บทที่ 2

การรวบรวมเอกสารและผลงานวิจัยในอดีต

2.1 การวิจัยในกระบวนการแยกสารระเหยง่ายแบบแอร์สตริปปิงในอดีต

แอร์สตริปปิง (Air Stripping) เป็นการแยกสารระเหยง่าย โดยให้อากาศไหลสวนทางกับทิศทางการไหลของสารละลายที่มีสารระเหยอินทรีย์เจืออยู่ ระบบการแยกสารระเหยด้วยอากาศดังกล่าวได้มีการทำวิจัย มีการศึกษามาตั้งแต่ 30-40 ปีก่อน โดยดัดแปลงจากกระบวนการแยกสารแบบหอแพคที่มีการแยกสารระเหยอินทรีย์ออกจากเฟสก๊าซ โดยใช้ของเหลวอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งเข้าไปดูดซับ การเริ่มทำการศึกษานั้นได้เริ่มจากการศึกษาหาวิธีแยกสารเจือปนในน้ำดื่ม ซึ่งเห็นว่าสารเจือปนที่เกิดขึ้นนั้นจะมีผลกระทบต่อสุขภาพต่อสาธารณะชนที่บริโภคน้ำนั้น โดยนายรอบบิ้น (L.A. Robbin) ได้ประยุกต์ใช้ในการแยกสารเคมีตกค้างในน้ำเสียก่อนปล่อยลงแหล่งน้ำสาธารณะ ในเบื้องต้นได้มีการทดลองใช้กระบวนการเติมอากาศลงในระบบ (Aeration Process) ซึ่งพบว่าเป็นวิธีการที่ประหยัดแต่ก็ยังไม่ได้ผลดีนัก ต่อมาก็ได้ใช้วิธีให้น้ำเสียไหลผ่านกระบวนการดูดซับโดยผงถ่านดูดซับ (Activated Carbon) ในปี 1979 นายฮูเอล (Houel) และทีมงาน ได้นำแอร์สตริปปิงมาใช้แยกคลอโรฟอร์มออกจากน้ำ ซึ่งก็ได้ผลดีเช่นกัน ในปี 1980 โลเว (Love) ได้ประยุกต์ใช้ในการแยกไตรคลอโรเอทธิลีนออกจากน้ำดื่ม และมีตัวอย่างตลอดจนรายละเอียดการนำแอร์สตริปปิงไปประยุกต์ใช้ในการแยกสารระเหยอินทรีย์อย่างมากมาย ดังแสดงในเอกสารบทความต่าง ๆ ที่ระบุในงานวิจัยนี้ แต่เมื่อต้องการแยกสารตกค้างออกจากระบบมากกว่า 90% จึงเริ่มพัฒนากระบวนการแยกมาเป็นหอแพคที่มีการไหลสวนทางกันระหว่างของเหลวที่มีสารเจือปนกับอากาศ ซึ่งจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลงานวิจัยต่าง ๆ ได้มีการศึกษาถึงผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลของสารออกจากหอแยกดังกล่าว พบว่า ค่า K_la หรือค่าคงที่ของการถ่ายเทมวลสารรวมไม่ขึ้นกับความสูงของหอ หรือมีผลกระทบที่น้อยมาก โดยได้ทำการทดลองกับสาร หรือตัวถูกละลายที่ระเหยได้ง่าย เช่น O_2, CCl_2F_2 และ CCl_4 รวมทั้งสารที่ระเหยได้น้อย เช่น $CCl_2=CCl_2$, $CH_3Cl=CCl_2$ และ $CHCl_3$ เป็นต้น ผลของอัตราการไหลของก๊าซจากการทดลอง พบว่า ผลของการเพิ่มหรือลดอัตราการไหลของอากาศพบว่า มีผลกระทบต่ออัตราการถ่ายเทมวลอย่างเห็นได้ชัด ผลที่เห็นได้ชัดเจนมากขึ้นเมื่อความสามารถในการระเหยของมันลดลงทันทีตามอัตราการไหลของอากาศที่คงที่ ความไวของการระเหยต่ออัตราการไหลของก๊าซเพิ่มขึ้นตามลำดับดังนี้ $Ccl_4 < CCl_2=CCl_2$ และ $CH_3CCl_3 < CHCl_3$ ซึ่งลำดับนี้สอดคล้องกับค่าคงที่ของเฮนรี่พอดี ผลของอัตราการไหลของของเหลว

พบว่า มีความสัมพันธ์กันแบบผกผันพบว่า สำหรับสาร $CHCl_3$ และสวรอื่น ๆ ในข้างต้น ยิ่งอัตราการไหลของของเหลวสูงขึ้นจะทำให้ค่าการถ่ายเทมวลสารลดลง หรือสาร (ตัวถูกละลาย) จะระเหยได้น้อยลง[13] ผลของอัตราส่วนอัตราการไหลของอากาศต่ออัตราการป้อนน้ำ (G/L) พบว่า ยิ่งค่า G/L มีค่าสูง ก็จะทำให้ตัวถูกละลายสามารถถูกดึงออก หรือระเหยออกได้ง่ายขึ้น[14-16] ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ยังไม่พบว่ามีการศึกษาถึงผลกระทบต่อการถ่ายเทมวลสารในหอแยกสารด้วยแอร์สตริปปิง

ถึงแม้ว่าจะมีเอกสารทางการศึกษาเกี่ยวกับหอแพคแบบเติมอากาศ (Packed Tower Aeration) ปรากฏอยู่ในเอกสารทางวิชาการทางวิศวกรรมเคมีอยู่หลายฉบับที่พยายามแยกเอาสารอินทรีย์ออกจากน้ำ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมน้ำดื่ม อย่างไรก็ตามก็มีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจังเกี่ยวกับกระบวนการแยกสารอินทรีย์ระเหยง่ายด้วยอากาศ (Air Stripping Process) และยังมีกรณีศึกษาต่าง ๆ มากมายที่พูดถึงการแยกสารระเหยอินทรีย์ในหอแพค

2.2 บทความ เอกสาร หนังสือที่กล่าวถึงทฤษฎี โครงสร้าง การออกแบบ และหลักการทั่ว ๆ ไป สำหรับกระบวนการถ่ายโอนมวลสารแบบหอแพค

1. Eckert, J. S., "Design Techniques for Sizing Packed Towers." Chem. Eng. Prog., 57, 54 (1961).
2. Eckert, J. S., "Selecting the Proper Installation Column Packing." Chem. Eng. Prog., 66, 3, 39 (1970).
3. Thibodeaux, L. J., et al., "Mass Transfer Units in Single and Multiple-Stage Packed Bed. Cross-Flow Devices." Ind. Eng. Chem., Process Design Division, 16, 325 (1977).
4. Schwertzer, P. A. (Ed.), "Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers." McGraw-Hill Book Company, New York (1979).
5. Trulsson, S. G., "Design of Adsorption/Desorption Tower-Mass Transfer and Pressure Drop Data for Plastic Packings." Dissertation, Dept. Chem. Eng., Lund Institute of Technology, Lund, Sweden (1979).
6. Rose, H. E., and R. H. Young, Proc. Inst. Mech. Eng., 1B(1952) 114.

บทความ เอกสาร หนังสือ ที่กล่าวถึงทฤษฎีการออกแบบเฉพาะหอแยกด้วยอากาศ (Air-Stripping)

1. McCarty, P. L., et al., "Volatile Organic Contaminants Removal by Air Stripping.," AWWA Seminars Proc., Controlling Organics in Drinking Water, San Francisco (June 1979).
2. Singley, J. E., et al., "Trace Organics Removal by Air Stripping of Chloroform form Water." J. Environ. Eng. Div., Proc, Am. Soc. Civ. Eng., 105(EE4), 777 (1980).
3. Munford, R. L., and Schnoor, J. L., "Air Stripping of Volatile Organicn in Water." Paper presented at AWWA Conference, Miami, Fla. (May. 1982).
4. Commins, M. D., and Westrick, J. J., "Packed Column Air Stripping for Removal of Volatile Compounds." Paper presented at the Conference on Environmental Engineering, ASCE, Minneapolis, Minn. (July 1982).
5. Matter-Muller, C., Gujer, W., and Giger, W., "Transfer of Volatile Substances from Water to the Atmosphere." Water Res., 15, 1271 (1981).
6. L. A. Robbin, The Dow Chemical Company, Method of Removing Contaminants from Water, U. S. Patent 4, 236, 973.

2.3 เอกสาร บทความ เฉพาะเรื่องเกี่ยวกับการนำแอร์สตริปปิงไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ

1. Houel., N., et al., "Air Stripping of Chloroform from Water." J. Environ. Environ. Eng. Div., Proc. Am. Sco. Civ, Eng., 105(EE4) 777 (1979).
2. Kavanaugh, M. C., and Trussell, R. R., "Design of Aeration Towers to Strip Volatile Contaminants for Drinking Water.", J. Am. Water Works Assoc. 72, 684 (1980).
3. Symons, J. M. et al., "Treatment Techniques for controlling Triholo-methanes in Drinking Water." U.S.EPA Drinking Water Research Devision Cincinnati, Ohio (Sept. 1981).
4. Feig, W. A. and Ruggiero, D., "Removal of Organic Contaminants from Drinking Water Supply at Glen Cove, N. Y.", U.S.EPA, Municipal Environmental Research Laboratory, Cincinnati, Ohio (Sept. 1982).
5. Dyksen, J. E., and Hess, A. F., "Alternatives for Controlling Organics in Groundwater Supplies.", J. Am. Water Works Assoc., 74, 394 (1982).
6. Mackay, D., and Wolkoff, A. W., "Rate of Evaporation of Low Solubility Contaminants from Water Bodies to Atmosphere." Environ. Sci, Techno., 7, 611 (1973).
7. Mackay, D., and Leinon, P. J., "Rate of Evaporation of Low-Solubility Contaminants from Water Bodies to Atmosphere." Environ. Sci. Technol., 9, 1178 (1975).
8. Dilling, W. L., "Interphase Transfer Proesses II. Evaporation Rates of Chlorometnanes, Ethanes, Ethylenes, Propanes, and Propylenes from Dilute Aqueous Solutions. Comparisons with Theoretical Predictions." Environ. Sci. Technol., 4, 405 (1977).