บทที่ 3

การสูญหายของน้ำมัน

โดยทฤษฎีแล้วการระเหยเป็นธรรมชาติอย่างหนึ่งของน้ำมัน ซึ่งจะมากหรือน้อยย่อมแล้วแต่ชนิดของน้ำมัน สิ่งที่จะทำให้น้ำมันเกิดการระเหยหายคือ

ก. ความร้อน

ข. ไอระเหยรั่วออกไปได้อย่างเสรี

ทดลองได้ง่าย ๆ โดยเอาน้ำมันหยดลงไปที่ผิวหนังของเรา เมื่อน้ำมันระเหยไปแล้ว เราจะรู้สึกเย็น นั่นหมายความว่าน้ำมันได้เอาความร้อนในตัวเราเพื่อทำให้เกิดการระเหย การระเหยนี้ถ้าไม่มีภาชนะหรือสิ่งใดควบคุมไอระเหยไว้ก็จะเกิดการสูญหายขึ้น แต่ถ้าเราสามารถเก็บไอระเหยไว้ได้ เช่น ภายในถัง อัตราการระเหยก็จะเริ่มลดลง จนกว่าไอระเหยนั้นถึงจุดอิ่มตัวก็จะหยุดการระเหย

การที่จะควบคุมหรือลดอัตราการระเหยหาย ก็คือหาวิธีที่จะลดความร้อนที่จะเข้าไปยังน้ำมันในถังและหาทางป้องกันมิให้ไอระเหยรั่วไหลออกมาจากถังเท่าที่เครื่องอุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีอยู่จะช่วยได้

โดยทั่วไป อัตราการระเหยหายจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. <u>ความกดดันของไอระเหย ณ อุณหภูมิที่วัดได้จริง</u> น้ำมันที่มีความกดดันของไอระเหยสูง ก็มีอัตราการระเหยสูง น้ำมันที่มีความกดดันของไอระเหยต่ำก็มีอัตราการระเหยต่ำ หรือน้ำมันที่มีความกดดันเท่ากับศูนย์ก็คือไม่มีการระเหยเกิดขึ้น (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.)

2. <u>ความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำมันภายในถัง</u> ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของบรรยากาศและความร้อนจากแสงอาทิตย์ ความร้อนจากภายนอกจะทำให้ความร้อนภายในถังสูงขึ้นและจะทำให้อุณหภูมิของผิวน้ำมันในถังสูงขึ้น ซึ่งเป็นการเร่งการระเหยของน้ำมัน แต่ขณะเดียวกันในเวลากลางคืน ความร้อนลดลงก็จะทำให้อุณของน้ำมัน

ที่อยู่ในไอระเหยกลับคืนสู่ผิวน้ำมัน และทำให้ความกดดันของไอระเหยลดลง เป็นเหตุให้วาล์วป้องกันอันตรายเนื่องจากสูญญากาศเปิดทำงานให้อากาศบริสุทธิ์ไหลเข้าไปอยู่ในช่องว่างของถัง ทำให้ไอระเหยในถังเจือจาง และจะทำให้เกิดการระเหยขึ้นอีก เพื่อให้ไอระเหยนั้นกลับคืนสู่สภาพจุดอิ่มตัวอย่างเดิม

3. ช่องว่างในถัง ถ้าช่องว่างในถังมากการระเหยก็สูง เพราะว่าปริมาตรของช่องว่างที่จะทำให้ไอระเหยถึงจุดอิ่มตัวมีอยู่มาก ฉะนั้นหลักในการควบคุมการระเหยหายให้น้อยที่สุดก็คือ พยายามให้ช่องว่างของไอระเหยในถังมีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือพยายามเก็บรักษาน้ำมันให้เต็มถังอยู่ตลอดเวลานั่นเอง

4. เส้นผ่าศูนย์กลางของถัง ถังที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่มาก เนื้อที่ผิวของน้ำมันซึ่งอยู่จะกระเด็นออกมาก็มีบริเวณมาก ทำให้อัตราการระเหยสูง และถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางของถังน้อย เนื้อที่ของผิวของน้ำมันที่อยู่กระเด็นออกมาก็น้อย อัตราการระเหยย่อมต่ำ

5. ความถี่ของการใช้ถัง หาได้จากปริมาตรทั้งหมดที่ใช้บริการของถัง หารด้วยความจุของถัง ถ้าปริมาตรที่ใช้บริการของถังน้อย ความถี่ของการใช้ถังก็น้อย เปอร์เซ็นต์การสูญหายก็มาก เพราะน้ำมันที่เก็บไว้ในถังนาน ๆ โดยไม่นำไปใช้ การระเหยย่อมมีอยู่ตลอดเวลา

6. สภาพของถัง สภาพของถังมีส่วนสัมพันธ์เกี่ยวกับอัตราระเหยหายเช่นกัน ถ้าถังได้ถูกบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพอันดีอยู่ตลอดเวลา ไม่มีรอยรั่วที่จะให้ไอระเหยที่ถึงจุดอิ่มตัวรั่วออกไปได้ ตลอดจนเครื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมการสูญหายอยู่ในสภาพดี ทำให้ไอระเหยของน้ำมันที่ถึงจุดอิ่มตัวไม่สามารถรั่วไหลออกไปก่อนที่จะถึงความกดดันสูงสุดที่ตั้งไว้ที่วาวป้องกันอันตราย เนื่องจากความกดดันก็จะทำให้การระเหยหายอยู่ในเกณฑ์ต่ำ หรือที่เรียกกันว่า เป็นการระเหยหายที่เกิดขึ้นตามปกติวิสัย

7. ชนิดของถัง ถังที่ปิดสนิทและทนต่อการกดดันสูง ก็จะไม่มีการระเหยหายเลย แต่ว่าค่าใช้จ่ายในการสร้างถังนั้นสูงมากและไม่คุ้มกับการลงทุน ถังซึ่งใช้อยู่ทั่ว ๆ ไปที่เราเรียกว่า ถังที่มีฝาชีครอบติดกับขอบข้างถังเป็นถังซึ่งค่าก่อสร้างย่อมเยา แต่ไม่

สามารถจะรักษาไอระเหยไว้ได้ 100% การสูญหายของไอระเหยจะมากหรือน้อยย่อมแล้วแต่ช่องว่างในถัง ความร้อนของบรรยากาศภายนอกและวาล์วป้องกันอันตรายเนื่องจากความกดดัน

8. สีทาถัง เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยลดการสูญหายของน้ำมัน เพราะว่าสีนี้จะเป็นสื่อป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ สีน้ำมันขาวจะช่วยป้องกันการระเหยได้ดีกว่าสีอลูมิเนียม คือ อุณหภูมิของน้ำมันในถังที่ทาด้วยสีน้ำมันขาวจะต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำมันที่บรรจุในถังทาสีอลูมิเนียม

จะเห็นว่าปัจจัยข้อ 1 และ 2 เป็นสิ่งที่ไม่สามารถจะควบคุมได้เพราะเป็นไปโดยธรรมชาติ ฉะนั้น ปัจจัยข้อ 3 – 8 ที่สามารถควบคุมได้ควรจะนำมาพิจารณาเพื่อช่วยลดการสูญหายของน้ำมัน

ประเภทของการสูญหายของน้ำมัน

พิจารณาในด้านการจัดจำหน่าย (Marketing) (ดูภาพประกอบในภาคผนวก ค.) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

ก. การขนส่ง คือผลต่างของจำนวนน้ำมันที่แจ้งไว้ในใบขนส่ง ณ คลังต้นทาง กับจำนวนน้ำมันที่ได้รับแท้จริง ณ คลังปลายทาง การสูญหายจากการขนส่งควรจะเป็นจำนวนน้อยมาก ถ้าไม่มีการชโมยน้ำมันระหว่างทาง

ข. อุณหภูมิ คือผลต่างของจำนวนน้ำมัน ณ อุณหภูมิที่จ่ายน้ำมันต้นทาง ที่รับน้ำมันปลายทาง ที่วัดน้ำมันประจำวัน และที่จ่ายน้ำมันปลายทาง

การซื้อขายน้ำมันตามหลักสากลทั่วโลก กระทำ ณ อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮท์ หรือ 15 องศาเซนติเกรด สำหรับประเทศไทย ณ อุณหภูมิ 86 องศาฟาเรนไฮท์ หรือ 30 องศาเซนติเกรด ถือเป็นอุณหภูมิเฉลี่ย ในการคำนวณภาษีอากรต่าง ๆ

ค. การสูญหายที่คลังน้ำมัน คือผลต่างของจำนวนน้ำมันที่รับเข้าจริง ณ คลังปลายทางเปรียบเทียบกับจำนวนของน้ำมันที่จำหน่าย หรือจ่ายออกไปและที่ยังเหลืออยู่ในถัง การสูญหายที่คลังนี้ส่วนหนึ่งอาจจะเป็นการสูญหายตามปกติวิสัย และอีกส่วนหนึ่งอาจ

จะเป็นการสูญหายเนื่องจากขาดการบำรุงรักษาถังและเครื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือเกิดการลักขโมยขึ้น

<u>สาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญหายระหว่างการขนส่ง</u> อาจเป็นเพราะสิ่งเหล่านี้ คือ

1. การตวงวัดปริมาตรน้ำมันของถังที่ใช้ในการขนส่งผิดพลาด
2. เติมน้ำมันไม่ครบจำนวน
3. วัดอุณหภูมิไม่ถูกต้อง
4. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำมัน ณ คลังต้นทางและปลายทาง
5. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการป้องกันการรั่วของไอระเหยบกพร่อง ชำรุด
6. มีรั่วที่ถัง วาล์ว ปั๊ม หรือข้อต่อต่าง ๆ
7. เมื่อรถมาถึงแล้ว ปล่อยทิ้งไว้นานโดยไม่มีการสูบถ่าย
8. สูบถ่ายออกไม่หมด
9. ขโมย

<u>สาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญหายที่คลังน้ำมัน</u> ขึ้นอยู่กับลักษณะของถังดังนี้

ก. <u>ถังที่มีหลังคาเป็นรูปกรวย</u> (Fixed-roof Tank) ดูภาพประกอบในภาคผนวก ค. การระเหยหายจากถังบรรจุน้ำมันที่หลังคาเป็นรูปกรวย แบ่งสาเหตุได้ 2 อย่างคือ

1. <u>Breathing Loss</u> คือ การสูญหายของน้ำมันอันเนื่องมาจากการขยายตัวและหดตัวของไอระเหยภายในช่องว่างของถัง ซึ่งเป็นผลของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของบรรยากาศประจำวัน

2. <u>Working Loss</u> คือ การสูญหายของน้ำมันอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำมันภายในถัง นั่นคือการแทนที่ของไอระเหยในช่องว่างของถังโดยระดับน้ำมันที่เพิ่มขึ้น และการระเหยเพิ่มเติมเมื่อมีการสูบถ่ายน้ำมันออกจากถังทำให้ระดับน้ำมันในถังลดลง การสูญหายของ Working Loss แยกออกเป็น

2.1 Filling Loss การสูญหายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการสูบน้ำมันเข้าในถังและความกดดันของไอระเหยภายในถังสูงกว่าความกดดันที่ตั้งไว้ที่วาล์วป้องกันอันตราย (Pressure Relief Vent) ทำให้ไอระเหยถูกระบายผ่านวาล์วออกสู่บรรยากาศข้างนอก แต่ถ้าความกดดันของไอระเหยภายในถังขณะเริ่มทำการสูบน้ำมันเข้าถังต่ำกว่าความกดดันของวาล์วที่ตั้งไว้ ไอระเหยผสมกับอากาศภายในถังก็จะถูกอัดตัวจนความดันคงที่ ฉะนั้นน้ำมันที่สูบเข้าไปในถังบางส่วนจะเข้าไปแทนที่ช่องว่างของไอระเหยบางส่วนที่หดตัวก่อนที่วาล์วจะทำงาน ซึ่งทำให้ Filling Loss น้อยลง แต่ถ้ายังสูบน้ำมันเข้าไปในถังอีก ความกดดันภายในถังจะเท่ากับความกดดันของวาล์วที่ตั้งไว้ วาล์วจะเริ่มทำงาน ฉะนั้น ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันและไอระเหยคงที่แล้ว ปริมาตรของไอระเหยที่ถูกขับดันออกจากถังผ่านวาล์วป้องกันอันตราย จะเท่ากับปริมาตรของน้ำมันที่เข้าไปแทนที่ไอระเหยหลังจากที่วาล์วป้องกันอัตรายเริ่มทำงานแล้ว

2.2 Emptying Loss การสูญหายประเภทนี้จะเกิดขึ้นเนื่องจากการลดระดับของน้ำมันภายในถัง เมื่อมีการสูบน้ำมันออกจากถังและอากาศภายนอกผ่านวาล์วป้องกันอันตราย เนื่องจากสูญญากาศ (Vacuum Relief Vent) เข้าไปในถัง ทำให้น้ำมันระเหยเพิ่มขึ้น

ข. ถังแบบฝาลอย (Floating Roof Tank) ดูภาพประกอบในภาคผนวก ค. การออกแบบถังแบบฝาลอยมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือ กำจัดช่องว่างของไอระเหยในถังซึ่งเป็นผลให้การสูญหายเนื่องจาก Breathing Lossหรือ Working Loss ต่ำมาก เป็นถังที่ควบคุมการระเหยหายได้ดี และยังลดอุบัติเหตุด้านอัคคีภัยอีกด้วย การระเหยหายของถังน้ำมันแบบถังฝาลอย ประกอบด้วย

1. Standing Loss การระเหยหายที่เกิดขึ้นกับถังฝาลอยมีน้อยมาก จะมีก็ตรงบริเวณที่ Seal ของฝาลอยแตะกับผนังถังด้านในเท่านั้นคือ ยังอาจมีการระเหยหายได้อยู่บ้าง โดยรั่วผ่านยางกันระเหยรอบ ๆ ฝาถัง

2. Withdrawal Lossหรือ Wetting Loss เกิดขึ้นเนื่องจากขณะที่ฝาของถังลดต่ำลง ในขณะที่ทำการสูบน้ำมันออก Seal รอบ ๆ ฝาลอยไม่สามารถรูดเอา

น้ำมันที่เป็นของเหลวที่ติดข้างถังลงตามฝาลอยไปได้หมด ผนังด้านในของถังยังเปียกอยู่ ส่วนที่เปียกนี้ก็ระเหยกลายเป็นไอหายไปในที่สุด นับว่าเป็นการสูญหายชนิดหนึ่ง แต่ค่อนข้างจะน้อยมาก

นอกจากที่กล่าวข้างต้นทั้งหมดแล้ว สาเหตุอื่น ๆ ของการสูญหายได้แก่

(1) Shrinkage loss คือ การเอาน้ำมัน 2 ชนิดซึ่งมีความหนาแน่น (density) ไม่เท่ากันมาผสมกัน จะมีการหดตัวโดยธรรมชาติเกิดขึ้น

(2) Loading loss ขณะที่มีการเติมน้ำมันลงรถบรรทุกน้ำมันหรือรถไฟ ไม่ว่าจะเติมโดยใช้งวงเติม (loading arm) หรือทางท่อใต้ถัง จะมีไอน้ำมันจำนวนหนึ่งระเหยหนีออกไปโดยตรงจากทาง Manhole ระหว่างการเติม

(3) Leakage loss การสูญหายเนื่องจากการรั่วซึมในที่ต่าง ๆ เช่น ที่วาล์ว ปั๊ม ข้อต่อ ฯลฯ เมื่อพบต้องรีบแก้ไขทันที เพราะในทางปฏิบัติไม่ควรจะมีการหายในด้านนี้

(4) Boiling loss ใช้กับแก๊สเป็นส่วนใหญ่ คือ ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องเก็บไว้ในถัง pressure tank หากแรงอัดลดลงเมื่อใดน้ำมันจะระเหยโดยเร็วมาก (เดือด) และถ้าไอน้ำมันหนีออกจากภาชนะที่บรรจุไปได้ก็ย่อมสูญหายไป

(5) Overflow & Spill ปกติไม่ควรจะมี เพราะถ้าหากมีน้ำมันหกหรือล้นถังก็ย่อมหมายถึงเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

(6) Clingage loss ในการขนส่งน้ำมันด้วยพาหนะที่มีความจุมาก ๆ เช่น เรือ รถไฟ หรือ รถบรรทุกน้ำมัน เราไม่สามารถดูดน้ำมันออกได้หมดจนแห้ง ต้องมีติดค้างอยู่ตามผิวด้านในของถังหรือตามท่ออยู่บ้าง ถังยิ่งใหญ่ก็ยิ่งมีติดค้างมาก ถ้าน้ำมันชนิดนั้นระเหยยากก็จะยังคงค้างอยู่ในถังของรถหรือเรือนั้นในเที่ยวต่อไป ไม่หายไปจริง แต่ถ้าเป็นน้ำมันที่ระเหยเร็วก็จะระเหยหายไป

(7) Tank Cleaning ในการล้างถังเก็บน้ำมันเมื่อใช้งานถึงกำหนดระยะเวลาหนึ่ง หรือเพื่อเปลี่ยนไปใส่น้ำมันอีกอย่างหนึ่งนั้น ตามก้นถังมักจะมีตะกอนปนน้ำมันซึ่งจำเป็นต้องทำลายทิ้งไปก็ถือเป็นส่วนหนึ่งของการสูญหาย

(8) Theft การขโมย

กล่าวโดยสรุปแล้ว การสูญหายของน้ำมันเป็นไปได้ในหลายลักษณะและในโอกาสต่าง ๆ กัน ปัญหาจึงมีว่าการสูญหายเป็นอัตราเท่าใดจึงจะยอมรับเป็นมาตรฐานหรือเป็นปกติวิสัยของน้ำมัน นั่นก็คือจะต้องมีการคำนวณอัตราการสูญหายตามปกติวิสัยซึ่งจะขอเรียกว่า Loss Target สำหรับแต่ละประเภทของน้ำมันและแต่ละคลังน้ำมันด้วย (รายละเอียดและสูตรการคำนวณอยู่ในภาคผนวก ค.) โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการสูญหายที่คลังน้ำมันดังนี้

1. การสูญหายในการรับน้ำมันเข้าคลัง ได้แก่

   1.1 Intransit loss ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างทางจากคลังต้นทางถึงคลังรับ

   1.2 Working loss สำหรับถังแบบหลังคาเป็นรูปกรวย

2. การสูญหายขณะเก็บรักษาน้ำมันในคลัง ได้แก่

   2.1 Breathing loss สำหรับถังแบบหลังคาเป็นรูปกรวย

   2.2 Standing loss สำหรับถังแบบระบบฝาลอย

3. การสูญหายขณะจ่ายน้ำมันออกจากคลัง ได้แก่ Loading loss

สำหรับการคำนวณ Loss Target ที่คลังน้ำมัน จะจัดแบ่งตามลักษณะของการระเหยหายคือ

ก. ประเภทที่มีอัตราการระเหยเร็ว ได้แก่น้ำมันเบนซินพิเศษ (GP), เบนซินธรรมดา (GR), น้ำมันอากาศยาน 115/145 และ JP –4 การคำนวณจะต้องเป็นไปตามสภาพความจริงของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของแต่ละคลังน้ำมัน

ข. ประเภทที่มีอัตราการระเหยช้า ได้แก่น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (ADO), ดีเซลหมุนช้า (IDO), JP-1 น้ำมันก๊าด (IK) และน้ำมันเตา (FO) โดยลักษณะของน้ำมันแล้วจะมีการสูญหายน้อยมาก ดังนั้นจึงไม่มีการคำนวณอะไรทั้งสิ้น แต่จะใช้ระบบเฉลี่ยโดยประมาณให้การสูญหายเกิดขึ้นได้ไม่เกิน 0.03% ยกเว้น JP –1 ซึ่งมีการควบคุมคุณภาพมากเป็นพิเศษให้ไม่เกิน 0.05%

หลังจากที่สามารถจัดหาไม้วัดที่เหมาะสมหรืออัตราการสูญหายตามปกติวิสัยของแต่ละชนิดน้ำมัน และแต่ละคลังแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการควบคุมการปฏิบัติงานของคลังน้ำมันแต่ละแห่งโดยใช้ Loss Target เป็นบรรทัดฐานดังที่จะได้ศึกษาในบทต่อไป