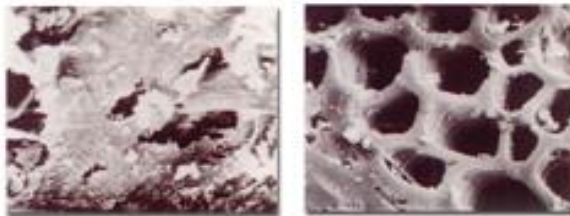


ถ่านปลุกฤทธิ์ !



คุณเคยได้ยินคำว่า ถ่านปลุกฤทธิ์ ไหม? เมื่อพูดถึงถ่านปลุกฤทธิ์คงไม่ค่อยมีใครรู้จักเท่าใด (ยกเว้นแพทย์) ชื่อถ่านปลุกฤทธิ์ อาจทำให้คิดว่าเกี่ยวข้องกับเครื่องรางของขลัง แต่ถ่านปลุกฤทธิ์ไม่ใช่เครื่องรางของขลัง และไม่จำเป็นต้องนำมาปลุกเสกหรือลงคาถาอาคมก่อนใช้งาน แต่จำเป็นต้องนำมาผ่านขั้นตอนบางอย่างเพื่อปลุกให้อาณูภาพดีขึ้นขึ้นมาเช่นกัน ซึ่งอาณูภาพที่เกิดขึ้นทำให้ถ่านดูดสารบางอย่างได้ดี จึงมีการนำถ่านที่ผ่านขั้นตอนแล้วไปใช้ดูดซับสิ่งไม่ดีไม่ให้เข้ามาถึงตัวเรา



ภาพผิวถ่านกะลามะพร้าวจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง (ซ้าย) ลักษณะผิวถ่านก่อนกระตุ้น (ขวา) หลังกระตุ้น

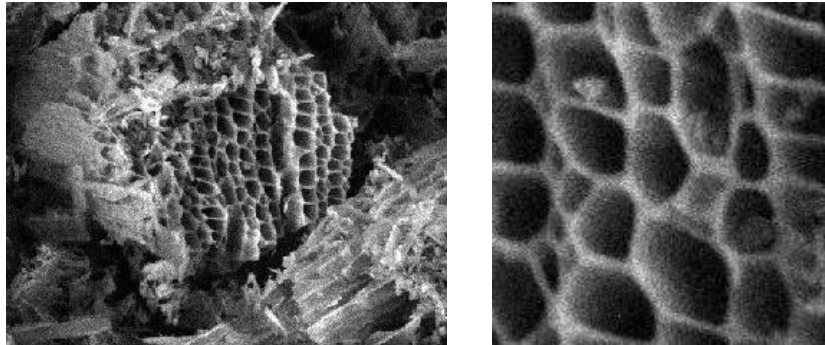
ถ่านปลุกฤทธิ์คืออะไร?

ความจริงถ่านปลุกฤทธิ์ก็คือ ถ่านกัมมันต์ หรือถ่านกรอง หรือแอคติเวเต็ดคาร์บอน (activated carbon) ที่หลายคนรู้จักนั่นเอง ทั้งนี้ภาษาอังกฤษคำว่า activate ในศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน สาขาแพทยศาสตร์แปลว่า ปลุกฤทธิ์ และในเว็บไซต์ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน สาขาแพทยศาสตร์ก็ให้คำแปลของ activated charcoal ว่า ถ่านปลุกฤทธิ์ ด้วยเช่นกัน

รู้จักถ่าน

ถ่านกัมมันต์ (หรือถ่านปลุกฤทธิ์) เป็นถ่านที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยสารเคมี หรือกระตุ้นด้วยวิธีทางกายภาพก่อน เพื่อให้โครงสร้างทางกายภาพของถ่านเกิดรูพรุนหรือรอยแตกขนาดเล็กในระดับนาโนเมตรจำนวนมาก ซึ่งพื้นที่ผิวภายในผนังรูพรุนหรือรอยแตกเหล่านั้นทำให้เกิดพื้นที่ว่างขนาดใหญ่ที่อนุภาคสาร และโมเลกุลก๊าซจำนวนมากสามารถเกิดปฏิกิริยาหรือถูกกักอยู่ในถ่าน (ถ่านกัมมันต์น้ำหนักเพียง 1 กรัมจะมีพื้นที่ผิวภายในโดยรวมระหว่าง 500-1,500 ตารางเมตรขึ้นอยู่กับเกรดของถ่าน ชนิดวัตถุดิบ และกระบวนการผลิต) โดยทั่วไปคนส่วนใหญ่จะรู้จักและคุ้นเคยกับการใช้ถ่านนี้ในการกรองน้ำ แต่นอกเหนือจากการกรองน้ำแล้ว ถ่านชนิดนี้ยังนิยมใช้กรองสาร และเป็นวัสดุดูดซับในหลายอุตสาหกรรมด้วย

การดูดซับอนุภาคหรือโมเลกุลก๊าซของถ่านกัมมันต์เป็นปฏิกิริยาทางกายภาพโดยแรงแวนเดอร์วาลส์ (van der Waals force) ซึ่งเมื่อใช้งานไประยะหนึ่งประสิทธิภาพในการกรองหรือดูดซับสารจะต่ำลง เนื่องจากที่ว่างภายในโครงสร้างถ่านมีน้อยลง ผู้ใช้งานจึงต้องทำการเปลี่ยนถ่ายถ่านเก่าออกและใส่ถ่านใหม่เข้าไปทดแทน โดยถ่านที่ถูกใช้งานแล้วสามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ด้วยการนำไปผ่านกระบวนการกระตุ้นซ้ำ (re-activated) เพื่อกำจัดสารต่างๆ ที่ถ่านดูดซับไว้ทั้งหมดก่อน



ภาพถ่ายพื้นผิวของถ่านกัมมันต์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยายสูง

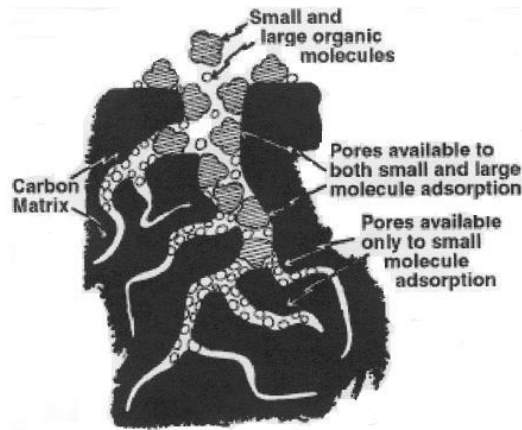
สิ่งหนึ่งที่ควรทราบเกี่ยวกับการใช้ถ่านกัมมันต์คือ ถ่านสามารถดูดซับหรือกรองสารได้บางชนิด ซึ่งสารที่ถ่านดูดซับหรือกรองได้ดีมักเป็นสารอินทรีย์มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ทั้งนี้ถ่านไม่สามารถดูดซับหรือกรองสารจำพวก แอลกอฮอล์ และไกลคอล (glycol) ได้ นอกจากนี้สารเคมีประเภทแอมโมเนีย กรดแก่ เบสแก่ โลหะและสารอนินทรีย์อย่าง โซเดียม เหล็ก ตะกั่ว ฯลฯ ก็ไม่สามารถดูดซับหรือกรองด้วยถ่านกัมมันต์ได้เช่นกัน

การผลิตถ่านกัมมันต์

ในกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์สามารถใช้วัสดุใดๆ ก็ได้ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักไม่ว่าจะเป็นไม้ ถ่านหิน กะลามะพร้าว ขี้เลื่อย ยางรถยนต์ ฯลฯ ซึ่งกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์มี 2 วิธีด้วยกัน ได้แก่

1.การกระตุ้นทางกายภาพ (Physical Reactivation) วัสดุดิบจะถูกเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นถ่านคาร์บอน โดยใช้ความร้อนอุณหภูมิ 700-800 องศาเซลเซียสในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเพื่อไม่ให้วัสดุดิบเกิดการลุกไหม้และเพื่อกำจัดสารอื่นๆ ออกไปด้วย จากนั้นนำถ่านคาร์บอนที่ได้ไปกระตุ้นด้วยความร้อนอุณหภูมิประมาณ 900-1,100 องศาเซลเซียสในสภาวะที่มีไอน้ำหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และบดให้เป็นผงหรือเกล็ดที่มีขนาดตามต้องการ

2.การกระตุ้นด้วยสารเคมี (Chemical Activation) เป็นการเปลี่ยนวัสดุดิบโดยใช้สารเคมีบางชนิด เช่น ซิงค์คลอไรด์ กรดฟอสฟอริก โพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ร่วมกับการใช้ความร้อนอุณหภูมิประมาณ 400-600 องศาเซลเซียส ในภาคอุตสาหกรรมนิยมผลิตถ่านด้วยวิธีนี้มากกว่าวิธีกระตุ้นทางกายภาพ เนื่องจากใช้ความร้อน และเวลาในการผลิตน้อยกว่า อย่างไรก็ตามบางครั้งถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการผลิตวิธีนี้อาจมีปัญหาเรื่องสารตกค้างได้ เช่น การพบสังกะสีตกค้างในผลิตภัณฑ์ เป็นต้น



แบบจำลองโครงสร้างภายในถ่านกัมมันต์

สมบัติของถ่านกัมมันต์

1. ไอโอดีนัมเบอร์ (Iodine Number) เป็นค่าสำคัญที่ใช้บอกถึงประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ เนื่องจากไอโอดีนถูกถ่านดูดซับได้ดี ดังนั้นค่าการดูดซับไอโอดีนจึงถูกใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพของถ่าน โดยวัดเป็นมิลลิกรัม (ของไอโอดีน) / น้ำหนักถ่าน 1 กรัม
2. โมลาสันัมเบอร์ (Molass Number) เป็นค่าที่บอกปริมาณของรูขนาดใหญ่ (macropore, รูที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 20 อังสตรอม (?) หรือมากกว่า 2 นาโนเมตร) ที่มีอยู่ในถ่านกัมมันต์ โดยถ่านที่มีรูขนาดใหญ่จำนวนมาก (ค่าโมลาสันัมเบอร์สูง) จะดูดซับสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่อย่างโมเลกุลสีได้ดีกว่าถ่านที่มีรูพรุนเล็ก (ค่าโมลาสันัมเบอร์ต่ำ)
3. แทนนิน (Tannin) แทนนินเป็นสารผสมประกอบด้วยสารโมเลกุลขนาดใหญ่และสารโมเลกุลขนาดกลาง เช่นเดียวกับผิวของถ่านกัมมันต์ก็มีทั้งรูขนาดใหญ่ และรูขนาดกลาง ดังนั้นค่าแทนนินจึงใช้บอกความสามารถในการดูดซับสารแทนนินหรือสารโมเลกุลขนาดใหญ่และกลางของถ่าน และระบุในหน่วยพีพีเอ็ม (ppm, part per million = ส่วนในล้านส่วน) ซึ่งถ่านกัมมันต์ควรมีค่านี้อยู่ในช่วง 200-362 พีพีเอ็ม
4. เมทิลีนบลู (Methylene Blue) ในถ่านกัมมันต์บางชนิดมีรูขนาดไม่ใหญ่มากเหมาะกับการดูดซับสารที่มีโมเลกุลขนาดกลางเช่น สารเมทิลีนบลู ทำให้สารให้สีนี้ถูกใช้เป็นตัวแทนของสารที่มีโมเลกุลขนาดกลาง ค่าเมทิลีนบลูจะระบุในหน่วย น้ำหนักกรัม/ 100 กรัม (g/ 100 g)
5. ความหนาแน่น (Apparent Density) ถ่านกัมมันต์ที่มีความหนาแน่นสูงกว่ามักบ่งว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดีกว่า เนื่องจากสามารถดูดซับสารได้ในปริมาณมากกว่า
6. ค่าความแข็ง/ ค่าการขัดถู (Hardness/ Abrasion Number) บอกถึงความต้านทานการสึกกร่อนของถ่านกัมมันต์ ค่านี้จะบอกถึงความสามารถในการทนต่อแรงเสียดสี และความสามารถในการคงสภาพของถ่านกัมมันต์ที่มีต่อกระบวนการล้างวัสดุกรอง (backwashing) ซึ่งค่านี้จะแตกต่างกันอย่างชัดเจนตามชนิดวัตถุดิบและระดับที่ถ่านถูกกระตุ้น

7. ปริมาณเถ้า (Ash Content) จะลดประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ และลดประสิทธิภาพการนำถ่านไปกระตุ้นซ้ำ

8. ระดับคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride Activity) เป็นการหาความพรุนของถ่านกัมมันต์โดยดูจากการดูดซับไออิมตัวของสารคาร์บอนเตตระคลอไรด์

9. ค่าการกระจายตัวของขนาดอนุภาคถ่าน (Particle Size Distribution) เกี่ยวข้องกับความละเอียดของผงถ่าน ยิ่งถ่านมีขนาดอนุภาคละเอียดมากเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มพื้นที่ผิวของถ่านให้มากขึ้น ซึ่งมีผลให้โมเลกุลก๊าซถูกดูดซับเข้าไปในโครงสร้างถ่านได้เร็วขึ้น และทำให้ความดันก๊าซของระบบไม่ลดลงมากด้วย ดังนั้นอุตสาหกรรมจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมาก เพื่อสร้างแรงดันก๊าซให้ไหลผ่านถ่านกรองด้วยอัตราเร็วที่กำหนด

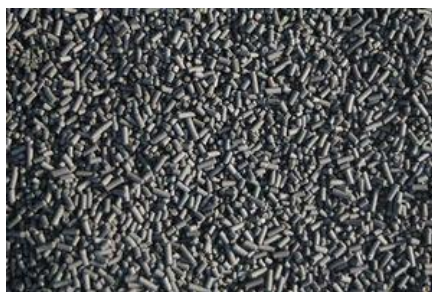
ประเภทถ่านกัมมันต์

ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้ปัจจุบันผู้ผลิตสามารถผลิตถ่านออกมาได้หลากหลายรูปแบบ ดังนั้นจึงมีวิธีการแบ่งประเภทถ่านกัมมันต์หลายแบบ แต่วิธีที่นิยมใช้คือ การแบ่งตามลักษณะทางกายภาพของถ่าน ดังนี้

ถ่านกัมมันต์แบบผง (Powdered Activated Carbon, PAC) ถ่านกัมมันต์ผงเป็นรูปแบบดั้งเดิมของถ่านที่ยังนิยมใช้ในทุกวันนี้ โดยทั่วไปขนาดของผงถ่านจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.15-0.25 มิลลิเมตร ถ่านในรูปผงมีจุดเด่นตรงตัวถ่านมีสัดส่วนของพื้นที่ผิว (นอก) ต่อปริมาตรมาก ถ่านผงเหมาะกับการใช้งานแบบเติมลงในภาชนะของเหลวโดยตรงมากกว่าการบรรจุในท่อและปล่อยของเหลวไหลผ่านผงถ่าน เนื่องจากวิธีหลังจะสูญเสียผงถ่านได้ง่ายกว่า



ถ่านกัมมันต์แบบเกล็ด (Granular Activated Carbon, GAC) ถ่านกัมมันต์ในรูปเกล็ดนิยมใช้ในการดูดซับก๊าซหรือไอของสาร เนื่องจากขนาดเกล็ดที่ใหญ่กว่าผงทำให้ก๊าซไหลผ่านได้ง่ายกว่า



ถ่านกัมมันต์อัดแท่ง (Extruded Activated Carbon, EAC) เป็นถ่านกัมมันต์ที่นำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีด (extruder) ทำให้ได้ถ่านลักษณะทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.8-4.5 มิลลิเมตร ถ่านประเภทนี้เหมาะกับการกรองหรือดูดซับก๊าซ เนื่องจากทำให้ความดันก๊าซตก (pressure drop) น้อยกว่าถ่านกัมมันต์ประเภทอื่น นอกจากนี้ถ่านอัดแท่งยังมีความแข็งแรงเชิงกลสูง อีกทั้งทำให้เกิดละอองฝุ่นน้อยด้วย

ถ่านกัมมันต์เคลือบอนุภาค (Impregnated Carbon) เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดพิเศษที่ได้เติมโมเลกุลสารอินทรีย์ลงไปในโครงสร้างเช่น อนุภาคโลหะเงิน ทำให้ถ่านสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ นอกเหนือจากสมบัติในการกรองสาร ดังนั้นจึงมีการนำถ่านชนิดนี้มาใช้กับระบบกรองน้ำของเครื่องกรองน้ำ ทั้งนี้มีแหล่งข้อมูลบางแห่งแย้งว่า การใส่อนุภาคเงินเข้าไปในโครงสร้างถ่านจะทำให้ถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพในการกรองลดลง และยังมีอีกหลายประเด็นของถ่านชนิดนี้ที่ถูกแย้ง เช่น ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของถ่านเมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง ฯลฯ

ถ่านกัมมันต์เคลือบโพลิเมอร์ (Polymers Coated Carbon) เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดพิเศษที่ถูกเคลือบด้วยสารโพลิเมอร์บางชนิดที่มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatible polymer) โดยใช้เทคนิคพิเศษ ซึ่งชั้นเคลือบโพลิเมอร์มีสมบัติยอมให้สารบางอย่างผ่านไปได้ ถ่านชนิดนี้ถูกใช้เป็นตัวดูดซับสารพิษหรือยาสำหรับกระบวนการฟอกเลือดที่เรียกว่า ฮีโมเพอร์ฟิวชัน (Hemoperfusion)

จะเห็นได้ว่า การนำถ่านกัมมันต์มาใช้งานนั้นมีหลายปัจจัยที่ควรพิจารณา เนื่องจากความหลากหลายของถ่านเอง และเพื่อให้ได้ประโยชน์จากถ่านกัมมันต์เต็มที่ ในบทความนี้ผู้เรียบเรียงเพียงจะนำเสนอข้อมูลพื้นฐานของถ่านกัมมันต์ก่อน ซึ่งโอกาสหน้าคงจะได้นำรายละเอียดการใช้งานถ่านกัมมันต์บางอย่างที่น่าสนใจมาเผยแพร่ต่อไป

หมายเหตุ

1. ข้อความช่วงต้นของบทความนี้ผู้เรียบเรียงมิได้มีเจตนาลบหลู่การบัญญัติศัพท์ของทางราชบัณฑิตยสถานแต่อย่างใด เป็นเพียงแต่จินตนาการและอารมณ์ขันในการเรียบเรียงบทความเท่านั้น
2. แม้ในสาขาแพทยศาสตร์ ของศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถานจะแปลคำว่า activated charcoal ว่า ถ่านปลุกฤทธิ์ แต่ในสาขาอื่นได้แปลคำว่า activated carbon ว่า ถ่านกัมมันต์