

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ



รหัสวิชา 20101-2006

(ประเภทวิชาอุตสาหกรรม)

ได้ผ่านการตรวจการประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ครั้งที่ 2 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ ประกาศลำดับที่ 230

เชื้อ

เพลิงและวัสดุหล่อลื่น

Fuel and Lubricants



ผศ. นอ. งามจิตติ ฤทธิกร

108.-



เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น

(Fuel and Lubricants)

รหัสวิชา 20101-2006

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ

เรียบเรียงโดย

ผศ. น.อ.รามจิตติ ฤทธิศร

วท.บ.(ทอ.วิศวกรรมเครื่องกล)

M.Sc. (Mechanical Engineering)

เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น

(Fuel and Lubricants)

ISBN 978-616-495-080-1

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย...

บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

Tel. 0-2472-3293-5 Fax 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

e-Mail : wangaksorn9@gmail.com Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

<http://www.wangaksorn.com>

ID Line : @wangaksorn



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2562 จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต

เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น

(Fuel and Lubricants)

รหัสวิชา 20101 - 2006



จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจชนิดและสมบัติของเชื้อเพลิง
2. เข้าใจกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงวัสดุหล่อลื่น สารหล่อเย็นและน้ำมันไฮดรอลิกส์
3. สามารถเลือกใช้เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่นตามประเภทของเครื่องจักรกล
4. มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลามีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ สืบค้นเกี่ยวกับวิชาเชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น



สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการกำเนิด จำแนกชนิดและสมบัติของเชื้อเพลิง
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้เชื้อเพลิง วัสดุหล่อลื่น สารหล่อเย็นและน้ำมันไฮดรอลิกส์
3. แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิต และวิธีการปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงวัสดุหล่อลื่น
4. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่นอุตสาหกรรม
5. จำแนกวิธีการเก็บรักษาเชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่นอุตสาหกรรม



คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด การจำแนกชนิดและสมบัติของเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว เชื้อเพลิงแก๊ส กระบวนการผลิต การปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิง การเลือกใช้และการเก็บรักษาเชื้อเพลิง วัสดุหล่อลื่น สารหล่อเย็นและน้ำมันไฮดรอลิกส์

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

วิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101 - 2006

ท-ป-น 2-0-2 จำนวน 2 คาบ/สัปดาห์ รวม 36 คาบ

หน่วยที่ สมรรถนะรายวิชา	แสดงความรู้เกี่ยวกับการกำเนิด จำแนก ชนิดและสมบัติของเชื้อเพลิง	แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้เชื้อเพลิง วัสดุหล่อลื่น สารหล่อเย็น และน้ำมันไฮดรอลิกส์	แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิต และวิธีการปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิง วัสดุหล่อลื่น	แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเชื้อเพลิง และวัสดุหล่อลื่นอุตสาหกรรม	จำแนกวิธีการเก็บรักษาเชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่นอุตสาหกรรม
1. เชื้อเพลิงแข็ง	✓		✓	✓	✓
2. ปิโตรเลียม	✓		✓	✓	
3. โครงสร้างอะตอมของสารไฮโดรคาร์บอน			✓		
4. กระบวนการกลั่นน้ำมันและผลิตภัณฑ์จากการกลั่น			✓		
5. ก๊าซธรรมชาติ			✓	✓	✓
6. วัสดุหล่อลื่น		✓	✓	✓	
7. น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และเทคโนโลยีเชื้อเพลิงใหม่		✓	✓	✓	✓
8. ปิโตรเคมีภัณฑ์		✓	✓	✓	
9. น้ำมันหล่อเย็น		✓			
10. น้ำมันไฮดรอลิกส์		✓	✓	✓	✓

คำนำ

วิชาเชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 2101-2006 จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 10 หน่วยการเรียนรู้ ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการสอนที่มุ่งเน้น **ในฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated)** ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทักษะ หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวนเพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ **เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer)** เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (**Teacher Roles**) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (**Co - Investigator**) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (**Learning Context**) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จัก **ทำงานร่วมกัน (Grouping)** ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (**Competency**) สอนความรัก ความเมตตา (**Compassion**) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (**Trust**) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (**Productive Career**) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (**Noble Life**) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดี ทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณ ทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงาน ระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนามการแข่งขันในประชาคมอาเซียน

ผศ. น.อ.รามจิตติ ฤทธิศร

สารบัญ

บทที่ 1 เชื้อเพลิงแข็ง

ชนิดของเชื้อเพลิง

ค่าความร้อน (Heating Value
or Calorific Value)

เชื้อเพลิงแข็ง

ประเภทของถ่านหิน

การสำรวจหาแหล่งถ่านหิน

การผลิตถ่านหิน

การวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านหิน

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด

(Clean Coal Technology)

การใช้ประโยชน์ถ่านหิน

แหล่งถ่านหินในประเทศไทย

พื้นที่ศักยภาพถ่านหิน

ปริมาณการผลิต การใช้ และการนำเข้า
ถ่านหิน

การเก็บรักษาถ่านหิน

ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

(Coal Bed Methane)

แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ

1 บทที่ 2 ปีโตรเลียม 21

2 ความหมายของปีโตรเลียม 22

การกำเนิดของปีโตรเลียม 22

2 การสะสมตัวของปีโตรเลียม 23

3 ลักษณะโครงสร้างของชั้นหินกักเก็บ 23

4 คุณสมบัติของปีโตรเลียม 24

5 การสำรวจค้นหาแหล่งปีโตรเลียม 25

7 การเจาะสำรวจและพัฒนา 26

8 แหล่งปีโตรเลียม 26

การผลิตปีโตรเลียม 29

9 กระบวนการกลั่นน้ำมัน 30

14 โรงกลั่นน้ำมันภายในประเทศไทย 32

14 แหล่งปีโตรเลียมที่สำคัญ 33

15 แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 34

บทที่ 3 โครงสร้างอะตอม ของสารไฮโดรคาร์บอน 37

การกลั่นน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์

ที่ได้ในเชิงสารประกอบ 38

การปรับโครงสร้างโมเลกุลของเชื้อเพลิง

ชนิดของน้ำมันดิบ 41

ส่วนประกอบของน้ำมันดิบ 41

โครงสร้างอะตอมของสารไฮโดรคาร์บอน 42

โครงสร้างอะตอมจากผลิตภัณฑ์

จากปิโตรเลียม	46
สูตรโมเลกุลของก๊าซธรรมชาติ	46
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	49

บทที่ 4 กระบวนการกลั่นน้ำมัน และผลิตภัณฑ์จากการกลั่น

กระบวนการกลั่นน้ำมัน	52
ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง	54
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	67

บทที่ 5 ก๊าซธรรมชาติ

ความหมายของก๊าซธรรมชาติ	70
องค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติ	70
กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ	72
คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซธรรมชาติ	74
ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ แยกก๊าซธรรมชาติ	74
คุณประโยชน์ของก๊าซธรรมชาติ	76
ประโยชน์ในการใช้งานผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ	76
ข้อควรระวังในการใช้ก๊าซธรรมชาติ	77
ก๊าซธรรมชาติอัด ก๊าซธรรมชาติอัดเหลว และก๊าซปิโตรเลียมเหลว	77
อันตรายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยและมาตรฐาน อาชีวอนามัยและความปลอดภัย	86
ข้อดีและข้อเสียของก๊าซธรรมชาติอัด	87
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	89

บทที่ 6 วัสดุหล่อลื่น

ประโยชน์ของการหล่อลื่น	92
ประเภทของวัสดุหล่อลื่นและคุณสมบัติ ที่พึงประสงค์	92
ลักษณะการหล่อลื่นเครื่องจักรกล	94
หน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่น	96
กระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่น	96
น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน	98
คุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่น	98
สารเคมีเพิ่มคุณภาพ	102
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	104

บทที่ 7 น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และเทคโนโลยีเชื้อเพลิงใหม่

น้ำมันเบนซิน	107
ลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน	107
การเลือกใช้น้ำมันเบนซิน	109
ก๊าซโซฮอลล์	109
เบนซินออกเทน 95 ทัวไป	110
ก๊าซโซฮอลล์ 95	110
เอทานอล	111
ความสำคัญของก๊าซโซฮอลล์	115
ประโยชน์ที่ได้รับจากก๊าซโซฮอลล์	115
น้ำมันดีเซล	116
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	119

บทที่ 8 ปีโตรเคมีภัณฑ์

ปีโตรเคมีภัณฑ์	122
พอลิเมอร์	123
พลาสติก	125
ยาง	129
กระบวนการผลิต	141
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	145

บทที่ 9 น้ำมันหล่อเย็น

หน้าที่ของน้ำมันหล่อเย็น	151
คุณสมบัติของน้ำมันหล่อเย็น	152
ประเภทของน้ำมันหล่อเย็นงานแปรรูปโลหะ	153
การเลือกใช้น้ำมันหล่อเย็น	154
การใช้งานรีแฟรคโทมิเตอร์	159
pH หรือความเป็นกรด	160
การปรับสภาพน้ำมันหล่อเย็น	161
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	165

บทที่ 10 น้ำมันไฮดรอลิกส์

หน้าที่ของน้ำมันไฮดรอลิกส์	168
คุณสมบัติที่ต้องการในน้ำมันไฮดรอลิกส์	168
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันไฮดรอลิกส์	169
ชนิดของน้ำมันไฮดรอลิกส์	171
ระบบไฮดรอลิกส์	172
ปัจจัยที่มีผลต่อระบบไฮดรอลิกส์	173
การบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิกส์	173
การบำรุงรักษาน้ำมันไฮดรอลิกส์	174
ข้อขัดข้องที่พบบ่อยในการใช้งานระบบไฮดรอลิกส์	175
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	179

คำศัพท์ประจำบท

181

บรรณานุกรม

187



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)

หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. จำแนกชนิดของเชื้อเพลิงแข็งได้
2. อธิบายเกี่ยวกับเรื่องของเชื้อเพลิงแข็งได้
3. แยกประเภทของถ่านหินได้
4. บอกขั้นตอนการสำรวจหาแหล่งถ่านหินได้
5. สรุปประโยชน์และประเภทของการผลิตถ่านหินได้
6. วิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านหินได้
7. แสดงความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดได้
8. อธิบายการใช้ประโยชน์จากถ่านหินได้
9. บอกแหล่งและพื้นที่ศักยภาพถ่านหินในประเทศไทยได้
10. สรุปปริมาณการผลิต การใช้และการนำเข้าถ่านหินได้
11. ระบุวิธีการเก็บรักษาถ่านหินได้
12. อธิบายเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

บทที่ 1

เชื้อเพลิงแข็ง

ชนิดของเชื้อเพลิง



เชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นบนโลกนี้มีมากมายหลายรูปแบบ และมีทั้ง 3 สถานะ นิยามของเชื้อเพลิง คือ วัตถุ ธาตุ หรือสารประกอบใด ๆ ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกับออกซิเจน (สันดาป) แล้ว จะให้พลังงาน ความร้อนออกมา พลังงานที่ได้จากการสันดาปนี้จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เชื้อเพลิงมีส่วนประกอบย่อย ๆ มากมาย แตกต่างกันไปตามชนิด รูปแบบของเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบหลัก ๆ ที่สำคัญของเชื้อเพลิงจะเหมือนกัน เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน กำมะถัน เป็นต้น

เชื้อเพลิงสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิดตามสถานะที่เป็น ได้แก่

1. เชื้อเพลิงแข็ง หมายถึง เชื้อเพลิงที่มีสถานะของแข็งที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศ เช่น ไม้ ถ่านหิน เชื้อเพลิงอัดแท่ง ฯลฯ

2. เชื้อเพลิงเหลว หมายถึง เชื้อเพลิงที่มีสถานะของเหลวที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

3. เชื้อเพลิงก๊าซ หมายถึง เชื้อเพลิงที่มีสถานะก๊าซที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศ เช่น ก๊าซมีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน ฯลฯ

ค่าความร้อน (Heating Value or Calorific Value)



ค่าความร้อนของน้ำมันมีหน่วยเป็นกิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (Kcal/Kg) ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงหาได้จากเครื่องมือในห้องทดลอง ซึ่งจะให้ค่าความร้อนมวลรวม (Gross Heating Value) หมายถึง ค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้รวมกับค่าความร้อนแฝงที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำที่เกิดจากไฮโดรเจนเผาไหม้ออกซิเจนในอากาศ บางทีเรียกว่า Higher Heating Value (HHV) โดยที่ Net Heating Value หรือ Low Heating Value (LHV) จะไม่นับรวมความร้อนแฝงที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำเข้ามาด้วย

แต่โดยทั่วไปแล้ว การระบุค่าความร้อนของเชื้อเพลิงหรือการใช้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงไปคำนวณหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงหรืออื่น ๆ มักจะใช้ Gross Heating Value กันโดยตลอด

เชื้อเพลิงแข็ง



1. ถ่านไม้ เป็นเชื้อเพลิงพื้นฐานมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่โบราณจนถึงปัจจุบัน ถ่านไม้ได้มาจากการเผาไม้ในเตาเผาที่มีออกซิเจนน้อย เพื่อให้เกิดความร้อนสูง ความร้อนดังกล่าวจะไปอบไล่ความชื้นให้ออกไปจากเนื้อไม้ คงเหลือไว้แต่เนื้อถ่าน มีสีดำ แข็งเกร็ง ดูปกติได้ดีเพราะมีรูพรุน ดังรูปที่ 1.1 ถ่านไม้จะมีปริมาณคาร์บอนมากกว่า 30% ถ่านไม้ที่มีคุณภาพดีนั้น เนื้อถ่านจะมีความแข็ง มีมวลมีน้ำหนัก ได้แก่ ถ่านไม้โกงกาง ถ่านกะลามะพร้าว เป็นต้น

ถ่านไม้นิยมนำไปใช้ประโยชน์ เช่น เป็นแหล่งความร้อนสำหรับการปรุงอาหารในครัวเรือน เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานขนาดเล็ก ผลิตไอน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรค ใช้ในงานตีเหล็ก เป็นต้น ปัจจุบันป่าไม้ได้ลดจำนวนลงมาก ดังนั้นการใช้ไม้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงจึงลดจำนวนลง คงเหลือแต่การใช้งานในครัวเรือน และอุตสาหกรรมขนาดเล็กเท่านั้น ค่าความร้อนของถ่านไม้ประมาณ 7,450 kcal/kg



รูปที่ 1.1 ลักษณะของถ่านไม้

2. ถ่านหิน เป็นเชื้อเพลิงแข็งที่ถูกนำมาใช้งานอุตสาหกรรมมากชนิดหนึ่ง เกิดจากการทับถมของซากพืชที่มีปริมาณมาก เป็นชั้น ๆ เป็นเวลานาน โดยมีอิทธิพลจากแรงกดดันและความร้อนใต้พื้นผิวโลกเป็นตัวเร่งซากพืชที่ทับถมเป็นเวลานาน แปรสภาพเป็นถ่านพีต (Peat) และแปรสภาพเป็นถ่านหินในที่สุด

ตามธรรมชาติซากพืชที่ตายลงทับถมกันจะถูกย่อยสลายโดยปฏิกิริยาเคมี ซึ่งในบางครั้งการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติอาจจะทำให้กระบวนการย่อยสลายหยุดชะงักลงบ้าง ซากพืชที่ทับถมกันมากขึ้น ๆ เหล่านี้ เมื่อแผ่นดินในบริเวณนั้น ๆ เกิดการทรุดตัวลงหรือมีระดับน้ำสูงขึ้น ทำให้ซากพืชจมลงใต้ระดับน้ำ แล้วถูกปิดทับด้วยตะกอนหินดินทรายที่ถูกพัดพามากับน้ำ เมื่อตะกอนที่ปิดทับมีปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ ซากพืชเหล่านั้นจะถูกบีบอัดโดยน้ำหนักของตะกอนที่ปิดทับอยู่ และได้รับอิทธิพลของความร้อนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จนซากพืชเหล่านั้นกลายเป็นถ่านหินในที่สุด

ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืชเพื่อเกิดเป็นถ่านหินนั้น มีอยู่ 2 ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับ คือ

ทฤษฎีที่ 1 กล่าวว่า การสะสมตัวของซากพืชที่เกิดขึ้นอยู่กับที่ โดยไม่ได้พัดพามาจากที่อื่น กล่าวคือ เมื่อพืชพันธุ์ที่ตายลงก็จะถูกทับถมกันอยู่ในบริเวณนั้น ๆ นั่นเอง

ทฤษฎีที่ 2 กล่าวว่า การสะสมตัวของซากพืชจะถูกน้ำพัดพาไปเช่นเดียวกับตะกอนอื่น ๆ และเมื่อซากพืชถูกพัดพามาอยู่ในบริเวณอื่น ๆ ที่เหมาะสมแล้ว ก็จะมีการตกตะกอนสะสมทับถมกันในภายหลัง

4 บทที่ 1 เชื้อเพลิงแข็ง

ในปัจจุบันทั้งสองทฤษฎีเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป และมีผู้ที่ประยุกต์ทั้งสองทฤษฎีนี้เข้าด้วยกัน คือ มีการสะสมตัวทั้งสองแบบทั้งการสะสมตัวของซากพืชที่เกิดขึ้นอยู่กับที่ และการสะสมตัวในบริเวณอื่นในเวลาเดียวกัน

สภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมต่อการสะสมตัวของถ่านฟิต ซึ่งจะพัฒนาเป็นถ่านหินในระดับต่อไป คือ

2.1 ต้องมีการเพิ่มระดับน้ำใต้ดินแบบต่อเนื่องอย่างช้า ๆ เพื่อที่จะทำให้เกิดการสะสมตัวของชั้นถ่านฟิตอย่างต่อเนื่อง

2.2 น้ำในแอ่งที่ถ่านฟิตสะสมอยู่ต้องไม่มากจนเกินไป

2.3 พื้นที่บริเวณข้างเคียงโดยรอบของแอ่งจะต้องไม่ลาดชันหรือมีระดับสูงกว่าตัวแอ่งมากนัก เพื่อให้ตะกอนดินหินถูกพัดพาเข้าสู่ตัวแอ่งได้ในปริมาณที่เหมาะสม

กระบวนการที่เกี่ยวข้อง 2 กระบวนการในการเกิดถ่านหิน คือ กระบวนการแปรเปลี่ยนทางชีวภาพ (Biochemical Reaction) และกระบวนการแปรเปลี่ยนเนื่องจากความร้อน (Thermal Alteration หรือ Metamorphism)

ถ่านหินจะมีอายุแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ 30 ล้านปีไปจนถึง 280 ล้านปี ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ คาดว่ามีปริมาณสำรองในโลกราว 460 พันล้านตันใต้พื้นดินจนถึงความลึกประมาณ 6,000 เมตร

โครงสร้างของถ่านหินจะประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก และมีธาตุอื่นเป็นส่วนผสมรอง ๆ ลงไป เช่น กำมะถัน ซิลิคอน ไนโตรเจน อะลูมิเนียม ฯลฯ โดยปริมาณของคาร์บอนจะมากที่สุด ถ่านหินที่มีเวลาในการทับถมและไล่ความร้อนออกไปนาน ๆ จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนในเนื้อถ่านมากขึ้น มีผลให้คุณภาพของถ่านหินสูงขึ้นตามไปด้วย

ประเภทของถ่านหิน



การแบ่งประเภทถ่านหินตามลำดับคุณภาพ สามารถแยกได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. **ฟิต (Peat)** เป็นขั้นแรกในกระบวนการเกิดถ่านหินในระดับต่ำสุด ซึ่งประกอบด้วยซากพืชที่ยังไม่ย่อยสลาย ในขณะที่บางส่วนได้สลายตัวไปแล้ว สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงพื้นฐานได้

2. **ลิกไนต์ (Lignite)** เป็นถ่านหินที่มีความเป็นถ่านหินน้อยที่สุด วิวัฒนาการมาจากถ่านฟิต จัดเป็นถ่านหินอ่อน (Soft Coal) จึงมีร่องรอยของเนื้อไม้อยู่ มีสีน้ำตาลดำ ทึบด้าน ดังรูปที่

1.2 มีความชื้นสูง (30 - 70%) และสารระเหยสูง มีค่าความร้อนต่ำ สามารถเกิดการลุกไหม้ได้เองถ้าเก็บกองไว้นาน ๆ ในประเทศไทยมีการขุดพบถ่านหินชนิดนี้ได้มากที่สุด ในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง



รูปที่ 1.2 แสดงรูปร่างถ่านหินลิกไนต์

3. ซับ-บิทูมินัส (Sub-Bituminous) เป็นถ่านหินที่แปรสภาพมาจากลิกไนต์ มีสีดำ มีความชื้นประมาณ 10% ให้ค่าความร้อนสูงกว่าลิกไนต์ เหมาะสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า พบที่ ตำบลแม่ต๊ิบ จังหวัดลำปาง



รูปที่ 1.3 แสดงรูปร่างถ่านหินบิทูมินัส

4. บิทูมินัส (Bituminous) เป็นถ่านหินแปรสภาพมาจากถ่านหินชนิดซับ - บิทูมินัส ดังรูป 1.3 มีเนื้อแน่น แข็ง สีดำสนิท เป็นมันวาว ไม่มีรอยเนื้อไม้ปรากฏ มีความชื้นประมาณ 1.5 - 7% ปริมาณคาร์บอนประมาณ 78 - 92% ให้ค่าความร้อนสูงกว่าชนิดซับ - บิทูมินัส เผาไหม้แล้วให้ควันน้อย เถ้าดำ เป็นถ่านหินคุณภาพสูง ใช้ในงานอุตสาหกรรมถลุงโลหะ พบที่ ตำบลดงดำ จังหวัดลำพูน และอำเภอแม่ระมาด จังหวัดลำปาง

5. แอนทราไซต์ (Anthracite) เป็นถ่านหินที่มีคุณภาพดีที่สุด ทบถมนานที่สุด มีความแข็งมากแต่เปราะ มีสีดำเป็นมัน เป็นเนื้อเดียวกัน ดังรูปที่ 1.4 มีปริมาณคาร์บอนสูง (มากกว่า 90%) ใกล้เคียงกับกราไฟต์ และมีปริมาณกำมะถันต่ำ ถึงแม้ว่าจะมีคุณภาพดีให้ความร้อนสูง แต่ติดไฟได้ยาก และมีอัตราการเผาไหม้ช้า จึงไม่นิยมใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง แต่นิยมนำมาใช้ในการถลุงโลหะมากกว่า



รูปที่ 1.4 แสดงรูปร่างถ่านหินแอนทราไซต์

ถ่านหินแอนทราไซต์ที่พบแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามอายุของถ่านหิน คือ เซมิ แอนทราไซต์ แอนทราไซต์ และเมตาแอนทราไซต์ ซึ่งมีปริมาณเนื้อถ่านแท่งมากกว่า 86% 92% และ 98% ตามลำดับ

การสำรวจหาแหล่งถ่านหิน



การสำรวจหาแหล่งถ่านหินมีขั้นตอนคล้ายกับการสำรวจหาแหล่งแร่ทั่ว ๆ ไป ขั้นตอนที่สำคัญได้แก่

1. การสำรวจทางธรณีวิทยา

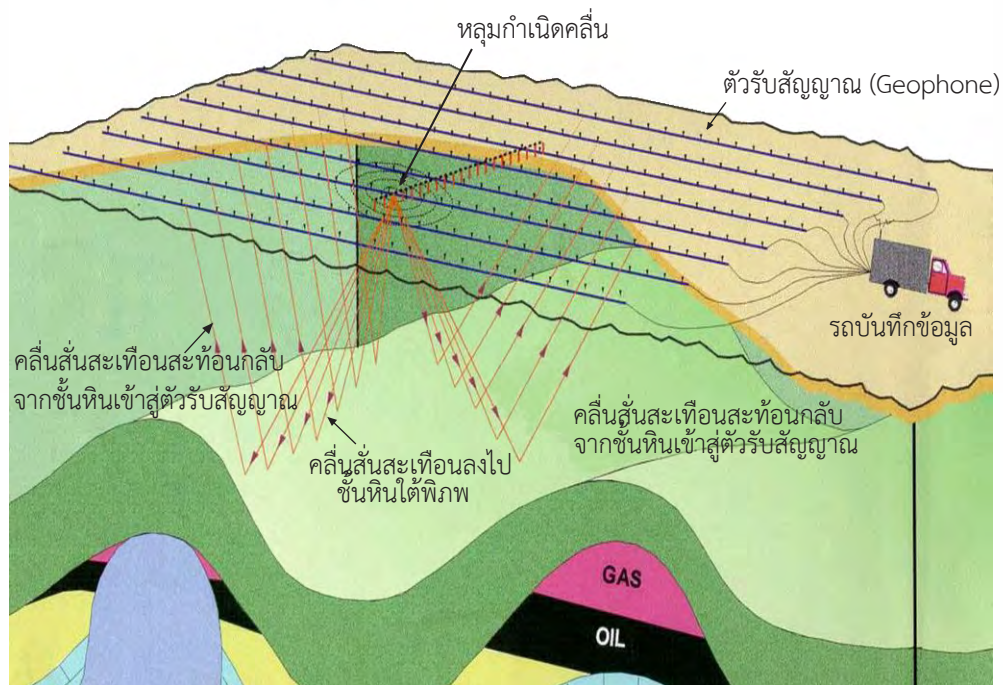
เป็นการสำรวจดูว่าพื้นที่ใดจะมีการสะสมตัวของแหล่งถ่านหินอยู่บ้าง โดยเตรียมอุปกรณ์สำรวจ เช่น แผนที่ ค้อน เข็มทิศ ฯลฯ นักธรณีวิทยาจะเข้าไปสำรวจเพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของชั้นหินจัดเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและสรุปผลการสำรวจ หากผลการสำรวจบ่งชี้ว่าพื้นที่นั้นน่าจะมีการสะสมตัวของถ่านหิน ก็จะนำข้อมูลไปวางแผนเพื่อสำรวจขั้นตอนต่อไป

2. การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ที่นิยมใช้ในการสำรวจถ่านหิน ได้แก่

2.1 การสำรวจวัดความโน้มถ่วง (Gravity Survey) เป็นการสำรวจหาขนาดและลักษณะของแอ่งสะสมตะกอน โดยศึกษาคุณสมบัติในด้านความหนาแน่นที่แตกต่างกันของชั้นหิน เพื่อศึกษาขนาด ตำแหน่ง และความลึกโดยสังเขปของแอ่งสะสมตัวของตะกอน ในประเทศไทยวิธีนี้ไม่เป็นที่นิยมมากนัก

2.2 การสำรวจโดยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน (Seismic Survey) เป็นการสำรวจที่อาศัยคุณสมบัติการสะท้อนเสียงที่ต่างกันของชั้นหินต่าง ๆ เพื่อศึกษาความต่อเนื่องของชั้นถ่านหินและโครงสร้างทางธรณีวิทยาของชั้นหินนั้น ๆ ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 การสำรวจโดยวิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือน

ผลการสำรวจจะทำให้ทราบขอบเขตการวางตัวของชั้นถ่านหิน การสะสมของชั้นถ่านหิน รวมทั้งลักษณะโครงสร้าง แนวรอยเลื่อนหรือรอยโค้งของชั้นหิน การแปลความหมายข้อมูลจากการสำรวจวิธีนี้จะต้องใช้ประกอบกับข้อมูลจากการเจาะสำรวจในพื้นที่นั้น ๆ เพื่อความแม่นยำถูกต้องในการแปลความหมายของข้อมูลการสำรวจ

3. การเจาะสำรวจ

การเจาะสำรวจแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

3.1 การเจาะสำรวจขั้นต้น การเจาะสำรวจขั้นต้นเป็นการสำรวจเพื่อศึกษาสภาพทางธรณีวิทยาใต้ผิวดินลงไปในพื้นที่สำรวจเพื่อให้ทราบลักษณะชั้นหิน การเรียงลำดับของชั้นถ่านหินในพื้นที่นั้น ๆ จำนวนหลุมที่ขุดเจาะขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ ความลึกของหลุมขึ้นอยู่กับชั้นหินและเป้าหมายของการสำรวจเป็นหลัก

3.2 การเจาะขั้นรายละเอียด เป็นการเจาะสำรวจเพื่อตรวจสอบขอบเขตการแผ่กระจายและความต่อเนื่องของชั้นถ่านหิน คุณภาพถ่านหิน รวมทั้งประเมินปริมาณสำรอง และเป็นการใช้ข้อมูลประกอบในการวางแผนการทำเหมืองต่อไป

การผลิตถ่านหิน



การผลิตถ่านหินหรือการนำถ่านหินที่สำรวจพบขึ้นมาใช้ประโยชน์ คือ การทำเหมืองถ่านหินนั้น โดยทั่วไปจะมี 2 ประเภท ตามระดับความลึกของชั้นถ่านหิน คือ การทำเหมืองเปิด และการทำเหมืองใต้ดิน



รูปที่ 1.6 การทำเหมืองถ่านหินชนิดเปิดหน้าดิน

1. การทำเหมืองเปิด (Open Pit Mine)

เป็นการทำเหมืองโดยขุดเปิดหน้าดินที่ปิดทับชั้นของถ่านหินออกไป แล้วทำการขุดตัดถ่านหินขึ้นมาใช้ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและต้นทุนต่ำ วิธีนี้จะใช้กับแหล่งถ่านหินที่ไม่ลึกมากนัก ตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงระดับความลึกประมาณ 500 เมตร ถ่านหินที่ได้โดยมากจะเป็นถ่านหินลิกไนต์ หรือ ซับ - บิทูมินัส เป็นวิธีที่ใช้ในประเทศไทย ดังรูปที่ 1.6 ซึ่งเป็นการทำเหมืองถ่านหินลิกไนต์ที่เหมาะสมลำปาง

2. การทำเหมืองใต้ดิน (Underground Coal Mine)

เป็นการทำเหมืองถ่านหินที่อยู่ในระดับลึกมากจนไม่สามารถทำเหมืองเปิดได้ การทำเหมืองใต้ดินจะต้องขุดอุโมงค์ลงไปใต้ดินเพื่อใช้เครื่องมือพิเศษขุดตัด แล้วลำเลียงถ่านหินขึ้นมาโดยใช้สายพานลำเลียง การทำเหมืองชนิดนี้ลงทุนสูงมากและต้องวางแผนการทำเหมืองอย่างรอบคอบที่สุด เพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิดของเหมือง เนื่องจากการสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ดังรูปที่ 1.7 แสดงให้เห็นอุบัติเหตุจากการระเบิดของเหมืองถ่านหิน

การวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านหิน



การวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านหินทำให้ทราบถึงคุณภาพของถ่านหินว่าดีมาน้อยเพียงใด โดยมีการวิเคราะห์อยู่ 2 แบบ คือ

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านหินโดยประมาณ (Proximate Analysis)

เป็นการวิเคราะห์ที่แสดงคุณสมบัติการเผาไหม้ของถ่านหินว่าติดไฟง่ายเพียงใด ปริมาณขี้เถ้าและส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้มากน้อย มีรายละเอียดที่ได้จากการวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 ความชื้น (Moisture) ความชื้นในถ่านหินไม่มีคุณค่าใด ๆ ในการเผาไหม้และการให้ความร้อน ดังนั้น ถ่านหินที่ดีควรมีความชื้นต่ำ เพราะความชื้นในถ่านหินทำให้ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านหินสูญเสียไปความชื้นในถ่านหิน 1% จะทำให้ถ่านหินสูญเสียความร้อนไปประมาณ 0.1%

1.2 สารระเหย (Vaporized Substance) เป็นส่วนที่ระเหยเป็นก๊าซหรือไอเมื่อได้รับความร้อน ที่พบมากในเตาเผา คือ ไฮโดรเจน ออกซิเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ มีเทน และไฮโดรคาร์บอน มีความสำคัญในการพิจารณาเกี่ยวกับการเก็บและขนถ่ายเชื้อเพลิง

1.3 ขี้เถ้า (Ash) เป็นแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านหิน ปริมาณของขี้เถ้าที่เหลือมีความสำคัญมากในการซื้อขายถ่านหิน เพราะสามารถประมาณค่าความร้อนจากถ่านหินได้โดยการคูณปริมาณขี้เถ้าสัดส่วนของแร่ธาตุที่เหลือ เช่น แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) และเหล็กออกไซด์ (Fe_2O) ถ้ามีปริมาณมากจะทำให้อุณหภูมิการหลอมตัวของขี้เถ้า (Fusion Temperature) ลดลง

1.4 ปริมาณคาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon) เป็นเชื้อเพลิงแข็งที่เหลือหลังจากการไล่สารระเหยและความชื้นออกจากถ่านหิน โดยไม่รวมขี้เถ้า ลักษณะคุณภาพของ Fixed Carbon ใช้กำหนดการเลือกชนิดของเตาเผาและอุปกรณ์

1.5 ปริมาณกำมะถัน (Sulfur Content) เป็นปริมาณของกำมะถันในถ่านหินในขณะเผาไหม้กำมะถันจะถูกสันดาปไปด้วย ได้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์พร้อม ๆ กับการให้ความร้อนออกมาด้วย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารกัดกร่อนในกรณีที่ถ่านหินมีกำมะถันสูงจะทำให้เกิดการสึกหรอหรืออุดตันทางเดินก๊าซด้านขาออกจากเตา

1.6 ค่าปริมาณความร้อน (Heating Value) เป็นปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านหินหนึ่งหน่วยน้ำหนักอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณความร้อนที่ถ่านหินนั้นให้ออกมา



รูปที่ 1.7 อุบัติเหตุจากการระเบิดของเหมืองถ่านหิน

1.7 อุณหภูมิการหลอมตัวของขี้เถ้า (Ash Fusion Temperature) เป็นค่าที่บอกว่า ถ่านนี้ควรจะเผาไหม้ได้ถึงอุณหภูมิสูงสุดเท่าใด ขี้เถ้าถึงจะไม่หลอมละลายจนอุดตันภายในเตา มีประโยชน์ในการออกแบบหรือเลือกใช้ชนิดอุปกรณ์เผาไหม้

2. การวิเคราะห์ถ่านหินโดยละเอียด (Ultimate Analysis)

เป็นการวิเคราะห์ในรายละเอียดขององค์ประกอบที่เป็นธาตุที่มีอยู่ในเนื้อถ่านหินว่ามีมากน้อยเท่าใด เพื่อประโยชน์ในการประเมินประสิทธิภาพของการเผาไหม้ ปริมาณของธาตุที่จะวิเคราะห์ เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน และกำมะถัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาหาองค์ประกอบของขี้เถ้าได้เตา เนื่องจากว่าถ่านหินบางแหล่งมีองค์ประกอบภายในซึ่งเมื่อเผาไหม้แล้วอาจจะหลอมเป็นก้อนเหนียวที่เรียกว่า **สแลก (Slag)** ได้ง่าย เป็นสาเหตุให้ขี้เถ้าเข้าไปติดได้เตา อาจจะต้องหยุดเครื่องเพื่อ ขูดคราบเหล่านี้ออก การวิเคราะห์แบบนี้เป็นการวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่างๆ ในขี้เถ้าของถ่านหิน ซึ่งประกอบไปด้วย ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO₂) เหล็กออกไซด์ (Fe₂O₃) อลูมินัมออกไซด์ (Al₂O₃) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) โซเดียมออกไซด์ (Na₂O) โพแทสเซียมออกไซด์ (K₂O) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) การวิเคราะห์ถ่านหินโดยละเอียด ทำให้ทราบว่าคุณภาพของถ่านหินที่ขุดมาได้นั้นดีมาน้อยเพียงใด รายละเอียดตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของถ่านหิน

ชนิดของถ่าน	ส่วนประกอบ (%)				ค่าความร้อน		สารระเหย (%)
	C	H ₂	O ₂	S	Btu/lb	Kcal/kg	
พีต	57.5	6.1	32	0.4	5,500	3,000	60 - 70
ลิกไนต์	60 - 70	4.5	21	0.7	8,000	4,400	40 - 60
ซับ-บิทูมินัส	70 - 78	6.0	16	0.3	9,500	-	-
บิทูมินัส	78 - 92	5.3	8	-	13,000	7,200	13 - 42
แอนทราไซต์	92 - 96	3.3	1.3	0.5	16,000	8,800	5 - 6
โค้ก	83.5 - 90	-	-	-	13,000	7,200	2

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด (Clean Coal Technology)



เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด คือ เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเหมือง การจัดการถ่านหินก่อนนำมาใช้ และการใช้ประโยชน์ถ่านหิน โดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เทคโนโลยีเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการลดหรือกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นจากการนำถ่านหินมาใช้ประโยชน์ รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง กล่าวคือ เป็นการสนับสนุนนโยบายการใช้พลังงาน

จากถ่านหินในด้านความมั่นคงทางด้านพลังงาน การรักษาสิ่งแวดล้อม และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากถ่านหินมีปริมาณสำรองจำนวนมากและมีความมั่นคงในการจัดหา แต่ทำให้เกิดมลภาวะต่อสภาวะแวดล้อมสูงกว่าการใช้เชื้อเพลิงอื่น ๆ ดังนั้น การนำเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดมาใช้จึงมีความสำคัญและจำเป็นและยังสามารถเปลี่ยนทัศนคติที่ไม่ดีต่อการนำถ่านหินมาใช้ประโยชน์ได้

โดยทั่วไปเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดสามารถนำมาใช้ได้หลายลักษณะ ได้แก่ เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดก่อนการเผาไหม้ (Pre-Combustion) เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้ (Combustion) หรือเมื่อนำมาใช้ประโยชน์ และเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดหลังการเผาไหม้ (Post-Combustion) รายละเอียดดังนี้

1. เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดก่อนการเผาไหม้ (Pre-Combustion Technology)

เทคโนโลยีในกลุ่มนี้เป็นการนำถ่านหินมาผ่านกระบวนการเพื่อลดปริมาณเถ้าและกำมะถัน ซึ่งในขณะเดียวกันเป็นการเพิ่มค่าความร้อนของถ่านหินก่อนนำมาเผาไหม้ วิธีการเหล่านี้ หมายถึง Coal Preparation, Coal Beneficiation, หรือ Coal Upgrading ได้แก่ การทำความสะอาดโดยวิธีทางกายภาพ (Physical Cleaning or Washing) การทำความสะอาดโดยวิธีทางเคมี (Chemical Cleaning) และการทำความสะอาดโดยวิธีทางชีวภาพ (Biological Cleaning) เดิมมีการศึกษากันเพียงทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีเท่านั้น การศึกษาทางด้านชีวภาพเริ่มมีการพัฒนาขึ้นเมื่อไม่นานมานี้

1.1 การทำความสะอาดโดยวิธีทางกายภาพ เป็นการแยกสารที่ไม่ต้องการออก เช่น ผุ่นละออง ดิน หิน และสารประกอบอนินทรีย์ เช่น Pyritic Sulfur (กำมะถันอนินทรีย์ที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ) ออกจากเนื้อถ่านหินโดยใช้ความแตกต่างของความหนาแน่นของถ่านหินกับสารเหล่านี้ ดังนั้น เมื่อนำถ่านหินมาบดแล้วล้างผ่านน้ำ สารต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการจะแยกออกจากเนื้อถ่านหิน ในปัจจุบันถ่านหินจะถูกบดให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดของผุ่นผงทำให้ร้อยละ 90 ของ Pyritic Sulfur ถูกกำจัดไป

นอกจากวิธีดังกล่าว Column Flotation ยังเป็นวิธีทำความสะอาดถ่านหินทางกายภาพอีกวิธีหนึ่งโดยอาศัยหลักการที่ผุ่นถ่านหินมีคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งสามารถยึดติดกับฟองอากาศได้ เมื่อให้ฟองอากาศเคลื่อนที่ผ่านผุ่นถ่านหินและนำซึ่งบรรจุใน Column ผุ่นถ่านหินจะติดขึ้นไปกับฟองอากาศ ทิ้งให้สารประกอบอนินทรีย์ เช่น Pyritic Sulfur และแร่ธาตุต่าง ๆ จมอยู่ในชั้นล่าง

1.2 การทำความสะอาดโดยวิธีทางเคมี โดยทั่วไปเป็นการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติชะล้างแร่ธาตุและกำมะถันอนินทรีย์ ซึ่งไม่สามารถกำจัดได้โดยวิธีทางกายภาพ ในการทำปฏิกิริยากับผุ่นถ่านหินเพื่อกำจัดกำมะถันและเถ้า เทคโนโลยีในกลุ่มนี้ได้แก่ Molten - Caustic Leaching

1.3 การทำความสะอาดโดยวิธีทางชีวภาพ เป็นเทคโนโลยีซึ่งใช้สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในการกำจัดกำมะถันในถ่านหิน ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียและเชื้อราบางชนิดที่ใช้กำมะถันเป็นอาหาร เมื่อนำสิ่งมีชีวิตที่พบในถ่านหินระหว่างการย่อยสลายเหล่านี้มาเพาะเลี้ยง และสกัดเอาเอนไซม์ย่อยสลายกำมะถันมาใช้ในการเร่งกระบวนการกำจัดกำมะถันในถ่านหิน

นอกจากนี้ยังมีการเตรียมถ่านหินสะอาด โดยการนำถ่านหินคุณภาพต่ำมาปรับปรุงคุณภาพถ่านหิน (Coal Upgrading) เช่น ใช้วิธี Liquid-Phase Cracking with Solvent จากการศึกษาทดลองใช้ถ่านหิน คุณภาพต่ำของไทย จากแหล่งยาว จังหวัดลำปาง เหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และเหมืองบ้านป่าคา จังหวัดลำพูน ผลปรากฏว่า ได้ถ่านหินสะอาดที่มีค่าความร้อนสูงขึ้น และปริมาณกำมะถันลดลง การปรับปรุงคุณภาพถ่านหินยังมีวิธีการอื่น ๆ เช่น Hot Water Drying, Coal - Water - Fuel, Coal Briquette เป็นต้น

2. เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้หรือเมื่อนำมาใช้ประโยชน์

2.1 เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้ เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบการเผาไหม้ถ่านหินโดยการปรับปรุงเตาเผาและหม้อไอน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ถ่านหินและลดมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ในอนาคต การเผาไหม้ถ่านหินจะไม่มีการปลดปล่อยก๊าซมลพิษ (Zero Emission) เทคโนโลยีในกลุ่มนี้ ได้แก่

1) Pulverized Fuel (PF) Combustion

เป็นวิธีการเผาไหม้ถ่านหินที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน ในการเผาไหม้แบบ PF ถ่านหินจะถูกบดให้มีขนาดเล็กมาก แล้วพ่นเข้าไปในเตาเผาพร้อมอากาศ เมื่อถ่านหินติดไฟจะให้ความร้อนแก่หม้อไอน้ำ ซึ่งไอน้ำจะไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีของเตาเผาทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ถ่านหินเพิ่มขึ้นถึงประมาณร้อยละ 40 และอาจเป็นร้อยละ 55 ในอนาคต สำหรับระบบ Advanced Pulverized Coal นั้น ผงถ่านหินจะถูกเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ และไอน้ำที่ได้นำไปขับกังหันไอน้ำ ประสิทธิภาพการกำเนิดไฟฟ้าขึ้นอยู่กับสภาพของไอน้ำ

2) Fluidized Bed Combustion (FBC)

สำหรับการเผาไหม้วิธีนี้ ถ่านหินที่บดจนมีขนาดเล็กมากผสมกับหินปูนถูกพ่นเข้าไปในหม้อไอน้ำพร้อมอากาศร้อน ถ่านหินและหินปูนที่พ่นเข้าไปจะแขวนลอยอยู่ในคลื่นอากาศร้อน โดยมีลักษณะคล้ายของเหลวเดือด ขณะที่ถ่านหินเผาไหม้หินปูนจะทำหน้าที่คล้ายฟองน้ำดักจับกำมะถันที่เกิดขึ้น ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหินจะนำมาต้มน้ำทำให้เกิดไอน้ำไปหมุน กังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระบวนการนี้สามารถลดปริมาณกำมะถันที่จะถูกปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ได้มากถึงร้อยละ 90 นอกจากนี้อุณหภูมิของหม้อไอน้ำที่ใช้กระบวนการนี้ยังต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้ ในวิธีการเดิม ประโยชน์ของการเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่ำ คือ ลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากไนโตรเจนในถ่านหิน

3) Pressured Fluidized Bed Combustion

เป็นการเผาไหม้ถ่านหินแบบฟลูอิดไดซ์เบดภายใต้ความดันสูง ความร้อนที่ผลิตได้นำไปใช้ผลิตไอน้ำเพื่อขับกังหันไอน้ำ ส่วนก๊าซร้อนที่ได้มีแรงดันและอุณหภูมิสูงสามารถนำไปขับกังหันก๊าซเพื่อผลิตไฟฟ้าร่วม การผลิตพลังงานความร้อนร่วมแบบนี้มีประสิทธิภาพสูง และยังมีการพัฒนา