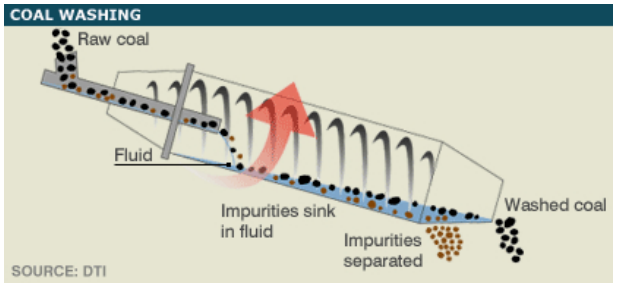
เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด เป็นการพัฒนาด้านเทคโนโลยีการกำจัดหรือลดมลพิษเพื่อนำถ่านหินมาใช้เป็นเชื้อ เพลิง ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งปัญหามลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านหิน ได้แก่ ฝุ่นละออง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น ปัจจุบันเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดได้รับการพัฒนาและสามารถกำจัดปัญหามลพิษที่ เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านหินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะปัญหาฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ แต่สำหรับปัญหาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ยังอยู่ระหว่างการพัฒนาเทคโนโลยีในการควบคุมให้เกิดประสิทธิภาพอย่างไรก็ตาม ประเทศญี่ปุ่นในฐานะประเทศผู้นำในการพัฒนาเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดในภูมิภาค เอเชีย ได้ดำเนินการพัฒนาการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินควบคู่ไปกับเทคโนโลยีถ่านหินสะอาด เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในภาคการผลิตไฟฟ้า

เทคโนโลยีนี้เรียกว่าเทคโนโลยีถ่านหินสะอาด (Clean coal technology) กระบวนการของเทคโนโลยีนี้สามารถทำได้ทั้งขั้นตอนคือ ก่อนการเผาไหม้ ขณะเผา และหลังการเผา

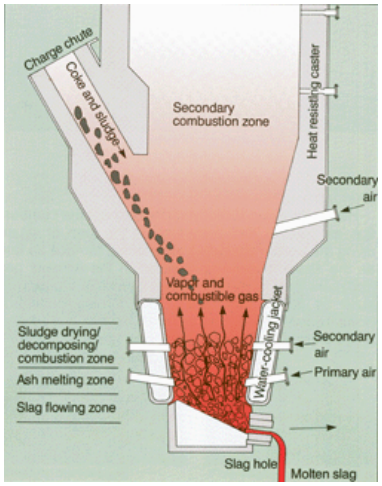
1. เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดก่อนการเผาไหม้

ซึ่งอาจเรียกขั้นตอนนี้ว่าการปรับระดับถ่านหิน (coal upgrading) เพื่อลดปริมาณขี้เถ้าและกำมะถันที่ปะปนอยู่ในถ่านหิน ในขณะเดียวกันจะเป็นการเพิ่มค่าความร้อนของถ่านหินด้วย การทำความสะอาดก่อนการเผาไหม้นี้มีด้วยกัน 3 วิธี คือ

• การทำความสะอาดโดย วิธีทางกายภาพ (physical cleaning) เป็นการกำจัดสิ่งเจือปนประเภท ฝุ่นละออง ดิน หิน และสารประกอบพวกกำมะถันอนินทรีย์ โดยอาศัยหลักการความแตกต่างของความหนาแน่นของถ่านหินกับสารเหล่านี้ จะทำให้สิ่งเจือปนต่างๆ ที่ไม่ต้องการจะถูกแยกออกจากเนื้อถ่านหิน ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ไพไรติกซัลเฟอร์ถูกกำจัดออกได้ประมาณร้อยละ 90



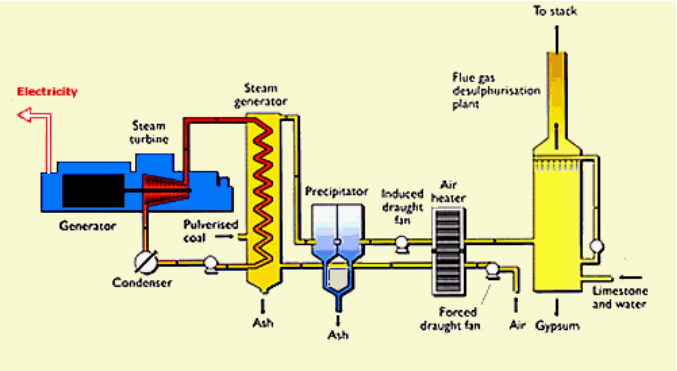
• การทำความสะอาดโดยวิธีทางเคมี (chemical cleaning)เป็นการใช้สารเคมีเข้าไปทำปฏิกิริยากับผงถ่านหิน ซึ่งสารเคมีดังกล่าวมีคุณสมบัติในการกำจัดพวกสิ่งเจือปน ต่างๆ ที่ไม่สามารถกำจัดโดยวิธีทางกายภาพได้



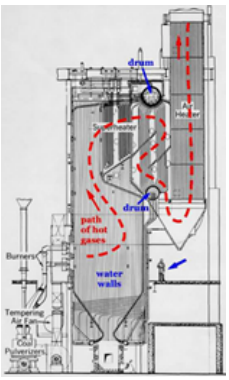
• การทำความสะอาดโดยวิธีทางชีวภาพ biological cleaning) วิธีนี้เป็นเทคโนโลยีที่ยังค่อนข้างใหม่ โดยใช้สิ่งมีชีวิตเล็กๆ จำพวกแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิด

2.เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้หรือเมื่อนำไปใช้ประโชยน์

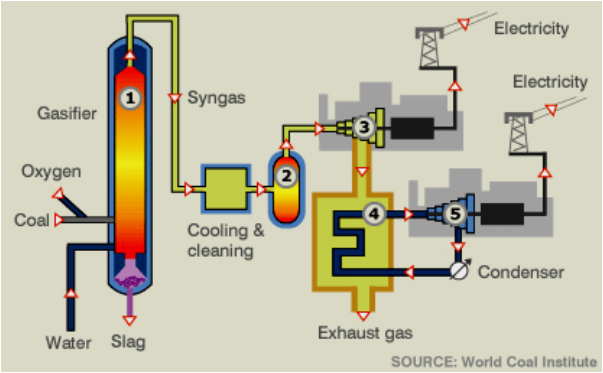
เทคโนโลยีต่างๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการเผาไหม้ถ่านหินหรือในขณะที่นำถ่าน หินไปใช้ประโยชน์มีด้วยกันหลายอย่างเช่น
เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้ เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดโดยการแปรรูป และเทคโนโลยีสังเคราะห์เชื้อเพลิงสะอาด
ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะช่วยลดปริมาณสิ่งเจือปนต่างๆ โดยเฉพาะกำมะถันในถ่านหินลงได้เป็นอย่างดี



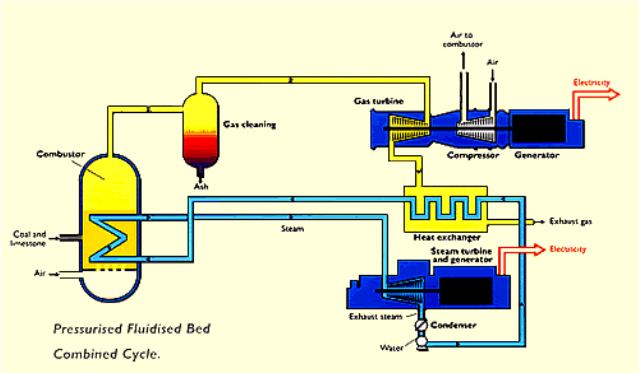
Pulverized Fuel (PF) combustion



Fluidized Bed Combustion



Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC)



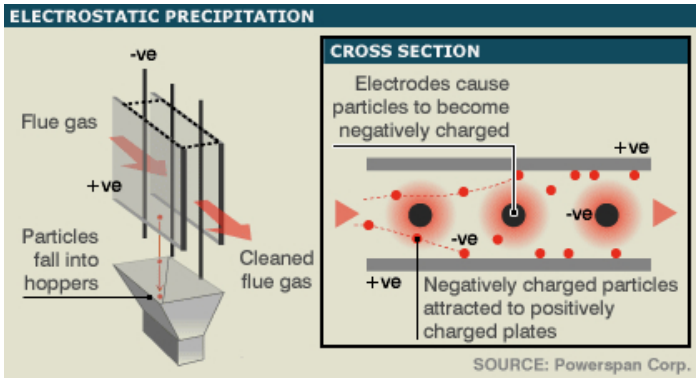
Pressurized Fluidized Bed Combustion Combined Cycle(OFBC)

3.เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดหลังการเผาไหม้

เป็นการกำจัด มลพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ถ่านหิน ก่อนที่จะถูกปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งมีทั้งที่อยู่ ในรูปของฝุ่นละอองต่างๆ และก๊าซ (ตัวอย่าง โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง)

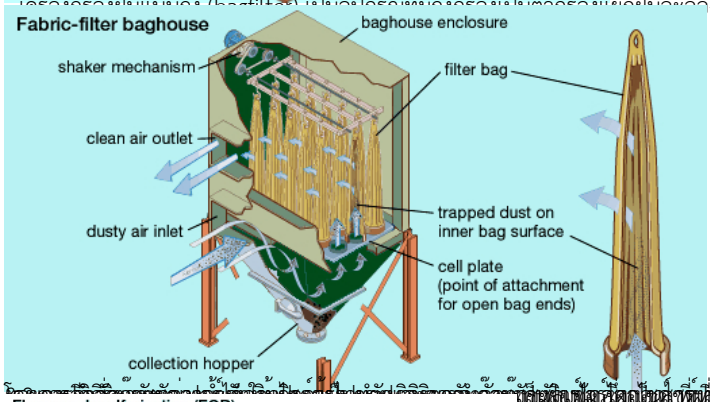
3.1 การกำจัดฝุ่นละออง เมื่อถ่านหินถูกเผาไหม้จะมีฝุ่นละอองต่างๆ เกิดขึ้นในกระบวนการจะมีการใช้อุปกรณ์สำหรับการดักจับ ฝุ่นละอองที่เกิดนี้ ซึ่งโดยทั่วที่ใช้กันอยู่ ได้แก่

• เครื่องดักฝุ่นด้วยไฟฟ้า (electrostatic precipitator) ระบบนี้ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงมากในการดักจับฝุ่น

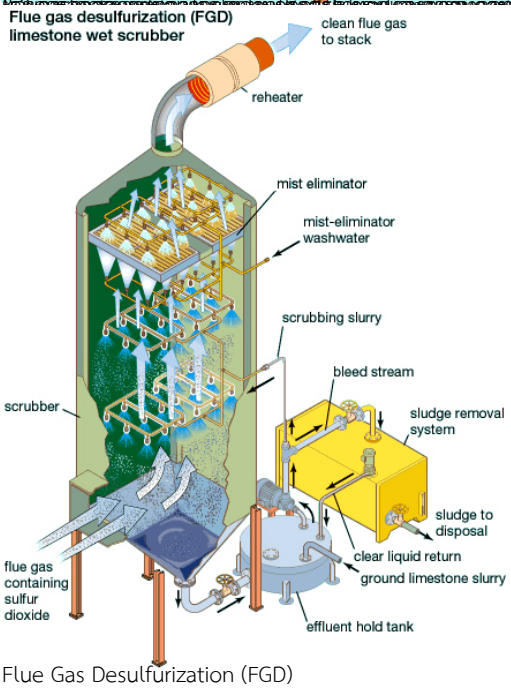


• เครื่องแยกฝุ่นแบบลมหมุน (cyclone Separator) ใช้หลักของแรงเหวี่ยงเพื่อให้ก๊าซซึ่งมีฝุ่นละอองผสมอยู่เกิดการหมุนตัว จะทำให้ฝุ่นละอองซึ่งมีน้ำหนักมากกว่ารวมตัวกันและถูกแยกออกมา

เครื่องกรองฝุ่นแบบถุง (bagfilter) เป็นอุปกรณ์ที่มีวงกรองเป็นตัวกรองแยกฝุ่นจะลงออกจากก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหิน



ถ้าเป็นฟลาย์แอ็ชที่ฟุ้งกระจายอยู่ในก๊าซ ก็ต้องใช้ระบบ ไฟฟ้าสถิตย์ได้รเผาไหม้



Flue Gas Desulfurization (FGD)