งานวิจัยนี้ได้แบ่งงานออกเป็น 5 ส่วนย่อย คือ การศึกษาการไหลวนเฉพาะที่ของของเหลวในบริเวณ riser ของถังสัมผัสแบบอากาศยก การศึกษาการกระจายตัวของฟองอากาศในถังสัมผัส ฯ การสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายการดำเนินงานของถังสัมผัส การเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทมวลระหว่างวัฏภาคก๊าซและของเหลว และการพัฒนาถังสัมผัสแบบไหลวนภายนอกเพื่อการกำจัดสารประกอบไนโตรเจน ดังที่จะได้กล่าวโดยสรุปต่อไปนี้

การไหลวนเฉพาะที่ของของเหลวเกิดขึ้นในบริเวณ riser ของถังสัมผัสแบบอากาศยก โดยความเร็วและสัดส่วนของพื้นที่บริเวณที่ของเหลวไหลลงใน riser ขึ้นอยู่กับความเร็วหอเปล่าของก๊าซ (u_g) และสัดส่วนพื้นที่ระหว่าง downcomer และ riser (A_d/A_r) แต่พบว่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรของของเหลวที่ไหลลงใน riser ขึ้นอยู่กับ A_d/A_r เท่านั้นโดยไม่เปลี่ยนแปลงตาม u_g ในช่วงที่ใช้สำหรับการศึกษาครั้งนี้

ขนาดของฟองอากาศภายในถังสัมผัสแบบอากาศยกขึ้นอยู่กับ u_g โดยที่ในช่วง u_g ที่น้อยกว่า 1 ซมต่อวินาที ขนาดฟองอากาศจะค่อนข้างใหญ่ในช่วง 5-7 มม และเมื่อเพิ่ม u_g ขึ้น พบว่าขนาดของฟองก๊าซจะเล็กลงเรื่อย ๆ และจะมีค่าค่อนข้างคงที่ที่ 3-4 มม ที่ความเร็วหอเปล่าของก๊าซที่มากกว่า 5 ซมต่อวินาที (u_g ที่มากที่สุดที่ใช้ในการทดลองนี้อยู่ที่ 7.37 ซมต่อวินาที) การหาขนาดของฟองอากาศทำให้สามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสารระหว่างวัฏภาค (k_L) และพื้นผิวของการถ่ายเทมวลระหว่างวัฏภาคของเหลวและก๊าซ (a) ได้ ซึ่งพบว่า k_L มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงการดำเนินงานที่ใช้ในการวิจัยนี้ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมต่อหน่วยปริมาตร (k_La) ที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของพื้นผิวจำเพาะสำหรับการถ่ายเทมวล (a) เท่านั้น

แบบจำลองที่พบว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับการทำนายพฤติกรรมการดำเนินงานของถังสัมผัสแบบอากาศยกได้มาจากการแบ่งถังสัมผัสแบบอากาศยกออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วน riser downcomer และ gas separator ซึ่งแบบจำลองที่เหมาะสำหรับส่วน riser และ downcomer นั้นจะเป็นแบบการไหลในท่อที่มีการแพร่ย้อนกลับ ส่วน แบบจำลองสำหรับ gas separator จะเป็นแบบจำลองแบบถังผสมผสานสมบูรณ์

การเพิ่มประสิทธิภาพของการถ่ายเทมวลสารระหว่างวัฏภาคก๊าซและของเหลวสามารถทำได้โดยการเพิ่มค่า a (พื้นที่ต่อปริมาตร) ซึ่งในทางปฏิบัติสามารถทำได้โดยการใส่แผ่นเจาะรูพรุนเพื่อกั้นทางไหลของฟองก๊าซ เมื่อฟองก๊าซไหลปะทะกับแผ่นกั้นนี้จะแตกตัวออกทำให้ฟองก๊าซมีขนาดเล็กและเพิ่มพื้นที่ที่ใช้สำหรับการถ่ายเทมวลได้ แต่การเพิ่มแผ่นกั้นการไหลที่มีจำนวนรูพรุนน้อยเกินไปจะส่งผลให้มีการออกันของฟองก๊าซใต้แผ่นนี้ เกิดเป็นส่วนของก๊าซที่แยกออกจากส่วนของของเหลว และทำให้การถ่ายเทมวลสารไม่มีประสิทธิภาพ

ถังสัมผัสแบบอากาศยกแบบไหลวนภายนอกสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นระบบบำบัดสารประกอบไนโตรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่วน riser จะเป็นส่วนที่เกิดปฏิกิริยา nitrification ทำให้สารประกอบแอมโมเนียถูกย่อยสลายกลายเป็นสารประกอบไนเตรท ซึ่งจะถูกย่อยสลายต่อในส่วนไร้อากาศใน downcomer และกลายสภาพเป็นก๊าซไนโตรเจน ระบบนี้เป็นระบบที่มีศักยภาพในการใช้ในจริงสำหรับอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบปิดที่จำเป็นจะต้องมีการไหลวนนำน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงกลับมาใช้ใหม่

This work comprised a total of five sub-projects including: (i) internal liquid circulation in the riser of airlift contactors, (ii) bubble size distribution in airlift contactors, (iii) mathematical model for gas-liquid mass transfer in airlift contactors, (iv) an enhancement of gas-liquid mass transfer in airlift contactors, and (v) airlift contactor as a nitrogen compounds removal technique. Each of these topics is concisely described below

The internal liquid circulation occurred in the riser of the airlift contactors. The velocity and the area fraction that liquid flowed down in the riser depended significantly on the superficial gas velocity (u_{sg}) and the ratio between downcomer and riser cross sectional areas (A_d/A_r). The analysis illustrated, however, that the flowrate of the downflow liquid did not vary with u_{sg} but only depended on A_d/A_r of the airlift contactor.

Large bubble size was found to be rather large (5-7 mm) in the airlift contactors operated at low gas throughput (u_{sg} < 1 cm/s). Bubble size decreased as u_{sg} increased and at u_{sg} > 5 cm/s, the bubble size was found to be quite stable at 3-4 mm. Note that the maximum u_{sg} employed in this work was 7.37 cm/s. The characterization of bubble size distribution allowed the determination of the mass transfer coefficient (k_L) and the specific area of gas-liquid mass transfer (a). It was shown that k_L was rather constant, independent of the operating and design parameters in the airlift contactors. This indicated that the increase in the overall volumetric mass transfer coefficient (k_La) with u_{sg} was solely a result from the increase in the specific area.

The suitable mathematical model for the airlift contactor was obtained when the system was divided into riser, gas-liquid separator, and downcomer. The riser and downcomer were represented by the plug flow model with dispersion whereas the gas-liquid separator was represented by the completely mixed tank.

The enhancement of gas-liquid mass transfer in the airlift contactors could be obtained by increasing the specific area (a). In practice, this was achieved by inserting perforated plates into the riser of the contactor. As gas bubbles flowed through the perforated plates, they broke and this resulted in smaller gas bubbles. This led to an increase in the surface area of gas bubble for the mass transfer with liquid. However, the perforated plate with a small number of holes could lead to a formation of very large gas fraction underneath the plate and decreased the mass transfer.

The airlift contactor could be successfully employed as a nitrogen compounds removal technique. Riser was designed as a nitrification packing chamber where ammonia was decomposed to nitrate. Downcomer, on the other hand, was designed as a denitrification packing chamber as nitrate was further degraded to nitrogen gas. This system can be further developed for the aquacultural industry where there is a need for the recirculation of culture medium.