เชื้อเพลิงจากยางรถยนต์เก่า

ยางรถยนต์เก่าเป็นของเสียประเภทหนึ่งที่สามารถหาได้ทั่วไป โดยเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบันที่รถยนต์กลายเป็นปัจจัยที่จำเป็นและมีปริมาณการใช้งานเป็นจำนวนมาก ซึ่งผลที่ตามมาก็คือยางรถยนต์เก่าที่เกิดขึ้นก็จะมีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ยางรถยนต์เก่าเป็นของเสียที่มีประโยชน์โดยสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเชื้อเพลิงได้ เนื่องจากองค์ประกอบหลักคือยางซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานได้อย่างดี โดยกระบวนการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เพื่อผลิตเชื้อเพลิงจากยางรถยนต์เก่า คือ กระบวนการไพโรไลซิส ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นที่สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงได้มีทั้งที่อยู่ในรูปก๊าซ ของแข็ง (ชาร์) และของเหลว (น้ำมัน)

กระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์เก่า

รายละเอียดของกระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์เก่าที่จะกล่าวถึงประกอบด้วยประเด็นต่างๆ คือ องค์ประกอบของยางรถยนต์ การเตรียมวัตถุดิบ เทคโนโลยีการไพโรไลซิสยางรถยนต์เก่า และประเด็นสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.องค์ประกอบของยางรถยนต์

องค์ประกอบทางวัสดุและองค์ประกอบทางเคมีของยางรถยนต์ 1 เส้น แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของยางรถยนต์ 1 เส้นโดยน้ำหนัก

องค์ประกอบทางวัสดุ	องค์ประกอบทางเคมี
ยาง 85%	ไฮโดรคาร์บอน 51%
เหล็กเส้น 12%	คาร์บอนแบล็ค 26%
ไฟเบอร์ 3%	น้ำมัน 13%
	ออกไซด์ของสังกะสี 2%
	กำมะถัน 1%

(ที่มา: วงกต วงศ์อภัย. “มูลค่าเพิ่มของยางรถยนต์เก่า”. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.)

เมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่ายางรถยนต์ 1 เส้น มีส่วนประกอบที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ใหม่ โดยเฉพาะส่วนประกอบที่เป็นเนื้อยางที่มีอยู่ถึงร้อยละ 85 โดยน้ำหนัก เนื้อยางมีส่วนประกอบหลักเป็นไฮโดรคาร์บอนซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้อย่างดี นอกจากนั้นส่วนประกอบที่เป็นเหล็กเส้นก็สามารถนำมาหลอมแล้วนำกลับไปเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตได้ใหม่

2.การเตรียมวัตถุดิบ

ยางรถยนต์ที่จะนำมาเข้าสู่กระบวนการไพโรไลซิสต้องมีการเตรียมวัตถุดิบในเบื้องต้นเพื่อให้มีสภาพที่เอื้อต่อการไพโรไลซิส ซึ่งโดยทั่วไปมักจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

2.1 การตัดลดขนาด

วัตถุประสงค์หลักของการตัดลดขนาดของยางรถยนต์ก็เพื่อให้ความร้อนสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับยางได้อย่างดีและทั่วถึง เนื่องจากการลดขนาดเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยา นอกจากนั้นยังช่วยให้สามารถแยกส่วนประกอบอื่นๆที่ไม่ต้องการ เช่น ลวดเหล็ก ผ้าใบ ออกจากยางรถยนต์ได้ง่ายขึ้น ช่วยให้สะดวกต่อการขนย้าย และยังสามารถป้อนยางรถยนต์เข้าสู่ถังปฏิกรณ์ได้ง่ายขึ้นด้วย ซึ่งโดยทั่วไปการลดขนาดยางรถยนต์สามารถทำได้ 2 ขั้นตอน คือ การลดขนาดเบื้องต้น (Pre-shredding) ซึ่งเป็นการลดให้เหลือขนาดประมาณ 50-200 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 (ที่มา: S. Murugan and M.C. Ramaswamy. “Running a diesel engine with tyre pyrolysis oil diesel blend at different injection pressure”. Journal of science technology, 2008.)



รูปที่ 1 เศษยางรถยนต์ที่ผ่านการลดขนาดเบื้องต้น

(ที่มา: Waste to fuel. “Waste plastics to energy/steam, Waste tires to fuel, Waste plastics to fuel”. Korean trip: Review of pyrolysis technology.)

แต่ถ้ามีความต้องการที่จะให้ยางมีขนาดเล็กลงไปอีกก็ให้เข้าสู่ขั้นตอนการทำ Granulation ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งเป็นการลดขนาดให้เศษยางรถยนต์มีขนาดค่อนข้างละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 การทำ Granulation เศษยางรถยนต์

(ที่มา: Maanit Promduang. “Used tyres recycling with KAHL - Flat die granulation mills”. KAHL Group.)



รูปที่ 3 เศษยางรถยนต์ที่ผ่านการทำ Granulation

(ที่มา: “Our pyrolysis technology converts scrap tires into energy!”. DGEngineering.)

ขั้นตอนการลดขนาดยางรถยนต์บางครั้งก็ไม่มีความจำเป็นเนื่องจากสามารถนำยางรถยนต์ทั้งเส้นเข้าสู่กระบวนการไพโรไลซิสได้เลย แต่การกระทำดังกล่าวอาจส่งผลต่อคุณภาพและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไพโรไลซิสยางรถยนต์ทั้งเส้นจะมีลวดเหล็กเป็นองค์ประกอบมากกว่าการลดขนาดเศษยางรถยนต์ก่อนเข้าสู่กระบวนการไพโรไลซิส เนื่องจากการลดขนาดยางรถยนต์จะช่วยให้สามารถแยกองค์ประกอบของลวดเหล็กออกมาได้ง่ายขึ้นก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการไพโรไลซิส (ที่มา: “Renewable energy (Tire, Plastic, Bio-gas)”. GAIA Corporation, 2010.)

2.2 การแยกส่วนประกอบของเหล็กออกจากยางรถยนต์

วัตถุประสงค์ของการแยกเหล็กออกจากยางรถยนต์เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นภายในถังปฏิกรณ์ไพโรไลซิส นอกจากนั้นเหล็กที่อยู่ในยางรถยนต์จะส่งผลให้ความต้องการพลังงานมีมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกเหล็กออกจากยางรถยนต์ คือ เครื่องแยกด้วยแม่เหล็ก (Magnetic separator) เหล็กที่ได้จากการแยกนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4 (ที่มา: S. Murugan and M.C. Ramaswamy. “Running a diesel engine with tyre pyrolysis oil diesel blend at different injection pressure”. Journal of science technology, 2008.)



รูปที่ 4 เหล็กที่ได้หลังจากการแยกออกจากยางรถยนต์

(ที่มา: “Our pyrolysis technology converts scrap tires into energy!”. DGEngineering.)

2.3 การกำจัดสิ่งปนเปื้อนและฝุ่นออก

ขั้นตอนนี้อาจใช้น้ำในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนออกจากยางรถยนต์ แต่อาจเป็นวิธีที่ก่อให้เกิดปัญหาที่ตามมา ซึ่งก็คือการก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียซึ่งส่งผลให้ผู้ประกอบการอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการ นอกจากนั้น การใช้น้ำเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกก็เป็นต้นทุนโดยตรงของผู้ประกอบการ ซึ่งถ้าหากผู้ประกอบการมีความประสงค์ที่จะกำจัดสิ่งปนเปื้อนออกจากยางรถยนต์โดยไม่ต้องการให้เกิดน้ำเสียก็อาจใช้ระบบอัดอากาศในการทำความสะอาดได้เช่นกัน (ที่มา: S. Murugan and M.C. Ramaswamy. “Running a diesel engine with tyre pyrolysis oil diesel blend at different injection pressure”. Journal of science technology, 2008)

2.4 การกำจัดความชื้นออกจากเศษยางรถยนต์

ขั้นตอนนี้เกิดขึ้นต่อเนื่องจากขั้นตอนการกำจัดสิ่งปนเปื้อน เนื่องจากหากนำเศษยางรถยนต์ที่มีความชื้นเข้าสู่ถังปฏิกรณ์จะทำให้ความต้องการพลังงานมีมากขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องไล่ความชื้นออกก่อนในเบื้องต้น (ที่มา: S. Murugan and M.C. Ramaswamy. “Running a diesel engine with tyre pyrolysis oil diesel blend at different injection pressure”. Journal of science technology, 2008.)

3.เทคโนโลยีการไพโรไลซิสยางรถยนต์เก่า

3.1 กระบวนการไพโรไลซิส

เป็นกระบวนการแตกตัวหรือสลายโมเลกุลของสารประกอบหรือวัสดุต่างๆ ในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อยมาก ภายใต้อุณหภูมิที่สูงประมาณ 400 – 800 °C เกิดขึ้นในระบบปิด โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์หลักที่เกิดขึ้นจะประกอบด้วยของแข็งซึ่งก็คือชาร์ ของเหลวซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายน้ำมัน และก๊าซ ซึ่งชาร์สามารถนำกลับมาเป็นเชื้อเพลิงหรือผลิตสารเคมีอื่นได้อีก เช่น Activated carbon ส่วนน้ำมันและก๊าซสามารถนำมาเป็นแหล่งพลังงานได้โดยตรง สำหรับสัดส่วนและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้แต่ละชนิดมีความไม่แน่นอน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น องค์ประกอบของวัตถุดิบเริ่มต้น อัตราเร็วในการให้ความร้อน อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น (ที่มา: ศิริรัตน์ จิตการค้า. “น้ำมันจากขยะพลาสติกและยางรถยนต์เก่า”. บทความหนังสือชุด “เศรษฐกิจพอเพียง”, 19 พฤศจิกายน 2553.)

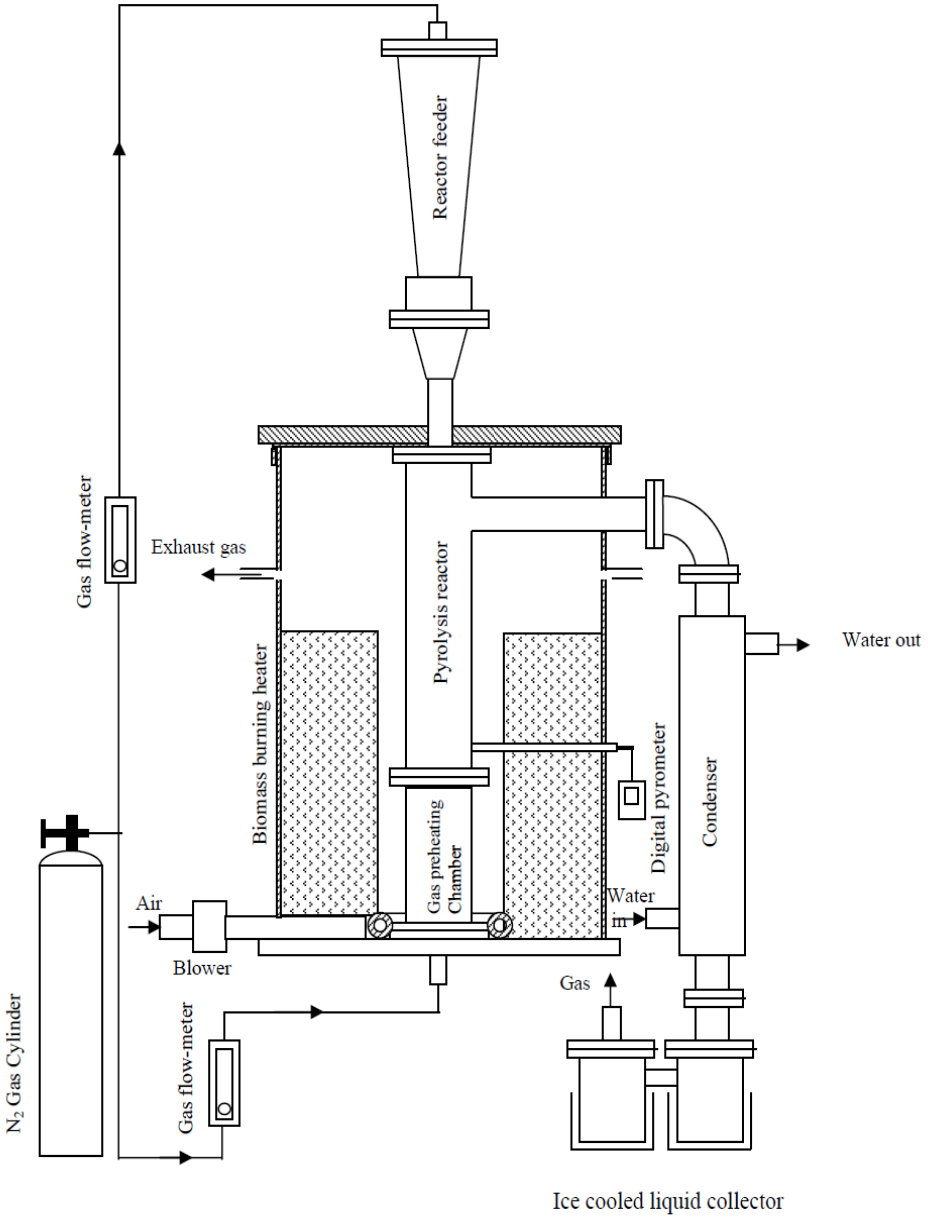
3.2 ชนิดของถังปฏิกรณ์

ชนิดของถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิสมีหลายประเภทแต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึง 2 ชนิด คือ ถังปฏิกรณ์แบบเบดคงที่ (Fixed bed reactor) ถังปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์ (Fluidized bed reactor) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ถังปฏิกรณ์แบบเบดคงที่ (Fixed bed reactor)

ถังปฏิกรณ์ชนิดนี้มีการออกแบบอย่างง่ายให้มีการบรรจุวัตถุดิบภายในเครื่องแบบคงที่ ดังนั้นวัตถุดิบจะไม่มีการเคลื่อนที่เลยในขณะที่มีการให้ความร้อนจนกระทั่งวัตถุดิบแตกตัวจนหมด สิ่งเดียวที่สามารถเคลื่อนที่ได้ภายในถังปฏิกรณ์คือผลิตภัณฑ์ที่เป็นของไหล ถังปฏิกรณ์นี้เป็นแบบที่ง่ายที่สุดจึงนิยมใช้กันมากในระดับห้องปฏิบัติการ เนื่องจากในการทดสอบไม่จำเป็นต้องใช้วัตถุดิบปริมาณมากนัก ลักษณะการทำงานของระบบจะเป็นแบบกึ่งต่อเนื่องหรือทีละเทเท่านั้น ซึ่งเมื่อวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่ถังเกิดปฏิกิริยาจนเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้วก็ต้องทำการเปิดฝาถังปฏิกรณ์เพื่อนำผลิตภัณฑ์ที่เป็นของแข็งออกจากถังแล้วป้อนวัตถุดิบชุดใหม่ลงไป ถังปฏิกรณ์ชนิดนี้แสดงได้ดังในรูปที่ 5 (ที่มา: ศิริรัตน์ จิตการค้า. “จาก

ขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงาน ทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม". สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.)

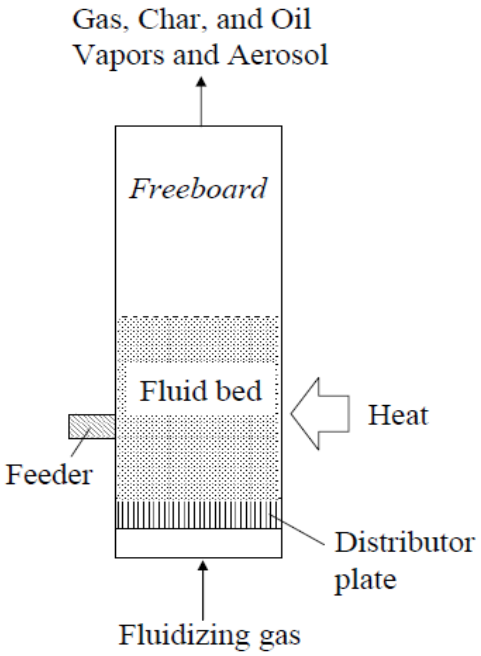


รูปที่ 5 ถังปฏิกรณ์แบบเบดคงที่ (Fixed bed reactor)

(ที่มา: M. N. Islam and M. R. A. Beg. "Fixed bed pyrolysis of waste plastic for alternative fuel production", 2004.)

3.2.2 **ถังปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์** (Fluidized bed reactor)

ถังปฏิกรณ์ชนิดนี้ออกแบบให้วัตถุดิบสามารถเคลื่อนตัวภายในถังปฏิกรณ์ได้ โดยเป็นการเคลื่อนตัวแบบปั่นป่วนจนกระทั่งแตกตัวหมด ดังนั้น วัตถุดิบจึงควรมีขนาดเล็กเพียงพอที่จะสามารถเคลื่อนตัวภายในถังแบบปั่นป่วนได้อย่างอิสระ การป้อนวัตถุดิบเข้าสู่ถังจะเป็นแบบกึ่งต่อเนื่องโดยเริ่มต้นป้อนวัตถุดิบเข้าสู่ถังตามปริมาณที่ต้องการ ซึ่งเมื่อวัตถุดิบเข้าถึงภายในถังก็จะถูกก๊าซตัวพาทำให้เคลื่อนที่ภายในถังแบบปั่นป่วน จากนั้นให้ความร้อนกับถังจนกระทั่งวัตถุดิบแตกตัวหมดก็ทำการป้อนวัตถุดิบเข้าไปใหม่ จึงเห็นได้ว่าแม้การป้อนวัตถุดิบจะเป็นแบบกึ่งต่อเนื่องแต่การทำงานของถังปฏิกรณ์จะเป็นแบบต่อเนื่อง ถังปฏิกรณ์ชนิดนี้แสดงได้ดังในรูปที่ 6 (ที่มา: ศิริรัตน์ จิตการค้า. “จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงาน ทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม”. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.)



รูปที่ 6 ถังปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์ (Fluidized bed reactor)

(ที่มา: Robert C. Brown and Jennifer Holmgren. “Fast pyrolysis and bio-oil upgrading”. Iowa State University.)

จากรายละเอียดของถังปฏิกรณ์ทั้ง 2 ชนิด สามารถเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียต่างๆ ได้ดังตารางที่ 2

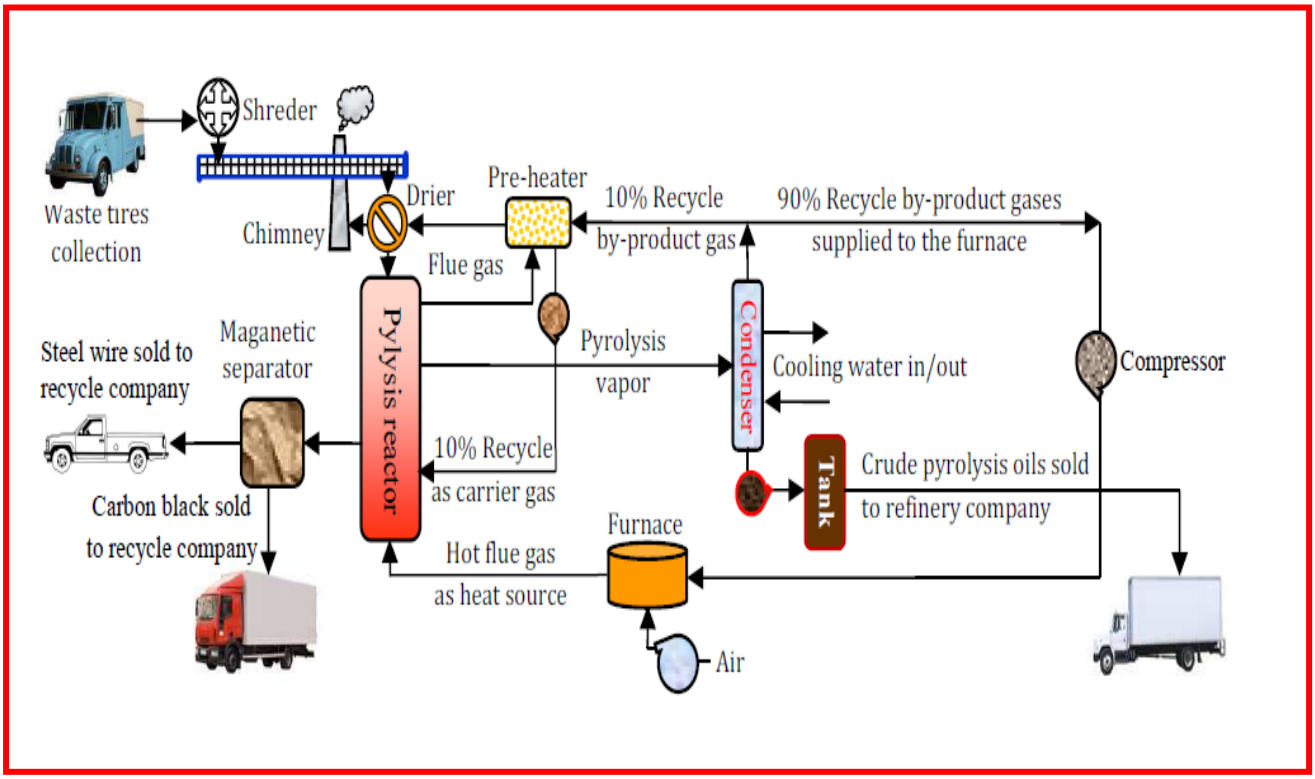
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียต่างๆ ของถังปฏิกรณ์แบบเบดคงที่และแบบฟลูอิไดซ์

หัวข้อ	**ถังปฏิกรณ์แบบเบดคงที่**	**ถังปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์**
การกระจายตัวของอุณหภูมิ	กระจายได้ไม่ดี อาจมีบางจุดที่ร้อนมากกว่าจุดอื่นๆ	กระจายได้ค่อนข้างดี
การถ่ายเทความร้อน	ถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี	ถ่ายเทความร้อนได้ดี
ขนาดของวัตถุดิบ	ค่อนข้างใหญ่	ค่อนข้างใช้ได้หลายขนาด
ราคาของเทคโนโลยี	มีการลงทุนที่ค่อนข้างสูง	มีการลงทุนที่ค่อนข้างต่ำ
ระยะเวลาที่ใช้ในการ Heat up ระบบ	ใช้เวลานาน	เกิดขึ้นได้ง่ายและรวดเร็ว
คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้	คุณภาพใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล	คุณภาพค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิสูง

(ที่มา: ศิริรัตน์ จิตการค้า. “จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงาน ทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม”. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.)

ตัวอย่างแผนผังกระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์เก่าแสดงได้ดังรูปที่ 7 โดยมีการใช้รถบรรทุกในการนำยางรถยนต์เข้ามาสู่โรงงาน ซึ่งในขั้นตอนเบื้องต้นยางรถยนต์ดังกล่าวจะถูกนำไปทำความสะอาดด้วยระบบอัดอากาศ (Compressed air) จากนั้นนำไปลดขนาดให้เป็นชิ้นที่มีขนาด 4 เซนติเมตร ขั้นตอนต่อมายางรถยนต์ที่ถูกลดขนาดแล้วจะถูกส่งเข้าสู่เครื่องมือลดความชื้น (Drier) แล้วจึงทำการป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ไพโรไลซิสที่เดินระบบ ณ อุณหภูมิประมาณ 475 °C สำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ คือ ไอระเหยที่เกิดขึ้นจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการควบแน่นและมีการแยกส่วนของน้ำมันและก๊าซออกจากกัน โดยก๊าซที่ได้ส่วนใหญ่จะถูกนำไปเผาไหม้เพื่อใช้เป็นแหล่ง

พลังงานความร้อนของกระบวนการไพโรไลซิส ส่วนน้ำมันจะถูกปั๊มไปเก็บไว้ที่ถังเก็บ หรือบางกรณีอาจจำหน่ายไปเป็นวัตถุดิบของกระบวนการกลั่นน้ำมัน ส่วนเหล็กและคาร์บอนแบล็คถูกจำหน่ายต่อให้กับบริษัทที่นำไปรีไซเคิล



รูปที่ 7 ตัวอย่างแผนผังกระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์เก่า

(ที่มา: M.R. Islam, M. Parveen and H. Haniu. “Feasibility study for thermal treatment of solid tire waste in Bangladesh by using fixed bed firte tube heating pyrolysis technology”. Proceedings Venice 2010, Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste. Venice, Italy, 8-11 November 2010.)

4.ประเด็นสิ่งแวดล้อม

ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์สามารถแบ่งออกได้เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งต้องได้รับการจัดการอย่างถูกวิธี โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ของแข็ง

ของเสียประเภทของแข็งที่เกิดขึ้นมักเป็นพวกสารประกอบอนินทรีย์ เช่น เถ้า โดยในกระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์มักเกิดเถ้าประมาณร้อยละ 3-5 ที่ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้อีก และเถ้าก็มักมีโลหะกลุ่มเหล็กเป็นองค์ประกอบ ซึ่งอาจนำเถ้าดังกล่าวไปผ่านกระบวนการคัดแยกโลหะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ ส่วนชาร์ที่เกิดขึ้นจากการไพโรไลซิส สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง จึงมักไม่ค่อยถูกพิจารณาให้เป็นของเสีย นอกจากนั้น ของเสียประเภทของแข็งอาจมาจากขั้นตอนของการบำบัดมลพิษทางอากาศ เช่น แผ่นเมมเบรนที่เสื่อมสภาพ ซึ่งอาจกำจัดโดยวิธีฝังกลบหรือเผาทิ้ง ฝุ่นที่ถูกดักจับได้อาจใช้วิธีฝังกลบ หากมีสารปนเปื้อนที่เป็นอันตรายก็จะต้องนำไปทำการปรับเสถียรและกำจัดในหลุมฝังกลบขยะอันตราย (ที่มา: ศิริรัตน์ จิตการค้า. “จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงาน ทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม”. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.)

4.2 ของเหลว

ของเหลวที่เกิดจากกระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์ เช่น น้ำมัน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่อาจจะต้องไปผ่านกระบวนการกำจัดสารปนเปื้อนและปรับปรุงคุณภาพ เพื่อช่วยลดมลภาวะที่เกิดจากการนำน้ำมันดังกล่าวไปใช้เป็นแหล่งพลังงาน และช่วยให้น้ำมันมีคุณภาพดีขึ้น เช่น การกำจัดกำมะถันในน้ำมัน ด้วยกระบวนการไฮโดรทรีตติ้ง (สำหรับน้ำมันเบา) หรือกระบวนการดีไฮโดรซัลฟูไรเซชัน (สำหรับน้ำมันหนัก) การกำจัดความเป็นกรดของน้ำมันโดยใช้สารละลายด่าง นอกจากนั้น ของเสียประเภทของเหลวอาจมาจากขั้นตอนของการบำบัดมลพิษทางอากาศ ซึ่งให้ใช้วิธีบำบัดที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้น ส่วนน้ำเสียที่มาจากขั้นตอน Condenser ที่มีการใช้น้ำเป็น Cooling water ก็สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ (ที่มา: ศิริรัตน์ จิตการค้า. “จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงาน ทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม”. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.)

4.3 ก๊าซ

ก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์โดยหลักๆ มักประกอบด้วยออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่น ไดออกซินและฟูราน ซึ่งการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจนอาจใช้ Selective non-catalytic reduction (SNCR) หรือ Selective catalytic reduction (SCR) การกำจัดออกไซด์ของซัลเฟอร์ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน

คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์อาจใช้ Wet scrubber หรือการดูดซับ การกำจัดฝุ่นอาจใช้ห้องดักฝุ่น ถุงกรอง หรือ Scrubber ส่วนการกำจัดไดออกซินและฟูรานอาจใช้ Activated carbon ในการดูดซับโดยการพ่นผงถ่านเข้าไปในกระแสก๊าซ (ที่มา: ศิริรัตน์ จิตการค้า. “จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงาน ทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม”. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.)

4.4 กลิ่น

โดยปกติถ้ากระบวนการผลิตถูกออกแบบมาอย่างดี ไม่มีการรั่วไหล จะไม่ก่อให้เกิดกลิ่น แต่ด้วยผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการ ได้แก่ ก๊าซและน้ำมัน ก็มักมีกลิ่นเฉพาะตัวอยู่แล้ว ซึ่งอาจเป็นกลิ่นเหม็นฉุนของน้ำมัน กลิ่นจากสารประกอบซัลเฟอร์และสารอะโรมาติกส์ กลิ่นจากก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยปกติการบำบัดก๊าซเสียที่เกิดไม่ว่าจะด้วยวิธีการดูดซับ หรือวิธีการเผาทิ้ง ก็สามารถกำจัดกลิ่นของก๊าซไปในตัว แต่บางครั้งกลิ่นที่เกิดขึ้นอาจต้องได้รับการบำบัดด้วยวิธีที่เฉพาะเจาะจง เช่น การออกซิเดชันด้วยโอโซน เนื่องจากโอโซนเป็นสารออกซิไดซ์อย่างแรงจึงทำให้กลิ่นเจือจางลงหรือหมดไปได้ ในบางครั้งอาจใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมในการออกซิเดชันได้ หรือกำจัดกลิ่นโดยวิธีทางชีวภาพ เช่น การใช้เครื่องกรองชีวภาพ เป็นต้น (ที่มา: ศิริรัตน์ จิตการค้า. “จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงาน ทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม”. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.)