บทที่ 3

การดูดซับบนระบบเบดเคลื่อนที่จำลอง

การเคลื่อนที่ของตัวดูดซับซึ่งเป็นของแข็งในระบบเบดเคลื่อนที่สวนทางจริง นอกจากจะทำให้หอดูดซับมีความซับซ้อนมากขึ้นแล้ว การเคลื่อนที่ของตัวดูดซับยังทำให้ตัวดูดซับเกิดการชนหรือขัดสีกันทำให้เกิดการแตกหักได้ง่าย นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ไหลเวียนตัวดูดซับอาจเกิดการอุดตันได้ด้วย สำหรับหอดูดซับที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่ การกระจายตัวดูดซับให้สม่ำเสมอตลอดทั้งหน้าตัดทำได้ยาก ทำให้สมรรถนะในการแยกของระบบลดลง ดังนั้นสำหรับการแยกสารในระดับอุตสาหกรรมซึ่งต้องใช้หอดูดซับขนาดใหญ่ ระบบเบดเคลื่อนที่สวนทางจริงจึงไม่คุ้มในเชิงพาณิชย์ แนวทางการหลีกเลี่ยงปัญหาข้างต้น คือ การใช้ระบบเบดเคลื่อนที่จำลอง ซึ่งถูกนำเสนอโดยบริษัท UOP ซึ่งมีรายละเอียดของระบบดังที่กล่าวไว้ในบทนำ

3.1 ความสัมพันธ์ของระบบเบดเคลื่อนที่จำลองกับระบบเบดเคลื่อนที่สวนทางจริง

หลักการของการดูดซับบนระบบเบดเคลื่อนที่จำลองและการดูดซับบนระบบไหลสวนทางจริงจะเหมือนกัน ถ้าหากระบบทั้งสองมีสภาวะดำเนินการที่สอดคล้องกันตามกฎในตารางที่ 3.1 (Ruthven, 1989) แล้วสมรรถนะของระบบทั้งสองจะใกล้เคียงกันมาก ซึ่งตารางที่ 3.1 จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่างๆของระบบ SMB กับ ระบบ TMB ความสัมพันธ์จากตาราง 3.1 จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อค่า Q_j/S เป็นค่าคงที่ จากความสัมพันธ์ในตารางที่ 3.1 อัตราการไหลเข้าออกของของไหลจากระบบ SMB และระบบ TMB จะมีค่าเท่ากัน แต่อัตราการไหลภายในแต่ละโซนของระบบ

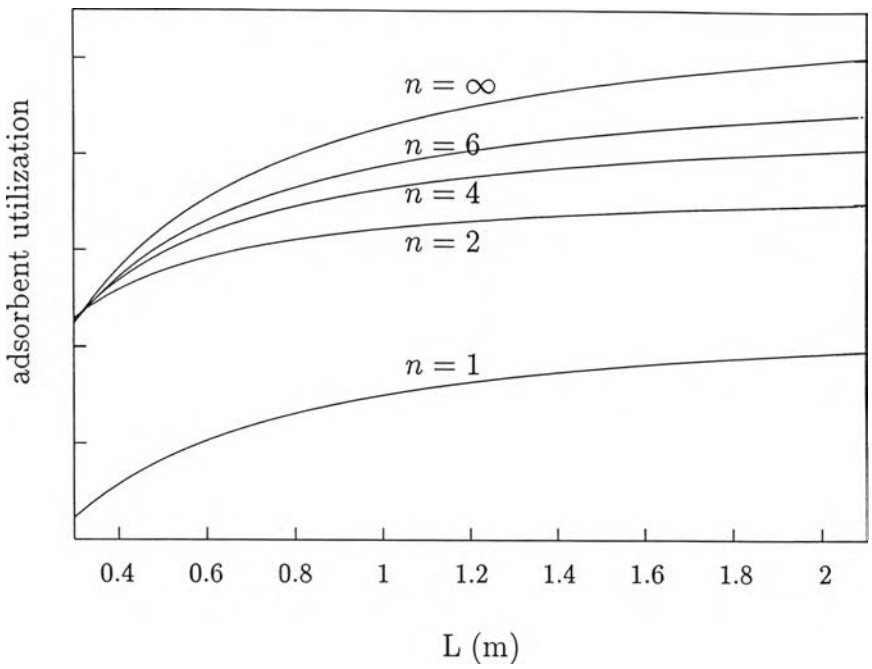
ตารางที่ 3.1: ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบ SMB ระบบ TMB

พารามิเตอร์	TMB	SMB
สภาวะการดำเนินการ	สภาวะคงตัว	สภาวะคงตัวแบบเป็นคาบ
อัตราการไหลของของแข็ง	S	$\tau_p = \frac{(1-\epsilon)V_{column}}{S}$
อัตราการไหลของของไหลในแต่ละโซน	Q_j^{TMB} , $j = 1...4$	$Q_j^{SMB} = Q_j^{TMB} + \frac{\epsilon}{1-\epsilon}S$
อัตราการไหลของตัวคายการดูดซับ	Q^D	Q^D
อัตราการไหลของสารป้อน	Q^F	Q^F
อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ราฟฟิเนท	Q^R	Q^R
อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์เอ็กซ์แทรก	Q^E	Q^E

SMB จะมีค่าสูงกว่าระบบ TMB ส่วนอัตราการไหลของของแข็งในระบบ SMB อาศัยการเลื่อนจุดป้อนสารเข้าและดึงสารออกเป็นคาบๆ ซึ่งทำให้ระบบ SMB ไม่ได้มีการดำเนินการที่สภาวะคงตัวจริงๆ ทำให้ลักษณะการกระจายตัวของความเข้มข้นที่เกิดขึ้น จะเป็นแบบคงตัวเป็นคาบๆ นั่นคือมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลา แต่ถ้าพิจารณา ณ เวลาเดียวกันของคาบ 2 คาบถัดกันจะต้องมีค่าที่เท่ากัน ลักษณะการกระจายตัวของความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดทั้งคาบของระบบ SMB จึงจะมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าลักษณะการกระจายตัวของความเข้มข้นของระบบ TMB

3.2 การแบ่งเบดออกเป็นส่วนย่อย

ถ้าการดูดซับเป็นแบบอุดมคติ (ไม่มีความต้านทานการถ่ายโอนมวล และแพร่ในแนวแกน) ลักษณะการดำเนินการที่ใช้จะไม่มีผลต่อสัดส่วนการใช้งานจริงของตัวดูดซับในระบบ นั่นหมายความว่าสมรรถนะในการแยกของระบบ TMB และระบบ SMB จะเท่ากัน แต่ถ้าหากการดูดซับมีอิทธิพลของความต้านทานการถ่ายโอนมวล และการแพร่ในแนวแกนเข้ามาเกี่ยวข้อง ลักษณะการดำเนินการที่ใช้จะมีผลต่อสัดส่วนการใช้งานจริงของตัวดูดซับในระบบ จากงานวิจัยของ Liapis (Liapis, 1979) ในรูปที่ 3.1 สมรรถนะของระบบไหลสวนทางเป็นคาบ (Periodic countercurrent) จะใช้เคียงกับระบบที่มีการไหลสวนทางจริงมากขึ้นเมื่อจำนวนคอลัมน์ที่ใช้มีค่ามากขึ้น และที่ความยาวของคอลัมน์มีค่าน้อยๆ สมรรถนะของระบบไหลสวนทางเป็นคาบจะใกล้เคียงกับระบบไหลสวนทางจริงมากกว่าที่ความยาวคอลัมน์มากๆ แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเพิ่มของสมรรถนะที่สูงขึ้นของระบบไหลสวนทางเป็นคาบ จะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อจำนวนคอลัมน์มากขึ้น และเมื่อ



รูปที่ 3.1: ผลของความยาวของหอดูดซับและจำนวนคอลัมน์ย่อย n คอลัมน์ ต่อสัดส่วนการใช้งานตัวดูดซับ(1 แทนระบบเบดนิ่ง (n = 1), ∞ แทนระบบไหลสวนทางจริง)

เปรียบเทียบที่จำนวนคอลัมน์เท่ากันสมรรถนะของระบบที่คอลัมน์สั้น จะมีสมรรถนะต่ำกว่าระบบยาวคอลัมน์ สำหรับระบบ SMB งานวิจัยของ Hidajat (Hidajat et. al. ,1986) ก็ได้ผล เช่นเดียวกัน คือ ลักษณะการกระจายความเข้มข้นเฉลี่ยของระบบ SMB จะใกล้เคียงกับระบบ TMB มากขึ้น เมื่อจำนวนคอลัมน์ที่ใช้ในแต่ละโซนมีมากขึ้น และจำนวนคอลัมน์ที่ใช้แค่ 4 คอลัมน์ต่อโซนก็เพียงพอที่จะทำให้ระบบ SMB มีค่าใกล้เคียงกับระบบ TMB