

รหัสโครงการวิจัย ว-ท(ด)106.53

การออกซิเดชันของสารอินทรีย์ย่อยสลายยากด้วยกระบวนการไฟฟ้าเคมี

บทคัดย่อ

ปฏิกิริยาอิเล็กโทรออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีที่เกิดในระบบที่มีขั้วไฟฟ้าชนิดขั้วเฉื่อย นอกจากสารจะถูกออกซิไดส์โดยตรงที่ขั้วแล้ว ในระบบที่มีอิเล็กโทรดที่เหมาะสมสารออกซิเดนต์หลายชนิดจะถูกผลิตขึ้น ช่วยให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดได้ดีขึ้น จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก และการที่สารออกซิเดนต์ถูกผลิตเข้าสู่ปฏิกิริยาโดยตรง ยังเป็นการลดปัญหาในการจัดการเก็บรักษาสารเคมี งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการไฟฟ้าเคมีที่ใช้แกรไฟต์เป็นขั้วแอโนด และ เหล็กเป็นขั้วแคโทด ในระบบจำลองขนาด 1-5 ลิตร ทำการทดลองแบบแบทช์ แปรผันสภาวะของระบบ ได้แก่ ระยะระหว่างขั้ว ความต่างศักย์ และ ความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ (NaCl) ติดตามปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากทั้งในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริง ฟีนอลถูกเลือกเป็นตัวแทนของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากในน้ำเสียสังเคราะห์ น้ำเสียจริงที่ใช้ในการศึกษาเป็นน้ำชะมูลฝอยจากไทรน้อย และ น้ำเสียจากโรงสุราซึ่งมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ย่อยสลายยากและมีสีเข้มที่เกิดจากสารอินทรีย์

จากการทดลองพบว่าปฏิกิริยาอิเล็กโทรออกซิเดชันสามารถกำจัดสารอินทรีย์ย่อยสลายยากได้ การเกิด ปฏิกิริยาต้องการอิเล็กโทรไลต์ จึงเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยอ้อม (indirect oxidation) การทดลองในน้ำเสียสังเคราะห์ในสภาวะที่ไม่มี NaCl ฟีนอลถูกกำจัดได้น้อยมาก เมื่อเติม NaCl 1 และ 3 ก./ล. ฟีนอลถูกกำจัดไปได้ 32 และ 55% ตามลำดับ การทดลองกับน้ำเสียจริงให้ผลในแนวโน้มเดียวกัน น้ำเสียโรงงานสุราซึ่งมีสีเข้ม มีค่า COD 1000 - 1200 มก./ล. ปฏิกิริยาอิเล็กโทรออกซิเดชันในสภาวะที่ไม่มีการเติม NaCl กำจัดสารอินทรีย์และสีได้น้อยมาก เมื่อเติม NaCl 10 ก./ล. มีผลให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดได้ดีขึ้นมาก โดยที่ pH 4 สามารถลด COD ได้ 58% และ ลดสีได้ถึง 97% ในขณะที่ปฏิกิริยาอิเล็กโทรออกซิเดชันของน้ำชะมูลฝอยซึ่งมีสีเข้ม มีสารอินทรีย์ย่อยสลายยากในปริมาณสูง (COD 2000-2500 มก./ล.) และมีอิเล็กโทรไลต์ปนเปื้อนอยู่แล้ว เกิดได้ดีในสภาวะกรดเช่นเดียวกัน โดยที่ pH 3 สามารถลด COD BOD และ สีได้ 35% 52% และ 65% ตามลำดับ ทั้งนี้ปฏิกิริยาอิเล็กโทรออกซิเดชันสารอินทรีย์ไม่ได้เป็นการย่อยสลายโดยสมบูรณ์ สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปอื่น กรณีของน้ำเสียโรงงานสุรา COD ลดลง 59% แต่ TOC ลดลงเพียง 13 – 28% ในขณะที่น้ำชะมูลฝอยหลังการบำบัดมีสัดส่วน BOD:COD สูงขึ้น

คำสำคัญ : การออกซิเดชันด้วยไฟฟ้า, สารอินทรีย์ย่อยสลายยาก, การออกซิเดชันของฟีนอล, ขั้วไฟฟ้าแบบขั้วเฉื่อย

Electrochemical Oxidation of Recalcitrant Organic COmpounds

Abstract

Electrooxidation is an electrochemical reaction in the system with an inert electrode (the anode). Oxidation reaction is induced at the anode. When suitable ions are present in the system, various types of oxidants can be produced and the oxidation is enhanced. It is therefore an interesting alternative as the treatment process for recalcitrant organic compounds. In addition, the onsite production of oxidants reduces the problems of chemical storage. In this research, graphite was used as inert electrode for electrochemical process. The experiments were conducted in 1-5 litre batch reactors with graphite anodes and iron cathodes. Variables included electrode distance, voltage, and electrolyte concentrations (NaCl). Electrooxidation of recalcitrant organic compounds were investigated both in synthetic and actual wastewater. Phenol was used to represent recalcitrant compounds in synthetic wastewater. Leachate from Sainoi dumpsite and wastewater from distillery industry represented actual wastewater with the problems of the contamination of recalcitrant compounds and colour from organic compounds.

The results from the experiments revealed that electrooxidation reaction could remove recalcitrant organic compounds. The reaction was found to be indirect oxidation. The experiment on phenol in synthetic wastewater without NaCl showed that only small amount was reduced. In the presence of 1 and 3 g/L of NaCl, phenol was reduced by 32 and 55% respectively. The same trend was encountered in the actual wastewater. The distillery wastewater sample, with strong color and high COD content (1000-1200 mg/L), treated in the absence of NaCl resulted in very low reduction in COD and color. The addition of 10 g/L NaCl, at pH 4, resulted in 58 and 97% reduction in COD and color respectively. Electrooxidation of dumpsite leachate, with dark colour, high content of recalcitrant compounds (COD 2000-2500 mg/l and BOD:COD < 0.2) with significant electrolyte content, yielded higher removal under acidic condition. At pH 3, the removal of COD, BOD and colour were 35, 52 and 65%, respectively. However the reaction was an incomplete oxidation. In distillery wastewater, 13 – 28% TOC was removed with 59% COD reduction. Treated dumpsite leachate had higher BOD:COD ratio.

Keywords : Electrochemical Oxidation, Recalcitrant Organic Compound, phenol oxidation, inert electrode