

## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : **MRG 5380148**  
ชื่อโครงการ : การศึกษาและพัฒนากระบวนการดูดซับสารอินทรีย์ระเหยง่ายในถังปฏิกรณ์แบบฟองก๊าซในตัวแปรด้านอุทกพลศาสตร์และการถ่ายเทมวลสาร  
ชื่อนักวิจัย : ผศ.ดร.พิสุทธิ์ เพ็ชรมนกุล  
อีเมล : **pisut.p@chula.ac.th** และ **pisut114@hotmail.com**  
ระยะเวลาโครงการ : **2 ปี**

### บทคัดย่อ :

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากลไกการดูดซับสารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds, VOCs) ภายในคอลัมน์แบบฟองอากาศ โดยประยุกต์ใช้เมทานอลและเบนซีนเป็นตัวแทนของสาร VOCs ชนิดละลายน้ำได้มาก (Hydrophilic) และน้อย (Hydrophobic) ตามลำดับ สารดูดซับชนิดต่างๆ อาทิ น้ำประปา สารละลายของสารลดแรงตึงผิว และอิมัลชันของน้ำมัน ในขณะที่ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ประสิทธิภาพในการดูดซับ ตัวแปรด้านอุทกพลศาสตร์ของฟองก๊าซ (ขนาดฟองอากาศ ความเร็วในการลอยตัวของฟองอากาศ และพื้นที่ผิวสัมผัสจำเพาะ) และตัวแปรด้านการถ่ายเทมวลสารของฟองก๊าซภายในคอลัมน์แบบฟองอากาศ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสารโดยรวม ( $K_a$ ) และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสารย่อย ( $K$ )

จากผลการทดลองในกรณีที่ใช้ น้ำประปาเป็นสารดูดซับพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดเมทานอลมีค่าสูง (ร้อยละ 86.53 - 97.96) กว่าเบนซีน (ร้อยละ 5.57-8.50) โดยที่ขนาดของรูเดิมอากาศไม่ได้มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยทั้งสองชนิด จากการวิเคราะห์ตัวแปรด้านการถ่ายเทมวลสารพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสารโดยรวม ( $K_{La}$  และ  $K_{Ga}$ ) สัมพันธ์กับค่าพื้นที่ผิวสัมผัสจำเพาะ ( $a$ ) และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสารย่อยในเฟสก๊าซและของเหลว ( $K_G$  และ  $K_L$ ) ซึ่งสอดคล้องกับเฟสที่ควบคุมการถ่ายเทมวลสารสำหรับกรณีเมทานอลและเบนซีน ตามลำดับ สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดสาร VOCs ชนิดละลายน้ำได้น้อย (เบนซีน) พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับฟองก๊าซเบนซีนในสารดูดซับประเภทอิมัลชันน้ำมันร่วมกับสารลดแรงตึงผิว (47.67%) มีค่าสูงกว่าที่ได้จากสารละลายร่วมกับสารลดแรงตึงผิว (27.56%) และน้ำประปา (8.97%) โดยความเข้มข้นของน้ำมันและสารลดแรงตึงผิวที่สูงขึ้นในเฟสของเหลวส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการละลายของเบนซีนในสารดูดซับ โดยสรุป การเลือกใช้อัตราการไหลของก๊าซซึ่งให้ลักษณะทางอุทกพลศาสตร์ของฟองก๊าซที่เหมาะสม รวมไปถึงการประยุกต์ใช้สารลดแรงตึงผิว และอิมัลชันของน้ำมันเป็นสารดูดซับนั้น สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับสาร VOCs ชนิดละลายน้ำได้น้อยในถังปฏิกรณ์ฟองอากาศ โดยเมื่อพิจารณาในด้านการเตรียมสารดูดซับ ด้านการบำบัดน้ำเสียจากสารดูดซับ และประสิทธิภาพบำบัด กล่าวได้ว่าการเติมสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ความเข้มข้นสูง (5 ซีเอ็มซี) มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งาน

คำหลัก : สารอินทรีย์ระเหย; วัฏปฏิบัติกรรยาแบบฟองอากาศ; อุทกพลศาสตร์ของฟองอากาศ; ตัวแปรด้านการถ่ายเทมวลสาร

### Abstract

---

**Project Code :** MRG 5380148  
**Project Title :** Study and Development of Volatile Organic Compounds absorption process in bubble column: Bubble hydrodynamic and Mass transfer parameters  
**Investigator :** Asst. Prof. Pisut Painmanakul, Ph.D.  
**E-mail Address :** pisut.p@chula.ac.th and pisut114@hotmail.com  
**Project Period :** 2 years

#### Abstract:

The objective of this work is to study the VOCs absorption mechanism in bubble column. Methanol and benzene were applied as hydrophilic and hydrophobic VOCs, respectively. The absorbents, used in this work, were tap water, the aqueous solution of surfactant and oil-in-water emulsion. The analytical parameters were the VOCs removal efficiency, bubble hydrodynamic parameters (bubble size, bubble rising velocity and interfacial area) and mass transfer parameters: overall ( $K_a$ ) and local ( $K$ ) mass transfer coefficient).

This study has shown that, in case of tap water used as absorbent, the treatment efficiencies obtained with methanol (86.53-97.96%) are clearly greater than those obtained with benzene (5.57-8.50%). However, the insignificant effects of different orifices were observed in this study. For the mass transfer parameters, the overall mass transfer coefficient in gas and liquid phases ( $K_G a$  and  $K_L a$ ) were determined due to the phase for controlling the mass transfer mechanism obtained with methanol and benzene, respectively. In order to enhance the hydrophobic VOCs absorption, it can be noted that the VOCs removal efficiency obtained in liquid phase containing with oil-in-water emulsion absorbent (47.67%) were greater than those obtained with surfactant absorbent (27.56) and tap water (8.97%). These results relate with the augmentation of benzene solubility in liquid phase due to the oil and surfactant molecules presence in liquid phase. Therefore, the appropriate gas flow rates providing the suitable bubble hydrodynamic condition and concentrations of surfactant and oil-in-water emulsion as absorbents were essential to provide the high removal efficiency of benzene absorption process. It can be concluded that the additional of surfactant at 5 CMC was suggested for absorbent used in this study.