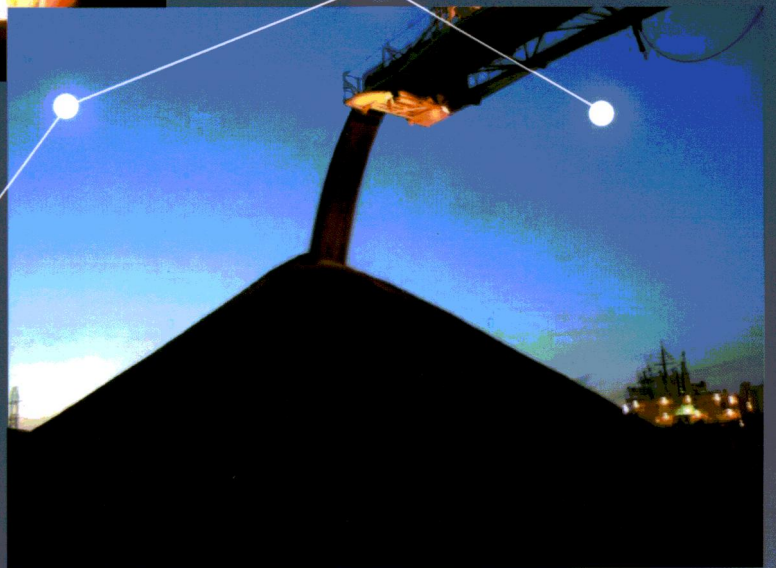
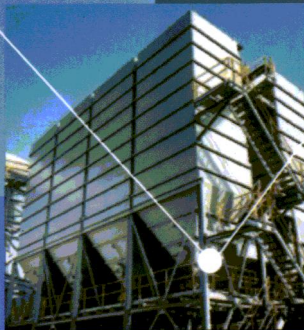




กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

พลังงานถ่านหิน





คำนำ

ในการดำเนินธุรกิจและอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการใช้พลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน หรือไอเสีย (Flue Gas) ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง และแสงสว่าง เป็นต้น จากสถานการณ์ด้านพลังงานของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก และเนื่องจากในประเทศไทยมีเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวอยู่อย่างจำกัด ทำให้เราต้องพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงเหลวทั้งที่เป็นน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพงขึ้นอย่างมาก อีกทั้งการพึ่งพาเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศมีข้อจำกัดเนื่องจากจะขึ้นกับระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติด้วย ดังนั้นจึงมีผู้ผลิตอุตสาหกรรมหลายรายหันมาใช้ถ่านหินแทน เนื่องจากมีราคาถูกกว่าและยังมีปริมาณสำรองมาก ทว่าการใช้งานเชื้อเพลิงแข็งเหล่านี้ ผู้ใช้งานจะต้องมีระบบรองรับที่เหมาะสมเพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้น เช่น ระบบการกองเก็บ ระบบการเตรียมเชื้อเพลิง และระบบการนำเชื้อเพลิงไปใช้งาน รวมทั้งระบบป้องกันมลพิษ และระบบป้องกันอัคคีภัย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้เล็งเห็นแนวทางการนำเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดมาใช้ควบคู่กับการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน เพื่อป้องกันผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดยังเป็นเรื่องที่ผู้ประกอบการขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง ดังนั้น คู่มือเล่มนี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจและก่อให้เกิดความสนใจในการจะปรับปรุงระบบการผลิตพลังงานให้สามารถใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงได้โดยปราศจากผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม อีกทั้ง คู่มือเล่มนี้จะสามารถสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้สนใจทั่วไปในเรื่องการใช้ถ่านหิน ซึ่งส่งผลบวกในด้านความมั่นคงด้านพลังงานโดยไม่ก่อให้เกิดผลด้านลบและเกิดการต่อต้านจากประชาชนได้



สารบัญ

สารบัญ	3
ความสำคัญของถ่านหิน	4
ถ่านหินกับความมั่นคงด้านพลังงาน	5
ถ่านหินคืออะไร	5
สิ่งที่ต้องตระหนักในการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง	7
เทคโนโลยีจะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ถ่านหินได้อย่างไร	7
การใช้ถ่านหินในประเทศไทย	8
การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม	8
ทำไมถ่านหินถูกต่อต้าน	8
เชื้อเพลิงแต่ละประเภทต่างก็มีข้อดีและข้อด้อย	9
เตรียมถ่านหินให้สะอาดขึ้น	9
เทคโนโลยีสำหรับการเผาไหม้ถ่านหิน	10
การควบคุมการปล่อยมลภาวะหลังการเผาไหม้	11
การใช้ประโยชน์ของเหลือทิ้ง	13
แปลงถ่านหินให้เป็นพลังงานอื่นที่สะอาดกว่า	14
ก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านหิน	14
ถ่านหินกับการผลิตพลังงานไฮโดรเจน	15
ภาวะโลกร้อน	16
แนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีถ่านหิน	16



สารนำรู้

ถ่านหินและเทคโนโลยีถ่านหินสะอาด

ในศตวรรษที่ 20 ที่ผ่านมามีเป็นยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ในทวีปยุโรปและประเทศสหรัฐอเมริกา มีการเติบโตในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมนั้นต้องใช้พลังงานในปริมาณมาก ซึ่งส่วนมากได้จากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuels) ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน แหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานสำคัญที่สนับสนุนการเติบโตทางเศรษฐกิจของโลกมาตลอดด้วยดี แต่เมื่อถึงปลายศตวรรษที่ผ่านมา ได้เกิดวิกฤตการณ์ในตลาดน้ำมันและปิโตรเลียมหลายครั้ง เนื่องจากความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างมากของผู้ใช้ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก ในขณะที่ปริมาณสำรองของน้ำมันและปิโตรเลียมซึ่งมีจำกัดลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ราคาน้ำมันในตลาดโลกปรับตัวสูงขึ้น ทำให้ผู้บริโภคพลังงานต้องปรับเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ที่มีราคาถูกกว่า เช่น ถ่านหิน เชื้อเพลิงชีวมวล พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ รวมทั้งพลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น

ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้า โดยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 45 มากกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น เนื่องจากมีราคาถูก และสามารถจัดหาได้ง่าย นอกจากใช้เพื่อผลิตไฟฟ้าแล้ว ถ่านหินยังเป็นแหล่งพลังงานความร้อนที่สำคัญในภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานความร้อนในสัดส่วนที่มากในกระบวนการผลิต ได้แก่ อุตสาหกรรมถลุงเหล็ก อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น ถ่านหินยังใช้เพื่อสร้างความอบอุ่นในบ้านเรือนในประเทศเมืองหนาว และยังใช้สำหรับการหุงต้มและประกอบอาหารด้วย เช่น ประเทศจีน

สำหรับภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย ถ่านหินมีบทบาทสำคัญในฐานะเชื้อเพลิงทางเลือก เพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียม เช่น น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ และก๊าซแอลพีจี แต่การใช้ถ่านหินในภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยก็ยังมีข้อจำกัด เนื่องด้วยประเด็นปัญหาและอุปสรรคบางประการ

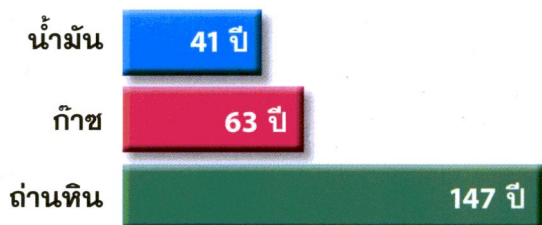


ความสำคัญของถ่านหิน

ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีปริมาณมากที่สุดในโลก และมีแหล่งกระจายอยู่ประมาณ 70 ประเทศทั่วโลก แตกต่างจากน้ำมันและก๊าซธรรมชาติที่มีแหล่งส่วนใหญ่อยู่ในประเทศทางตะวันออกกลางและรัสเซีย หากต้องการทราบว่าถ่านหินจะมีใช้ไปได้อีกกี่ปี มีการคำนวณด้วยอัตราการผลิตและใช้ถ่านหิน ณ ปัจจุบัน จะพบว่าถ่านหินมีเพียงพอไปอีกอย่างน้อย 147 ปี ขณะที่น้ำมันและก๊าซมีเพียงพอไปอีกประมาณ 41 และ 63 ปี ตามลำดับ

มนุษย์เรารู้จักการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมานานกว่า 100 ปีแล้ว ในปัจจุบันถ่านหินใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าเป็นหลัก และใช้เพื่อการผลิตความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรม

หลายประเทศได้ให้ความสำคัญกับการใช้ถ่านหินในการสร้างความสมดุลของพลังงานในประเทศ โดยประเทศที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 50 ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ ประเทศโปแลนด์ ออสเตรเลีย อินเดีย กรีซ สหรัฐอเมริกา จีน และ ญี่ปุ่น เป็นต้น

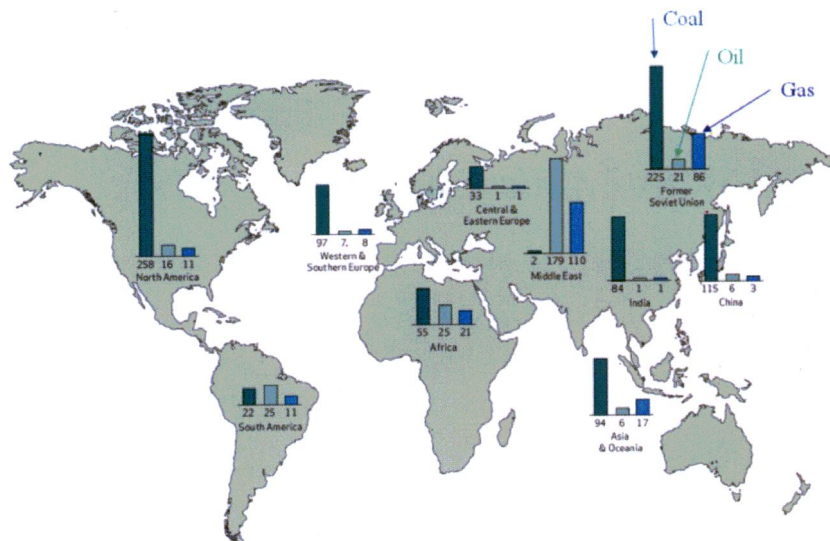




ถ่านหินกับความมั่นคงด้านพลังงาน

ถ่านหินมีศักยภาพในการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศ ด้วยเหตุผลดังนี้

- ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่มีอยู่มากและมีการทำเหมืองถ่านหินกระจายอยู่มากกว่า 70 ประเทศทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา
- มีราคาถูกกว่าเชื้อเพลิงปิโตรเลียม (ก๊าซและน้ำมัน) เมื่อเทียบที่ค่าความร้อนเท่ากัน
- การใช้ถ่านหินผลิตพลังงานมีความปลอดภัย
- ผลภาวะที่เกิดจากการใช้ถ่านหินสามารถใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดจัดการได้
- มีปริมาณใช้อย่างพอเพียง และมีเสถียรภาพไม่ขึ้นกับฤดูกาล (ต่างจากพลังน้ำหรือเชื้อเพลิงชีวมวล)



ถ่านหินคืออะไร

ถ่านหินคือ หินที่เกิดจากการตกตะกอนสะสมของซากพืชในยุคดึกดำบรรพ์เป็นเวลานานหลายล้านปี จนตะกอนนั้นเปลี่ยนสภาพไปจนมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นธาตุคาร์บอนที่รวมอยู่กับไฮโดรเจน เรียกว่าไฮโดรคาร์บอน และมีธาตุอื่นๆ ทั้งที่เป็นก๊าซและของเหลวปนอยู่ด้วย ไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการสะสมของซากพืชและสัตว์ตามธรรมชาติที่เราสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ นั้นถูกเรียกว่า เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuels) โดยถ่านหิน เป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีสัดส่วนของคาร์บอนมาก และมีไฮโดรเจนในสัดส่วนที่น้อย ถ่านหินจึงเป็นของแข็ง ขณะที่น้ำมันและก๊าซ ซึ่งมีสัดส่วนของไฮโดรเจนอยู่มากกว่าจะมีสถานะเป็นของเหลวและก๊าซ





การเกิดถ่านหินมีความหลากหลายทั้งจากปัจจัยด้านแหล่งกำเนิด ระยะเวลา และสภาวะต่างๆ ทำให้ถ่านหินจากแหล่งต่างๆ มีองค์ประกอบและมีสมบัติแตกต่างกัน การนำถ่านหินมาใช้จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยองค์ประกอบที่แตกต่างนี้ด้วย อย่างไรก็ตาม ถ่านหินถูกแบ่งประเภทไว้เรียกว่า “คักดี” (Rank) ของถ่านหิน ตามระดับและอายุของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี เริ่มตั้งแต่ พีท ลิกไนต์ ซับบิทูมินัส บิทูมินัส จนถึง แอนทราไซต์ โดยที่แอนทราไซต์มีค่า ความร้อนสูงสุดเนื่องจากองค์ประกอบที่เป็นคาร์บอนมากที่สุด มีความชื้นและสารระเหยได้ (Volatile Matters) น้อยที่สุด



↑ สูง ↓ ต่ำ คักดีถ่านหิน	ลำดับของถ่านหิน	% ความชื้นรวม (Total Moisture)	% ปริมาณสารระเหย (Volatile Matter)	% ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)
	แอนทราไซต์	1-3	2-8	7,500
	บิทูมินัส (Bituminous)	3-15	25-40	7,000
	ซับบิทูมินัส (Sub-Bituminous)	15-25	33-50	4,500
	ลิกไนต์ (Lignite)	20-50	25-50	3,000
	พีท (Peat)	35-60	30-60	1,300



สิ่งที่ต้องตระหนักในการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

การนำถ่านหินมาใช้เป็นเชื้อเพลิง จำเป็นต้องคำนึงถึงประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากการเอาเชื้อเพลิงถ่านหินมาเผาให้ความร้อน ออกซิเจนในอากาศจะทำปฏิกิริยากับถ่านหิน ได้พลังงานความร้อน แต่ก็จะได้สารประกอบที่ไม่พึงประสงค์ในรูปของก๊าซปนออกมาด้วย ก๊าซให้โทษเหล่านี้ได้แก่

1. **ฝุ่นละออง (Dust หรือ Particulate)** ซึ่งเกิดการฟุ้งกระจายของเถ้าในถ่านหิน ทำให้เป็นโรคมะเร็ง หายใจไม่ออก
2. **ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NOx)** ทำให้ถุงลมโป่ง ถ้ารวมตัวกับความชื้นในอากาศ เวลาฝนตกจะเป็นฝนกรด ทำให้น้ำเป็นกรด เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและพืชที่เพาะปลูก
3. **ก๊าซกำมะถันออกไซด์ (SOx)** เป็นฝนกรดเช่นกัน แต่เป็นกรดต่างชนิดกับที่เกิดจากไนโตรเจนออกไซด์ เรียกว่ากรดกำมะถัน ทำให้เกิดการอักเสบของเยื่อหุ้มปอด

เทคโนโลยีช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ถ่านหินได้อย่างไร

การนำถ่านหินมาใช้งานอย่างมีความรับผิดชอบนั้นต้องมีความเข้าใจทางด้านสมบัติทางกายภาพและเคมีของถ่านหินในทุกขั้นตอนทั้งวงจรของการใช้ประโยชน์จากถ่านหิน เริ่มตั้งแต่การผลิตถ่านหินในเหมืองถ่านหิน การเตรียม การขนส่ง การแปลงเป็นพลังงาน จนถึงการฟื้นฟูสภาพเหมืองถ่านหินหลังการทำเหมืองและการจัดการของเสีย จะทำให้เราสามารถระบุสาเหตุและทราบวิธีลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลงได้ เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีเป้าหมายเพื่อให้การใช้ถ่านหินได้ประโยชน์คุ้มค่ามากที่สุด และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

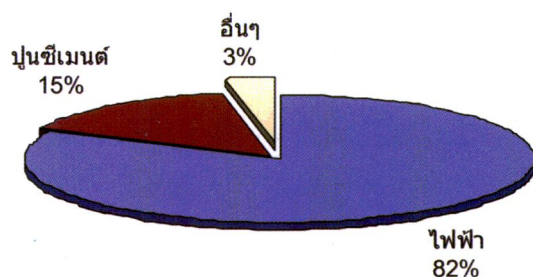




การใช้ถ่านหินในประเทศไทย

ถ่านหินส่วนใหญ่ที่พบในประเทศไทย เป็นลิกไนต์ (Lignite) ที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ คือมีค่าความร้อนต่ำ ความชื้นสูง แอ่สูง และบางแหล่งมีปริมาณซัลเฟอร์สูง นอกจากนั้นแล้วยังมีถ่านหินที่มีคุณภาพสูงขึ้นมาเล็กน้อยคือ ซับบิทูมินัส (Sub-bituminous) โดยมีถ่านหินคุณภาพสูงคือ แอนทราไซต์ (Anthracite) อยู่เพียงเล็กน้อยที่จังหวัดเลย ปริมาณสำรองถ่านหินของประเทศไทยนั้นจากการสำรวจพบว่าถ่านหินลิกไนต์ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า มีปริมาณสำรองประมาณ 1,200 ล้านตัน ถ่านหินซับบิทูมินัสที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีปริมาณสำรองประมาณ 200 ล้านตัน

ถ่านหินลิกไนต์ส่วนใหญ่นำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าโดย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ส่วนถ่านหินซับบิทูมินัส จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่เพื่อการผลิตปูนซีเมนต์ การผลิตกระดาษ และการผลิตอาหาร



การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

ถ่านหินสามารถนำมาเผาไหม้เพื่อผลิตไอน้ำโดยใช้หม้อไอน้ำ และไอน้ำที่ได้สามารถนำไปป้อนให้กังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า หรือนำความร้อนจากไอน้ำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการความร้อน ได้ แต่การใช้ถ่านหินซึ่งเป็นเชื้อเพลิงซึ่งมีความไม่สะดวกเท่ากับการใช้น้ำมันและก๊าซเป็นเชื้อเพลิง เพราะจะต้องมีระบบการจัดการที่มากกว่า ทั้งในเรื่องการป้องกันฝุ่นละออง การควบคุมคุณภาพ การคัดขนาด การกองเก็บ การจัดการของเสีย และการควบคุมมลภาวะทางอากาศ น้ำ และเสียง ทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้นที่สูงกว่า และมีค่าใช้จ่ายในการจัดการมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากถ่านหินมีราคาต่ำกว่า จึงทำให้เกิดความคุ้มค่าในระยะยาว และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรม

ดังนั้นการจะลดภาระในเรื่องการจัดการดังกล่าว ผู้ประกอบการจึงควรใส่ใจกับการเลือกใช้ถ่านหินให้เหมาะสมชนิดของหม้อไอน้ำ โดยทั่วไปควรเลือกถ่านหินที่มีค่าความร้อนสูง มีส่วนประกอบเป็นซัลเฟอร์น้อย และเลือกใช้เทคโนโลยีหม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูงขึ้น และมีกลไกควบคุมมลภาวะได้ในตัวโดยไม่ต้องติดตั้งระบบบำบัดเพิ่มเติม ทั้งนี้ก่อนที่ผู้ประกอบการจะตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ควรจะทำการศึกษาความเหมาะสมในเบื้องต้นก่อน

ทำไมถ่านหินถูกต่อต้าน

ปัจจุบันประชาชนไทยยังไม่ยอมรับเชื้อเพลิงถ่านหินเนื่องจากในอดีต ถ่านหินจากแหล่งในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นลิกไนต์ คุณภาพไม่ดีนัก มาใช้ผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีและการจัดการที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเทคโนโลยีในสมัยนั้นยังไม่ทันสมัยและการลงทุนติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ควบคุมมลภาวะอาจยังไม่เหมาะสมทางเทคนิค และทางเศรษฐศาสตร์ ประกอบกับการต่อต้านเชื้อเพลิงฟอสซิลในปัจจุบันที่ได้ขยายเป็นประเด็นทางการเมืองทั้งระดับท้องถิ่นและระดับชาติ สาเหตุดังกล่าวทำให้ประเทศไทยไม่เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีมาจัดการกับปัญหา คนทั่วไปจึงไม่สนใจเชื้อเพลิงถ่านหินและการพัฒนาของเทคโนโลยีถ่านหินที่ดีขึ้นเหมือนอย่างประเทศอื่นๆ



เชื้อเพลิงแต่ละประเภทต่างก็มีข้อดีและข้อด้อย

เชื้อเพลิง	ข้อดี	ข้อด้อย
ถ่านหิน	มีอยู่มาก ไม่ขาดแคลน ราคาถูก ปลอดภัย ไม่เสี่ยง ขนส่งและเก็บง่าย	มีองค์ประกอบเป็นคาร์บอนมากที่สุด ทำให้ต้องมีการจัดการลดก๊าซ CO ₂ มาก ปัญหาการยอมรับของสังคม
น้ำมัน	ใช้สะดวก ขนส่งและเก็บง่าย เหมาะสมกับภาคขนส่ง ไม่เหลือกากหรือเศษที่ต้องกำจัด	มีองค์ประกอบเป็นคาร์บอนมาก มีแหล่งเชื้อเพลิงกระจุกตัว ปริมาณสำรองเหลือน้อย ราคาผันผวนมาก ไม่มั่นคง มีความเสี่ยงขณะขนส่ง
ก๊าซ	มีประสิทธิภาพสูง แปลงเป็นเชื้อเพลิงหรือผลิตภัณฑ์อื่นได้สะดวก เหมาะสมกับภาคครัวเรือน	มีองค์ประกอบเป็นคาร์บอนมาก มีแหล่งเชื้อเพลิงกระจุกตัว ปริมาณสำรองเหลือน้อย ราคาแพง ราคาผันผวนมาก ไม่มั่นคงมีความเสี่ยงขณะขนส่งและเก็บ
นิวเคลียร์	ปราศจากคาร์บอน ให้พลังงานมาก เชื้อเพลิงราคาถูก	การจัดการกับกากนิวเคลียร์ยังเป็นประเด็นปัญหา ปัญหาการยอมรับของสังคม ความเสี่ยงสูงจากภัยธรรมชาติ หรือการก่อการร้าย เงินลงทุนสูงมาก ความเสี่ยงเรื่องความคุ้มค่า
เชื้อเพลิงหมุนเวียน	เกิดมลภาวะน้อย ใช้ได้ยั่งยืน	ปริมาณจำกัด ขึ้นอยู่กับพื้นที่และฤดูกาล มีไม่พอกับความต้องการ เชื้อเพลิงชีวมวลให้พลังงานต่อน้ำหนักน้อย ใช้พื้นที่กองเก็บมาก ราคาผันผวน พลังงานแสงอาทิตย์ใช้พื้นที่มากแต่ได้พลังงานน้อย

เตรียมถ่านหินให้สะอาดขึ้น

ถ่านหินสามารถเตรียมให้สะอาดก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นการปรับปรุงถ่านหินที่ได้จากการทำเหมืองเพื่อเพิ่มค่าความร้อนและลดสารก่อมลภาวะก่อนนำไปใช้ โดยทั่วไปเป็นการกำจัด ความชื้น ซัลเฟอร์ และมลทินต่างๆ ที่ปนมาด้วยตามธรรมชาติของถ่านหิน อาจเรียกเป็น การล้างถ่านหิน (Coal Washing) ก็ได้ ซึ่งจะทำให้ช่วยลดปริมาณเถ้าได้กว่าร้อยละ 50 ลดการเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อน

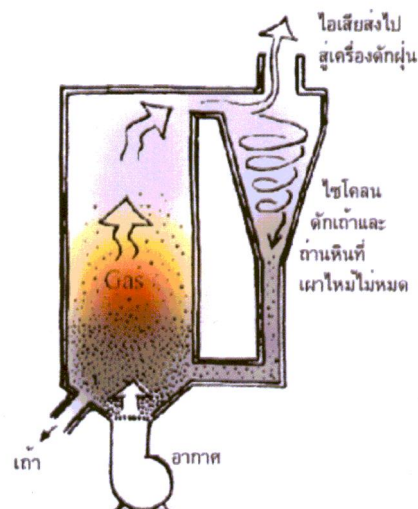
เทคโนโลยีสำหรับการเผาไหม้ถ่านหิน

Pulverized Coal Combustion (PC)

เป็นเทคโนโลยีเผาไหม้ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในการผลิตไฟฟ้า ถ่านหินจะถูกบดเป็นผงละเอียดก่อนจะพ่นเข้าไปเผาไหม้ในหม้อไอน้ำ ให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงที่สุดเนื่องจากเชื้อเพลิงที่มีอนุภาคขนาดเล็ก สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศได้ดีกว่าเทคโนโลยีการเผาไหม้แบบอื่น ในกรณีที่ถ่านหินมีสารซัลเฟอร์ในปริมาณสูง จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ดักจับซัลเฟอร์ในก๊าซทิ้ง (Flue Gas Desulfurizer) ก่อนที่จะปล่อยไอเสียสู่ชั้นบรรยากาศ ด้วยอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ที่สูง (ประมาณ $1,200 - 1,250^{\circ}\text{C}$) ทำให้เถ้าถ่านหินหลอมตัวกลายเป็นสแลก (Slag) ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบ หม้อไอน้ำและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้ นอกจากนี้ การเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงนี้ทำให้ไนโตรเจนที่อยู่ในอากาศที่ป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) ซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ การควบคุมหรือกำจัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์สามารถทำได้โดยใช้หัวเผาที่ช่วยลดการเกิดก๊าซ NOx (Low-NOx Burner) หรือใช้สารเคมีที่ช่วยดักจับก๊าซ NOx ประเภท Selective Catalytic Reduction (SCR) เนื่องจากเทคโนโลยีเผาไหม้แบบนี้ต้องใช้กับถ่านหินที่บดเป็น ผงละเอียด ทำให้หม้อไอน้ำรวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะกับการใช้งานจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ เพราะต้องติดตั้งอุปกรณ์ บดถ่านหิน รวมถึงอุปกรณ์ดักจับก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx) และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) ซึ่งมีราคาแพง จึงไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อมถึงขนาดกลาง

Fluidized Bed Combustion (FBC)

เป็นเทคโนโลยีการเผาไหม้ที่ใช้ลมหรืออากาศในการพองให้เม็ดถ่านหินซึ่งถูกเตรียมให้มีขนาดเล็กกว่า 1 เซนติเมตร ลอยตัวไปกับทรายและอนุภาคอื่นๆในห้องเผาไหม้ และเกิดการคลุกเคล้าของเม็ดถ่านหินและอากาศอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ทำให้ได้ประสิทธิภาพของการเผาไหม้ที่สูง (95-98%) อุณหภูมิของการเผาไหม้อยู่ในช่วง $800 - 900^{\circ}\text{C}$ จุดเด่นของหม้อไอน้ำแบบ Fluidized Bed Combustion คือการควบคุมมลภาวะก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SOx) และไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) สามารถทำได้ง่ายและประหยัด เนื่องจากไม่ต้องติดตั้งระบบกำจัดก๊าซทิ้งเพิ่มเติมที่ส่วนท้ายของระบบเผาไหม้ เพราะสามารถใช้หินปูน (Limestone) เข้าไปในห้องเผาไหม้พร้อมกับการบดถ่านหิน เพื่อดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ และที่ระดับอุณหภูมิการเผาไหม้ระดับ $800 - 900^{\circ}\text{C}$ นี้ไม่ทำให้นิโตรเจนในอากาศเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ นอกจากนี้หม้อไอน้ำที่ใช้การเผาไหม้แบบ Fluidized Bed Combustion สามารถออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัดกว่าแบบ Pulverized Coal-Fired อีกด้วย



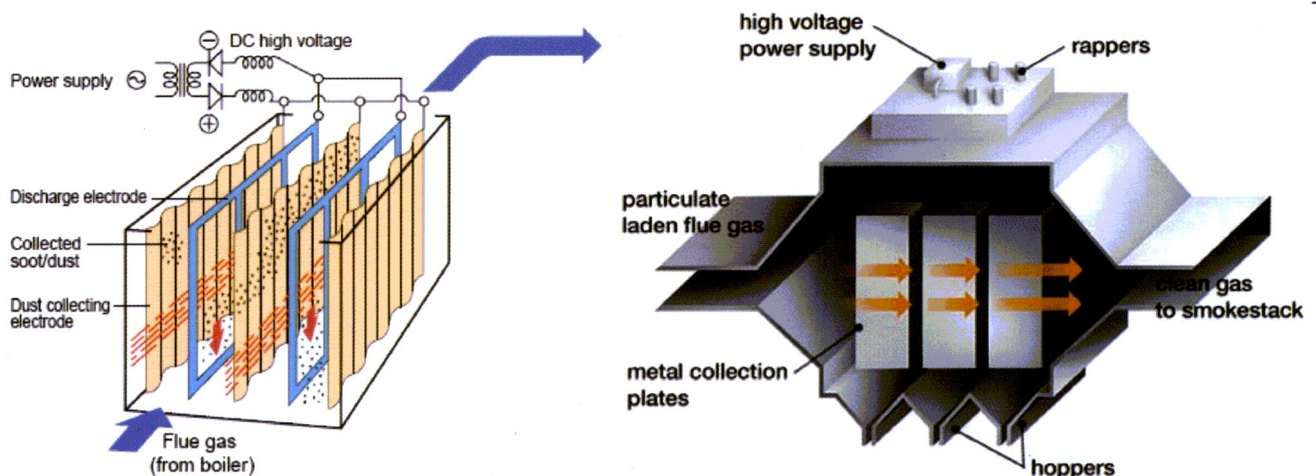


การควบคุมการปล่อยมลภาวะหลังการเผาไหม้

Electrostatic Precipitator (ESP)

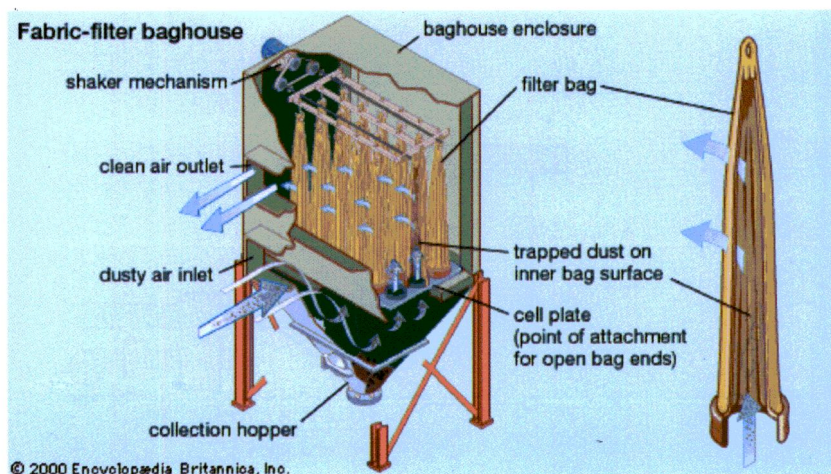
คืออุปกรณ์ควบคุมมลภาวะฝุ่นละออง ที่ดักจับฝุ่นด้วยวิธีส่ง Flue gas ผ่านแผงที่มีไฟฟ้าสถิตอยู่ ทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กถูกดูดไว้ด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้า ทำให้ก๊าซทิ้งปลอดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กที่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมได้

ESP สามารถกำจัดฝุ่นที่มีขนาด $0.01 - >100 \mu\text{m}$ ได้และมีประสิทธิภาพในการกำจัด $> 99\%$ เป็นเทคโนโลยีที่มีใช้กันอย่างกว้างขวางในโรงไฟฟ้าถ่านหินและในโรงงานอุตสาหกรรม



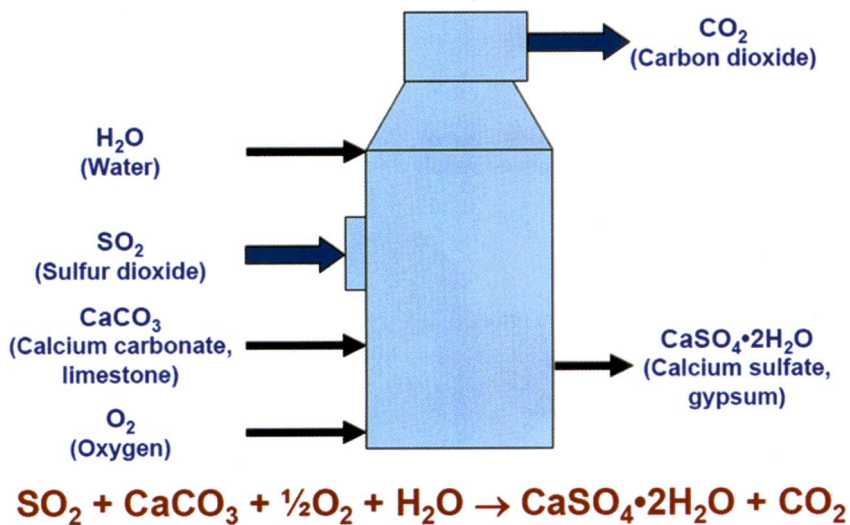
Fabric Filter

การควบคุมมลภาวะฝุ่นละอองโดยวิธีส่งก๊าซทิ้งผ่านวัสดุกรอง (ทำจากเส้นใยสังเคราะห์) ซึ่งสามารถกำจัดฝุ่นที่มีขนาด $0.01 - >100 \mu\text{m}$ มีประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นได้มากกว่า 99% และเป็นเทคโนโลยีที่มีใช้กันอย่างกว้างขวางในโรงไฟฟ้าถ่านหินและในโรงงานอุตสาหกรรม



Flue Gas Desulfurization (FGD)

การกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในก๊าซทิ้งด้วยการใช้ ปูนขาว (Lime) หรือหินปูน (Limestone) โดยในระบบจะมีการส่งก๊าซทิ้งผ่านละอองน้ำปูนขาวหรือหินปูน เพื่อให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับก๊าซ SO_2 กลายเป็น ยิปซัมสังเคราะห์ หรือแคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้ ส่วนมากระบบกำจัดฝุ่นแบบ FGD นี้จะติดตั้งในโรงงานอุตสาหกรรมหรือโรงไฟฟ้าที่มีส่วนผลิตพลังงานที่ค่อนข้างใหญ่

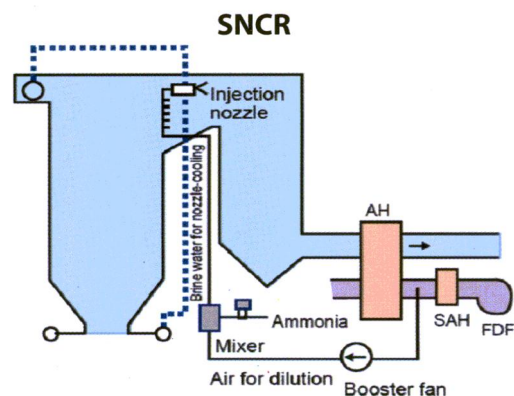
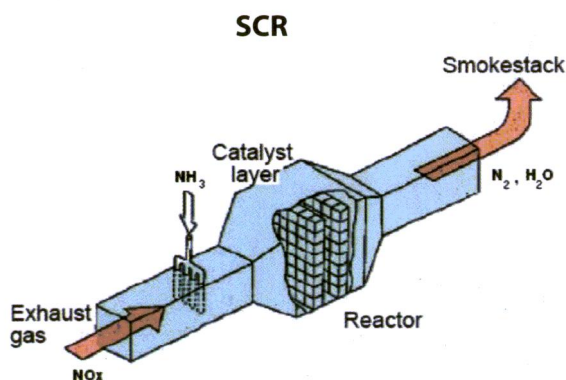


FGD Gypsum

Selective Catalytic Reduction (SCR) and Selective Non Catalytic Reduction (SNCR)

ทั้ง SCR และ SNCR เป็นวิธีการกำจัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่เกิดขึ้นหลังการเผาไหม้เชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ โดยใช้สารเคมีคือ แอมโมเนีย (NH_3) เพื่อทำปฏิกิริยากับก๊าซ NO_x เกิดเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) และน้ำ โดยปกติแล้วระบบกำจัดก๊าซ NO_x โดยวิธี SCR และ SNCR นี้ จะติดตั้งกับหม้อไอน้ำขนาดใหญ่สำหรับการผลิตไฟฟ้า (Utility boiler) เพื่อการควบคุมก๊าซ NO_x ที่เข้มงวดมากขึ้น

กระบวนการทำงานของระบบกำจัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) แบบ SCR จะทำงานในจุดที่มีอุณหภูมิต่ำ และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) โดยการฉีดพ่นแอมโมเนีย (NH_3) ผสมไปกับก๊าซทิ้งจากหม้อไอน้ำและแอมโมเนียจะทำปฏิกิริยากับก๊าซ NO_x ในก๊าซทิ้งที่ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนกระบวนการทำงานของระบบกำจัดก๊าซ NO_x แบบ SNCR นั้น จะทำงานที่อุณหภูมิสูงโดยไม่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยการฉีดพ่นแอมโมเนียเข้าไปในส่วนบนของห้องเผาไหม้





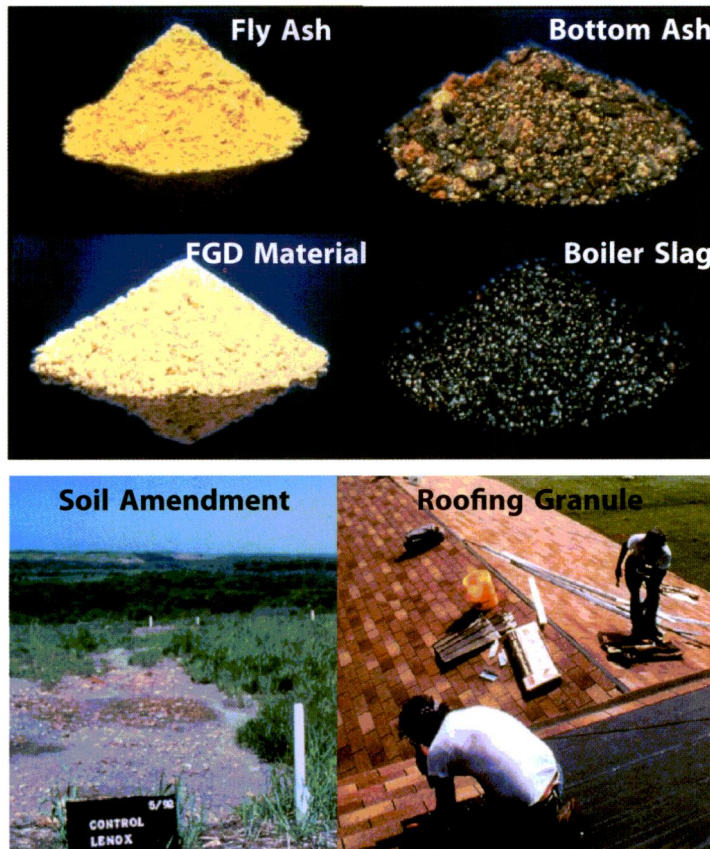
การใช้ประโยชน์ของเถ้าถ่าน

การผลิตพลังงานจากถ่านหินจะเกิดของเหลือ (By-product) ที่สำคัญ โดยของเหลือจากระบบที่ใช้หม้อไอน้ำ ได้แก่ เถ้าลอย (Fly Ash) และ เถ้าหนัก (Bottom Ash) ยิปซัมสังเคราะห์จากกระบวนการกำจัดซัลเฟอร์ (FGD Gypsum) ส่วน ระบบที่ผลิตก๊าซจากถ่านหินมีของเหลือทิ้งที่สำคัญ ได้แก่ เถ้าลอย (Fly Ash) แสลง (Molten Slag) ซัลเฟอร์ หรือกรดซัลฟิวริก (Sulfuric Acid)

ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงได้คิดค้นวิธีการนำของเหลือต่างๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ แทนที่จะทิ้งเป็นของเสีย (Waste) ไป ซึ่งในปัจจุบัน เถ้าลอยและเถ้าหนักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตวัสดุก่อสร้างและใช้ในงานก่อสร้าง ยิปซัมสังเคราะห์ที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตปูนซีเมนต์ คอนกรีต และแผ่นกระดาน (Board) หลายชนิดสำหรับงานก่อสร้าง รวมทั้งใช้ในการเกษตรสำหรับปรับปรุงหรือปรับสภาพดิน



มลภาวะ	การจัดการ
ฝุ่น	- ใช้อุปกรณ์ดักฝุ่น - ใช้หม้อไอน้ำแบบ Fluidized Bed
ก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SOx)	- ใช้ถ่านหินที่มีซัลเฟอร์น้อย - ใช้หม้อไอน้ำที่มีกลไกดักจับก๊าซ SOx ขณะเผาไหม้ได้ในตัว - ติดตั้งระบบดักจับซัลเฟอร์เพิ่มเติม
ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx)	- ใช้ Low NOx burner - ใช้หม้อไอน้ำแบบ Fluidized Bed - ใช้หม้อไอน้ำที่มีกลไกและเทคนิคในการลดการเกิดก๊าซ NOx ได้ และสามารถควบคุมสภาวะต่างๆ ในการเผาไหม้ได้ - ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมหลังการเผาไหม้
ของเสีย	ส่งเสริมให้เกิดการนำเถ้าและแสลงไปใช้ประโยชน์



แปลงถ่านหินให้เป็นพลังงานอื่นที่สะอาดกว่า

ได้มีการคาดการณ์ว่าเทคโนโลยีการแปลงถ่านหินเป็นก๊าซจะเป็นเทคโนโลยีหลักสำหรับการผลิตพลังงานจากถ่านหินในอนาคตต่อจากนี้หลายปี เนื่องจากมีข้อได้เปรียบทางด้านสิ่งแวดล้อมกว่าการเผาไหม้ถ่านหินโดยตรง กล่าวคือ พลังงานในถ่านหินจะถูกใช้เพื่อผลิตก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับขับเคลื่อนกังหันก๊าซและไอน้ำสำหรับขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ด้วยวิธีการนี้จะทำให้การผลิตไฟฟ้าใช้ถ่านหินลดลง มลพิษและมลภาวะในถ่านหินเช่น ฝุ่น ซัลเฟอร์ แอมโมเนีย ที่ติดมากับก๊าซ ขณะที่ความดันสูง รวมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะถูกดักจับและบำบัดโดยง่าย

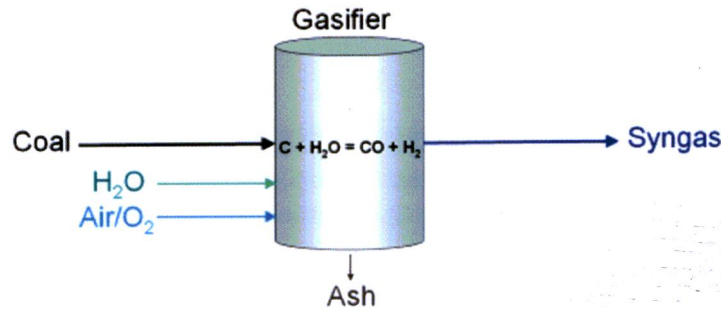
นอกจากการนำเทคโนโลยีการแปลงถ่านหินเป็นก๊าซมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าแล้ว ก๊าซที่ผลิตได้จากถ่านหินยังสามารถนำไปแยกองค์ประกอบเป็นเชื้อเพลิงรูปอื่น หรือ ใช้ผลิตสารเคมีที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นสำหรับอุตสาหกรรมได้

ก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านหิน

หากเรานำกระบวนการแปลงเป็นก๊าซ (Gasification) มาใช้เพื่อผลิตก๊าซจากถ่านหิน ก๊าซที่ผลิตได้ ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์ นั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ตั้งแต่ใช้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้า ก๊าซเชื้อเพลิงเพื่อทดแทนก๊าซธรรมชาติ นำไปผลิตสารเคมี หรือผ่านกระบวนการ แยกนำก๊าซไฮโดรเจนไปใช้กับเซลล์เชื้อเพลิง (Hydrogen Fuel Cells) การผลิตก๊าซจากถ่านหินมีใช้ในหลายประเทศ เช่น ประเทศจีนใช้ก๊าซจากถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมผลิตปูนขาว อิฐทนไฟ เครื่องปั้นดินเผา กระเบื้องเคลือบ และอื่นๆ หรือในประเทศสหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ สเปน และญี่ปุ่น ได้ดำเนินโครงการทดสอบโรงไฟฟ้าระบบ วงจรรวม (Combined cycle) ที่ใช้ก๊าซผลิตจากถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง เรียกว่าโรงไฟฟ้าระบบ Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) โดยโรงไฟฟ้าระบบนี้มีแนวโน้มจะเป็นรูปแบบของการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินในอนาคต เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตไฟฟ้าด้วยการเผาไหม้



ถ่านหินโดยตรงแล้ว โรงไฟฟ้าแบบ IGCC จะมีประสิทธิภาพที่สูงกว่า ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า มีศักยภาพในการเป็นโรงไฟฟ้าที่ผลิตผลิตภัณฑ์อื่นร่วมด้วยได้ รวมทั้งสามารถติดตั้งระบบแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซเชื้อเพลิงเพื่อนำไปกักเก็บไว้ใต้ชั้นธรณี ซึ่งเชื่อว่าจะช่วยบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) ได้



ถ่านหินกับการผลิตพลังงานไฮโดรเจน

ปัจจุบัน การผลิตพลังงานโดยการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลแบบเดิมกำลังถูกต่อต้านจากกลุ่มอนุรักษ์ธรรมชาติ เนื่องจากเชื่อว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมากที่เกิดจากการเผาไหม้ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงคิดที่จะหันมาใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าแทนถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ อันที่จริงแล้ว ไฮโดรเจนมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ แต่เนื่องจากเป็นสารที่ว่องไวในการทำปฏิกิริยา ไฮโดรเจนจึงเข้าทำปฏิกิริยากับธาตุอื่น เช่น ออกซิเจน เกิดเป็นน้ำ แต่การจะแยกเอาก๊าซไฮโดรเจนออกจากน้ำ ไม่ใช่เรื่องง่าย มีค่าใช้จ่ายสูง การผลิตไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนก็เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งมีต้นทุนผลิตที่ต่ำกว่า ดังนั้นถ่านหินซึ่งเป็นเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนที่มีปริมาณสำรองมากที่สุด และมีแหล่งกระจายอยู่ทั่วโลกจึงเป็นตัวเลือกสำคัญ

ไฮโดรเจนสามารถผลิตจากถ่านหินได้ โดยใช้เทคโนโลยีการแปลงเป็นก๊าซ (Coal Gasification) ถ่านหินจะทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูงกับไอน้ำ เกิดเป็นก๊าซสังเคราะห์ (Syngas) ที่มีส่วนประกอบของก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นหลัก จากนั้นก๊าซสังเคราะห์จะผ่านกระบวนการเรียกว่า ชิฟท์ (Shift Reaction) กับไอน้ำ (H_2O) เพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ด้วยปฏิกิริยานี้ทำให้เราสามารถแยกก๊าซ CO_2 ออกจากก๊าซสังเคราะห์ และได้ก๊าซไฮโดรเจนไปใช้ประโยชน์



ภาวะโลกร้อน

เนื่องจากถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอนอยู่มาก การแปลงเชื้อเพลิงคาร์บอนนี้เป็นพลังงาน จึงทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งในปัจจุบันเชื่อกันว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีส่วนในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) จึงเป็นความท้าทายในการหาวิธีจัดการกับก๊าซ CO_2 ที่เกิดจากการนำเชื้อเพลิงฟอสซิลมาใช้ ในปัจจุบัน มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อแยกและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage หรือ CCS) ขึ้นมา โดยหลักๆ แล้วมุ่งไปที่การแยกก๊าซ CO_2 ออกจากกระบวนการผลิตพลังงานและส่งไปเก็บไว้ใต้ดินหรือในทะเลลึกเป็นระยะเวลานานเพื่อให้ก๊าซ CO_2 เสื่อมสภาพไป แทนที่จะปล่อยให้ก๊าซ CO_2 ออกไปสู่ชั้นบรรยากาศ

ในประเทศที่พัฒนาแล้ว อย่างเช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย และญี่ปุ่น มีการศึกษาพัฒนาอย่างจริงจังเพื่อทำการกักเก็บก๊าซ CO_2 ที่แยกได้จากอุปกรณ์ Gasifier และนำไปกักเก็บไว้ในชั้นธรณีใต้ดินหรือใต้มหาสมุทร เป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการนำเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนมาใช้

แนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีด้านหิน

ประเทศผู้พัฒนาเทคโนโลยีถ่านหิน เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร ญี่ปุ่น ในระยะยาวต่างมีเป้าหมายในการพัฒนาโรงการใช้ประโยชน์ถ่านหินอย่างรักษาสีสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการดักจับมลภาวะต่างๆ ได้เกือบทั้งหมดหรือทั้งหมด (Zero-emission) ดังนั้น ทิศทางการพัฒนาระบบที่ใช้การเผาไหม้ถ่านหินโดยตรง จะใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้แบบ Pulverised Combustion และ Fluidized Bed Combustion ในระบบผลิตไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นระดับ Super-critical จนถึงระดับ Ultra-supercritical ส่วนทิศทางการพัฒนาที่มีการผลิตก๊าซ (Gasification) เป็นแกน นอกจากใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าและไอน้ำในระบบวงจรรวม (Integrated Gasification Combined Cycle) แล้วยังใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ ด้วย เช่น สารเคมี น้ำมันสังเคราะห์ เชื้อเพลิง Dimethyl Ether (DME) และไฮโดรเจน เป็นต้น โดยมีระบบการแยกและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture and Storage) เพื่อไม่ให้ปล่อยสู่บรรยากาศ และมีการใช้ประโยชน์ของเสียและของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตต่างๆ มากขึ้น ส่วนแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีถ่านหินในระดับสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม จะใช้หม้อไอน้ำแบบ Fluidized Bed Combustion ร่วมกับอุปกรณ์ลดมลภาวะฝุ่นหรือใช้หม้อไอน้ำแบบ Pulverized Coal Combustion ขนาดเล็กแทนที่การใช้หม้อไอน้ำแบบ Stoker



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สายตรงพลังงาน บริการฉับไว ไขปัญหาตรงจุด

ศูนย์บริการวิชาการด้านพลังงานทดแทน

โทร 0 2223 0021 ถึง 9 ต่อ 1656, 1657

17 เซิงสะพานกษัตริย์ศึก ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

<http://www.dede.go.th>