

ทอเรียม : ทางเลือกที่ปลอดภัยกว่าสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Thorium: A safer alternative for nuclear power generation?

โกมล อังกรรัตน์
ศูนย์ไอโซโทปรังสี
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)



โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทรีไมล์ไอส์แลนด์

ทอเรียมสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดกว่าและมีปริมาณที่มากกว่ายูเรเนียม ความต้องการพลังงานของโลกมีปริมาณเพิ่มขึ้นโดยตลอด แต่ถูกจำกัดด้วยอุปทานของเชื้อเพลิงฟอสซิล และความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของการปลดปล่อยแก๊สซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพแวดล้อม ทำให้มีการกระตุ้นความสนใจเพิ่มขึ้นในการใช้ พลังงานนิวเคลียร์ แต่คำว่า “นิวเคลียร์” นามาชึ่งความกลัว ซึ่งมีความกังวลเกี่ยวกับเรื่องกากกัมมันตรังสีที่เป็นผลผลิต จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และมีความเป็นไปได้ของการเกิดอุบัติเหตุ หายนะดังเหตุการณ์ล่าสุดในประเทศญี่ปุ่น และความมีความเชื่อมโยงกันระหว่างพลังงานนิวเคลียร์กับอาวุธนิวเคลียร์ แต่ถ้าสิ่งที่กังวลอยู่นี้ ในการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานนิวเคลียร์ทำให้ความเสียดังกล่าวลดลงอย่างมาก จะทำอย่างไร ? คำตอบที่อาจเป็นไปได้คือทอเรียม ธาตุโลหะสีเงินที่มีอยู่มากมาย สะอาดกว่าและ

สามารถนำมาผลิตพลังงานได้มากกว่ายูเรเนียม ทอเรียมแตกต่างจาก ยูเรเนียม และพลูโทเนียม อย่างไร ? ทำไมถึงไม่ถูกนำมาใช้ ? ก่อนอื่นมาทำความเข้าใจกันว่าการทำงานของ พลังงานนิวเคลียร์ เป็นอย่างไร

อะไรคือพลังงานนิวเคลียร์ ?

คำว่า **"นิวเคลียร์"** หมายถึงนิวเคลียสหรือใจกลางที่หนาแน่นของอะตอม ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ กำลัง นิวเคลียสเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็ก ๆ ผ่านกระบวนการที่เรียกว่า

ว่า **"ฟิชชัน"** โดยอนุภาคย่อยของอะตอม ที่รู้จักกัน

ว่า **"นิวตรอน"** ไปชนกับนิวเคลียสของอะตอมของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่เหมาะสม (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไอโซโทปของธาตุหนักอย่างยูเรเนียมและพลูโทเนียม) ทำให้อะตอมแบ่งแยกออกเป็นสองส่วน แต่ทุกครั้งที่เกิดฟิชชัน เป็นผลให้เกิดการปลดปล่อยแฟรงกีสออกมา ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและพลังงานจลน์ในชิ้นส่วนของ นิวเคลียส ที่แตกออก ผลกระทบนี้จะเป็นสองเท่า การปลดปล่อยพลังงานทำให้เกิดความร้อน และมีการปลดปล่อยนิวตรอน ออกมาด้วย และเป็นตัวที่ทำให้เกิดกระบวนการฟิชชันกับอะตอมอื่น ๆ ต่อไป

ในวัสดุที่ใช่มาเป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานี้จะเป็น **"ปฏิกิริยาลูกโซ่"** และเกิดต่อ ๆ กันไปเรื่อย ด้วยตัวเองได้ เมื่อเกิดขึ้นในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เรียกกันว่า

สภาวะ **"วิกฤต"** ในอาวุธนิวเคลียร์แบบฟิชชัน มวลของพลูโทเนียม หรือยูเรเนียม จะมากกว่ามวลที่เกินจากสภาวะวิกฤต และทำให้มวลนี้มารวมตัวกันอย่างรวดเร็ว ภายใต้ปริมาณนิวตรอนที่ท่วมท้นจากอุปกรณ์ที่รู้จักกันว่า **"ตัวริเริ่ม initiator"** การปลดปล่อยพลังงานจะเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก และเป็นผลให้เกิดการระเบิดอย่างรุนแรงขนาดใหญ่

ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ปฏิกิริยานี้จะเป็นไปอย่างช้า ๆ และสามารถที่จะควบคุมได้ ความร้อนที่ผลิตได้ จะถูกควบคุมเพื่อมาทำให้น้ำเดือด ได้เป็นไอน้ำมาหมุนกังหันผลิตกระแสไฟฟ้า อันเป็นหลักการที่ถือปฏิบัติ สำหรับทศวรรษที่ผ่านมา การใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อผลิตไฟฟ้าเริ่มต้นเมื่อ **27 มิถุนายน 1954** ที่โรงไฟฟ้า Obninsk ในอดีตสหภาพโซเวียตรัสเซีย และได้มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องกว้างขวางในประเทศจำนวนมากจนปัจจุบันนี้

เป็นสิ่งที่แน่นอนที่มีปัญหาที่ต้องคำนึงถึงที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ ปฏิกิริยาฟิชชันทำให้เกิดกากกัมมันตรังสี ที่จะต้องมีกระบวนการจัดการที่รัดกุม ในการจัดเก็บและการรักษาความปลอดภัย และอาจก่อให้เกิด ความเสี่ยง ต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีความเป็นไปได้ที่การเดินทางเครื่องอาจมีการสูญเสียการควบคุม ของปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้เกิดการปลดปล่อยสารกัมมันตรังสีออกมา หรือหมายถึงการหลอมละลายของ แกนเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับการที่เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ อาจจะนำไปใช้เพื่อผลิตวัสดุที่เหมาะสม สำหรับอาวุธนิวเคลียร์

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ทันสมัย

มีเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์หลักอยู่สองประเภทที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อการพาณิชย์ คือ **เครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำอัดความดัน** (pressurized water reactor: PWR) และ**เครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำเดือด** (boiling water reactor: BWR) ซึ่งเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทั้งสองชนิดนี้ ใช้ยูเรเนียมในรูปของยูเรเนียมออกไซด์มาทำเป็น เชื้อเพลิงแบบแท่ง การควบคุมสภาวะวิกฤตของเครื่องก็โดยการใช้แท่งควบคุม ซึ่งเมื่อยกแท่งควบคุมขึ้นก็จะทำให้ ปฏิกิริยาลูกโซ่ ดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง เครื่องจะสามารถหยุดการเดินทางเครื่องหรือการ **"scrammed"** ก็โดยการปล่อยให้ แท่งควบคุม ตกอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามกระบวนการควบคุมนี้ก็อาจมีความเป็นไปได้ที่จะมีข้อผิดพลาด

ความเป็นไปได้อาจทำให้เกิดมวลวิกฤต ความเป็นไปได้อาจจะแปลงสถานะเป็นวัสดุ ที่เกิดการแบ่งแยก นิวเคลียสได้ และศักยภาพ ของทอเรียม (criticality, fertility and the potential of

thorium)

ธาตุทอเรียมเป็นเชื้อเพลิงแห่งสายฟ้า อาจเป็นส่วนหนึ่งของทางเลือกที่ปลอดภัยกว่าที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิง ผลิตพลังงาน ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างทอเรียมและเชื้อเพลิงนิวเคลียร์อื่น ๆ คือ ทอเรียมไม่สามารถดำเนิน ความต่อเนื่องของปฏิกิริยาลูกโซ่ ด้วยตัวเองได้ วัสดุที่ทำให้เกิดกระบวนการฟิชชันได้ เช่น ยูเรเนียม พลูโทเนียม สามารถที่จะทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่ไปด้วยความต่อเนื่อง นอกจากนี้วัสดุที่เกิดฟิชชันได้สามารถเกิดขึ้นได้จากทอเรียม ที่ไม่ได้เป็นวัสดุเกิดฟิชชันได้ แต่เป็น**วัสดุเฟอร์ไทล์** (fertile material) คือตัวทอเรียมเองสามารถใช้ผลิต วัสดุเกิดฟิชชันได้ ถ้าเกิดปฏิกิริยากับแหล่งกำเนิดนิวตรอนภายนอก

คาดว่าปริมาณของทอเรียมมีมากกว่าสามถึงสี่เท่าในเปลือกโลก และมันมีข้อดีกว่า โดยทอเรียมที่มีอยู่ในธรรมชาติมีอยู่เพียงไอโซโทปเดียว ทำให้มีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ โดยไม่ต้องผ่าน กระบวนการเสริมสมรรถนะ เพื่อเพิ่มปริมาณ เปรอร์เซ็นต์ไอโซโทปที่ต้องการ เพื่อความสะดวกในการใช้ เชื้อเพลิงทอเรียมสามารถนำมาใช้ในรูปแบบของสารละลายเกลือ

ระบบขับเคลื่อนฟิชชันด้วยเครื่องเร่งอนุภาค (Accelerator Driven System)

ปฏิกิริยาฟิชชันเกิดขึ้นได้โดยกระบวนการที่ทอเรียมจับยึดนิวตรอนเป็นไอโซโทปที่หนักกว่า และเกิดการสลาย อย่างรวดเร็วของธาตุ**โปรแทกทินียม** (protactinium) แล้วสลายต่อไปเป็นยูเรเนียม-233 ซึ่งสามารถเกิดฟิชชันได้ เมื่อเกิดรวมตัวกับนิวตรอน (จับยึดนิวตรอน) แต่จำนวนนิวตรอนที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอสำหรับทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ของตนเองได้อย่างยั่งยืน จึงต้องมี**เครื่องเร่งอนุภาค** (accelerator) เพื่อเป็นแหล่งของนิวตรอนสำหรับทำให้เกิดฟิชชัน ดังนั้น ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทอเรียมจึงต้องมีแหล่งกำเนิดนิวตรอนภายนอก เรียกว่า **ระบบขับเคลื่อนฟิชชันด้วยเครื่องเร่งอนุภาค** (accelerator driven system: ADS)

ระบบ ADS นี้ต้องให้เกียรติแก่นักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบลชื่อ **Carlo Rubbia** แห่ง (European Organization for Nuclear Research: **CERN**) ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ปี1984 ระบบ ADS ทำให้ขนาดของ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ มีขนาดเล็กกว่าเครื่องแบบอื่น และเมื่อหยุดเดินเครื่อง ระบบ ADS ก็ทำให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ หยุดลงด้วย ทั้งนี้จะแตกต่างจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ยูเรเนียม เมื่อหยุดเดินเครื่องแล้วและไม่อยู่ในสภาพมวลวิกฤต ก็ยังมีความร้อนที่เกิดจากระบวนการสลายของไอโซโทปต่าง ๆ ของผลผลิตฟิชชัน และความร้อนจากรังสีแกมมา จึงยังต้องมีระบบหล่อเย็นทำงานอยู่ตลอดเวลา

ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทอเรียม จะมีบางส่วนของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ชนิดอื่นรวมอยู่ด้วย เพื่อที่จะช่วยให้ การเกิดปฏิกิริยาฟิชชันเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบนี้ จึงสามารถที่จะใช้ในการผลิต พลังงานจากวัสดุตั้งเช่น พลูโทเนียม ที่แยกออกมาจากอาวุธนิวเคลียร์ที่ปลดประจำการ มันจึงเป็นส่วนที่ทำให้แน่ใจว่า การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบนี้ ทำให้การที่จะแยกเอาวัสดุที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาฟิชชัน เพื่อนำมาทำเป็น อาวุธนิวเคลียร์เป็นไปไม่ได้

แม้ว่าเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทั้งหลายจะทำให้เกิดกากกัมมันตรังสี แต่เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทอเรียม จะทำให้เกิดกากกัมมันตรังสีที่มีอายุที่สั้นกว่า เปรียบเทียบกับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้ ยูเรเนียมหรือพลูโทเนียม เป็นเชื้อเพลิง โดยกากกัมมันตรังสีจะสลายให้ระดับความแรงทางรังสีลดลงจนเหมือนกับขี้เถ้าของถ่านภายในระยะเวลา 500 ปี

ทอเรียมสามารถนำมาผลิตพลังงานได้มากกว่ายูเรเนียม โดยเปรียบเทียบในปริมาณที่เท่ากัน โดยปริมาณ ยูเรเนียม 200 ตัน สามารถผลิตพลังงานได้เทียบเท่ากับทอเรียมเพียง **หนึ่งตัน** เท่านั้น

ก้าวต่อไปของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทอเรียม

แม้ว่าเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบทอเรียมจะเป็นเพียงจุดประสงค์ในขั้นการทดลองในหลาย ๆ เครื่อง และเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์กำลังทอเรียมจะยังไม่เป็นความจริง แต่ในหลายประเทศ เช่น รัสเซีย อินเดีย และจีน ก็กำลังให้ความสนใจที่จะใช้ทอเรียม และในระยะอันไม่ไกลในเร็ว ๆ นี้ เครื่องปฏิกรณ์

นิวเคลียร์ทอเรียมจะเป็น แหล่งพลังงานที่ทำงานได้

ทำไมจึงต้องใช้เวลาานมากสำหรับทอเรียม ที่จะมีบทบาทในวาระของพลังงานนิวเคลียร์ เหตุผลหลัก ที่สำคัญก็คือ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

ทอเรียม **ไม่สามารถที่จะนำมาใช้เพื่อทำระเบิดนิวเคลียร์ได้** จึงมีการละเลย ไม่สนใจระหว่างที่ดำเนินการโครงการแมนแฮตตัน และในการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์อื่นที่ตามมาภายหลัง

ถอดความเรียบเรียงจาก <http://www.gizmag.com/thorium-nuclear-power/18204/>

โพสต์เมื่อ : 7 กันยายน 2554