

ถ่านกัมมันต์ : ภูมิปัญญาชาวบ้านสู่โรงงานอุตสาหกรรม

กณิตตา ธรรมจริยวงศา
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม



ถ้าเปิดดูตู้เย็นของหลายๆบ้าน มักจะพบว่ามียถ่านไม้วางไว้ที่มุมใดมุมหนึ่งของตู้ การทำเช่นนี้เป็นสิ่งที่เห็นกันอย่างชินตาด้วยมีความรู้กันอยู่ว่าถ่านช่วยดูดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ได้ นับได้ว่าคนไทยมีภูมิปัญญาที่ใช้ถ่านในการกำจัดกลิ่นในตู้เย็นกันมานานแล้ว จากความรู้นี้เองจึงได้มีการพัฒนาคุณสมบัติของถ่านเพื่อสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น เช่นการใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมเคมีและเภสัชกรรม ใช้ฟอกสีในอุตสาหกรรมน้ำตาล น้ำมันพืช น้ำอัดลม ใช้ดูดก๊าซในก้นกรองบูห์รี ใช้ในการกรองน้ำ หรือใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากประเทศไทยมีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้จะปนเปื้อนด้วยสารเคมี หรือโลหะหนักบางประเภทที่หากถูกปล่อยทิ้งภายนอกโรงงาน โดยไม่มีการบำบัดก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง วิธีการที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนโลหะหนักมีอยู่หลายวิธี เช่น การแลกเปลี่ยนประจุ การตกตะกอน การกรองผ่านเยื่อแบบผันกลับ และการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ (Active Carbon หรือ Activated carbon) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอาวัตถุดิบธรรมชาติที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักมาผ่านกรรมวิธีถ่านกัมมันต์จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมีพื้นที่ผิวสูงมีคุณสมบัติในการดูดซับสารต่างๆได้เป็นอย่างดี ในอดีตได้มีการผลิตถ่านกัมมันต์ขึ้นมาใช้โดยการนำไม้มาเผาไหม้บริเวณที่มีอากาศจำกัด ถ่านที่ได้นำไปใช้ในโรงงานถลุงแร่และใช้เป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อน ต่อมามีการค้นพบว่ามีคุณสมบัติในการดูดซับได้ดีและพบว่าการใช้ถ่านเพียงปริมาณเล็กน้อยสามารถกำจัดสีและกลิ่นในของเหลวชนิด

ต่างๆได้ เช่น ไวน์ น้ำตาล จากจุดนี้เองจึงมีความพยายามที่จะทำให้ถ่านมีความสามารถในการดูดซับดีขึ้น โดยกระบวนการกระตุ้นซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ไอน้ำและสารเคมี

การผลิตถ่านกัมมันต์

ได้มีการวิจัยและพัฒนาการผลิตถ่านกัมมันต์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ การผลิตถ่านกัมมันต์ภายในประเทศส่วนใหญ่ยังคงจำกัดอยู่ในห้องปฏิบัติการ ส่วนในต่างประเทศได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตถ่านกัมมันต์เพื่ออุตสาหกรรมโดยหลักการออกแบบเครื่องมือจะเน้นถึงประสิทธิภาพในการผลิต ปัจจุบันการผลิตถ่านกัมมันต์มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติอย่างไรและใช้วัตถุดิบชนิดใด วิธีการโดยทั่วไปจะประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ เช่น การบด การอบแห้ง การทำให้เป็นเม็ด แล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนการกระตุ้นให้ เป็นถ่านกัมมันต์ต่อไป วิธีการผลิตถ่านกัมมันต์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ การผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีทางกายภาพและการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีทางเคมี

การผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีทางกายภาพ จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการแปรสภาพอินทรีย์วัตถุให้เป็นถ่านเรียกว่าการทำคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) โดยเป็นการนำเอาวัตถุดิบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมาเผาในสภาวะที่มีออกซิเจนจำกัดโดยมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้สำหรับการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ในขั้นตอนนี้แร่ธาตุต่างๆเช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจนจะถูกไล่ออกไป ทำให้ได้ถ่านที่มีสัดส่วนของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบสูงขึ้น อย่างไรก็ตามถ่านที่ได้จากขั้นตอนนี้มีความสามารถในการดูดซับต่ำมาก เพราะมีพื้นที่ผิวที่น้อย และรูพรุนน้อย และยังคงมีน้ำมันดินบางส่วนตกค้างอยู่ในรูพรุนหรือเกาะอยู่ตามผิว จึงจำเป็นต้องนำถ่านนี้ไปผ่านขั้นตอนการกระตุ้นเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับต่อไป ขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนการกระตุ้นถ่านให้เป็นถ่านกัมมันต์ (Activation) เป็นการนำถ่านที่ผ่านกระบวนการคาร์บอนไนเซชันมากระตุ้นด้วยก๊าซหรือไอน้ำ ก๊าซพวกนี้จะไปทำปฏิกิริยากับน้ำมันดินที่ยังเหลืออยู่และคาร์บอนอะตอมในถ่านให้หลุดออกไป ทำให้ถ่านมีรูพรุนและมีพื้นที่ผิวมากขึ้น จึงส่งผลให้มีการดูดซับสูงขึ้น ก๊าซที่นิยมใช้กระตุ้นถ่านให้เป็นถ่านกัมมันต์ ได้แก่ ไอน้ำ อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไอเสียจากการเผาไหม้

การผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีทางเคมี เป็นการนำเอาวัตถุดิบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมาผสมกับสารเคมีที่เรียกว่าสารกระตุ้น (Activated Agent) สารกระตุ้นที่เติมลงไปจะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อให้ความร้อน เช่น ปริมาณน้ำมันดินจะถูกกำจัดให้น้อยลง ปริมาณสารระเหยจะลดลง ซึ่งมีผลทำให้จะทำให้ร้อยละของคาร์บอนคงตัวเพิ่มขึ้น สารกระตุ้นดังกล่าวมักเป็นเกลืออนินทรีย์ เกลือของโลหะออกไซด์ เช่น แคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ ซึ่งละลายน้ำได้ดี

ต่อมานิยมใช้ซิงค์คลอไรด์ หลักการของการผลิตถ่านกัมมันต์โดยวิธีนี้สามารถอธิบายได้โดย เมื่อนำวัตถุดิบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมาผสมกับเกลืออนินทรีย์ด้วยอัตราส่วนต่างๆ แล้วนำไปเผาในที่อับอากาศ ณ อุณหภูมิที่จะทำให้อินทรีย์วัตถุสลายตัว เกลืออนินทรีย์จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำและยังลดปริมาณของน้ำมันดินและสารระเหยที่ได้ให้น้อยลงด้วย เนื่องจากเกลืออนินทรีย์เหล่านี้มีความคงทนต่อการสลายตัวที่อุณหภูมิสูงๆ จึงยังคงสภาพหุ้มอยู่รอบๆ ถ่านและแทรกอยู่ภายใน ทำให้การหดตัวของถ่านเกิดได้จำกัด เมื่อนำมาสกัดเอาสารอินทรีย์ออกก็จะเกิดช่องว่างหรือรูพรุนขึ้นในถ่านซึ่งแต่เดิมเป็นที่ที่สารอนินทรีย์เคยอยู่ ข้อดีของการใช้สารเคมีก็คือ ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนแทรกซึมอยู่ทั่วเนื้อถ่านและใช้อุณหภูมิในการผลิตไม่สูงนัก ส่วนข้อเสียก็คือต้องล้างสารเคมีที่ใช้ในการกระตุ้นออกให้หมดไม่ให้เหลือตกค้างอยู่เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน จึงเป็นการสิ้นเปลืองเวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายในการล้าง การอบและค่าสารเคมีซึ่งมีราคาสูง นอกจากนี้สารเคมีบางชนิดที่ใช้เช่น ซิงค์คลอไรด์ยังมีฤทธิ์กัดกร่อนภาชนะบรรจุหรือเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต เป็นเหตุให้อายุการใช้งานของเครื่องมือนั้นสั้นลง

นอกจากนี้ยังอาจจะใช้ทั้งสองวิธีรวมกันก็ได้ คือ เมื่อใช้สารเคมีกระตุ้นแล้วนำไปกระตุ้นต่อโดยใช้ก๊าซหรือไอน้ำที่ร้อนยิ่งยวด เพื่อการเพิ่มจำนวนรูพรุนให้มากขึ้น

ชนิดของถ่านกัมมันต์

ชนิดของถ่านกัมมันต์สามารถแบ่งออกโดยอาศัยหลักต่างๆ มากมายขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้งาน ตัวอย่างการแบ่งชนิดของถ่านกัมมันต์ ได้แก่

แบ่งตามขนาดของอนุภาค

1. ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด (Granular Activated Carbon)



คือถ่านกัมมันต์ที่ผ่านร่ง (Sieve) ขนาด 150 ไมครอนไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก มีลักษณะเป็นเม็ดซึ่งได้จากการอัดผ่านเครื่องอัดเป็นเส้นกลมๆแล้วตัดออกเป็นท่อนเท่ากันหรืออาจทำเป็นเกล็ดที่ได้จากการย่อยอนุภาคขนาดใหญ่ ถ่านกัมมันต์ชนิดนี้มักใช้ในการดูดก๊าซและไอ

2. ถ่านกัมมันต์ชนิดผง (Powdered Activated Carbon)

เป็นถ่านกัมมันต์ที่ผ่านร่งขนาด 150 ไมครอน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก มีลักษณะเป็นผงซึ่งได้จากการลดขนาด ถ่านกัมมันต์ชนิดนี้มักใช้งานเกี่ยวกับการดูดซับในสถานะของเหลว



แบ่งตามชนิดของตัวกระตุ้น

1. ถ่านกัมมันต์ที่ใช้สารเคมีเป็นตัวกระตุ้น (Chemical Activated Carbon)

เป็นถ่านกัมมันต์ที่ใช้สารเคมีชนิดต่างๆเป็นตัวกระตุ้น ได้แก่ ซิงค์คลอไรด์ ไฮโดรเจนเพอซเฟด ถ่านกัมมันต์ที่ได้จากวิธีนี้จะมีรูพรุนขนาดใหญ่ ใช้ดูดซับตัวยับยั้งโดยไม่ดูดสี

2. ถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นด้วยวิธีทางกายภาพ (Physical Activated Carbon)

เป็นถ่านกัมมันต์ที่ใช้ก๊าซออกซิไดส์เป็นตัวกระตุ้น เช่น ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ่านกัมมันต์ที่ได้จากวิธีนี้มักจะมีรูพรุนขนาดเล็ก นิยมใช้ดูดซับก๊าซและไอระเหย

แบ่งตามขนาดรูพรุนบนผิวของถ่านกัมมันต์

1. ถ่านกัมมันต์ชนิด Micropores

เป็นถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนเล็กกว่า 1 นาโนเมตร มักนิยมใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการดูดซับ ไอระเหยและก๊าซ

2. ถ่านกัมมันต์ชนิด Mesopores

เป็นถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนระหว่าง 1-100 นาโนเมตร มักนำไปใช้ประโยชน์สำหรับดูดซับสารที่มีขนาดของโมเลกุลใหญ่ เช่น การฟอกสี

3. ถ่านกัมมันต์ชนิด (Macropores)

เป็นถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนใหญ่กว่า 100 นาโนเมตร โดยปกติไม่มีความสำคัญในการดูดซับสารต่างๆ แต่จะเป็นตัวช่วยให้สารที่จะถูกดูดซับสามารถเคลื่อนที่ผ่านไปยังรูพรุนเล็กได้ง่ายขึ้น

แบ่งตามชนิดสารที่ถูกดูด

1. ถ่านกัมมันต์ที่ใช้งานเกี่ยวกับก๊าซ (Gas Adsorbent)

เป็นถ่านกัมมันต์ที่ใช้ประโยชน์สำหรับดูดก๊าซพิษ ก๊าซ และไอของสารอินทรีย์ ส่วนมากเป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นถ่านสังเคราะห์ชนิดแข็ง (Hard Artificial Char) ซึ่งเป็นถ่านที่ได้จากเมล็ดผลไม้และถ่านไม้ที่เผาที่ความดันสูง

2. ถ่านกัมมันต์ที่ใช้ฟอกสี (Colour Adsorbent)

เป็นถ่านกัมมันต์ที่ใช้ประโยชน์ในการฟอกสีสารละลาย ส่วนมากเป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นถ่านสังเคราะห์ชนิดอ่อน (Soft Artificial Char) ซึ่งเป็นถ่านที่ได้จากถ่านไม้ ถ่านชานอ้อย ถ่านจากแกลบ ถ่านจากหินน้ำมัน และถ่านจากกากน้ำตาล

3. ถ่านกัมมันต์ที่แยกโลหะ (Metal Adsorbent)

เป็นถ่านกัมมันต์ที่ใช้แยกพวกโลหะต่างๆ เช่น ถ่านที่ใช้แยกเงิน ทองคำ แพลตตินัม จากแร่

ประโยชน์ของถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์มีคุณสมบัติเกี่ยวกับการฟอกสีและแต่งรสสารได้หลายชนิด มีอุตสาหกรรมหลายประเภทนิยมนำเอาถ่านกัมมันต์มาใช้อย่างแพร่หลาย มีการประมาณว่าร้อยละ 60 ของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตขึ้นเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดผง ซึ่งจะนำไปประยุกต์ใช้กับสารที่เป็นของเหลว ส่วนที่เหลือจะเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด อุตสาหกรรมที่ใช้ประโยชน์จากถ่านกัมมันต์

อุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

1. ใช้ถ่านกัมมันต์ในการกำจัดรส และกลิ่นที่ไม่ต้องการออกจากวิสกี
2. ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อให้ไวน์มีเกรดดีขึ้น
3. ใช้ถ่านกัมมันต์เติมลงในเบียร์ เพื่อกำจัดตะกอนที่เกิดขึ้นจากการแช่เย็น โดยถ่านกัมมันต์จะทำหน้าที่ดูดซับตะกอน โปรตีนที่เอนไซม์ย่อยไม่ได้ และยังใช้ถ่านกัมมันต์ในการเตรียมน้ำสะอาดนำไปต้มเพื่อผลิตเบียร์อีกด้วย

4. การทำน้ำให้บริสุทธิ์ ใช้ถ่านกัมมันต์ดูดคลอรีนและสารที่เป็นพิษอื่นๆ ที่ติดมากับน้ำประปาหรือน้ำบาดาล

อุตสาหกรรมผลิตไขมันและน้ำมัน

1. ใช้คูดสิ่งปลอมปนในน้ำมันพืช
2. ใช้คูดจับตัวยับยั้ง โดยไม่คูดสี
3. ใช้ร่วมกับดินช่วยฟอกขาวเพื่อให้ไขมันได้สีตามต้องการและได้รสดีขึ้น

การประยุกต์ใช้งานด้านอื่นๆ

1. ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนและไฮโดรซีน
2. ใช้เป็นตัวพองเมอร์คิวริกคลอไรด์ในอุตสาหกรรมผลิตไวนิลคลอไรด์จากอะเซทิลีนและกรดไฮโดรคลอริก
3. ใช้เป็นตัวพองทองคำขาวซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการไฮโดรเจน
4. ใช้เป็นตัวแยกสารโดยการบรรจุถ่านกัมมันต์ลงในคอลัมน์ของเครื่องโครมาโทกราฟีแก๊ส
5. ใช้ผสมในสีเพื่อป้องกันการกัดกร่อน
6. ใช้เป็นตัวกรองในหน้าการกันก๊าซพิษและไอพิษต่างๆ
7. ใช้ในก้นกรองของบู่หรือบางชนิด
8. ใช้คูดควันหรือกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ตามห้องปรับอากาศหรือตู้เย็น
9. ใช้ฟอกสีในอุตสาหกรรมผลิตผงชูรส

นอกจากนี้ยังนำถ่านกัมมันต์ไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆได้อีกหลายชนิด

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ อุคมสิน โรจน์. 2546. **ของเสียอันตราย**. กรุงเทพมหานคร, 650 หน้า.

ชเรศ ศรีสถิตและวัชชัย สิงหศิริ. **การใช้ถ่านกัมมันต์จากไม้ยูคาลิปตัส (Eucalyptus camaldulensis Dehnh.) และไม้กระถินเทพา (Acacia mangium Willd.) เพื่อการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลจากน้ำเสียสังเคราะห์**. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิริเกตุ ตั้งสกุลและคณิตตา ชรรณจริยวงศา. 2541. **การผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านหินลิกไนต์ด้วยวิธีการกระตุ้นทางเคมี**. โครงการงานวิจัยวิศวกรรมเคมี สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

F.Rodriguez – Reinoso and M.Molina – Sabio. 1992. **Activated Carbons from Lignocellulosic Materials by Chemical and/or Physical Activation : An Overview**. Carbon, vol.30 No.7.

Hsisheng Teng and Tien – Sheng Yeh. 1998. **Preparation of Activated Carbons from Bituminous Coals with Zinc Chloride Activation**. Ind.Eng.Chem.Res.pp.58-65.

<http://www.trf.or.th>

<http://www.sc.chula.ac.th>