บทที่ 2

สิ่งแวดล้อมกับการผลิตไฟฟ้า

2.1 บทนำ

ปัญหาการเลือกใช้ทรัพยากรในการผลิตไฟฟ้า ก็เช่นเดียวกับการเลือกใช้ทรัพยากรในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคอื่นๆ ที่ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิต ความมั่นคงในการจัดหา ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรนั้น ซึ่งถือว่าเป็นต้นทุนการผลิตชนิดหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ทรัพยากรหรือเชื้อเพลิงทุกชนิดมีข้อจำกัดและความเหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนในการเลือกใช้ทรัพยากรในการผลิตไฟฟ้า

2.2 ทางเลือกการใช้ทรัพยากร

ทรัพยากรพลังงานที่ใช้ผลิตไฟฟ้าในประเทศเกิดจากการผสมผสานปัจจัยการผลิตกับเทคนิคการผลิตรูปแบบต่าง ๆ ทรัพยากรที่เลือกใช้จึงต้องสอดคล้องกับเทคนิคการผลิตและลักษณะความต้องการไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในประเทศที่สำคัญได้แก่ พลังน้ำ ก๊าซธรรมชาติ และลิกไนต์ [8]

พลังน้ำ ศักยภาพของแหล่งพลังน้ำในประเทศมีทั้งหมดประมาณ 10,626 เมกะวัตต์ ได้รับการพัฒนาแล้วประมาณ 2,429 เมกะวัตต์ กำลังพัฒนาอยู่ 516 เมกะวัตต์และอยู่ระหว่างเสนอโครงการ 660 เมกะวัตต์ ส่วนที่เหลืออีกราว 7,000 เมกะวัตต์ จะพัฒนายากมาก เนื่องจากผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ จึงจะมีความเป็นไปได้มากกว่าเพราะใช้พื้นที่น้อย และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก

ก๊าซธรรมชาติ ถือเป็นทรัพยากรในประเทศที่มีความสำคัญอย่างมาก ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ปริมาณสำรองก๊าซที่ค้นพบแล้วราว 13 ล้านลูกบาศก์ฟุต

ในปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ทำการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงราวร้อยละ 40 ลดลงจากร้อยละ 57 ในปี 2531 ซึ่งเป็นปีที่ใช้ก๊าซธรรมชาติผลิตไฟฟ้าสูงสุดทั้งนี้เพราะ ในการขยายกำลังผลิตเพิ่มขึ้นไม่สามารถเพิ่มปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติได้ทัดเทียมกัน เนื่องจากข้อจำกัดในด้านการผลิตก๊าซในปัจจุบัน ถึงแม้ว่าการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยมีโครงการขยายการผลิตก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้น ทว่าครึ่งหนึ่งของกำลังผลิตเป้าหมายเกิดจากการนำเข้าจากประเทศพม่าและมาเลเซีย ซึ่งปัจจุบันอยู่ในขั้นเจรจากันเท่านั้น

ลิกไนต์ พบว่าปริมาณสำรองที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อยู่ประมาณ 1,130 ล้านตัน แหล่งสำคัญคือ แม่เมาะ จังหวัดลำปางมีอยู่ประมาณ 812 ล้านตัน และแหล่งสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา อีกประมาณ 250 ล้านตัน ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาการผลิตจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะแล้ว 2,025 เมกะวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 27 ของความต้องการไฟฟ้าทั้งหมด

อย่างไรก็ตาม ทรัพยากรลิกไนต์ยังคงมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าได้อีกถึง5,175เมกะวัตต์ แต่การลงทุนด้านแก้ไขมลภาวะ และการอพยพราษฎรก็สูงขึ้นทุกขณะ

ส่วนแหล่งน้ำมันดิบเพชร ซึ่งได้จากแหล่งสิริกิติ์ จังหวัดกำแพงเพชร ปัจจุบันมีกำลังการผลิตเพียงเดือนละ 20 ล้านลิตร เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันเตาทั้งหมดในการผลิตไฟฟ้าเดือนละ 320 ล้านลิตรซึ่งถือว่าน้อยมากในปัจจุบัน

ดังได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะเห็นว่าการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ต้องพิจารณาความเหมาะสมทางด้านราคา ความมั่นคงในการจัดหา และปัญหาสภาพแวดล้อมจากข้อจำกัดของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด และปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ ดังนั้นเชื้อเพลิงที่องค์กรที่รับผิดชอบในการผลิตไฟฟ้า เช่น กฟผ. เลือกใช้ในการผลิตไฟฟ้า คือ ถ่านหินทั้งที่มีอยู่ในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ

ถ่านหิน นับเป็นทรัพยากรพลังงานที่มีความสำคัญเพิ่มขึ้นทุกขณะ ทั่วโลกมีแนวโน้มการใช้ทดแทนพลังงานอื่นมากขึ้น ปัจจุบันปริมาณสำรองถ่านหินในโลกที่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้มีประมาณ 7 แสนล้านตันมีมากที่สุดในสหภาพโซเวียต ร้อยละ 44.3 รองลงมาที่สหรัฐอเมริกา ร้อยละ 25.2 ออสเตรเลีย ร้อยละ 6.1

จากปริมาณสำรองจำนวนมากทั้งยังมีราคาถูกในปัจจุบัน การนำถ่านหินคุณภาพดีมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า จึงเป็นทางเลือกหนึ่ง ด้วยคุณภาพของถ่านหินประกอบกับเทคโนโลยีในการผลิตที่ทันสมัย ทำให้โรงไฟฟ้าถ่านหินในปัจจุบันมีความสะอาดและปลอดจากมลพิษอย่างสิ้นเชิง

2.3 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ถ่านหิน

ในประเทศไทย โรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ถ่านหิน(Coal-fired power plant)และเป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าหลักแหล่งหนึ่งของประเทศคือ โรงไฟฟ้าแม่เมาะ [9]

มีลักษณะเฉพาะคือ ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ การใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงสามารถจะอธิบายคร่าว ๆ ได้ดังนี้

ถ่านลิกไนต์ที่ขุดได้จากเหมืองลิกไนต์จะถูกส่งเข้ามาบดในเครื่องย่อยถ่านชุดแรก โดยจะควบคุมให้ถ่านหินที่ผ่านการบดมาแล้วขนาดไม่โตกว่า 30 ลบ.ซม. จากนั้นถ่านจะถูกลำเลียงจากเครื่องบดชุดแรกมากองไว้บนลานกองย่อย โดยใช้สายพานเป็นอุปกรณ์ในการลำเลียง ถ่านจากลานกองถ่านจะถูกส่งขึ้นไปยังโรงย่อยถ่าน โดยในช่วงแรกจะมีระบบแม่เหล็กไฟฟ้า และระบบตรวจสอบโลหะคอยตรวจสอบเพื่อแยกเหล็กหรือโลหะที่ไม่พึงประสงค์ออกจากถ่าน จากนั้นถ่านเหล่านี้จะผ่านไปยังเครื่องย่อยถ่านชุดที่สอง โดยจะย่อยถ่านให้ขนาดถ่านที่ย่อยแล้วโตไม่เกินกว่า 3 ลบ.ซม. และส่งไปเก็บไว้ในยุ้งถ่าน (Coal bunker)ในตัวโรงไฟฟ้าเพื่อเตรียมใช้งานต่อไป

เนื่องจากถ่านหินมีคุณสมบัติเป็นของแข็ง จึงทำให้การติดไฟค่อนข้างยาก ดังนั้นในช่วงแรกของการจุดเตา จะต้องใช้ Light Oil จุดนำก่อน โดย Light Oil จะถูกฉีดผ่านหัวฉีดน้ำมันให้กระจายเป็นฝอยเข้าไปในตัวเตา และจะมีระบบจุดระเบิดโดยการใช้การ Spark ของไฟฟ้าแรงสูง เป็นตัวจุดทำให้ Light Oil เกิดการลุกไหม้ภายในเตา เมื่อการเผาไหม้ Light Oil อยู่ในสภาวะคงที่ (Stable) และอุณหภูมิภายในเตาสูงพอจึงจะเริ่มเผาถ่านลิกไนต์

ถ่านลิกไนต์จากยุ้งเก็บถ่าน จะถูกป้อนเข้าโม่บดโดยผ่านทางเครื่องป้อนถ่าน (Coal Feeder) โดยเครื่องป้อนถ่านนี้จะเป็นตัวควบคุมปริมาณของถ่านที่ต้องการจะเผา

ในโม่บดถ่านนั้นจะมีลมร้อนที่ได้จากพัดลมอัดลมผ่านเครื่องอุ่นอากาศเป่าเข้าไปในโม่ ถ่านจะถูกบดโดยมีลมร้อนเป็นตัวกวนให้การบดมีประสิทธิภาพที่ดี และไล่ความชื้นออกจากถ่าน จากนั้นถ่านที่ถูกบดแล้ว ซึ่งมีขนาดประมาณ 74/1,000 มิลลิเมตร และอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียสจะถูกลมร้อนพาขึ้นไปตามท่อส่งถ่านไปยังหัวฉีดถ่าน (Coal Burner) หัวฉีดถ่านจะทำหน้าที่ควบคุมให้ถ่านฟุ้งกระจายเข้าไปในเตาอย่างมีระเบียบ เมื่อผงถ่านเข้าไปปะทะกับ Light Oil ที่กำลังลุกไหม้และมีอุณหภูมิสูง ผงถ่านก็จะติดไฟและเกิดการเผาไหม้ขึ้น อุณหภูมิในเตาก็จะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงจุดที่ถ่านสามารถลุกไหม้ได้เอง ในช่วงนั้นก็สามารถหยุดการใช้ Light Oil โดยใช้ถ่านเพียงอย่างเดียวได้ ในการเผาถ่านนี้จะเกิดขี้เถ้าขึ้น โดยขี้เถ้าจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

-ขี้เถ้าหนัก (Wet Ash) จะตกลงสู่ก้นเตาและถูกลำเลียงออกจากเตา โดยระบบสายพานเหล็ก (Scrapper Conveyer)

-ขี้เถ้าเบา (Fly Ash or Dry Ash) จะปนไปกับก๊าซร้อนออกสู่ปล่องควัน

เนื่องจากปริมาณขี้เถ้าเบาที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณสูงขึ้น 80%-85% ของขี้เถ้าที่เกิดขึ้นทั้งหมด ดังนั้นจึงต้องมีการติดตั้งเครื่องจับฝุ่นไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูง เป็นการป้องกันมลภาวะของอากาศ

โดยสรุปแล้ว ถ่านลิกไนต์ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจะถูกย่อย และบดจนป่น แล้วพ่นเข้าเตาเป็นเชื้อเพลิงต้มน้ำให้กลายเป็นไอ และให้ความร้อนแก่ไอน้ำจนแห้งสนิท แล้วส่งไปหมุนเครื่องกังหันไอน้ำ ซึ่งจะพาให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตาม ทำการผลิตไฟฟ้า แล้วส่งเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเพิ่มแรงดันให้สูงขึ้นจากนั้นจึงส่งเข้าระบบส่งไฟฟ้าต่อไป ซึ่งประกอบด้วย สานไกไฟฟ้าเพื่อเพิ่มแรงดันสายส่งไฟฟ้า ไปสู่สถานีไฟฟ้าแรงสูงต่าง ๆ แล้วลดระดับแรงดันลงส่งให้สถานีไฟฟ้าย่อยของฝ่ายจำหน่าย เพื่อแจกจ่ายให้กับประชาชนต่อไป สิ่งสำคัญก็คือ จะต้องมีน้ำ และถ่านลิกไนต์ ส่งป้อนตลอดเวลาที่เดินเครื่องผลิตไฟฟ้า

กำลังผลิต

หน่วยที่ 1-3 หน่วยละ 75 เมกกะวัตต์

4-7 หน่วยละ 150 เมกกะวัตต์

8-11 หน่วยละ 300 เมกกะวัตต์

รวมกำลังผลิตในปัจจุบัน 2,025 เมกกะวัตต์ คิดเป็น 17% ของกำลังผลิตกระแสไฟฟ้ารวม

2.4 การเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

" ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ " [10] เป็นสารประกอบชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของธาตุซัลเฟอร์ที่ถูกเผาไหม้กับออกซิเจน

โดยธาตุซัลเฟอร์ หรือที่เราคุ้นเคยในชื่อของกำมะถันนั้น เป็นธาตุที่มีผสมอยู่ในทุกสรรพสิ่งในโลกนี้ ในร่างกายของคนเรา สัตว์ และในส่วนต่าง ๆ ของพืชทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่ และที่ล้มตายกลายสภาพจนเน่าเปื่อยผุพังไปแล้วไม่ว่าจะเนิ่นนานเพียงใดก็ตาม กำมะถันนี้ก็ยังคงอยู่ไม่เสื่อมสลายสูญ

หายไปไหน เมื่อใดที่มีการเผาไหม้สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าว ถ่านที่สะสมอยู่ข้างในจะถูกเผาไหม้ตามไปด้วย ในโลกนี้จึงเกิดมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปะปนอยู่ทั่วไปตลอดเวลา

และเมื่อความต้องการพลังงานได้เพิ่มขึ้นอย่างมากมายเช่นทุกวันนี้ การนำเชื้อเพลิงทั้งหลาย ซึ่งล้วนมีถ่านหรือธาตุซัลเฟอร์สะสมอยู่ไม่ว่าจะเป็น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน รวมทั้งลิกไนต์มาใช้ เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ จึงทำให้ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในโลกนี้มีเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยและก่อให้เกิดโทษภัยต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย จนกลายเป็นความจำเป็นที่จะต้องควบคุมปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสภาพความเป็นไปตามธรรมชาติ

ตัวอย่างมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 และ 2.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย (พ.ศ.2538)

สารมลพิษ *	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 1 เดือน		ค่าเฉลี่ย 1 ปี **		วิธีการตรวจวัด
	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มคก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	34.2	30	10.26	9	-	-	-	-	-	-	Non-Dispersive Infrared Detection
/* ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	0.32	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemiluminescence
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	0.78	0.3	-	-	0.3	0.12	-	-	0.1	0.04	UV - Fluorescence
ฝุ่นรวม (TSP)	-	-	-	-	0.33	-	-	-	0.1	-	Gravimetric - High Volume
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM - 10)	-	-	-	-	0.12	-	-	-	0.05	-	Gravimetric - High Volume
โอโซน (O_3)	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemiluminescence
สารตะกั่ว (Pb)	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	Atomic Absorption Spectrometer

หมายเหตุ * : ค่าความเข้มข้นของก๊าซ คำนวณที่ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

** : ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

/* : ค่ามาตรฐาน SO_2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง

- 1,300 มคก./ลบ.ม. สำหรับพื้นที่แม่เมาะ
- 780 มคก./ลบ.ม. สำหรับบริเวณทั่วไป (ยกเว้นในพื้นที่แม่เมาะ)

ตารางที่ 2.2 แสดงมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ [11]

สารมลพิษ	ระยะเวลา	ความเข้มข้น		หน่วยงาน
		$\mu g/m^3$	PPM	
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	24 ชม.	300	0.11	ONEB
		365	0.14	US EPA
		500	0.19	IBRD
	1 ปี	100 **	0.04 **	ONEB
		100 *	0.04 *	IBRD
		80 *	0.03 *	US EPA
ไนโตรเจนไดออกไซด์	1 ชม.	320	0.17	ONEB
	1 ปี	100 *	0.05 *	US EPA
คาร์บอนมอนอกไซด์	1 ชม.	50000	44	ONEB
		40000	35	US EPA
	8 ชม.	20000	18	ONEB
		10000	9	US EPA
โอโซน	1 ชม.	200	0.1	ONEB
		235	0.12	US EPA
Total Suspended	24 ชม.	330	-	ONEB
Particulate		260	-	UP EPA
		500	-	IBRD
	1 ปี	100 **	-	ONEB, IBRD
		75	-	US EPA

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ * : มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean)

** : มัชฌิมเรขาคณิต (Geometric Mean)

ONEB : National Environment Board

US EPA : US Environmental Protection Agency

IBRD : International Bank for Reconstruction and Development

2.5 ระบบการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

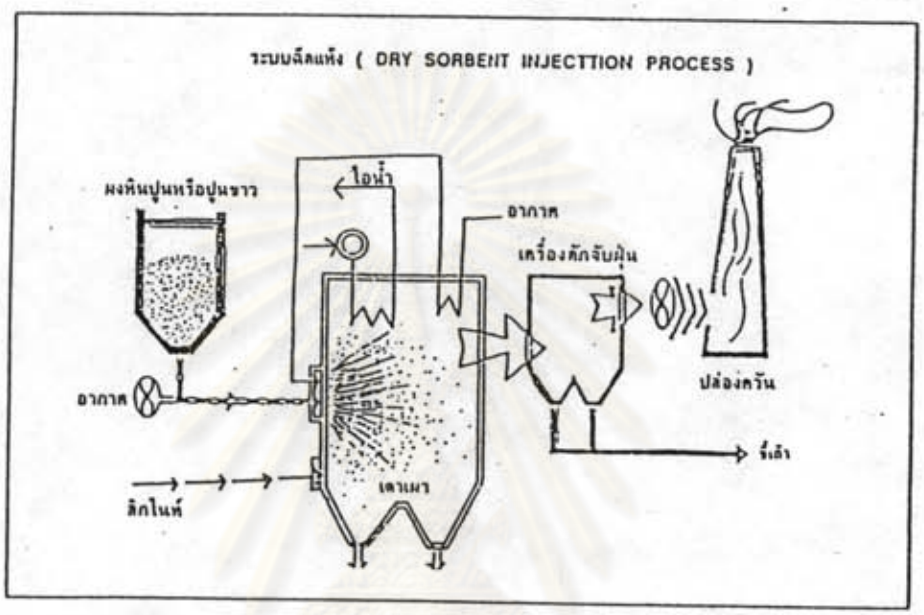
ระบบการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ [10] หรือที่บรรดานักวิชาการทางด้านสิ่งแวดล้อมเรียกสั้น ๆ ว่า เอฟจีดี นี้ มีที่มาจากคำว่า Flue Gas Desulfurization :FGD ซึ่งหมายถึง การแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกจากไอเสียที่เกิดขึ้นจากขบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ก่อนที่จะปล่อยออกทางปล่องไปสู่บรรยากาศภายนอก ที่นิยมใช้กันทั่วโลกในขณะนี้มี 3 ระบบ คือ ระบบฉีดแห้ง (Dry Sorbent Injection Processs) ระบบกึ่งแห้ง(Semi-Dry Process) และระบบเปียก (Wet Lime Stone Process) โดยแต่ละระบบมีขั้นตอนการทำงานและประสิทธิภาพในการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกันดังต่อไปนี้

ระบบฉีดแห้ง หรือ Dry Sorbent Injection Process

เป็นการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยการฉีดพ่นผงปูนขาวหรือผงหินปูนที่บดละเอียดแล้วเข้าไปในเตาเผา เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านลิกไนท์ในเตาเผา ผลที่เกิดขึ้นจากขบวนการดังกล่าวนี้ คือผงยิมซั่มบางส่วนและสารประกอบคล้ายยิมซั่มบางส่วน ซึ่งจะตกลงมาปะปนอยู่กับขี้เถ้าก้นเตา ยิมซั่มที่ได้นี้จึงเป็นยิบซั่มที่สกปรก นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้

ระบบฉีดแห้งนี้ มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกต่ำ เนื่องจากระบบการทำงานง่ายไม่ซับซ้อน และใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น จึงมีประสิทธิภาพในการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำเช่นกันคือ 45 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากผงปูนขาวที่พ่นเข้าไปในเตาไม่สามารถทำปฏิกิริยากับไอร้อนของก๊าซได้อย่างทั่วถึงทั้งหมด ขณะเดียวกันผงปูนขาวที่ฉีดพ่นเข้าไปในเตาเผายังเข้าไปรบกวนการทำงานของเตาเผา รวมทั้งเครื่องดักจับฝุ่น ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่ำลงอีกด้วย

สำหรับปูนขาวที่จะนำมาใช้ในขบวนการของระบบฉีดแห้งประมาณ 21.6 ตันต่อชั่วโมง นั้น จะต้องนำหินปูนมาเผาเพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปก่อน โดยหินปูน 100 ส่วน เมื่อเผาแล้วจะได้ปูนขาวประมาณ 56 ส่วน รายละเอียดของระบบฉีดแห้ง ดังรูปที่2.1



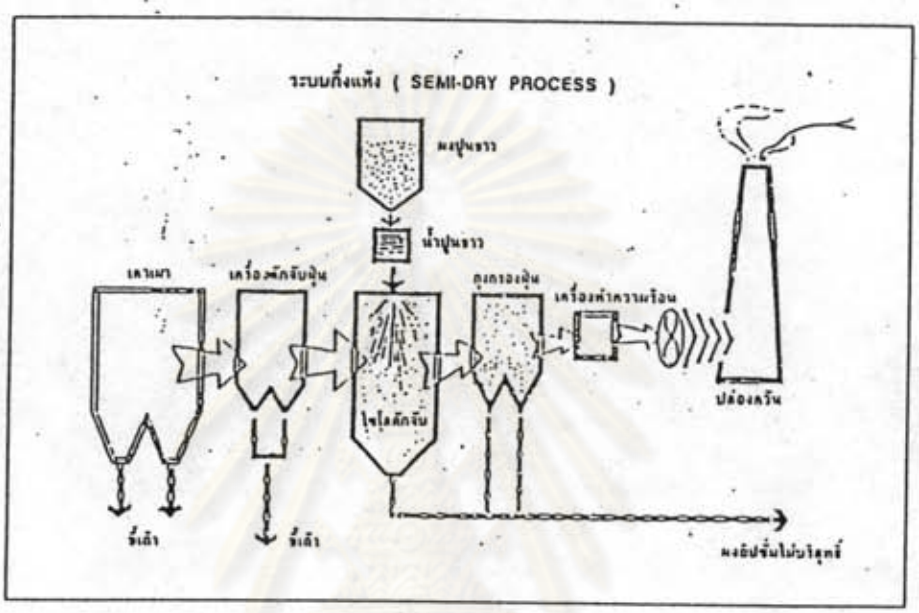
รูปที่2.1 ระบบฉีดแห้ง

ระบบกึ่งแห้ง หรือ Semi-Dry Process

เป็นการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยการฉีดพ่นน้ำปูนขาวให้เข้าไปทำปฏิกิริยากับไอร้อนของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในหอดักจับ (ไซโล) หลังจากที่ผ่านมามีการกรองหรือดักจับฝุ่นขี้เถ้ามาขั้นหนึ่งแล้ว ไอของก๊าซซัลเฟอร์ส่วนที่สัมผัสกับหยดน้ำปูนขาวจะกลายสภาพเป็นยิบซั่ม ส่วนที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาหรือทำปฏิกิริยาแต่ไม่สมบูรณ์จะเปลี่ยนเป็นสารประกอบคล้ายยิบซั่ม แล้วจะตกลงมาปะปนอยู่กับขี้เถ้าที่ก้นหอดักจับ อีกส่วนหนึ่งจะผ่านเข้าไปในเครื่องทำความร้อนเพื่อให้ก๊าซขยายตัวและลอยขึ้นไปตามปล่องควันได้ง่ายขึ้น

การขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยระบบกึ่งแห้งนี้ มีค่าใช่จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกสูงขึ้นกว่าระบบฉีดแห้งประมาณ 3 เท่า[10] เนื่องจากมีขบวนการทำงานและอุปกรณ์มากขึ้นโดยสามารถขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์

สำหรับปูนขาวที่นำมาใช้ ก็ต้องผ่านกรรมวิธีในการเผาหินปูนเช่นเดียวกับระบบแห้งปริมาณของปูนขาวที่จะต้องใช้ต่อชั่วโมงคือ ประมาณ 21.4 ตัน รายละเอียดของระบบกึ่งแห้งแสดงดังรูปที่2.2



รูปที่2.2 ระบบกึ่งแห้ง

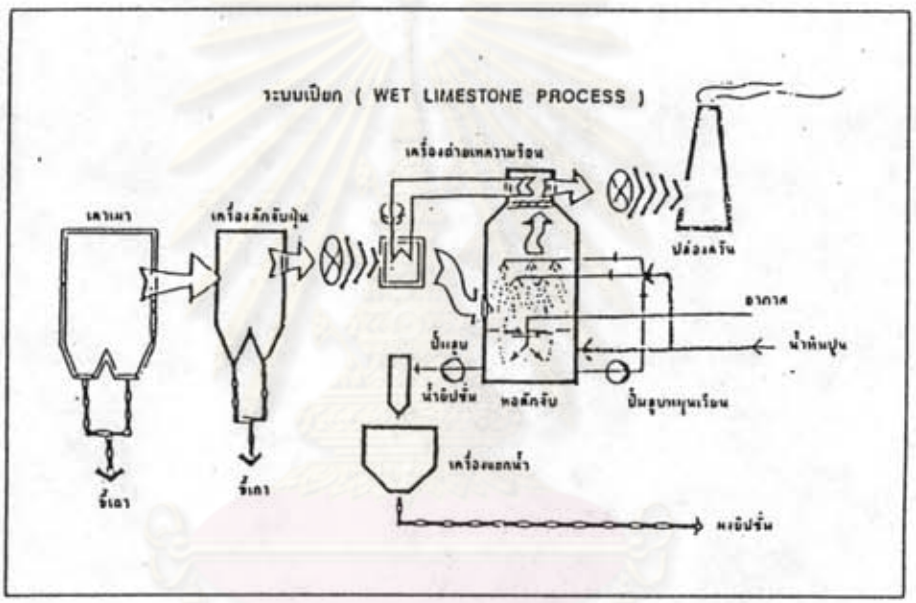
ระบบเปียก หรือ Wet Limestone Process

เป็นระบบขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกสูงที่สุด เนื่องจากมีอุปกรณ์และขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนมากกว่า แต่ก็มีประสิทธิภาพในการขจัดก๊าซสูงถึง 95 %

ขั้นตอนการทำงานระบบเปียกนี้ เริ่มต้นจากการนำหินปูนที่บดละเอียดแล้วมาละลายกับน้ำให้ได้น้ำหินปูนก่อน(ปริมาณหินปูนที่ใช้คือ 19.2 ล้านตันต่อชั่วโมง) แล้วจึงฉีดพ่นน้ำหินปูนเข้าไปทำปฏิกิริยากับไอร้อนของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในหอดักจับภายหลังที่ผ่านการดักจับฝุ่นมาแล้วเช่นเดียวกับระบบกึ่งแห้ง จึงไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า เนื่องจากไม่รบกวนการทำงานของเตาเผา แต่ในระบบเปียกนี้ไอเสียจากเครื่องดักจับฝุ่นจะถูกนำมาผ่านเครื่องถ่ายเทความร้อนให้อุณหภูมิของไอเสียลดลงก่อน เนื่องจากไอเสียจากเตาเผาจะมีอุณหภูมิสูงมาก เมื่อมาปะทะกับหยดน้ำจะกลายเป็นไอ แต่ปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีเมื่ออยู่ในสภาวะของเหลว ต่อจากนั้นจึงส่งเข้าไปในหอดักจับ

โดยให้สวนทางกับน้ำปูนที่ฉีดพ่นลงมาอย่างต่อเนื่อง น้ำหินปูนนี้จะถูกสูบออกไปเพื่อนำกลับเข้ามาและฉีดพ่นหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้แน่ใจว่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะต้องถูกดักจับให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

จากปฏิกิริยาดังกล่าวนี้เอง ทำให้ได้น้ำยิปซั่มขึ้นมาซึ่งจะต้องสูบออกมาผ่านเครื่องแยกน้ำและได้ผงยิปซั่มบริสุทธิ์ในที่สุด ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นได้อีก รายละเอียดของระบบเปียกแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่2.3 ระบบเปียก

ระบบแห้งนั้น ส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นทดลองใช้งาน เพราะมีประสิทธิภาพในการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำเนื่องจากยังมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์หลุดออกจากปล่องอย่างน้อยประมาณ55% โดยเฉพาะกับโรงไฟฟ้าที่ก่อสร้างเสร็จไปแล้ว จะมีความลำบากและยุ่งยากมาก เพราะไม่ได้ออกแบบเผื่อไว้แต่แรกที่จะให้มีผงปูนขาวเข้าไปข้างใน ซึ่งจะเข้าไปทำให้เกิดการอุดตันทั้งที่หม้อน้ำและเครื่องดักจับฝุ่น ประสิทธิภาพในการผลิตไอน้ำของหม้อน้ำจะลดลงไป ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าก็ลดลงตามไปด้วย จากการคำนวณคร่าว ๆพบว่า จะต้องสูญเสียพลังงานไปประมาณ 5-10 % เช่นเดียวกับเครื่องดักจับฝุ่นที่จะต้องทำงานหนักมากขึ้น ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นก็จะลดลง ส่งผลให้โรงไฟฟ้าต้องหยุดเดินเครื่อง เพื่อบำรุงรักษาบ่อยเกินกว่าที่กำหนด

สำหรับระบบกึ่งแห้ง ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถึง 85 % ซึ่งสูงกว่าระบบฉีดแห้งถึง 2 เท่าก็ตาม แต่ก็ยังเป็นระบบที่ไม่ได้รับความนิยมเท่าไรนัก เนื่องจากไม่สามารถขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ตามมาตรฐานทางด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งราคาค่าใช้จ่ายก็สูงเกินไปไม่คุ้มค่ากับการลงทุนเท่าที่ควร

เมื่อยังไม่มีวิธีที่เหมาะสมก็ได้มีการพัฒนาต่อมา จนกระทั่งได้เป็นระบบเปียกโดยสามารถขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้มากที่สุดคือ 95 % ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมของสำนักงานแผนและนโยบายสิ่งแวดล้อม และจากการสำรวจแล้วพบว่า 90 % ของประเทศต่างๆ ที่ติดตั้งเครื่องขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ล้วนนิยมใช้ระบบเปียก โดยเฉพาะประเทศที่มีมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวด เช่น สหรัฐฯ อังกฤษ เยอรมัน แคนาดา และ ญี่ปุ่น เท่ากับว่าระบบเปียกนี้ได้ผ่านการพิสูจน์แล้วว่ามีความเชื่อถือได้

ในเรื่องค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าเมื่อลงทุนเริ่มแรก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณหินปูนที่นำมาใช้ในขบวนการต่อ 1 กิโลกรัม กับปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่กำจัดได้แล้ว ระบบเปียกใช้หินปูนน้อยกว่าแต่ขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้มากกว่า ระบบเปียกจึงเป็นระบบที่เสียค่าใช้จ่ายถูกกว่าและจากการที่ขบวนการทำงานของระบบเปียกเกิดขึ้นภายหลังจากขบวนการผลิตไฟฟ้า จึงไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าแต่อย่างใด

นอกจากนี้ผลึกยิบซั่มที่ได้จากขบวนการของระบบเปียก ยังมีความบริสุทธิ์ เช่นเดียวกับยิบซั่มที่มีอยู่ตามธรรมชาติซึ่งไม่ละลายน้ำ และไม่สลายตัวเป็นกรดกำมะถัน จึงไม่มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำทั้งบนดินและใต้ดินอย่างแน่นอนทั้งยังสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี

สำหรับปริมาณหินปูนที่จะนำมาใช้กับโรงไฟฟ้า ทั้ง 6 โรง คือหน่วยที่ 6-13 ประมาณ 90 ตันต่อชั่วโมงหรือประมาณ 630,000 ตันต่อปีนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับการระเบิดหินปูนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์แล้ว ปี 2535 ปีเดียวใช้หินปูนในการผลิตปูนซีเมนต์ถึง 25.4 ล้านตัน การใช้หินปูนในขบวนการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จึงน้อยกว่ามาก

เราจะแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่าง ระบบแห้ง,ระบบกึ่งแห้ง และระบบเปียกดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างระบบแห้ง ระบบกึ่งแห้ง และระบบเปียก

	ระบบแห้ง*	ระบบกึ่งแห้ง	ระบบเปียก
1.สามารถลดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่องควัน ไม่ให้เกินมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม (700 ppm.)	ไม่ได้ (ควบคุมปฏิกิริยาไม่ได้)	ไม่ได้ (ควบคุมปฏิกิริยาได้แต่ไม่สมบูรณ์)	ได้ (ควบคุมการเกิดปฏิกิริยาได้สมบูรณ์ที่สุด)
2.ประสบการณ์การใช้จากทั่วโลก	น้อยมาก	น้อยมาก	90 %
3.ประสิทธิภาพในการดูดจับ	45%	85%	95%
4.ชนิดของสารกำจัดที่ใช้	หินปูน/ปูนขาว (ต้องผ่านขั้นตอนการเผาหินปูน)	ปูนขาว (ต้องผ่านขั้นตอนการเผาหินปูน)	นำหินปูนมาใช้ได้เลย
และปริมาณที่ใช้	21.6 ตัน/ชม.	21.4 ตัน/ชม.	19.2 ตัน/ชม.
5.ชนิดของกาก	(ยิบซัมปนขี้เถ้า (แยกไม่ได้)	(ยิบซัมไม่บริสุทธิ์)	(ยิบซัมบริสุทธิ์)
ปริมาณกาก	29.4 ตัน/ชม.	23.6 ตัน/ชม.	34.5 ตัน/ชม.
6.ค่าลงทุนเริ่มแรกในการก่อสร้าง	618 ล้านบาท	1,905 ล้านบาท	2,194 ล้านบาท
7.ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง	106 ล้านบาท/ปี	312 ล้านบาท/ปี	208 ล้านบาท/ปี
8.ค่าใช้จ่ายในการกำจัดกำมะถันต่อหนึ่งตัน	9,256 บาท	9,178 บาท	6,578 บาท
9.การเจาะภูเขาทำเหมืองหินปูน	ต้อง	ต้อง	ต้อง
10.ผลกระทบต่อประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า	มี เพราะเป็นขบวนการในระหว่างเผา	ไม่มี เพราะเป็นขบวนการหลังเผา	ไม่มี เพราะเป็นขบวนการหลังเผา

* กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าจะต้องลดลงอย่างน้อย 5 %