รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาจลนพลศาสตร์ของการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชันร่วมกับสารลดแรงตึงผิว

Kinetic Study of Hydrogen Sulfide Destruction by Oxidation Reaction Coupling with Surfactant

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประเภททั่วไป ปี 2550

คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร.จันทิมา ชั่งสิริพร	หัวหน้าโครงการ
รศ.ดร.จรัญ บุญกาญจน์	ผู้ร่วมโครงการ
นางจรรยา อินทมณี	ผู้ร่วมโครงการ

บทคัดย่อ

โรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทและฟาร์มสุกรมีการผลิตก๊าซชีวภาพ (biogas) จากระบบบำบัดน้ำเสียและของเสียเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (renewable energy) และลดต้นทุนการผลิต ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากทุกกระบวนการจะมีการปนเปื้อนไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ที่มีความเข้มข้นสูงต่ำต่างกันไป การปนเปื้อนของ H_2S ส่งผลให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนเครื่องจักรที่จะนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ การกำจัด H_2S ในก๊าซชีวภาพจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยสารออกซิแดนท์เป็นวิธีทางเคมีวิธีหนึ่งที่สามารถกำจัด H_2S ได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาชนิดของสารออกซิแดนท์ที่เหมาะสมจากสารออกซิแดนท์ 2 ชนิด คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) และทำการศึกษาการใช้สารลดแรงตึงผิว (surfactant) ชนิด SDS, CTAB และ Triton X-100 ร่วมในการเร่งการเกิดปฏิกิริยาการกำจัด H_2S โดยดำเนินการศึกษาหาชนิดของสารเคมีที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาและจลนพลศาสตร์ในระบบถังปฏิกรณ์แบบแบทช์ (batch reactor) และทำการศึกษากระบวนการดูดซึม (absorption) ก๊าซ H_2S ด้วยสารดูดซึม (absorbent) โดยใช้กระแสก๊าซจำลอง (simulated gas) และก๊าซชีวภาพที่ผลิตจากฟาร์มสุกรในระบบถังปฏิกรณ์แบบเซมิ-แบทช์ (semi-batch reactor) และระบบคอลัมน์บรรจุ (packed column) เพื่อเป็นแนวทางในการนำผลการวิจัยไปสู่การใช้งานจริง จากการศึกษาพบว่าสารออกซิแดนท์ชนิด NaOCl เป็นสารออกซิแดนท์ที่เหมาะสมและให้ประสิทธิภาพสูงในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับ H_2S โดยที่สารออกซิแดนท์ชนิด NaOH ให้ประสิทธิภาพต่ำในการเกิดปฏิกิริยาการกำจัด H_2S สารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิดไม่มีส่วนช่วยให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ H_2S กับสารออกซิแดนท์ จากการใช้สารละลาย NaOCl เป็นสารดูดซึมในระบบปฏิกรณ์เซมิ-แบทช์ พบว่า ระบบสามารถบำบัด H_2S ในกระแสก๊าซจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงกว่าการใช้น้ำเป็นสารดูดซึมเป็นอย่างมาก สำหรับการบำบัด H_2S ในก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกรด้วยระบบหอดูดซึมโดยการใช้สารละลายของสารออกซิแดนท์ NaOCl 0.025 mol/l พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการ คือ ที่ค่า L/G ratio เป็น 15 l/m^3 ซึ่งทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ 90-100% ตลอดช่วงการดำเนินการ 1 ชั่วโมง โดยไม่เกิดการท่วมของของเหลวภายในคอลัมน์ ส่วนการใช้ NaOH 0.025 mol/l ในระบบการบำบัด H_2S ในก๊าซชีวภาพด้วยหอดูดซึมให้ประสิทธิภาพสูงที่ 90-100% เฉพาะ 30 นาทีแรกของการดำเนินการ หลังจากนั้นประสิทธิภาพของระบบลดลงจนเป็น 0 และ NaOH ในสารดูดซึมถูกใช้หมดไป ดังนั้นสารออกซิแดนท์ชนิด NaOCl จึงเป็นสารที่มีศักยภาพสูงในการนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัด H_2S ในก๊าซชีวภาพ โดยมีอัตราการใช้สารเคมีที่ต่ำกว่าสารออกซิแดนท์ NaOH และการใช้สาร NaOCl ในการบำบัด H_2S ไม่ทำให้เกิดสารมลพิษชนิดใหม่ขึ้นในระบบ

Abstract

Many industries and pig farm in Thailand can produce biogas from wastewater system and manure waste. The biogas is mainly containing methane (CH_4) for renewable energy purpose and energy cost reduction in the process. Biogas from each source has different in hydrogen sulfide (H_2S) contamination level. H_2S has been a problem in biogas utilization according to its corrosiveness to all equipments. Removal of H_2S from biogas is very important step for solving the problems and preventing from equipment damages. Chemical methods by oxidation reaction have been effectively used for degradation of H_2S contamination in gas streams. The aims of this research work were to study the suitable oxidant from 2 oxidants, sodium hydroxide (NaOH) and sodium hypochlorite (NaOCl), for H_2S oxidation reaction. The effects of 3 surfactants, SDS, CTAB, and Triton X-100, on H_2S oxidation reaction catalysis were tested. Batch reactor was used to perform the H_2S oxidation reaction and kinetic of reaction. The absorption of H_2S was studied using simulated gas stream and biogas from pig farm in semi-batch system and absorption column. Results from the batch reactor test indicated that NaOCl oxidant has more effectively oxidized H_2S over than NaOH. The surfactants were not act as catalyst and not found any enhancement for the H_2S oxidation reaction. In semi-batch running with simulated gas stream flowing, NaOCl solution can absorb H_2S from gas phase with very high efficiency and higher effectiveness than water absorbent. The treatment of H_2S in biogas from pig farm using packed column using NaOCl 0.025 mol/l oxidant solution was found very high efficiency of 90-100% along 1 hr operation. The optimum condition of the NaOCl absorption running was L/G ratio of 15 l/m^3 with no flooding. NaOH 0.025 mol/L absorbent has efficiency of 90-100% for first 30 min and afterward down to 0% with NaOH concentration decreasing to 0 mol/L. In conclusion, the NaOCl solution is a suitable oxidant for H_2S removal from biogas with lower consumption comparing to NaOH and no any new pollutant material was generated.