บทที่ 4
ระบบการทดลองและวิธีปฏิบัติการ

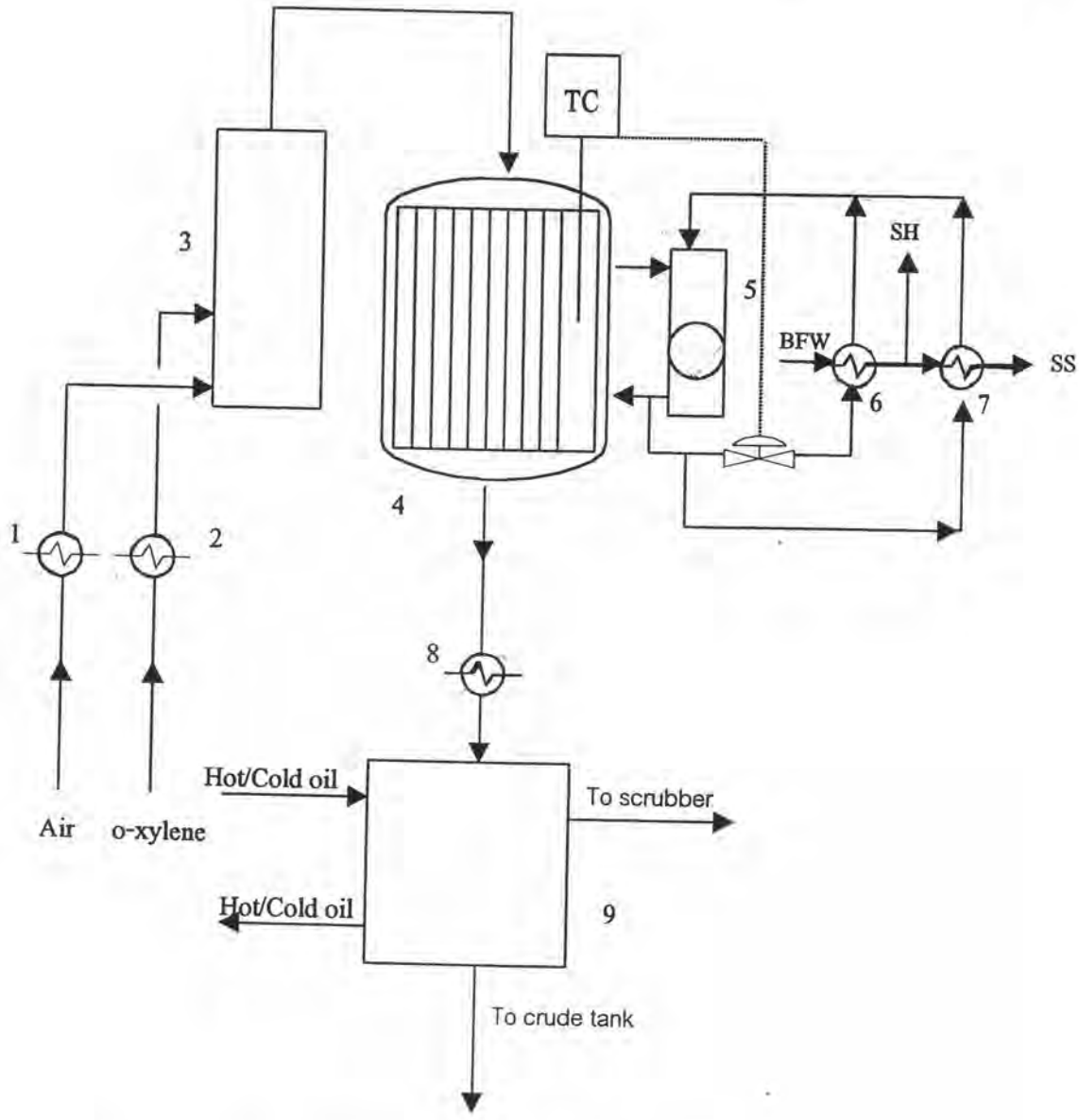
ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเครื่องปฏิกรณ์และวิธีปฏิบัติการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์และคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยานั้นเสนออยู่ในหัวข้อที่ 4.1 ส่วนในหัวข้อที่ 4.2 กล่าวถึงสภาวะปฏิบัติการของเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ในหัวข้อที่ 4.3 กล่าวถึงความสำคัญของอุณหภูมิเกลือหลอมเหลวที่ใช้ในการปฏิบัติการ ส่วนระบบการวัดอุณหภูมิและการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันนั้นจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ ในหัวข้อที่ 4.6 แสดงตัวอย่างของรูปแบบอุณหภูมิในแนวแกนที่ได้จากการวัดค่าของเทอร์โมคัปเปิล

4.1 เครื่องปฏิกรณ์และวิธีปฏิบัติการ

แผนภาพสังเขปของเครื่องปฏิกรณ์และกระบวนการสำหรับการปฏิบัติการของปฏิกิริยาออกซิเดชันบางส่วนแสดงในรูปที่ 4.1 ส่วนรายละเอียดของเครื่องปฏิกรณ์และคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาแสดงในตารางที่ 4.1

4.1.1เครื่องปฏิกรณ์

เครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาออกซิเดชันของ o-xylene ในการผลิต phthalic anhydride ซึ่งใช้ในงานวิจัยนี้นั้น เป็นเครื่องปฏิกรณ์ชนิดหลายท่อ ซึ่งมีจำนวนท่อทั้งหมด 9000 ท่อ แต่ละท่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 25 มม. มีความหนา 2.5 มม. และความยาวของท่อ 3.2 ม. ภายในเครื่องปฏิกรณ์จะถูกบรรจุด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา ชนิด V_2O_5/TiO_2 (anatase) ที่มีรูปทรงวงแหวน โดยมีขนาด 6×8×4.5 มม. และมีความสูงของชั้นเบด 2.75 ม. สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดนี้ผลิตโดยบริษัทในประเทศเยอรมัน โดยมีชื่อเรียกว่า O4-28 ประกอบไปด้วย carrier ที่เป็นสารเฉื่อย รูปทรงวงแหวน และถูกเคลือบผิวเป็นแบบชั้นบางด้วย V_2O_5และTiO_2 (anatase) โดยไม่ได้ระบุสัดส่วนไว้ซึ่งเป็นส่วนที่ว่องไวในการทำปฏิกิริยา สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด O4-28 ที่บรรจุอยู่ในท่อธรรมดาของเครื่องปฏิกรณ์นั้นแบ่งเป็นสองชั้นเบดโดยมีลักษณะการบรรจุดังนี้คือมีการติดตั้งตัวรับตัวเร่งปฏิกิริยาที่ความสูง 10 ซม.จากด้านล่างของเครื่องปฏิกรณ์ แล้วชั้นเบดที่สองจะบรรจุด้วยตัวเร่ง-



1 - Air Preheater : 2 - o-xylene Preheater : 3 - Evaporator :

4 - Reactor : 5 - Salt Bath Pump : 6 - Steam Generator:

7 - Steam Superheater : 8 - Gas Cooler: 9 -Switch Condenser:

BFW – Boiler Feed Water: SH- High Pressure Steam: SS – Superheated Steam:

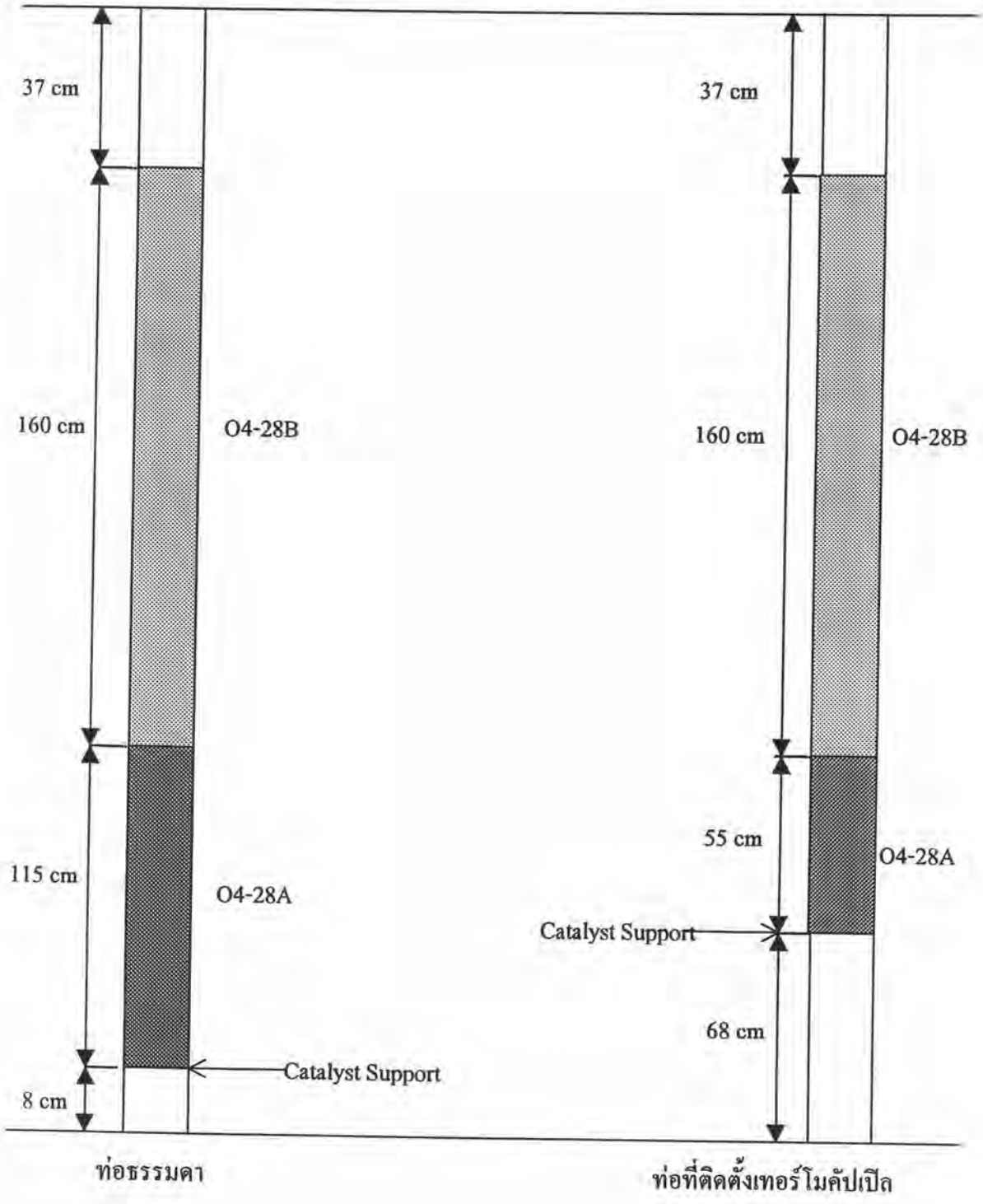
รูปที่ 4.1 แผนผังการปฏิบัติการของปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาชนิด O4-28A มีความสูงของชั้นเบด 1.15 ม. ส่วนชั้นเบดแรกบรรจุด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด O4-28B มีความสูง 1.6 ม. สำหรับท่อที่ใช้ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดอุณหภูมิของตัวเร่งปฏิกริยานั้น จะบรรจุด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีขนาดเดียวกันกับที่ใช้ในท่อธรรมดา แต่ความสูงของชั้นเบดต่างกันคือจะมีการติดตั้งตัวรับตัวเร่งปฏิกิริยาที่ระดับความสูง 68 ซม.จากด้านล่างของเครื่องปฏิกรณ์แล้วบรรจุตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด O4-28A ในชั้นเบดที่สอง มีความสูงของชั้นเบด 55 ซม. จากนั้นจึงบรรจุตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด O4-28Bในชั้นเบดแรก มีความสูงของชั้นเบด 160 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งสองชนิดนี้จะมีค่าความว่องไวในการทำปฏิกิริยาต่างกัน โดยที่ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด O4-28A จะมีค่าความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด O4-28B

ในแต่ละท่อของเครื่องปฏิกรณ์นั้นจะถูกล้อมรอบด้วยเกลือหลอมเหลวของ KNO_3 และ $NaNO_2$ ในอัตราส่วน 59:41 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการระบายความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเพื่อรักษาให้อุณหภูมิของท่อเท่ากันทุกท่อ สำหรับความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยานั้นจะถูกระบายโดยถูกถ่ายไปยังเกลือหลอมเหลวที่มีการหมุนวนอยู่รอบๆท่อของเครื่องปฏิกรณ์โดยใช้ปั๊มในการหมุนวน โดยเมื่อเกลือหลอมเหลวดูดซับความร้อนมาแล้วจะถูกส่งผ่านไปยังตัวหล่อเย็นเกลือ (salt bath cooler) ซึ่งจะทำให้น้ำในตัวหล่อเย็นเกลือกลายเป็นไอน้ำอิ่มตัวความดันสูง นอกจากนั้นแล้วเกลือหลอมเหลวยังถูกหล่อเย็นโดยการไปให้ความร้อนแก่ไอน้ำอิ่มตัวความดันสูงเป็นไอน้ำร้อนยิ่งยวด ที่ตัวอุ่นไอน้ำร้อนยิ่งยวด (steam superheater)

4.1.2 วิธีการปฏิบัติการ

อากาศที่ใช้สำหรับปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะถูกดูดโดยเครื่องดูดอากาศผ่านเครื่องกรองอากาศก่อน เพื่อดักจับฝุ่นละอองที่ปนเปื้อนอยู่เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นเหล่านี้ไปเปื้อนตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นจะถูกให้ความร้อนที่เครื่องอุ่นอากาศ (air preheater) โดยอุณหภูมิของอากาศร้อนประมาณ 160-165 °C ส่วน o-xylene จะถูกสูบโดยเครื่องสูบ จากถังเก็บ ผ่านเครื่องอุ่น o-xylene (o-xylene preheater) โดยมีอุณหภูมิของ o-xylene ร้อน ประมาณ 160 °C จากนั้น o-xylene ร้อนถูกส่งผ่านหัวฉีด ที่เครื่องระเหย (evaporator) เพื่อผสมกับอากาศร้อนเป็นไอผสมของ o-xylene กับ อากาศร้อน ซึ่งจะถูกป้อนเข้าทางด้านบนของเครื่องปฏิกรณ์ ที่อุณหภูมิประมาณ 150 °C และเมื่อไอผสมของ o-xylene ร้อนกับอากาศร้อนผ่านเข้าไปในท่อทำให้ อุณหภูมิของไอผสมภายในท่อจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากความร้อนที่ได้รับจากเกลือหลอมเหลวที่อยู่ภายในเครื่องปฏิกรณ์ โดยที่อุณหภูมิของไอผสมที่สามารถวัดได้ประมาณ 340 °C ที่บริเวณชั้นบนสุดของชั้นเบด



รูปที่ 4.2 แสดงการบรรจุตัวเร่งปฏิกิริยาในท่อธรรมดาและท่อที่ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล

หลังจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันบางส่วนบนชั้นเบดของตัวเร่งปฏิกิริยาแล้ว ก๊าซจะออกจากเครื่องปฏิกรณ์ทางด้านล่างผ่านไปยังตัวหล่อเย็นก๊าซเพื่อลดอุณหภูมิของก๊าซจากอุณหภูมิประมาณ 350 - 380 °C เป็น 165 °C

ก๊าซที่ผ่านการลดอุณหภูมิแล้วถูกส่งไปยังชุดของ switch condenser ซึ่งจะทำงานสลับกันระหว่าง การรับผลิตภัณฑ์ และการหลอมผลิตภัณฑ์ ภายในของ switch condenser จะประกอบไปด้วยกลุ่มของท่อแบบครีบและมีน้ำมันเย็นอุณหภูมิประมาณ 50-55 °C หมุนเวียนอยู่ในท่อ ดังนั้นเมื่อก๊าซถูกลดอุณหภูมิลง phthalic anhydride และ สารปนอื่นๆจะแข็งตัวเกาะที่ผิวภายนอกของท่อแบบครีบ ส่วนก๊าซที่ไม่แข็งตัวจะออกจาก switch condenser ที่อุณหภูมิประมาณ 65-70 °C นั้นเป็นสารปนเปื้อนที่มีจุดเยือกแข็งต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำมันเย็น ซึ่งจะถูกส่งไปบำบัดที่หน่วยดูดซับก๊าซเสีย

เมื่อ switch condenser มีการรับก๊าซเพียงพอแล้ว มันจะถูกปิดตัวลงและน้ำมันร้อนอุณหภูมิประมาณ 180-190 °C จะถูกหมุนเวียนในท่อแทนน้ำมันเย็นเพื่อทำการหลอมผลิตภัณฑ์ ลงไปเก็บยังถังเก็บ เพื่อรอผ่านกระบวนการบำบัดทางกายภาพต่อไป

4.2 สภาวะปฏิบัติการ

เครื่องปฏิกรณ์จะปฏิบัติการที่อุณหภูมิของเกลือหลอมเหลว ประมาณ 350-380 °C และความเข้มข้นของ o-xylene ในเฟสของก๊าซที่ป้อนเข้า ประมาณ 60-65 g/Nm^3 ในสภาวะการปฏิบัติการดังกล่าว นั้นจะทำให้อุณหภูมิที่จุดร้อนจัดอยู่ในช่วงประมาณ 405-410 °C จากผลการจำลองพบว่าอุณหภูมิที่จุดร้อนจัดจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและตำแหน่งเมื่อมีการเปลี่ยนอุณหภูมิของเกลือหลอมเหลวในเครื่องปฏิกรณ์เพียงเล็กน้อย ซึ่งในรายงานของ Lopez-Izunza (1983) [ในงานวิจัย Mongkhonsi(1990)] ได้รายงานว่า การเพิ่มอุณหภูมิของเกลือหลอมเหลวในเครื่องปฏิกรณ์นั้นก็เพื่อชดเชยค่าความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เสียไป สำหรับผลการทดลองที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการจำลองนั้น ได้มาจากสภาวะการปฏิบัติการดังต่อไปนี้

อัตราการไหลของอากาศ	3.75	Nm^3/hr tube
อัตราการไหลของ o-xylene	65.0	g/Nm^3
อุณหภูมิเกลือหลอมเหลว	354	°C
ความดันทางเข้า	0.35	atm
อุณหภูมิของก๊าซขาเข้า	340	°C

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของเครื่องปฏิกรณ์และคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

- ลักษณะทางเรขาคณิตของเครื่องปฏิกรณ์

จำนวนท่อของเครื่องปฏิกรณ์	9000	ท่อ
ความยาวท่อทั้งหมด	3200	มม.
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน	25	มม.
ความหนาของผนังท่อ	2.5	มม.
ความสูงของชั้นเบด	2750	มม.
ค่า void fraction ของชั้นเบด	0.5	
ความหนาแน่นของ bulk ในชั้นเบด	880	kg/m^3

- คุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

ขนาดของตัวเร่งปฏิกิริยา	6×8×4.5 มม.	
เส้นผ่าศูนย์กลางเทียบเท่า	8	มม.
ความหนาแน่นของ ตัวเร่งปฏิกิริยา(โดยประมาณ)	1000	kg/m^3

4.3 อุณหภูมิเกลือหลอมเหลว

การเลือกอุณหภูมิเกลือหลอมเหลวในเครื่องปฏิกรณ์สำหรับการปฏิบัติการนั้นเป็นตัวแปรหลักในการหาคุณภาพและสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นอุณหภูมิของเกลือหลอมเหลวควรจะถูกตั้งไว้ที่ค่าเหมาะสมซึ่งเป็นค่าที่แน่ใจได้ว่ามีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่รุนแรงเกินไปขึ้นน้อยที่สุด และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีค่าคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

โดยทั่วไปแล้วสภาวะต่างๆที่ถูกเลือกใช้ในการปฏิบัติการที่เหมาะสมแล้วนั้น จะทำให้ความเข้มข้นของ phthalide ในผลิตภัณฑ์ของก๊าซที่ทางออกของเครื่องปฏิกรณ์ อยู่ในช่วง 0.1-0.2 % ถ้าความเข้มข้นของ phthalide มากกว่า 0.2 % นั้นจะทำให้ยากในการกำจัดออกในขั้นตอนของการกลั่น

ค่าอุณหภูมิของเกลือหลอมเหลวที่เหมาะสมสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นั้นสามารถหาได้หลังจากเครื่องปฏิกรณ์ได้ถูกเริ่มปฏิบัติการ โดยได้จากข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์

ที่ต้องการ, คุณภาพของวัตถุดิบ, และคุณภาพของ phtalic anhydride ดิบ สำหรับค่าอุณหภูมิของเกลือหลอมเหลวที่แท้จริงนั้นไม่สามารถคำนวณได้ล่วงหน้า เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนของค่าอุณหภูมิที่แท้จริงและค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์

การลดความรุนแรงของสภาวะในการเกิดปฏิกิริยา โดยเฉพาะการลดต่ำลงของอุณหภูมิเกลือหลอมเหลว จะมีผลกระทบต่อคุณภาพของ phtalic anhydride ดิบ ซึ่งทำให้ความบริสุทธิ์ลดลง นอกจากนี้แล้วยังทำให้ค่าของอุณหภูมิที่จุดร้อนจัดลดลง และ ทำให้ตำแหน่งที่เกิดอุณหภูมิที่จุดร้อนจัดนั้นกระจายกว้างขึ้น ตามแนวความยาวท่อของเครื่องปฏิกรณ์

การหยุดปฏิบัติการของเครื่องปฏิกรณ์นั้นควรจะเป็นนานๆครั้งเท่าที่เป็นไปได้หรือหยุดเมื่อจำเป็นเท่านั้น เนื่องจากจะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิเกลือหลอมเหลวเป็นอย่างมากซึ่งจะมีผลต่อโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยา โดยทำให้มีการเปลี่ยนขนาดของรูพรุนและการกระจายในตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นการเปลี่ยนของพื้นที่ผิวที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา ทำให้ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้และค่าของคุณภาพลดลง ช่วงเวลาที่มากเกินไปในการทำให้อุณหภูมิของเกลือหลอมเหลวกลับมาที่ค่าสภาวะปฏิบัติการนั้นจะความเสียหายแก่ตัวเร่งปฏิกิริยาและทำให้อายุของมันสั้นลง

4.4 ระบบการวัดอุณหภูมิในเครื่องปฏิกรณ์

การวัดอุณหภูมิของตัวเร่งปฏิกิริยาภายในเครื่องปฏิกรณ์นั้น จะมีท่อที่ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลชนิด J (iron-constantan) ทั้งหมด 6 ท่อ สำหรับเทอร์โมคัปเปิล ที่ใช้วัดมีอยู่สองชนิดด้วยกัน คือ แบบสิบจุด ซึ่งจะมีจุดวัดอุณหภูมิที่มีระยะห่างกัน 10 ซม. และแบบจุดเดียว โดยที่ เทอร์โมคัปเปิลแบบสิบจุดจะใช้วัดสามท่อ โดยมีสองท่อที่จะเริ่มวัดที่ความลึกของชั้นเบด 40 ซม.จากด้านบนของเครื่องปฏิกรณ์ซึ่งเป็นการวัดอุณหภูมิในชั้นเบดแรก ส่วนอีกหนึ่งท่อจะเริ่มวัดที่ความลึกของชั้นเบด 110 ซม. ซึ่งเป็นการวัดอุณหภูมิในชั้นเบดที่สอง ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ส่วนเทอร์โมคัปเปิลแบบจุดเดียวที่ใช้วัดมีอยู่สามท่อ โดยมีหนึ่งท่อที่ใช้วัดอุณหภูมิที่ผิวด้านบนของชั้นเบด ส่วนอีกสองท่อจะวัดที่ความลึกของชั้นเบด 50 ซม. สำหรับเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้วัดในเครื่องปฏิกรณ์นั้นมีการใช้งานมาตั้งแต่ เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2536

เนื่องจากในชั้นเบดแรกนั้นมีเทอร์โมคัปเปิลชนิดสิบจุดที่ใช้วัดอุณหภูมิของตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่สองท่อด้วยกัน ดังนั้นอุณหภูมิที่นำมาเป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบนั้นจะเป็นค่าเฉลี่ยของทั้งสองท่อ

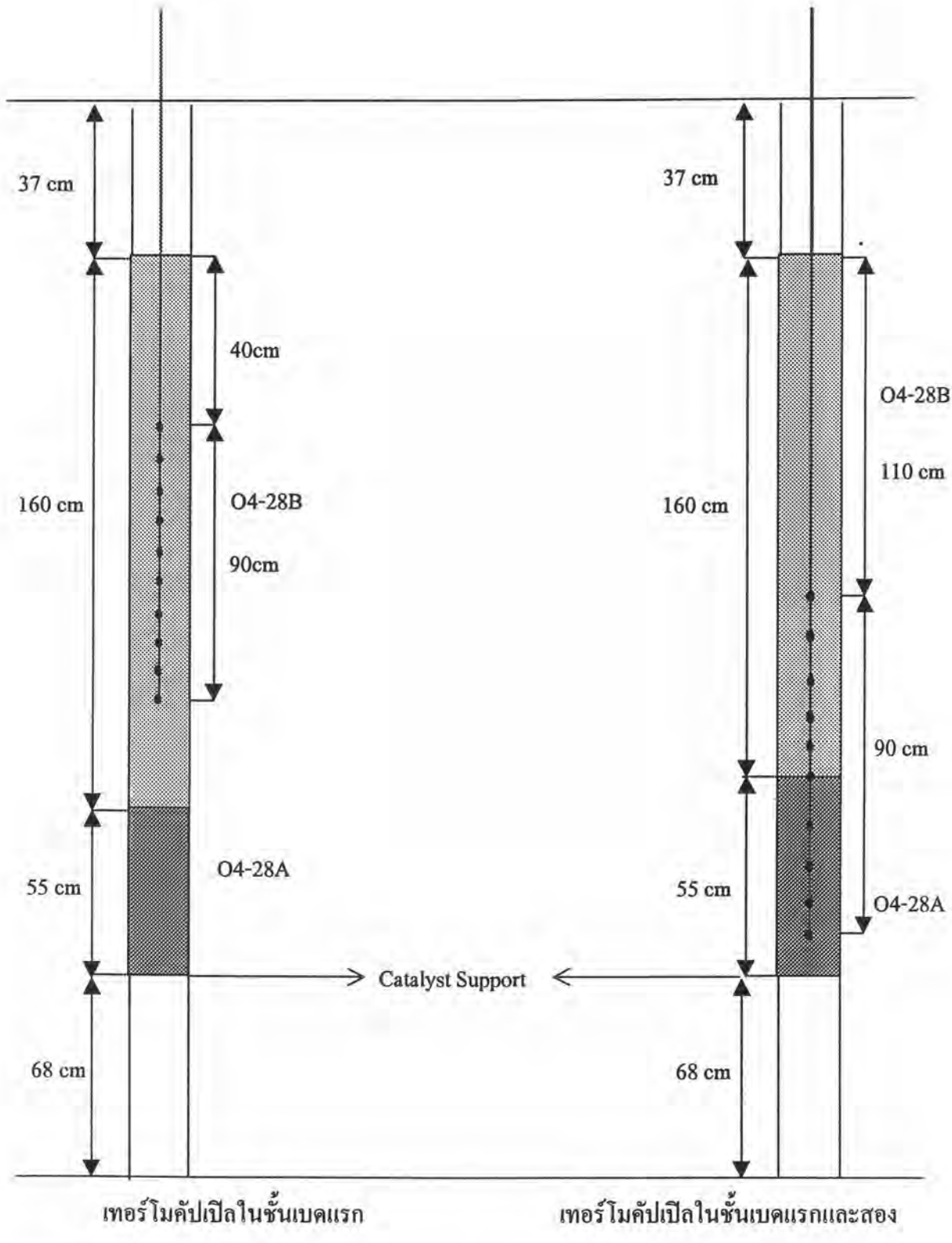
4.5 การวิเคราะห์คุณภาพของตัวอย่างผลิตภัณฑ์

การเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์จากส่วนปฏิบัติการปฏิกิริยาออกซิเดชันนั้น มีสองตัวอย่างคือ 1) ตัวอย่างก๊าซที่ทางออกเครื่องปฏิกรณ์ และ 2)ตัวอย่างของ phthalic anhydride ดิบ ที่ถังเก็บ phthalic anhydride ดิบ

สำหรับการเก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณภาพนั้นจะใช้ท่อแก้วรูปทรง "ตัวยู" ต่อเข้ากับจุดเก็บตัวอย่างที่ทางออกของเครื่องปฏิกรณ์ สำหรับท่อแก้วรูปทรง"ตัวยู"ที่ใช้เก็บตัวอย่างนั้นภายในท่อครึ่งหนึ่งจะถูกบรรจุไว้ด้วยลูกแก้วรูปทรงวงแหวนที่ถูกทำให้เปียกโดยการเติมอะซีโตนประมาณ50 มล.เพื่อใช้ละลาย phthalic anhydride โดยในขณะเก็บตัวอย่างนั้นท่อแก้วรูปทรง " ตัวยู " จะถูกจุ่มอยู่ในอ่างของน้ำแข็งแห้งและ/หรือ อะซีโตนเพื่อทำการหล่อเย็น เมื่อได้ปริมาณตัวอย่างของ phthalic anhydride เพียงพอแล้วจึงเขย่าท่อแก้วเพื่อให้อะซีโตนละลาย phthalic anhydride ให้หมด จากนั้นจึงนำสารละลายของ phthalic anhydride ไปวิเคราะห์หาคุณภาพในเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟีในขั้นตอนต่อไป

ส่วนการเก็บตัวอย่างของ phthalic anhydride ดิบ ที่ถังเก็บ phthalic anhydride นั้นจะใช้กระดาษฟอยล์ที่ถูกบรรจุอยู่ในถ้วยสำหรับเก็บตัวอย่าง โดยในระหว่างที่เก็บตัวอย่างต้องมีการระมัดระวังไม่ให้ตัวอย่างถูกปนเปื้อนจากของเหลวอื่นๆ โดยตัวอย่างจะแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง เมื่อจะนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟีนั้นต้องนำมาละลายด้วยอะซีโตนก่อน

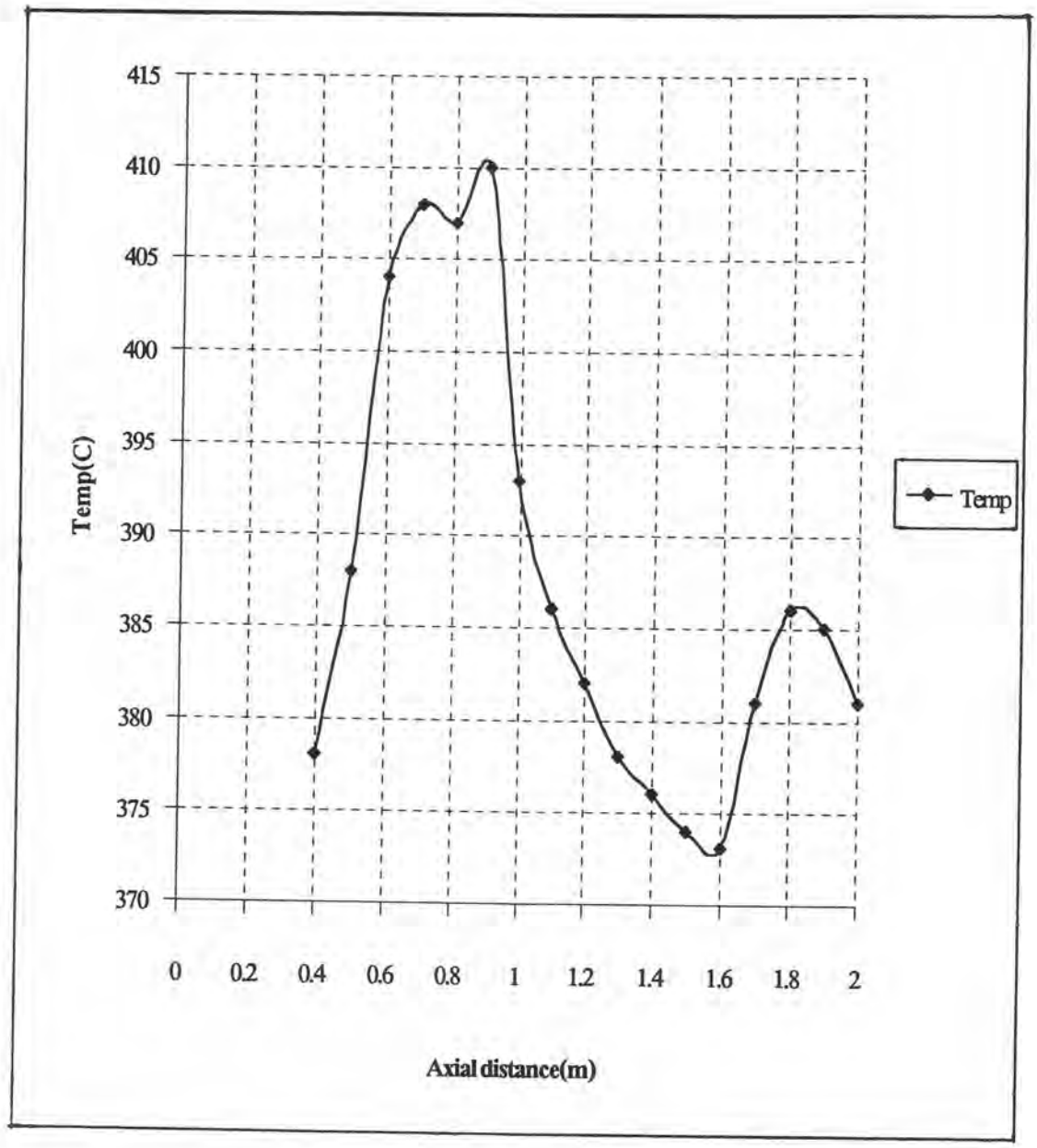
การเก็บตัวอย่างทั้งสองตัวอย่างดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นเป็นการเก็บตัวอย่างที่ช่วงเวลาหนึ่งเพื่อนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาคุณภาพเพื่อแสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลาหนึ่งซึ่งมีสภาวะปฏิบัติการเดียวกันกับในขณะที่เก็บตัวอย่าง โดยปกติจะมีการเก็บตัวอย่างทั้งสองตัวอย่าง วันละหนึ่งครั้งในสภาวะปฏิบัติการปกติ ซึ่งในการวิเคราะห์ของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปฏิบัติการของเครื่องปฏิกรณ์นั้นสามารถวิเคราะห์ได้เฉพาะที่ทางออกของเครื่องปฏิกรณ์ดังนั้นจึงไม่สามารถเปรียบเทียบผลของการกระจายของผลิตภัณฑ์ในเครื่องปฏิกรณ์กับผลที่ได้จากการจำลองแบบจำลอง



รูปที่ 4.3 การติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในชั้นเบดของตัวเร่งปฏิกิริยา

4.6 ตัวอย่างโพรไฟล์ของอุณหภูมิในท่อ

รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างโพรไฟล์ของการกระจายอุณหภูมิในท่อที่บรรจุตัวเร่งปฏิกิริยา โดยอุณหภูมิของตัวเร่งปฏิกิริยาจะเพิ่มอย่างรวดเร็วและถึงค่าสูงสุดที่อุณหภูมิไม่เกิน 450 °C ซึ่งเรียกว่าเป็นอุณหภูมิที่จุดร้อนจัดแรก เมื่อผ่านจุดนี้ไปแล้วอุณหภูมิก็จะตกลงอย่างรวดเร็วแล้วก็เกือบจะคงที่โดยมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิหลอมเหลวเล็กน้อย เมื่อผ่านเบดแรกไปแล้วผ่านเข้าไปเบดที่สองอุณหภูมิก็จะเริ่มเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งและเพิ่มขึ้นถึงค่าสูงสุดแต่ค่าอุณหภูมิจะต่ำกว่าจุดแรก ประมาณ 20-30 °C ซึ่งเรียกว่า อุณหภูมิที่จุดร้อนจัดที่สอง จากนั้นค่าอุณหภูมิก็ตกลงแล้วก็เกือบจะคงที่เท่ากับอุณหภูมิของเกลือหลอมเหลว การที่มีความเข้มข้นของ o-xylene ในอัตราส่วนที่สูงและความเร็วของก๊าซต่ำ จะทำให้ค่าอุณหภูมิที่จุดร้อนจัดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดการเสื่อมความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาด้วยความร้อน และทำให้เกิดความเสียหายที่ไม่สามารถคืนกลับสภาพเดิมได้ของตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นเมื่อมีการปฏิบัติการที่ค่าอุณหภูมิที่ต่างไปจากสภาวะปกติเป็นเวลานานจะเป็นสาเหตุทำให้ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาลดลง



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างโพรไฟล์ของอุณหภูมิในแนวแกนที่ได้จากการปฏิบัติการจริง ที่ความเข้มข้น o-xylene 65 g/Nm^3 , อัตราการไหลของอากาศ 3.75 Nm^3/hr tube อุณหภูมิของเกลือหลอมเหลว 354 °C