

หน่วยที่ 6 อุปกรณ์ควบคุมมลพิษชนิดก๊าซและไอ

การ ดูด ซึม (absorption) เป็นกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี ซึ่งใช้หลักการการถ่ายโอนมวลสาร (mass transfer) ที่เป็นก๊าซ (หรือ ไอ) ซึ่งมีความสามารถในการละลาย (soluble gas) ออกจากกระแสอากาศไปยังตัวทำละลายที่เป็นของเหลว (solvent liquid) โดยทำให้กระบวนการนี้เกิดขึ้นในเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จัดให้มีการสัมผัสกันระหว่างกระแสอากาศและตัวทำละลายดังกล่าว โดยใช้แรงผลักดัน (driving force) เป็นตัวผลักดันให้เกิดการถ่ายโอนมวลสาร แรงผลักดันที่ใช้ในการผลักก๊าซที่ต้องการกำจัดออกมาจากกระแสอากาศไปสู่ตัวทำละลาย

ตัวทำละลายที่ดีควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. สามารถละลายก๊าซที่ต้องการกำจัดออกจากกระแสอากาศได้ดี
2. ควรมีอัตราการระเหยต่ำเพื่อลดการสูญเสียตัวทำละลาย
3. ควรเป็นสารที่ไม่กัดกร่อนเพื่อช่วยลดค่าบำรุงรักษาเครื่องมือ
4. ควรมีราคาไม่แพงและหาง่าย
5. ควรมีความหนืดต่ำเพื่อช่วยเพิ่มการดูดซึมและลดการเกิดทวนข้างของตัวทำละลายในอุปกรณ์ (flooding)
6. ควรเป็นสารที่ไม่เป็นพิษไม่ติดไฟและมีจุดเยือกแข็งต่ำ

ระบบการดูดซึม แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบที่ใช้ น้ำ เป็นตัวทำละลาย และแบบที่ไม่ใช้ น้ำ เป็นตัวทำละลาย แต่สารละลายอินทรีย์ที่มีค่าการระเหยต่ำเป็นตัวทำละลายแทนดังนี้

1 ระบบที่ใช้ น้ำ เป็นตัวทำละลาย (aqueous systems) ในระบบนี้ ก๊าซที่ต้องการกำจัดออกไปจะต้องมีความสามารถในการละลาย (solubility) ในน้ำที่เพียงพอ ณ อุณหภูมิของกระแสอากาศเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตสำหรับก๊าซที่มีความสามารถในการละลายในน้ำต่ำ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จะต้องใช้น้ำในการบำบัดเป็นปริมาณมากจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้น้ำในการบำบัดก๊าซที่เหมาะสมสำหรับใช้น้ำในการบำบัดได้แก่ ก๊าซไฮโดรคลอริก (hydrochloric) และ ก๊าซไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric) เป็นต้น และถ้ายังใช้น้ำที่มีค่า pH สูงหรือมีความเป็นด่างก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นกรดดังกล่าวให้สูงขึ้นในบางครั้งจึงมีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่มีค่า pH สูงหรือเติมสารเคมีที่มีความเป็นด่างลงในน้ำเพื่อเพิ่มค่า pH ของน้ำสูงขึ้น เช่น การเติมโซดาไฟหรือปูนขาว เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วจะใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดีเท่านั้น

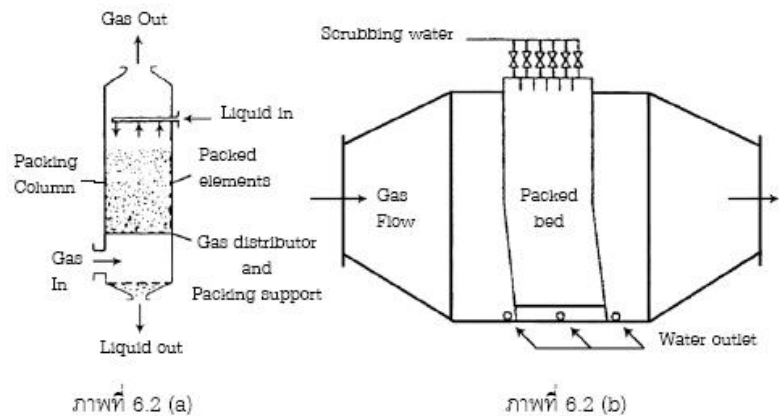
2 ระบบที่ไม่ใช้ น้ำ เป็นตัวทำละลาย (nonaqueous systems) ในระบบนี้จะใช้ของเหลวที่เป็นสารอินทรีย์เช่น ไดเมทิลเอมีน (dimethylamine) และ เอมีน (amines) เป็นตัวทำละลายแทนน้ำ ข้อจำกัดของของเหลวหรือสารละลายเหล่านี้คือสามารถที่จะใช้ได้เฉพาะกับกระแสอากาศเสียที่มีสารมลพิษปนเปื้อนเป็นก๊าซล้วนๆ ไม่มีอนุภาคเจือปน เพราะถ้าหากว่ามีอนุภาคเจือปนอยู่ในกระแสอากาศแล้วจะทำให้เกิดการรวมตัวระหว่างตัวทำละลายดังกล่าวกับอนุภาคกลายเป็นกากตะกอน (sludges) ซึ่งยากที่จะกำจัดออกไปในภายหลังสารละลายอินทรีย์นี้เหมาะสำหรับใช้ในการบำบัดไอของสารอินทรีย์เพราะไอของสารอินทรีย์จะละลายและผสมกันได้ดีกับสารละลายเหล่านี้ และเมื่อต้องการนำไอของสารอินทรีย์เหล่านั้นมาใช้ใหม่ก็สามารถสกัดออกมาได้ที่อุณหภูมิต่ำซึ่งจะเป็นการประหยัดพลังงานพวกไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากชนิดต่างๆ เช่น เฮกซะดีเคน (hexadecane) ก็สามารถใช้ในการดูดซึมไอของสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นต่ำๆ ได้ดี

กลไก ของ การ ดูด ซึม ที่ ใช้ ใน การ บำบัด มลพิษ ทาง อากาศ อธิบาย ได้ โดย ใช้ ทฤษฎี เชื้อ 2 ชั้น ซึ่ง สมมติ ว่าก๊าซ มลพิษ ที่ ต้องการ บำบัด มี การ ผสม กับ ของเหลว ที่ เป็น ตัว ทำ ละลาย ทำให้ ผิวกว้าง ของ ทั้ง 2 ส่วน สัมผัส กัน และ มีการ ถ่าย โอน มวลสาร ของ ก๊าซ มลพิษ จาก กระแส อากาศ เสีย ไป สู่ สารละลาย โดย การ ถ่าย โอน นั้น ถูก ควบคุม ด้วยส่วน ที่ เป็น เชื้อ ก๊าซ

อุปกรณ์การดูดซึมแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ แพคทาวเออร์ แพคคอลัมน์ และ หอสเปรย์ โดย มีหน้า ที่ ใน การ ทำให้เกิดการสัมผัส กัน ระหว่าง กระแส อากาศ ที่ มี มลพิษ ปน เปื้อน กับ ของเหลว ที่ เป็นตัว ทำ ละลาย เพื่อ ให้ เกิด การ ถ่าย โอน มวลสาร ระหว่าง กระแส อากาศ กับ ของเหลว

1. แพคทาวเออร์ (packed tower)

แพค ทาว เออร์ (packed tower) เป็น อุปกรณ์ ที่ ทำให้ เกิด การ ถ่าย โอน มวลสาร ได้ ดี มาก จึง ทำให้ แพค ทาว เออร์ มี ขนาด เล็ก เมื่อ เปรียบ เทียบ กับ อุปกรณ์ ชนิด อื่นๆ ที่ ใช้ สำหรับ บำบัด มลพิษ ทาง อากาศ จาก แหล่ง เดียวกัน แพค ทาว เออร์ ที่ นิยม ใช้ มี 2 แบบ ได้แก่ แบบ ไหล สวน ทาง (countercurrent) และ แบบ ไหล ผ่าน (cross-flow) วัสดุ ที่ บรรจุ ใน แพค คอลัมน์ (packed column) หรือ แพค เบด (packed bed) เพื่อ ใช้ เป็น ตัวกลาง สำหรับ เพิ่ม พื้นที่ ผิวกว้าง ของ การ สัมผัส อาจ จะ เป็น วัสดุ แบบ ต่างๆ แพคทาวเออร์ชนิดไหลสวนทาง จะ ทำให้ เกิด แรง ผลัก และ การ ถ่าย โอน มวลสาร ได้ ดี มาก และ เหมาะ ที่ จะ ใช้สำหรับ บำบัด ก๊าซ มลพิษ ที่ ไม่มี อนุภาค ปะปนอยู่ในกระแสอากาศเสีย เพราะ ถ้า มี อนุภาค ปะปน อยู่ จะ ทำให้ เกิด การ อุด ตัน ได้ ง่าย หาก มี อนุภาค อยู่ใน กระแส อากาศ ควร จะ ใช้ ชนิด ไหล ไป ใน ทาง เดียวกัน

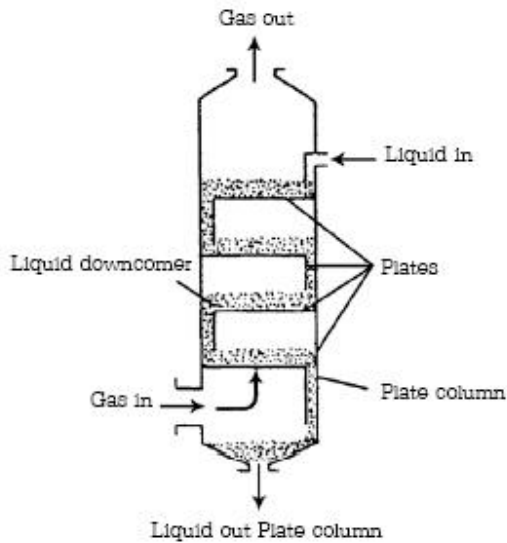


ภาพที่ 6.2 (a)

ภาพที่ 6.2 (b)

2. แพค คอลัมน์ (plate column) ใช้ หลัก การ บังคับ ให้ กระแส อากาศ ไหล ขึ้น ขึ้น ด้าน บน ผ่าน รูเล็กๆ ของ แผ่น รองรับ (plate) ไป สัมผัส กับ ชั้น ของ น้ำ หรือ ของเหลว ที่ เป็น ตัว ทำ ละลาย ซึ่ง ไหล อยู่ บน แผ่น รอง รับ นั้นๆ

โดย สามารถ ปรับ อัตรา การ ไหล ของ กระแส อากาศ ได้ ไหล สวน ทาง โดย ให้ กระแส อากาศ ไหล ขึ้น และ ให้ ของเหลว ไหล ลง โดยทั่วไป จะ ใช้ แผ่น รองรับ ต่อ เป็น อนุกรม เพื่อ เพิ่ม ประสิทธิภาพ ของ การ บำบัด ให้ ได้ ตาม ที่ ต้องการ ข้อดี ของ อุปกรณ์ ชนิด นี้ คือ มี ราคา ถูก แต่ มี ข้อ จำกัด คือ การ ปรับ อัตรา การ ไหล ของ กระแส อากาศสามารถ ทำ ได้ เฉพาะ ช่วง แคบๆ เท่านั้น ทำให้ ยาก ต่อ การ เดิน ระบบ เมื่อ ปริมาณ ก๊าซ มลพิษ มี การ เปลี่ยนแปลง มาก



3. หอสเปร์ย์ (spray towers) แสดง หลัก การ ของ อุปกรณ์ คือ การ พ่น ฝอยของเหลว ลง สู่ กระแส อากาศ เพื่อ ละลาย สาร มลพิษ ที่ ต้องการ บำบัด ออกจาก กระแส อากาศ ไป สู่ ของเหลว ข้อดี ของ อุปกรณ์ ชนิด นี้ คือ แม้วา จะ มี อนุภาค ปะปน อยู่ ใน กระแส อากาศ ก็ จะ ไม่มี การ อุด ตัน แต่ ถ้า มี การนำ ของเหลว กลับ มา ใช้ ใหม่ โดย ไม่ได้ กำจัด อนุภาค ออก เสีย ก่อน ก็ จะ ทำให้ เกิด การ อุด ตัน ที่ หัว พ่น ของเหลว (nozzle) ได้ โดย ง่าย อุปกรณ์ ประเภท นี้ มี หลาย ชนิด ภาพ ที่ 6.5 a และ 6.5 b เป็น ชนิด ที่ ใช้ กัน มาก ใน การ ควบคุม ก๊าซ ที่ มี อนุภาค ปะปน อยู่ ด้วย อุปกรณ์ ใน ภาพ ที่ 6.5 c และ 6.5 d ใช้ หลัก การ ของ โซ โคลน ซึ่ง ใช้ สำหรับ บำบัด อนุภาค และ มี ประสิทธิภาพ สูง กว่า ชนิด a และ b เล็ก น้อย

ในการใช้และบำรุงรักษา อุปกรณ์ การ ดูด ซึม ให้ มี การ ทำงาน ตาม ปกติ และ มี ประสิทธิภาพ ตาม ที่ ออกแบบ ไว้ นั้น ควร จะ ดำเนิน การ ดัง ต่อ ไป นี้

- 1. การ ตรวจสอบ สภาพ ทาง ภายนอก** เป็นการ ตรวจสอบ การ สึก กร่อน ของ อุปกรณ์ จาก ภายนอก สภาพ ผิวภายนอก ของ อุปกรณ์ ที่ ถูก ทำลาย จะ ทำให้ เกิด การ ไหล ซึม ของ อากาศ เข้า สู่ อุปกรณ์ ได้ สำหรับ ระบบ ที่ ทำงาน ภาย ใต้ ความดัน ลบ และ จะ ทำให้ ความ สามารถ ใน การ บำบัด มลพิษ ทาง อากาศ ลด ลง
- 2. การ สังเกต มลพิษ ทาง อากาศ จาก ปล่อง คว้น** ถ้า มี การ ปล่อง มลพิษ ทาง อากาศ ออก จาก ปล่อง คว้น อย่าง มองเห็น ได้ ชัด (visible emission) แสดง ว่า ระบบ การ ดูด ซึม มี ปัญหา ซึ่ง ต้องหา สาเหตุ และ แก้ไข ปัญหา ทันที
- 3. การ วัด ค่า ความ ดัน ลด สถิต ลด (static pressure drop)** ของ เบด ตัวกลาง หรือ ของ แต่ละ เฟลท เป็นการ วัด เพื่อเปรียบเทียบ ค่า ความ ดัน สถิต ลด ที่ อ่าน ได้ กับ ค่า ปกติ ที่ ทำให้ การ ทำงาน ของ ระบบ การ ดูด ซึม เป็น ไป ตาม ข้อ กำหนด
- 4. การ วัด ค่า อัตรา การ ไหล ของ ของเหลว** เป็นการ วัด เพื่อ เปรียบ เทียบ ค่า อัตรา การ ไหล ของ ของเหลว ที่ ใช้ เป็นสารละลาย ที่ ผ่าน ออก มา จาก อุปกรณ์ ที่ อ่าน ได้ จาก เครื่อง มือ วัด อัตรา การ ไหล ซึ่ง ติด ตั้ง อยู่ บน อุปกรณ์ กับ ค่า ปกติ ที่ ทำให้ การ ทำงาน ของ ระบบ การ ดูด ซึม เป็น ไป ตาม ข้อ กำหนด ใน กรณี ที่ ไม่มี เครื่อง มือ วัด อัตรา การ ไหล ก็ สามารถ ประมาณ อัตรา การ ไหล จาก การ สังเกต ของเหลว ที่ ไหล ออก มา จาก ระบบ การ ดูด ซึม ไป ยัง บ่อ กัก เก็บ ของเหลว ได้ ถ้า ค่า อัตรา การ ไหล มี ค่า ลด ลง แสดง ว่า หัว ฉีด อุด ตัน หรือ เกิด การ อุด ตัน ที่ บริเวณ ช่อง เปิด หรือ รู เจาะ ของ เฟลท ขึ้น
- 5. การ วัด ค่า ความ ชุ่น ของ ของเหลว ที่ ใช้ เป็น สารละลาย ที่ ผ่าน ออก มา จาก อุปกรณ์** เป็นการ วัด เพื่อ ตรวจสอบ การ ทำงาน ของ ระบบ ถ้า ค่า ความ ชุ่น ของ ของเหลว มี ค่า ปาน กลาง ถึง สูง แสดง ว่า มี แเนว โน้ม ที่ จะ มี สิ่ง ต่างๆ สะสม อยู่ ในตัวกลาง หรือ หัว ฉีด สึก กร่อน และ/หรือ เส้น ท่อ อุด ตัน หรือ มี แเนว โน้ม จะ เกิด การ อุด ตัน ที่ บริเวณ ช่อง เปิด หรือ รู เจาะของ เฟลท ขึ้น
- 6. การ วัด ค่า pH ของ ของเหลว ที่ ใช้ เป็น สารละลาย ที่ ผ่าน ออก มา จาก อุปกรณ์** เพื่อ เปรียบ เทียบ ค่า pH ของของเหลว ที่ วัด ได้ ว่า มี ค่า เป็นกกลาง อยู่ ระหว่าง 36 ถึง 10 หรือ ไม่ หาก พบ ว่า มี ค่า เป็นกกลาง ก็ แสดง ว่า เป็น ช่วง ที่ ระบบ การดูด ซึม ทำงาน ตาม ปกติ

7. การ วัด อัตรา การ เติม สาร เคมี ที่ มีฤทธิ์ เป็น ด่าง สำหรับ ระบบ การ ดูด ซึม แบบ มี ตัวกลาง ใน กรณี ที่ พบ ว่า ค่า pH ของ ของเหลว มี ค่า น้อย กว่า 6 จะ ต้อง ตรวจสอบ หา สาเหตุ ที่ ทำให้อัตรา การ เติม ด่าง ไม่ เพียง พอ
8. การ วัด ค่า อุณหภูมิ กระแส อากาศ เสีย ขา เข้า และ ขา ออก ของ ระบบ การ ดูด ซึม แบบ มี ตัวกลาง ใน กรณี ที่ มีเครื่อง มือ วัด อุณหภูมิ ติด ตั้ง อยู่ ก็ ทำให้อ่าน ค่า อุณหภูมิ กระแส อากาศ เสีย ขา เข้า และ ขา ออก ได้
9. การ วัด ค่า ความดัน ของ หัว ฉีด สำหรับ ระบบ การ ดูด ซึม แบบ มี ตัวกลาง เป็นการ วัด เพื่อ เปรียบ เทียบ ค่า ความดัน ของ หัว ฉีด กับ ค่า ปกติ ที่ ทำให้งาน ของ ระบบ การ ดูด ซึม แบบ มี ตัวกลาง เป็น ไป ตาม ข้อ กำหนด
10. การ วัด ค่า ความดัน ของ เครื่อง กำจัด ละออง น้ำ (demister) เป็นการ วัด สำหรับ ระบบ การ ดูด ซึม แบบ มี ตัวกลางเพื่อ เปรียบ เทียบ ค่า ความดัน ลด ของ เครื่อง กำจัด ละออง น้ำ กับ ค่า ปกติ ที่ ทำให้งาน ของ ระบบ การ ดูด ซึม แบบ มีตัวกลาง เป็น ไป ตาม ข้อ กำหนด

อุปกรณ์ ความคุม มลพิษ ชนิด ก๊าซ และ ไอ ที่ ใช้ หลัก การ ดูด ซับ

การ ดูด ซับ เป็น กระบวนการ ที่ โมเลกุล ของ ก๊าซ มลพิษ ถูก ดูด ออก จาก กระแส อากาศ ไป จับ ติด กับผิว ด้าน ใน ของ วัสดุ ของแข็ง ที่ เป็น ตัว ดูด ซับ ซึ่ง แบ่ง เป็น 2 ประเภท คือ ประเภท ที่มี ขั้ว และ ไม่มีขั้ว ซึ่ง เกิด ขึ้น โดย หลัก การ ทาง กายภาพ และ ทาง เคมี กระบวนการ ดูด ซับ เกิด ขึ้น 3 ชั้น ตอน คือ

1. การ แพร่ ของ โมเลกุล ของ ก๊าซ มลพิษ ไป ยัง ผิว ด้าน นอก ของ สาร ดูด ซับ
2. การ เคลื่อนที่ ของ โมเลกุลของ ก๊าซ มลพิษ เข้า สู่วัสดุ ของ สาร ดูด ซับ
3. การที่ โมเลกุล ของ ก๊าซ มลพิษ ติด ที่ ผิว ภายใน วัสดุ ของ สาร ดูด ซับ

ความสัมพันธ์ของสมการดูดซับ อธิบาย ได้ โดย กราฟ 3 ชนิด ได้แก่ ไอโซ เทอร์ม ไอโซ บาร์ และ ไอโซสเทียร์ ใน การ ดูด ซับ จะ มี การ ถ่าย โอน มวลสาร ใน บริเวณ ถ่าย โอน มวลสาร เมื่อสาร ดูด ซับ อิ่ม ตัว จะ ต้อง ทำการ ฟื้นฟู สภาพ เพื่อ นำ มา ใช้ ใหม่

ไอโซ เทอร์ม เป็น กราฟ ที่ แสดง ให้ เห็น ถึง ความ สามารถ ใน การ ดูด ซับ ที่ ความดัน ย่อย (partial pressure) ต่างๆ ของ ก๊าซ มลพิษ ที่ อุณหภูมิ เป็น กราฟ ที่ ใช้ กัน มาก ที่สุด ใน การ ออกแบบ อุปกรณ์ ดูด ซับ

ไอโซ บาร์ เป็น กราฟ ที่ แสดง ให้ เห็น ความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ ก๊าซ มลพิษ ที่ ถูก ดูด ซับ กับ อุณหภูมิ ที่ ความดัน คงที่

ไอโซ สเตียร์ เป็น กราฟ ที่ แสดง ให้ เห็น ความสัมพันธ์ ระหว่าง ความดัน และ อุณหภูมิ ใน รูป ของ $\ln p$ กับ ที่ ปริมาณ ของ สาร มลพิษ ที่ ถูก ดูด ซับ คงที่

อุปกรณ์ การ ดูด ซับ แบ่ง เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ไม่สามารถนำสารดูดซับมาใช้ใหม่และประเภทที่สามารถนำสารดูดซับมาใช้ใหม่ ประการแรกใช้ สำหรับดูดซับก๊าซมลพิษที่มีความเข้มข้นต่ำใช้ สำหรับ ดูด ซับ ก๊าซ มลพิษ ที่ มี ความ เข้มข้น ต่ำ กว่า 1.0 ppm

แต่ เป็น ก๊าซ มลพิษ ที่ มี กลิ่น เหม็น มาก หรือ มี ความ เป็น พิษ สูง

ประเภท ที่ สอง ใช้ สำหรับ ดูด ซับ มลพิษ ที่ มี ความเข้มข้น สูง ทั่วๆ ไป

ในการ ใช้ อุปกรณ์ การ ดูด ซับ ต้อง คำนึง ถึง องค์ ประกอบ ด้าน อุณหภูมิ ความดัน ความเร็ว ของ ก๊าซความชื้น และ สาร มลพิษ ใน การ บำรุงรักษา ต้อง มี การ ตรวจสอบ อุปกรณ์ ด้าน ต่างๆ และ การ สังเกตกลิ่น สาร เคมี ที่ ออก จาก อุปกรณ์ การ ดูด ซับ

1. **อุณหภูมิ** อุณหภูมิ ที่ เหมาะ สม สำหรับ อุปกรณ์ ดูด ซับ จะ ต้อง ต่ำ กว่า 55 องศา เซลเซียส เพื่อให้การ ดูด ซับ เกิดขึ้น ได้ ดี ถ้า หากว่า อุณหภูมิ ของ กระแส ก๊าซ ที่ จะ เข้า สู่อุปกรณ์ สูง กว่า นี้ จะ ต้อง ทำให้อุณหภูมิ เย็น ลง เสีย ก่อน และ ถึง แม้ว่า การ ดูด ซับ จะ เป็น กระบวนการ คาย ความร้อน ก็ตาม แต่ หาก ความ เข้มข้น ของ ก๊าซ มลพิษ ใน กระแส อากาศ ต่ำ กว่า 100 ppm ก็จะไม่ มี ปัญหา เกี่ยว กับ การ เพิ่มขึ้น ของ อุณหภูมิ แต่ ถ้า ความ เข้มข้น สูง ถึง 5,000 ppm จะ ทำให้อุณหภูมิ ร้อน ขึ้น ใน ชั้นดูด ซับ ได้ การ เกิด ความ ร้อน นอกจาก จะ ทำให้อุณหภูมิ ใน การ ดูด ซับ ลด ลง แล้ว ยัง อาจ ทำให้อุณหภูมิ ไหล หลุด ไหม้ ขึ้น ในชั้น ดูด ซับ ได้ การ ติดตาม ตรวจสอบ อุณหภูมิ ของ ชั้น ดูด ซับ จึง เป็น สิ่ง จำเป็น การ

ยอม ให้ ชั้น ดูด ชับ เปียก เล็ก น้อย หลังกระบวนการ จัด สาร มลพิษ ออก จาก ชั้น ดูด ชับ จะช่วยป้องกัน ไม่ ให้ เกิด ไฟ ไหม้ ขึ้น ใน ชั้น ดูด ชับ ได้

2. ความดัน เนื่องจาก การ เพิ่ม ความ ดัน ย่อย ของ สาร มลพิษ จะ ทำให้ ความ สามารถ ใน การ ดูด ชับ เพิ่ม ขึ้น และความ ดัน ย่อย ของ สาร มลพิษ เป็น สัดส่วน ของ ความ ดัน ของ ระบบ ดัง นั้น หาก เพิ่ม ความ ดัน ของ ระบบ ก็ จะ ทำให้ ความสามารถ ใน การ ดูด ชับ เพิ่ม ขึ้น ด้วย

3. ความเร็ว ของ ก๊าซ การ ที่ ให้ กระแส ก๊าซ ไหล ผ่าน สาร ดูด ชับ ช้า ลง จะ ทำให้ การ ดูด ชับ เกิด ขึ้น ได้ ดี ยิ่ง ขึ้น เพื่อ ที่ จะ ให้ ประสิทธิภาพ ของ การ ดูด ชับ สูง กว่า ร้อย ละ 90 ใน การ ออกแบบ จึง ควร กำหนด ให้ ความเร็ว ของ กระแส ก๊าซ ไม่ เกิน 30 เมตร ต่อ นาที ความเร็ว ของ กระแส ก๊าซ นี้ สามารถ นำ ไป กำหนด เพื่อ กำหนด พื้นที่ หน้า ตัด ของ สาร ดูด ชับ ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้า หาก กระแส อากาศ ที่ ต้องการ บำบัด มี อัตรา การ ไหล เท่ากับ 300 ลูกบาศก์ เมตร ต่อ นาที พื้นที่ หน้า ตัด ของ สาร ดูด ชับ จะ ต้อง ไม่ น้อย กว่า 10 ตาราง เมตร เป็นต้น (300 ม³/นาที/30 ม./นาที)

4. ความชื้น ถ้า หาก ความชื้น ใน กระแส อากาศ สูง เกิน กว่า ร้อย ละ 50 จะ ทำให้ ประสิทธิภาพ ของ ระบบ ที่ ใช้ สารดูด ชับ ที่ เป็น ถ่าน ปลูก ฤทธิ์ กัม มัน ต่ำ ลง ดัง นั้น ถ้า หาก ค่า ความชื้น สูง เกิน กว่า ร้อย ละ 50 อาจ จะ ต้อง คิด ตั้ง อุปกรณ์ ลดความชื้น ก่อน ที่ จะ ทำการ บำบัด ด้วย อุปกรณ์ ดูด ชับ อุปกรณ์ ดัง กล่าว อาจ ใช้ หลัก ของ การ u3607 ำให้ กระแส อากาศ เย็น ลง เพื่อไล่ ความชื้น หรือ การ ทำให้ กระแส อากาศ เจือจาง มาก ขึ้น หรือ การ ทำให้ กระแส อากาศ ร้อน ขึ้น หาก ใช้ การ ทำให้ กระแสอากาศ ร้อน ขึ้น จะ ต้อง ไม่ ให้ ร้อน เกิน กว่า ระดับ อุณหภูมิ ที่ ทำให้ ประสิทธิภาพ ของ ระบบ ดูด ชับ ลด ลง

5. สาร มลพิษ สาร มลพิษ บาง ประเภท ที่ ปะปน มา กับ กระแส อากาศ จะ ทำให้ ประสิทธิภาพ ของ การ ดูด ชับ ลด ลง สาร มลพิษ เหล่า นี้ ได้แก่ อนุภาค ทั้ง ที่ เป็น ของแข็ง และ เหลว และ สาร อินทรีย์ ที่ มี จุดเดือด สูง อนุภาค จะ ไป ครอบคลุมพื้นที่ ดูด ชับ ของ สาร ดูด ชับ ทำให้ พื้นที่ ที่ จะ ใช้ ดูด ชับ สาร มลพิษ ที่ เป็น ก๊าซ ลด ลง

ในการ ใช้ อุปกรณ์ การ ดูด ชับ ต้อง มี การ ตรวจสอบ และ บำรุง รักษา อุปกรณ์ ดังนี้

1. การ ตรวจสอบ ความดัน สถิต ถ้า ค่า ความ ดัน สถิต ลด มี ค่า ลด ลง แสดง ว่า ชั้น ของ สาร ดูด ชับ เสื่อม สภาพ จนกระทั่ง ถึง จุด ที่ ช่อง การ ไหล (channeling) ของ กระแส ก๊าซ มี ผล กระทบ ต่อ การ สัมผัส ระหว่าง ก๊าซ-ของแข็ง อย่างไรก็ตาม การ เปลี่ยนแปลง อัตรา การ ไหล ของ ก๊าซ ก็ มี ผล ต่อ การ เปลี่ยนแปลง ความดัน สถิต ลด เช่น กัน

2. การ ตรวจสอบ เวลา ที่ ใช้ ใน การ ดูด ชับ และ เวลา ที่ ใช้ ใน การ กำจัด สาร ที่ ถูก ดูด ชับ ออก จาก สาร ดูด ชับ เพื่อ เปรียบ เทียบ ช่วง เวลา ใน การ ฟื้นฟู สภาพ สาร ดูด ชับ กับ ค่าที่ ได้ จาก การ สังเกต ครั้ง ก่อน ถ้า พบ ว่า ช่วง เวลา การ ฟื้นฟู สภาพ สารดูด ชับ มี ค่า เพิ่ม ขึ้น แสดง ว่า เกิด การ เบรค ทูร ขึ้น (ก๊าซ ที่ ไม่ ผ่าน การ บำบัด ได้ ไหล ออก ไป จาก ระบบ การ ดูด ชับ) สำหรับกรณี ที่ อัตรา การ ไหล ของ ก๊าซ ผ่าน ชั้น มี ค่า คงที่

3. การ ตรวจสอบ ความดัน และ อุณหภูมิ ของ ไอ น้ำ ใน ระหว่าง ฟื้นฟู สภาพ สาร ดูด ชับ ค่า ความ ดัน/อุณหภูมิ ของ ไอ น้ำ ที่ ลด ลง จาก ค่าที่ ได้ บันทึก ไว้ ครั้ง ก่อน สามารถ ชี้ ให้ เห็น ว่า อัตรา การ ไหล ของ ไอ น้ำ ไม่ เพียง พอ สำหรับ การ ฟื้นฟู สภาพ สาร ดูด ชับ

4. การ สังเกต กลิ่น สาร เคมี ที่ ออก จาก สาร ดูด ชับ ปกติ แล้ว จะ มี กลิ่น สาร เคมี ที่ ออก จาก สาร ดูด ชับ น้อย มาก แต่ หาก สาร ดูด ชับ หมด สภาพ (อิม ตัว แล้ว หรือ เต็ม แล้ว) อากาศ เสีย จะ ผ่าน ไป ได้ โดย ไม่ ถูก ดูด ชับ เลย และ สาร ที่ มี โมเลกุลเล็ก อาจ ถูก ผลัก ดัน ออก มา โดยสาร โมเลกุล ใหญ่ กว่า ได้ ซึ่ง ทำให้ เกิด กลิ่น ของ สาร เคมี จาก อากาศ เสีย ได้

การ เผา ไหม้ เป็นกระบวนการ ทาง เคมี ซึ่ง เกิด จาก การ รวม ตัว ของ ก๊าซ ออกซิเจน กับ เชื้อเพลิง แล้ว เกิดพลังงานความร้อนออกมาในกระบวนการ เผาไหม้มีปัจจัย 3 ประการ ที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ เวลา และความ ปั่น ป่วน

ปัจจัยที่ทำให้เกิด การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ มี 3 ประการ ได้แก่ อุณหภูมิ ที่ ต้อง สูง พอที่ จะ ทำให้ ส่วน ผสม ของอากาศ และ เชื้อเพลิง เกิด การติดไฟ การ ผสม แบบ ปั่น ป่วน ที่ ทำให้ อากาศ และ เชื้อเพลิง ผสม กัน อย่าง ทัว ถึง และ เวลาสัมผัส ที่ นาน เพียง พอ สำหรับ ให้ เกิด ปฏิกิริยา การเผาไหม้ที่สมบูรณ์

อุปกรณ์ การเผาไหม้ มี 3 ประเภท ได้แก่ แฟลร์ อุปกรณ์ ที่ ใช้ ความ ร้อน โดยตรง และ อุปกรณ์ ที่ ใช้ตัว เร่ง ปฏิกิริยา แฟลร์ เป็น อุปกรณ์ ที่ ไม่ ต้อง ใช้ ห้องเผาไหม้ อุปกรณ์ อีก 2 ประเภท ต้อง มี การ ใช้ห้องเผาไหม้ และ อุปกรณ์ ที่ ใช้ ตัว เร่ง ปฏิกิริยา มี การ ติดตั้ง ตัว เร่ง ปฏิกิริยา ใน ห้องเผาไหม้ เพื่อลด อุณหภูมิ ที่ ใช้ ใน การเผาไหม้ ลง

1. แฟลร์ (flare) เป็น อุปกรณ์ ที่ ใช้ ใน การเผาไหม้ โดยตรง (direct combustion) ไม่มีการใช้ห้องเผาไหม้สำหรับ การเผาไหม้ การเผาไหม้เกิดขึ้นที่ หัวเผา (burner) และ มี การ ทำลาย มลพิษ อย่าง สมบูรณ์ ที่ บริเวณ นี้ โดยทั่วไป จะใช้แฟลร์ ใน การกำจัด ก๊าซ ที่ ไม่ต้องการ ที่ ระบาย ออกจาก กระบวนการ อุตสาหกรรม เป็น ระยะเวลา จาก การผลิต หรือ ระบายออก ใน กรณีฉุกเฉิน อุปกรณ์ ประเภท นี้ ใช้กัน มาก ใน โรงกลั่นน้ำมัน หรือ โรงงาน อุตสาหกรรม เคมี ที่ มี การ ระบาย ก๊าซเผาไหม้ เป็น จำนวน มาก เป็น อุปกรณ์ ที่ เหมาะสม สำหรับ ใช้เมื่อ ก๊าซ มลพิษ ที่ จะ ระบาย ออก มี ค่า ความ ร้อน (heat content)สูง โดย ก๊าซ มลพิษนั้น จะ ทำหน้าที่ เป็น เชื้อเพลิง โดย ไม่ ต้อง ใช้ เชื้อเพลิง จาก ภายนอก เข้า ช่วย ก๊าซเสีย ที่ มีความ ร้อน ต่ำกว่า 115 Btu/lb จะ ต้อง มี การ เดิม ก๊าซ ชนิด อื่น ที่ มี ค่า ความ ร้อน สูงกว่า เข้าไป เพื่อ ให้ เกิด การเผาไหม้ อย่าง สมบูรณ์ ก๊าซมลพิษ ต้อง สามารถ ให้ ความ ร้อน ได้ ไม่ น้อยกว่า ร้อยละ 50 ของ ความ ร้อน ทั้งหมด ที่ ต้อง ใช้ ใน การเผาไหม้ จึง จะ มีความคุ้มค่า 1 ทาง เศรษฐกิจ ใน การเผาไหม้ด้วยแฟลร์ สามารถ แบ่ง แฟลร์ ออก เป็น 2 ชนิด ดังนี้

- 1) การเผาไหม้ที่ระดับพื้นดิน (ground flare)
- 2) การเผาไหม้ที่ระดับเหนือพื้นดิน (elevated flare)

ลักษณะเด่นของแฟลร์

1. ไม่มีการใช้ห้องเผาไหม้
2. ใช้เผา ก๊าซ ที่ ระบาย ออกจาก การ อุตสาหกรรม เป็น ระยะเวลา
3. เหมาะสม สำหรับ เผา ก๊าซ ที่ มี ค่า ความ ร้อน สูง

2. อุปกรณ์ที่ใช้ความร้อนโดยตรง อุปกรณ์ ชนิด นี้ มี การ ใช้ อย่าง กว้าง ขวาง เพื่อ ควบคุม สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน โดยทั่วไป จะ ใช้ อุปกรณ์ ที่ เรียกว่า อาฟเตอร์เบิร์นเนอร์ (afterburners) ซึ่งมี ลักษณะ โครงสร้าง เป็น เหล็กกล้าผิว ด้าน ใน บุ ด้วย วัสดุ ทนไฟ (อาจ เป็น อะลูมินา หรือ ซิลิกา หรือ อิฐ ทนไฟ) ให้ มีความหนา ประมาณ 4 ถึง 8 นิ้ว

3. อุปกรณ์ที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ระบบ ที่ ใช้ตัว เร่ง ปฏิกิริยา ใช้หลัก การเดียวกัน กับ ระบบ ที่ ใช้ ความ ร้อน โดยตรงเพียง แต่ ติดตั้ง ตัว เร่งปฏิกิริยา (catalyst) เพิ่มขึ้น ตัว เร่งปฏิกิริยา เป็น ธาตุ หรือ สารประกอบ ซึ่ง ใช้ ใน อุปกรณ์ การ สันดาปเพื่อ ทำให้ การ สันดาป เกิด ได้ เร็ว ขึ้น หรือ ทำให้ การ สันดาป เกิด ขึ้น ได้ที่ อุณหภูมิ ต่ำลง ปกติ จะ ติดตั้ง ตัว เร่งปฏิกิริยา ใน ห้องเผาไหม้ ซึ่ง จะ ทำให้ อุณหภูมิ ที่ ต้องการ สำหรับการ สันดาป ที่ สมบูรณ์ ลดลง ได้ มาก เนื่องจาก ทำให้ เกิด การ ออกซิเดชัน ได้ดี ที่ อุณหภูมิ ต่ำ ทำให้ สามารถ ประหยัด เชื้อเพลิง ได้ ถึง ร้อยละ 40-60 สำหรับ กลไก ใน รายละเอียด ที่ ทำให้ อุณหภูมิ ลดลงได้ ยัง ไม่ทราบแน่ชัด โดยทั่วไป ส่วน ประกอบ ของ ตัว เร่งปฏิกิริยา จะเป็น โลหะ ที่มีค่า เช่น พัลลาเดียม หรือ แพลตตินั่ม บางครั้ง โลหะ อื่นๆ ก็อาจ นำมา ใช้ได้ เช่น โครเมียม แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ หรือ นิกเกิล เป็นต้น

ในการใช้ อุปกรณ์ การเผาไหม้ ต้อง มี การ ตรวจสอบ และ บำรุงรักษา ดังนี้

1. การตรวจสอบสภาพทางกายภาพ เป็นการ ตรวจสอบ ดูสภาพ การสึกกร่อน ของ ส่วน ต่างๆ ของ อุปกรณ์ เช่น ท่อทางออก และ ปล่อง ของ อุปกรณ์เผาทำลาย ทั้งนี้ เพราะ ไอของกรดไฮโดรคลอริก สามารถ เกิดขึ้น ได้ ใน อุปกรณ์เผาทำลายอันเนื่องมาจากการเกิดออกซิเดชันของไฮโดรคาร์บอน ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ

2. **การ สังเกต ด้วย สายตา** จาก การ มอง ด้วย ตาเปล่า ไม่ ควร มี คว้น หรือ ฟุ้ง ละออง ที่ มอง เห็น ที่ ปล่อง ระบาย อากาศ หาก มี แสดง ว่า อาจ เกิด จาก การ เผาไหม้ ไม่ สมบูรณ์ หรือ การ ควบแน่น ของ สาร อินทรีย์ ที่ เผาไหม้ ไม่ หมด
3. **การ สังเกต ปล่อง by pass** ปกติ แล้ว จะ มี ปล่อง by pass ไป ยัง ปล่อง ฉุกเฉิน ใน กรณี ที่ มี ปัญหา เกิด ขึ้น กับ อุปกรณ์ เผา ทำลาย ท่อ ที่ นำ ไป ยัง ปล่อง นี้ จะ ปิด อยู่ เมื่อ ทำงาน ตาม ปกติ การ รั่ว ไหล ของ สาร อินทรีย์ ที่ ระบาย ไป ทาง ปล่องนี้ จะ สังเกต ได้ ที่ ปาก ปล่อง โดย เห็น เป็น ไอ ร้อน เคลื่อนไหว ตัด กับ แสง ด้าน หลัง
4. **การ บันทึก อุณหภูมิ ของ การ เผาไหม้** อุปกรณ์ เผา ทำลาย ควร จะ มี การ บันทึก อุณหภูมิ ที่ ทาง ออก ของ ไอ เสีย โดย ใช้ เทอร์ โม คับ เป็ด ซึ่ง จะ ใช้ ใน การ ปรับ แต่ง อัตรา การ เผาไหม้ หาก อุณหภูมิ นี้ ลด ลง แสดง ว่า การ เผาไหม้ อาจ มี ประสิทธิภาพ ลด ลง