



# บำบัดมลพิษด้วยเทคโนโลยีอนุภาคนาโน

## ■ เจษฎา มั่นยา

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) สวทช.

**บ**ัญหามลพิษเป็นภัยใกล้ตัวและมีความสำคัญมาทุกยุคสมัย ทุกวันนี้มีสารแปลกปลอมที่ถูกปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมมาจากหลายแหล่งกำเนิด เช่น ไอเสียจากยานพาหนะ สารตกค้างจากการทำเกษตรเคมีเข้มข้น หรือของเสียที่เกินกำลังการบำบัดจากภาคอุตสาหกรรม สารเหล่านี้สามารถย้อนกลับมาสู่ร่างกายของเราได้ด้วยการรับสัมผัสโดยตรงหรือรับเข้ามาทางห่วงโซ่อาหาร

ด้วยเหตุนี้นักวิทยาศาสตร์จึงได้ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการบำบัดมลพิษมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อตัดตอนหรือลดผลกระทบจากการปนเปื้อนในแหล่งดิน น้ำ หรืออากาศดังกล่าว

นาโนเทคโนโลยี คือ ศาสตร์ในการผลิตและจัดการ

วัสดุที่มีขนาดเล็กมากๆ ในระดับโมเลกุล ซึ่งวัสดุที่มีขนาดเล็กนี้จะเกิดคุณสมบัติใหม่ เช่น วัสดุบางชนิดมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น เนื่องจากจำนวนหน่วยที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมีปรากฏมากขึ้นบนพื้นผิวพร้อมๆ กับค่าสัดส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก

ยกตัวอย่างเช่น หากเราหั่นวัสดุขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ออกเป็นชิ้นเล็กๆ ให้เท่ากับอนุภาคที่มีขนาด 10 นาโนเมตร เราจะได้พื้นที่ผิวสัมผัสเพิ่มขึ้นมาถึง 1 ล้านเท่าเลยทีเดียว ด้วยจุดเด่นนี้วัสดุนาโนจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานบำบัดมลพิษ ซึ่งได้ให้ผลลัพธ์ที่ดีทั้งในด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีการบำบัดแบบเดิมๆ

## ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนลดไอเสียรถยนต์

การจราจรถือเป็นกิจกรรมกำเนิดมลพิษที่ใกล้ตัวเรามากอันหนึ่ง ไอเสียจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของ

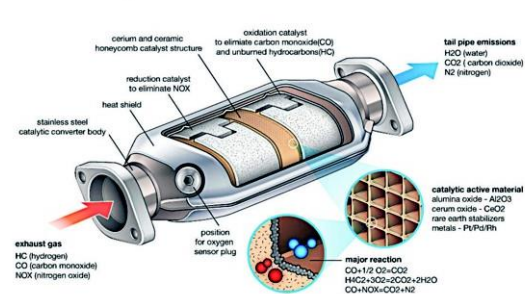




เหตุการณ์สารพิษรั่วไหลจากอ่างเก็บของเสียในอุตสาหกรรมการผลิตอะลูมิเนียม ยังการ์ ปี 2010

เครื่องยนต์ในยานพาหนะประกอบไปด้วยก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพหลายชนิด เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และออกไซด์ของไนโตรเจน ด้วยเหตุนี้กฎหมายในหลายประเทศจึงได้กำหนดให้ผู้ผลิตทำการติดตั้งอุปกรณ์บำบัดไอเสียในรถยนต์ เพื่อลดปริมาณก๊าซพิษที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ

ส่วนประกอบสำคัญในอุปกรณ์บำบัดไอเสียคือตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำจากโลหะมีค่า เช่น ทองคำขาว แพลเลเดียม และโรเดียม โลหะเหล่านี้ทำหน้าที่เร่งกระบวนการย่อยสลายก๊าซพิษในไอเสียให้เป็นสารประกอบที่มีความเป็นพิษน้อยลง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งปฏิกิริยาการย่อยสลายทางเคมีจะเกิดขึ้นได้ดีที่พื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาแต่ละชนิด



### ส่วนประกอบของอุปกรณ์บำบัดไอเสีย

ฉะนั้นหลักการสำคัญหนึ่งที่จะให้เครื่องฟอกไอเสียมีประสิทธิภาพสูงสุด คือ การเคลือบตัวเร่งปฏิกิริยาให้เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสกับไอเสียมากที่สุด การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้ในรูปของอนุภาคนาโนจึงตอบโจทย์ดังกล่าว และการใช้อุณหภูมิขนาดเล็กก็ยังช่วยลดปริมาณโลหะมีค่าที่นำมาใช้อีกด้วย ซึ่งเครื่องบำบัดไอเสียต่างๆ ไป จะใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพียงไม่กี่กรัม

นอกจากนี้ในอุปกรณ์บำบัดไอเสียรุ่นใหม่ ๆ ยังใช้เทคโนโลยีเพื่อยืดอายุการใช้งานเครื่องบำบัดไอเสียออกไปกว่าเดิม โดยการออกแบบกระบวนการจัดเรียงอนุภาคในระดับนาโนเพื่อป้องกันไม่ให้อนุภาคนาโนเปลี่ยนแปลงมาเกาะตัวรวมกันเป็นก้อนใหญ่ระหว่างการใช้งานที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดไอเสียเสื่อมลง

### อนุภาคเหล็กนาโนดูดซับสารพิษ

อีกตัวอย่างหนึ่งของการใช้วัสดุนาโนเพื่อฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมคือ การใช้อุณหภูมิเหล็กนาโนในการกำจัดสารพิษ ซึ่งส่วนใหญ่จะย่อยสลายเองตามธรรมชาติ



อนุภาคเหล็กจับตัวกันบนแท่งแม่เหล็ก



ได้ยากมาก จึงพึงกระจายปนเปื้อนอยู่ตามแหล่งดิน และน้ำใต้ดินได้เป็นระยะเวลาาน เช่น สารอินทรีย์ระเหยที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบและไอออนของโลหะหนักชนิดต่างๆ เป็นต้น

โลหะเหล็กเกิดสนิมได้ง่ายเนื่องจากเป็นธาตุที่ชอบสละอิเล็กตรอน แต่ด้วยสมบัตินี้นักวิทยาศาสตร์จึงได้ศึกษาการนำอนุภาคเหล็กมาใช้บำบัดมลพิษในหลากหลายลักษณะ เช่น ย่อยสลาย ดูดซับ หรือช่วยให้ตกตะกอน เหล็กสามารถแตกพันธะของคลอรีนในสารประกอบอินทรีย์ให้กลายเป็นคลอรีนไอออนที่กำจัดได้ง่ายกว่าเดิม เหล็กตัวเดียวกันนี้ยังสามารถดูดซับไอออนของโลหะหนักบางชนิด เช่น แคดเมียม หรือตะกั่ว โดยเปลี่ยนไอออนของโลหะหนักที่ละลายในน้ำให้กลายเป็นของแข็งติดแน่นอยู่ที่ผิวของเหล็กซึ่งในรูปแบบทางเคมีที่ไม่เป็นพิษ

นอกจากนี้พื้นผิวของเหล็กยังสามารถถูกปรับแต่งด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาอื่นหรือสารเคลือบที่มีสมบัติเฉพาะเพื่อให้วัสดุมีการดูดซับสารพิษได้อย่างจำเพาะอีกด้วย

ในระยะแรกของการศึกษานักวิทยาศาสตร์ใช้ผงเหล็กในการทดสอบ ต่อมาจึงทำการสังเคราะห์ให้อนุภาคเหล็กมีขนาดเล็กลงจนถึงระดับนาโนเมตร ซึ่ง

นอกจากจะทำให้วัสดุมีความว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากขึ้นแล้ว ยังเกิดประโยชน์อื่นๆ ตามมาอีกหลายประการ เช่น เพิ่มสัมประสิทธิ์การดูดซับเนื่องจากวัสดุมีพื้นที่ผิวสัมผัสในการทำปฏิกิริยามากขึ้น

อนุภาคนาโนมีสมบัติแทรกซึมไปตามช่องว่างต่างๆ ในชั้นดินหรือไหลไปกับน้ำใต้ดินได้ดี ผู้ใช้งานจึงสามารถทำการนำส่งอนุภาคเหล็กนาโนไปสู่แหล่งบำบัดได้โดยตรงจากเดิมที่ต้องฝังวัสดุเป็นชั้นกำแพงกรองน้ำไว้ใต้ดินหรือสูบน้ำขึ้นมาบำบัดบนผิวดินสำหรับการบำบัดแบบเดิมๆ และเนื่องจากเหล็กเป็นสารที่มีสมบัติแม่เหล็ก อนุภาคเหล็กที่นำมาใช้ในงานบำบัดมลพิษจึงสามารถเก็บออกจากสิ่งแวดล้อมได้ง่ายๆ ด้วยแรงแม่เหล็กนี้เอง

จากตัวอย่างข้างต้น งานด้านสิ่งแวดล้อมก็เป็นอีกสาขาหนึ่งที่ได้ประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีอนุภาคนาโนมาประยุกต์ใช้ ทั้งในส่วนการป้องกันและส่วนการบำบัดมลพิษหลังจากที่เกิดการปนเปื้อนขึ้นแล้ว แม้ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้จะยังอยู่ในระยะเริ่มต้น แต่ก็ได้แสดงให้เห็นถึงจุดเด่นเรื่องประสิทธิภาพและต้นทุนในการบำบัดมลพิษ จึงนับว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อมที่มีความน่าสนใจอยู่มากทีเดียว

ที่มา : Nanoparticles clean up automotive exhaust, <http://smallprint.no/en/article/nanoparticles-cleans-automotive-exhaust>

เอกสารเผยแพร่ สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ [www.thia.in.th/welcome/article\\_read/304](http://www.thia.in.th/welcome/article_read/304)

W. Yan et al 2013, Iron nanoparticles for environmental clean-up: recent developments and future outlook, Environ. Sci.: Processes Impacts 15, 63.

เทคโนโลยีนาโนเพื่อบำบัดมลพิษในน้ำใต้ดิน, <http://202.129.59.73/tn/Technologynano/index.htm>