บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ฟลักซ์เป็นสารเคมีอย่างหนึ่งที่ถูกใช้มากในอุตสาหกรรมประเภทนี้ ดังนั้นฟลักซ์เสื่อมสภาพจึงมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะบำบัดฟลักซ์เสื่อมสภาพ ด้วยวิธีที่เหมาะสมในสภาวะการณ์ปัจจุบัน โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองดังต่อไปนี้

การดูดซับด้วยแอคติเวเตดคาร์บอน โดยใช้ฟลักซ์เสื่อมสภาพ 100 กรัม ต่อแอคติเวเตดคาร์บอน 1, 2, 5 และ 10 กรัม ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าการดูดซับด้วยแอคติเวเตดคาร์บอนไม่สามารถใช้ได้ผลดีในการบำบัดสีของฟลักซ์เสื่อมสภาพ

การกลั่นด้วยไอน้ำ วิธีนี้ไอน้ำจะทำให้ฟลักซ์เสื่อมสภาพอ่อนตัวลง แล้วแอคติเวเตอร์ก็จะละลายปนมากับน้ำ ส่วนยางสนซึ่งไม่ละลายน้ำก็จะอยู่ส่วนล่างทำให้สามารถแยกแอคติเวเตอร์ออกจากยางสนได้ ส่วนตัวทำละลายจะกลั่นตัวแยกออกมาในขวดที่รองรับไว้ ตัวทำละลายที่ได้สามารถนำไปกลั่นลำดับส่วนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สำหรับยางสนไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ในสภาพเดิม เนื่องจากยางสนบางส่วนสลายตัวหรือเปลี่ยนสภาพไปเมื่อถูกความร้อน จึงต้องใช้วิธีอื่นร่วมในการบำบัดยางสนนี้

การกลั่นแบบลดความดัน วิธีนี้น่าจะแยกยางสนออกมาได้เป็นส่วน ๆ แต่ในงานวิจัยนี้ไม่สามารถแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของยางสนออกจากกันได้ เนื่องจากปั๊มที่ใช้ในการทำให้ความดันลดลงมีกำลังไม่เพียงพอซึ่งถ้าสามารถแยกส่วนประกอบของยางสนออกมาได้ ก็จะนำส่วนของยางสนที่ยังมีโครงสร้างเหมือนเดิมกลับมาใช้ใหม่ได้

การเผา ในงานวิจัยนี้ใช้ตะเกียบบุนเสนเผาฟลักซ์เสื่อมสภาพในถ้วยระเหย วิธีนี้ฟลักซ์เสื่อมสภาพจะกลายเป็นควันขาว ซึ่งถ้าต้องการจะบำบัดฟลักซ์เสื่อมสภาพด้วยวิธีการเผา เตาเผาต้องเป็นเตาที่มีอุณหภูมิสูง จึงจะเผาไหม้ฟลักซ์เสื่อมสภาพได้อย่างสมบูรณ์

การบำบัดยางสนโดยวิธีเติมโอโ ซน วิธีนี้นำยางสนมาทำปฏิกิริยากับโอโซนที่อุณหภูมิต่ำ แล้วจึงออกซิไดซ์ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดฟอร์มิก จะได้ยางสนที่ถูกโอโซโนไลซิสแล้ว ซึ่งสีจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเข้มเป็นสีเหลืองอ่อน สำหรับยางสนที่มีการเติมโอโซนและเพิ่มหมู่ COOH 2 หมู่ ลงไปในโครงสร้างของกรดอะเบียติกและอนุพันธ์ของมันทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้กลายเป็นแอคติเวเตอร์ตัวใหม่ที่มีหมู่ -COOH 3 หมู่ แต่แอคติเวเตอร์ที่สังเคราะห์ได้นี้สลายตัวง่ายในการบัดกรี ทำให้เกิดคราบสีน้ำตาลบนชิ้นงาน จึงไม่เหมาะแก่การใช้งาน

การใช้โอโซนบำบัด วิธีนี้จะนำฟลักซ์เสื่อมสภาพมากลั่นแยกไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ แล้วจึงทำปฏิกิริยาโอโซโนไลซิส และออกซิเดชันตามลำดับ จะได้ฟลักซ์เสื่อมสภาพที่บำบัดแล้ว ซึ่งสีจะเปลี่ยนจากน้ำตาลเข้มเป็นสีเหลืองอ่อน สำหรับ ฟลักซ์เสื่อมสภาพที่มีการเติมโอโซนและเพิ่มหมู่ -COOH 2 หมู่ ลงไปในโครงสร้างของกรดอะเบียติกและอนุพันธ์ของมันทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้กลายเป็นแอคติเวเตอร์ตัวใหม่ที่มีหมู่ -COOH 3 หมู่เช่นเดียวกับยางสน

การบำบัดโดยใช้กระบวนการไฮโดรจิเนชัน ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 3 ชนิด คือ นิกเกิล 10% บนโมเลกุลาซิฟ แพลทินัม 0.3% บนโมเลกุลาซิฟและพัลลาเดียม 10% บนแอคติเวเตดชาโคล โดยหาสภาวะที่เหมาะสมดังนี้ อุณหภูมิ ความดัน เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยา ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาต่อฟลักซ์เสื่อมสภาพและชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม จากการทดลองสรุปได้ว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมในปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันสำหรับฟลักซ์เสื่อมสภาพคือ พัลลาเดียม 10% บนแอคติเวเตดชาโคล ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ความดัน 450 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมของตัวเร่งปฏิกิริยาและฟลักซ์เสื่อมสภาพ คือ 1 : 200 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีเหลืองอ่อนไม่มีกลิ่น

จากวิธีการบำบัดฟลักซ์เสื่อมสภาพทั้งหกวิธี วิธีที่สามารถบำบัดฟลักซ์เสื่อมสภาพได้ดีที่สุดมี 2 วิธี คือการบำบัดโดยใช้โอโซน และกระบวนการไฮโดรจิเนชัน ซึ่งทั้ง 2 วิธีดังกล่าว ทำให้ฟลักซ์เสื่อมสภาพเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลเข้มเป็นสีเหลืองอ่อนได้ และสามารถนำผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้ไปใช้ประโยชน์ได้ โดยการบำบัดด้วยโอโซน จะได้สารแอคติเวเตอร์ตัวใหม่ ที่อาจใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของฟลักซ์ ส่วนกระบวนการไฮโดรจิเนชันก็อาจนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปผลิตเป็นฟลักซ์ไร้ควันได้

เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอันตรายต้องใช้เทคโนลยีสูง ในประเทศกลุ่มสหราชอาณาจักรนิยมใช้วิธีการฝังกลบของเสียอันตรายถึง 78.9 เปอร์เซ็นต์ (Bull A.T. 1989) แต่ในประเทศกลุ่มยุโรปจะนิยมใช้ความร้อนในการบำบัดของเสียอันตราย เนื่องจากให้เหตุผลว่าการบำบัดโดยการฝังกลบจะมีน้ำที่ชะจากพื้นที่ฝังกลบซึ่งสามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนของดิน และน้ำใต้ดินในบริเวณนั้นได้ อีกทั้งความรุนแรงของของเสียอันตรายจะไม่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แต่จะคงอยู่ในพื้นที่ฝังกลบเป็นระยะเวลานาน สำหรับข้อเสียของการบำบัดด้วยความร้อนที่กลุ่มประเทศยุโรปนิยมใช้คือ จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ซึ่งแก๊สนี้ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นแก๊สที่ก่อให้เกิดภาวะปรากฏการณ์เรือนกระจก (Green House Effect Gas) ซึ่งก็ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนขึ้น ก่อให้เกิดผลกระทบตามมาอีกมากมายจากการบำบัดของเสียอันตรายด้วยวิธีนี้ และถ้าการบำบัดโดยใช้ความร้อนแล้วเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ แก๊สที่เกิดขึ้นจากการบำบัดด้วยวิธีนี้ก็เป็นแก๊สที่มีความเป็นพิษ ไม่สามารถปล่อยออกสู่บรรยากาศได้โดยตรง ต้องมีการบำบัดแก๊สเหล่านั้นอีก (Air or Steam Stripping) จะเห็นได้ว่าแม้ว่าวิธีใช้ความร้อนหรือการฝัง

กลบในการบำบัดของเสียอันตรายเป็นวิธีที่ใช้มากในปัจจุบัน แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการบำบัดของเสียอันตรายด้วยวิธีเหล่านั้นยังมีข้อด้อยอยู่มาก ในงานวิจัยนี้ได้ค้นพบวิธีการบำบัดฟลักซ์เสื่อมสภาพซึ่งเป็นของเสียอันตรายและวิธีที่ได้ผลดีที่สุดคือกระบวนการไฮโดรจิเนชัน ซึ่งผลพลอยได้คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบำบัดสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ในอีกรูปแบบหนึ่งคือเป็นสารเติมแต่งในการผลิตฟลักซ์ชนิดที่มีควันน้อย ซึ่งเป็นการลดการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม (Waste Minimization) และยางสนที่นำมาจากธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตฟลักซ์จะลดลงเนื่องจากสามารถหมุนเวียน (Recycle) ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้เมื่อผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชันตามสภาวะที่ได้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งจะทำให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติน้อยลง (Reduce at Source) และมีการนำสิ่งที่ได้จากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากสุด เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีคุณค่ามากขึ้นอันจะนำมาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ในที่สุด