

การใช้ประโยชน์เทคโนโลยีนิวเคลียร์ในเตาถลุงเหล็ก

Application of Nuclear Technology in Blast Furnace

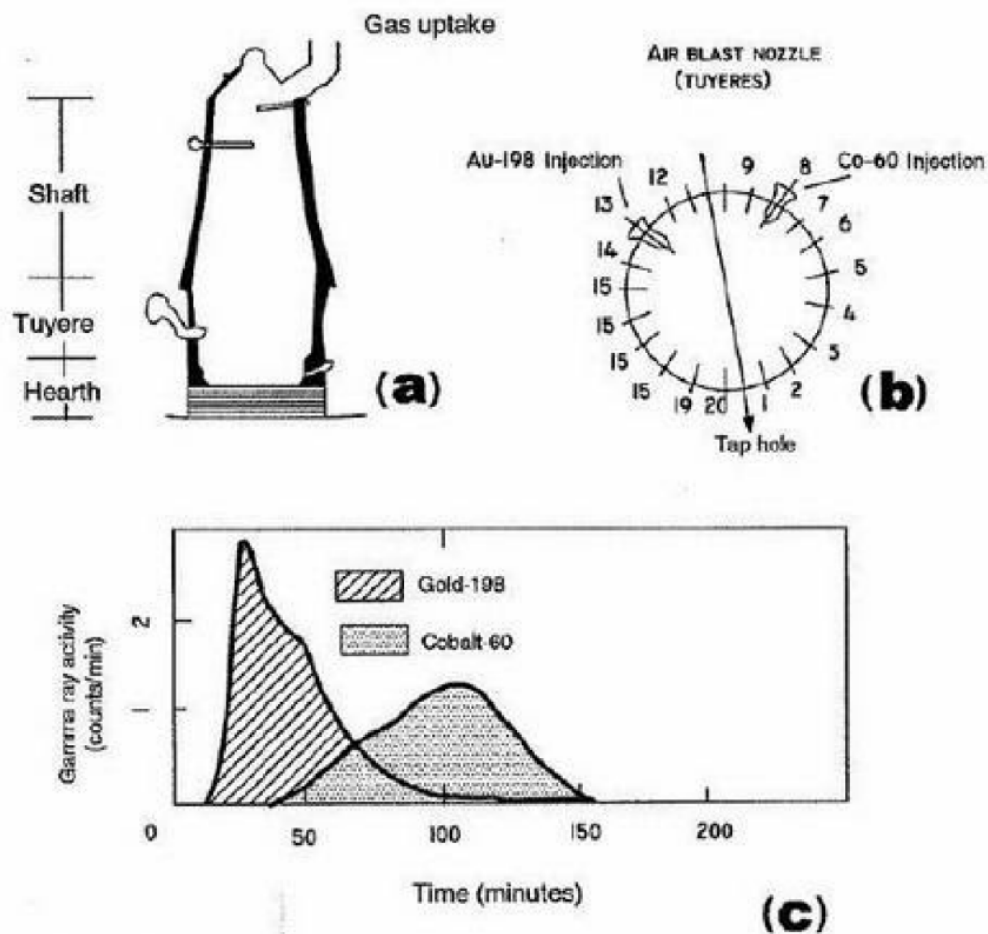
พิพัฒน์ พิเชษฐพงษ์

กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์

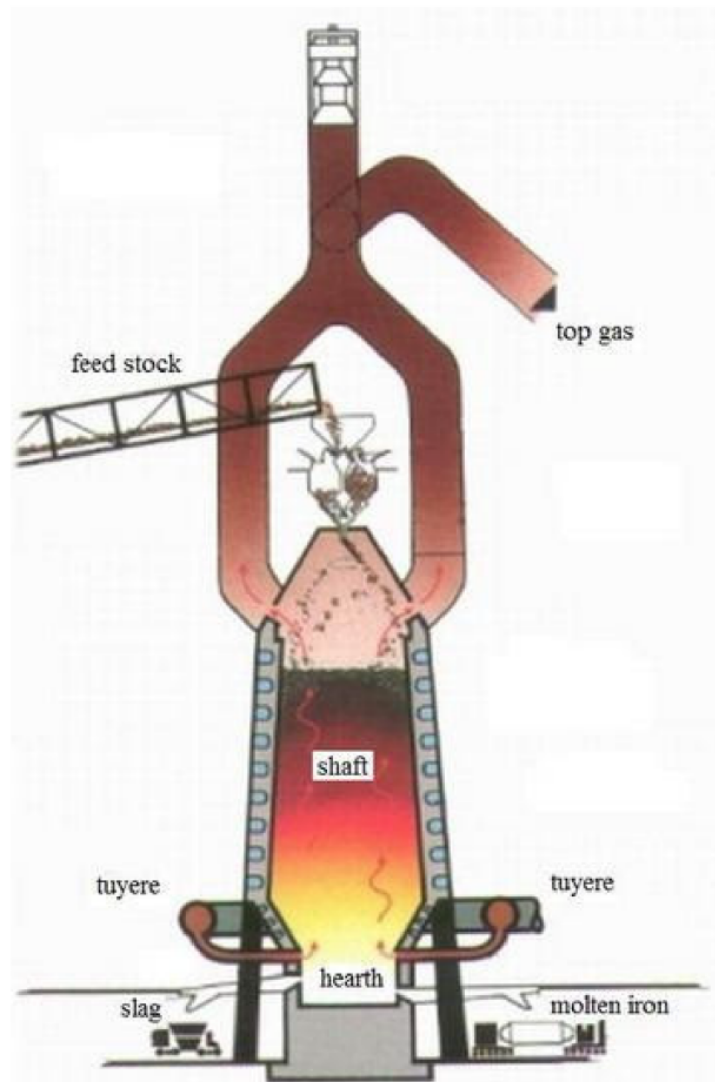
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กจากแร่เหล็ก กระบวนการถลุงเหล็กส่วนใหญ่ยังคงใช้เตาถลุงเหล็กทรงสูง ที่มีลมร้อนเป่าเข้าทาง ด้านล่างเตา ซึ่งเรียกว่า blast furnace นั้น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเตาเผา มีอุณหภูมิสูงถึง 1700 องศาเซลเซียส ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นทั้งของแข็ง โลหะเหลว และแก๊สร้อน จำเป็นต้องมีการควบคุมการทำงานเตาเป็นอย่างดี เพื่อให้มีประสิทธิภาพ การทำงานมากที่สุด ซึ่งสามารถนำเทคโนโลยีนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์ในการควบคุมกระบวนการผลิตและตรวจสอบ การสึกกร่อนของผนังเตาได้

ในกระบวนการถลุงเหล็กด้วยวิธีนี้ แร่เหล็กที่ใช้เป็นวัตถุดิบจะอยู่ในรูปสารประกอบออกไซด์ของเหล็กคือ แร่ฮีมาไทต์ (hematite) ซึ่งมีสูตรทางเคมีเป็น Fe_2O_3 หรือแร่ไพไรต์ (pyrite) ซึ่งมีสูตรทางเคมีเป็น FeS_2 โดยใช้ถ่านหินเป็นทั้งเชื้อเพลิง และเป็นตัวดึงออกซิเจนออกจากเหล็กออกไซด์ ปฏิกิริยาหลักที่เกิดขึ้น คือ คาร์บอนในถ่านหินถูกเผาไหม้ แบบไม่สมบูรณ์ กลายเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) พร้อมทั้งให้พลังงานความร้อนออกมาด้วย คาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จะไปทำปฏิกิริยา ดึงออกซิเจนออกจากออกไซด์ของเหล็ก และความร้อนที่เกิดขึ้นก็จะทำให้เหล็กหลอมเหลวแยกออกมาได้ ตามปฏิกิริยาดังนี้



เตาถลุงเหล็กนี้มีลักษณะเป็นปล่องสูง ตรงกลางเตาจะป่องและค่อย ๆ เรียวลงมาตามรูป ผงังภายในเตา
บุด้วยอิฐทนไฟ ภายในผนังเตามีท่อน้ำหล่อเย็นฝังอยู่โดยรอบ เพื่อควบคุมอุณหภูมิของเปลือกเตา ขนาด
ของเตาโดยทั่วไปมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 10-12 เมตร ความสูงโดยประมาณ 30 เมตร ทำงานต่อเนื่อง
24 ชั่วโมง เมื่อใช้งานไ้ระยะหนึ่ง ประมาณ 6-10 ปี ก็จะมีการหยุดเพื่อซ่อมแซมพวกอิฐทนไฟและส่วน
อื่น ๆ ของเตา วัตถุดิบจะถูกป้อนเข้าทางด้านบนของเตา ซึ่งวัตถุดิบหลักประกอบด้วยแร่เหล็ก ถ่านหิน
หรือถ่านโค้ก และหินปูนหรือปูนขาวสำหรับการกำจัดสิ่งเจือปนที่อยู่ในแร่เหล็ก ลมร้อนจะถูกเป่าเข้าทางรู
ลม (tuyere) ซึ่งมีอยู่หลายรูรอบ ๆ ค่อนไปทางส่วนล่างของเตา เหล็กที่หลอมเหลวจะถูกตักออกจาก
ด้านล่างของเตา เช่นเดียวกับขี้ตะกรันเหลว (slag)



ประสิทธิภาพการทำงานของเตาถลุงเหล็กจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก ได้แก่ คุณภาพของถ่านหินหรือถ่านโค้กที่ใช้ ความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เพื่อทำปฏิกิริยากับแร่เหล็ก และการดึงเหล็กที่หลอมเหลว และขี้ตะกรันเหลวออกจากเตาเพื่อควบคุมระดับต่าง ๆ ภายในเตาให้คงที่ จึงมีการนำเทคโนโลยีนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์ คือการใช้สารกัมมันตรังสี Co-60 และ Au-198 ฉีดเข้าไปทางหัวฉีดลมร้อนของเตา แล้ววัดปริมาณรังสีแกมมาซึ่งออกมา จาก Co-60 และ Au-198 ที่ปนอยู่ในเนื้อเหล็กหลอมเหลวที่ดึงออกมาจากเตาเทียบกับเวลาที่ผ่านไป ตามรูป ผลที่แตกต่างกันจากกราฟของสารกัมมันตรังสีแต่ละตัว สามารถบ่งบอกถึงการเกิดปฏิกิริยาที่ไม่สมบูรณ์ภายในเตาได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้ Co-60 ในการตรวจสอบการสึกกร่อนของผนังเตา โดยการฉีก Co-60 เข้าไปในอิฐทนไฟบางจุด เมื่ออิฐทนไฟมีการสึกกร่อนจากการใช้งาน Co-60 ก็จะหลุดออกไปด้วย ทำให้ปริมาณรังสีบริเวณนั้นลดลงจากเดิม สามารถ นำมาคำนวณการสึกกร่อนที่เกิดขึ้นได้