตสาหกิจ

เครื่องจักร	emission rate (mg/s)		ประสิทธิภาพ (%)	emission factor (mg/T)		ประสิทธิภาพ(%)
	ไม่ควบคุม	ควบคุม		ไม่ควบคุม	ควบคุม	
1. เครื่องโม่ขั้นต้น	646	141	78.2	5673	1372	75.8
2. จุดถ่ายโอนสายพาน (ใต้ปากโม่)	561	59	89.5	4926	574	88.3
3. ตะแกรงขั้นต้น	1572	305	80.6	22612	4806	78.7
4. จุดถ่ายโอนสายพาน (ใต้ตะแกรงขั้นต้น)	1444	352	75.6	35406	11416	67.8
5. เครื่องโม่ขั้นที่สอง	2881	498	82.7	36139	6172	82.9
6. จุดถ่ายโอนสายพาน (ใต้เครื่องโม่สอง)	1433	161	88.8	17975	2238	87.5
7.ตะแกรงขั้นที่สอง	16105	1757	89.1	263537	28751	89.1
8. จุดถ่ายโอนสายพาน (ใต้ตะแกรงสอง)	7984	1958	75.5	432371	124876	71.1
9. rotary crusher	10209	227	97.8	278428	6191	97.8
10. จุดถ่ายโอนสายพานใต้ rotary crusher	3788	306	91.9	103309	8345	91.9
11. กองหิน	15159	576	96.2	640570	40008	93.8
12.ฝุ่นจากการเทหินใหญ่ลงยุ้งปากโม่	5714	2806	50.9	50133	27301	45.5
รวม emission rate	67496	9146	86.4			

สรุปได้ว่าเมื่อไม่มีการควบคุมฝุ่น และไม่มีการสร้างอาคารปิดครอบโรงโม่ โรงโม่หินจะปล่อยฝุ่นออกมาประมาณ 0.57 กก. ต่อ 1 ตันของหินที่ผลิตได้ และเมื่อมีการควบคุมฝุ่นด้วยสเปรย์น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โรงโม่หินไม่ควรปล่อยฝุ่นออกมามากกว่า 0.08 กก. ต่อ 1 ตันของหินที่ผลิตได้

3. โรงโม่ขุมเงินขุมทอง ซึ่งมีการควบคุมฝุ่นด้วยสเปรย์น้ำและการสร้างอาคารปิดคลุมเครื่องจักรเพื่อควบคุมฝุ่น มีกำลังการผลิตประมาณ 400 ตัน/ชม. ในกรณีที่ไม่มีการสเปรย์น้ำ มีอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมเท่ากับ 45304 มก./วินาที หรือ 2.7 กก./นาที และตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมเท่ากับ 0.43 กก./ตัน และในกรณีที่มีการสเปรย์น้ำ อัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมเท่ากับ 5855 มก./วินาที หรือ 0.35 กก./นาที และตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมเท่ากับ 0.06 กก./ตัน โดยมีกองหินและช่องเปิดสายพานและรางลำเลียงหินรอบอาคารโรงโม่เป็นแหล่งปล่อยฝุ่นสำคัญ อัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมและตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากเครื่องจักรต่างๆ ทั้งกรณีที่มีการสเปรย์น้ำและไม่สเปรย์น้ำดังแสดงในตารางที่ 6.2 ดังนี้

ตารางที่ 6.2 ตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมและอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวม และประสิทธิภาพการควบคุมฝุ่นที่เครื่องจักรต่างๆภายในโรงโม่ขุมเงินขุมทอง

เครื่องจักร	emission rate (mg/s)		ประสิทธิภาพ (%)	emission factor (mg/T)		ประสิทธิภาพ (%)
	ไม่สเปรย์	สเปรย์น้ำ		ไม่สเปรย์	สเปรย์น้ำ	
1. ช่องเปิดสายพานและรางลำเลียงหินรอบอาคารเครื่องโม่ขั้นที่สอง	8580	1409	83.6	144826	23091	84.1
2. จุดถ่ายโอนหินนอกอาคารเครื่องโม่ขั้นที่สอง	2538	404	84.1	39046	6215	84.1
3. ช่องเปิดสายพานรอบอาคารเครื่องโม่ขั้นต้น	1735	434	75.0	15615	3906	75.0
4. ช่องเปิดจุดเทหินรถบรรทุก (ฝุ่นจากการโม่)	2346	1856	20.9	21114	16704	20.9
5. กองหิน	29192	824	97.2	848860	70010	91.8
6. ฝุ่นจากการเทหินใหญ่จากรถบรรทุก	913	928	-1.6	8296	8434	-1.7
รวม emission rate	45304	5855	87.1			

สรุปได้ว่าเมื่อไม่มีการสเปรย์น้ำ โรงโม่หินที่มีการสร้างอาคารปิดครอบโรงโม่จะปล่อยฝุ่นละอองรวมออกมาประมาณ 0.43 กก. ต่อ 1 ตันของหินที่ผลิตได้ และเมื่อมีการควบคุมฝุ่นอย่างมีประสิทธิภาพ โรงโม่หินไม่ควรปล่อยฝุ่นละอองรวมออกมามากกว่า 0.06 กก. ต่อ 1 ตันของหินที่ผลิตได้

4. ตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมและอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวมจากเครื่องจักรต่างๆ ภายในโรงโม่หิน สามารถนำไปใช้ในการคำนวณและออกแบบระบบควบคุมฝุ่น ไม่ว่าจะเป็นแบบสเปรย์น้ำ และระบบดูดและรวบรวมฝุ่นแบบถุงกรอง เป็นต้น ให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดได้ รวมทั้งการใช้พยากรณ์มลพิษจากฝุ่นที่จะเกิดจากโรงโม่หิน เพื่อนำมาใช้ในการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม และหาแนวทางป้องกันให้มลพิษจากฝุ่นนี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและต่อชุมชนใกล้เคียงน้อยที่สุด

5. การสร้างอาคารปิดคลุมเครื่องจักรสามารถลดปริมาณฝุ่นที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้บ้าง แต่ฝุ่นก็ยังคงปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมมากจนเกินกว่ามาตราฐานหลายเท่า จึงควรใช้ระบบควบคุมฝุ่นอื่นๆ ร่วมกับการสร้างอาคารปิดคลุมเครื่องจักรจึงจะสามารถลดการปล่อยฝุ่นจากโรงโม่จนถึงระดับที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก

6. เมื่อไม่มีการควบคุมฝุ่นละอองในกระบวนการผลิตภายในโรงโม่หิน มลพิษจากโรงโม่ที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นในบรรยากาศแวดล้อมโรงโม่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานหลายเท่า และความทึบแสงที่ตรวจวัดตามวิธีของกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2539 ก็เกินจากมาตรฐานมากเช่นกัน อันแสดงให้เห็นว่าเมื่อไม่มีการควบคุมฝุ่นละออง การทำงานของโรงโม่หินก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงอย่างมาก

7. ระบบดูดและรวบรวมฝุ่นแบบถุงกรองซึ่งในการศึกษานี้ใช้ร่วมกับการสเปรย์น้ำ โดยการสเปรย์น้ำเฉพาะที่กองหิน ไม่สามารถควบคุมฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความทึบแสงที่ตรวจวัดได้ในหลายๆ จุดยังคงมีค่าเกินกว่ามาตรฐาน ความเข้มข้นของฝุ่นในบรรยากาศแวดล้อมโรงงานถึงแม้จะไม่เกินจากมาตรฐาน แต่ก็สูงกว่าการใช้ระบบสเปรย์น้ำในการควบคุมฝุ่นมาก เหตุผลเนื่องมาจากระบบดูดและรวบรวมฝุ่นไม่สามารถรวบรวมฝุ่นที่เกิดขึ้นสายการผลิตของโรงโม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะว่าโรงโม่มีเครื่องจักรที่เคลื่อนที่และมีความสั่นสะเทือนอย่างมากตลอดเวลา ทำให้ไม่สามารถปิดคลุมและดูดฝุ่นที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. ระบบสเปรย์น้ำมีประสิทธิภาพในการควบคุมฝุ่นจากโรงโม่หินที่มีผลต่อบรรยากาศแวดล้อมโรงงานได้สูงกว่า 88 % สามารถทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นที่แหล่งปล่อยฝุ่นและความเข้มข้นของฝุ่นในบรรยากาศแวดล้อมโรงงานที่ได้มีค่าดีกว่ามาตราฐานมาก แต่ก็มีข้อเสีย เช่นอาจทำให้ตะแกรงตัน สายพานลื่นไถล สายพานขาด เครื่องจักรเสื่อมเร็ว และที่สำคัญทำให้หินที่เป็นผลิตภัณฑ์มีฝุ่นและดินเคลือบหรือเกาะอยู่ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตกลง ไม่สามารถนำไปทำคอนกรีตรับกำลังอัดสูงได้ ซึ่งถ้าให้ความชื้นแก่หินสูงขึ้น ปัญหาก็จะรุนแรงขึ้น จึงควรควบคุมในการให้ความชื้นแก่หินในสัดส่วนที่พอเหมาะ ซึ่งทางเลือกหนึ่งคือการใช้ระบบดูดและรวบรวมฝุ่นควบคู่ไปกับการใช้ระบบสเปรย์น้ำ หรือการสร้างอาคารปิดครอบเครื่องจักร เพื่อลดปริมาณความชื้นที่จะให้แก่หิน

9. เครื่องโม่ก่อให้เกิดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 11 ไมครอนในสัดส่วนที่สูงกว่าตะแกรงมาก โดยฝุ่นขนาดเล็กจะฟุ้งออกทางด้านช่องออกของหินหรือด้านใต้เครื่องโม่ เช่นที่ใต้ปากโม่ใหญ่จะปล่อยฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 11 ไมครอนประมาณถึง 40 % ส่วนตะแกรงจะก่อให้เกิดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 11 ไมครอนเพียง 10 – 15 % ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อระบบทางเดินหายใจมากกว่าฝุ่นขนาดใหญ่ และสามารถแขวนลอยในบรรยากาศได้เป็นเวลานานและฟุ้งกระจายไปได้ไกล