บทที่ 3

ผลการทดลองและบทวิจารณ์

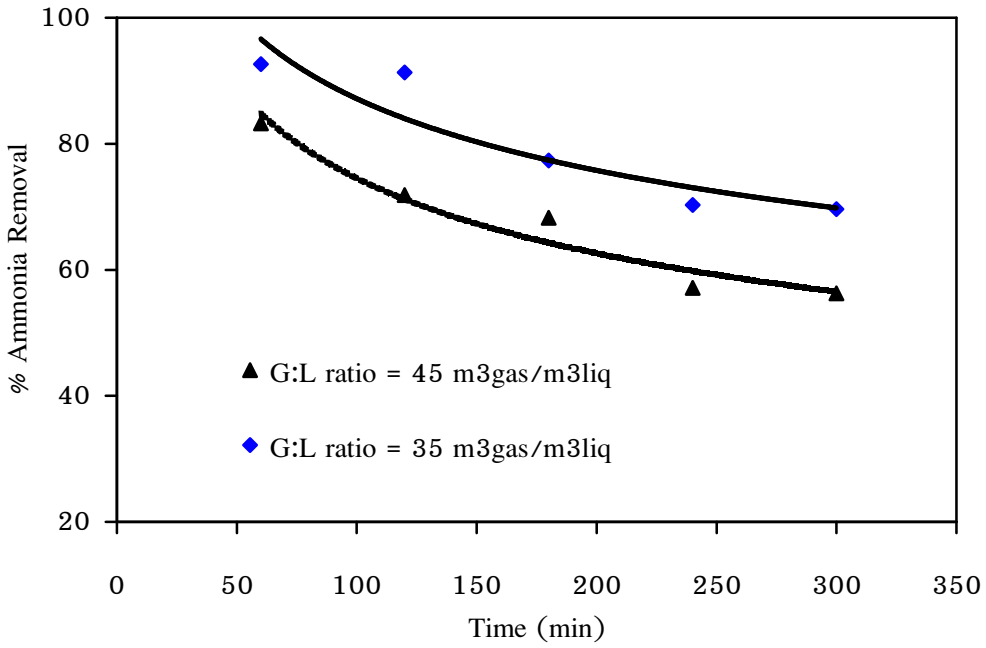
การบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองด้วยคอลัมน์บรรจุ (Packed column) และสารดูดซึมต่างชนิดกัน โดยทำการศึกษาถึงอิทธิพลของความเข้มของสารดูดซึม G:L ratio และความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดและค่าที่เหมาะสมในการดำเนินการ ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดลองดังนี้

3.1 การใช้น้ำเป็นสารดูดซึม

โดยทั่วไป น้ำถูกใช้เป็นสารดูดซึมในกระบวนการบำบัดอนุภาค ควัน และแก๊สที่ละลายน้ำได้ โดยอาศัยหลักการการดูดซึมแก๊สในของเหลว ซึ่งประสิทธิภาพในการบำบัดขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเฟส ความปั่นป่วนระหว่างเฟส ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในเฟสแก๊ส และความสามารถในการละลายของสารปนเปื้อนในตัวทำละลาย ในการทดลองนี้จะแสดงถึงประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียเมื่อเป็นการดูดซึมทางกายภาพ (Physical absorption) โดยทำการศึกษาอิทธิพลของค่า G:L ratio และความเข้มข้นของแอมโมเนียที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัด ซึ่งผลการทดลองสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1.1 ผลของ G:L ratio ต่อประสิทธิภาพการบำบัด เมื่อใช้น้ำเป็นสารดูดซึม

ทำการทดลองที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง 500 ppm และอัตราการไหลของอากาศเสีย 18 m^3/h โดยปรับค่า G:L ratio เป็น 35 และ 45 $m^3 gas/m^3$ liq จะได้ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-1 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองและเวลา พบว่าที่ค่า G:L ratio เป็น 35 m^3 gas/m^3 liq จะให้ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียดีกว่า G:L ratio ที่ 45 $m^3 gas/m^3$ liq เนื่องจาก G:L ratio ที่สูงขึ้น เป็นการใช้ของเหลวดูดซึมด้วยอัตราการไหลที่ต่ำลง ในขณะที่อัตราการไหลของอากาศคงที่ ทำให้มีปริมาณสารที่ใช้ในการดูดซึมและพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเฟสแก๊สและของเหลวลดลง รวมถึงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของแอมโมเนียในเฟสแก๊สและของเหลวลดลง ซึ่งจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลง



ภาพประกอบที่ 3-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสีย จำลองโดยใช้น้ำเป็นสารดูดซึม ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง 500 ppm สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของน้ำ 45-35 m^3 gas/m^3 liq และเวลา

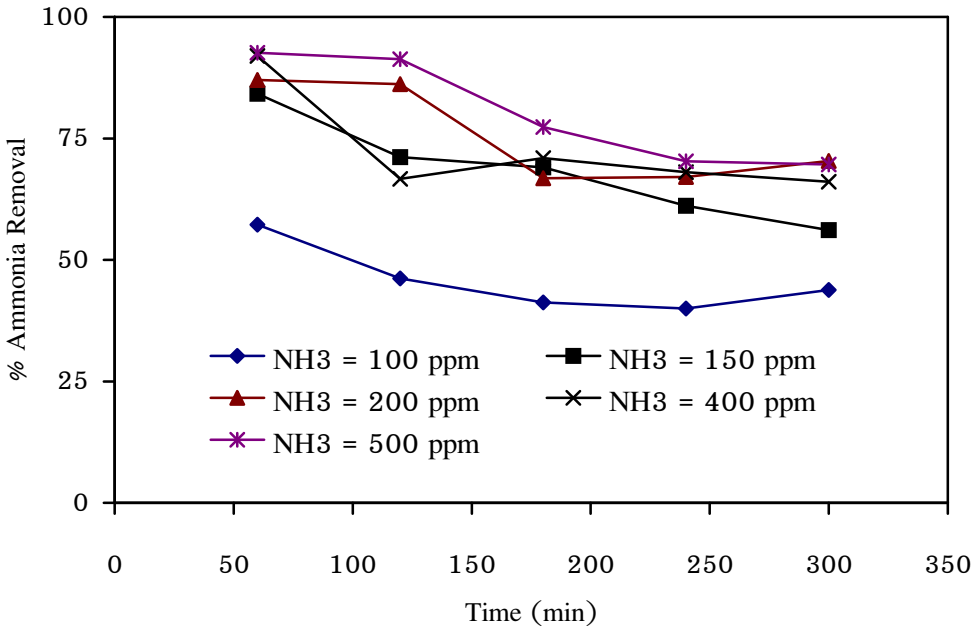
3.1.2 ผลการบำบัดแอมโมเนียที่เวลาต่าง ๆ

จากการศึกษาการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียที่เวลาต่าง ๆ พบว่าการบำบัดโดยใช้น้ำจะมีประสิทธิภาพสูงในตอนเริ่มต้นของการบำบัด แต่เมื่อเวลาผ่านไป ค่าประสิทธิภาพในการบำบัดมีแนวโน้มค่อย ๆ ลดลง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-1 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากน้ำในระบบค่อย ๆ ดูดซึมและอิ่มตัวด้วยแอมโมเนีย ทำให้ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศและในน้ำลดลง แรงขับเคลื่อนในระบบจึงลดลง ดังนั้นเพื่อให้การบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยการใช้น้ำเป็นสารดูดซึมมีประสิทธิภาพสูงตลอดเวลา จะต้องใช้น้ำใหม่ ไม่สามารถวนน้ำกลับมาใช้อีกรอบได้ ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและเกิดเป็นน้ำเสียในปริมาณมากซึ่งผลที่ตามมาคือต้องมีค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการ

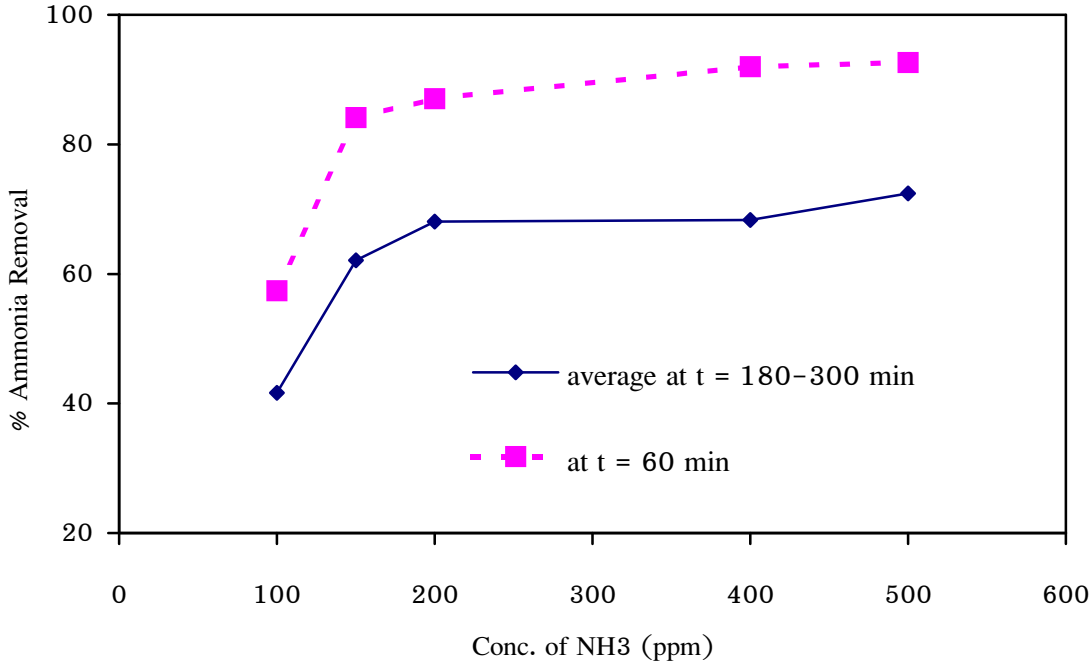
3.1.3 ผลของความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองต่อประสิทธิภาพการบำบัด

จากการทดลองที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองเป็น 100-500 ppm G:L ratio ที่ 35 m^3 gas/m^3 liq และอัตราการไหลของอากาศ 18 m^3/h ได้ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-2 และ 3-3 ซึ่งกราฟในภาพประกอบที่ 3-2 เป็นกราฟ

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองและเวลา และกราฟในภาพประกอบที่ 3-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดและความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง พบว่าเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศสูงขึ้นจาก 100 ppm ไปเป็น 200 ppm ค่าประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียเริ่มต้นมีแนวโน้มสูงขึ้นจาก 60% ไปเป็น 90% และเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นจาก 200-500 ppm ประสิทธิภาพการบำบัดเริ่มต้นจะคงที่ประมาณ 90% ทั้งนี้เนื่องมาจากที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศสูง ทำให้ระบบมีแรงขับเคลื่อนจากความแตกต่างของความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศและในน้ำสูง และที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงเกิน 200 ppm ความสามารถในการบำบัดแอมโมเนียถูกจำกัดด้วยปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบ เนื่องจากถึงแม้ที่ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศสูง แอมโมเนียจะถูกดูดซึมเข้าสู่น้ำได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียต่ำ แต่ความสามารถในการดูดซึมแอมโมเนียของน้ำขึ้นอยู่กับค่าความสามารถในการละลายน้ำของแอมโมเนีย (Solubility) ดังนั้นทำให้ที่ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงในอากาศ ประสิทธิภาพในการบำบัดก็ไม่ต่างกันมากนัก



ภาพประกอบที่ 3-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้น้ำเป็นสารดูดซึม ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 100-500 ppm สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของน้ำ 35 m^3gas/m^3 liq และเวลา



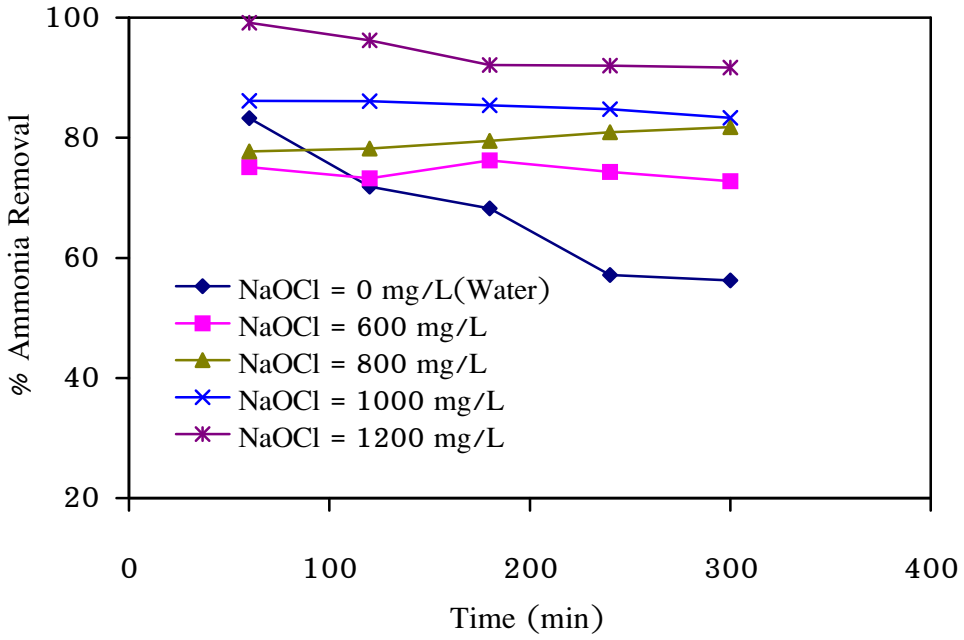
ภาพประกอบที่ 3-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้น้ำเป็นสารดูดซึม สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและน้ำ 35 m^3gas/m^3 liq และความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 100-500 ppm

3.2 การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) เป็นสารดูดซึม

การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารละลายดูดซึมในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้ Packed column เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียที่สูงขึ้น ลดค่าใช้จ่ายและลดปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการบำบัดแอมโมเนียเมื่อเทียบกับการใช้น้ำเป็นสารดูดซึม ภายในคอลัมน์บรรจุมีการไหลของกระแสของแก๊สและกระแสของเหลวที่สวนทางกัน แอมโมเนียที่เจือปนอยู่ในอากาศจะถูกดูดซึมเข้ามาสู่กระแสของเหลวและทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ซึ่งสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ใช้จะถูกนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ในระบบ การกำจัดแอมโมเนียโดยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์นี้ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ G:L ratio และความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียก่อนเข้าสู่คอลัมน์บรรจุต่อประสิทธิภาพการบำบัด ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดลองดังนี้

3.2.1 ผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีต่อประสิทธิภาพการบำบัด

ในการศึกษานี้ได้กำหนดให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองก่อนบำบัดเป็น 500 ppm อัตราการไหลของอากาศ 18 m^3/h และ G:L ratio เป็น 0.4 m^3/h โดยทำการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในช่วง 0-1200 mg/L และควบคุมความเข้มข้นของสารละลายให้คงที่ตลอดการทดลองด้วยการเติม 10% NaOCl ใน Storage tank ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-4 ซึ่งเป็นการพล๊อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียและเวลา

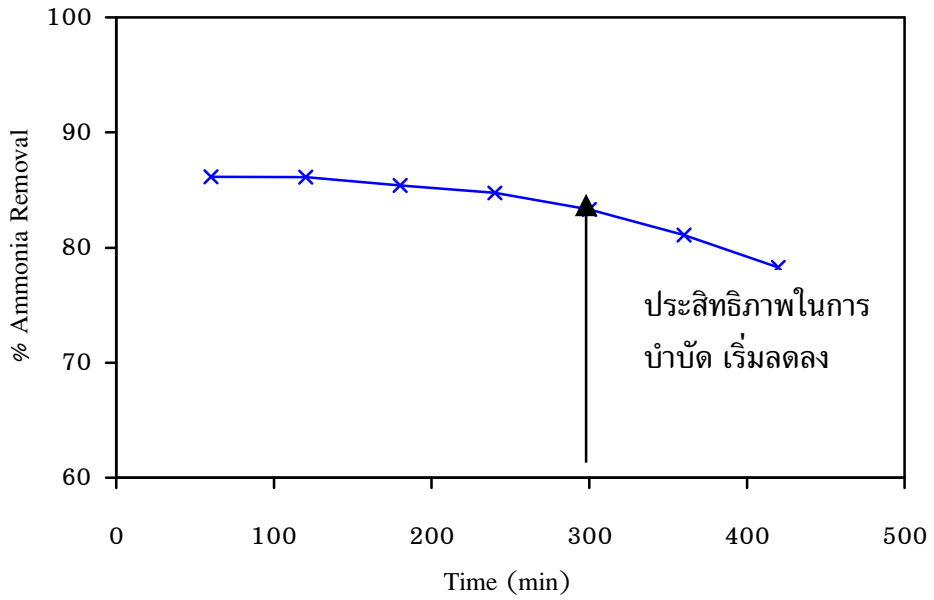


ภาพประกอบที่ 3-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองความเข้มข้นของแอมโมเนียก่อนบำบัด 500 ppm โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารดูดซึม ในช่วงความเข้มข้น 0-1200 mg/L ที่สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในช่วง 45 m^3 gas/m^3 liq และเวลา

จากภาพประกอบที่ 3-4 พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศสูงกว่าการใช้น้ำเป็นสารดูดซึม ทั้งนี้เนื่องจากในการดูดซึมแก๊สจะมีปฏิกิริยาเคมีเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเรียกการดูดซึมชนิดนี้ว่า Chemical absorption

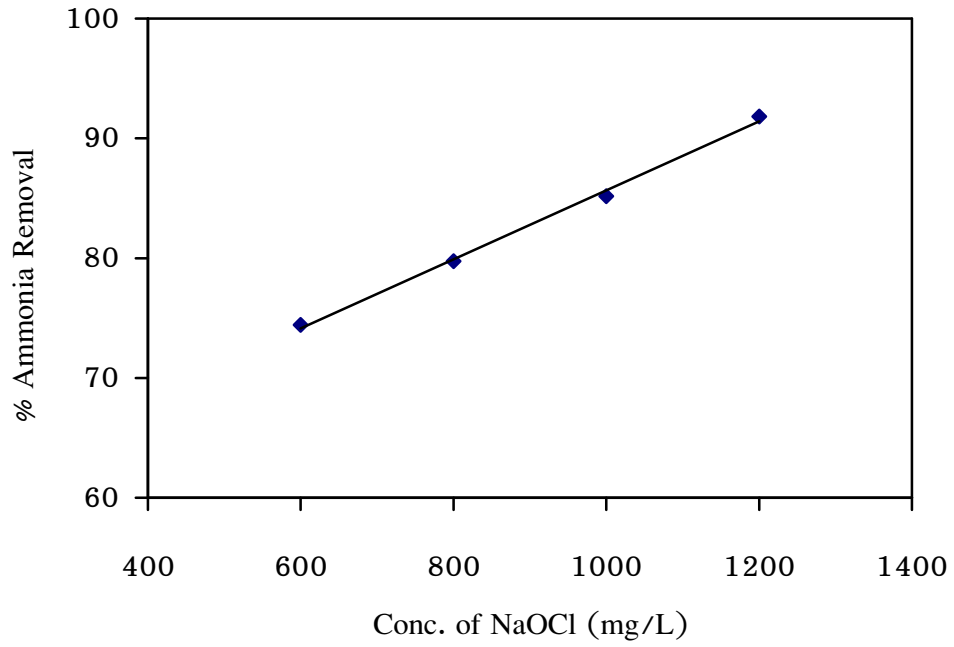
โดยแอมโมเนียจะทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation reaction) กับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และน้ำ ดังสมการ 9-12 ซึ่งทำให้ได้ประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าการดูดซึมแบบ Physical absorption โดยการใช้น้ำเป็นสารดูดซึม (ที่ NaOCl = 0 mg/l) เมื่อเวลาในการบำบัดผ่านไป พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ค่อนข้างคงที่ ในขณะที่เมื่อใช้น้ำเป็นสารดูดซึม จะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดค่อยๆ ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากแอมโมเนียถูกทำปฏิกิริยา ทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียในสารดูดซึมไม่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้สารดูดซึมยังคงมีความสามารถในการดูดซึมเหมือนตอนเริ่มต้นการบำบัด

อย่างไรก็ตามเมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่ง ความสามารถในการบำบัดแอมโมเนียด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะลดลง เนื่องมาจากสารละลายดูดซึมจะค่อยๆ อิ่มตัวด้วยแอมโมเนียและผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวจะกำหนดระยะเวลาการใช้งานของสารละลายดูดซึมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในระบบหมุนเวียน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-5 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดและเวลาเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 1000 mg/L เป็นสารดูดซึม



ภาพประกอบที่ 3-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองความเข้มข้นของแอมโมเนียก่อนบำบัด 500 ppm โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารดูดซึมที่ความเข้มข้น 1000 mg/L ที่สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในช่วง 45 m^3 gas/m^3 liq และเวลา

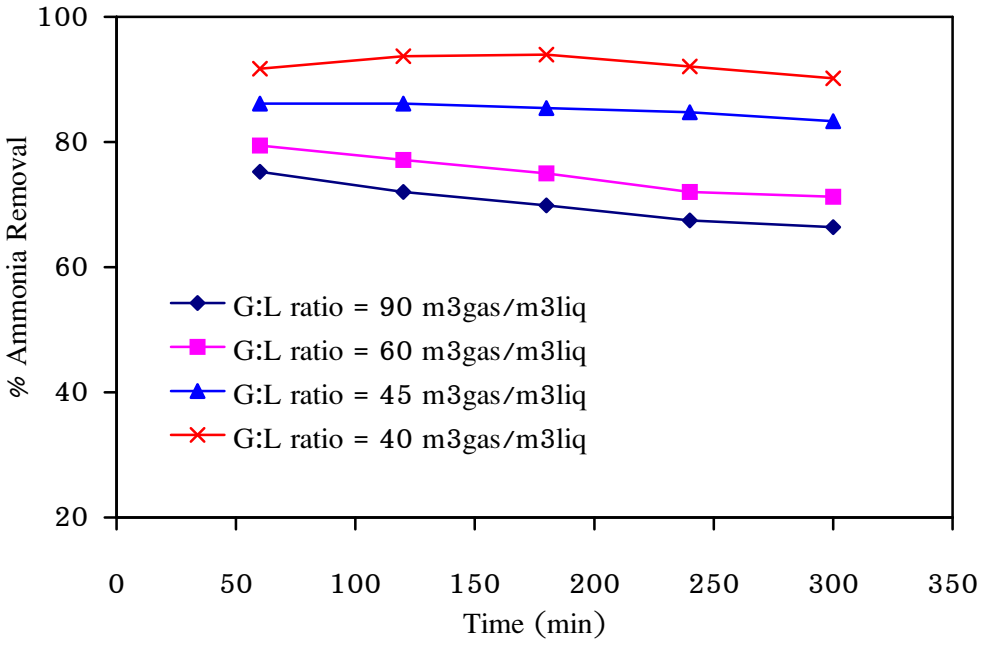
จากภาพประกอบที่ 3-6 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียและความเข้มข้นของของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ พบว่าที่ช่วงความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 600-1200 mg/L มีประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง 75-92% และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองจะสูงขึ้น เนื่องจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างแอมโมเนียและโซเดียมไฮโปคลอไรท์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ถึงแม้ที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1200 mg/L จะให้ประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดถึง 92% แต่ที่สภาวะนี้พบว่าระบบเกิดการคายความร้อนและเกิดควันขึ้น จึงพิจารณาว่าไม่ใช่สภาวะที่เหมาะสมในการทดลอง ดังนั้นความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่เหมาะสม คือ 1000 mg/L ซึ่งให้ประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 85% โดยค่าดังกล่าวนี้จะถูกนำมาใช้กำหนดสภาวะดำเนินการในการทดลองขั้นต่อไป



ภาพประกอบที่ 3-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองความเข้มข้นของแอมโมเนียก่อนบำบัด 500 ppm โดยใช้สารละลาย โซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารดูดซึม ที่สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศ และของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 45 m^3 gas/m^3 liq และความเข้มข้นของของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในช่วงความเข้มข้น 600-1200 mg/L

3.2.2 ผลของ G:L ratio ต่อประสิทธิภาพการบำบัด

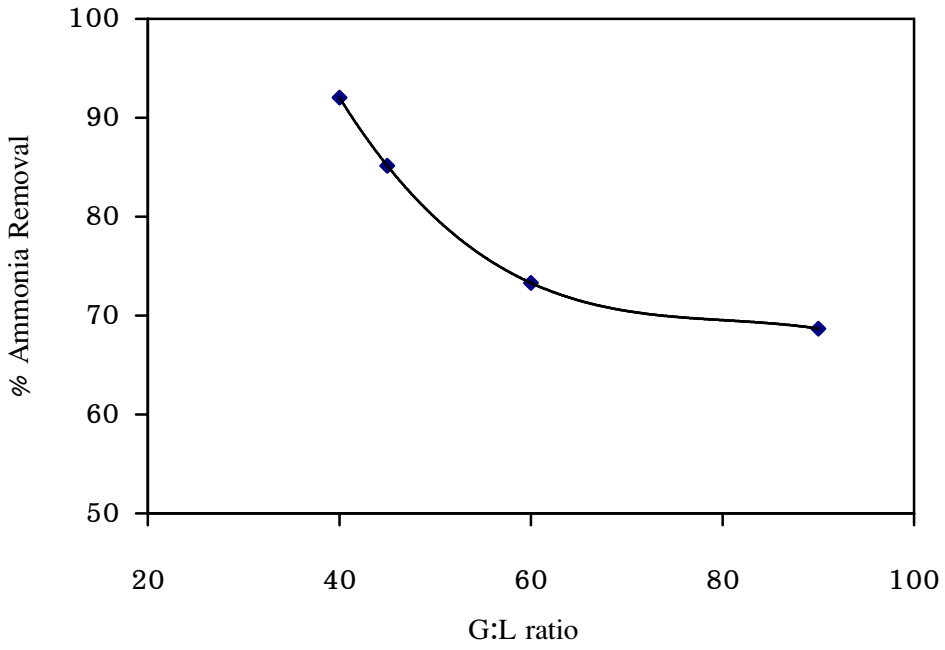
การทดลองจะควบคุมความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองก่อนบำบัดที่ 500 ppm อัตราการไหลของอากาศ 18 m^3/h และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เท่ากับ 1000 mg/L ให้คงที่ตลอดการทดลอง และทำการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของ G:L ratio ในช่วง 40-90 m^3 gas/m^3 liq ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-7 และ 3-8 ซึ่งเป็นการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองกับเวลา และกับ G:L ratio ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 3-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองความเข้มข้นของแอมโมเนียก่อนบำบัด 500 ppm โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 1000 mg/L เป็นสารดูดซึม สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในช่วง 40-90 m^3 gas/m^3 liq และเวลา

จากกราฟในภาพประกอบที่ 3-7 และ 3-8 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองมีค่าระหว่าง 68-92% ในช่วง G:L ratio ลดลงจาก 90 จนถึง 40 m^3 gas/m^3 liq เนื่องจาก G:L ratio ที่ลดลง เป็นการใช้ของเหลวดูดซึมด้วยอัตราการไหลที่สูงขึ้น

ในขณะที่อัตราการไหลของอากาศคงที่ เป็นผลให้เกิดปริมาณสารดูดซึมและพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเฟสแก๊สและของเหลวในระบบเพิ่มขึ้น



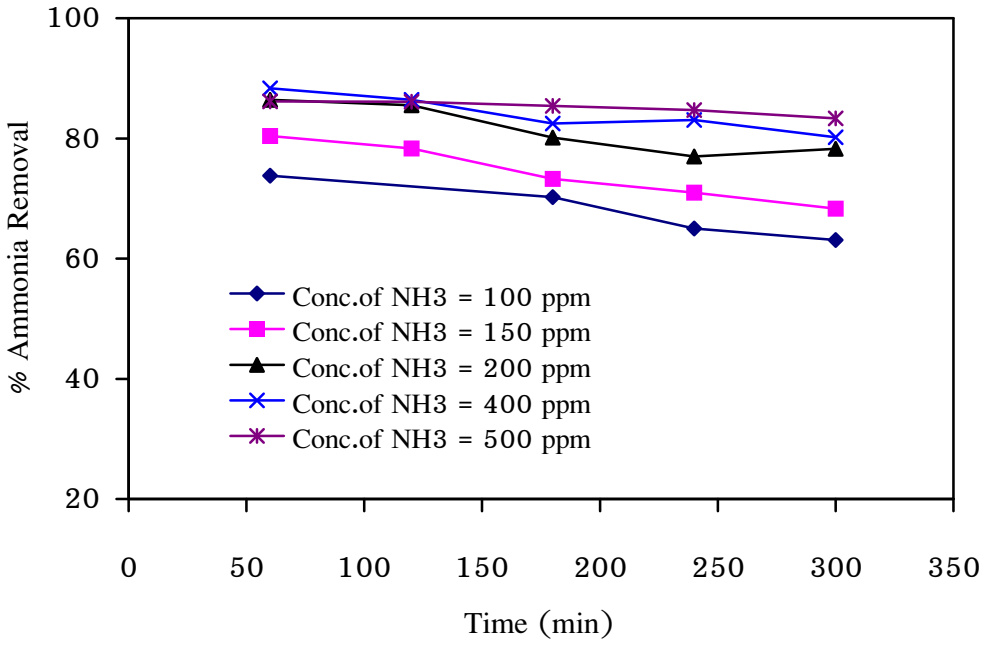
ภาพประกอบที่ 3-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองความเข้มข้นของแอมโมเนียก่อนบำบัด 500 ppm โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 1000 mg/L เป็นสารดูดซึม และสัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในช่วง 40-90 m^3 gas/m^3 liq

ถึงแม้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดได้ โดยการลด G:L ratio ซึ่งเป็นการเพิ่มอัตราการไหลของสารดูดซึม อย่างไรก็ตามช่วงอัตราการไหลของสารละลายดูดซึมก็เป็นข้อจำกัดของคอลัมน์บรรจุ การใช้อัตราการไหลของสารดูดซึมที่สูงเกินไป จะทำให้เกิด Flooding ขึ้นภายในคอลัมน์บรรจุ และการลดอัตราการไหลของสารดูดซึมให้ต่ำเกินไป จะทำให้เกิด Channeling ในคอลัมน์บรรจุ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลง ดังนั้นการกำหนดช่วงอัตราการไหลของสารละลายที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด โดยทั่วไปจะเลือกที่อัตราการไหล 60-80% ของอัตราการไหลที่ทำให้เกิด Flooding ในคอลัมน์ ซึ่งคอลัมน์บรรจุที่ใช้ในการทดลองนี้ เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารดูดซึม สามารถดำเนินการที่ G:L ratio 90 m^3 gas/m^3 liq ก่อนเกิด Channeling โดยให้ประสิทธิภาพ

การบำบัดเป็น 68% และที่ G:L ratio 40 m^3 gas/m^3 liq ก่อนเกิดภาวะท่วม จะให้ค่าประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดถึง 92%

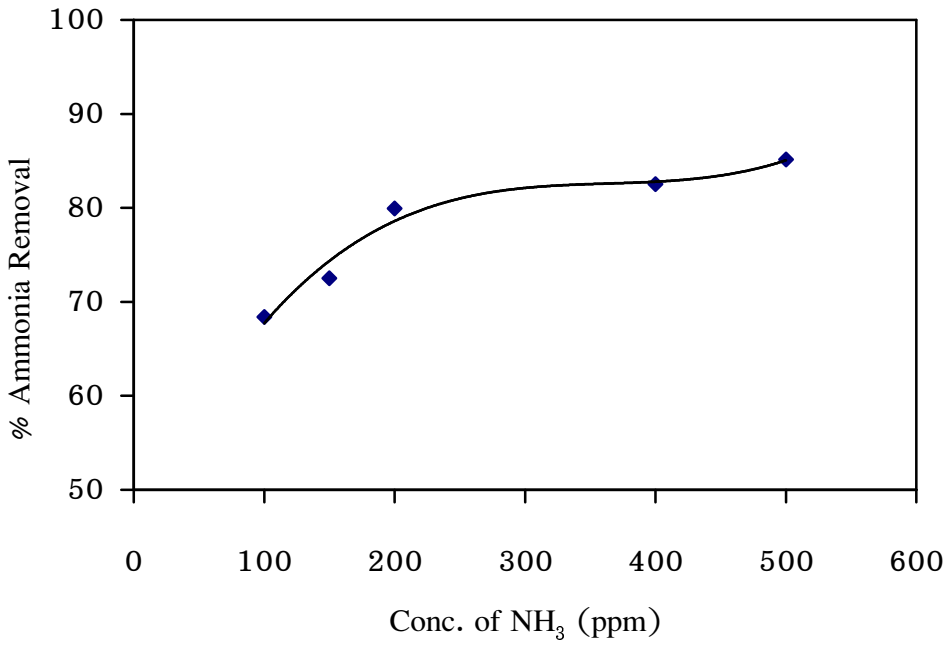
3.2.3 ผลของความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองก่อนบำบัดต่อประสิทธิภาพการบำบัด

ในการทดลองนี้จะควบคุมค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เท่ากับ 1000 mg/L อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 18 m^3/h และ G:L ratio เท่ากับ 45 m^3 gas/m^3 liq ให้คงที่ตลอดการทดลอง โดยทำการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองก่อนบำบัดในช่วง 100-500 ppm ได้ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-9 ซึ่งเป็นกราฟแสดงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองและเวลา



ภาพประกอบที่ 3-9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง ช่วงความเข้มข้นของแอมโมเนียก่อนบำบัด 100-500 ppm โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 1000 mg/L เป็นสารดูดซึม สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 45 m^3 gas/m^3 liq และเวลา

จากภาพประกอบที่ 3-9 พบว่าการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียในช่วงความเข้มข้น 200-500 ppm จะให้ประสิทธิภาพการบำบัดค่อนข้างคงที่ และสำหรับความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียเท่ากับ 100 และ 150 ppm ประสิทธิภาพในการบำบัดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ทั้งนี้เนื่องมาจาก ประสิทธิภาพในการบำบัดเกิดจากความสามารถในการถูกดูดซึมเข้าสู่เฟสของเหลวและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเฟสของเหลว ดังนั้นที่ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียต่ำ จะมีความแตกต่างของความเข้มข้นของแอมโมเนียในเฟสแก๊สและของเหลวต่ำ มีแรงขับเคลื่อนน้อย เป็นผลให้ปริมาณแอมโมเนียที่ถูกดูดซึมเข้าสู่เฟสของเหลวและทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ไม่มากนัก ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียจึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของแอมโมเนียในสารดูดซึม



ภาพประกอบที่ 3-10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 1000 mg/L เป็นสารดูดซึม สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของสารละลายสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 45 m^3 gas/m^3 liq และความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 100-500 ppm

จากกราฟในภาพประกอบที่ 3-10 ซึ่งเป็นการพล๊อตความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดและและความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองก่อนบำบัด พบว่ามีประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนีย 68-85% ในช่วงความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสีย

จำลอง 100-500 ppm โดยเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองเพิ่มสูงขึ้น ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียสูงขึ้น เนื่องมาจากความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์มากเกินพอ เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงขึ้น

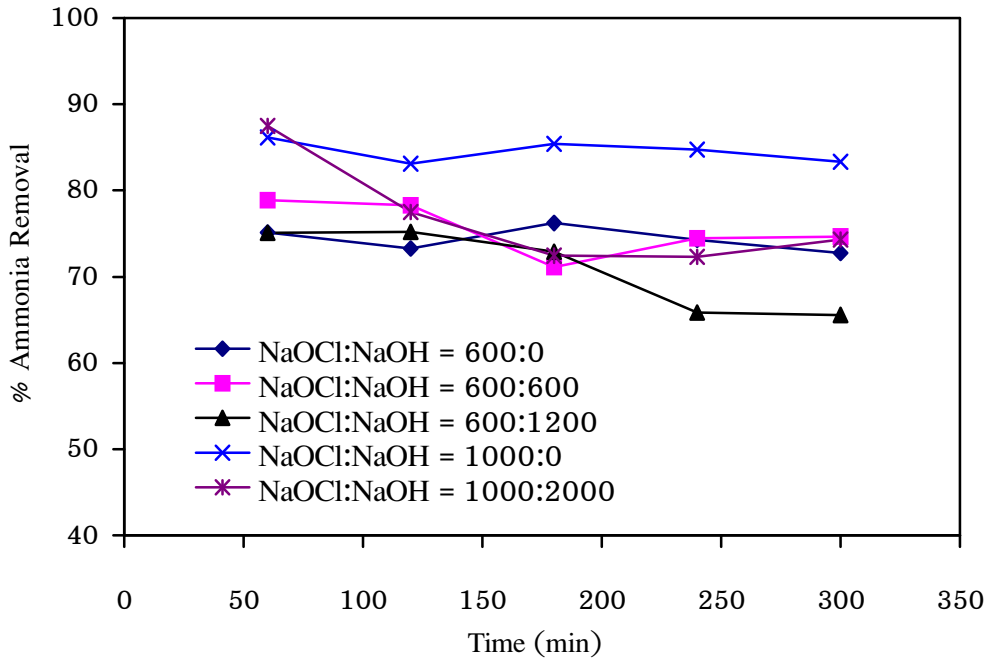
จากมาตรฐานควบคุมปริมาณแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงานของประเทศไทยโดยกระทรวงมหาดไทย กำหนดค่า TLV-TWA ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนียสำหรับการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง/วัน โดยที่คนงานเกือบทุกคนสัมผัสสารซ้ำ ๆ หลาย ๆ วันโดยไม่เกิดอันตรายต่อร่างกาย เท่ากับ 50 ppm พบว่าค่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองที่ความเข้มข้นของแอมโมเนีย 100-200 ppm ผ่านมาตรฐานการควบคุม TLV-TWA สำหรับที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศสูง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดได้ โดยการเพิ่มอัตราการไหลของสารละลาย หรือ การลด G:L ratio ของระบบ จากการทดลองพบว่าที่ความเข้มข้นของแอมโมเนีย 500 ppm และ G:L ratio 40 m^3 gas/m^3 liq สามารถบำบัดแอมโมเนียได้ผ่านมาตรฐานควบคุมที่กำหนด

3.3 การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารดูดซึม

จากการศึกษาการบำบัดแอมโมเนีย ได้ทำการศึกษาโดยใช้สารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง โดยควบคุมปริมาณของแอมโมเนียในอากาศที่ความเข้มข้น 500 ppm อัตราการไหลของอากาศที่ 18 m^3/h และ G:L ratio ที่ 45 m^3 gas/m^3 liq ให้คงที่ตลอดการทดลอง และทำการปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้เป็น 0-2 เท่าของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-11 ซึ่งเป็นการพล๊อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารดูดซึมในสัดส่วนความเข้มข้น (mg/L) ต่าง ๆ และเวลา เมื่อสัดส่วนความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOCl:NaOH) เป็น 600:0 600:600 และ 600:1200 mg/L พบว่าที่สัดส่วนความเข้มข้นของ NaOCl:NaOH เป็น 600:0 และ 600:600 จะให้ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองไม่ต่างกันมากนัก แต่สามารถยืดระยะเวลาการเติมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารละลายดังกล่าวในระบบ ทำให้ลดปริมาณการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ลงได้ประมาณ 50% ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 3-1 เนื่องจากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีนซึ่งเป็น

ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างแอมโมเนียและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ดังสมการที่ (1) จะได้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารผลิตภัณฑ์ ดังสมการที่ (13) ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการทำปฏิกิริยาในระบบ และที่สัดส่วนความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้น จะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลง

การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 2 เท่าของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl:NaOH ที่ 600:1200 และ 1000:2000) พบว่าจะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดเริ่มต้นใกล้เคียงการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารดูดซึมที่ความเข้มข้นค่าเดียวกัน (NaOCl:NaOH ที่ 600:0 และ 1000:0) แต่เมื่อเวลาการบำบัดผ่านไป การเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 2 เท่าจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองลดลง ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ในระบบเกิดจาก 2 ส่วนคือเกิดจากการเติมและเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียและโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ดังสมการที่ (10) เป็นผลให้ค่าพีเอชของระบบสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัดจึงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับทางทฤษฎี



ภาพประกอบที่ 3-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในสัดส่วนความเข้มข้น (mg/L) ต่างๆ เป็นสารดูดซึม เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัด 500 ppm สัดส่วนอัตราการไหลของอากาศและสารดูดซึม 45 m^3 gas/m^3 liq และเวลา

ตารางที่ 3-1 แสดงสัดส่วนความเข้มข้นของสารดูดซึม NaOCl:NaOH และปริมาณการเติม 10% NaOCl ระหว่างการทดลอง

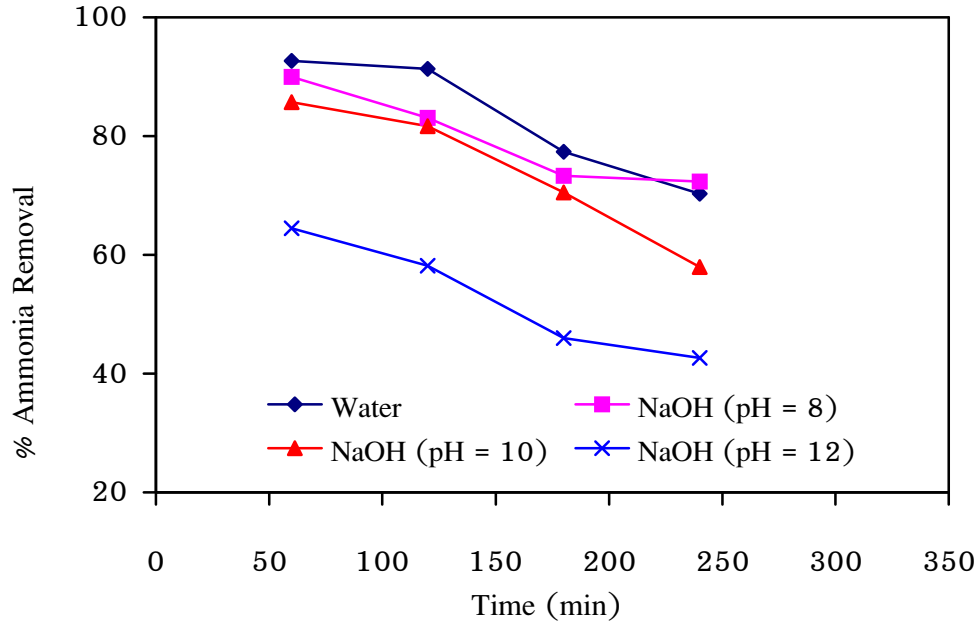
ความเข้มข้นของ NaOCl:NaOH (mg/L)	ปริมาณการเติม 10% NaOCl (ml)
600:0	200
600:600	130
600:1200	90

จากผลการทดลองนี้ จึงสรุปได้ว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้นเหมาะสม ไม่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัด แต่จะช่วยลดปริมาณการใช้สารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ลงได้ประมาณ 50%

3.4 การศึกษาอิทธิพลค่าพีเอชของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด

จากการศึกษาเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าค่าพีเอชของระบบมีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสีย การทดลองชุดนี้จึงสนใจใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารดูดซึม เพื่อศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชของสารละลายที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด โดยกำหนดความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดเป็น 150 ppm อัตราการไหลของอากาศ 18 m^3/h และ G:L ratio เป็น 35 m^3 gas/m^3 liq ให้คงที่ตลอดการทดลอง และทำการเปลี่ยนแปลงพีเอชของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในช่วง 8-12 ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-12 ซึ่งเป็นกราฟแสดงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองเมื่อใช้สารดูดซึมเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ อยู่ในช่วงค่าพีเอช 8-12 และเวลา พบว่าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ค่าพีเอช 8-12 ให้ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียน้อยกว่าการใช้น้ำเป็นสารดูดซึม ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพการบำบัดที่ได้ เกิดจากความสามารถในการละลายน้ำของแอมโมเนีย โดยสภาวะที่เป็นด่างหรือมีค่าพีเอชสูงขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของแอมโมเนียลดลง และแอมโมเนียจะอยู่ในเฟสแก๊สมากกว่าในสารละลาย ทำให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดลดลง

พิจารณาเมื่อเวลาในการบำบัดผ่านไป ทั้งการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และการใช้น้ำเป็นสารดูดซึมในระบบ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่ได้ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในระบบ โดยแอมโมเนียจากอากาศเสียจำลองจะค่อย ๆ ถูกดูดซึมเข้าสู่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นสารดูดซึม ทำให้ความสามารถในการละลายของแอมโมเนียในสารดูดซึมน้อยลง



ภาพประกอบที่ 3-12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารดูดซึม เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัด 150 ppm สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35 m^3 gas/m^3 liq ค่าพีเอชของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อยู่ในช่วง 8-12 และเวลา

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สำหรับการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง ค่าพีเอชในระบบเป็นพารามิเตอร์สำคัญที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการบำบัด และถึงแม้ว่าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะถูกใช้เป็นสารดูดซึมในกระบวนการบำบัดแก๊สพิษหลายชนิด แต่ไม่เหมาะสมในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสีย

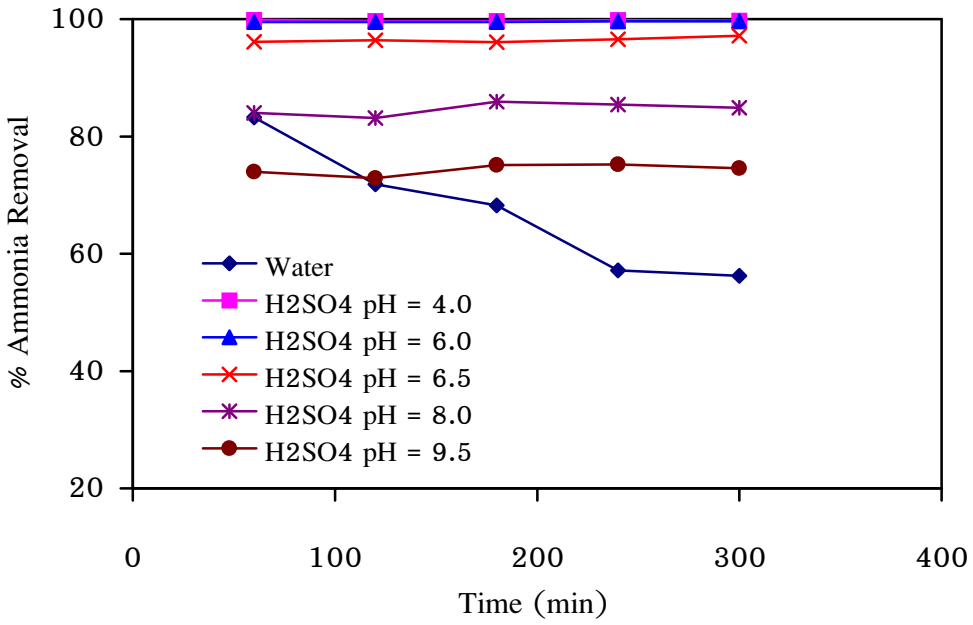
3.5 สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เป็นสารดูดซึม

การใช้สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เป็นสารละลายดูดซึมสำหรับการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้ Packed column ร่วมกับปฏิกิริยาสะเทิน (Neutralization reaction) ระหว่างแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองและสารละลายกรดซัลฟูริก เมื่อเกิดการสัมผัสกันระหว่างเฟสแก๊สและของเหลว โดยที่สารละลายกรดซัลฟูริกที่ใช้ในระบบจะถูกนำกลับมาหมุน

เวียนใช้ใหม่อีกครั้งเช่นเดียวกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เพื่อเป็นการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียเมื่อใช้ปฏิกิริยาเคมีร่วมในการบำบัด ในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริกซึ่งแสดงในรูปของค่าพีเอช G:L ratio และความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียก่อนเข้าสู่คอลัมน์บรรจุต่อประสิทธิภาพการบำบัด ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดลองดังนี้

3.5.1 ผลของความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริกต่อประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง

ในการทดลอง ควบคุมความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองให้เท่ากับ 500 ppm ที่อัตราการไหลของอากาศ 18 m^3/h และ G:L ratio เท่ากับ 45 m^3 gas/m^3 liq ให้คงที่ตลอดการทดลอง และทำการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริกในรูปของค่าพีเอชในช่วง 4.0-9.5 ได้ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบ 3-13 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดและเวลา

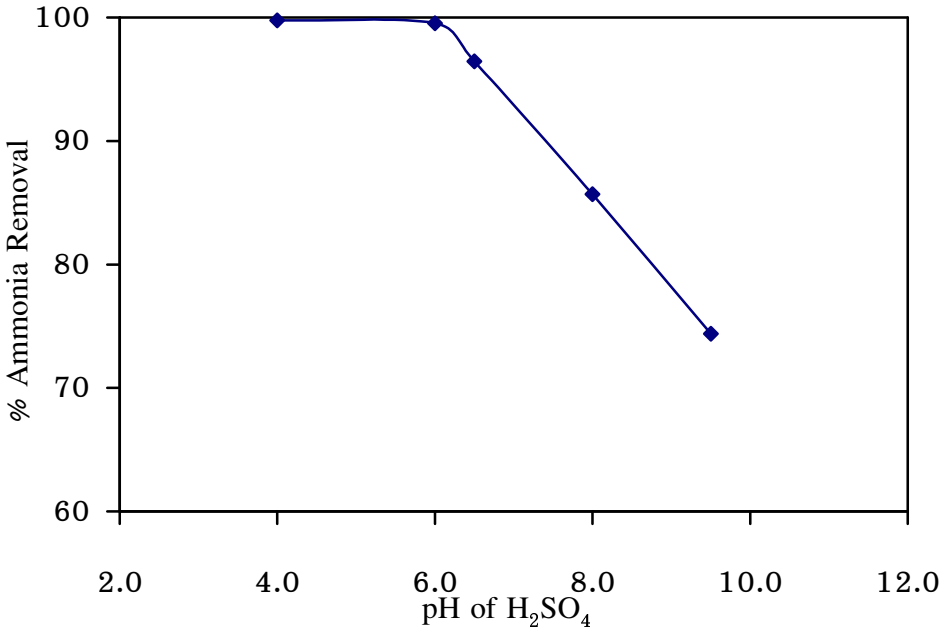


ภาพประกอบที่ 3-13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้สารละลายกรดซัลฟูริกในช่วง pH 4.0-9.5 เป็นสารดูดซึม ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 500 ppm สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและสารละลายกรดซัลฟูริก 45 m^3 gas/m^3 liq และเวลา

จากกราฟในภาพประกอบที่ 3-13 พบว่าการใช้สารละลายกรดซัลฟูริกจะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศสูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้น้ำเป็นสารดูดซึม ทั้งนี้เนื่องจากการดูดซึมแก๊สเมื่อใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึมในระบบจะมีปฏิกิริยาสะเทิน (Neutralization reaction) เกิดขึ้นระหว่างแอมโมเนียและสารละลายกรดซัลฟูริก ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์สุดท้าย คือแอมโมนียมซัลเฟต ดังสมการ (14) และ (15) เรียกการดูดซึมชนิดนี้ว่า Chemical absorption ทำให้ได้ประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าการใช้น้ำเป็นสารดูดซึม อีกทั้งสภาวะการทดลองที่เป็นกรด ทำให้แอมโมเนียอยู่ในเฟสของของเหลวมากกว่าเฟสของแก๊ส จึงทำปฏิกิริยาในเฟสของเหลวได้ดี และระเหยออกสู่ภายนอกได้น้อย ขณะที่เมื่อใช้น้ำเป็นสารดูดซึม แอมโมเนียที่ถูกดูดซึมเข้าสู่น้ำจะเพิ่มค่าพีเอชของน้ำให้สูงขึ้น ที่ค่าพีเอชสูงกว่า 9.0 แอมโมเนียจะอยู่ในรูปของแก๊สมากกว่าของเหลว ทำให้ทำปฏิกิริยาในเฟสของเหลวได้น้อย และระเหยออกไปสู่ภายนอกได้มากกว่าที่ค่าพีเอชต่ำๆ

เมื่อเวลาในการบำบัดผ่านไป พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียเมื่อใช้สารละลายกรดซัลฟูริกค่อนข้างคงที่ เนื่องจากมีการควบคุมความเข้มข้นของแอมโมเนียและสารละลายกรดซัลฟูริก ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสะเทินในระบบคงที่ตลอดการทดลอง ในขณะที่เมื่อใช้น้ำเป็นสารดูดซึม ประสิทธิภาพในการบำบัดจะค่อยๆ ลดลง เป็นผลเนื่องมาจากเมื่อเวลาผ่านไปแอมโมเนียจะค่อยๆ ถูกดูดซึมเข้าสู่น้ำ ผลต่างระหว่างความเข้มข้นของแอมโมเนียในเฟสแก๊สและของเหลวลดลง ทำให้แรงขับเคลื่อน (Driving force) ในระบบลดลง และความสามารถในการละลายน้ำของแอมโมเนียลดลง

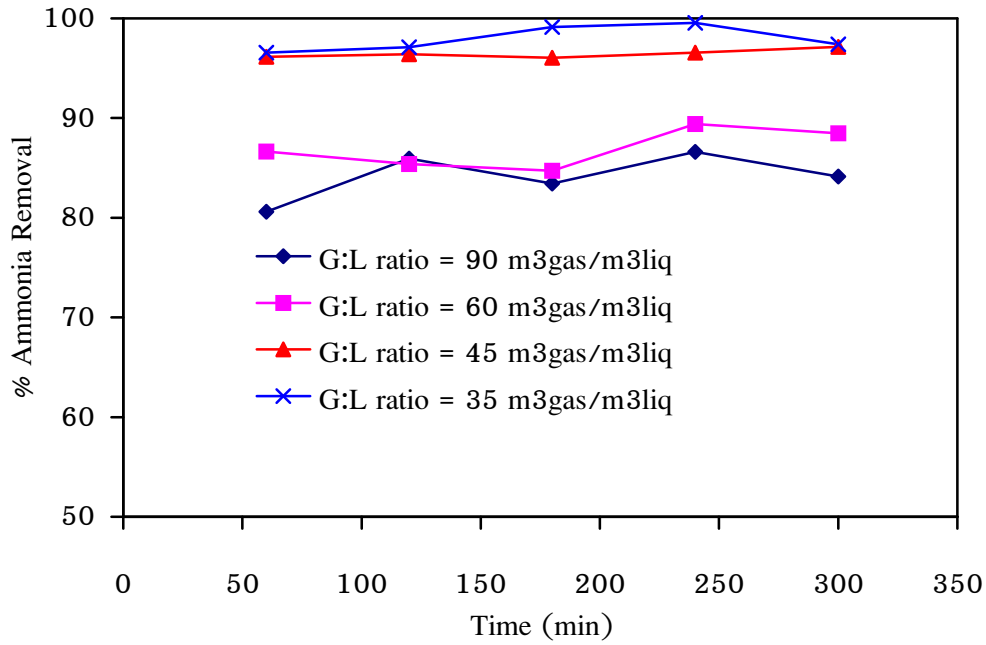
จากภาพประกอบที่ 3-14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดและค่าพีเอชของสารละลาย พบว่าเมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจาก 4.0 ไปถึง 9.5 จะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลงจาก 99.77 ไปเป็น 74.38% และในช่วงค่าพีเอช 4.0-6.0 จะให้ประสิทธิภาพการบำบัดเกือบ 100% เนื่องจากสารละลายกรดซัลฟูริกมีความเข้มข้นเพียงพอในการทำปฏิกิริยาสะเทินกับแอมโมเนีย ผลการทดลองนี้ได้ค่าพีเอชที่เหมาะสม คือ 6.5-7.0 โดยพิจารณาจากค่ามาตรฐาน TLV-TWA ของประเทศไทย กำหนดค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียเท่ากับ 50 ppm ซึ่งค่าพีเอชที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการหาพารามิเตอร์ดำเนินการอื่นที่เหมาะสมต่อไป



ภาพประกอบที่ 3-14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึม ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดเท่ากับ 500 ppm สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและสารละลายกรดซัลฟูริกเท่ากับ 45 m^3 gas/m^3 liq และความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริกในช่วงพีเอช 4.0-9.5

3.5.2 ผลของ G:L ratio ต่อประสิทธิภาพการบำบัด

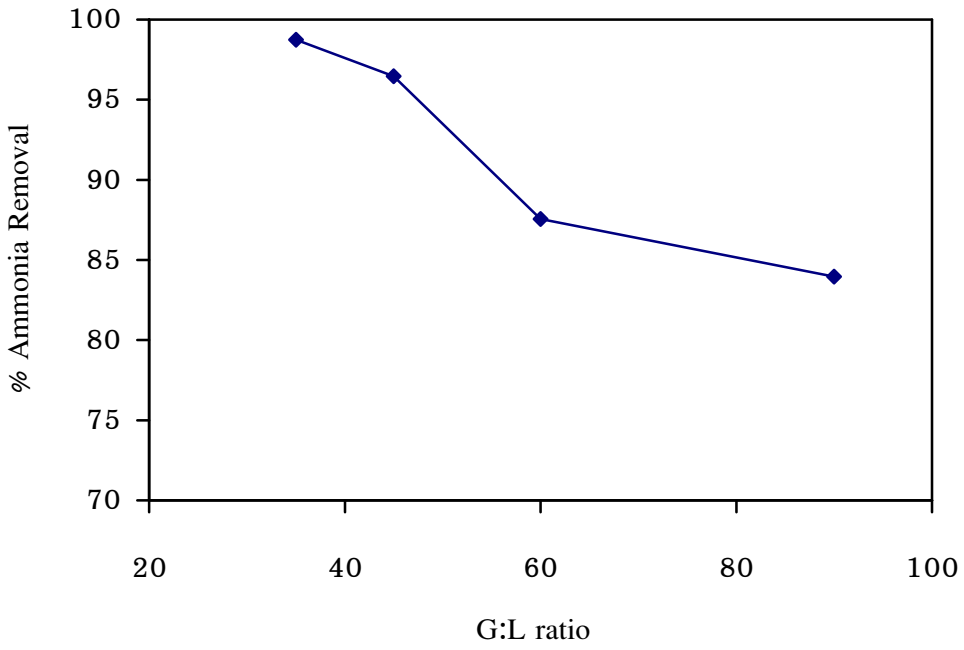
การทดลองจะควบคุมความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียก่อนบำบัดให้เท่ากับ 500 ppm อัตราการไหลของอากาศ 18 m^3/h และค่าพีเอชของสารละลายกรดซัลฟูริกเป็น 6.5-7.0 ให้คงที่ตลอดการทดลอง และปรับค่า G:L ratio ให้เปลี่ยนแปลงในช่วง 35-90 m^3 gas/m^3 liq ผลการทดลองดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-15 ซึ่งเป็นกราฟที่พล๊อตระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองกับเวลา



ภาพประกอบที่ 3-15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้สารละลายกรดซัลฟูริกในช่วง pH 6.5-7.0 เป็นสารดูดซึม ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 500 ppm สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและของสารละลายกรดซัลฟูริก 35-90 m^3 gas/m^3 liq และเวลา

จากภาพประกอบที่ 3-15 พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองที่แต่ละค่าของ G:L ratio ค่อนข้างคงที่ เป็นผลจากการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาสะเทินในระบบ และควบคุมพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเฟสแก๊สและของเหลวให้ใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง

ภาพประกอบที่ 3-16 เป็นการพล๊อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียเมื่อใช้สารละลายกรดซัลฟูริกในช่วงพีเอช 6.5-7.0 และ G:L ratio



ภาพประกอบที่ 3-16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึมในช่วงค่าพีเอช 6.5-7.0 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 500 ppm และสัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศต่อสารละลายกรดซัลฟูริก 45 m^3 gas/m^3 liq

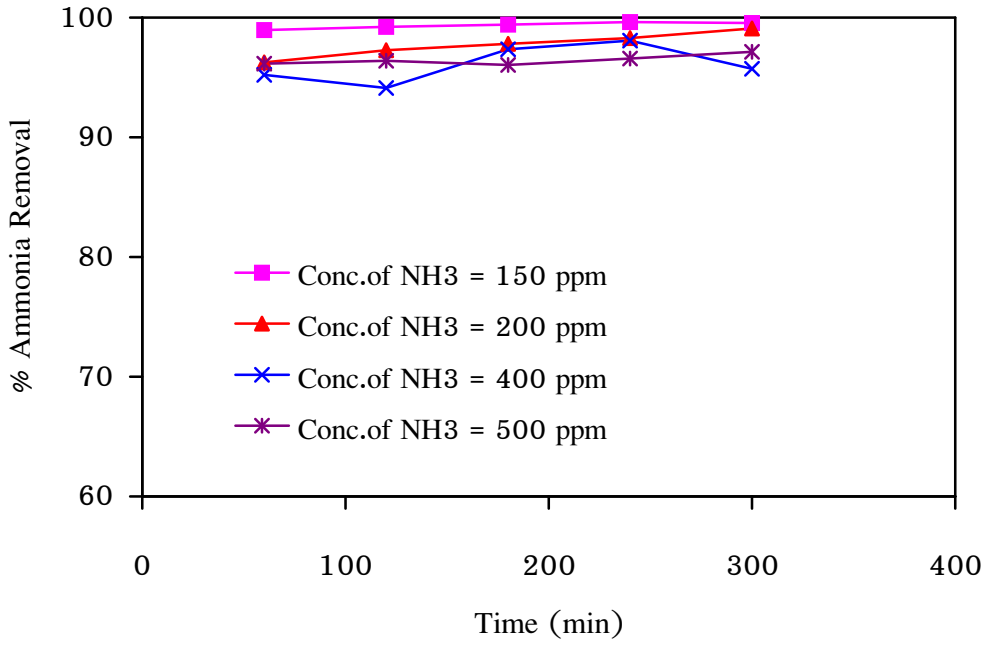
การลดลงของ G:L ratio ในระบบ เป็นการเพิ่มอัตราการไหลของสารละลายกรดซัลฟูริก ขณะที่อัตราการไหลของอากาศเสียคงที่ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณสารดูดซึมและมีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเฟสแก๊สและของเหลวในระบบมากขึ้น เป็นผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองดีขึ้น จากภาพประกอบที่ 3-15 พบว่าเมื่อ G:L ratio ลดลงจาก 90 ไปจนถึง 35 m^3 gas/m^3 liq มีประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียเพิ่มขึ้นจาก 84 ถึง 99%

ถึงแม้การเพิ่มอัตราการไหลของสารละลายกรดซัลฟูริก สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดได้ แต่ยังมีข้อจำกัดของคอลัมน์บรรจุ ซึ่งสำหรับการใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึมในคอลัมน์บรรจุที่ใช้ในการทดลองนี้ สามารถดำเนินการได้ที่ G:L ratio เท่ากับ 90 m^3 gas/m^3 liq ซึ่งเป็นภาวะก่อนเกิด Channeling โดยให้ประสิทธิภาพการบำบัด 84% และที่ G:L ratio 35 m^3 gas/m^3 liq ก่อนเกิด Flooding จะให้ค่าประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดถึง 99%

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากกราฟในภาพประกอบที่ 3-16 พบว่าการใช้สารละลายกรดซัลฟูริกในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยคอลัมน์บรรจุ อิทธิพลของ G:L ratio ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพมากนัก เมื่อเทียบกับการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์และน้ำ

3.5.3 ผลของความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองที่มีต่อประสิทธิภาพการบำบัด

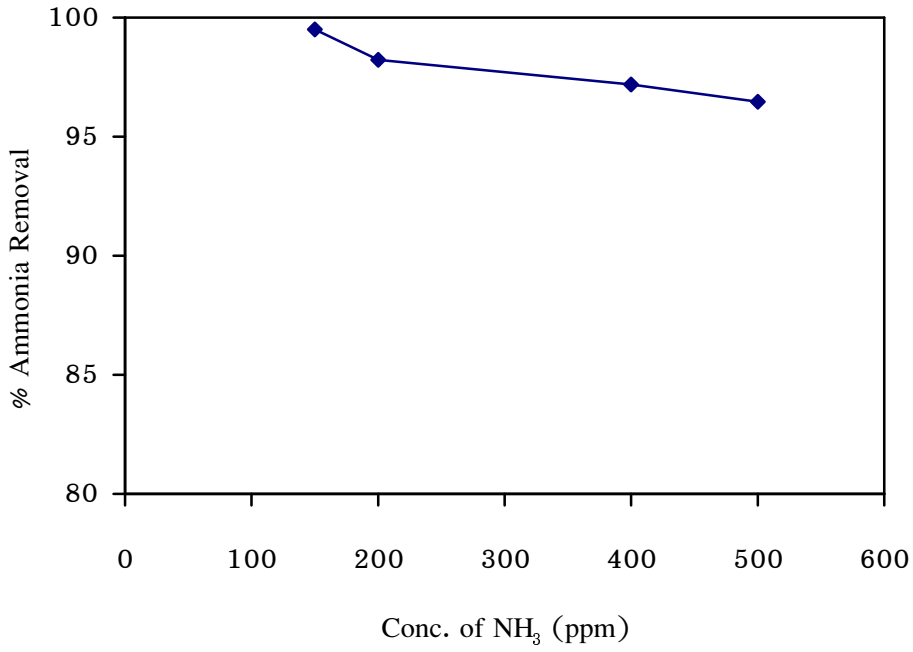
กำหนดค่าพีเอชของสารละลายกรดซัลฟูริกอยู่ในช่วง 6.5-7.0 อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 18 m^3/h และ G:L ratio เท่ากับ 45 m^3 gas/m^3 liq ให้คงที่ตลอดการทดลอง และทำการปรับปริมาณของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองก่อนบำบัดให้เปลี่ยนแปลงในช่วงความเข้มข้น 150-500 ppm ผลการทดลองแสดงดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-17 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองและเวลา



ภาพประกอบที่ 3-17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึม ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 100-500 ppm ค่าพีเอชของสารละลายกรดซัลฟูริกในช่วง 6.5-7.0 สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและสารละลายกรดซัลฟูริก 45 m^3gas/m^3 liq และเวลา

จากภาพประกอบที่ 3-17 เมื่อพิจารณาที่แต่ละค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสีย เมื่อเวลาในการบำบัดผ่านไปพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียค่อนข้างคงที่ เนื่องมาจากการควบคุมความเข้มข้นของแอมโมเนียและสารละลายกรดซัลฟูริกซึ่งมีอิทธิพลสำคัญต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เป็นผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสะเทินระหว่างแอมโมเนียและสารละลายกรดซัลฟูริกคงที่ตลอดการทดลอง

จากกราฟในภาพประกอบที่ 3-18 ซึ่งเป็นกราฟแสดงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดและความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองก่อนบำบัด พบว่ามีประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนีย 96.46-99.50% ในช่วงความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลอง 150-500 ppm และเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองเพิ่มสูงขึ้น ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียค่อนข้างคงที่ เนื่องมาจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาสะเทินขึ้นอยู่กับค่าพีเอชของสารละลายกรดซัลฟูริก และความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่มีผลมากนัก

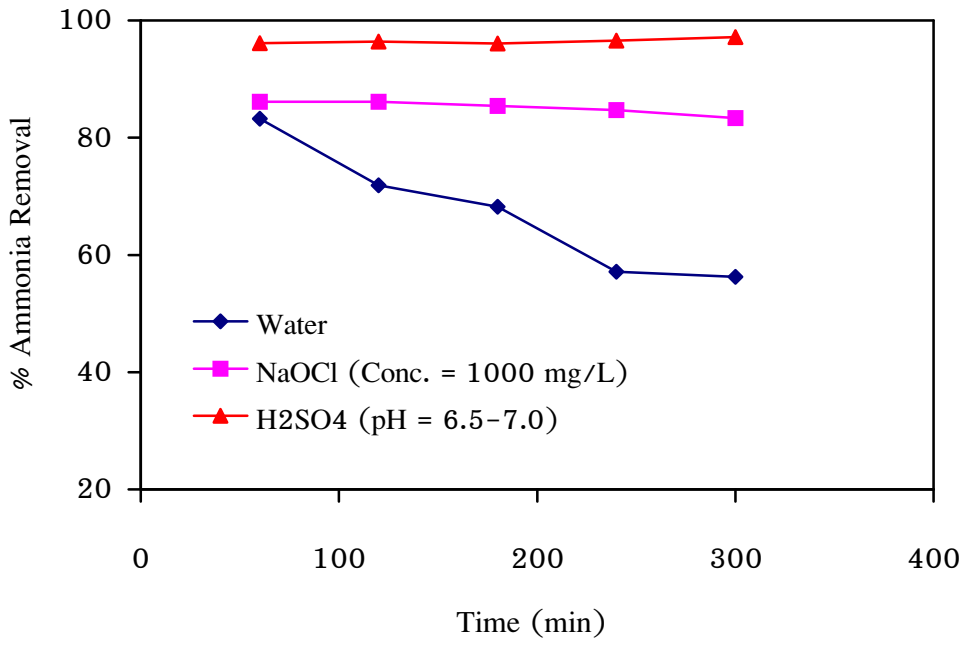


ภาพประกอบที่ 3-18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึม ค่าพีเอชของสารละลายกรดซัลฟูริกในช่วง 6.5-7.0 สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและสารละลายกรดซัลฟูริก 45 m^3gas/m^3 liq และความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 150-500 ppm

จากการทดลอง การใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึมในกระบวนการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียโดยใช้ Packed column พบว่าสารละลายกรดซัลฟูริกในช่วงค่าพีเอช 6.5-7.0 และ G:L ratio ในช่วง 35-45 m^3 gas/m^3 liq เป็นสภาวะที่บำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียได้ดีตลอดช่วงความเข้มข้นทดลอง (150-500 ppm) และให้ประสิทธิภาพการบำบัดผ่านค่ามาตรฐานการควบคุมปริมาณแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน ในกรณีที่ค่า G:L ratio ในระบบสูง จะทำให้ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศไม่ผ่านมาตรฐาน ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียของระบบได้โดยการลดค่าพีเอชของสารละลายกรดซัลฟูริก

3.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียเมื่อใช้น้ำ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) และสาระลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เป็นสารดูดซึม

ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพเมื่อใช้น้ำ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ และสารละลายกรดซัลฟูริกโดยใช้ Packed column ที่สภาวะดำเนินการเดียวกัน แสดงผลการทดลองดังกราฟในภาพประกอบที่ 3-19 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อใช้สารดูดซึมชนิดต่าง ๆ และเวลา พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์หรือการใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึม จะให้ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียดีกว่าเมื่อใช้น้ำเป็นสารดูดซึม เนื่องจากเป็นกระบวนการดูดซึมแก๊สร่วมกับปฏิกิริยาเคมี โดยเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ และเกิดปฏิกิริยาสะเทินเมื่อใช้สารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึมในระบบ และเนื่องจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวค่อนข้างคงที่ เป็นสาเหตุให้เมื่อเวลาผ่านไปประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองคงที่ ขณะที่เมื่อใช้น้ำเป็นสารดูดซึมที่สภาวะดำเนินการเดียวกัน ประสิทธิภาพในการบำบัดจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายน้ำของแอมโมเนียเป็นส่วนใหญ่ เมื่อระยะเวลาการบำบัดผ่านไป ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียเมื่อใช้น้ำจะค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากน้ำในระบบจะค่อย ๆ เจือปนด้วยแอมโมเนีย ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของแอมโมเนียจะลดลง โดยแอมโมเนียมีค่า Solubility 54 กรัม/ 100 ml น้ำ อีกทั้งแอมโมเนียที่ถูกดูดซึมเข้าสู่น้ำจะทำให้ค่าพีเอชของน้ำจะสูงขึ้นและน้ำอยู่ในสภาวะเป็นด่าง ซึ่งเป็นสภาวะที่ลดความสามารถในการละลายน้ำของแอมโมเนีย ทำให้แอมโมเนียอยู่ในรูปของเฟสแก๊สมากกว่าเฟสของเหลวและสามารถระเหยออกไปได้ดี



ภาพประกอบที่ 3-19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียจำลองโดยใช้น้ำ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ และสารละลายกรดซัลฟูริกเป็นสารดูดซึม ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศก่อนบำบัดในช่วง 500 ppm สัดส่วนของอัตราการไหลของอากาศและน้ำ 45 m^3gas/m^3 liq และเวลา