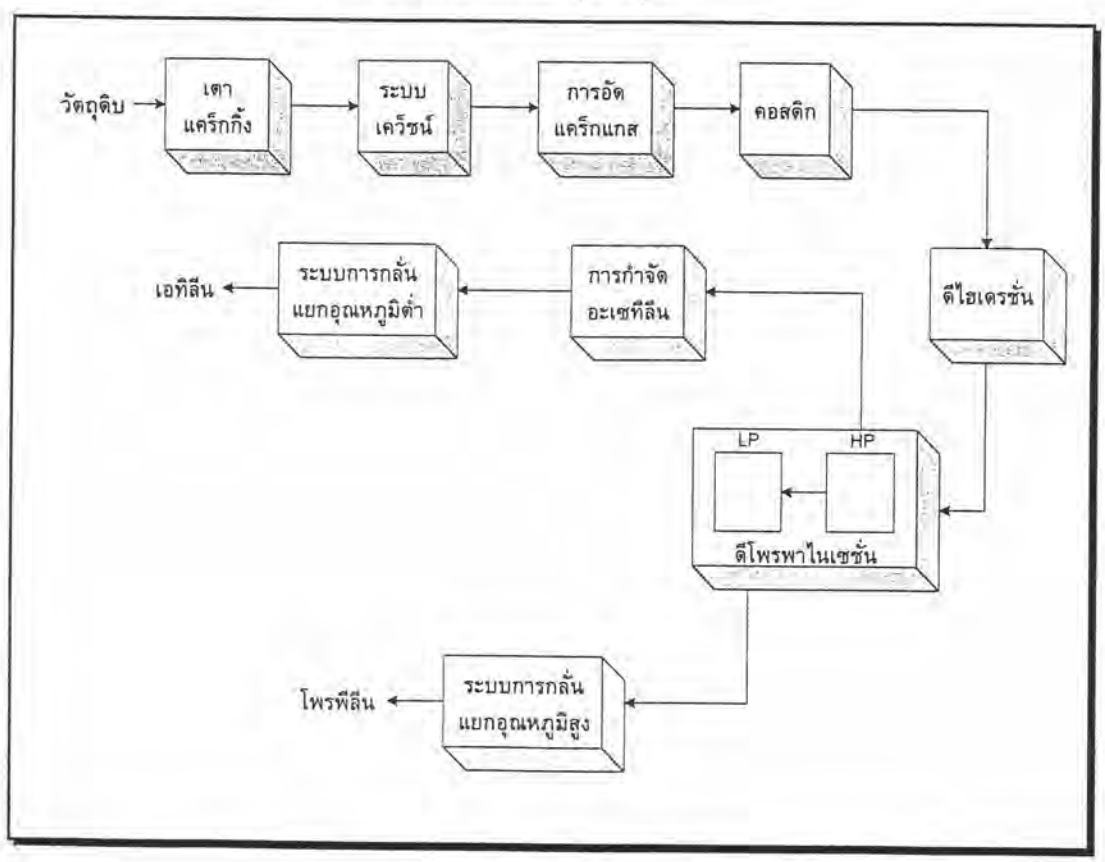
บทที่ 3
กระบวนการทำความเย็นด้วยเอทิลีน

3.1 การผลิตเอทิลีน

วัตถุดิบ (Naphtha) จะถูกเตรียมให้ มีอุณหภูมิ และสถานะเหมาะสมก่อนที่จะส่งเข้าไปยังเตาแคร็กกิ้ง (Cracking Furnace) เพื่อเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นกลายเป็นโอเลฟินส์ (Olefins) โดยกระบวนการเทอร์มอลแคร็กกิ้ง (Thermal Cracking) หรือไพโรไลซิส (Pyrolysis) ในกระบวนการนี้ไฮโดรคาร์บอนในวัตถุดิบจะถูกแยกสลาย ให้มีขนาดเล็กลงที่อุณหภูมิสูง โดยแคร็กแก๊ส (Cracked gas) ที่ได้จะถูกลดอุณหภูมิลงในระบบเควันช์ (Quench System) แคร็กแก๊สที่ออกมาจะอิ่มไปด้วยน้ำ และยังมีความเป็นกรดอยู่ จึงถูกส่งไปยังระบบอัดแคร็กแก๊ส (Compression) ซึ่งจะอัดแคร็กแก๊สให้มีความดันสูง ก่อนที่จะทำให้เย็นลง เพื่อควบแน่นไฮโดรคาร์บอนหนัก และน้ำออกมา นอกจากนี้ยังทำให้ระบบมีความดันสูงพอสำหรับกลั่นแยกอุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 3.1 แสดงกระบวนการผลิตเอทิลีน และโพรพีลีน

แก๊สที่ได้จะถูกส่งผ่านไปยังระบบคอสติก (Caustic Washing) เพื่อแยกแก๊สที่เป็นกรด (เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และคาร์บอนไดออกไซด์) ที่เกิดจากปฏิกิริยาแคร็กกิ้งออก โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นเข้าสู่ระบบกำจัดความชื้น (Dehydration) โดยกำจัดน้ำออกจากแคร็กแก๊ส เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการแข็งตัว (Freeze-ups) ในอุปกรณ์ขั้นต่อไปในสายการผลิตที่ทำงานที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อผ่านกระบวนการกำจัดน้ำด้วยระบบกำจัดความชื้นแล้ว จะเข้าสู่ระบบดีโพรพาไนเซชั่น (Depropanization System) โดย ก) จะเข้าสู่ระบบดีโพรพาไนเซชั่นความดันสูง เพื่อแยก C3S แล้วส่งไปยังระบบกำจัดอะเซทีลีน (Acetylene Removal System) เพื่อเปลี่ยนอะเซทีลีนซึ่งเป็น ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการ จากปฏิกิริยาแคร็กกิ้งให้เป็นเอทิลีน โดยปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชั่น(Hydrogenation) จากนั้นจะถูกส่งไปยังระบบการกลั่นแยกอุณหภูมิต่ำ (Cold Fractionation) เพื่อกลั่นแยกผลิตภัณฑ์เอทิลีนออกมา ข) เข้าสู่ระบบดีโพรพาไนเซชั่นความดันต่ำ เพื่อแยก C4S และC3 ที่ปนเข้ามา แล้วส่งไปยังระบบกลั่นแยกอุณหภูมิสูง (Hot Fractionation) เพื่อกลั่นแยกโพรพีลีน และโพรเพนต่อไป (ดูรูปที่ 3.1)

3.2 ระบบทำความเย็นโดยใช้เอทิลีน (ดงกระพัน อินทรแจ้ง, 2538)

หน้าที่

ระบบทำความเย็นด้วยเอทิลีน (Ethylene, C2) (รูปที่ 3.2) เป็นระบบเปิด (Open Loop System) หน้าที่หลักคือ ให้สารทำความเย็น และเป็นตัวกลางให้ความร้อนสำหรับกระบวนการต่างๆ นอกจากนี้ ระบบทำความเย็นด้วย C2 ยังเชื่อมโยงกับระบบหอแยก C2 (C2 Splitter) ในระบบกลั่นแยกอุณหภูมิต่ำ (Cold fractionation) อีกด้วย

หน่วยปฏิบัติการหลัก

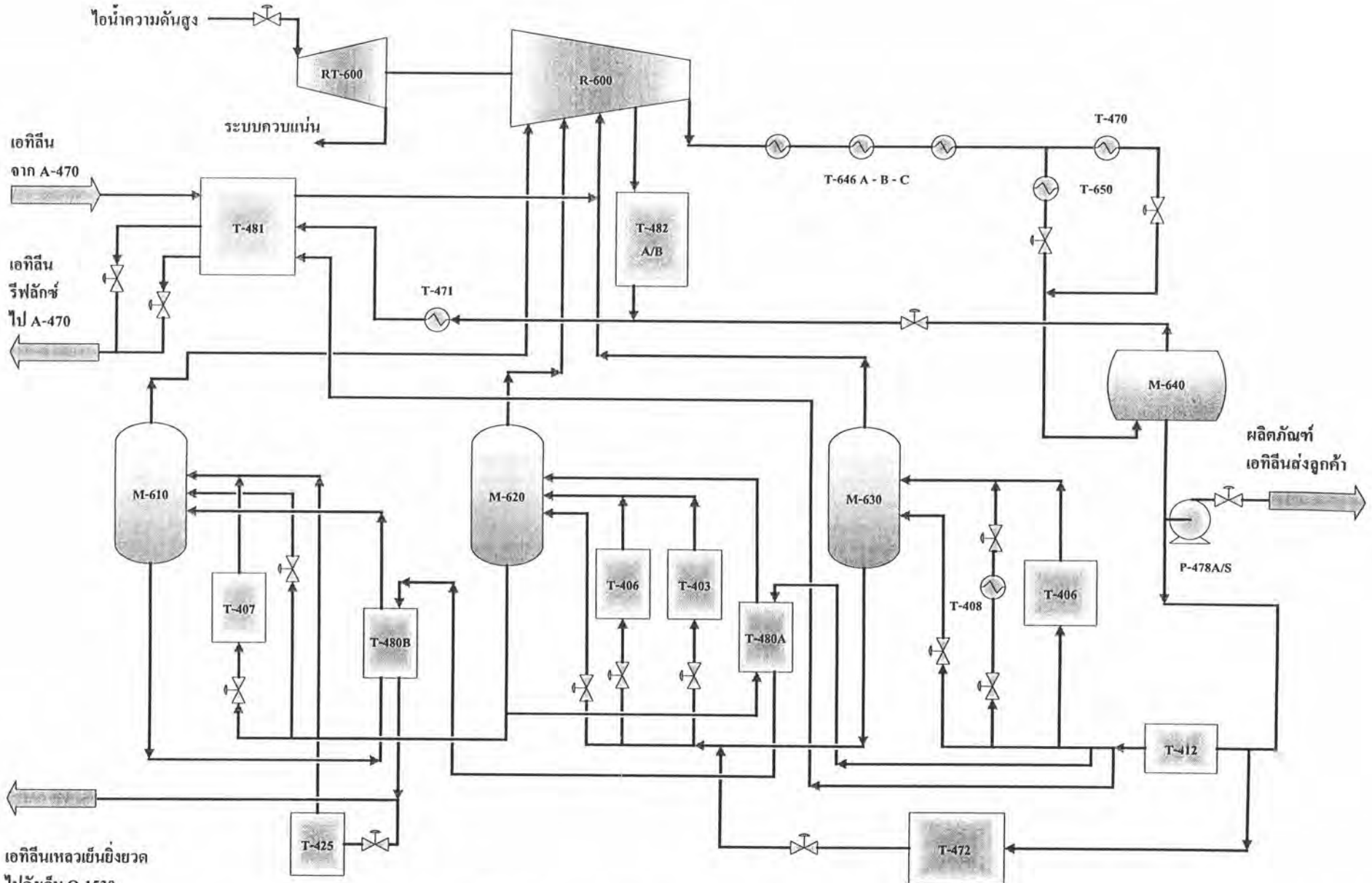
สัญลักษณ์ [R] แสดงหน้าที่ของ C2 ว่าเป็นสารทำความเย็น (Refrigerant) และสัญลักษณ์ [H] แสดงหน้าที่ของ C2 ว่าเป็นสารให้ความร้อน

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในระบบ ได้แก่

- Ethylene Product Subcooler (T-480 A/B)
- Ethylene Reflux Subcooler No. 1 (T-481)

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ร่วมกับระบบทำความเย็นด้วยโพรพีลีน (Propylene, C3) ได้แก่

- C2 Refrigerant Desuperheater (T-646 A-C) [H]
- C2 Refrigerant Condenser (T-650) [H]
- C2 Refrigerant Sidedraw Desuperheater (T-482 A/B) [H]



รูปที่ 3.2 ระบบทำความเย็นด้วยเอทีลีน

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในระบบอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- Dephlegmator No.1 (T-406) [R:-66,-83 C°]
- Dephlegmator No.2 (T-407) [R:-101 C°]
- Demethanizer Prefractionator Condenser (T-408) [R:-66 C°]
- Demethanizer Feed Chiller (T-403) [R:-83 C°]
- Demethanizer Condenser (T-425) [R:-101 C°]
- C2 Refrigerant Subcooler (T-412) [H]
- C2 Product Vaporizer No.1 (T-472) [H]
- C2 Splitter Reboiler (T-470) [H]
- C2 Splitter Intermediate Reboiler (T-471) [H]

อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่

- C2 Refrigerant/Heat Pump Compressor (R-600)
- Ethylene Compressor Turbine Driver (RT-600)
- C2 Refrigerant Surge Drum (M-640)
- C2 Refrigerant 3rd Stage Suction Drum (M-630)
- C2 Refrigerant 2nd Stage Suction Drum (M-620)
- C2 Refrigerant 1st Stage Suction Drum (M-610)

คำอธิบายกระบวนการทำความเย็นด้วยเอทิลีน

ระบบนี้จะให้สารทำความเย็น C2 (Ethylene Refrigerant) ที่ -66 C° -83 C° และ-101 C° แก่กระบวนการที่ต้องการ แต่ในขณะเดียวกันก็จะเป็นสารให้ความร้อนในบางกระบวนการด้วย โดยเอทิลีนจากยอดหอแยก C2 (C2 Splitter, A-470) ในระบบการกลั่นแยกอุณหภูมิต่ำ จะเข้าสู่ R-600 ซึ่งทำหน้าที่เป็นปั๊มความร้อน (Heat Pump) ให้ระบบหอแยก C2 ด้วย เพื่ออัดให้มีความดัน และอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนที่จะถูกลดอุณหภูมิ และทำให้ควบแน่น โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับระบบอื่นๆ ซึ่งในขั้นนี้จะเห็นได้ว่า เอทิลีนจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้ความร้อนให้กับกระบวนการอื่นๆ มีผลให้เอทิลีนเองเย็นลง จากนั้นเอทิลีนจะถูกแยกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

- เป็นรีฟลักซ์ (Reflux) กลับไปยังหอแยก C2
- เป็นผลิตภัณฑ์เอทิลีนส่งไประบบการเก็บผลิตภัณฑ์ และ/หรือ ส่งลูกค้า
- เป็นสารทำความเย็น โดยจะถูกลดอุณหภูมิลงเป็นขั้นๆ ก่อนนำไปใช้ด้วยการแฟลช (Flash)

คอมเพรสเซอร์ R-600 เป็นคอมเพรสเซอร์แบบเซนตริฟูกัล (รายละเอียดดูภาคผนวก ก.5) 4 ขั้น (4 Stage) ถูกขับด้วยเครื่องจักรไอน้ำ (Steam Turbine, RT-600) ซึ่งใช้ไอน้ำความดันสูง โดยความดันขาเข้าคอมเพรสเซอร์ขั้นที่ 1 จะเป็นตัวกำหนดอัตราการไหลของไอน้ำ เอทิลีนจากยอดหอ A-470 จะได้รับความร้อนจาก T-481 เพื่อให้แน่ใจว่า ไม่มีของเหลวก่อนเข้า R-600 ที่ขั้นที่ 3

ไอเอทิลีนที่แยกออกจากสายดึงออกข้าง (Sidedraw) ของ R-600 จะผ่านเข้า T-482A/B โดยจะทิ้งความร้อนให้กับสารทำความเย็นโพรพีลีน (Propylene, C3) เพื่อลดอุณหภูมิ และลดความเป็นไอร้อนยิ่งยวด (Desuperheat) ของเอทิลีน แล้วถูกควบแน่น โดยการให้ความร้อนในการต้มซ้ำ (Reboiling) ที่กลางหอ A-470ใน T-471 ก่อนที่จะถูกลดอุณหภูมิลงอีกด้วย T-481 แล้วผ่านกลับเป็นรีฟลักซ์สู่หอA-470

ไอเอทิลีนที่ออกจาก R-600 ขั้นสุดท้าย จะลดความเป็นไอร้อนยิ่งยวดจนมีอุณหภูมิ -18 C° ด้วยการทิ้งความร้อน ให้กับสารทำความเย็น C3 ที่ 3 ระดับอุณหภูมิใน T-646A, B และC จากนั้นจึงผ่านเข้า T-470 และT-650 ที่ต่อขนานกัน เพื่อให้เอทิลีนควบแน่นโดยการให้ความร้อนในการต้มซ้ำใน T-470 และทิ้งความร้อนแก่สารทำความเย็น C3 ที่ -40 C° ใน T-650 เอทิลีนเหลวจะไหลเข้าสู่ M-640 ซึ่งจะส่งไอเอทิลีนกลับไปควบแน่น รวมกับสายที่รีฟลักซ์กลับไปยังหอ A-470 ส่วนเอทิลีนเหลวที่ -37.8 C° จาก M-640 ส่วนหนึ่งจะถูกปั๊มส่งไประบบการเก็บผลิตภัณฑ์ หรือส่งลูกค้า ส่วนที่เหลือ จะนำไปใช้ในการทำความเย็น

เอทิลีนจาก M-640 ที่เหลือจากการส่งไปเป็นผลิตภัณฑ์ จะแบ่งเป็น 2 สาย คือ

ก) เอทิลีนจะถูกลดอุณหภูมิลงอีกใน T-472 โดยการทิ้งความร้อนให้กับไฮโดรเจน แก๊สเชื้อเพลิง และผลิตภัณฑ์เอทิลีน จนมีอุณหภูมิลดลงเหลือ -83 C°

ข) เอทิลีนจะถูกลดอุณหภูมิใน T-412 โดยการให้ความร้อนในการทำให้สาย C_2 จากก้นหอดีเมทเธไนเซอร์ (Demethanizer, A-420) กลายเป็นไอ จากนั้นแยกเป็น 3 สายคือ

- ผ่านเข้า T-481 เพื่อทิ้งความร้อนก่อนส่งไปเป็นรีฟลักซ์ที่ A-470
- ผ่านเข้า T-480 A และB เพื่อลดอุณหภูมิ โดยการให้ความร้อนในการกลายเป็นไอแก่เอทิลีนส่วนหนึ่งจากก้นถัง M-620 และM-610 ตามลำดับ เอทิลีนที่ได้จะถูกส่งไปเก็บเป็นของเหลวเอทิลีนเย็นยิ่งยวด (Ethylene Subcooled Liquid Product) ในระบบการเก็บผลิตภัณฑ์
- แยกเป็นอีก 3 ส่วนย่อยขนานกัน คือ (1) ผ่านวาลว์ซึ่งจะถูกควบคุมโดยระดับของเหลวในถัง M-630 ซึ่งความดันที่ลดลง (ถูกกำหนดโดยความดันด้านขาเข้าของ R-600 ขั้นที่ 3) จะทำให้เอทิลีนเกิดการแฟลชจนเกิดเป็นไอขึ้นบางส่วนและมีอุณหภูมิลดลงเหลือ -66 C° ตามต้องการ (2) ผ่านเข้าทำหน้าที่สารทำความเย็น C2 ใน T-406 และ(3) ผ่านเข้าสารทำความเย็นใน T-408 โดย

ใน T-406 และT-408 เอทิลีนจะเกิดการแฟลชจนมีอุณหภูมิ -66 C° ดังกล่าวข้างต้น ทั้ง 3 สายจะไหลรวมเข้าถัง M-630 ซึ่งแยกไอเอทิลีนกลับสู่ขั้นที่ 3 ของ R-600 เอทิลีนเหลวจาก M-630 จะรวมกับเอทิลีนที่ไหลผ่านอุปกรณ์ T-472 ที่ -83 C° ซึ่งเป็นเอทิลีนจากสาย (ก) (ดูรูปที่ 3.2) จนมีอุณหภูมิ -78 C° ก่อนจะแยกเป็น 3 ส่วนอีกครั้ง คือ (1) ผ่านวาลว์ที่ถูกควบคุมด้วยระดับของเหลวในถัง M-620 (2) เป็นสารทำความเย็นให้ T-406 และ (3) เป็นสารทำความเย็นให้ T-403 โดยในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งสอง เอทิลีนจะแฟลช เนื่องจากความดันที่ลดลง ซึ่งถูกกำหนดโดยความดันด้านขาเข้าของ R-600 ขั้นที่ 2 จนมีอุณหภูมิ -83 C° จากนั้น ทั้ง 3 สายจะไหลรวมกันเข้าถัง M-620 ซึ่งจะแยกไอเอทิลีนกลับสู่ R-600 ขั้นที่ 2 เอทิลีนเหลวจาก M-620 ส่วนหนึ่ง ใช้ทำความเย็นใน T-480 A อีกส่วนจะแยกเป็น 2 สายคือ (1) ผ่านวาลว์ซึ่งจะถูกควบคุมด้วยระดับของเหลวในถัง M-610 และ(2) เป็นสารทำความเย็นให้ T-407 ซึ่งเอทิลีนจะแฟลช เนื่องจากความดันที่ลดลงซึ่งถูกกำหนดโดยความดันขาเข้าของ R-600 ขั้นที่ 1 จนมีอุณหภูมิ -101 C° จากนั้นทั้ง 2 สายจะไหลเข้า M-610 แล้ว แยกไอเอทิลีนกลับสู่ R-600 ขั้นที่ 1 สำหรับเอทิลีนเหลวที่ก้นถัง M-610 จะใช้ทำความเย็นใน T-480 B ต่อไป

3.3 สรุป

บทนี้จะเป็นการอธิบายกระบวนการผลิตเอทิลีน และระบบทำความเย็นด้วยเอทิลีนของโรงงานไทยโอเลฟินส์ โดยเน้นที่ระบบความเย็นด้วยเอทิลีน ซึ่งกล่าวถึงหน้าที่ของเอทิลีนเมื่อไหลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เพื่อให้มีความเข้าใจระบบ และสามารถนำไปสร้างแบบจำลองกระบวนการต่อไป บทถัดไปจะเป็นการกล่าวถึง การสร้างแบบจำลองระบบทำความเย็นด้วยเอทิลีน โดยใช้โปรแกรมแอสเพ็นพลัส