

แอมโมเนียกับอุตสาหกรรม

โศรดา ขุนโหร

ปัจจุบันเรามากจะได้ยินข่าวเรื่องการเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากโรงงานอุตสาหกรรมผู้ผลิตหรืออุตสาหกรรมที่ใช้สารละลายแอมโมเนีย ซึ่งทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชนและบ้านเรือนใกล้เคียง และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) หรืออาจุรจัก ในรูปของ สารละลายแอมโมเนีย หรือ Ammonium Hydroxide เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมหลายประเภท

สมบัติทั่วไปของแอมโมเนีย (NH_3)

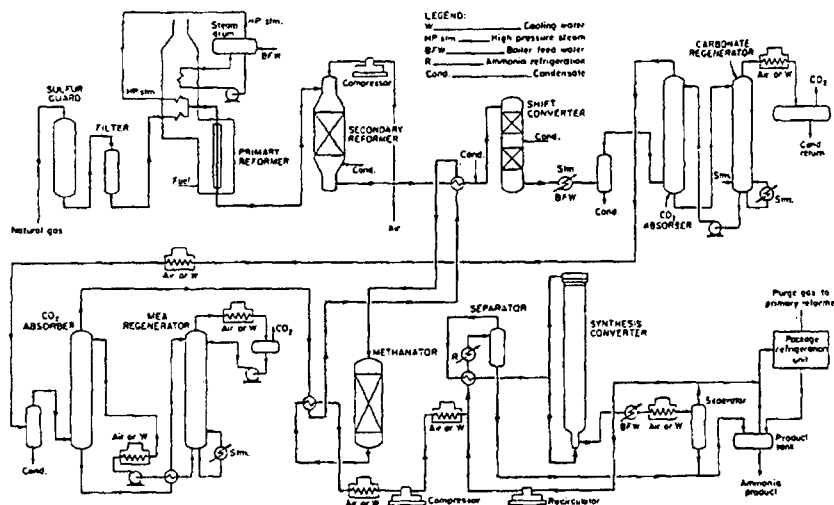
1. แอมโมเนียมีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนที่อุณหภูมิปกติ
2. น้ำหนักโมเลกุล = 17.03 จุดเดือดที่ -33.35°C , จุดเยือกแข็งที่ -77.7°C , อุณหภูมิวิกฤต (critical temp.) ที่ 133.0°C และจุดติดไฟที่อุณหภูมิ 648.89°C
3. แอมโมเนียที่อยู่ภายใต้ความดันสูงและอุณหภูมิต่ำจะมีสภาพเป็นของเหลว (liquid ammonia)
4. ก๊าซแอมโมเนีย เบากว่าอากาศและสามารถละลายน้ำได้ดี เกิดเป็นสารละลายแอมโมเนีย
5. ในที่ ที่มีอากาศชื้นและมีก๊าซแอมโมเนียผสมอยู่ด้วย จะไม่ทำให้เหล็กสีกร่อน แต่จะทำให้โลหะจำพวกทองแดง และโลหะผสมทองแดงเช่น ทองเหลือง สังกะสีกร่อนได้ง่าย

การผลิตแอมโมเนีย

วัตถุดิบที่ใช้ผลิต Ammonia คือ ก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นก๊าซที่ได้จากกระบวนการกลั่นลำดับส่วนของปิโตรเลียม ถ่านหินและถ่านหินลิกไนท์ซึ่งการผลิตแอมโมเนียจากก๊าซธรรมชาติประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการแยกเอาสารประกอบซัลเฟอร์ ออกจากก๊าซธรรมชาติ (Desulfurization)
2. กระบวนการจัดตัวใหม่ของก๊าซ (Gas Reforming)
3. กระบวนการเปลี่ยนที่ออกซิเจนโดยการเคลื่อนที่ (Shift conversion)
4. กระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide removal)
5. กระบวนการทำก๊าซให้บริสุทธิ์ครั้งสุดท้าย (Final purification)
6. กระบวนการสังเคราะห์ แอมโมเนีย (Ammonia synthesis and recovery)

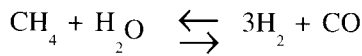
กระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย (ตั้งรูป) ก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซธรรมชาติจะผ่านกระบวนการกำจัดสารประกอบซัลเฟอร์ จำพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และคาร์บอนิลซัลไฟด์ (COS) ที่มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติออก กระบวนการกำจัดสารประกอบซัลเฟอร์ออกมีได้หลายวิธีเช่น การใช้ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) หรือสังกะสีออกไซด์ (ZnO) เป็นต้น



แผนผังแสดงกระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย

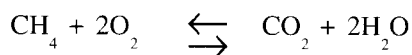
ก๊าซมีเทนที่ไม่มีสารประกอบซัลเฟอร์ จะผ่านกระบวนการจัดตัวใหม่ของก๊าซ (Gas Reforming) เพื่อให้ได้ก๊าซไฮโดรเจน (H₂) กระบวนการนี้มี 2 ขั้นตอนคือ

1. ก๊าซมีเทนทำปฏิกิริยากับไอน้ำ (steam) ภายใต้ความดัน 25 - 35 บรรยากาศที่อุณหภูมิระหว่าง 779.44-848.89 °ซ โดยอัตราส่วนของไอน้ำ : คาร์บอน ในมีเทน = 3 : 4 ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ นิกเกิล(Ni) ที่เคลือบบนผิวอะลูมินา



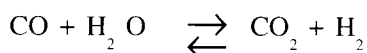
ก๊าซ (CO + H₂) ที่ได้ตั้งสมการ มีก๊าซมีเทนปนอยู่ 2- 10 % ผ่านไปยังขั้นตอนที่สอง เพื่อเปลี่ยนก๊าซมีเทนที่เหลือให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

2. ก๊าซมีเทนที่เหลือทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ภายใต้ความดัน 12 - 47 บรรยากาศ อุณหภูมิระหว่าง 926.67 - 848.89 °ซ ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ นิกเกิลเคลือบอยู่บนผิวโครเมียมอะลูมินา



เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดตัวใหม่ของก๊าซ ก็จะได้ก๊าซผสมที่ประกอบด้วย H₂, CO₂ และ CO ซึ่งก๊าซ CO₂ และ CO เป็นอันตรายต่อตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย ดังนั้นจำเป็นต้องขจัดออก ก๊าซ CO₂ ในก๊าซผสม สามารถขจัดออกได้ง่ายกว่าก๊าซ CO จึงทำการเปลี่ยนก๊าซ CO ให้เป็นก๊าซ CO₂ โดยใช้กระบวนการเปลี่ยนที่ออกซิเจนโดยการเลื่อนที่ (Shift Conversion)

กระบวนการเปลี่ยนที่ออกซิเจนโดยการเลื่อนที่ ทำโดยการผ่านไอน้ำเข้าทำปฏิกิริยากับ CO ภายใต้ความดัน 30 บรรยากาศ อุณหภูมิ 348.89-454.44 °ซ ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ ออกไซด์ของเหล็กและโครเมียม

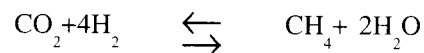
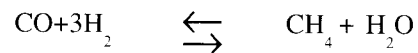


ก๊าซ CO₂ ทั้งหมดจะถูกกำจัดออกด้วยกระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide removal) ซึ่งกระบวนการกำจัด CO₂ ที่นิยมใช้กันมากมี 2 วิธีดังนี้

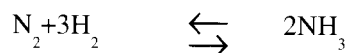
1. กระบวนการคาร์บอเนตที่ไวต่อปฏิกิริยา (Activated carbonate process) กระบวนการนี้ใช้ โพแทสเซียมคาร์บอเนต (K₂CO₃) เป็นตัวดูดซับก๊าซ CO₂ ได้เป็นสารประกอบโพแทสเซียมไบคาร์บอเนต (KHCO₃) ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยการให้ความร้อน (จากไอน้ำ) จะสลายตัวเป็นโพแทสเซียมคาร์บอเนต (K₂CO₃) ตามเดิม

2. กระบวนการเอมีเอ(MEA Process) โดย ก๊าซผสมผ่านสารละลายโมโนเอทานอลามีน (monoethanolamine) เข้มข้น 15 -20% (โดยน้ำหนัก) เพื่อดูดซับก๊าซ CO₂ สารละลายโมโนเอทานอลามีน(MEA) สามารถนำกลับมาใช้ใหม่โดยการให้ความร้อน หรือลดความดัน ก๊าซ CO₂ ก็จะแยกตัวออกจากสารละลายเอมีเอ

ขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะถึงกระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย ก๊าซ H₂ ที่เตรียมได้จะต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ครั้งสุดท้าย เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีก๊าซ CO และก๊าซ CO₂ หลงเหลืออยู่เลย กระบวนการที่ใช้เรียกว่า กระบวนการมีเทนเนชัน (Methanation Process) กระบวนการนี้เป็นกระบวนการกลับกันกับกระบวนการจัดตัวใหม่ของก๊าซ (Gas Reforming) โดยใช้ นิกเกิล (Ni) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอุณหภูมิระหว่าง 298.89 -398.89 °ซ



ก๊าซ H₂ ที่บริสุทธิ์ถูกนำเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย (Ammonia Synthesis) โดยการผ่านก๊าซไนโตรเจนเข้าทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 348.89 - 398.89 °ซ โดยใช้เหล็กของเหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

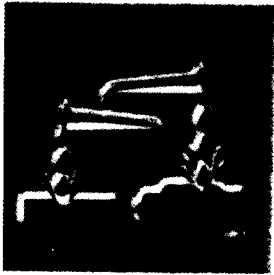


กรณีที่ต้องการเตรียมแอมโมเนียให้อยู่ในรูปของเหลว ก๊าซแอมโมเนียที่ได้จะถูกทำให้เย็นลงภายใต้ความดัน 2000 - 5000 psi เพื่อให้กลายเป็นของเหลว

แอมโมเนียจัดอยู่ในประเภท 8 -สารกัดกร่อนตามฉลากเตือนอันตรายของ UN สำหรับการขนส่ง (สำหรับติดภายนอกหีบห่อบรรจุ) ดังรูป



และสำหรับสัญลักษณ์แสดงอันตราย (สำหรับติดบนภาชนะ) ตามข้อกำหนดของ EEC ที่ 67/548/ EEC ดังรูป



C

แอมโมเนียเป็นสารตั้งต้นในการผลิตปุ๋ยยูเรียโดยมีกำลังการผลิต ยูเรีย 510,000ตันต่อปี ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตและปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟตรวมกัน 390,000ตันต่อปี

ประโยชน์ของแอมโมเนียในอุตสาหกรรม

- ใช้ในการทำปุ๋ยเคมี
- ใช้ผลิตสารเคมีอื่นๆ เช่น ammonium sulphate, sodium nitrate, urea, และ ammonium phosphate เป็นต้น
- ใช้ทำวัตถุระเบิด
- ใช้ในการกลั่นน้ำมัน โดยเป็นตัวทำลายฤทธิ์กรดที่ติดอยู่ในน้ำมันซึ่งจะกัดกร่อนผิวอุปกรณ์ที่ทำด้วยเหล็ก
- ใช้ในอุตสาหกรรมการฟอกน้ำตาล ฟอกหนัง
- ใช้ในการย้อมสีเส้นใย พิมพ์ผ้าฝ้าย
- ใช้ในอุตสาหกรรมไฟเบอร์และพลาสติก
- ใช้ในอุตสาหกรรมยา เช่น sulfanilamide, sulfathiazole, sulfapyridine และยาฆ่าเชื้ออื่นๆ
- ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
- ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและเยื่อกระดาษ
- ใช้เป็น curing agent ในอุตสาหกรรมหนังป้องกันการเกิดราใน tanning liquors
- ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด
- ใช้ในการผลิต nitrogen oxides
- ใช้เป็นสารทำความสะอาดในโรงงานผลิตน้ำแข็ง ห้องเย็น และห้องแช่แข็ง
- ใช้ในกระบวนการเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

เอกสารอ้างอิง

Kirk- othmer encyclopedia of chemical technology, 3th ed. Vol.2. In Joseph, R., et.al. Ammonia. New York : Wiley 1993, p. 487-496.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กองความปลอดภัยโรงงาน. คู่มือการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมี.

พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2538. หน้า 145.

กฤษฎา ชัยกุล. สวัสดิ์ ลิขิตประยูรพงศ์ และสุพร ศาครอรุณ. วารสารเพื่อคุณภาพที่ดีของชีวิต, ตุลาคม - ธันวาคม, ปีที่ 2, ฉบับที่ 2535, หน้า 40 - 42.

ปิยะสาร ประเสริฐธรรม. กระบวนการผลิตแอมโมเนีย ยูเรีย และปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต.

วารสารสห ฉบับเทคโนโลยี, กรกฎาคม - สิงหาคม , 2525, ปีที่ 10, ฉบับที่48, หน้า 27 - 29. สารละลายแอมโมเนีย.

2001. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <http://www.sc.chula.ac.th/msds/sithai/ /1054/105426.htm>.

สุชาติ ชินะจิตร. อันตรายจากสารเคมี. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2533, หน้า 31.

อันตรายที่อาจเกิดจากแอมโมเนีย

1. อันตรายต่อสุขภาพ

- แบบเฉียบพลัน

1.1 กรณีหายใจเข้าไปโดยตรงที่ระดับความเข้มข้น 5,000-10,000 ส่วนต่ออากาศ 1 ล้านส่วนหรืออัตราผสมกับอากาศ 0.5-1% จะทำให้เกิดอาการหายใจขัด อาจทำให้เสียชีวิตได้ทันที

1.2 กรณีกระเด็นเข้าตาจะเกิดการระคายเคืองแสบตาอย่างรุนแรง ถึงขั้นทำให้ตาบอดบางส่วนหรือตาบอดทั้งหมด

1.3 กรณี แอมโมเนียเหลวสัมผัสผิวหนังโดยตรงเป็นระยะเวลาหนึ่ง จะทำให้ผิวหนังไหม้และเซลล์เนื้อเยื่อตายเพราะเย็นจัด

1.4 กรณีรับประทานเข้าไปจะกัดทำลายเยื่อภายในปากและระบบทางเดินอาหาร จะทำให้ปวดท้องอย่างรุนแรงคลื่นไส้ อาเจียนและหมดสติในที่สุด

- แบบเรื้อรัง

หากร่างกายได้รับก๊าซแอมโมเนียอยู่เสมออาจ เนื่องมาจากการทำงานเป็นระยะเวลานานๆ ในบรรยากาศที่มีแอมโมเนียผสม จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองเรื้อรังของตา จมูก และระบบทางเดินหายใจ

2. การเกิดอัคคีภัยและการดับไฟที่เกิดจากแอมโมเนีย

ก๊าซแอมโมเนียจัดว่าเป็นก๊าซอัด (compressed gas) ที่ไม่ติดไฟแต่ถ้าอยู่ในพื้นที่อากาศจำกัดสามารถจุดติดไฟได้ในช่วง 16-25 %ของปริมาตรแอมโมเนียในอากาศ

- กรณีเกิดเพลิงไหม้ไม่รุนแรงมากนัก: ให้ใช้ผงเคมีแห้งหรือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวดับไฟ

- กรณีเกิดเพลิงไหม้รุนแรง: ให้ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยหรือโฟมสำหรับควบคุมไอระเหยของแอมโมเนียแต่จะต้องระมัดระวังอย่าให้น้ำเข้าไปในภาชนะบรรจุสารดังกล่าว