บทที่ 2

ทฤษฎี

ถ่านกัมมันต์ (active carbon or activated carbon) บางทีก็เรียกว่าถ่านไว หรือ คาร์บอนพิเศษ ถ่านกัมมันต์ คือ ถ่านพิเศษชนิดหนึ่งที่ได้รับการเพิ่มคุณภาพหรือประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีคุณสมบัติหรืออำนาจในการดูดซึมสูง เพราะมีรูพรุนขนาดต่างๆเป็นจำนวนมากตามพื้นผิว และมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่บนพื้นผิวและรูพรุนเหล่านั้น ความพรุน (porosity) ที่มากกว่าถ่านชนิดอื่นๆ เช่น ถ่านหิน ถ่านโค้ก ถ่านไม้ ทำให้ถ่านกัมมันต์ต่างจากถ่านอื่นๆ ความพรุนที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการกระตุ้นด้วยสารเคมีหรือทางกายภาพ ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างผลึกในถ่านเพิ่มขึ้น การกระตุ้นที่เหมาะสมจะได้รูพรุนเป็นจำนวนมาก

วัตถุดิบ

จากการศึกษาพบว่า การผลิตถ่านกัมมันต์สามารถเริ่มจากวัตถุดิบโดยตรงหรือเริ่มจากวัตถุดิบที่เป็นถ่านแล้วก็ได้ วัตถุดิบที่ใช้มีการพิจารณาจากอินทรียวัตถุเป็นส่วนใหญ่สามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้ (Davidson et al, 1968)

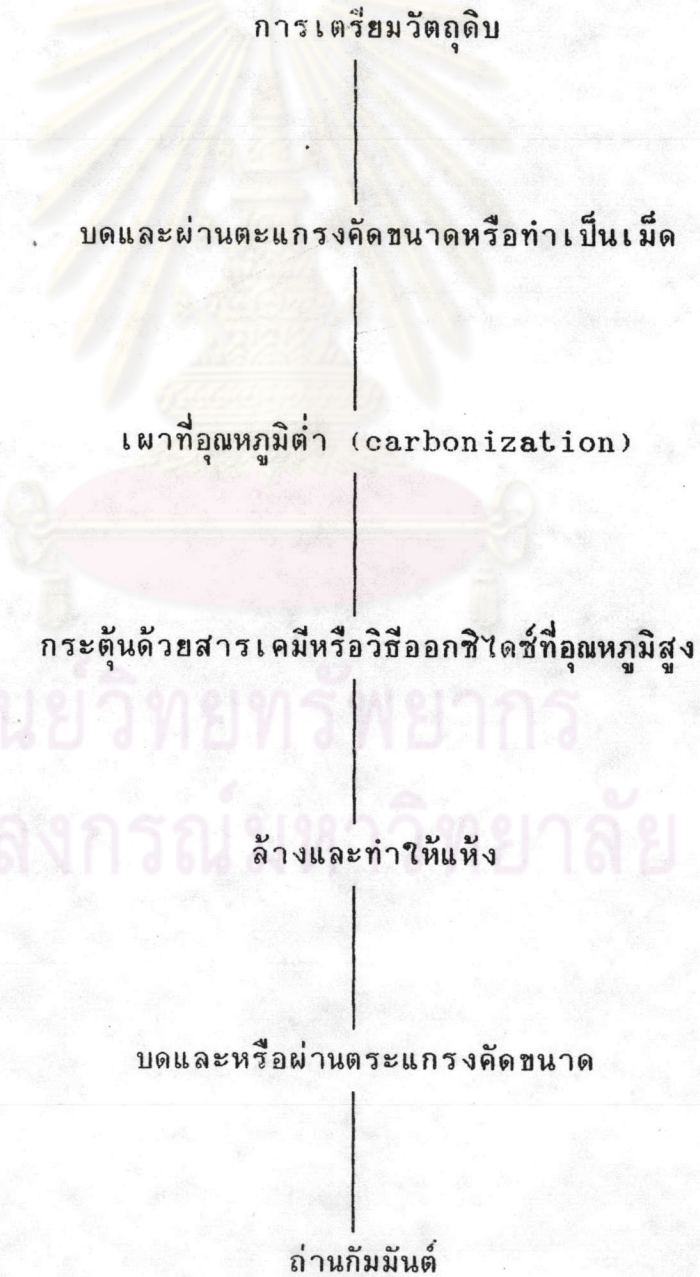
ก. พวกเซลลูโลสที่มาจากพืช เช่น แกลบ กะลามะพร้าว ขี้เลื่อย ชานอ้อย

ข. พวกถ่านหิน เช่น ลิกไนต์ พีท

ค. วัตถุดิบที่มาจากสัตว์ เช่น กระดูก

กรรมวิธีการผลิต

ในปัจจุบันกรรมวิธีการผลิตมีมากมายหลายวิธี ขึ้นอยู่กับว่าวัตถุดิบที่ใช้เป็นอะไร และต้องการถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติอย่างไร กรรมวิธีโดยทั่วไปประกอบด้วย (วิโรจน์ วิภาคแพทย์, 2518)



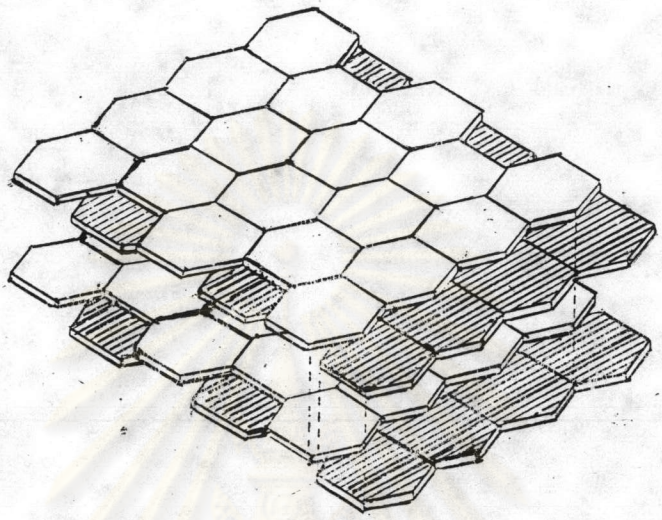
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนในการผลิตอาจแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

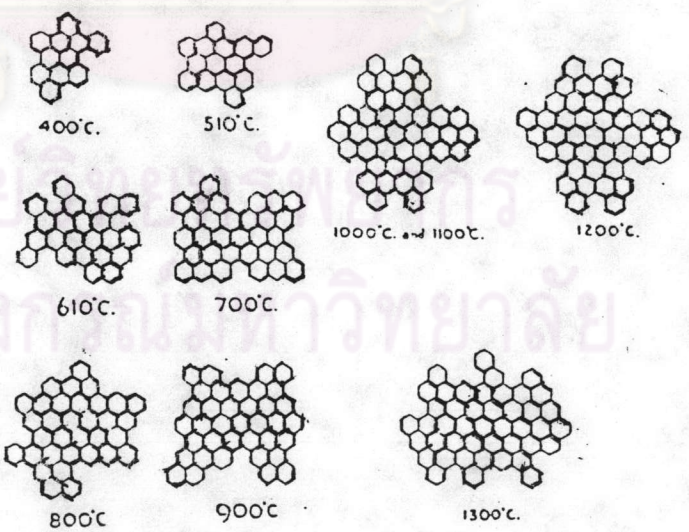
ขั้นตอนที่ 1 การคาร์โบไนเซชัน (carbonization) เป็นการเผาวัตถุดิบให้เป็นถ่าน โดยใช้อุณหภูมิในการเผาไม่ให้สูงมากนักเพื่อไม่ให้เกิดเถ้า เพื่อขับไล่ธาตุต่างๆที่ไม่ใช่คาร์บอนในอินทรียวัตถุออกไป ถ่านที่ได้จะมีปริมาณร้อยละของคาร์บอนสูงขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การกระตุ้น (activation) เป็นการนำวัตถุดิบที่เป็นถ่านแล้วไปเพิ่มคุณภาพและคุณสมบัติด้วยวิธีการกระตุ้น

การกระตุ้นเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของคุณสมบัติและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การกระตุ้นเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว โดยทำให้สารมีรูพรุนมากขึ้นและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับสารอื่นๆของถ่านกัมมันต์ ประสิทธิภาพของการกระตุ้นขึ้นกับลักษณะและชนิดของวัตถุดิบ รวมถึงวิธีการอื่นๆก่อนการกระตุ้นด้วย สารจำพวกถ่านหรือถ่านกัมมันต์จัดเป็นสารจำพวก อสัณฐาน (amorphous carbon) แต่มีรูปลักษณะของผลึกอยู่บ้าง เมื่อศึกษาด้วยการหักเหของรังสีเอ็กซ์ (X-Ray diffraction) จึงมีชื่อเรียกว่าสารโครงผลึก(crystallites) สารอสัณฐานนี้ประกอบด้วยแผ่นแบนราบเกิดจากการจัดเรียงตัวของอะตอมของคาร์บอนเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า(hexagonal lattice) แต่ละอะตอมยกเว้นอะตอมที่มุมจับกับอะตอมคาร์บอนอื่น 3 อะตอม ด้วยพันธะโควาเลนท์ (covalent linkage) มีลักษณะคล้ายผลึกกราไฟต์แต่การจัดเรียงตัวเป็นระเบียบน้อยกว่า ลักษณะของผลึกกราไฟต์แสดงใน รูปที่ 2.1 โดยทั่วไปโครงผลึกเหล่านี้จะเปลี่ยนขนาดและรูปร่างตามอุณหภูมิที่เผา (carbonization) แสดงใน รูปที่ 2.2 นอกจากนี้รูปร่างอะตอมของคาร์บอนยังเปลี่ยนตามส่วนประกอบและโครงสร้างของวัตถุดิบอีกด้วย



รูปที่ 2.1 การจัดเรียงตัวของอะตอมคาร์บอนในผลึกกราไฟต์



รูปที่ 2.2

การจัดเรียงตัวของอะตอมคาร์บอนในระนาบชั้นเดียวของผลึกที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

ปกติการกระตุ้นแบ่งได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. วิธีกระตุ้นทางเคมี (chemical activation) คือ การกระตุ้นด้วยการใช้สารเคมีทำโดยเติมตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาเข้าไป ซึ่งช่วยให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อใช้ความร้อน (pyrolysis) ตัวกระตุ้นที่นิยมใช้กันมากมีชิงค์คลอไรด์($ZnCl_2$) หรือ โพแทสเซียมไซยาเนต(KCNS)ส่วนสารเคมีชนิดอื่นที่เป็นกรดมี กรดฟอสฟอริก(H_3PO_4)หรือ กรดซัลฟูริก(H_2SO_4) ที่เป็นด่างจะเป็นไฮดรอกไซด์ของพวกโลหะอัลคาไลน์ นอกจากนี้มี แมกนีเซียมคลอไรด์($MgCl_2$) หรือ แคลเซียมคลอไรด์($CaCl_2$)

ในกระบวนการคาร์โบไนเซชัน สารอนินทรีย์ที่เติมลงไปจะเป็นโครงร่างให้อะตอมคาร์บอนที่เพิ่งเกิดใหม่จากการสลายของสารตั้งต้นเกาะด้วยแรงดูดซับ(adsorption forces) ต่อมาเมื่อล้างสารอนินทรีย์เหล่านี้ออกด้วยน้ำหรือกรด ผิวคาร์บอนจะมีอิสระจับหรือดูดซับสารอื่นได้ ดังนั้นถ่านที่ได้เมื่อล้างเอาสารอนินทรีย์เหล่านี้ออกหมดแล้ว จะสามารถดูดซับสารอื่นได้ดี ถ้าสารอนินทรีย์นั้นเป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการดูดน้ำ เช่น ชิงค์คลอไรด์ จะทำให้ออกซิเจนและไฮโดรเจนในสารตั้งต้น ถูกแยกออกมาเป็นน้ำมากกว่าเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน หรือ สารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (oxygenated organic compound) การคาร์โบไนเซชันที่เติมสารเคมีชนิดนี้เปอร์เซ็นต์ของถ่านที่ได้จะเพิ่มขึ้น

ข้อดี ของการใช้สารเคมีเป็นตัวกระตุ้น คือ การแทรกซึมได้ทั่วถึง ได้รูพรุนของถ่านกัมมันต์ค่อนข้างกว้างเรียกว่า แมคโครพอร์(macropore) และใช้อุณหภูมิในการเผาไม่ต้องสูงมาก

ข้อเสีย คือ ต้องล้างสารเคมีที่ใช้ในการกระตุ้นซึ่งติดมากับถ่านกัมมันต์ออกให้หมด เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน

2. วิธีกระตุ้นทางกายภาพ (physical activation) วิธีนี้สารที่ใช้ในการกระตุ้นจะอยู่ในรูปของก๊าซ ที่นิยมใช้กันมาก คือ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หรือ คาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ส่วนก๊าซชนิดอื่นมี

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) หรือ คลอรีน(Cl_2) เป็นต้น

เมื่อนำถ่านที่ได้จากการเผาโดยวิธีธรรมดา มากระตุ้นด้วย ก๊าซออกซิไดซ์(oxidizing gas) การกระตุ้นเกิดขึ้น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเผาไหม้พวกน้ำมันดิบและคาร์บอนอสัณฐานที่ปิดกั้นรูพรุนระหว่างผลึกไว้ ขั้นที่สองธาตุคาร์บอนในผลึกถูกเผาไหม้โดยทำปฏิกิริยากับก๊าซ อะตอมคาร์บอนที่อยู่ตรงมุมและขอบผลึกและอะตอมคาร์บอนในชั้นผลึกส่วนที่ถูกเผาไหม้ จะมีความไวในการทำปฏิกิริยากับก๊าซมากกว่าตำแหน่งอื่น เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่ผิวชั่วคราวตรงตำแหน่งที่ทำปฏิกิริยา แล้วสลายให้ออกไซด์ของคาร์บอนเป็นก๊าซหลุดออกจากผิวตรงผิวที่อะตอมคาร์บอนเพิ่งหลุดไปเกิดอะตอมคาร์บอนที่มีความไวต่อปฏิกิริยาใหม่และพร้อมที่จะทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิไดซ์ หรือดูดซับสารอื่นต่อไป ดังนั้นที่สภาวะการกระตุ้นที่เหมาะสม ก๊าซออกซิไดซ์จะเลือกกัดกร่อนบนผิวถ่านเฉพาะแห่ง เกิดเป็นรูพรุนเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวมากขึ้น

ข้อดี หลังจากการกระตุ้นสามารถนำไปใช้งานได้เลยทันที ไม่ต้องมีปัญหาในการล้างสารที่เหลือตกค้าง

ข้อเสีย ต้องใช้อุณหภูมิในการเผากระตุ้นค่อนข้างสูงกว่าวิธีแรก เพราะไอน้ำที่ใช้ต้องเป็น ไอน้ำชนิดยิ่งยวด(superheated steam) รูพรุนของถ่านกัมมันต์ที่ได้จะเล็กกว่าเรียกว่า ไมโครพอร์(micropore) ซึ่งเหมาะสำหรับดูดกลิ่นไอหรือก๊าซพิษได้ดี

อาจใช้วิธีทั้งสองผสมกันได้ อาจแบ่งวิธีกระตุ้นเพื่อผลิตถ่านกัมมันต์ดังนี้

1. กระตุ้นโดยใช้สารประกอบของโซเดียม หรือ โพแทสเซียม

เมื่อให้ความร้อนแก่วัตถุดิบที่ต้องการทำเป็นถ่านกัมมันต์ วัตถุดิบซึ่งผสมสารละลายที่มีอิออนของโพแทสเซียมหรืออิออนโซเดียม อิออนเหล่านี้จะแทรกเข้าไปอยู่ระหว่างชั้นของผลึกแกรไฟต์ เมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 700°ซ โมเลกุลของ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนจะหลุดออก ทำให้ได้ถ่านกัมมันต์ตามต้องการ

ปฏิกิริยาที่เกิดในกระบวนการผลิต มีดังนี้

$2X + 3CO \longrightarrow X_2CO_3 + 2C$

$X_2CO_3 + C \longrightarrow X_2O + 2CO$

$2CO \longrightarrow CO_2 + C$

X คือ อิออนของโพแทสเซียม หรือโซเดียม

ก. ใช้สารประกอบคาร์บอเนต เช่น โพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) หรือ โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) สารประกอบประเภทนี้ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมผลิตถ่านกัมมันต์จากเลือด วิธีผลิตทำได้โดย นำเลือดที่แห้งมา 8 ส่วน ผสมกับสารกระตุ้น 1 ส่วน จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ ในที่อับอากาศ ทั้งนี้การใช้ปริมาณสารกระตุ้นจะเปลี่ยนไปตามชนิดวัตถุที่ใช้ด้วย

ข. ใช้ด่าง(caustic) เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH) ในอุตสาหกรรมไม่นิยม เพราะปฏิกิริยาที่เกิดค่อนข้างจะรุนแรงรวมทั้งมีผลทำลายภาชนะที่ใช้ด้วย

ค. ซัลไฟต์และไธโอไซยาเนต การใช้สารประกอบประเภทนี้เป็นการประยุกต์จากการใช้สารจำพวกด่าง โดยทำให้ปฏิกิริยามีความรุนแรงน้อยลง ตัวอย่างการใช้สารประกอบประเภทนี้ได้แก่ การผลิตถ่านกัมมันต์จากขี้เลื่อย

2. การกระตุ้นด้วยก๊าซออกซิไดซ์

ได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คลอรีนและไอก๋ามะถัน ปฏิกิริยาที่เกิดในการกระตุ้นมีดังนี้

$H_2O + C_x \longrightarrow H_2 + CO + C_{x-1}$ (ที่ 800-900°ซ)

หรือ $CO_2 + C_x \longrightarrow 2CO + C_{x-1}$ (ที่ 800-900°ซ)

หรือ $O_2 + C_x \longrightarrow 2CO + C_{x-2}$ (ที่ 800-900°ซ)

หรือ $O_2 + C_x \longrightarrow CO_2 + C_{x-1}$ (น้อยกว่า 600°ซ)

ตัวแปรในการใช้วิธีนี้ คือ

1. ชนิดและความเข้มข้นของก๊าซออกซิไดซ์
2. อุณหภูมิของปฏิกิริยา
3. ระยะเวลาของปฏิกิริยา
4. ชนิดและปริมาณขององค์ประกอบในวัตถุดิบที่ใช้

วิธีนี้ผลิตได้ 2 วิธี คือ

ก. ทางตรง การใช้ก๊าซผ่านเข้าไปในวัตถุดิบโดยตรงที่ใช้มากที่สุดคือ กระตุ้นด้วยไอน้ำ กระตุ้นด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิการกระตุ้นที่เหมาะสมสำหรับก๊าซออกซิไดซ์แต่ละชนิดและชนิดของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมและชนิดของปฏิกิริยาที่เกิดในกระบวนการกระตุ้นสำหรับก๊าซชนิดต่างๆ

ชนิดของก๊าซ	อุณหภูมิ(°ซ)	ชนิดของปฏิกิริยา
CO_2	850-1,100	ดูดความร้อน
O_2	ต่ำกว่า600	คายความร้อน
ไอน้ำ	750-950	ดูดความร้อน

1) การกระตุ้นด้วยไอน้ำ เป็นวิธีการกระตุ้นทางกายภาพแบบหนึ่ง โดยใช้ไอน้ำชนิดยิ่งยวดผ่านเข้าไปในถ่าน ซึ่งเผาในอุณหภูมิสูง 750-950°ซ และเผาอยู่ในที่อับอากาศหรือมีอากาศเข้าไปน้อยที่สุด โดยใช้เวลาและความดันที่เหมาะสม(อุไรวรรณ ธรรมรัตนพคุณ,2523) ขณะที่ถ่านสัมผัสกับไอน้ำจะเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction) ดังนี้

$$C + H_2O \text{ ---------> } H_2 + CO \quad -31 \text{ kcal}$$

กลไกของปฏิกิริยา มีดังนี้

$$C + H_2O \text{ ---------> } C(H_2O)$$

$$C(H_2O) \text{ ---------> } H_2 + C(O)$$

$$C(O) \text{ ---------> } CO$$

H_2 และ CO ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะหลุดออกไปทำให้เกิดรูพรุน แต่ CO ส่วนหนึ่งจะทำปฏิกิริยาให้ CO_2 และ C ดังสมการ

$$CO + C(O) \text{ ---------> } CO_2 + C$$

2) การกระตุ้นด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 800-900°ซ วัตถุดิบที่ใช้ควรถูกเผาเป็นถ่านเสียก่อน วิธีผลิตคล้ายกับการกระตุ้นด้วยไอน้ำ

ข. ทางอ้อม การใช้สารเคมีซึ่งเมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิในการกระตุ้นจะปล่อยก๊าซออกซิไดซ์ออกมา และจะออกซิไดซ์คาร์บอนอีกต่อหนึ่ง วิธีการนี้จะมีข้อดีกว่าการกระตุ้นโดยใช้ก๊าซพ่นเข้าไปที่ว่า ตัวออกซิไดซ์(oxidant) จะกระจายอยู่ทั่วไปทั้งภายใน และภายนอกของถ่านอย่างสม่ำเสมอ สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต($CaCO_3$) ซึ่งเมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800-1,000 °ซ จะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กระบวนการผลิตด้วยวิธีการนี้ได้แก่

1) ขบวนการโดโลไมต์(dolomite process) วิธีการผลิตซึ่งใช้ขบวนการนี้ ได้แก่ การผลิตถ่านกัมมันต์จากลิกไนต์โดยโดโลไมต์($CaMg(CO_3)_2$) โดยใช้ผงโดโลไมต์ 1 ส่วน ผสมกับผงลิกไนต์ที่ผสมน้ำแป้งสุก ทำให้แห้ง แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600-900°ซ ในที่อับอากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากการเผาโดโลไมต์จะกระตุ้นถ่านลิกไนต์ จากนั้นแยกเอา แคลเซียมออกไซด์(CaO) และ แมกนีเซียมออกไซด์(MgO) ออกจากถ่านกัมมันต์

2) ขบวนการซัลเฟต(sulfate process) สารประกอบซัลเฟตจะถูกเปลี่ยนเป็นซัลไฟด์ ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ก๊าซต่างๆหลุดออกจากผิวคาร์บอน

3. กระตุ้นโดยใช้สารดูดน้ำ (dehydrating agent) สารที่ใช้ส่วนมากเป็นเกลือโลหะคลอไรด์ เช่น แคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ ซิงค์คลอไรด์ พวกกรด เช่น กรดฟอสฟอริก กรดซัลฟูริก นิยมใช้วัตถุดิบที่มีโครงสร้างที่ละเอียด เช่น ดินพรุ เปลือกถั่ว และขี้เลื่อย

ก. โดยใช้ซิงค์คลอไรด์ เป็นตัวกระตุ้น

ข. โดยใช้กรดฟอสฟอริก เป็นตัวกระตุ้น กรดฟอสฟอริกเป็นตัวที่สามารถทำให้เซลลูโลสเกิดการพองตัวได้ดี การแทรกตัวของกรดฟอสฟอริกจึงค่อนข้างสม่ำเสมอกว่าสารอนินทรีย์อื่นๆ ทั้งซิงค์คลอไรด์ และ กรดฟอสฟอริกต่างเป็นตัวดูดน้ำที่ดี เมื่อผสมกับอินทรียวัตถุจะช่วยให้การคาร์โบไนเซชันเกิดได้ดีขึ้น แต่ซิงค์คลอไรด์ไม่มีสมบัติของตัวออกซิไดซ์ ดังนั้นการใช้จึงต้องผสมก่อนการทำคาร์โบไนเซชัน ส่วนกรดฟอสฟอริกเป็นทั้งตัวที่จะทำให้เซลลูโลสพองตัวและเป็นตัวออกซิไดซ์การใช้จึงอาจจะเติมก่อนหรือหลังการทำคาร์โบไนเซชันก็ได้

<u>ชนิดของถ่านกัมมันต์</u>

สามารถแบ่งชนิดโดยใช้หลักต่าง ๆ มากมาย ตัวอย่างเช่น

ก. แบ่งตามชนิดของตัวกระตุ้น

- ถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นด้วยสารเคมี (chemical activated carbon)

- ถ่านกัมมันต์ที่ใช้ก๊าซออกซิไดซ์เป็นตัวกระตุ้น (physical activated carbon)

ข. แบ่งตามขนาดรูพรุนบนผิวถ่านกัมมันต์

- ไมโครพอร์ส (micro pores) มักนำไปใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการดูดซับก๊าซและไอระเหย

- ทรานสิชันนัลพอร์ส (transitional pores) มักนำไปใช้กับปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

- แมคโครพอร์ส (macro pores) มักนำไปใช้ประโยชน์ในการฟอกสีและการผลิตยา

ค. แบ่งตามความหนาแน่นของถ่านกัมมันต์ที่ได้

- ความหนาแน่นต่ำ มักใช้ประโยชน์ในภาวะที่เป็นสารละลาย

- ความหนาแน่นสูง มักใช้ในการดูดก๊าซหรือไอระเหย

ง. แบ่งตามชนิดของสารที่ถูกดูด

- สำหรับดูดซับก๊าซ(gas adsorbents)

- สำหรับดูดสี(colour adsorbents)

- สำหรับดูดซับโลหะ(metal adsorbents)

<u>การใช้ประโยชน์</u>

1. ประเภทใช้กับของเหลว (liquid phase carbon) อุตสาหกรรมที่นำถ่านกัมมันต์ไปใช้ในสารละลายหรือในของเหลว ได้แก่ :

- อุตสาหกรรมน้ำตาล ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อฟอกสีและทำให้น้ำตาลดิบบริสุทธิ์ขึ้น

- อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันสำหรับบริโภค นอกจากใช้ในการฟอกสีแล้ว ยังใช้ในการแยกเอาสบู่และเปอร์ออกไซด์ออกจากน้ำมันและไขมันได้ด้วย

- อุตสาหกรรมอาหาร ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อดูดกลิ่นและฟอกสีของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งดีกว่าการใช้สารเคมีชนิดอื่น เพราะไม่เป็นอันตรายและไม่

เกิดปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์อาหาร

- อุตสาหกรรมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ วิสกี้ มักใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อดูดกลิ่นที่ไม่ต้องการทำให้เครื่องดื่มที่ได้มีรสชาติดีขึ้น

- อุตสาหกรรมเคมีและยา ถ่านกัมมันต์ใช้ในการผลิตสารเคมีและยาหลายชนิด

- อุตสาหกรรมการทำน้ำให้บริสุทธิ์ โดยใช้เป็นตัวดูดกลิ่นและฟอกสี

- อุตสาหกรรมการแยกสารที่ต้องการ เช่น การแยกทองหลังการสกัดจากแร่ด้วยวิธีไซยาไนด์ การแยกไอโอดีนออกจากน้ำเกลือที่เกิดในหลุมน้ำมัน(petroleum oil-well brines) ตลอดจนการผลิตวิตามินและฮอร์โมนอีกหลายชนิด

- ขบวนการที่มีการใช้สารเร่ง (catalytic process) ถ่านจะทำหน้าที่เป็นตัวพาสารเร่ง(catalyst carrier)ในปฏิกิริยาที่มีการใช้สารเร่งหลายชนิด รวมทั้งทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของตัวเร่งให้ดีขึ้นด้วย

2. ประเภทที่ใช้ในการดูดก๊าซและไอ (gas phase carbon)ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไปนี้

- อุตสาหกรรมทำหน้ากากป้องกันก๊าซพิษ ทั้งที่ใช้ในการทหารและที่ใช้กันทั่วไป ทั้งนี้เพราะถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับก๊าซพิษและไอของสารอินทรีย์ได้

- การนำไอระเหยของตัวทำละลายที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ ถ่านกัมมันต์จะดูดซับไอระเหยเหล่านั้นที่อุณหภูมิห้อง และจะคายออกที่ความดันของไอระเหยต่ำๆ

- อุตสาหกรรมปรับอากาศ โดยถ่านกัมมันต์จะดูดมลทินในอากาศต่างๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และอะเซทิลีน

- อุตสาหกรรมบุหรี่ โดยใช้ถ่านกัมมันต์เป็นก้นกรองของบุหรี่

การทำคาร์โบไนเซชันอินทรียวัตถุกับเกลือโลหะคลอไรด์

คาร์โบไนเซชันเป็นขบวนการแรกในการเปลี่ยนอินทรียวัตถุให้เป็นถ่าน เมื่อนำไปกระตุ้นจะให้ถ่านกัมมันต์ การทำคาร์โบไนเซชันในบางสภาวะอาจจะให้ถ่านที่มีสมบัติการดูดกลิ่นและดูดสีได้ดีโดยไม่ต้องมีการกระตุ้น ถ่านกัมมันต์ประเภทนี้ ทำได้จากการทำคาร์โบไนเซชันของอินทรียวัตถุที่ผสมกับอนินทรียสารในอัตราส่วนแตกต่างกันไป หลักการสำคัญของการทำถ่านกัมมันต์ประเภทนี้ เมื่อนำอินทรียวัตถุมาผสมกับเกลืออนินทรีย์ให้ทั่ว แล้วนำไปเผาในที่อับอากาศ ณ อุณหภูมิที่จะทำให้อินทรียวัตถุสลายตัว เกลืออนินทรีย์ซึ่งมีความคงทนสูงกว่าจะยังคงหุ้มอยู่รอบๆด้านและแทรกอยู่ภายใน ทำให้การหดตัวของถ่านเกิดได้จำกัด เมื่อนำมาสกัดเอาอนินทรียสารออกจะเกิดช่องว่าง (ซึ่งเป็นที่ๆ อนินทรียสารเคยอยู่) หรือ ความพรุนในถ่านขึ้น อนินทรียสารที่เคยใช้กันก็มี แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมคลอไรด์ ซึ่งละลายน้ำได้ดี ระยะต่อมานิยมใช้ซิงค์คลอไรด์ โดยหลักการแล้วเกลืออนินทรีย์ทุกชนิดที่ทนต่อการเผาไหม้น่าจะใช้ได้ แต่คุณสมบัติการดูดกลิ่นและดูดสีของถ่านที่ได้จากซิงค์คลอไรด์นั้น จะสูงกว่าเกลืออนินทรีย์อื่นๆ เมื่อโยงความสัมพันธ์ของเกลือต่างๆ ต่อการพองตัวของเซลลูโลสแล้วจะพบว่าซิงค์คลอไรด์นั้น มีอำนาจสูงกว่าเกลืออนินทรีย์อื่นๆ ดังนั้นซิงค์คลอไรด์จึงสามารถแทรกตัวเข้าไปในเซลลูโลสของไม้หรือวัสดุอื่นที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบได้ดีกว่าเกลืออื่นๆ เมื่อไม้ถูกเผาไหม้เป็นถ่าน ซิงค์คลอไรด์ยังคงกระจายอยู่ทั่วๆ ไปในถ่านได้มากและค่อนข้างสม่ำเสมอกว่าเกลืออื่นๆ ครั้นสกัดเอาซิงค์คลอไรด์ออกจะเกิดรูพรุนขึ้นในถ่านสูงและขนาดของรูพรุนค่อนข้างจะสม่ำเสมอกว่า

การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ซิงค์คลอไรด์เป็นตัวกระตุ้น

ซิงค์คลอไรด์ เป็นสารเคมีที่มีความสามารถในการกัดกร่อนโลหะได้ดี มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 136.28 เป็นของแข็งสีขาว ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.91 จุดหลอมเหลวเท่ากับ 275°ซ จุดเดือด 756°ซ

ซิงค์คลอไรด์ที่ใช้อยู่ในรูปของสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง อัตราส่วนที่ใช้คือ สารละลายซิงค์คลอไรด์ เข้มข้นประมาณ 0.5 ถึง 4 ส่วน ต่อน้ำหนักของวัตถุดิบที่แห้ง 1 ส่วน บางครั้งอาจมีการเติม กรดไฮโดรคลอริก หรือ กรดฟอสฟอริก ลงไปเล็กน้อย จากนั้นนำไปเผาในที่อับอากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ 600 ถึง 700°ซ แต่ก็เคยมีผู้ใช้อุณหภูมิต่ำเพียง 400°ซ และอาจสูงถึง 900°ซ

ถ่านที่ได้จำเป็นต้องนำไปล้างด้วยน้ำและกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง เพื่อเอาซิงค์คลอไรด์ที่เหลือและสารเบสิกซิงค์คลอไรด์ (basic zinc chlorides) ที่เกิดในปฏิกิริยาออกไป ซิงค์คลอไรด์ที่ใช้แล้วสามารถนำมาใช้ใหม่ได้อีก จากการศึกษาพบว่าการใช้ปริมาณซิงค์คลอไรด์เพิ่มขึ้น จะช่วยเพิ่มคุณภาพของถ่านกัมมันต์ให้ดีขึ้น

ขั้นตอนการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยซิงค์คลอไรด์ มีดังนี้

- ผสมวัตถุดิบที่แห้งกับสารละลายซิงค์คลอไรด์เข้มข้นด้วยปริมาณที่เหมาะสม
- คลุกเคล้าให้เข้ากัน
- นำไปอบที่ 110°ซ เพื่อทำให้ของผสมแห้ง
- นำไปเผาที่อุณหภูมิสูงและอับอากาศ
- นำถ่านที่ได้ไปล้างด้วยน้ำร้อน และกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
- นำถ่านที่ได้ไปอบให้แห้ง

อุปกรณ์ที่มีปัญหาในการผลิตคือ ภาชนะที่ใช้ทำปฏิกิริยาเพราะจะต้องใช้ภาชนะที่ทนความร้อนได้สูง และต้องทนต่อการกัดกร่อนของซิงค์คลอไรด์ได้ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย