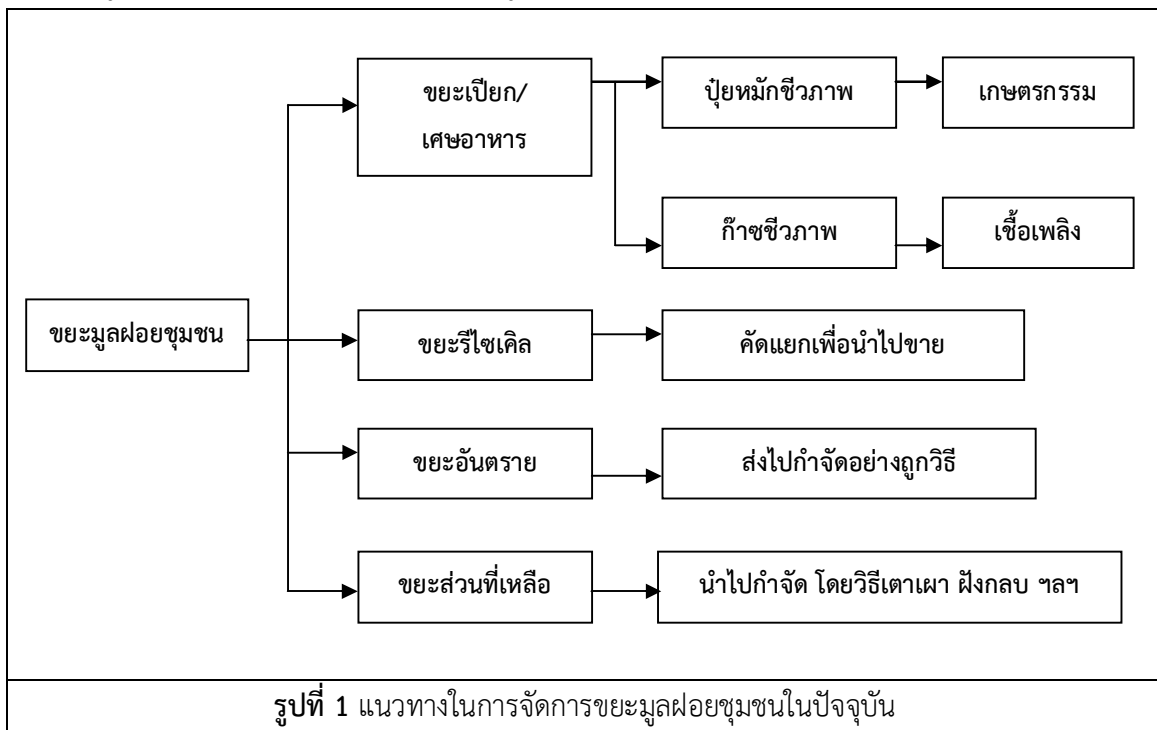


การนำเชื้อเพลิงแข็งทดแทนที่ผ่านการปรับสภาพ(Refuse Derived Fuel : RDF) มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

นายทรงวุฒิ ศรีสว่าง
นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ

1. บทนำ

ในปัจจุบัน แนวโน้มปัญหาขยะมูลฝอยของประเทศไทย เพิ่มขึ้นกว่าประมาณ 15,000,000 ตันต่อปี ได้แก่ เศษอาหาร (ร้อยละ 52) ขยะที่สามารถเผาไหม้ได้ (ร้อยละ 34) ขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (ร้อยละ 7) และขยะอื่นๆ (ร้อยละ 7) ซึ่งการจัดการขยะมูลฝอยในประเทศไทยปัจจุบันมีหลายรูปแบบ เช่น การเทกองเผา กลางแจ้ง การฝังกลบ การเผาโดยเตาเผาขยะ และวิธีผสมผสาน แต่เมื่อปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นในอนาคตจะก่อให้เกิดปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยโดยเฉพาะวิธีการฝังกลบ เนื่องจากขาดแคลนพื้นที่ฝังกลบ พื้นที่ฝังกลบหายากขึ้น รวมทั้งการไม่ยอมรับของชุมชนในการเข้ามาฝังกลบใกล้เคียงพื้นที่ของตนเอง ดังนั้นเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการจัดการขยะมูลฝอย วิธีที่ดีที่สุดคือการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจรเพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักของ 3R คือ การลดการเกิดของเสีย (Reduce) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อเป็นการจัดการขยะที่ต้นทางก่อนนำไปบำบัดหรือทำลาย แนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยจากชุมชนในปัจจุบัน แสดงดังรูปที่ 1



อย่างไรก็ตาม ในขั้นสุดท้ายแล้วยังมีปริมาณส่วนหนึ่งที่ต้องกำจัดโดยการเผาขยะ (Incineration) เป็นกระบวนการที่ลดปริมาณขยะให้เหลือน้อยที่สุด และทำลายเชื้อโรคได้อย่างเบ็ดเสร็จแต่ก็มีผลข้างเคียงคือ ปัญหามลพิษทางอากาศและน้ำ ตลอดจนกากซีเมนต์ที่ต้องนำไปฝังกลบ ดังนั้น ในภาวะที่ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้น

เรื่อยๆและเชื้อเพลิงที่ผลิตจากพอสซิลหาได้ยากขึ้นในอนาคตการแปลงขยะให้เป็นพลังงานในลักษณะการใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็งทดแทนโดยผ่านการแปรสภาพ (Refuse Derived Fuel : RDF) จึงมีความนิยมมากขึ้นยังเห็นได้ชัดเจน

2. นิยามเชื้อเพลิงแข็งทดแทนโดยผ่านการแปรสภาพ(Refuse Derived Fuel ; RDF)

เชื้อเพลิงแข็งทดแทนโดยผ่านการแปรสภาพ (Refuse Derived Fuel ; RDF) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการคัดแยกวัสดุที่สามารถเผาไหม้ได้ อาทิเช่น กระดาษ พลาสติก ยางและเศษไม้ เป็นต้น แล้วนำมาบดสับหรือตัดขยะมูลฝอยเป็นชิ้นเล็กๆ เชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าความร้อนสูงหรือมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ดีกว่าขยะโดยตรงเนื่องจากมีองค์ประกอบทางเคมีที่สม่ำเสมอ คุณลักษณะทั่วไปของเชื้อเพลิงขยะประกอบด้วย ปลอดภัยโรครจากการอบด้วยความร้อน ลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อโรค ไม่มีกลิ่น มีขนาดเหมาะสมต่อการป้อนเตาเผา-หม้อไอน้ำ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 15-30 มิลลิเมตร ความยาว 30-150 มิลลิเมตร) มีความหนาแน่นมากกว่าขยะมูลฝอยและชีวมวลทั่วไป (450-600 kg/m³) เหมาะสมต่อการจัดเก็บ และขนส่ง มีค่าความร้อนสูงเทียบเท่ากับชีวมวล (~13-18 MJ/kg) และมีความชื้นต่ำ (~ 5-10%) ลดปัญหามลภาวะจากการเผาไหม้ เช่น NO_x และไดออกซินและฟูราน

ตามมาตรฐาน ASTM E-75 จะแบ่งเชื้อเพลิงขยะสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการที่ใช้ประกอบ

ตารางที่ 1 ตารางแสดงคุณลักษณะของเชื้อเพลิงขยะทดแทนแต่ละชนิดและระบบการเผาไหม้

ชนิด	กระบวนการจัดการ	ระบบการเผาไหม้
RDF : MSW	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ได้ออกมาด้วยมือ รวมทั้งขยะที่มีขนาดใหญ่	Stoker
RDF2 : Coarse RDF	บดหรือตัดขยะมูลฝอยอย่างหยาบๆ	Fluidized Bed Combustor, Multi fuel Combustor
RDF3 : Fluff RDF	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ ออก เช่น โลหะ แก้วและอื่นๆ มีการบดหรือตัดจนทำให้ 95% ของขยะมูลฝอยที่คัดแยกแล้วมีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว	Stoker
RDF4 : Dust RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ มาผ่านกระบวนการทำให้อยู่ในรูปของผงฝุ่น	Fluidized Bed Combustor, Pulverized Fuel Combustor
RDF5 : Densified RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการอัดแท่ง โดยให้ความหนาแน่นมากกว่า 600 kg/m ³	Fluidized Bed Combustor, Multi fuel Combustor
RDF6 : RDF Slurry	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการให้อยู่ในรูปของ Slurry	Swirl Burner
RDF7 : RDF Syn-gas	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ มาผ่านกระบวนการ Gasification เพื่อผลิต Syn-gas ที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซได้	Burner, Integrated Gasification-Combined Cycle (IGCC)

3. ขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงแข็งทดแทนโดยผ่านการแปรสภาพ

3.1 เตรียมการกองขยะในลักษณะผสมแบบแนวตั้ง (Vertical Agitators) จะทำให้กองขยะที่อยู่ทางด้านล่างมีโอกาสสัมผัสกับอากาศได้มากขึ้น ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพได้ดีขึ้น และยังป้องกันการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนทางด้านล่างของกองขยะที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างการเทกลองขยะมูลฝอยสำหรับเตรียม RDF

3.2 ทำการคัดแยกขยะรีไซเคิลได้โดยใช้แรงงานคนบนสายพานคัดแยก ขยะที่เหลือทั้งขยะอินทรีย์และขยะอนินทรีย์ จะถูกส่งเข้าสู่เครื่องสับหยาบ เพื่อลดปริมาตร จากนั้นจะถูกลำเลียงเข้าสู่ระบบกวนผสมเพื่อเติมอากาศ ประสิทธิภาพการย่อยสลายสูง ทิ้งไว้ให้ย่อยสลายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน จนการหมักสิ้นสุดลง และขยะมีเสถียรภาพปราศจากกลิ่น จากนั้น ขยะชุมชนจากกระบวนการหมักจะส่งเข้าสู่เครื่องคัดแยกแบบตะแกรงหมุน ได้ส่วนประกอบ คือ 1) อินทรีย์สารผงละเอียด สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน 2) ขยะพลาสติก หรือเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel :RDF) โดย RDF-3 สามารถนำไปทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในโรงงานอุตสาหกรรมได้ หรือนามาผลิตเป็น RDF-4 ด้วยเครื่องจับก้อน (Agglomerator Machine) เพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงงานต่อไป



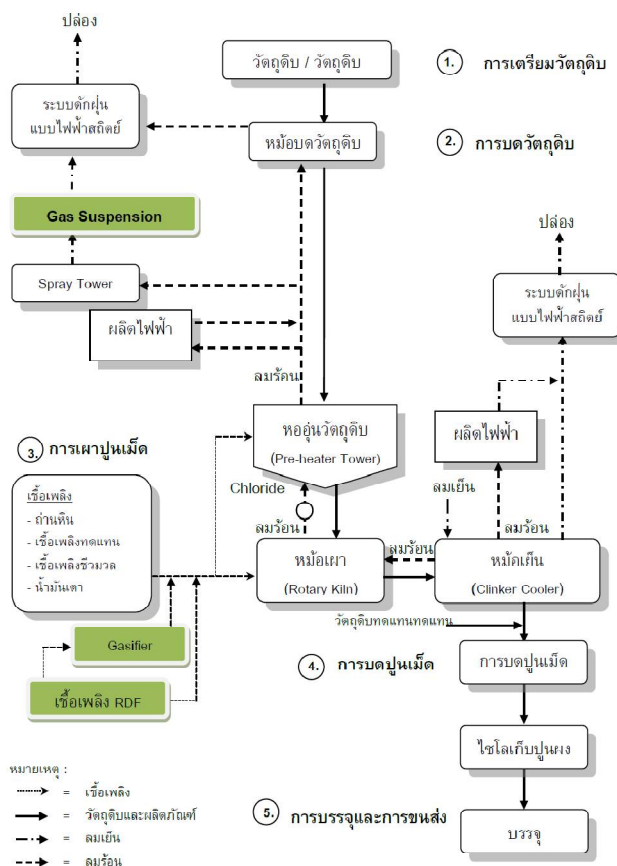
รูปที่ 3 ขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงแข็งทดแทนโดยผ่านการแปรสภาพ

4. การใช้เชื้อเพลิงแข็งทดแทน RDF ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

การใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตของโรงงานปูนซีเมนต์ จะมีการใช้ถ่านหินลิกไนต์ ชีวมวล และวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนเป็นเชื้อเพลิงหลัก และมีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการให้ความร้อนแก่หม้อเผาในช่วงเริ่มต้นและอุ่นหม้อเผาโดยเชื้อเพลิงทดแทน RDF สามารถใช้ได้ทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์โดยตรง และ/หรือเครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasifier) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสะอาดก่อนนำก๊าซที่ได้ผลิตมาใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ให้ดีขึ้นซึ่งส่วนใหญ่ในโรงงานปูนซีเมนต์ฯ จะใช้เชื้อเพลิงแข็งทดแทนที่ผ่านการปรับสภาพ (Refuse Derived Fuel: RDF) ร่วมกับการติดตั้งเครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasifier: Pre-Combustion Chamber) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เชื้อเพลิงแข็งทดแทนที่ผ่านการปรับสภาพ (Refuse Derived Fuel: RDF)

เชื้อเพลิงแข็งทดแทนที่ผ่านการปรับสภาพหรือเชื้อเพลิง RDF มาผ่านกระบวนการแปรรูปโดยการย่อยด้วยเครื่องย่อย (Shedder) เพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ก่อนนำไปใช้งานในเครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasifier) หรือนำเข้าหม้อเผาโดยตรง แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การนำเชื้อเพลิง RDF มาใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ของโรงงานปูนซีเมนต์

2) ลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิง RDF

เชื้อเพลิง RDF ที่จะนำมาใช้ในโรงงานผลิตปูนซีเมนต์จะต้องควบคุมคุณสมบัติของเชื้อเพลิงให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยเชื้อเพลิง RDF จะมาจากองค์ประกอบหลายส่วน เช่น เศษพลาสติก เศษผ้า เศษหนัง เศษยาง เศษกระดาษ เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบของเชื้อเพลิง RDF จะต้องมีความร้อนประมาณ 4,000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ถ้าประมาณร้อยละ 5 และความชื้นประมาณร้อยละ 25 และต้องมีองค์ประกอบสารเจือปนตามเกณฑ์องค์ประกอบของวัสดุที่ไม่ใช่แล้วที่เป็นของแข็งที่นำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิง (ภายใต้โครงการปรับปรุงคุณภาพของเสียรวม) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์ในการกำหนดของเชื้อเพลิง RDF โรงงานปูนซีเมนต์ลำปาง

องค์ประกอบ	หน่วย	เชื้อเพลิง RDF
คลอไรด์ (Chloride; Cl)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 6
ซัลเฟอร์ (Sulfur; S)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 15
สารหนู (Arsenic; As)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
แคดเมียม (Cadmium; Cd)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
โครเมียม (Chromium; Cr)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
ทองแดง (Copper; Cu)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
ตะกั่ว (Lead; Pb)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
ปรอท (Mercury; Hg)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
นิกเกิล (Nickel; Ni)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
พลวง (Antimony; Sb)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
แธลเลียม (Thillium; Tl)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10
วานาเดียม (Vanadium; V)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	≤ 10

ที่มา : บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด, 2554., บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด, 2554., บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด, บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด, 2554.2554.

3) ปริมาณการใช้

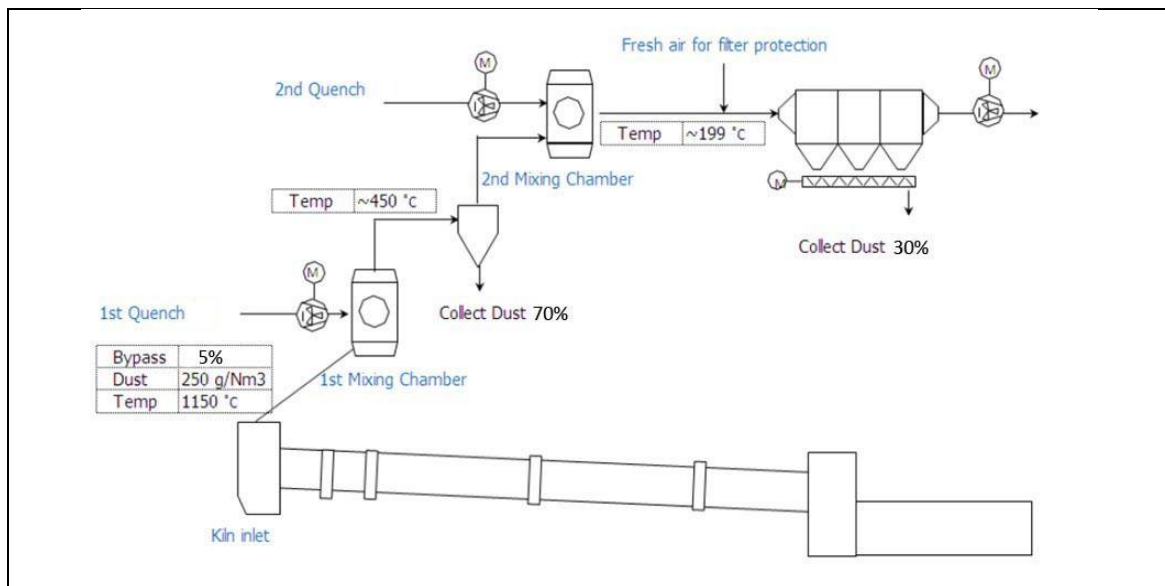
ปริมาณความต้องการใช้เชื้อเพลิง RDF จะขึ้นอยู่กับชนิด/องค์ประกอบของวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว และอัตราการทดแทนเชื้อเพลิงและวัสดุดิบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นหลัก โดยมีข้อพิจารณาหลัก 3 ประการ คือ คุณภาพของปูนเม็ด องค์ประกอบของวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว และความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่ระบายออกจากโรงงานปูนซีเมนต์

ตารางที่ 3 ตัวอย่างปริมาณความต้องการใช้เชื้อเพลิง RDF

โรงงานปูนซีเมนต์	ปริมาณการใช้วัสดุที่ไม่ใช่แล้วสำหรับทดแทน วัสดุดิบและเชื้อเพลิงทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว (ตันปี/	ปริมาณการใช้ RDF (ตันปี/)
1.โรงงานปูนซีเมนต์ลำปาง	401,280	70,000
2.โรงงานปูนซีเมนต์แก่งคอย	630,720	250,000
3.โรงงานปูนซีเมนต์เขาวง	570,240	130,000
4.โรงงานปูนซีเมนต์ท่าหลวง	1,200,000	110,000
5.โรงงานปูนซีเมนต์ทุ่งสง	1,246,578	210,000

สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ต้องควบคุมปริมาณการใช้วัสดุที่ไม่ใช่แล้ว เนื่องจากองค์ประกอบของสารบางตัวจะก่อให้เกิด Cake (Sticky Material) ขึ้นในระบบ และทำให้เกิดการอุดตันที่ Inlet Chamber ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปัญหาในการควบคุมการผลิต ในกรณีของซัลเฟอร์ (Sulfur, S) ในวัสดุที่ไม่ใช่แล้วหากมีปริมาณมากกว่าซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิงหรือวัตถุดิบธรรมชาติ เมื่อมีการนำมาใช้จะทำให้มีปริมาณซัลเฟอร์ในระบบมากเกินไป โดยซัลเฟอร์ส่วนเกินนี้จะรวมตัวกับแคลเซียม (Calcium, Ca) ในวัตถุดิบ เกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมซัลเฟต (Calcium Sulfate, CaSO_4) หรือ Cake ขึ้น ส่วนในสภาวะปกติปริมาณซัลเฟอร์ในวัตถุดิบจะรวมตัวกับ Alkali (โซเดียม และโปแทสเซียม) เกิดเป็น Alkali Sulfate คือ โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และโปแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) โดยในระบบหม้อเผา วัตถุดิบจะไหลสวนทางกับลมร้อน เมื่ออุณหภูมิวัตถุดิบเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ทำให้ Alkali Sulfate เหล่านี้จะกลายเป็นไอปนไปกับลมร้อน และเมื่อลมร้อนมีอุณหภูมิต่ำลงจน Alkali Sulfate กลับมาเป็นของแข็ง ก่อให้เกิดการอุดตันขึ้น จะเห็นได้ว่าทั้งซัลเฟอร์และ Alkali ต่างมีส่วนทำให้เกิดการอุดตัน

จากข้อมูลการศึกษาโรงงานปูนที่มีการใช้เชื้อเพลิง RDF พบว่า การใช้เชื้อเพลิง RDF อาจจะทำให้สารคลอไรด์ (Cl) ในระบบหม้อเผาเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งหากมีปริมาณคลอไรด์ในระบบหม้อเผามากเกินไป อาจจะทำให้เกิดการอุดตันของไซโคลน ส่งผลให้อาจหยุดกระบวนการผลิตปูนเม็ดได้ ดังนั้น เพื่อป้องกันปัญหานี้ทำให้จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ดักจับสารคลอไรด์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ รูปที่ 4



รูปที่ 4 Flow Diagram ระบบ Chloride Bypass

4) การจัดการกากของเสีย

กากของเสียที่เกิดขึ้นจากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ที่มีการนำเชื้อเพลิงแข็งทดแทนที่ผ่านการปรับสภาพ (Refuse Derived Fuel : RDF) ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์สามารถจำแนกได้เป็น เถ้าที่เกิดขึ้นจากเครื่อง Gasifier และฝุ่นคลอไรด์จากระบบดักจับคลอไรด์ ซึ่งมีต้องวิธีการจัดการที่เหมาะสม ดังนี้

(1) เถ้าที่เกิดขึ้นจากเครื่อง Gasifier ส่วนใหญ่จะเป็นเถ้าหนัก (Bottom Ash) จะต้องถูกรวบรวมไปกองเก็บที่ยังเก็บวัตถุดิบเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในการผลิตปูนซีเมนต์

(2) ฝุ่นคลอไรด์จากระบบดักจับคลอไรด์ จะถูกรวบรวมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในการผลิตปูนซีเมนต์ โดยจะป้อนเข้าที่หม้อบดซีเมนต์ (Cement Mill) หรือส่งให้หน่วยงานภายนอกที่ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

5. บทสรุป

จะเห็นว่าปัจจุบัน ในต่างประเทศได้มีการนำเชื้อเพลิง RDF มาใช้ในภาคอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ทั้งในทวีปยุโรป เช่น เยอรมัน ฝรั่งเศส อังกฤษ และในเอเชีย ได้แก่ จีน และญี่ปุ่น โดยมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และโรงไฟฟ้า ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ในประเทศไทย ก็เห็นถึงความสำคัญในการลดการใช้พลังงานเพื่อลดการปล่อยมลภาวะ และเพื่อให้การดำเนินโครงการที่ได้ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุดสามารถอยู่คู่กับชุมชนได้อย่างยั่งยืน จึงได้นำพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมเพื่อที่จะนำเชื้อเพลิง RDF มาใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยนำมาป้อนผ่านเครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasifier) และ/หรือการเผาโดยตรงในระบบหม้อเผา ทั้งนี้ ยังได้มีความร่วมมือกับหน่วยงานท้องถิ่นดำเนินการเตรียมเชื้อเพลิง RDF เช่น การทำ “โครงการศูนย์จัดการวัสดุไม่ใช้แล้ว” เพื่อนำขยะมูลฝอยภายในเขตรับผิดชอบของหน่วยงานท้องถิ่นต่างๆ มาดำเนินการแปรรูปขยะมูลฝอยชุมชนเป็นเชื้อเพลิง RDF ป้อนให้กับโรงงานปูนซีเมนต์ ทั้งนี้ การนำเชื้อเพลิง RDF มาใช้ในโรงงานปูนซีเมนต์นั้นจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกทั้งในส่วนของคุณภาพสิ่งแวดล้อมและชุมชน เนื่องจากมีการควบคุมที่ดีตั้งแต่ขั้นตอนการคัดแยกขยะชุมชน โดยแยกขยะอันตรายออก พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์ในการรับ RDF ที่จะนำมาใช้งาน และกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ในหม้อเผาปูนมีอุณหภูมิสูงถึง 1,450 องศาเซลเซียส ดังนั้นการนำ RDF มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานปูนซีเมนต์จึงอาจกล่าวได้ว่าก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับต่ำ รวมทั้งจะช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการขยะต่างๆ เช่น กลิ่นเหม็น แมลงและสัตว์นำโรคและการปนเปื้อนของดินและแหล่งน้ำธรรมชาติ และเมื่อมีการจัดการขยะที่ดีก็จะส่งผลที่ดีต่อคุณภาพชีวิตและสุขภาพของคนในชุมชนด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

1. ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, เทคโนโลยีการจัดการขยะแบบครบวงจร (Integrated Solid Waste Management : ISWM)
2. กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, เทคโนโลยีการผลิตพลังงาน/เชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก โครงการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการนำวัสดุเหลือใช้และกากของเสียมาใช้ประโยชน์

3. รายงานการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการโรงงานปูนซีเมนต์ลำปาง ฉบับสมบูรณ์ 2555 มิถุนายน ,
4. รายงานการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการโรงงานปูนซีเมนต์แก่งคอย ฉบับสมบูรณ์ 2556 เมษายน ,
5. รายงานการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการโรงงานปูนซีเมนต์เขาวง ฉบับสมบูรณ์ มีนาคม ,ม 2556.
6. รายงานการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการโรงงานปูนซีเมนต์ท่าหลวง ฉบับสมบูรณ์ 2555 ธันวาคม ,.
7. รายงานการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการโรงงานปูนซีเมนต์ทุ่งสง ฉบับสมบูรณ์ 2557 มีนาคม ,.