



# วิทยานิพนธ์

การจัดการความปลอดภัยของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน  
ในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง

**SAFETY MANAGEMENT OF GASOLINE VAPOR  
RECOVERY UNIT AT FUEL TERMINAL**

นายไกรสร บาลมงคล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การจัดการความปลอดภัยของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง

Safety Management of Gasoline Vapor Recovery Unit at Fuel Terminal

นามผู้วิจัย นายไกรสร บาลมงคล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( รองศาสตราจารย์เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( รองศาสตราจารย์ธงไชย ศรีนพคุณ, Ph.D. )

ประธานสาขาวิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนนต์ วงษ์เกษม, M.S. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉกหาญ, M.A. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการความปลอดภัยของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง

Safety Management of Gasoline Vapor Recovery Unit at Fuel Terminal

โดย

นายไกรสร บาลมงคล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

พ.ศ. 2550

ไกรสร บาลมงคล 2550: การจัดการความปลอดภัยของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ, Ph.D. 151 หน้า

วิทยานิพนธ์เรื่องการจัดการความปลอดภัยของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินในคลังน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ เป็นการศึกษาถึงหลักการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานกับหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินในคลังน้ำมัน เพื่อให้ผู้ทำงานตระหนักในความเสี่ยงที่มีอยู่ในสถานที่ทำงานนั้นสามารถหาวิธีป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัยรวมถึงลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม โดยหลักการด้านการจัดการความปลอดภัยในสถานที่ทำงานจึงต้องมีการบ่งชี้และวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ Hazard and Operability Study หรือ HAZOP ซึ่งจะดำเนินการวิเคราะห์จากแบบการเดินท่อและอุปกรณ์รวมถึงวิธีการติดตั้งหน่วยเก็บไอน้ำมันโดยความร่วมมือของผู้ที่ทำงานกับหน่วยปฏิบัติการ เพื่อแสดงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานและการเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้มีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งได้แก่การควบคุมและกำจัดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเกิดไฟไหม้ในหน่วยปฏิบัติการ การวิเคราะห์การไหลของไอระเหยน้ำมันที่เคลื่อนที่ผ่านไปยังแนวท่อและวาล์ว และการวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของแรงดันที่เกิดจากการทำงานของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินในสภาวะปกติ โดยการศึกษาเรื่องการจัดการด้านความปลอดภัยนี้ได้มีการทดลองถึงเหตุการณ์ที่ถึงจุดดับที่ทำหน้าที่จุดดับและคืนสภาพไอระเหยน้ำมันกลายเป็นของเหลวเกิดการรั่วไหลหรือระเบิดออกเนื่องจากความดัน และไอระเหยน้ำมันเกิดการรั่วไหลออกไปยังพื้นที่ทำงานในคลังน้ำมัน อันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ทำงานในคลังน้ำมันได้ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนป้องกันเหตุการณ์ร้ายแรงที่อาจขึ้น โดยการใช้โปรแกรม การสร้างแบบจำลองของการแพร่กระจายของไอน้ำมัน (Areal Locations of Hazardous Atmospheres or ALOHA) ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการกำหนดแผนฉุกเฉินที่เหมาะสมและสามารถทำให้ ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานในคลังน้ำมันได้อย่างปลอดภัยและสามารถปฏิบัติตามแผนฉุกเฉิน นั้นได้อย่างพร้อมเพรียงในกรณีที่เหตุการณ์เกิดขึ้นจริง ซึ่งรูปแบบของการจัดการความปลอดภัยดังกล่าวเรียกว่าเป็นการจัดการความปลอดภัยในคลังน้ำมันแบบยั่งยืนนั่นเอง

Kraisorn Balamongkol 2007: Safety Management of Gasoline Vapor Recovery Unit at Fuel Terminal. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Penjit Srinopakun, Ph.D. 151 pages.

The thesis of Safety Management of Gasoline Vapor Recovery Unit at Fuel Terminal has been studied about the hazard analysis of operation with the Vapor Recovery Unit in the fuel terminal. In order to alert those operators realize on the work place hazard and enhance the preventive measure from the existing hazard which may effect to their health and environment impact. By principle of safety management, the hazard in the workplace, it has been identified and analyzed by Hazard and Operability Study or HAZOP. The process will start from analyzing piping and instrument diagram including Vapor Recovery Unit installation by cooperation with the operating team. That will identify all the risk in the working process and the way we do safer operation. By control and eliminate the hazard which cause fire in operational unit. To analyze the vapor flow while pass through pipeline and valve connection. And analyze the increasing or decreasing of pressure which occure in the operating process in normal system. By the way, the thesis also includes the experiment of the scenario when the absorber units, which collect the hydrocarbon vapor and regenerate to liquid fuel, leak out or burn out from altered pressure. This may cause serious incident to all operators in the fuel terminal so it must be set up the plan and prevention for this incident. By using of Areal Locations of Hazard Atmospheres-ALOHA software to simulate the model of source release. Then the final resulte has been combined and identify the appropriate emergency plan and contribute to all operators who work in the fuel terminal safely and follow up the plan accordingly when the real incident. This is the paradigm of safety management that will be the most effective inherent safety management at fuel terminal.

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ดั่งนั้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ ที่ได้ให้คำแนะนำและควบคุมการทำงานจนสัมฤทธิ์ผล ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธงไชย ศรีนพคุณ ที่ได้ให้คำปรึกษาในการจัดทำและแนวทางที่เป็นประโยชน์แก่วิทยานิพนธ์ รวมทั้งขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรณัฐ วิสุววรรณ ประธานการสอบปากเปล่า และรองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา อยู่สุข ผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงรูปแบบวิทยานิพนธ์ให้เหมาะสมและชัดเจนยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ธุรการของภาควิชาวิศวกรรมความปลอดภัยทุกท่านที่ได้สั่งสอนวิชาความรู้และให้คำแนะนำที่ดีตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาในชั้นเรียนแห่งนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ได้ให้กำลังใจที่ดีเสมอมาจนประสบผลสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ไกรสร บาตมงคล

มีนาคม 2550

## สารบัญ

### หน้า

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| สารบัญ                                                      | (1) |
| สารบัญตาราง                                                 | (3) |
| สารบัญภาพ                                                   | (4) |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ                                   | (6) |
| คำนำ                                                        | 1   |
| วัตถุประสงค์                                                | 3   |
| ขอบเขตของการวิจัย                                           | 4   |
| ประโยชน์ของการวิจัย                                         | 4   |
| การตรวจเอกสาร                                               | 5   |
| ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง                                | 5   |
| ทฤษฎีการดูดซับและการดูดซึมพลังงาน                           | 5   |
| ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้                                       | 8   |
| ทฤษฎีการเกิดการระเบิด                                       | 9   |
| ทฤษฎีจำลองการกระจายตัวของก๊าซ                               | 11  |
| ทฤษฎีแนวคิดเกี่ยวกับการป้องกันด้านอัคคีภัย                  | 12  |
| ทฤษฎีการส่งผ่านพลังงานความร้อน                              | 15  |
| ข้อมูลพื้นฐาน                                               | 17  |
| ประเภทของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน | 19  |
| กระบวนการทำงานของหน่วยควบคุมไอน้ำมัน                        | 28  |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                       | 37  |
| อุปกรณ์และวิธีการ                                           | 39  |
| อุปกรณ์                                                     | 39  |
| วิธีการ                                                     | 40  |
| ผลและวิจารณ์                                                | 49  |
| ผล                                                          | 49  |
| วิจารณ์                                                     | 88  |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                                                       | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| สรุปและข้อเสนอแนะ                                                                                     | 91   |
| สรุป                                                                                                  | 91   |
| ข้อเสนอแนะ                                                                                            | 93   |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง                                                                                  | 94   |
| ภาคผนวก                                                                                               | 98   |
| ภาคผนวก ก พระราชบัญญัติ ควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงและร่างกฎ<br>กระทรวงควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง ปีพ.ศ.2542 | 99   |
| ภาคผนวก ข แผนฉุกเฉินเมื่อเกิดอุบัติเหตุกับหน่วยควบคุมไอระเหย<br>น้ำมันเบนซินของคลังน้ำมัน             | 127  |
| ภาคผนวก ค การเกิดกระบวนการต่างในหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน                                        | 139  |
| ภาคผนวก ง แผนผังแนวท่อและอุปกรณ์ของหน่วยควบคุมไอระเหย<br>น้ำมันเบนซิน                                 | 148  |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน                                                                            | 151  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                            | หน้า |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | ขั้นตอนการทำงานของขบวนการรีเจนเนอเรชั่น หรือดีซอร์ปชั่น<br>ของถ่านกัมมันต์ | 35   |
| 2        | แสดงการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกิดจากระบบปฏิบัติการ                         | 50   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                | หน้า |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | การเกิดขบวนการดูดซึมและดูดซับพลังงานในดิน                                      | 6    |
| 2      | สถาปัตยกรรม กับ การป้องกันอัคคีภัย                                             | 12   |
| 3      | แนวคิดของการวางระบบป้องกันอัคคีภัยของ NFPA 550                                 | 14   |
| 4      | Logic Symbol แนวคิดของการวางระบบป้องกันอัคคีภัยของ NFPA 550                    | 15   |
| 5      | ระบบดูดซับไอน้ำมัน โดยใช้ถ่านกัมมันต์                                          | 20   |
| 6      | หน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมัน โดยใช้ความเย็น                                       | 21   |
| 7      | หน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมัน โดยใช้สารดูดซับ                                      | 23   |
| 8      | หน่วยควบคุมอุณหภูมิของการเกิดไอน้ำมันจากเปลวเพลิง                              | 24   |
| 9      | หน่วยควบคุมอุณหภูมิการเกิดไอระเหย่น้ำมันจากเปลวเพลิงแบบปิด                     | 26   |
| 10     | หน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมันแบบดูดซับ                                             | 29   |
| 11     | ผังที่ตั้งของระบบเก็บไอน้ำมันและแท็งก์น้ำมันในคลังน้ำมัน                       | 30   |
| 12     | ไดอะแกรมการทำงานของระบบเก็บไอน้ำมันแบบในคลังน้ำมัน โดยใช้ถ่านกัมมันต์          | 32   |
| 13     | แบบจำลองอัตราการแพร่กระจายของก๊าซเมื่อเทียบกับระยะเวลา                         | 84   |
| 14     | แบบจำลองอัตราการแพร่กระจายของก๊าซเมื่อเทียบกับระยะทาง                          | 85   |
| 15     | แบบจำลองความเข้มข้นของก๊าซที่ได้แพร่กระจายต่อหน่วยเวลา                         | 86   |
| 16     | แบบจำลองปริมาณของสารเคมีที่ผู้ทำงานอาจได้รับเมื่อมีการระเบิดของถังเก็บไอน้ำมัน | 87   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพผนวกที่ | หน้า                                                                                      |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| ข1         | แผนผังโครงสร้างทีมปฏิบัติงานในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินของคลังน้ำมัน 128                     |
| ข2         | ตำแหน่งจุดรวมพลบริเวณหน้าประตูทางเข้าออกทั้งสองทาง 134                                    |
| ค1         | แผนผังการทำงานของหน่วยเก็บไอระเหยน้ำมันเบนซินแบบดูดซับ<br>โดยใช้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน 145 |
| ค2         | การทำงานของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินแบบดูดซับ<br>โดยใช้ปั๊มแบบวงแหวน 147             |
| ง1         | แผนผังท่อและอุปกรณ์ของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน ชุดที่ 1 149                         |
| ง2         | แผนผังท่อและอุปกรณ์ของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน ชุดที่ 2 150                         |

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

### คำอธิบายสัญลักษณ์

|                 |                                                                                    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| $X$             | ค่าของความเข้มข้นของสาร                                                            |
| $K_N$           | ค่าของ สัมประสิทธิ์อนุภาค (Partition coefficient)                                  |
| $m_{TNT}$       | น้ำหนักของไอของสารเคมีที่รั่วไหล เปรียบเทียบกับน้ำหนักของ TNT ,kg                  |
| $\eta$          | ค่า Empirical ของประสิทธิภาพในการระเบิด                                            |
| $M$             | น้ำหนักของไอของสารเคมีที่รั่วไหล, kg                                               |
| $E_c$           | ค่า Heat of combustion ของสารเคมีที่รั่วไหล, kJ/kg                                 |
| $E_{TNT}$       | ค่า Heat of combustion ของ TNT (4,437 kJ/kg)                                       |
| $Ze$            | ค่า Scale distance ( $m/kg^{1/3}$ )                                                |
| $r$             | ระยะจากจุดที่เกิดการระเบิดไปยังจุดที่สนใจ (m)                                      |
| $m_{TNT}^{1/3}$ | น้ำหนักของไอของสารเคมีที่รั่วไหล เปรียบเทียบกับค่า TNT ( $kg^{1/3}$ )              |
| $P_o$           | Overpressure (kPa)                                                                 |
| $P_a$           | ความดันบรรยากาศ (kPa)                                                              |
| $C$             | ความเข้มข้นของสารเคมีที่จุดที่สนใจ (Point concentration, ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) |
| $H$             | ความสูงของสารเคมีที่รั่วไหล (Release height above ground, m)                       |
| $u$             | ความเร็วของลม (Wind velocity, m/s)                                                 |
| $x,y,z$         | พิกัดต่างๆที่สนใจ (Coordinate of Plume, m)                                         |
| $Z$             | ระดับความสูงที่สนใจ (Distance above ground, m)                                     |
| $\sigma_x$      | ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในระนาบ x (Dispersion Coefficients of x-plane, m)       |
| $\sigma_y$      | ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในระนาบ y (Dispersion Coefficients of y-plane, m)       |
| $\sigma_z$      | ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในระนาบ z (Dispersion Coefficients of z-plane, m)       |
| $\dot{q}_w$     | อัตราความร้อนที่ไหลผ่านผนัง หน่วยเป็น วัตต์ (w)                                    |
| $k$             | ค่าการนำความร้อนของผนัง หน่วยเป็น W/m. °K                                          |
| $A$             | พื้นที่หน้าตัดของผนังที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล หน่วยเป็น ตารางเมตร ( $m^2$ )       |
| $\Delta T$      | อุณหภูมิผิวที่แตกต่างกัน                                                           |

### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

#### คำอธิบายสัญลักษณ์

|                       |                                                                                                        |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $L$                   | ความหนาของผนัง หน่วยเป็น เมตร (m)                                                                      |
| $\dot{q}''$           | การพาความร้อน หน่วยเป็น $W/m^2$                                                                        |
| $h$                   | สัมประสิทธิ์การพาความร้อน หน่วยเป็น $W/m^2.C$                                                          |
| $T_1$                 | อุณหภูมิเฉลี่ยของเปลวไฟสูงสุด หน่วยเป็น องศาเซลเซียส ( $^{\circ}C$ )                                   |
| $T_2$                 | อุณหภูมิรอบข้าง หน่วยเป็น องศาเซลเซียส ( $^{\circ}C$ )                                                 |
| $\dot{q}''$           | ฟลักซ์ความร้อนของการแผ่รังสี ตกกระทบบนเป้าหมาย หน่วยเป็น $kW/m^2$                                      |
| $\varepsilon$         | อัตราของพลังงานในการแผ่รังสีที่กระจายต่อพื้นผิวของเปลวไฟ หน่วยเป็น $kW/m^2$                            |
| $\sigma$              | ค่าคงที่ของ Stefan-Boltzmann constant $5.67 \times 10^{-11} kW/m^2.K^4$                                |
| $T_2$                 | อุณหภูมิของเปลวไฟหรือพื้นผิวหน้าของวัตถุที่เกิดความร้อน หน่วยเป็น เคลวิน (K)                           |
| $F_{1 \rightarrow 2}$ | ปัจจัยจากรูปร่างภายนอกระหว่างเปลวไฟและเป้าหมาย (Configuration or View factor between flame and target) |
| $\tau$                | ค่าการส่งถ่ายไปยังอากาศโดยรอบที่แผ่ออกผ่านอากาศ                                                        |
| $\tau = 1 - \alpha$   | โดยที่ $\alpha$ = ค่าความดูดกลืนของอากาศ (Atmospheric absorptive)                                      |

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

### คำอธิบายคำย่อ

|                  |                                         |
|------------------|-----------------------------------------|
| ALOHA            | Area Locations of Hazardous Atmospheres |
| AV               | Automotive Valve                        |
| C                | Carbon                                  |
| CH <sub>4</sub>  | Methane                                 |
| CO               | Carbon monoxide                         |
| CO <sub>2</sub>  | Carbon dioxide                          |
| CVA              | Carbon Vacuum – regenerated Adsorption  |
| FCV              | Flow Control Valve                      |
| HAZOP            | Hazardous Operability                   |
| HC               | Hydrocarbon                             |
| H <sub>2</sub>   | Hydrogen                                |
| H <sub>2</sub> O | Water                                   |
| MTZ              | Mass Transfer Zone                      |
| NFPA             | National Fire Protection Association    |
| NPV              | Net Present Value                       |
| O <sub>2</sub>   | Oxygen                                  |
| PC               | Personal Computer                       |
| PCV              | Pressure Control Valve                  |
| PSA              | Pressure Swing Adsorption               |
| PT               | Pressure Transmitter                    |
| SOP              | Safe Operation Procedure                |
| TNT              | Trinitrotoluene                         |
| TT               | Temperature Transmitter                 |
| TTLR             | Tank Truck Loading Rack                 |
| V                | Valve                                   |
| VCS              | Vapour Collection System                |
| VRU              | Vapour Recovery Unit                    |

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

### คำอธิบายหน่วย

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| bar               | บาร์                   |
| °C                | องศาเซลเซียส           |
| °F                | องศาฟาห์เรนไฮต์        |
| g                 | กรัม                   |
| Hz                | เฮิรตซ์                |
| inches            | นิ้ว                   |
| K                 | เคลวิน                 |
| kg                | กิโลกรัม               |
| kmol              | กิโลโมล                |
| kJ                | กิโลจูล                |
| kW                | กิโลวัตต์              |
| liter             | ลิตร                   |
| l/min             | ลิตรต่อนาที            |
| m                 | เมตร, มิลลิ, ไมล์      |
| m <sup>2</sup>    | ตารางเมตร              |
| m <sup>3</sup>    | ลูกบาศก์เมตร           |
| m <sup>3</sup> /h | ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง |
| m/s               | เมตรต่อวินาที          |
| mbar              | มิลลิบาร์              |
| mph               | ไมล์ต่อชั่วโมง         |
| pascal            | ปาสคาล                 |
| ppm               | ส่วนในล้านส่วน         |
| V                 | โวลท์                  |
| W                 | วัตต์                  |

## การจัดการความปลอดภัยของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน ในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง

### Safety Management of Gasoline Vapor Recovery Unit at Fuel Terminal

#### คำนำ

เนื่องมาจากพระราชบัญญัติ ควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงปี พ.ศ. 2497 และร่างกฎกระทรวง ควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงปี พ.ศ. 2542 ซึ่งประกาศโดยกระทรวงมหาดไทย ได้ออกร่างระเบียบ การควบคุมไอระเหยของน้ำมันเบนซินซึ่งเก็บรักษาไว้ในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง สถานที่เก็บรักษา น้ำมันเชื้อเพลิง สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง และรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งหากขาดการควบคุม ที่ดีสามารถก่อให้เกิดปัญหามลภาวะในอากาศเพิ่มมากขึ้น ซึ่งกรณีศึกษาของวิทยานิพนธ์ในฉบับนี้ เป็นการศึกษาระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงระดับที่ 1 ซึ่งเป็นระบบป้องกันการแพร่กระจายของ ไอน้ำมันเชื้อเพลิง ไปสู่บรรยากาศ ระหว่างถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงกับรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะ ถ้ายเทน้ำมันเชื้อเพลิงหรือระหว่างการถ่ายเทน้ำมันเชื้อเพลิงจากรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงลงสู่ถังเก็บ น้ำมันเชื้อเพลิงใต้พื้นดินในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง รวมถึงการทำงานของระบบอุปกรณ์ ควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง หรือหน่วยควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง (Vapor Recovery Unit: VRU) ซึ่งประกอบด้วยระบบท่อถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในขบวนการเปลี่ยนสถานะของไอน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็น ของเหลว ซึ่งมาตรฐานไอน้ำมันในระบบอุปกรณ์ควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง สถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีการรับหรือจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงโดยรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง สถานที่ที่มีการรับหรือจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงโดยระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ และจ่ายน้ำมัน เชื้อเพลิงให้กับรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และจากสถานะการณ์ของการพัฒนาเรื่องการใช้ทรัพยากร น้ำมันอย่างประหยัดและให้ได้มูลค่าสูงสุดทำให้การศึกษาในเรื่องเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของ ระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงในคลังน้ำมันเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากอุปกรณ์ ดังกล่าวจะควบคุมไอน้ำมันที่กักเก็บไว้ผ่านกระบวนการควบแน่นและกลั่นตัว (Regenerating) เพื่อคืนรูปจากสถานะไอเดิมมาเป็นของเหลวที่นำกลับมาใช้ในระบบได้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง หน่วยควบคุมไอน้ำมันตามมาตรฐานของข้อบังคับจะต้องประกอบด้วย

1. ท่อไอน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง
2. ข้อต่อท่อไอน้ำมันเชื้อเพลิงต้องเป็นชนิดที่สามารถป้องกันไอน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล (Dry Break Fitting) และต้องมีฝาครอบปิดไว้ในขณะที่ไม่มีการถ่ายเทน้ำมันเชื้อเพลิง
3. ข้อต่อท่อไอน้ำมันเชื้อเพลิงต้องเป็นชนิดที่สามารถป้องกันไอน้ำมันเชื้อเพลิงรั่วไหล (Dry Break Fitting) และต้องมีฝาครอบปิดไว้ในขณะที่ไม่มีการถ่ายเทน้ำมันเชื้อเพลิง
4. อุปกรณ์ป้องกันการเติมน้ำมันล้นถัง (Overfill Protection) ที่ข้อต่อท่อรับน้ำมันเชื้อเพลิง หรือข้อต่อท่อไอน้ำมันเชื้อเพลิง
5. กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายความดันและสูญญากาศที่ปลายท่อไอน้ำมัน
6. ระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง

ซึ่งหัวข้อที่ทำการวิจัยในวิทยานิพนธ์ชุดนี้ จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการป้องกันการเกิด การลุดติดไฟในระบบของการรวมตัวของไอน้ำมันผ่านเครื่องควบแน่นและการกลั่นตัว เนื่องจากการเกิดการลุดติดไฟในระบบนั้นสามารถก่อให้เกิดการระเบิด (Fire Explosion) ขึ้นในระบบของ ถังเก็บไอและท่อที่ส่งผ่านไอน้ำมันและเนื่องจากสถานที่ตั้งของระบบเก็บไอน้ำมันนี้ติดตั้งอยู่ใกล้ กับถังน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดใหญ่จำนวนมาก รวมถึงห้องเก็บตัวอย่างของน้ำมันเชื้อเพลิงและอาคาร สำนักงานของคลังน้ำมันอีกหลายอาคาร และนอกจากนี้แรงระเบิดยังอาจส่งผลไปถึงบริเวณแท่น จ่ายน้ำมัน (TTLR-Tank Truck Loading Rack) ซึ่งเป็นที่บรรจุน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมันก่อน ออกจำหน่ายให้กับสถานีบริการน้ำมันทั่วประเทศอีกด้วย ดังนั้นการป้องกันการเกิดอัคคีภัยและ การควบคุมอัคคีภัยเมื่อเกิดขึ้นในลักษณะกรณีร้ายแรงที่สุด (Worst Case Scenario) จึงมีความจำเป็น อย่างยิ่งในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งต้องมีการจัดการและเตรียมพร้อมด้านความปลอดภัยทั้งการจัด ระบบดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ระบบที่สามารถจับกลุ่มควัน หรือความร้อนให้ได้ภายใน เวลาที่เหมาะสมซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เวลาไม่เกิน 1 นาทีนับตั้งแต่จุดเริ่มต้นของไฟ รวมถึงแผนการ ป้องกันภัยที่เกิดจากผลกระทบของการเกิดการระเบิดนั้น ๆ อีกด้วย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงทำการศึกษาโดยการนำหลักวิชาการทางด้านวิศวกรรมความปลอดภัย วิศวกรรมเคมี และวิศวกรรมอณูศิลป์ มาใช้ในการวิเคราะห์การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในระบบ ความคุมไอน้ำมันหากเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในระบบและศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยให้สามารถกำหนดนโยบายและมาตรการในการลดผลกระทบที่อาจเกิดการระเบิดขึ้นภายในคลังน้ำมัน ซึ่งรวมถึงการเกิดเพลิงไหม้ในคลังน้ำมันอันอาจส่งผลที่จะลุกลามขยายตัวออกไปยังชุมชนและ แหล่งที่อยู่อาศัยใกล้เคียงรวมถึงอาคารสำนักงานและสถานบริการน้ำมันจนกระทั่งเกิดความเสียหาย ต่อการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินที่ไม่อาจประเมินค่าได้

ดังนั้นการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ขึ้นเพื่อที่จะศึกษาการจัดการความปลอดภัยของหน่วยควบคุม ไอระเหยน้ำมันเบนซินในคลังน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อนำไปพัฒนาให้มีการจัดการเกี่ยวกับความปลอดภัย ในคลังน้ำมันให้มีความปลอดภัยสูงสุดตามข้อกำหนดของกฎหมายและการออกแบบเชิงวิศวกรรม ความปลอดภัยซึ่งเราสามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้กับระบบการจัดการด้านความปลอดภัย ของคลังน้ำมันแห่งอื่น ๆ ในประเทศไทยต่อไปได้

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากวิธีการวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจาก กระบวนการทำงานของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน
2. เพื่อจำลองสภาพการแพร่กระจายของไอน้ำมันเบนซินเมื่อถึงถ่านกัมมันต์ที่ทำหน้าที่ เก็บไอน้ำมันเกิดการแตกออกเนื่องจากความร้อนหรือเกิดเหตุฉุกเฉินและพิจารณาผลของ การแพร่กระจายของไอน้ำมันเบนซินไปยังแหล่งต่าง ๆ ในคลังน้ำมันที่ศึกษา
3. เพื่อการเตรียมแผนป้องกันหรือแผนฉุกเฉิน (Emergency Response Plan) เมื่อเกิด อุบัติเหตุดังกล่าวขึ้นในคลังน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งเป็นการประมวลความรู้ทางวิศวกรรมความปลอดภัย ในกระบวนการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากกระบวนการทำงานของหน่วยควบคุมไธระเหยน้ำมันเบนซินของคลังน้ำมันที่ทำการศึกษ โดยการหาสาเหตุ ผลลัพธ์ อุปกรณ์ป้องกัน และวิธีการแก้ไข
2. ทำการทดลองการแพร่กระจายของกลุ่มควันและการระเบิด เมื่อถึงถ่านกัมมันต์เกิดการแตกออกเนื่องจากความร้อนหรืออุบัติเหตุในคลังน้ำมัน
3. โปรแกรมในการออกแบบและสร้างแบบจำลองการกระจายของควันและเปลวไฟจากการระเบิดที่ใช้คือ ALOHA 5.4
4. หน่วยควบคุมไธระเหยน้ำมันเบนซินที่ทำการศึกษาคือชนิดดูดซับหรือดูดซึม (Adsorption/Absorption) เท่านั้นโดยอ้างอิงจากสมมติฐานการเกิดการลุกติดไฟซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีของไอน้ำมันและผงคาร์บอน ซึ่งสำหรับระบบควบคุมไอน้ำมันชนิดอื่นนั้นไม่มีการใช้ผงคาร์บอนในระบบ

### ประโยชน์ของการวิจัย

1. ทำให้ทราบวิธีการแก้ไขและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการทำงานของหน่วยควบคุมไธระเหยน้ำมันเบนซิน นำไปสู่แนวทางการปฏิบัติงานที่ถูกต้องปลอดภัยยิ่งขึ้น
2. ทำให้ทราบแนวทางการวางแผนการทำงานที่ปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานในคลังน้ำมัน เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจได้รับเมื่อหน่วยควบคุมไอน้ำมันเกิดการระเบิดและเกิดการแพร่กระจายไปยังแหล่งต่าง ๆ ที่อาจมีคนทำงานอยู่ในคลังน้ำมัน
3. สามารถใช้โปรแกรมในการจำลองการออกแบบและการกระจายของควันและเปลวไฟจากการระเบิด

## การตรวจเอกสาร

### ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

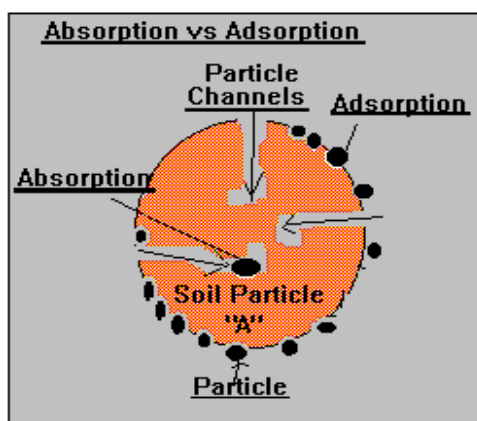
#### 1. ทฤษฎีการดูดซับและการดูดซึมพลังงาน (Adsorption and Absorption)

ในกระบวนการทางเคมีของระบบการควบคุมไอน้ำมันที่ศึกษานั้น ภายในระบบของถังควบคุมไอ (knock out tank) จะเกิดปฏิกิริยาการดูดซึมพลังงานของไอน้ำมันและผงคาร์บอน เรียกว่าการเกิดปฏิกิริยาดูดซับและดูดซึมพลังงาน สำหรับกระบวนการการดูดซึม (Sorption reactions) โดยทั่วไปแล้วจะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เกิดขึ้นโดยโมเลกุลของสารจะเกิดการซึมซับและรวมตัวเข้ากับโครงสร้างของโมเลกุลของสารที่ทำหน้าที่เป็นโมเลกุลกลาง กระบวนการที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และต่อเนื่องและสารที่ถูกดูดซึมนี้จะถูกดูดซึมจนหมดเข้าสู่โมเลกุลของสารที่เป็นตัวกลางของการดูดซึมนี้ อย่างไรก็ตามโมเลกุลของสารทั้งสองชนิดจะแยกตัวกันอย่างชัดเจน คือไม่กลั่นกันจนกลายเป็นเนื้อโมเลกุลเดียวกันนั่นเอง ข้อแตกต่างของกระบวนการดูดซับและดูดซึมพลังงานนั้นก็คือ การดูดซับพลังงานโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซับจะรวมตัวในบริเวณผิวชั้นนอกของโมเลกุลกลางหรือพาร์ติเคิล (Solid particle) เท่านั้น ส่วนกระบวนการดูดซึมพลังงานนั้นจะเป็นไปตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น คือถูกดูดซึมจนหมดเข้าสู่โมเลกุลของสารที่เป็นตัวกลางของการดูดซึม ซึ่งในก็คืออนุภาคของคาร์บอนเบดที่อยู่ในผงตัวกรองคาร์บอนนั่นเอง ดังแสดงในภาพที่ 1 การเกิดขบวนการดูดซึมและดูดซับพลังงานในดิน จากรูปจะแสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างของกระบวนการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งสองกระบวนการ กล่าวคือโดยทฤษฎีของการดูดซับด้วยอนุภาคของแข็ง (Adsorption) โดยสารที่สามารถยึดติดกับพื้นผิวของอนุภาคของแข็งได้ดี (Adsorbate) จะแยกออกจากของผสมในขณะที่ของผสมไหลผ่านอนุภาคของแข็ง (Adsorbent) เป็นกระบวนการแยกสารออกจากของผสมในสถานะของไหลโดยทั่วไปกระบวนการดูดซับจะประกอบไปด้วยขั้นตอนการดูดซับ สลับไปกับขั้นตอนการคืนสภาพของอนุภาคของแข็ง (Regeneration) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการใช้งานและเป็นการอนุรักษ์พลังงาน ในขั้นตอนของการดูดซับสารผสมจะถูกส่งผ่านอย่างต่อเนื่องไปบนอนุภาคของแข็งที่บรรจุอยู่ในแท่งคาร์บอน ในลักษณะของผงรวม (fixed-bed) ปริมาณการดูดซับสารของอนุภาคของแข็งเป็นผลรวมจากการเกิดสมดุลของการเคลื่อนย้ายมวลสารจากของไหลมายังพื้นผิวของอนุภาคของแข็งที่ระยะใด ๆ ต่อเนื่องไปจนตลอดความสูงของคาร์บอนเบด (Carbon Bed) ขั้นตอนการคืนสภาพของอนุภาคของแข็ง เป็นกระบวนการย้อนกลับของกระบวนการดูดซับ (Desorption) วิธีการดำเนินการ

โดยทั่วไปคือ การเพิ่มอุณหภูมิให้กับคาร์บอนเบดสวนทางกับการผ่านของไอน้ำมันในขั้นตอนการดูดซับ การเจือจางระบบของอนุภาคของแข็งด้วยไอน้ำทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายมวลสาร (Absorbate) ออกจากพื้นผิวอนุภาคของแข็ง โดยที่อุณหภูมิของระบบที่เพิ่มขึ้นจากการทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายมวลสารออกจากผิวอนุภาคของแข็ง โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของระบบส่งผลให้กระบวนการย้อนกลับของกระบวนการดูดซับผ่านอนุภาคของแข็งที่มากขึ้น ตามลำดับปฏิกิริยาการดูดซึม (Absorption) และทฤษฎีการหาค่าคงที่ของความเข้มข้นของสารตามกฎอนุภาคของเนิร์นสต์ (Nernst partition law :) นั่นคือการหาค่าอัตราส่วนของความเข้มข้นของสารที่ถูกดูดซับในสองระยะ (some solute species in two bulk phases) ซึ่งจะมีค่าอัตราส่วนที่คงที่ คือค่า  $K_N$  ดังนี้

$$\frac{[x]_1}{[x]_2} = \text{constant} = K_{N(x,12)} \quad (1)$$

โดยที่ค่า  $[x]_1$  คือค่าความเข้มข้นของสารก่อนดูดซับและ  $[x]_2$  คือค่าความเข้มข้นของสารหลังถูกดูดซับตามลำดับ



ภาพที่ 1 การเกิดขบวนการดูดซึมและดูดซับพลังงานในดิน

ที่มา: Farrente (1996)

ซึ่งค่าคงที่  $K_N$  จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยานั้น ๆ และค่าคงที่นี้จะเรียกว่าค่าของสัมประสิทธิ์อนุภาค (Partition coefficient) โดยเงื่อนไขการเกิดค่าคงที่ดังกล่าวมีข้อกำหนดว่าค่าของความเข้มข้นของสารนั้นจะต้องมีค่าที่ไม่สูงจนเกินไปและถ้าค่าความเข้มข้นของสารในสองสถานะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเมื่อเกิดการรวมตัวกันดังกล่าว ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไปในภาวะอุณหภูมิดังกล่าวค่าอัตราส่วนค่าคงที่นั้นจะมีค่าคงที่เสมอ

ในกรณีของการเกิดการดูดซึมของก๊าซ (Absorption) เราสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นในอีกทางหนึ่งโดยใช้โดยใช้กฎของค่าในอุดมคติ (Ideal gas law) นั่นคือ  $c = p/RT$  ซึ่งก็คือการหาค่าแรงดันบรรยากาศ (Partial pressures) แทนค่าของความเข้มข้นที่ได้กล่าวมานั่นเอง ข้อยกเว้นในกฎอนุภาคของเนิร์นส์ ปฏิกิริยาเคมี เมื่อถูกใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพของสารบางชนิด เช่น กระบวนการดูดซับของสารคาร์บอนไดออกไซด์โดยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะไม่เป็นไปตามกฎดังกล่าวแต่ต้องพิจารณากฎของการแยกตัวของของเหลว (Liquid-liquid extraction) เป็นต้น

การประยุกต์ใช้นั้นโดยปรกติแล้วเรามักจะใช้ร่วมกับทฤษฎีจิงเฮนรีหรือที่เราเรียกว่า Henry's Laws อันกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับแรงดันสมบูรณ์เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของค่าคงที่หรือค่า  $K$  ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในทฤษฎีของเนิร์นส์ ตัวอย่างเช่น การเคลื่อนย้ายอนุภาคจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งซึ่งมีปริมาตรแตกต่างกัน เช่น การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านน้ำโซดาและผ่านกระบวนการคืนรูปจากน้ำโซดาอีกครั้งออกไปยังถึงบรรจุเปล่า ๆ ใดหนึ่ง โดยในกระบวนการดูดซับ ถ้าเราให้ค่าของปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านการดูดซับโดยน้ำได้ ถูกแทนด้วยสัญลักษณ์  $V_{abs}$  ของและค่าของปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูดซับก่อนผ่านตัวกลางถูกแทนด้วยสัญลักษณ์  $V_{bulk}$  และ  $p_{abs}$  แทนค่าของความดันบรรยากาศสมบูรณ์ ดังนั้นจะได้ค่าความสัมพันธ์ใหม่ที่ประยุกต์มาจากกฎของเนิร์นส์แลเฮนรีแล้วคือ

$$V_{abs} = K_o V_{bulk} p_{abs} \quad (2)$$

โดย  $K_o$  คือค่าคงที่ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการคำนวณค่าของ  $p_{abs}$  ของเบนซินจะมีค่าเท่ากับ 0.175 เท่าของความดันไอของเบนซิน  $p = 0.175 p_{sat}$  ตามขั้นตอนของการดูดซับหลังจากที่แก๊สได้ถูกยัดติดจากอนุภาคพื้นผิวของอนุภาคของแข็งหลังจากนั้นจะแยกออกจากของผสมในขณะที่ของผสมไหลผ่านอนุภาคของแข็ง

## 2. ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้ (Fire Theory)

ปฏิกิริยาการเกิดเพลิงไหม้เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้เกิดจากการเชื้อเพลิงทำปฏิกิริยาเคมีกับก๊าซออกซิเจนก่อให้เกิดความร้อนและแสงสว่างเป็นปริมาณมาก ซึ่งการปลดปล่อยพลังงานจำนวนมหาศาลนี้ถ้าไม่สามารถควบคุมได้ย่อมก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง โดยองค์ประกอบของการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ประกอบด้วยปัจจัย 3 ประการที่จะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ตามที่ได้อ้างอิงไว้ใน NFPA101 ได้แก่ปัจจัยดังต่อไปนี้

1. เชื้อเพลิง (Fuel)
2. พลังงานความร้อนเป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา (Heat causes vaporization)
3. ออกซิเจนในอากาศ 21 %

ปฏิกิริยาการเผาไหม้จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องเมื่อมีองค์ประกอบครบทั้ง 3 อย่างตลอดเวลาของการติดไฟ การจำกัดการติดไฟนั้นทำได้โดยการจำกัดปริมาณก๊าซที่ก่อให้เกิดเพลิงไหม้ปริมาณของออกซิเจนที่ 15% จะไม่สามารถจุดติดไฟได้ แต่ถ้าปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่ 26 % อัตราการเผาไหม้จะเพิ่มเป็น 2 เท่าของสภาพปกติ ในระหว่างการเผาไหม้ของแข็งหรือของเหลวที่เป็นเชื้อเพลิงจะกลายเป็นไอระเหยติดไฟได้ก่อนและผสมกับออกซิเจน หลังจากนั้นจึงเกิดเหตุจุดติดไฟ

เนื่องจากการศึกษาทฤษฎีการดับเพลิงเป็นการศึกษาทฤษฎีที่ตรงข้ามกับทฤษฎีการติดไฟ นั่นคือ การจำกัดองค์ประกอบการเกิดเพลิงไหม้ ทั้ง 3 อย่างออก เพื่อควบคุมปริมาณการเผาไหม้หรือทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำให้ไฟดับ ได้แก่

1. การกำจัดเชื้อเพลิงออก
2. การลดปริมาณออกซิเจนจาก 21 % ให้ต่ำลงมาที่ 15 % ในอากาศ
3. ลดอุณหภูมิของเชื้อเพลิงให้ต่ำกว่าจุดที่ติดไฟ
4. การตัดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเผาไหม้

ซึ่งเราสามารถนำหลักการวิเคราะห์ในปัจจัยดังกล่าวมาใช้สำหรับการออกแบบแผนฉุกเฉินที่นำมาใช้ในคลังน้ำมันเพื่อวางแผนป้องกันการเกิดอัคคีภัยในกรณีร้ายแรงที่สุด (Worst Case) อย่างได้ผล

### 3. ทฤษฎีการเกิดการระเบิด (Fire and Explosion Theory)

โดยนิยามของการระเบิด คือ การปลดปล่อยก๊าซที่มีความดันสูงอย่างรุนแรงและรวดเร็วสู่สภาพแวดล้อม โดยที่จะต้องมีความเร็วมากพอที่จะทำให้พลังงานที่ปลดปล่อยออกมากลายเป็นคลื่นกระแทก (Shock wave) การระเบิดที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการที่ภาชนะหรือถังมีความดันมากเกินไป เช่น การระเบิดของบอลลูน การระเบิดทางกายภาพ เช่น การระเบิดของหม้อไอน้ำหรือการระเบิดจากปฏิกิริยาเคมี เช่น การระเบิดจากการเผาไหม้ของสารผสม การระเบิดบางชนิดที่มีผลจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนทำให้ก๊าซที่มีความดันสูงถูกปลดปล่อยออกมาอย่างทันทีทันใด เช่น การระเบิดของวัตถุระเบิด ก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกมาจะมีผลต่อสภาพแวดล้อมมากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อัตราการปลดปล่อยก๊าซ ความดันขณะเกิดการรั่วของก๊าซ ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา ทิศทางการรั่วไหลของก๊าซ อุณหภูมิของก๊าซที่รั่วออกมา

ความดันจากการระเบิดจะสมดุลที่ความเร็วเท่ากับความเร็วของเสียงสำหรับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาเป็นคลื่นกระแทกนั้น ค่าความเร็วในการปลดปล่อยจะมีความเร็วเท่ากับความเร็วเสียง (Sonic Velocity) หรือความเร็วมากกว่าความเร็วเสียง (Super Sonic Velocity) คลื่นกระแทกจะเริ่มแผ่ออกจากจุดที่มีการรั่วไหล และค่อย ๆ แผ่คลื่นกระแทกออกไปในระยะทางจากจุดที่มีการรั่วไหลเพิ่มขึ้น และความเข้มของพลังงานคลื่นกระแทกจะค่อย ๆ ลดลงตามระยะทางถ้าก๊าซถูกปลดปล่อยออกมาอย่างทันทีทันใดและกระจายตัวทั่วทุกทิศทางคลื่นกระแทกจะกระจายตัวเป็นทรงกลม ซึ่งการระเบิดส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการระเบิดของภาชนะหรือโครงสร้างซึ่งก๊าซถูกสะสมที่ความดันสูงจนเมื่อความดันของก๊าซมีค่ามากเกินไปที่ภาชนะบรรจุจะทนทานได้ภาชนะจะอ่อนตัวและแตกออกทำให้เกิดคลื่นกระแทกในทิศทางที่ภาชนะแตก ดังนั้นการระเบิดของภาชนะจะทำให้เกิดคลื่นกระแทกซึ่งจะไม่ได้มีค่าเท่ากันในทุกทิศทาง

โดยทั่วไปลักษณะของการระเบิดถ้าแบ่งตามความเร็วของหน้าไฟจะมี 2 แบบ คือ

1. Detonation เป็นการระเบิดที่ความเร็วของคลื่นกระแทก (Shock wave) มีค่ามากกว่าความเร็วเสียง

2. Deflagration เป็นการระเบิดที่ความเร็วของคลื่นกระแทก (Shock wave) มีค่าน้อยกว่าความเร็วเสียง

การเกิด Detonation และ Deflagration ต้องการเวลาในการเกิดปฏิกิริยาโดยสมบูรณ์ ประมาณ 1/10,000 วินาที และ 1/3,000 วินาที ตามลำดับ ความดันที่เกิดขึ้นในกรณีของ Detonation จะมีค่ามากกว่าความดันที่เกิดจากการระเบิดแบบ Deflagration โดยทั่วไปแล้วในอุตสาหกรรมเคมี จะมีการระเบิดแบบ Deflagration มากกว่าการระเบิดแบบ Detonation (Bodurtha, 1980) การประเมินแรงระเบิดซึ่งเกิดจากไอของสารเคมีที่รั่วไหลออกมายังพื้นที่เปิดโล่ง สามารถใช้ สมการคำนวณค่าแรงดันที่ตกกระทบต่อสิ่งที่สนใจ (Overpressure) โดยวิธีเปรียบเทียบกับค่า แรงระเบิดของ TNT (TNT equivalent method) ดังสมการต่อไปนี้

$$m_{TNT} = \frac{\eta M E_c}{E_{TNT}} \quad (3)$$

$m_{TNT}$  = น้ำหนักของไอของสารเคมีที่รั่วไหล เปรียบเทียบกับน้ำหนักของ TNT ,kg

$\eta$  = ค่าสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพในการระเบิด

$M$  = น้ำหนักของไอของสารเคมีที่รั่วไหล, kg

$E_c$  = ค่า Heat of combustion ของสารเคมีที่รั่วไหล, kJ/kg

$E_{TNT}$  = ค่า Heat of combustion ของ TNT (4,437 kJ/kg)

$$Ze = \frac{r}{m_{TNT}^{1/3}} \quad (4)$$

$Ze$  = ค่า Scale distance ( $m/kg^{1/3}$ )

$r$  = ระยะจากจุดที่เกิดการระเบิดไปยังจุดที่สนใจ (m)

$m_{TNT}^{1/3}$  = น้ำหนักของไอของสารเคมีที่รั่วไหล เปรียบเทียบกับค่า TNT ( $kg^{1/3}$ )

$$Po = \frac{1,616 Pa \left(1 + \left(\frac{Ze}{4.5}\right)^2\right)}{\left(1 + \left(\frac{Ze}{0.048}\right)^2\right)^{0.5} \left(1 + \left(\frac{Ze}{0.32}\right)^2\right)^{0.5} \left(1 + \left(\frac{Ze}{1.35}\right)^2\right)^{0.5}} \quad (5)$$

$Po$  = Overpressure (kPa)

$Pa$  = ความดันบรรยากาศ (kPa)

#### 4. ทฤษฎีจำลองการกระจายตัวของก๊าซ (Dispersion model theory)

เมื่อเกิดการรั่วไหลของก๊าซออกจากแหล่งกำเนิด เราจะสามารถศึกษาการกระจายตัวของก๊าซโดยการสร้างแบบจำลองแสดงการกระจายตัวเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในคำนวณค่าความเข้มข้นของสารเคมีที่รั่วไหลออกมา ณ จุดต่าง ๆ ในการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง (Plume) แบบจำลองแสดงการกระจายตัวที่นิยมใช้คือ Gaussian dispersion model และ Pasqual - Gifford model โดยที่แบบจำลองของ Gaussian dispersion model จะเหมาะกับกรณีการกระจายตัวของก๊าซที่เป็นลักษณะธรรมชาติ ในขณะที่แบบจำลอง Pasquill - Gifford model นั้นจะเหมาะกับการกระจายตัวของก๊าซที่มีลักษณะแบบ neutrally buoyant

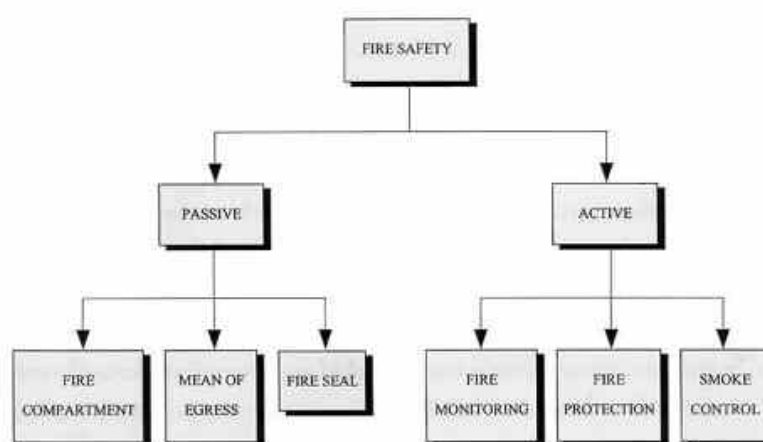
สมการทั่วไปของการกระจายตัวแบบ Gaussian (Gaussian dispersion model) มีสมการดังนี้

$$C = \left\{ \frac{Q}{2\pi u \sigma_x \sigma_y} \right\} \left\{ \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \right\} \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(Z-H)^2}{\sigma_z^2}\right] + \left[-\frac{1}{2} \frac{(Z+H)^2}{\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (6)$$

- เมื่อ
- $C$  = ความเข้มข้นของสารเคมีที่จุดที่สนใจ (Point concentration, ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร)
  - $H$  = ความสูงของสารเคมีที่รั่วไหล (Release height above ground, m)
  - $u$  = ความเร็วของลม (Wind velocity, m/s)
  - $x, y, z$  = พิกัดต่างๆ ที่สนใจ (Coordinate of Plume, m)
  - $Z$  = ระดับความสูงที่สนใจ (Distance above ground, m)
  - $\sigma_x$  = ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในระนาบ x (Dispersion Coefficients of x-plane, m)
  - $\sigma_y$  = ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในระนาบ y (Dispersion Coefficients of y-plane, m)
  - $\sigma_z$  = ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในระนาบ z (Dispersion Coefficients of z-plane, m)

## 5. ทฤษฎีแนวคิดเกี่ยวกับการป้องกันด้านอัคคีภัย (Fire Protection Theory)

การป้องกันอัคคีภัยที่เกี่ยวกับโครงสร้างและผลงานทางด้านสถาปัตยกรรมนั้นจะมีแนวคิดด้านการป้องกัน 2 แบบคือ แบบเชิงรุก (Active fire safety) และแบบเชิงรับ (Passive fire safety) ดังแสดงในภาพที่ 2 สถาปัตยกรรมกับการป้องกันอัคคีภัย โดยหลักการออกแบบที่มีประสิทธิภาพนั้น เมื่อมีการออกแบบระบบเชิงรับเรียบร้อยแล้วจึงต้องจัดระบบป้องกันอัคคีภัยในส่วนเชิงรุก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันอัคคีภัยให้มีประสิทธิผลที่สูงสุด



ภาพที่ 2 สถาปัตยกรรมกับการป้องกันอัคคีภัย

ที่มา: เกชา (2542)

แนวคิดเรื่องการป้องกันอัคคีภัย สามารถดำเนินการได้ 2 วิธี กล่าวคือ

1. การป้องกันอัคคีภัยทางด้านเชิงรับ (Passive fire safety) เนื่องจากการป้องกันและระงับอัคคีภัยบนอากาศยานเป็นลักษณะที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นการป้องกันอัคคีภัยเชิงรับนั้น จึงควรที่จะดำเนินการ ดังนี้ (BS5306)

ก. การเลือกใช้วัสดุในการตกแต่งภายในด้วยวัสดุที่ทนไฟ การเกิดเหตุเพลิงไหม้จากวัสดุที่ตกแต่งภายในเป็นสาเหตุประมาณร้อยละ 20 เมื่อช่วง ค.ศ. 1981-1990 ดังนั้นในการเลือกวัสดุที่นำมาผลิตอุปกรณ์ในหน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมันเบนซิน จึงนับได้ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นต้อง

พิจารณาเป็นอันดับแรก ซึ่งเทคโนโลยีในปัจจุบันการเลือกวัสดุ ประมาณร้อยละ 80-90 จะมี การใช้วัสดุที่ทำจาก Nomex Honeycomb ซึ่งผสมสาร Vinyl Fluoride และวัสดุดังกล่าว เมื่อมีการลัดวงจรไฟแล้วจะต้องไม่ก่อให้เกิดควันที่เป็นพิษอีกด้วย

ข. การจัดมาตรการในการตรวจสอบภายในพื้นที่ซ่อนเร้น (Hidden Area) เพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัย เนื่องจากในพื้นที่ดังกล่าวจะมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า สายสัญญาณ หรืออุปกรณ์ ภายในอากาศยานเอง ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดระเบียบปฏิบัติในการตรวจสอบ การศึกษาและ จำลองเหตุการณ์เพลิงไหม้ขึ้นในพื้นที่ซ่อนเร้น การออกแบบระบบการจัดวางและติดตั้งอุปกรณ์จับ ควันไฟหรือความร้อน

ค. การจัดวางสินค้าที่เป็นอันตรายแบ่งแยกจากกัน (Dangerous Goods Separate) ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงและความเป็นอันตรายของการเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้ระดับหนึ่ง

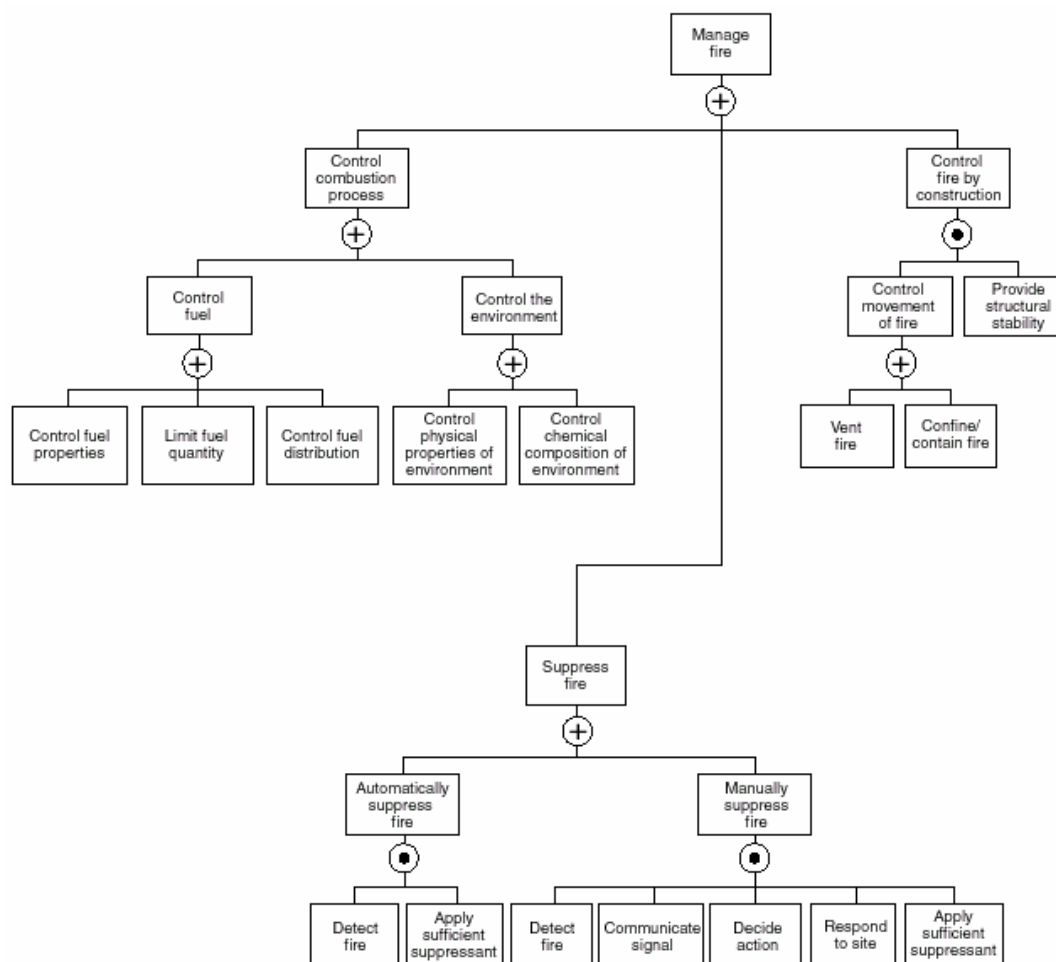
ง. การยึดแขวนของนักกรจะต้องยึดด้วย Steel Expansion Bolt เพราะเมื่อเกิดเหตุ เพลิงไหม้จะทำให้ไม้ไหม้ไฟ และจะต้องยึดติดให้แน่นเพื่อป้องกันกรณีที่มีการดับเพลิงและ ผจญเพลิง

2. การป้องกันอัคคีภัยทางด้านเชิงรุก (Active Fire Safety) คือ การติดตั้งระบบสัญญาณจับ ควันหรือเปลวไฟ และระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 3 และภาพที่ 4 แนวคิดของ การวางระบบป้องกันอัคคีภัยของ NFPA 550

ก. ระบบสัญญาณจับควันหรือเปลวไฟ ซึ่งระบบที่เหมาะสมที่จะติดตั้ง คือระบบที่เป็นแบบ Photoelectric หรือ Ionization ดังนั้นระบบดังกล่าวจึงเป็นระบบเริ่มต้นที่สำคัญที่จะทำให้ ระบบดับเพลิงอัตโนมัติทำงานและต้องแจ้งผลให้กับกับต้นผู้ที่เป็นคนควบคุมเครื่องบิน ทราบโดยอัตโนมัติ

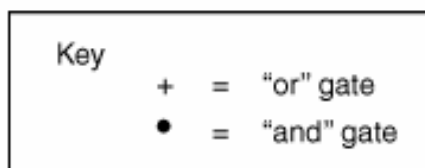
ข. ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เป็นระบบที่ทำงานร่วมกับระบบจับควันหรือเปลวไฟ ซึ่งระบบที่นิยมใช้จะเป็นทั้งระบบแบบระงับเพลิงไหม้ (Fire Suppression) ไม่ให้ไฟทำให้เกิด ความเสียหายกับอุปกรณ์ในคลังน้ำมันมากจนเกินไป เพราะคลังน้ำมันเป็นที่กักเก็บของเชื้อเพลิง และเมื่อเกิดการติดไฟอาจก่อให้เกิดการระเบิดภายในถังน้ำมันได้อีกด้วย สำหรับระบบดับเพลิงที่

สามารถใช้ได้นั้นมักจะใช้ระบบดับเพลิงชนิดที่เป็นแบบโฟมมอนิเตอร์และโฟมแคนนอนที่ใช้ในการดับเพลิงที่เกิดจากสารไฮโดรคาร์บอนหรือน้ำมันได้ รวมทั้งจะต้องมีถึงดับเพลิงชนิดที่เป็นแบบถังสารองตั้งไว้ในบริเวณที่ไม่สามารถใช้สายน้ำฉีดเข้าไปถึงได้อีกด้วย



ภาพที่ 3 แนวคิดของการวางระบบป้องกันอัคคีภัยของ NFPA 550

ที่มา: National Fire Protection Association (2002)



ภาพที่ 4 Logic Symbol แนวคิดของการวางระบบป้องกันอัคคีภัยของ NFPA 550

ที่มา: National Fire Protection Association (2002)

การควบคุมและบริหารจัดการเกี่ยวกับการเกิดอัคคีภัย (Manage Fire) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอันตรายและการแพร่ขยายของการเกิดอัคคีภัย รวมทั้งเพื่อลดผลกระทบจากการเกิดอัคคีภัยให้น้อยที่สุด โดยมีแนวความคิดแบ่งได้เป็นดังนี้

1. ควบคุมเชื้อเพลิงเพื่อไม่ให้มีอัตราของการแพร่กระจายของความร้อนและควันไฟ
2. ควบคุมการเผาไหม้โดยวิธีการที่กำหนดและมีการเตรียมความพร้อมเอาไว้และด้วยระบบป้องกันอัคคีภัย
3. ควบคุมการแพร่กระจายของควันไฟและไฟด้วยการระบายออก (Venting) หรือด้วยการจำกัดให้อยู่ในพื้นที่ (Containment)

#### 6. ทฤษฎีการส่งผ่านพลังงานความร้อน (Heat Transfer)

จากลักษณะดังกล่าวตามทฤษฎีของการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ที่นำมาใช้ในโปรแกรมภาพเสมือน (Fire Dynamic Simulator) ซึ่งสามารถแบ่งได้ ดังนี้

1. การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนวิธีเดียวที่เกิดขึ้นในวัตถุที่เป็นตัวกลางทึบแสง เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดขึ้นในวัตถุดังกล่าวจะมีความร้อนถ่ายเทจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงไปยังจุดที่มีอุณหภูมิต่ำของวัตถุนั้น ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity,  $k$ ) เป็นคุณสมบัติทางกายภาพของตัวกลางที่ความร้อนเคลื่อนที่ผ่าน

$$\dot{q}_w = \frac{-kA\Delta T}{L} \quad (7)$$

$\dot{q}_w$  = อัตราความร้อนที่ไหลผ่านผนัง หน่วยเป็น W

k = ค่าการนำความร้อนของผนัง หน่วยเป็น W/m. K

A = พื้นที่หน้าตัดของผนังที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล หน่วยเป็น ตารางเมตร (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = อุณหภูมิผิวที่แตกต่างกัน หน่วยเป็น °C

L = ความหนาของผนัง หน่วยเป็น m

2. การพาความร้อน (Convection) เมื่อความร้อนสัมผัสกับผิววัตถุที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน จะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างอากาศกับวัตถุ กระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนนี้ เรียกว่าการถ่ายเทความร้อนแบบการพา ในที่นี้ควันทที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้จะลอยตัวขึ้นไปที่สูง โดยหลักการพาความร้อนซึ่งถ้ามีอุณหภูมิของควันไฟสูงก็สามารถจะทำให้เกิดการลุกลามของเพลิงไฟได้กระบวนการนี้สามารถจำแนกออกได้ 2 ประเภท

2.1 การพาความร้อนแบบอิสระ (Free Convection) เกิดมาจากการแตกต่างของอุณหภูมิในอากาศ เนื่องมาจากการที่อากาศสัมผัสผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันและทำให้เกิดแรงลอยตัวขึ้น

2.2 การพาความร้อนแบบบังคับ (Force Convection) เกิดจากแรงภายนอกมาบังคับให้ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านผิววัตถุที่ร้อนหรือเย็นกว่า เนื่องจากอากาศจากการพาความร้อนแบบบังคับมีความเร็วที่สูงกว่าแบบอิสระ ดังนั้นความร้อนที่ถ่ายเทได้จากความแตกต่างของอุณหภูมิที่มีขนาดเท่า ๆ กันกับการพาความร้อนแบบอิสระจึงมีปริมาณความร้อนมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามสำหรับ อัตราการถ่ายเทความร้อนเป็นตามทฤษฎีกระบวนการของการลุกลามและการเคลื่อนที่ของไฟ (Flammability Theory)

$$\dot{q}'' = h(T_2 - T_1) \quad (8)$$

$\dot{q}''$  = การพาความร้อน หน่วยเป็น W/m<sup>2</sup>

h = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน หน่วยเป็น W/m<sup>2</sup>.C

$T_1$  = อุณหภูมิเฉลี่ยของเปลวไฟสูงสุด หน่วยเป็น °C

$T_2$  = อุณหภูมิรอบข้าง หน่วยเป็น °C

3. การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ความร้อนจากการนำและการพา จะไหลผ่านได้ในกรณีที่มีสื่อกลางเท่านั้น สำหรับความร้อนจากการแผ่รังสีนั้นจะไหลผ่านได้ แม้กระทั่งในสุญญากาศในการแผ่รังสีความร้อน พลังงานจะเคลื่อนไปในรูปของแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) ที่มีความเร็วเท่ากับความเร็วของแสง จำนวนพลังงานที่ถูกส่งออกจากผิวในรูปรังสีความร้อนนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสัมบูรณ์และลักษณะผิวหน้าที่รังสีตกกระทบ ที่แสดงถึงค่าฟลักความร้อนที่เกิดขึ้นด้วยปัจจัยแวดล้อม

$$\dot{q}'' = \varepsilon \sigma T_2^4 F_{1 \rightarrow 2} \tau \quad (9)$$

$\dot{q}''$  = ฟลักซ์ความร้อนของการแผ่รังสี ตกกระทบบนเป้าหมาย หน่วยเป็น kW/m<sup>2</sup>

$\varepsilon$  = อัตราของพลังงานในการแผ่รังสีที่กระจายต่อพื้นผิวของเปลวไฟ หน่วยเป็น kW/m<sup>2</sup>

$\sigma$  = ค่าคงที่ของ Stefan-Boltzmann constant  $5.67 \times 10^{-11}$  kW/m<sup>2</sup>-K<sup>4</sup>

$T_2$  = อุณหภูมิของเปลวไฟหรือผิวหน้าของวัตถุที่เกิดความร้อน หน่วยเป็น K

$F_{1 \rightarrow 2}$  = ปัจจัยจากรูปร่างภายนอกระหว่างเปลวไฟและเป้าหมาย (Configuration or View factor between flame and target)

$\tau$  = ค่าการส่งถ่ายไปยังอากาศโดยรอบที่แผ่ออกผ่านอากาศ

$\tau = 1 - \alpha$  โดยที่  $\alpha$  = ค่าความดูดกลืนของอากาศ (Atmospheric absorptive)

### ข้อมูลพื้นฐาน

ในปัจจุบันนี้มีการใช้เทคโนโลยีสำหรับระบบการทำงานของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน ซึ่งมีความหมายตรงกับคำในภาษาอังกฤษคือ Gasoline vapor recovery unit ซึ่งกล่าวรวมถึงการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบควบคุมไอระเหยน้ำมันทั้งหมด ทั้งในโรงกลั่นน้ำมัน, คลังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง และแหล่งสำรวจและผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง โดยแบ่งออกเป็น 3 ระบบหลัก ๆ ดังนี้ (Warner nicholson engineering consultant, 1980)

### 1. หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน (Vapor recovery systems)

ในปัจจุบันการติดตั้งหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินมีวัตถุประสงค์หลักคือ การป้องกันไม่ให้เกิดมลภาวะที่เป็นพิษต่อคนและสิ่งแวดล้อม เป็นการควบคุมสภาพการทำงานของไอน้ำมันให้อยู่ภายในระบบและอุปกรณ์ที่ควบคุมได้ เพื่อนำไอน้ำมันที่มีอยู่ในระบบกลับมายังจุดเริ่มต้นหรือกลับคืนสู่สถานะที่นำกลับมาใช้ได้อีกครั้งหนึ่งซึ่งเป็นการประหยัดพลังงานที่สูญเสียไปจากกระบวนการผลิตและเก็บรักษา

### 2. หน่วยควบคุมการเผาไหม้และกำจัดออกของไอระเหยน้ำมันเบนซิน 4 (Vapor combustion - Vapor destruction systems)

การทำงานของระบบเป็นการกำจัดปริมาณไอน้ำมันที่ค้างอยู่ในระบบเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของไอน้ำมันเบนซินที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตออกไปสู่ภายนอก ซึ่งกระบวนการทำลายนี้โดยการเผาไหม้ทั้งในระบบหรือกระบวนการออกซิเดชันและกำจัดออกในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เป็นต้น

### 3. หน่วยควบคุมสมดุลของไอระเหยน้ำมันเบนซิน (Vapor balance systems)

เป็นหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินที่ป้องกันการเกิดรวมตัวกับอากาศภายนอก ในระหว่างกระบวนการรับหรือจ่ายน้ำมันไปยังรถน้ำมัน เพื่อควบคุมการเกิดมลพิษทางอากาศ อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนกับอากาศภายนอกที่เข้ามาแทนที่ เช่น อากาศในถังน้ำมัน หรืออากาศบริเวณรอบ ๆ ที่ลงน้ำมัน เป็นต้น ไอน้ำมันที่เกิดขึ้นในระบบมีการเคลื่อนตัวออกไปยังถังบรรจุ และควบคุมระดับไอน้ำมัน (Fixed volume storage) และถูกควบคุมสมดุลจากการถ่ายเทพลังงาน ซึ่งเกิดมาจากน้ำมันเบนซินมีการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอและผ่านกระบวนการคืนรูปออกมาเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง ในแต่ละการเปลี่ยนแปลงสถานะจะมีการดูดและคายพลังงานออกมา ซึ่งระบบจะถูกควบคุมให้ระบบสมดุลเพื่อป้องกันการรวมตัวกับภายนอกและเกิดเป็นมลพิษนั่นเอง

## ประเภทของหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันเบนซินที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เนื่องจากวัตถุประสงค์ในการใช้งานหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันเบนซินในแต่ละคลังเก็บน้ำมันมีวัตถุประสงค์หลักคือการป้องกันไม่ให้เกิดมลภาวะที่เป็นพิษต่อคนและสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงานไม่ให้เกิดการสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ แต่ความแตกต่างในขนาดและแหล่งที่ตั้งของคลังน้ำมันทำให้การเลือกประเภทของหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันมีความแตกต่างกัน เพื่อความเหมาะสมกับคลังน้ำมันในแต่ละแห่ง จึงต้องพิจารณาชนิดของหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันเพื่อความเหมาะสม ดังต่อไปนี้

### 1. หน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันเบนซินแบบดูดซับโดยใช้แท่งคาร์บอน (Activated carbon adsorption)

โดยทั่วไปไอรหรือน้ำมันของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนหรือสารประกอบอนุพันธ์ของเบนซิน จะถูกดูดซับได้ด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ที่ถูกบรรจุอยู่ในระบบดูดซับไอน้ำมัน โดยถ่านกัมมันต์นี้มีลักษณะคือเป็นรูพรุน แต่มีพื้นที่ผิวขนาดใหญ่ซึ่งจะมีความสามารถในการดูดซับสารประกอบอนุพันธ์ของไฮโดรคาร์บอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเมื่อมีไอน้ำมันแพร่เข้ามาในระบบ ไอน้ำมันเหล่านั้นจะถูกดูดซับโดยผ่านทางผงคาร์บอนและจะมีบางส่วนไหลย้อนกลับไปสู่แหล่งกำเนิด หรือมีการเปลี่ยนสภาพจากปฏิกิริยาออกซิเดชันกลายเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อไอน้ำมันผ่านการดูดซับแล้วจะถูกรวมตัวอยู่ในถังกักเก็บที่ถูกควบคุมด้วยแรงดันและอุณหภูมิเพื่อรอการเกิดปฏิกิริยารวมตัวและควบแน่นเป็นสารละลายอีกครั้งหนึ่ง

ประสิทธิภาพในการดูดซับไอรหรือน้ำมันของสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนจะเพิ่มมากขึ้นในสถานะที่สารประกอบดังกล่าวมีความเข้มข้นสูงอยู่ภายใต้สภาวะความดันที่สูง หรืออยู่ในสถานะของอุณหภูมิที่ต่ำ ซึ่งการดูดซับโมเลกุลสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโดยอุปกรณ์ถ่านกัมมันต์นี้จะดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าโมเลกุลของสารประกอบดังกล่าวจะถูกดูดซับจนเต็มพื้นที่ผิวทั้งภายนอกและภายในของถ่านกัมมันต์นั้น ดังแสดงในภาพที่ 5 ระบบดูดซับไอน้ำมันโดยใช้แท่งคาร์บอน



ภาพที่ 5 ระบบดูดซับไอน้ำมันโดยใช้ถ่านกัมมันต์

ที่มา: Warner nicholson engineering consultants (2003)

หลังจากนั้นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ถูกดูดซับเข้ามาจะผ่านกระบวนการรวมตัวกันใหม่ และกลับคืนสภาพ โดยวิธีการปรับลดความดัน ความเข้มข้นของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ถูกดูดซับฝังตัวอยู่ในอนุภาคของผงคาร์บอน หรือการเพิ่มอุณหภูมิให้กับแท่งผงคาร์บอน ประกอบกัน โดยไม่จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายถ่านกัมมันต์ออกไปจากระบบ โดยกระบวนการในการเปลี่ยนสภาพ หรือการกลั่นตัวของไอน้ำมันที่ถูกดูดซับให้กลับนำมาใช้ได้ใหม่อีกครั้งหนึ่งดังกล่าวนั้นคือ การใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า 5Pressure swing adsorption activated carbon technology หรือ 6thermally regenerated activated carbon technology เป็นต้น (ภาคผนวก)

## 2. หน่วยควบแน่นไอระเหยน้ำมันโดยใช้ความเย็น (Vapor refrigeration condensation)

หลักการของระบบควบแน่นไอน้ำมันโดยใช้ความเย็นที่ต่ำกว่าลบ 180 องศาฟาเรนไฮต์ ควบคู่กับการผสมกับสารดูดซับ (Lean oil) นั้นเป็นระบบที่ใช้กันโดยทั่วไปของเทคโนโลยีของระบบกักเก็บไอน้ำมันที่ใช้ในคลังน้ำมันนั่นเองโดยเป็นการนำเอาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการลดอุณหภูมิของไอระเหยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เข้ามาในระบบ อย่างไรก็ตามเนื่องจากไอน้ำมันที่เข้ามาในระบบนั้นจะประกอบด้วยโมเลกุลของสารละลายชนิดอื่น เช่น น้ำ เป็นต้นซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิให้เย็นลง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งเกิดเป็นสารประกอบไฮเดรต ซึ่งจะไปอุดตันและลดประสิทธิภาพการทำงานของระบบลงได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันการเกิดการจับตัวเป็นสารประกอบไฮเดรตในระบบควรมีการดำเนินการดังนี้

ในขั้นแรกจะต้องมีการแยกตัวของน้ำออกมาก่อน โดยผ่านกระบวนการการควบแน่น ที่อุณหภูมิโดยประมาณสูงกว่าที่ระดับจุดเยือกแข็งของน้ำซึ่งน้ำจะมีจุดเยือกแข็งที่ต่ำกว่าสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนก็จะมีการแยกตัวออกมาก่อน ต่อจากนั้นน้ำจะถูกกรองออกจากระบบซึ่งจะมี สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนมากับน้ำจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดน้ำทิ้งต่อไป

ขั้นที่สอง จะมีการลดอุณหภูมิในระบบให้ต่ำลงเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนในระบบเพื่อนำไปสู่กระบวนการกลั่นตัวเป็นน้ำมันกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในกระบวนการนี้อาจจะต้องมีการลดอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกลั่นตัวของ น้ำมันให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและปลอดภัย ดังนั้นระดับของการปรับลดอุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับ การควบคุมปริมาณของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เข้ามาในระบบและอัตราการแพร่กระจาย หรือขยายตัวของสารดังกล่าวว่ามีค่าอยู่ในช่วงใด สำหรับบริษัทที่ทำการผลิตระบบการทำงานแบบ ใช้น้ำมันโดยใช้ความเย็นนี้ได้แก่ บริษัท เอ็ดเวิร์ดเอ็นจิเนียริง (Edwards Engineering) และบริษัท ยูนิเวอร์ซัลอินดัสเทรียล รีฟริเจอเรเตอร์ (Universal Industrial Refrigeration, Inc.) เป็นต้น ดัง แสดงในภาพที่ 6 หน่วยควบแน่นไอระเหยน้ำมันโดยใช้ความเย็น



ภาพที่ 6 หน่วยควบแน่นไอระเหยน้ำมันโดยใช้ความเย็น

ที่มา: Warner nicholson engineering consultants (2003)

### 3. หน่วยควบคุมไอร่เหยน้ำมันเบนซินโดยใช้สารดูดซับ (Lean oil vapor absorption)

โดยหลักการของการทำงานของสารดูดซับ (Lean oil) ที่นำมาใช้ในหน่วยควบคุมไอร่เหยน้ำมันเบนซินนั้น มีความคล้ายคลึงกับระบบควบแน่นไอน้ำมันโดยใช้ความเย็น (Vapor refrigeration condensation) โดยในรูปแบบที่มีการเคลื่อนย้ายไอน้ำมันเพื่อแปลงรูปนำกลับมาใช้ได้อีก ทฤษฎีในส่วนของการดูดซับไอน้ำมันโดยใช้สารดูดซับ หลักการทำงานของสารดูดซับจะทำหน้าที่ดูดซับไอร่เหยของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นส่วนประกอบของไอร่เหยทั้งหมดที่ไหลเข้ามาในระบบ ซึ่งระบบดังกล่าวมีลักษณะคล้ายปล่องหรือเสาที่มีความสูงและมีการแบ่งเป็นชั้น ๆ โดยไอน้ำมันจะลอยตัวขึ้นไปบนชั้นสูงที่สุดและมีการควบแน่นหลังจากผ่านการดูดซับโดยชั้นของสารดูดซับและกลั่นตัวเป็นของเหลวตกลงมา การดูดซับผ่านวัสดุดูดซับซึ่งประกอบด้วยสารดูดซับนั้นยังประกอบไปด้วยถาดกรองและหัวฉีดสเปรย์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการในการกลั่นตัวเพื่อแปรสภาพจากไอร่เหยกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง

สารดูดซับที่ทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับและกรองสารประกอบชนิดต่าง ๆ ที่ปนมากับไอร่เหยที่ผ่านเข้ามาในระบบ เนื่องจากไอร่เหยที่ผ่านเข้ามาในระบบประกอบไปด้วยสารประกอบชนิดต่าง ๆ รวมถึงสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งสารประกอบไฮโดรคาร์บอนนี้เองจะแทรกซึมเข้าไปในของเหลว (สารดูดซับ) เมื่อกระบวนการผ่านไปเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมสารดูดซับหรือวัสดุดูดซับดังกล่าวจะอิ่มตัวของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอย่างเต็มที่จนถึงจุดสมดุล วัสดุดูดซับดังกล่าวจะไม่สามารถดูดซับสารประกอบอื่น ๆ ได้อีกต่อไป โดยกระบวนการแล้วนั้นจะต้องมีการแปรสภาพจากการรวมตัวกันของไอร่เหยของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนล้วน ๆ ควบแน่นกลับมาเป็นน้ำมันที่ใช้งานได้อีกครั้งหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 7 หน่วยควบคุมไอร่เหยน้ำมันโดยใช้สารดูดซับ



ภาพที่ 7 หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันโดยใช้สารดูดซับ

ที่มา: Warner nicholson engineering consultants (2003)

กระบวนการแปลงสภาพและกลับริวมตัวมาเป็นน้ำมันอีกครั้งหนึ่งถูกควบคุมด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งจะสามารถได้น้ำมันที่กลั่นออกมาจากอุปกรณ์ดูดซับดังกล่าวผ่านเข้าสู่ระบบการกลั่นตัวต่อไปและอุปกรณ์ดูดซับนั้นเมื่อใช้งานไปครั้งแรกแล้ว สารดูดซับดังกล่าวสามารถนำไปเก็บไว้ที่ถังพักเพื่อตรวจสอบคุณภาพและนำกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่งได้ถ้าอยู่ในสภาพหรือเงื่อนไขที่ตรงตามที่กำหนดไว้

ในการใช้เทคโนโลยีชนิดนี้ จำเป็นต้องคำนึงถึงอัตราการแพร่กระจายของไอน้ำมัน (Emission limits) และสภาพแวดล้อมที่เกิดการแพร่ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนดังกล่าว ดังนั้นการเลือกวัสดุในการดูดซับจะต้องเลือกให้เหมาะกับเงื่อนไขต่าง ๆ ดังที่ ๆ ได้กล่าวมานี้ เพื่อให้การพิจารณาถึงปริมาณและเงื่อนไขของการแปลงสภาพกลับมาในรูปของไอน้ำมันเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับบริษัทที่ทำการผลิตระบบการทำงานแบบไอน้ำมันโดยใช้ระบบการดูดซับสารดูดซับ (Lean Oil Vapor Absorption) ได้แก่ บริษัท จอห์น ซิงค์ (John Zink Co.) และบริษัท ปีโตรก๊าส (Petrogas) เป็นต้น

#### 4. หน่วยควบคุมอุณหภูมิของการเกิดไอน้ำมันจากเปลวเพลิง (Thermal oxidizing vapor flares)

หลักการของระบบการควบคุมเกิดจากความสัมพันธ์กันของระบบที่ต่อเนื่อง 2 ประการ คือ ระบบเปิดและระบบปิดของการเผาไหม้ภายในระบบซึ่งโดยหลักการแล้วการทำงานของทั้งสองระบบมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยลักษณะของระบบควบคุมแบบเปิด จะเกิดการเผาไหม้แบบสมบูรณ์คือมีการสันดาปกับออกซิเจนและเปลวควันจะมีการเคลื่อนตัวขึ้นไปยังชั้นบนของปล่องเพื่อเผาไหม้เป็นเปลวไฟจนหมด โดยทั่วไปปล่องควันจะมีความสูงประมาณ 15 เมตร หรือ 50 ฟุต เป็นต้น ส่วนในระบบปิดนั้นจะมีฉนวนหุ้มโดยรอบขอบชั้นภายใน เพื่อป้องกันการเกิดเปลวไฟ ดังนั้นองค์ประกอบของการเกิดการเผาไหม้ไอระเหยของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในระบบเปิดและระบบปิดจะประกอบไปด้วยปัจจัยหลายประการ ได้แก่ (Warner nicholson engineering consultant, 1980) ดังแสดงในภาพที่ 8 หน่วยควบคุมอุณหภูมิของการเกิดไอน้ำมันจากเปลวเพลิง



ภาพที่ 8 หน่วยควบคุมอุณหภูมิของการเกิดไอน้ำมันจากเปลวเพลิง

ที่มา: Warner nicholson engineering consultants (2003)

1. การออกแบบระบบการเผาไหม้ที่สามารถป้องกันการเผาไหม้ย้อนกลับเข้ามาในระบบการรับ-จ่าย (Burner element designed to protect against vapor burn back)
2. ตัวแบบกันชนอัตโนมัติ (Automatic pilots)
3. ตัวควบคุมกันชนแบบต่อเนื่อง (Continuous pilot monitoring)

4. วาล์วควบคุมไอน้ำมันแบบอัตโนมัติ (Automatic vapor staging valves)

5. กรอบป้องกันไอน้ำมันเพื่อป้องกันการระเบิด (Flame or detonation arrestors)

6. เครื่องเป่าลมเพื่อให้เกิดการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Assist air blower to promote smokeless combustion)

7. ท่อระบบไฮดรอลิก (Hydraulic seal vessel)

8. ตัวดับจับเปลวไอน้ำมันเมื่อเกิดปฏิกิริยา Detonation (Detonation flame arrester)

ซึ่งหลังจากการเกิดการเผาไหม้ในระบบแล้วจะเกิดกระบวนการต่อเนื่องคือการเริ่มต้นระบายนภาอากาศ การเกิดประกายไฟและระบบเปิด-ปิด อัตโนมัติ จากนั้นไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จะเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบระบบควบคุมอุณหภูมิของการเกิดไอน้ำมันจากเปลวเพลิง การออกแบบอุปกรณ์ ความปลอดภัยที่ช่วยในการป้องกันการติดไฟหรือการผสมกันของเชื้อเพลิงและอากาศจนอาจเกิด การระเบิดขึ้นในช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสม อุปกรณ์ที่สำคัญที่สามารถป้องกันอันตรายของ การเกิดการติดไฟในระบบได้คือ อุปกรณ์ป้องกันการผสมกันของไอระเหยสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนกับอากาศและซีลป้องกันชนิดไฮดรอลิก นอกจากนี้วาล์วควบคุมสามารถช่วย ควบคุมความเร็วของกระแสการไหลของก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ในระบบซึ่งสามารถ ก่อให้เกิดการไหลย้อนกลับและลุกติดไฟในระบบได้อีกครั้งหนึ่ง รวมถึงการใช้เครื่องโบลเวอร์ ในการเติมอากาศเพื่อให้การเผาไหม้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ช่วยลดการเกิดควันซึ่งอาจก่อให้เกิดการไหล ย้อนกลับเข้าไปในระบบได้เช่นกัน

**5. หน่วยควบคุมอุณหภูมิของการเกิดไอระเหยน้ำมันจากเปลวเพลิงแบบปิด (Enclosed thermal oxidizing vapor flares)**

จากปฏิกิริยาของระบบออกซิเดชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระบบนั้นสามารถ นำมาประยุกต์ใช้ได้กับการติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยที่จะควบคุมเกี่ยวกับนำความร้อนที่เกิดจาก การเผาไหม้ในระบบ, การใช้ตัวจับกรดก๊าซ ในการกำจัดแก๊ซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือกรดเกลือ เป็นต้น ออกจากกระบวนการ อย่างไรก็ตามในระบบการเก็บสำรองน้ำมันนั้นมีการใช้อุปกรณ์ ในการตรวจจับอุณหภูมิในระบบการเผาไหม้โดยเกิดเปลวเพลิงแบบปิด (Enclosed flare) จะไม่เกิด ไอระเหยที่เป็นของเสียอันมาจากวัตถุดิบประเภทของเหลวหรือของแข็งจากกระบวนการขึ้นเลย

เนื่องจากของเสียดังกล่าวจะถูกเผาไหม้กลายเป็นแก๊สหรือไอจนหมดและจะได้แก๊สเชื้อเพลิงขึ้นในขบวนการการผลิตนั้น ๆ โดยไม่มีกรดแก๊สหรือจีเถ้าเกิดขึ้นในกระบวนการลักษณะของปฏิกิริยาของระบบออกซิเดชั่นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นผลมาจากการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิของการเกิดไอน้ำมันจากเปลวเพลิง (Thermal oxidizing vapor flares) ที่กล่าวมาข้างต้นนั่นเอง

ปฏิกิริยาการเผาไหม้แก๊สของเสียในระบบออกซิเดชั่นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เราสามารถควบคุมปัจจัยการเกิดได้โดยกระทำในระบบปิด ในท่อที่มีการบุด้วยฉนวนมีการควบคุมอุณหภูมิของไอระเหยของแก๊สในช่วง 1200-2200 °F หรือ 650-1000 °C ดังนั้นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยคือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับความร้อนจากเปลวไฟโดยเมื่อเกิดความร้อนในช่วงของการจุดติดไฟขึ้นระบบจะถูกคำสั่งให้หยุดทำงาน (Shut Off) ดังนั้นการไหลเข้ามาของสารประกอบไอระเหยจะถูกปิดไว้โดยวาล์วและไม่เกิดการผสมกันของระบบขึ้น ในส่วนของอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ของระบบ (Combustion Air) ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ได้ติดมากับของเสียของระบบจะถูกดูดออกจากท่อเพื่อป้องกันการไหลเข้าไปยังส่วนเผาไหม้ส่วนอื่นและต้องระมัดระวังในเรื่องของการควบคุมที่ส่วนอื่น เช่น ในกระบวนการการเผาไหม้ หรือการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียในกระบวนการและแก๊สพิษที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในระบบ ดังภาพที่ 9 แสดงถึงหน่วยควบคุมอุณหภูมิการเกิดไอระเหยน้ำมันจากเปลวเพลิงแบบปิด



ภาพที่ 9 หน่วยควบคุมอุณหภูมิการเกิดไอระเหยน้ำมันจากเปลวเพลิงแบบปิด

ที่มา: Warner nicholson engineering consultants (2003)

## 6. ระบบการคืนรูปโดยการควบคุมอุณหภูมิของไอน้ำมัน (Regenerative thermal oxidizers)

หลักการเริ่มต้นจากการควบคุมปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไหลเข้ามาในระบบ การทำงานของระบบการคืนรูปโดยการควบคุมอุณหภูมิของไอน้ำมันจะเริ่มทำงานโดยตรงกับการรับเอาไอความร้อนที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการเผาไหม้ในกระบวนการ ซึ่งแตกต่างจากระบบควบคุมอุณหภูมิของการเกิดไอน้ำมันจากเปลวเพลิง (Thermal Oxidizing vapor flares) ที่ได้กล่าวมาเบื้องต้นที่จะรับไอความร้อนที่ผ่านมาจากเครื่องแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อน (Heat exchanger) จากไอก๊าซและอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ในระบบ ซึ่งในเครื่องแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อน (Heat exchanger) นั้นจะประกอบไปด้วยวัสดุต่าง ๆ เช่น ก้อนเซรามิกที่มีรูพรุนเล็ก ๆ หรือวัสดุอื่น ๆ ที่เป็นตัวพาความร้อนได้ดี

เมื่อไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไหลเข้ามาในระบบขั้นแรก จะผ่านเข้ามาในเตาเผา (Gas furnace) และมีอุปกรณ์เป็นตัวจุดความร้อนในเตาเผาเพื่อเริ่มต้นปฏิกิริยาการเผาไหม้ ดังนั้นไอระเหยของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะมีการปรับเพิ่มอุณหภูมิที่สูงขึ้น ที่ประมาณ 1600°F หรือเท่ากับ 900°C ก่อนที่จะไหลไปรวมอยู่ในปล่อง (Stack) ในระบบที่ 1 จากนั้นไอระเหยจะถูกส่งผ่านต่อไปยังเครื่องแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อน (Heat Exchanger) ในระบบที่ 2 เพื่อส่งผ่านพลังงานความร้อนและปรับอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม จากนั้นไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะเคลื่อนที่และผ่านเข้าไปยังเตาเผาอีกชุดหนึ่งเพื่อควบคุมระดับอุณหภูมิให้สูงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาการแยกตัวขององค์ประกอบทางเคมีระหว่างสารไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบอื่น ๆ ออกจากกันได้ เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิถูกปรับให้สูงขึ้นก็จะเกิดการสูญเสียความร้อนไปในกระบวนการอีกด้วย กระบวนการดังกล่าวมานี้จะเกิดขึ้นเป็นวัฏจักรกล่าวคือเมื่อไอระเหยของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนถูกแยกออกจากกันตามช่วงของอุณหภูมิ และไอระเหยของไฮโดรคาร์บอนอย่างเดียวจะเคลื่อนที่ไปรวมตัวในถังเก็บและถูกส่งผ่านไปยังกระบวนการอื่นเพื่อเกิดการรวมตัวกลับมาใช้ใหม่แล้ว วาล์วของท่อรับไอของสารประกอบจากระบบรับ-ส่ง จะถูกเปิดออกเพื่อรับไอระเหยของสารดังกล่าวเข้ามาอีกครั้งและจะปิดลงเมื่อปริมาตรเต็มตามจำนวนที่ระบุไว้เป็นต้น

การควบคุมการเปิดปิดโดยระบบอัตโนมัติของวาล์วนั้นจะทำงานโดยใช้เวลาเพียงสองถึงสามนาที่เท่านั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ของไหลที่เข้ามาในระบบ กล่าวคือ อัตราการไหล, ความเข้มข้นของของไหล และขนาดของตัวกลางในอุปกรณ์ เครื่องแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อน (Heat Exchanger) ว่ามีขนาดเหมาะสมเพียงใด เป็นต้น

การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิเกี่ยวกับระบบการคืนรูปไอน้ำมันมีค่าประสิทธิภาพ 70% โดยถ้าความเข้มข้นของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีความเข้มข้นสูงเกินกว่าระดับของอุณหภูมิที่ควบคุมไว้จะต้องมีการเจือจางโดยการเติมอากาศจากภายนอกเข้ามาในระบบ เพื่อป้องกันการเกิดอุณหภูมิที่สูงเกินขีดจำกัดภายในเตาปฏิกรณ์

### กระบวนการทำงานของหน่วยควบคุมไอน้ำมัน

ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการทำงานของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันในคลังที่ศึกษา เราจะต้องทราบถึงหลักการทำงานในภาวะทั่วไปของระบบว่ามีจุดเริ่มต้นในการทำงานอย่างไรบ้าง และในกระบวนการทำงานนั้นจะต้องใช้อุปกรณ์ใดในการป้องกันอันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น ดังนั้นในการศึกษาอันตรายที่อาจเกิดขึ้นนั้นจะต้องทราบถึงกระบวนการทำงานในภาวะปกติ ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

#### 1. คำอธิบายกระบวนการ (Process Description)

โดยกระบวนการเริ่มต้นจากการไหลของของผสมระหว่างอากาศและสารไฮโดรคาร์บอน ไหลผ่านชั้นถ่านกัมมันต์เป็นการเริ่มเข้าสู่กระบวนการแอดซอร์ปชัน (Adsorption) สารไฮโดรคาร์บอนจะถูกดูดซับไว้ที่ถ่านกัมมันต์ ส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยสู่บรรยากาศ หนึ่งรอบของกระบวนการดูดซับใช้เวลา 15 นาที หลังจากผ่านกระบวนการดูดซับแล้ว ถ่านกัมมันต์ชุดที่ 1 จะเริ่มเข้าสู่กระบวนการแปลงสภาพเพื่อให้มีสภาพกลับไปเหมือนจุดตั้งต้น หรือกระบวนการรีเจนเนอเรชัน (Regeneration) ต่อจากนั้นถ่านกัมมันต์ชุดที่ 2 ก็จะเริ่มกระบวนการแอดซอร์ปชันแทน ดังแสดงในภาพที่ 10 แสดงหน่วยควบคุมไอระเหยแบบดูดซับ



ภาพที่ 10 หน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมันแบบดูดซับ

กระบวนการรีเจนเนอเรชั่นถูกสร้างโดยการใช้ปั๊มสุญญากาศ (P 261 vacuum pump) ปั๊ม P 261 จะปั๊มก๊าซซึ่งมีส่วนประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนและสารหล่อเย็นผ่านเข้าไปในเซพเรเตอร์ (Separator), V 310 ก๊าซซึ่งมีส่วนประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนไหลผ่านไปในแอบซอร์เบอร์ (Absorber), C 310 ก๊าซจะไหลผ่านสารดูดซึม (Absorbent) ในที่นี้ใช้น้ำมันเบนซินจนเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวและถูกปั๊มไปยังถังเก็บน้ำมัน Tank TH- 9 โดยปั๊ม P 321 ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ได้กลั่นตัวเป็นของเหลวจะไหลขึ้นไปยังส่วนบนของแอบซอร์เบอร์ และถูกส่งผ่านเข้าไปในขบวนการแอดซอร์ปชั่นอีกครั้ง ดังรูปของหน่วยควบคุมที่แสดงในภาพที่ 11 ฟังก์ชั่นของระบบเก็บไอน้ำมันและแท็งก์น้ำมันในคลังน้ำมัน

ในการไหลค่น้ำมันเข้าสู่รถบรรทุกน้ำมัน พื้นที่ผิวของน้ำมันที่อยู่ระหว่างการไหลจะสัมผัสกับอากาศ และมีบางส่วนระเหยกลายเป็นไอ ทั้งนี้ขึ้นกับองค์ประกอบหลายๆ อย่าง คือ ค่าความดันไอ (Vapor pressure) ของน้ำมันที่อยู่ระหว่างการไหล, ผลึกภัณฑ์บรรจุในถังเก็บน้ำมัน ก่อนที่จะทำการไหลค่น้ำมัน, อุณหภูมิของถังเก็บน้ำมัน และวิธีการไหลค่น้ำมัน ทั้งนี้ประมาณว่า ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส จะมีก๊าซไฮโดรคาร์บอนประมาณ 1 ลิตร ต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร และที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส จะมีก๊าซไฮโดรคาร์บอนประมาณ 2 ลิตร ต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร

จากที่อธิบายข้างต้น พิจารณาอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของไอระเหยขณะไหลค่น้ำมันต่ออัตราการไหลของน้ำมันที่ไหล เรียกว่าอัตราการกระจายของไอระเหย (Vapor growth factor) สำหรับการไหลค่น้ำมันในปริมาณมาก ๆ อัตราการกระจายของไอระเหยมีค่าประมาณ 1.15 และในทางปฏิบัติจะใช้ค่าที่ 1.08 ไอระเหยซึ่งประกอบด้วยก๊าซไฮโดรคาร์บอนและอากาศไหลผ่านท่อเก็บไอระเหยไปสู่หน่วย VRU เข้าไปในถ่านกัมมันต์สู่กระบวนการแอดซอร์ปชัน



ภาพที่ 11 ฟังก์ชันของระบบเก็บไอน้ำมันและแท็งค่น้ำมันในคลังน้ำมัน

## 2. กระบวนการแอดซอร์ปชัน (Adsorption)

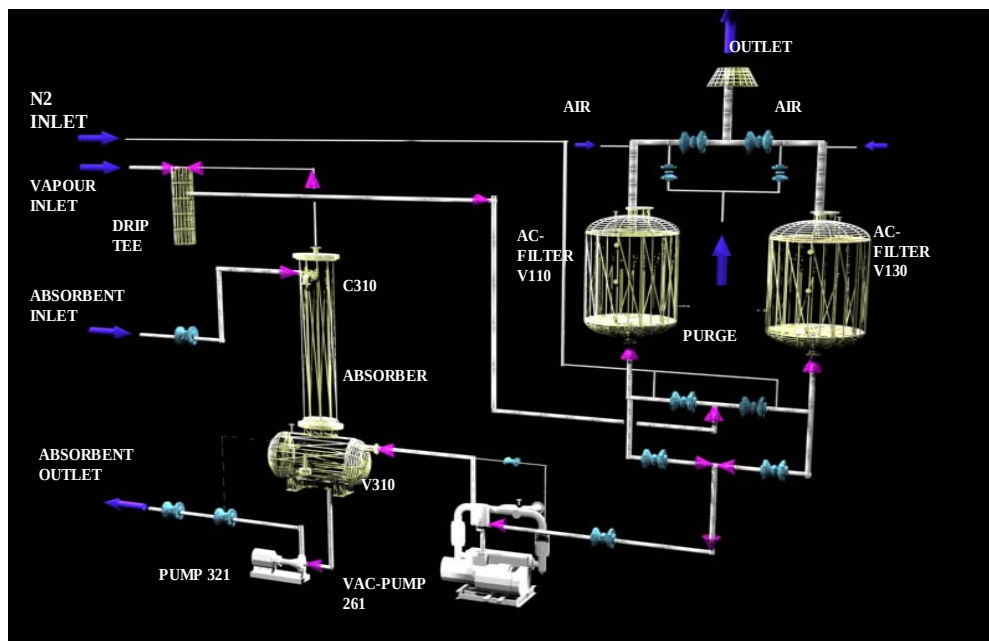
ไอระเหยที่ไหลผ่านถ่านกัมมันต์ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนประมาณ 1,400 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร หลังจากผ่านกระบวนการแอดซอร์ปชัน สารไฮโดรคาร์บอนจะลดลงจนมีค่าน้อยกว่า 10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร (10 gHC/m<sup>3</sup>) โดยการวัดค่าที่ปล่อยระบายไอของ VRU

หน่วย VRU มีถ่านกัมมันต์ 2 ชุด คือ **V 110** และ **V 130** ขณะที่ชุดหนึ่งอยู่ในขบวนการแอคซอร์ปชัน อีกชุดหนึ่งจะอยู่ในกระบวนการรีเจนเนอเรชันหรือดีซอร์ปชัน (desorption) ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชุด จะสลับการทำงานระหว่างกระบวนการแอคซอร์ปชันและกระบวนการรีเจนเนอเรชัน โดยใช้เวลาในแต่ละกระบวนการ 15 นาที ทั้งนี้ในระหว่างที่ถ่านกัมมันต์อยู่ในกระบวนการแอคซอร์ปชันอุณหภูมิของถ่านกัมมันต์จะเพิ่มขึ้นประมาณ 20-40 องศาเซลเซียส ในสภาวะการทำงานปกติ หลังจากผ่านการแอคซอร์ปชัน ภายในถ่านกัมมันต์จะแบ่งเป็น 3 โซน ได้แก่

1. โซนทางเข้าอยู่บริเวณด้านล่างของถ่านกัมมันต์ซึ่งเต็มไปด้วยสารไฮโดรคาร์บอน จะมีการปรับสภาพให้มีความสมดุลก่อนที่ไอระเหยจะผ่านไปโซนต่อไป
2. โซนแอคซอร์ปชันหรือเรียกว่า โซนการถ่ายเท (Mass transfer zone), MTZ สารไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่จะถูกดูดซับไว้ในโซนนี้
3. โซนทางออก อยู่บริเวณด้านบนของคาร์บอนเป็นโซนที่ไม่มีสารแอคซอร์ป (adsorbent) ที่ใช้ในการดูดซับสารไฮโดรคาร์บอน

ในกรณีที่สารไฮโดรคาร์บอนที่ผ่านเข้ามาในถ่านกัมมันต์มีปริมาณมาก โซน MTZ จะขยายพื้นที่เข้าไปในโซนทางออก ทำให้ไอระเหยที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศมีความเข้มข้นของ สารไฮโดรคาร์บอนสูง ซึ่งจะถูกรวบรวมโดยก๊าซอานาไลเซอร์ (Gas analyzer), **QT 155** และ มีการส่งสัญญาณเตือน ในสภาวะการทำงานปกติรอบการทำงานของขบวนการแอคซอร์ปชันใช้เวลา 15 นาที เป็นเวลาที่สามารถดูดซับสารไฮโดรคาร์บอนได้หมดก่อนที่โซน MTZ จะขยายพื้นที่ไปยังส่วนที่เป็นโซนทางออก ดังแสดงในภาพที่ 12 ไดอะแกรมการทำงานของระบบเก็บไอน้ำมันแบบในคลังน้ำมันโดยใช้ถ่านกัมมันต์

### 3-D P&I Diagram, CVA Process Carbon Vacuum-regenerated Adsorption



ภาพที่ 12 ไคอะแกรมการทำงานของระบบเก็บไอน้ำมันแบบในคลังน้ำมันโดยใช้ถ่านกัมมันต์

ระหว่างที่ถ่านกัมมันต์อยู่ในขบวนการแอดซอร์ปชั่น มีความเสี่ยงที่จะเกิดจุดความร้อน (Hot spot) ขึ้นภายใน ความเสี่ยงจะเพิ่มมากขึ้นถ้ามีสารประกอบประเภทคีโตน (Ketons), อัลดีไฮด์ (Aldehyds) หรือกรดเคมี (Organic Acids) ผ่านเข้าไปในหน่วย VRU สำหรับวิธีการที่ใช้ตรวจจับจุดความร้อนภายในถ่านกัมมันต์ มีอยู่ 2 วิธี คือ

1. ใช้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนติดตั้งที่ด้านบน และด้านล่าง ภายในถ่านกัมมันต์ และแสดงค่าอุณหภูมิผ่านอุปกรณ์แปลงค่าอุณหภูมิ (Temperature transmitter), TT 111, TT 112, TT 131 และ TT 132

2. ใช้ก๊าซดีเทคเตอร์ (Gas detector) สำหรับตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่จุดปล่อยไอระเหยของถ่านกัมมันต์ วิธีนี้จะให้ค่าความละเอียดและความแม่นยำมากกว่าวิธีที่ 1 เพราะแม้แต่ความร้อนจุดเล็ก ๆ ก็จะสร้างก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เช่นกัน

ในกรณีที่มีการตรวจพบจุดความร้อนภายในถ่านกัมมันต์จากวิธีใดวิธีหนึ่ง หน่วย VRU จะสั่งหยุดการทำงานทันที โดยระบบจะสั่งปิดวาล์วที่ทางเข้า-ออก ของหน่วย VRU โดยอัตโนมัติเพื่อเป็นการควบคุมปริมาณออกซิเจนในระบบ จากนั้นให้ฉีดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปในถ่านกัมมันต์เพื่อดับจุดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในและลดความร้อนของถ่านกัมมันต์ ในระหว่างที่ถ่านกัมมันต์, V 110 อยู่ในกระบวนการรีเจนเนอเรชั่น และ V 130 อยู่ในกระบวนการแอดซอร์ปชั่น วาล์วซึ่งควบคุมด้วยระบบนิวเมติกจะอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ดังนี้

AV 111 ตำแหน่งปิด

AV 131 ตำแหน่งเปิด

AV 112 ตำแหน่งปิด

AV 132 ตำแหน่งเปิด

AV 211 จะเปิดเมื่อความดันใน V 110 ลดลงถึง 130 mbar (a)

AV 231 ตำแหน่งปิด

PCV 221 เปิดบางส่วนและจะเปิดทั้งหมดในขั้นสุดท้ายของกระบวนการคืนสภาพของน้ำมันเบนซินจากสถานะของเหลวไอระเหยกลายเป็นของเหลว

AV 214 ตำแหน่งเปิด

AV 234 ตำแหน่งปิด

ในกรณีที่วาล์วต่าง ๆ เกิดทำงานผิดปกติ ความดันภายในระบบท่อเก็บไอระเหยจะเพิ่มขึ้น อุปกรณ์แปลงค่าความดัน (Pressure transmitter), **PT 105** จะตรวจวัดความดันในระบบ ถ้าเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ระบบจะสั่งให้ VRU หยุดการทำงาน หรือในกรณีที่ **PT 211** หรือ **PT 231** ตรวจวัดความดันได้มากกว่า 1.5 บาร์ ก็จะมีคำสั่งให้ VRU หยุดการทำงานเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดแรงดันในถังถ่านกัมมันต์

### 3. กระบวนการดีซอร์ปชั่น (Desorption) หรือ กระบวนการรีเจนเนอเรชั่น

เมื่อคาร์บอนภายในถ่านกัมมันต์อุดมไปด้วยสารไฮโดรคาร์บอน จะต้องมีการที่จะแปลงสภาพของคาร์บอนภายในถ่านกัมมันต์ให้กลับไปอยู่ในสภาพตั้งต้น และพร้อมที่จะทำการดูดซับสารไฮโดรคาร์บอนได้อีกครั้ง ขบวนการนี้มีสภาพตรงข้ามกับขบวนการแอดซอร์ปชั่น โดยเป็นการดึงเอาสารไฮโดรคาร์บอนออกจากถ่านกัมมันต์ โดยการเปลี่ยนแปลงสถานะสมดุลภายใน

ถ่านกัมมันต์ ซึ่งทำได้โดยการลดความดันภายในถ่านกัมมันต์จะทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงของสารแอดซอร์บเป็นผลให้เกิดขบวนการดีซอร์ปขึ้น

ในทางปฏิบัติถ่านกัมมันต์จะถูกลดความดันลงจนถึงระดับ 105 มิลลิบาร์ โดยการใช้น้ำสุญญากาศ P 261 ลดความดันภายในถ่านกัมมันต์ให้ลดลงอย่างต่อเนื่อง ปัม P 261 ทำงานโดยใช้วาล์วควบคุมแรงดัน (Pressure control valve), **PCV 221** ควบคุมการไหลของสารไฮโดรคาร์บอนที่ท่อทางดูดของปัม และควบคุมความดันด้วยอุปกรณ์ควบคุมแรงดัน (pressure controller), **PT 221** ให้ท่อทางดูดของปัมมีความดันคงที่ที่ 300 มิลลิบาร์ (a) เมื่อความดันภายในถ่านกัมมันต์ลดลงถึง 300 มิลลิบาร์ วาล์ว **PCV 221** จะอยู่ในตำแหน่งเปิดสุด ความดันจะลดลงต่อไปจนถึงค่าประมาณ 130 มิลลิบาร์ วาล์ว **AV 211** หรือ **AV 231** ที่ด้านบนของถ่านกัมมันต์จะเปิดออกเพื่อให้อากาศจากภายนอกเข้ามาไล่สารไฮโดรคาร์บอนภายในถ่านกัมมันต์ออกให้หมด เวลาที่ใช้ในการลดความดันจนถึงค่า 130 มิลลิบาร์ จะแปรผันตามปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนที่ถูกดูดซับไว้ แต่ระบบจะตั้งเวลาให้มีการเปิดวาล์วเพื่อไล่อากาศเข้ามาภายในถ่านกัมมันต์อย่างน้อยในช่วงเวลา 4 นาทีสุดท้ายของขบวนการดีซอร์ปขึ้น

เมื่อขบวนการดีซอร์ปขึ้นสิ้นสุดลง วาล์ว **AV 214** หรือ **AV 234** ที่ท่อทางดูดจะปิด และจะมีการปรับสภาพความดันภายในถ่านกัมมันต์ให้กลับสู่สภาวะปกติโดยวาล์ว **AV 212** หรือ **AV 232** ในระหว่างการปรับสภาพความดันภายในถ่านกัมมันต์ วาล์วที่ท่อทางดูดของปัม **P 261** อยู่ในตำแหน่งปิด บายพาสวาล์ว (By-Pass valve), **AV 262** จะเปิดออกเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศขึ้นในของเหลวหรือควิเตชัน (Cavitations) ภายในปัม หรือในกรณีที่มีความดันสูญเสีย (Pressure Drop) ในท่อทางดูดน้อยกว่า 60 มิลลิบาร์ วาล์วก็จะเปิด และจะปิดเมื่อความดันสูญเสียในท่อทางดูดเพิ่มขึ้นถึง 70 มิลลิบาร์

เมื่อถ่านกัมมันต์กลับมาอยู่ในสภาวะสมดุลก็พร้อมที่จะเริ่มขบวนการแอดซอร์ปขึ้นได้อีกครั้ง วาล์ว **AV 212** หรือ **AV 232** อยู่ในตำแหน่งปิด วาล์วที่ทางเข้า-ออกของถ่านกัมมันต์ อยู่ในตำแหน่งเปิด ในกรณีที่ถ่านกัมมันต์ยังไม่อยู่ในสภาวะสมดุล หรือความดันน้อยกว่า 950 มิลลิบาร์ ซึ่งถูกวัดค่าโดยอุปกรณ์แปลงค่าความดัน **PIT 211** หรือ **PIT 231** ระบบจะไม่ให้มีการเปิดวาล์วทางเข้าของถ่านกัมมันต์ ทั้งนี้ความดันของถ่านกัมมันต์สามารถดูที่เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge), **PI 212** หรือ **PI 232**

#### 4. การเปลี่ยนขบวนการระหว่างขบวนการแอดซอร์ปชัน และขบวนการดีซอร์ปชัน (Shift between Adsorption and Desorption)

กระบวนการรีเจนเนอเรชัน หรือดีซอร์ปชันของถ่านกัมมันต์ถูกควบคุมด้วยโปรแกรม PLC ประกอบด้วย 17 ขั้นตอน วงจรการทำงานประกอบด้วย 2 ช่วงเวลา ขณะที่ถ่านกัมมันต์ชุดที่ 1 อยู่ในการแอดซอร์ปชัน ถ่านกัมมันต์อีกชุดจะอยู่ในกระบวนการรีเจนเนอเรชัน มีช่วงเวลาสั้น ๆ ที่ใช้ในการเปลี่ยนกระบวนการของถ่านกัมมันต์ ขั้นตอนที่ 1-7 และขั้นตอนย่อย 9 และ 10 อยู่ในช่วงเวลา 1 ขณะที่ถ่านกัมมันต์ V 110 อยู่ในกระบวนการแอดซอร์ปชัน ขั้นตอนที่ 11-17 และขั้นตอนย่อย 19 และ 20 อยู่ในเวลาที่ 2 ขณะที่ถ่านกัมมันต์ V 130 อยู่ในกระบวนการแอดซอร์ปชัน

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการรีเจนเนอเรชัน หรือดีซอร์ปชันของถ่านกัมมันต์

|              |                      |                                                                                                                                                              |
|--------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ขั้นที่ 1    | ชุดวาล์วที่ 1        | วาล์วควบคุมไอระเหยทุกตัวของ V 130 อยู่ตำแหน่งเปิด                                                                                                            |
| ขั้นที่ 2    | ชุดวาล์วที่ 2        | วาล์วควบคุมไอระเหยทุกตัวของ V 110 และ V 130 อยู่ตำแหน่งเปิด                                                                                                  |
| ขั้นที่ 3    | ชุดวาล์วที่ 3        | วาล์วควบคุมไอระเหยทุกตัวของ V 110 อยู่ตำแหน่งเปิด                                                                                                            |
| ขั้นที่ 4    | ดีซอร์ปชัน เฟส 1     | ความดันลดลงถึงระดับ 130 mbar หรือ ค่าต่ำสุดของดีซอร์ปชันเฟส 2                                                                                                |
| ขั้นที่ 5    | ดีซอร์ปชัน เฟส 2     | ทำความสะอาดถ่านกัมมันต์ โดยการเปิดวาล์ว AV 231                                                                                                               |
| ขั้นที่ 6    | ปรับสถานะสมดุล เฟส 1 | ปรับสถานะสมดุล วาล์ว AV 232 อยู่ตำแหน่งเปิด                                                                                                                  |
| ขั้นที่ 7    | ปรับสถานะสมดุล เฟส 2 | ปรับสถานะสมดุลระดับความดันบรรยากาศ วาล์ว AV 132 อยู่ตำแหน่งเปิด                                                                                              |
| ขั้นที่ 8-10 | กลับไปช่วงเวลา 1     | ขณะที่ถ่านกัมมันต์ V 110 อยู่ในขบวนการแอดซอร์ปชัน (ขั้นตอนที่ 11-17 และ ขั้นตอนย่อย 18-20 อยู่ในเวลาที่ 2 ขณะที่ถ่านกัมมันต์ V 130 อยู่ในขบวนการแอดซอร์ปชัน) |
| ขั้นที่ 11   | ชุดวาล์วที่ 1        | วาล์วควบคุมไอระเหยทุกตัวของ V 110 อยู่ตำแหน่งเปิด                                                                                                            |
| ขั้นที่ 12   | ชุดวาล์วที่ 2        | วาล์วควบคุมไอระเหยทุกตัวของ V 110 และ V 130 อยู่ตำแหน่งเปิด                                                                                                  |
| ขั้นที่ 13   | ชุดวาล์วที่ 3        | วาล์วควบคุมไอระเหยทุกตัวของ V 130 อยู่ตำแหน่งเปิด                                                                                                            |
| ขั้นที่ 14   | ดีซอร์ปชัน เฟส 1     | ความดันลดลงถึงระดับ 130 mbar หรือ ค่าต่ำสุดของดีซอร์ปชันเฟส 2                                                                                                |

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

|            |                      |                                                                 |
|------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ขั้นที่ 15 | ดีซอร์ปชั่น เฟส 2    | ทำความสะอาดถ่านกัมมันต์ โดยการเปิดวาล์ว AV 211                  |
| ขั้นที่ 16 | ปรับสภาวะสมดุล เฟส 1 | ปรับสภาวะสมดุล วาล์ว AV 212 อยู่ตำแหน่งเปิด                     |
| ขั้นที่ 17 | ปรับสภาวะสมดุล เฟส 2 | ปรับสภาวะสมดุลระดับความดันบรรยากาศ วาล์ว AV 112 อยู่ตำแหน่งเปิด |

การเปลี่ยนขั้นตอนระหว่างขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 (14 และ 15) เกิดขึ้นเมื่อความดันของถ่านกัมมันต์ลดลงถึงระดับ 130 มิลลิบาร์ (**PS 251**) อย่างไรก็ตามอุปกรณ์หน่วงเวลา (timer), **T 71** ทำหน้าที่ป้องกันการเปลี่ยนขั้นตอน ถ้าเวลาหลังที่ใช้หลังจากขั้นตอนดีซอร์ปชั่น เฟส 1 น้อยกว่า 60 วินาที

## กระบวนการดูดซับชั้น (Absorbtion)

สารไฮโดรคาร์บอนที่ถูกดีซอร์ปไหลเข้าไปในหอดังดูดซับ **V 310** จากด้านล่างขึ้น ไปยังทางออกที่อยู่ด้านบน โดยไหลสวนทางกับสารดูดซับ ประสิทธิภาพของการดูดซับ ขึ้นอยู่กับค่าความดันไอของสารดูดซับ, อุณหภูมิของสารดูดซับ, ความดันภายในหอ และอัตราส่วนผสมของก๊าซ และของเหลว สารดูดซับ (น้ำมันเบนซิน) ถูกปั๊มผ่าน **P 301** มายังถังดูดซับ อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล (Flow control valve), **FCV 305** ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเบนซินให้มีความสม่ำเสมอ มิเตอร์วัดอัตราการไหล **FIS 305** ติดตั้งกับลิมิตสวิทช์ และส่งสัญญาณเตือนในกรณีที่อัตราการไหลน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ ที่ท่อทางเข้าหอดังดูดซับติดตั้งวาล์วอัตโนมัติ 2 ตัวสำหรับป้องกันไฟ **LV 315** และ \* **AV 301** ระบบจะสั่งปิดในกรณีที่ระดับของเหลวในหอดังดูดซับสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้

หลังผ่านการดูดซับในหอดังดูดซับเบอร์ สารดูดซับและผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก การควบแน่นเป็นของเหลวจะสะสมอยู่ในส่วนด้านล่างซ้ายของ **V 310** ซึ่งติดตั้งเกจวัดระดับ **LI 314** ที่ให้สัญญาณอนาล็อก (Analogue) 4-20 mA สำหรับเตือนในกรณีที่ระดับสูงหรือต่ำเกินไป สัญญาณเดียวกันนี้ถูกใช้สำหรับอุปกรณ์ควบคุมระดับ (Level controller) และวาล์ว **LCV 314** ที่ท่อทางออกสารดูดซับ ซึ่งมีสารไฮโดรคาร์บอนที่ถูกควบแน่นเป็นของเหลว ถูกปั๊มผ่าน **P 321** ไปยังถังเก็บน้ำมัน วาล์ว **AV 321** และ \* **AV 322** ถูกติดตั้งที่ท่อซึ่งส่งผลิตภัณฑ์ไปยังถังเก็บน้ำมัน เพื่อป้องกันไฟ และแยกหน่วย VRU ออกจากระบบอื่นในกรณีที่ VRU หยุดการทำงาน

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยจำนวนหนึ่ง que ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินและเรื่องที่เกี่ยวข้องผลของการศึกษาและการทดลองปฏิบัติการดูดซับของถ่านกัมมันต์รวมถึงโปรแกรมในการคำนวณ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการศึกษานี้ โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) (2542) โครงการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมโดยใช้กรณีศึกษาการประเมินความเสี่ยงของบริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) และศึกษาตัวอย่างจากเหตุการณ์ไฟไหม้ถังกักเก็บน้ำมันในปี 2542 โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การประเมินบริเวณลานถัง (Tank farm) และการประเมินบริเวณหน่วยกลั่นน้ำมัน (หน่วยเตาเผา) โดย กิตติศักดิ์ และคณะ (2543) และศึกษาพัฒนาแนวทางการจัดทำโปรแกรมประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณขึ้นภายในประเทศไทย โดยเสนอให้รวมโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของสารเคมี (Dispersion model) โปรแกรมการติดไฟและการระเบิด (Fire and explosion model) เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานผลการศึกษาเบื้องต้น เพื่อหาแนวทางพัฒนาโปรแกรมประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาโปรแกรม โดยควรจะแยกการประเมินเรื่องการชี้บ่งอันตราย (Hazard identification) กับการประเมินความรุนแรง (Consequence analysis) ออกจากกัน ซึ่งประเทศไทยจะต้องทำการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของสารเคมี (Source model) การติดไฟและการระเบิด (Fire and Explosion Model) เพิ่มเติมจึงจะช่วยให้สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ดียิ่งขึ้น

Baum (2000) การศึกษาทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณคุณสมบัติทางกลศาสตร์การกระจายตัวของควันไฟโดยการศึกษาวิธีการในการสร้างแบบจำลองโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ “Large Eddy Simulation, LES” ของ Baum (2000) โดยใช้สถานการณ์สมมติเบื้องต้นที่ไม่สลับซับซ้อน ร่วมกับการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีการลุกไหม้ของควันไฟ จากนั้นใช้โปรแกรมในการคำนวณสถานการณ์สมมติที่มีความสลับซับซ้อนยิ่งขึ้นและพัฒนาโปรแกรมให้มีศักยภาพสูงขึ้นต่อไป ซึ่งโปรแกรมในลักษณะดังกล่าวสามารถใช้งานได้กับการเคลื่อนที่ของก๊าซร้อนในเปลวไฟและปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของไหลในลักษณะเดียวกัน การเคลื่อนที่ของก๊าซร้อนและอนุภาคในเปลวไฟจากการลุกไหม้ สามารถแสดงได้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถคำนวณปริมาณของก๊าซ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของควันไฟ ซึ่งสามารถกำหนดสถานการณ์สมมติได้หลายรูปแบบ เช่น

การลุกไหม้ภายในโรงเก็บเครื่องบิน การลุกไหม้ในชั้นวางของการลุกไหม้ในลานถังเก็บน้ำมัน เป็นต้น และจะได้พยายามพัฒนาสถานการณ์การเกิดเหตุภายในโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Fire Simulator, IFS) ต่อไป

ศุภวรรณ (2544) การศึกษาปฏิกิริยาการดูดซับของเบนซีนและอนุพันธ์เบนซีน บนซีโอไลต์ชนิด H-Y โดยการใช้แบบจำลองอีโอเนียมแบบจำลองอีโอเนียม (e-ONIOM) เป็นแบบจำลองแบบใหม่ที่พัฒนามาจากแบบจำลองไอเนียม (ONIOM) โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ศึกษาระบบของผลึก เช่น ซีโอไลต์ โดยการเพิ่มสนามศักย์ของผลึกในแบบจำลอง จากการทดลองพบว่าแบบจำลองใหม่นี้ให้ผลที่สอดคล้องกับผลการทดลองในการศึกษาปฏิกิริยาการดูดซับของ เอธิลีน, เบนซีน และ เอธิลเบนซีนบนซีโอไลต์ชนิด H-Y ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตเอธิลเบนซีน ค่าพลังงานการดูดซับที่คำนวณได้จากระเบียบวิธี B3LYP/6-31G(d, p) ของเอธิลีน (-8.75 kcal/mol), เบนซีน (-15.17 kcal/mol) และ เอธิลเบนซีน (-21.08 kcal/mol) ซึ่งสอดคล้องเป็นอย่างดีกับผลการทดลองและให้ผลที่ถูกต้องมากกว่าแบบจำลองในกลุ่มที่ศึกษา (Finite Cluster) อย่างเห็นได้ชัดเจน จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสภาพความเป็นกรดของซีโอไลต์เป็นผลจากทั้งหมู่บรอนสเตด (Bronsted) และ โครงสร้างของซีโอไลต์

บริษัท ทรานส์ไทย-มาเลเซีย (2543) การประเมินความเสี่ยงในการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เป็นการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Quantitative risk assessment) ที่กล่าวถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (Sales Gas) และท่อส่งก๊าซหุงต้ม (LPG, Liquefied petroleum gas) เพื่อตรวจสอบว่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานสากลและการพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อความเสี่ยงและสาเหตุที่อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อท่อส่งก๊าซ ความถี่หรือโอกาสที่ความเสียหายต่าง ๆ จะเกิดขึ้น รวมทั้งลักษณะและความรุนแรงของเหตุการณ์อันตราย การกำหนดค่าความเสี่ยงของบุคคลโดยเทียบกับมาตรฐานของ UK Health and Safety Executive และ Australia EPA ซึ่งกำหนดค่าของโอกาสที่บุคคลจะเสียชีวิตจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของโครงการต้องไม่เกิน 1 คนใน 1 ล้านปี และถ้าความเสี่ยงที่ประเมินได้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้แล้วนั้นตามมาตรฐานสากลต้องมีการจัดทำแผนฉุกเฉินเพื่อระงับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงแผนฉุกเฉินสำหรับสถานการณ์เมื่อเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานในการทำงานวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติระหว่างประเทศไทยและมาเลเซีย ซึ่งกล่าวถึงผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินรวมถึงวิธีปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินในกรณีต่าง ๆ เช่น หน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมันหยุดทำงานเมื่อเกิดไฟไหม้ เป็นต้น

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

#### 1. ความพิวเตอร์ส่วนบุคคล

- 1.1 CPU (AMD Turion™ 64 Mobile MT-32 25 w 1.8 GHz)
- 1.2 512 KB of RAM
- 1.3 100 GB of hard disk

#### 2. เครื่องพิมพ์

- 2.1 37 PPM black, 33 PPM Color
- 2.2 4800 X 1200 dpi
- 2.3 3 input trays

#### 3. โปรแกรมในการจำลอง

ALOHA (Area Locations of Hazardous Atmospheres) v 5.3.2

#### 4. หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันแบบถ่านกัมมันต์

##### 4.1 ข้อมูลทางเทคนิค (Technical Data)

##### ข้อมูลการจ่ายน้ำมัน (Loading Data)

|                                     |       |              |
|-------------------------------------|-------|--------------|
| อัตราการจ่ายสูงสุด                  | 4500  | ลูกบาศก์เมตร |
| อัตราการจ่ายสูงสุดในช่วง 15 นาที    | 120   | ลูกบาศก์เมตร |
| อัตราการจ่ายสูงสุดในช่วง 1 ชั่วโมง  | 432   | ลูกบาศก์เมตร |
| อัตราการจ่ายสูงสุดในช่วง 2 ชั่วโมง  | 864   | ลูกบาศก์เมตร |
| อัตราการจ่ายสูงสุดในช่วง 4 ชั่วโมง  | 1,728 | ลูกบาศก์เมตร |
| อัตราการจ่ายสูงสุดในช่วง 24 ชั่วโมง | 3,672 | ลูกบาศก์เมตร |
| อัตราการจ่ายสูงสุดต่อปี             | 2,400 | ล้านลิตร     |

#### 4.2 ข้อมูลของไอระเหยน้ำมันที่เข้ามาสู่หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน

ความเข้มข้นของไฮโดรคาร์บอน (HC Concentration of vapor in inlet vapor) สูงสุด 40-60% ของขนาดถังเก็บไอระเหยน้ำมันเบนซิน

ความดันไอของแก๊สโซลีน (Gasoline Reid Vapor Pressure)

|           |    |            |
|-----------|----|------------|
| ค่าต่ำสุด | 60 | กิโลปาสกาล |
| ค่าสูงสุด | 95 | กิโลปาสกาล |

ความดันสูญเสีย (Pressure loss)

|           |    |            |
|-----------|----|------------|
| ค่าสูงสุด | 52 | กิโลปาสกาล |
|-----------|----|------------|

#### วิธีการ

1. ศึกษาจากงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดขอบเขตและสมมติฐานในการทดลอง
3. ดำเนินวิธีการประเมินความเสี่ยงจากหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน (Hazard Operability หรือ HAZOP)
4. ทำการคำนวณงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Areal Location of Hazardous Atmospheres –ALOHA) ที่ 5.3.2
5. ศึกษาทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณคุณสมบัติทางการแพร่กระจายของไอน้ำมันเมื่อเกิดการระเบิดหรือแตกออกของภาชนะบรรจุ
6. ใส่ค่าคงที่และตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง
7. ทำการจำลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Area Location of Hazardous Atmospheres –ALOHA) ที่ 5.3.2

#### 8. วิเคราะห์ผลการทดลองและทำการทดสอบแบบจำลอง

9. กำหนดรูปแบบของแผนฉุกเฉินที่เหมาะสมกับเหตุการณ์ในกรณีที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ภายในเขตอันตรายของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน และเกิดการระเบิดออกของถังกัมมันต์

#### 10. สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน

### ขอบเขตและสมมติฐานในการทดลอง

ลักษณะของปัญหาประกอบด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการทำงาน โดยพิจารณาถึงสาเหตุที่อาจเกิดขึ้น ผลลัพธ์ของการเกิดเหตุการณ์และวิธีป้องกันแก้ไข โดยกระบวนการวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน และนำเงื่อนไขของแต่ละส่วนย่อยในแผนภูมิท่อและอุปกรณ์ของการทำงานของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินมาพิจารณาถึง สิ่งที่ควรเป็น (Intention) และการเบี่ยงเบน (Deviation) ที่เกิดขึ้นในระบบเพื่อการตรวจสอบหาสาเหตุของการเกิดความเสี่ยงในกระบวนการปฏิบัติงานและได้แบ่งส่วนของการวิเคราะห์ออกเป็นช่วงดังนี้

1. ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ
2. ช่วงที่ 2, ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาคืนสภาพ และแนวท่อที่ 131, 232, 251, 261, 291
3. ช่วงที่ 3, แนวท่อไหลเวียนที่ 295 เมื่อวาล์ว 291 ถูกเปิดหลังจากปั๊มสูญญากาศ 261 เริ่มทำงาน
4. ช่วงที่ 4, ท่อทางเข้าของสารดูดซับ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอบซอร์เบอร์ 310 (V310)
5. ช่วงที่ 5, ท่อไหลย้อนกลับของของสารแอบซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 321, 323, 324 และ 325)

ในการสร้างแบบจำลองกำหนดว่าดังน้ำมันเกิดความร้อนจากการติดไฟภายในและเกิดการระเบิดเป็นการระเบิดที่ความเร็วของคลื่นกระแทก มีความเร็วกว่าความเร็วเสียง และทำให้เกิดการแพร่กระจายของไอระเหยเบนซีนออกไปในบริเวณที่ได้จากการจำลองตามเงื่อนไขที่กำหนดในโปรแกรม ALOHA v5.3.2

ผลลัพธ์ที่ต้องการแสดงผลจะประกอบด้วยความเข้มข้นของสารเคมีที่แพร่กระจายไปถึงพื้นที่ทำงานต่าง ๆ ภายในคลังน้ำมัน, ค่าปริมาณของพลังงานความร้อนปลดปล่อย, ระยะเวลาที่สารเคมีจะแพร่กระจายไปถึง, ทิศทางการแพร่กระจายของสารเคมี โดยการป้อนข้อมูลในโปรแกรมตามค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

1. ใส่ข้อมูลเบื้องต้น โดยใช้ข้อมูลที่ทดสอบของคลังน้ำมันที่ศึกษา ดังนี้

#### **SITE DATA INFORMATION:**

**Location:** BANGKOK, THAILAND

**Building:** sheltered double storied

**Time:** December 24, 2006 2204 hours ST (using computer's clock)

#### **CHEMICAL INFORMATION:**

**Chemical Name:** BENZENE      **Molecular Weight:** 78.11 kg/kmol

**TLV-TWA:** 0.1 ppm      **IDLH:** 500 ppm

**Warning:** Potential or confirmed human carcinogen.

**Boiling Point:** 176.16° F

**Freezing Point:** 41.95° F

#### **ATMOSPHERIC INFORMATION: - (SELECT ATMOSPHERIC)**

บริเวณตำแหน่งที่ติดตั้งระบบเก็บไอน้ำมันจะอยู่ห่างจากถังน้ำมันเบนซิน TH7 ดังรูป ประมาณ 15 เมตร และอยู่ห่างจากอาคาร 2 ชั้น ประมาณ 35 เมตร และเนื่องจากการเลือกตัวอย่างทดลองจึงทำการเลือกน้ำมันเบนซินเป็นตัวอย่างเนื่องจากมีจุดวาบไฟที่ต่ำและมีความเสี่ยงต่อการเกิดประกายไฟได้ง่ายที่สุดเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นที่อยู่ในคลังน้ำมัน

รายละเอียดของถังน้ำมัน ภายในคลังน้ำมันที่ศึกษา ดังภาพที่ 11 ผังที่ตั้งของระบบเก็บไอน้ำมัน และแท็งก์น้ำมันในคลังน้ำมัน มีรายละเอียดทั้งหมด ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 11 ผังที่ตั้งของระบบเก็บไอน้ำมันและแท็งก์น้ำมันในคลังน้ำมัน

|                    |                                |           |        |
|--------------------|--------------------------------|-----------|--------|
| 1. ถังเลขที่ TH-9  | ชนิดน้ำมันบรรจุ ULG            |           |        |
|                    | ปริมาตร                        | 6,040,000 | ลิตร   |
|                    | เส้นผ่านศูนย์กลาง              | 31.08     | เมตร   |
|                    | ความสูง                        | 9.24      | เมตร   |
|                    | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ | 1,295     | แกลลอน |
| 2. ถังเลขที่ TH-18 | ชนิดน้ำมันบรรจุ ULG            |           |        |
|                    | ปริมาตร                        | 7,200,000 | ลิตร   |
|                    | เส้นผ่านศูนย์กลาง              | 34.2      | เมตร   |
|                    | ความสูง                        | 9.11      | เมตร   |
|                    | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ | 2,913     | แกลลอน |

|                    |                                |           |        |
|--------------------|--------------------------------|-----------|--------|
| 3. ถังเลขที่ TH-25 | ชนิดน้ำมันบรรจุ ULG            |           |        |
|                    | ปริมาตร                        | 4,400,000 | ลิตร   |
|                    | เส้นผ่านศูนย์กลาง              | 29,0      | เมตร   |
|                    | ความสูง                        | 7.82      | เมตร   |
|                    | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ | 1,170     | แกลลอน |
| 4. ถังเลขที่ TH-14 | ชนิดน้ำมันบรรจุ ULR            |           |        |
|                    | ปริมาตร                        | 2,900,000 | ลิตร   |
|                    | เส้นผ่านศูนย์กลาง              | 19.23     | เมตร   |
|                    | ความสูง                        | 10.95     | เมตร   |
|                    | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ | 40        | แกลลอน |
| 5. ถังเลขที่ TH-21 | ชนิดน้ำมันบรรจุ ULR            |           |        |
|                    | ปริมาตร                        | 7,300,000 | ลิตร   |
|                    | เส้นผ่านศูนย์กลาง              | 37.49     | เมตร   |
|                    | ความสูง                        | 7.67      | เมตร   |
|                    | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ | 1,960     | แกลลอน |
| 6. ถังเลขที่ TH-22 | ชนิดน้ำมันบรรจุ Jet A1         |           |        |
|                    | ปริมาตร                        | 7,300,000 | ลิตร   |
|                    | เส้นผ่านศูนย์กลาง              | 40.28     | เมตร   |
|                    | ความสูง                        | 7.38      | เมตร   |
|                    | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ | 2,853     | แกลลอน |
| 7. ถังเลขที่ TH-23 | ชนิดน้ำมันบรรจุ Jet A1         |           |        |
|                    | ปริมาตร                        | 9,550,000 | ลิตร   |
|                    | เส้นผ่านศูนย์กลาง              | 43.0      | เมตร   |
|                    | ความสูง                        | 7.65      | เมตร   |
|                    | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ | 3,750     | แกลลอน |

|                            |                                   |            |        |
|----------------------------|-----------------------------------|------------|--------|
| 8. ถังเลขที่ <b>TH-7</b>   | ชนิดน้ำมันบรรจุ Ethanol           |            |        |
|                            | ปริมาตร                           | 1,900,000  | ลิตร   |
|                            | เส้นผ่านศูนย์กลาง                 | 19.2       | เมตร   |
|                            | ความสูง                           | 7.32       | เมตร   |
|                            | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ    | 750        | แกลลอน |
| 9. ถังเลขที่ <b>TH-8</b>   | ชนิดน้ำมันบรรจุ High Speed diesel |            |        |
|                            | ปริมาตร                           | 8,070,000  | ลิตร   |
|                            | เส้นผ่านศูนย์กลาง                 | 33.5       | เมตร   |
|                            | ความสูง                           | 7.3        | เมตร   |
|                            | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ    | 65         | แกลลอน |
| 10. ถังเลขที่ <b>TH-17</b> | ชนิดน้ำมันบรรจุ High Speed diesel |            |        |
|                            | ปริมาตร                           | 15,960,000 | ลิตร   |
|                            | เส้นผ่านศูนย์กลาง                 | 48.3       | เมตร   |
|                            | ความสูง                           | 9.1        | เมตร   |
|                            | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ    | 4,446      | แกลลอน |
| 11. ถังเลขที่ <b>TH-26</b> | ชนิดน้ำมันบรรจุ High Speed diesel |            |        |
|                            | ปริมาตร                           | 19,400,000 | ลิตร   |
|                            | เส้นผ่านศูนย์กลาง                 | 40.3       | เมตร   |
|                            | ความสูง                           | 15.3       | เมตร   |
|                            | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ    | 3,283      | แกลลอน |
| 12. ถังเลขที่ <b>TH-4</b>  | ชนิดน้ำมันบรรจุ Base Oil (600SNO) |            |        |
|                            | ปริมาตร                           | 7,496,000  | ลิตร   |
|                            | เส้นผ่านศูนย์กลาง                 | 32.3       | เมตร   |
|                            | ความสูง                           | 7.28       | เมตร   |
|                            | ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ    | 2,116      | แกลลอน |

|                                     |                        |        |  |
|-------------------------------------|------------------------|--------|--|
| 13. ถังเลขที่ TH-5 ชนิดน้ำมันบรรจุ  | Fuel Oil A, Low Sulfur |        |  |
| ปริมาตร                             | 5,400,000              | ลิตร   |  |
| เส้นผ่านศูนย์กลาง                   | 27.4                   | เมตร   |  |
| ความสูง                             | 7.3                    | เมตร   |  |
| ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ      | 1,525                  | แกลลอน |  |
| 14. ถังเลขที่ TH-6 ชนิดน้ำมันบรรจุ  | Fuel Oil A, Low Sulfur |        |  |
| ปริมาตร                             | 2,080,000              | ลิตร   |  |
| เส้นผ่านศูนย์กลาง                   | 19.2                   | เมตร   |  |
| ความสูง                             | 7.32                   | เมตร   |  |
| ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ      | 450                    | แกลลอน |  |
| 15. ถังเลขที่ TH-16 ชนิดน้ำมันบรรจุ | Fuel Oil C, Low Sulfur |        |  |
| ปริมาตร                             | 6, 672,000             | ลิตร   |  |
| เส้นผ่านศูนย์กลาง                   | 30.5                   | เมตร   |  |
| ความสูง                             | 9.2                    | เมตร   |  |
| ปริมาตรโฟมที่ต้องใช้ในการดับไฟ      | 1,883                  | แกลลอน |  |

ในการพิจารณาผลกระทบจากการแพร่กระจายของกลุ่มควันที่รั่วไหลออกมา (Vapor Cloud) กำหนดสมมติฐานให้เป็นกรณีที่ย่ำแย่ที่สุด นั่นคือมีการกระจายตัวของกลุ่มควันออกไปในบริเวณที่ไกลที่สุด โดยมีขอบเขตของการศึกษาดังนี้

1. ลมแรงและมีความเร็วไม่สม่ำเสมอ ทำให้การกระจายตัวของกลุ่มควันเป็นวงกว้าง ความเร็วลมสูงสุดตามข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ในกรณีของลมพายุระดับแรงอยู่ที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 18.75 ไมล์ต่อชั่วโมง

2. สถานที่ในการทดลองระบุว่าอยู่ที่บริเวณ แขวงช่องนนทรี เขตพระราม 3 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งสามารถระบุพิกัดโดยดูได้จากแผนที่ดาวเทียมจากโปรแกรม GPS ของบริษัท พอยท์เอเชีย (point-asia) จำกัดระบุได้ว่าอยู่ที่พิกัด ละติจูดที่ 13.69851 หรือ 13 องศา 42 ลิปดา 54.96 ฟลิปดา เหนือ และลองจิจูดที่ 100.5461 หรือ 100 องศา 33 ลิปดา 47.44 ฟลิปดา เหนือ

3. อาคารที่อยู่ใกล้ที่สุดในพื้นที่เกิดการรั่วไหลและแพร่กระจายของสารเคมี อยู่ห่างจากระบบเก็บไอน้ำมันที่ติดตั้ง 35 เมตร เป็นอาคารสองชั้นและไม่มีรั้วล้อมรอบ

4. เวลาประเทศไทย สถานที่กรุงเทพฯ อยู่ที่ -7 ชั่วโมง

5. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง คือ เบนซีน มีองค์ประกอบดังนี้ (จาก ALOHA 's chemical library) ดังต่อไปนี้

|                                                          |                                        |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Chemical Name: BENZENE</b>                            | <b>Molecular Weight: 78.11 kg/kmol</b> |
| <b>TLV-TWA: 0.1 ppm</b>                                  | <b>IDLH: 500 ppm</b>                   |
| <b>Warning: Potential or confirmed human carcinogen.</b> |                                        |
| <b>Boiling Point: 176.16° F</b>                          |                                        |
| <b>Freezing Point: 41.95° F</b>                          |                                        |

จากข้อมูลเบื้องต้นได้ทำการป้อนค่าข้อมูลโดยใส่ค่าที่กำหนดต่าง ๆ และเมื่อได้เลือกเงื่อนไขออกมาเป็น Text Summary ข้อมูลทั้งหมดที่ใส่ไว้จะแสดงรายละเอียดออกมาดังนี้คือ

#### **SITE DATA INFORMATION:**

**Location: BANGKOK, THAILAND**

**Building Air Exchanges Per Hour: 1.05 (unsheltered double storied)**

#### **CHEMICAL INFORMATION:**

**Chemical Name: BENZENE** **Molecular Weight: 78.11 kg/kmol**

**TLV-TWA: 0.1 ppm** **IDLH: 500 ppm**

**Warning: Potential or confirmed human carcinogen.**

**Footprint Level of Concern: 500 ppm**

**Boiling Point: 80.09° C**

**Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.21 atm**

**Ambient Saturation Concentration: 211,745 ppm or 21.2%**

**ATMOSPHERIC INFORMATION: (MANUAL INPUT OF DATA)****Wind: 18.75 mph from w at 3 meters****No Inversion Height****Stability Class: D      Air Temperature: 37° C****Relative Humidity: 50%      Ground Roughness: open country****Cloud Cover: 0 tenths**

## ผลและวิจารณ์

### ผล

#### การทดลองในส่วนของการประเมินความเสี่ยง

ผลจากการวิเคราะห์เกิดจากการพิจารณาระบบการทำงานในแต่ละส่วนของหน่วยควบคุมไอร่อน้ำมันเบนซินทั้ง 5 ช่วง โดยการวิเคราะห์จากแบบท่อและอุปกรณ์ รวมถึงการหาผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นถ้าขาดการป้องกันที่ถูกต้อง รวมถึงเสนอแนะการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันและวิธีการปฏิบัติที่ปลอดภัย ตามหลักการทางวิศวกรรมความปลอดภัยซึ่งจะสามารถสามารถสรุปเป็นรายละเอียดทั้งหมดออกมาในรูปตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกิดจากระบบปฏิบัติการ

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ |                         |                |                                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |                                                 |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                     | คำสำคัญ                 | สถานะ          | สาเหตุ                                                                                                                                                                 | ผลลัพธ์                                                                                                  | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                      | วิธีการ                                         | โดย | หมายเหตุ |
| 1.1                                                                                                                                            | การไหล<br>แบบ<br>รุนแรง | กำลัง<br>ทำงาน | 1.หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมัน<br>ทำงานเกินกำลัง<br>2.เกิดการระเหยของไอน้ำมันจาก<br>V310<br>3. เกิดภาวะเป็นสุญญากาศใน<br>อุปกรณ์ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชุด คือ<br>V110 or V130 | 1.ภาวะที่ตัวดูดซับในผงคาร์บอน<br>ทำงานหนักเกินไป<br>2.เกิดภาวะที่ความดันลดลงใน<br>ระดับที่เกิดอันตรายได้ | 1.ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ<br>ไฮโดรคาร์บอนในหน่วย<br>2.จัดทำแผนฉุกเฉินเพื่อรองรับ<br>เหตุการณ์<br>3.จัดโปรแกรมตรวจสอบและ<br>ซ่อมบำรุงเพิ่มเติมเพื่อตรวจเช็ค<br>การทำงานของถ่านกัมมันต์ | ติดตั้งสวิทช์<br>หยุดการ<br>ทำงานแบบ<br>ฉุกเฉิน |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาจุดระเบิด |                  |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           |     |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                         | คำสำคัญ          | สถานะ          | สาเหตุ                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                                                            | วิธีการ                                                                                                                                                                                                                   | โดย | หมายเหตุ |
| 1.2                                                                                                                                                | การไหล<br>แบบช้า | กำลัง<br>ทำงาน | 1. มีวาล์วในระบบปิดอยู่<br>2. อุปกรณ์ flame arrester ในถัง<br>เก็บไอน้ำมันถูกปิดกั้น<br>3. ตัวกรองผงคาร์บอนถูกปิดกั้น<br>4. อุปกรณ์ PVV ถูกทำให้เปิด<br>ออกมา<br>5. ความดันลดลงในขณะที่ทำการลง<br>น้ำมัน<br>6. เกิดการรั่วไหลที่ข้อต่อ<br>(coupling)<br>7. วาล์วของถังเก็บไอน้ำมันเกิดผิ<br>กปรกติในขณะที่ทำงาน | สาเหตุข้อ 1,2 และ 7 อาจเกิดจาก<br>ภาวะความดันที่เพิ่มสูงผิดปกติ<br>ขณะลงน้ำมัน หรืออุปกรณ์<br>HV105<br>3: เกิดปัญหาจากอุปกรณ์ในหน่วย<br>ควบคุมไอรหรือน้ำมันเบนซิน<br>4. การรั่วไหลของสารผสมที่ติดไฟ<br>ไปยังบรรยากาศโดยผ่านอุปกรณ์<br>ระบายไอน้ำมัน (Safety Vent)<br>5. ความดันในถังเก็บน้ำมัน<br>รถบรรทุกเพิ่มขึ้นสูง<br>6. การรั่วไหลของสารผสมที่ติดไฟ<br>ไปยังบรรยากาศเกิดขึ้นโดยไม่รู้<br>สาเหตุ<br>7. เกิดแรงดันในระบบสูงขึ้นมาก | ข้อ 1,2 และ 7 ป้องกันภาวะความ<br>ดันที่เพิ่มสูงผิดปกติขณะลง<br>น้ำมัน โดยล๊อคอุปกรณ์วาล์ว<br>หมายเลข HV105<br>3. ไม่จำเป็น<br>4. ติดตั้งอุปกรณ์อุปกรณ์ป้องกัน<br>การเกิดเปลวไฟ (Flame<br>arrester) เพื่อป้องกันการติดไฟ<br>และดูกลาไปยังถังเก็บไ<br>6. ไม่จำเป็น<br>7. ตรวจสอบตามระยะเวลา | ในข้อ 4 และ<br>ข้อ 6 ให้<br>ดำเนินการ<br>ตรวจสอบถัง<br>เก็บไอน้ำมัน<br>รวมถึงการ<br>ทำความ<br>สะอาด<br>อุปกรณ์<br>ป้องกันการ<br>เกิดเปลวไฟ<br>(Flame<br>arrester) และ<br>PVV เพื่อ<br>ป้องกันการ<br>เกิดรั่วไหล<br>ในระบบ |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ |                    |                |                                                                                                                |                                                                                                                |                                                            |         |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                      | คำสำคัญ            | สถานะ          | สาเหตุ                                                                                                         | ผลลัพธ์                                                                                                        | อุปกรณ์ป้องกัน                                             | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 1.3                                                                                                                                             | การไหล<br>ย้อนกลับ | กำลัง<br>ทำงาน | เกิดความผิดพลาดในหน่วยเก็บไอน้ำมัน เช่นมีวาล์วถูกปิดในระบบดูดซับ อาจทำให้เกิดการไหลย้อนกลับไปในถังเก็บไอน้ำมัน | เกิดความผิดพลาดในหน่วยเก็บไอน้ำมัน เช่นมีวาล์วถูกปิดในระบบดูดซับ อาจทำให้เกิดการไหลย้อนกลับไปในถังเก็บไอน้ำมัน | ติดตั้งวาล์วลดแรงดัน (PVV) หมายเลข 101 บนท่อลงน้ำมันด้านบน |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาจุดระเบิด |                      |                |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                             |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                        | คำสำคัญ              | สถานะ          | สาเหตุ                                                                                                                                                                                          | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | วิธีการ                                                                                                                                                                                                                        | โดย                                                                                                                         | หมายเหตุ |
| 1.4                                                                                                                                               | การไหล<br>แบบ<br>ผสม | กำลัง<br>ทำงาน | 1. น้ำมันล้นจากการเติมลง<br>รถบรรทุก<br>2. เกิดน้ำมันล้นในหน่วยแอบซอร์<br>เบอร์V310<br>3. มีไอน้ำมันที่เกิดจาก<br>สารประกอบชนิดอื่นปนเข้ามา<br>จากการลงน้ำมัน<br>4. การควบแน่นของน้ำที่ปนเข้ามา | สาเหตุข้อ1และ2 เกิดจากน้ำมัน<br>เบนซินในถังเก็บไอน้ำมัน<br>3.มีสารปลอมปนประเภทอีโธน,<br>อัลดีไฮด์หรือกรดเคมีชนิดอื่นเข้า<br>ไปในถังผงบาร์บอนและมีความ<br>เสี่ยงจากการเกิดhot spotในผงบ<br>าร์บอน<br>4a เกิดน้ำควบแน่นที่บริเวณ<br>อุปกรณ์ป้องกันการเกิดเปลวไฟ<br>(Flame Arrestor)<br>4b เกิดการควบแน่นของน้ำที่ท่อ<br>ทางเข้า-ออกบริเวณถังเก็บไ<br>อน้ำมัน | 1 ตรวจสอบระบบป้องกัน<br>น้ำมันล้นในรถน้ำมัน.<br>2 ตรวจสอบแนวท่อที่ต่อเข้ากับ<br>ปั๊มสุญญากาศ<br>3. ติดตั้งตัวเตือนสัญญาณ<br>อุณหภูมิสูงเกินขีดจำกัดและ<br>อุปกรณ์ตรวจจับ<br>คาร์บอนมอนอกไซด์<br>4a: ตรวจสอบการทำงานของ<br>อุปกรณ์ป้องกันการเกิดเปลวไฟ<br>(Flame Arrestor)<br>4b ตรวจสอบการระบายน้ำของ<br>อุปกรณ์ | 1.ตรวจสอบ<br>ถึงการป้องกัน<br>การเกิดน้ำ<br>ปลอมปนเข้า<br>มาในน้ำมัน<br>ก่อนการลง<br>ตรวจสอบ<br>ความลาดชัน<br>ของท่อให้<br>ไหลผ่าน<br>อุปกรณ์<br>4aตรวจสอบ<br>การออกแบบ<br>และทำงาน<br>ของ อุปกรณ์<br>ป้องกันการ<br>เกิดเปลวไฟ | 4b ทำกร<br>ระบาย<br>น้ำใน<br>ระบบทุก<br>วันและ<br>ตรวจสอบ<br>บ ท่อที่<br>ต่อเข้า<br>กับถัง<br>เก็บไ<br>อน้ำมัน<br>(ถังพัก)I |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ |                                        |                  |                               |                   |                |         |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------|----------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                      | คำสำคัญ                                | สถานะ            | สาเหตุ                        | ผลลัพธ์           | อุปกรณ์ป้องกัน | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 2.1                                                                                                                                             | อุณหภูมิ<br>เพิ่มขึ้น<br>สูง<br>เกินไป | ทำงานและ<br>หยุด | เกิดไฟไหม้ กลับไปดูหัวข้อ 3.6 |                   |                |         |     |          |
| 2.2                                                                                                                                             | อุณหภูมิ<br>ลดลงต่ำ<br>เกินไป          | กำลัง<br>ทำงาน   | เกิดความเย็นจัด               | ไม่สามารถทำงานได้ |                |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ |                          |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                     | คำสำคัญ                  | สถานะ          | สาเหตุ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                                           | วิธีการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | โดย | หมายเหตุ |
| 3.1                                                                                                                                            | ความดัน<br>สูง<br>เกินไป | กำลัง<br>ทำงาน | <ol style="list-style-type: none"> <li>การไหลค่าน้ำมันปริมาณมาก<br/>เกินไป</li> <li>วาล์วหมายเลข 105, 131 และ<br/>132 ถูกปิดไว้</li> <li>อุปกรณ์ป้องกันการเกิดเปลวไฟ<br/>(Flame Arrestor) ในถังเก็บไอถูก<br/>ปิดกั้น</li> <li>กลไกการทำงานของหน่วยเก็บ<br/>ไอน้ำมันทำงานผิดปกติ(วาล์ว<br/>ควบคุมที่กรองคาร์บอนถูกปิด<br/>ในขณะดูดซับ)</li> <li>ถังแอบซอร์เบอร์ V310 เกิดไฟ<br/>ไหม้จากภายนอก</li> <li>หลังจากเกิดจุดติดไฟในถัง<br/>ถ่านกัมมันต์ทำการเปิดแก๊ส<br/>ในโตรเจนเข้ามาในคาร์บอน<br/>เบด</li> </ol> | <p>ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นตามข้อ1และ4<br/>และ5:</p> <p>เกิดความดันเพิ่มขึ้นในหน่วยเก็บ<br/>ไอน้ำมันและในถังเก็บไอน้ำมัน<br/>(ความดันสูงสุดที่ปั๊มสุญญากาศ<br/>ถูกตั้งให้จะทำงานได้คือ1.5 บาร์)<br/>2+3+6:</p> <p>เกิดความดันเพิ่มขึ้นใน ถังเก็บไ<br/>อน้ำมัน จากไอน้ำมันที่ปล่อย<br/>ออกมา</p> <p>6. เกิดความดันสูงในคาร์บอนเบด</p> | <p>อุปกรณ์ป้องกันจากผลลัพธ์ที่<br/>เกิดขึ้นตามข้อ1และ2และ3และ4<br/>และ5และ6:</p> <p>วาล์วระบายแรงดันส่วนเกิน<br/>(Pressure release valve) บนถังเก็บ<br/>ไอน้ำมัน (VCS)<br/>และอุปกรณ์ระบายอากาศสำหรับ<br/>ท่อเก็บน้ำมัน<br/>(Vessel discharge vents)</p> <p>6: ไม่มี</p> | <p>วิธีป้องกัน<br/>เหตุการณ์ตาม<br/>ข้อ1หรือ2หรือ3<br/>หรือ4หรือ5:<br/>จะต้องแน่ใจว่า<br/>มีการติดตั้ง<br/>วาล์วระบาย<br/>แรงดันบนถัง<br/>เก็บไอน้ำมัน<br/>วางแผนการ<br/>ดูแลรักษาระบบ<br/>แลตรวจสอบ<br/>การทำงานของ<br/>วาล์วเป็นประจำ<br/>6. ติดตั้งวาล์ว<br/>ลดแรงดันใน<br/>หน่วยเก็บไ<br/>อน้ำมัน</p> |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ |                  |            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                           |                                                                                   |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                     | คำสำคัญ          | สถานะ      | สาเหตุ                                                                                                                                                                                                                                                           | ผลลัพธ์                                                                                                                                                              | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                            | วิธีการ                                                                           | โดย | หมายเหตุ |
| 3.2                                                                                                                                            | ความดันต่ำเกินไป | กำลังทำงาน | เกิดความผิดพลาดในหน่วยเก็บไอน้ำมัน เช่น กรองคาร์บอนเริ่มต้นปฏิกิริยาดูดซับก่อนที่จะเกิดการปรับสมดุลในระบบ<br><br>ปั๊มสุญญากาศไม่สามารถทำงานให้กับระบบถังเก็บไอน้ำมันได้เนื่องจากถ้าปลายทั้งสองข้างคือด้านดูดแรงดันและด้านปล่อยแรงดันต่อตรงเข้ากับถังเก็บไอน้ำมัน | มีการปรับสมดุลในระบบถังเก็บไอน้ำมันเพียงบางส่วนและเกิดความเสียหายจากระบบสุญญากาศเนื่องจากกรอง เพราะอาจเกิดจากระบบกรองไอน้ำมันจะเปิดค้างในระบบเพียง20 วินาที เท่านั้น | ตัวเตือนสัญญาณแรงดันเกินหมายเลข211 ป้องกันการเปิดของวาล์วV110 ในภาวะที่ไม่เหมาะสม<br><br>ระบบทำงานแบบสุญญากาศบนถังเก็บไอน้ำมันจะช่วยป้องกันการชำรุดของท่อที่ต่อกับระบบสุญญากาศไม่ให้ชำรุด | จะต้องแน่ใจว่ามีการติดตั้งวาล์วระบายแรงดันในระบบ<br><br>สุญญากาศบนถังเก็บไอน้ำมัน |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาจุดระเบิด |                                   |                  |                                               |         |                |         |     |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|---------|----------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                         | คำสำคัญ                           | สถานะ            | สาเหตุ                                        | ผลลัพธ์ | อุปกรณ์ป้องกัน | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 3.3                                                                                                                                                | ความร้อนเกิด<br>การ<br>ขยายตัว    |                  | ไม่มีผลกับไอระเหยของ<br>สารประกอบไฮโดรคาร์บอน |         |                |         |     |          |
| 3.4                                                                                                                                                | การ<br>แข็งตัวของ<br>ของเหลว      | ทำงานและ<br>หยุด | การแข็งตัวของของเหลวในระบบ ,<br>ไม่เกี่ยวข้อง |         |                |         |     |          |
| 3.5                                                                                                                                                | การ<br>ระบาย<br>อากาศ<br>เข้า-ออก | หยุด             | ไม่เกี่ยวข้อง                                 |         |                |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง V130 เมื่อเกิดปฏิกิริยาฉุกเฉิน |                  |                |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                 | คำสำคัญ          | สถานะ          | สาเหตุ                                                                                                                                                              | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | วิธีการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | โดย                                                                                                          | หมายเหตุ |
| 3.6                                                                                                                                        | เกิดการ<br>ติดไฟ | กำลัง<br>ทำงาน | 1. เกิดไฟไหม้ภายนอก<br>หน่วยเก็บไอน้ำมัน<br><br>2. เกิดไฟไหม้ภายนอก<br>ถังเก็บไอน้ำมัน<br><br>3. เกิดประกายไฟ<br>ภายในหน่วยเก็บไอน้ำมัน<br><br>4. Internal fire VCS | 1a. เกิดอันตรายจากแรงดันที่เพิ่มขึ้น(จากการเดือดของของเหลวในถังคาร์บอพิลเตอร์, V310)<br><br>1b. เกิดอันตรายจากการแพร่กระจายของไฟไปยังหน่วยเก็บไอน้ำมัน<br><br>2. เกิดอันตรายจากการแพร่กระจายของไฟไปยังถังเก็บไอน้ำมัน (VCS) โดยผ่านทางวาล์วระบายความดันไอ (PVV)<br>3a เกิดไฟไหม้ขึ้นในหน่วยเก็บไอน้ำมัน (VRU)<br><br>3b เกิดความดันเพิ่มขึ้นในหน่วยเก็บไอน้ำมัน (VRU)<br>3c เกิดความดันเพิ่มขึ้นในถังเก็บไอน้ำมัน (VCS)<br><br>4 เกิดการติดไฟในถังเก็บไอน้ำมัน (VCS) | 1a: ติดตั้งอุปกรณ์วาล์วเพื่อความปลอดภัย SV311<br><br>2. ไม่จำเป็น<br><br>ในการแก้ไขป้องกันสาเหตุในหัวข้อ 1a หรือ 1b หรือ 3a หรือ 3b นั้น: หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินถูกออกแบบเพื่อให้ทนต่อสภาวะความร้อนและความดันภายใน ที่ไม่เกิน 10 บาร์ และภายในปั๊มสูญญากาศ ติดตั้งแผ่นป้องกันแรงดันเกิน (Bursting disk) ที่ความดันไม่เกิน 0.65 บาร์.<br><br>3c: ติดตั้งวาล์วลดแรงดัน (PVV) บน ถังเก็บไอน้ำมัน (VCS) | 1a: ปรับปรุงแผนการป้องกันการเกิดไฟไหม้ รวมถึงการวางแผนท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ที่ต่ออุปกรณ์วาล์วเพื่อความปลอดภัยไปยังพื้นที่ปลอดภัย. เพื่อป้องกันการระเบิดในหน่วยเก็บไอน้ำมัน<br>2. อุปกรณ์ป้องกันการเกิดเปลวไฟ (Flame Arrestor) สำหรับวาล์วลดแรงดัน (PVV) รวมถึงการติดตั้งระบบสายดินให้กับหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน | 2. อุปกรณ์ป้องกันการเกิดเปลวไฟสำหรับวาล์วลดและรวมถึงการติดตั้งระบบสายดินให้กับหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ |                        |              |                                          |         |                |                                                          |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|------------------------------------------|---------|----------------|----------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                      | คำสำคัญ                | สถานะ        | สาเหตุ                                   | ผลลัพธ์ | อุปกรณ์ป้องกัน | วิธีการ                                                  | โดย | หมายเหตุ |
| 4.1                                                                                                                                             | ระดับไอน้ำมันสูงเกินไป | ทำงานและหยุด | ไม่เกี่ยวข้อง                            |         |                |                                                          |     |          |
| 4.2                                                                                                                                             | ระดับไอน้ำมันต่ำเกินไป | ทำงานและหยุด | ไม่เกี่ยวข้อง                            |         |                |                                                          |     |          |
| 5                                                                                                                                               | ระบบไฟฟ้าสถิตย์        | ทำงานและหยุด | เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านท่อและอุปกรณ์รองรับ |         |                | ติดตั้งระบบสายดินสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าและบริเวณท่อรับน้ำมัน |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ |                                            |              |                                                                    |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                |                                                                              |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                      | คำสำคัญ                                    | สถานะ        | สาเหตุ                                                             | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                    | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                 | วิธีการ                                                                      | โดย | หมายเหตุ |
| 6                                                                                                                                               | ระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ในการควบคุมแรงดันชาร์ด | ทำงาน        |                                                                    | แยกระบบควบคุมวาล์วสำหรับไอน้ำมันและสารดูดซับในอุปกรณ์ดูดซับ (Absorber) โดยวาล์วหมายเลข AV 111, AV 131, LV 315 และ AV 321 จะปิดถ้าภายในหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินมีแรงดันต่ำกว่า 5 บาร์ | ถ้าสัญญาณเตือนทำงานขึ้นระบบไฟฟ้าจะหยุดการทำงานโดยทันที จึงต้องตรวจสอบว่าระบบกรองไอน้ำมันเกิดการชาร์ดหรือทำงานได้ตามปกติหรือไม่ |                                                                              |     |          |
| 7                                                                                                                                               | การกักเซาะหรือสีกกร่อน                     | ทำงานและหยุด | เกิดการอุดตันในระบบของอุปกรณ์ป้องกันการเกิดเปลวไฟ (Flame Arrestor) |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                | ดำเนินการทำความสะอาดอุปกรณ์ป้องกันการเกิดเปลวไฟ (Flame Arrestor) ตามระยะเวลา |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 1, ถังเก็บไอน้ำมัน (Vapour Collection System) และแนวท่อที่ 105, 106, 131 และตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง 130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาดูดซับ |                |                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                |                                                                           |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                                                      | คำสำคัญ        | สถานะ            | สาเหตุ                                                                                                                                                                                                                                           | ผลลัพธ์ | อุปกรณ์ป้องกัน | วิธีการ                                                                   | โดย | หมายเหตุ |
| 8,9                                                                                                                                             | การ<br>รั่วไหล | ทำงานและ<br>หยุด | การรั่วไหลเกิดจากการที่มี<br>อากาศจากภายนอกผ่านเข้า<br>มาในระบบท่อและทำให้<br>สัญญาณเตือนดังขึ้นใน<br>ระหว่างเกิดกระบวนการ<br>รวมตัวของไอน้ำมันและ<br>กลิ่นออกมาเป็นของเหลวอีก<br>ครั้งหนึ่ง<br>ซึ่งอาจเกิดการรั่วไหลของ<br>อุปกรณ์ชิ้นใดๆในระบบ |         |                |                                                                           |     |          |
| 10                                                                                                                                              | บริการ         | หยุดการ<br>ทำงาน | เกิดความเสี่ยงของการเกิด<br>สภาพสูญญากาศภายใน<br>ระบบซึ่งเกิดจากการ<br>บำรุงรักษาไม่เป็นไปตาม<br>ข้อกำหนดเดิม                                                                                                                                    |         |                | ต้องตรวจสอบดุลย์<br>ของระบบทั้งหมด<br>ก่อนการเปิดฟิลเตอร์<br>เพื่อตรวจสอบ |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 2 ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคี้นสภาพ และแนวทอที่ 131, 232, 251, 261, 291 |                         |       |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                  | คำสำคัญ                 | สถานะ | สาเหตุ                                         | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 1.1                                                                                                         | การไหล<br>แบบ<br>รุนแรง | ทำงาน | 1. วาล์วควบคุมแรงดัน(PCV251)ถูก<br>เปิดทิ้งไว้ | 1a. เกิดความดันสูงผ่านเข้ามาใน<br>หน่วยแอบซอร์เบอร์ C310<br>1b. ปริมาณแรงดันที่สูญเสียเพิ่ม<br>มากขึ้นในอุปกรณ์ปั๊มสุญญากาศ<br>(P261)และข้อต่อ โดยอุปกรณ์เตือน<br>ภัยจะตรวจจับปริมาณแรงดัน<br>สูญเสียที่เพิ่มขึ้นว่าอยู่ในขีดจำกัดที่<br>กำหนดหรือไม่<br>1c.เกิดจากความเสีงของปั้ม<br>สุญญากาศ (P261) มีน้ำมันรั่วไหล<br>ออกมา<br>1d. เกิดความเสีงของกระแสไฟฟ้า<br>ลัดวงจรเข้ามายังมอเตอร์ของปั้ม<br>สุญญากาศ (P261) | 1a. ติดอุปกรณ์ควบคุมแรงดัน<br>Demister ใน หน่วยแอบซอร์<br>เบอร์ C310<br>1b. ติดตั้งระบบสวิตช์ควบคุม<br>แรงดันเลขที่ 262 ให้มีค่าจำกัดที่<br>0.7 บาร์. และค่าแรงดันต่อ<br>แผ่นป้องกันแรงดันเกิน<br>(Bursting disk) ที่ความดันไม่<br>เกิน 1.3 บาร์.<br>1c. ติดตั้งสวิตช์วัดค่าระดับ<br>แรงดันปั้ม(LS)ที่263<br>1d. ติดตั้งอุปกรณ์วัดค่ากระแส<br>ในปั้มให้มีค่าอยู่ในช่วง 250-450<br>มิลลิบาร์<br>1e. ในภาวะที่ไม่เป็นสุญญากาศ<br>สวิตช์ควบคุมแรงดันที่ 211และ<br>231 จะทำงาน. |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 2 ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง V130 เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคี้นสภาพ และแนวท่อที่ 131, 232, 251, 261, 291 |                                        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                           |     |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                              | คำสำคัญ                                | สถานะ | สาเหตุ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                 | วิธีการ                                                                                                                                                                                                   | โดย | หมายเหตุ |
| 1.2<br>1.3                                                                                              | การไหล<br>แบบช้าและ<br>ไม่มีการ<br>ไหล | ทำงาน | 1. วาล์วควบคุมแรงดันถูกปิดเนื่องจาก<br>ชำรุด 2. วาล์วหมายเลข AV 214 และ AV<br>234 ถูกปิดเนื่องจากชำรุด 3. การชำรุด<br>ของปั๊มสุญญากาศ 4. วาล์วทำงานทาง<br>เดียวในปั๊มดูดไม่สามารถทำงานได้ตาม<br>ปกติ 5. ระบบสัญญาณเตือนเลขที่ 251<br>และ 261 ไม่ทำงาน 6. วาล์วควบคุม<br>แรงดันเลขที่ 312 และหน่วยแอบซอร์<br>เบอร์ C310 ชำรุด<br>7. ระดับของไฮโดรคาร์บอนในถัง V310<br>สูงเกินไป 8. ตัวกรองของระบบดูดใน<br>ปั๊มสุญญากาศ (P261) เกิดการอุดตัน 9.<br>เกิดการไหลแบบช้าในปั๊มสุญญากาศ 261<br>10. หอถังของหน่วยแอบซอร์เบอร์<br>C310 ถูกปิดกั้นหรืออุดตัน 11. แผ่น<br>ป้องกันแรงดันเกิน แตกออกหรือ<br>ชำรุดเนื่องจากได้รับแรงดันสูง 12. แผ่น<br>ป้องกันแรงดันเกิน แตกออก | ข้อ 1-8 และ ข้อ 10 เกิดจากตัวกรอง<br>คาร์บอนไม่สามารถทำงานใน<br>ภาวะการเคี้นรูปแตกต่างกัน<br>ของเหลวในระบบได้<br><br>ข้อ 1-8 และ ข้อ 10 ปั๊มสุญญากาศ (P261)<br>ทำงานโดยมีกระแสการไหลแบบช้า<br>หรือไม่มีการไหล และมีอันตรายถ้า<br>อุณหภูมิในระบบสูงขึ้น<br><br>9. อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น<br>ข้อ 11 และ 12 เกิดจากการไหลแบบช้า<br>ในหน่วยแอบซอร์เบอร์ C310 และการ<br>ระเหยออกจากระบบของ<br>ไฮโดรคาร์บอนของแผ่นป้องกัน<br>แรงดันเกิน (Bursting disk-<br>Y261) | ข้อ 1-8 และ ข้อ 10. สวิตช์ควบคุม<br>แรงดัน 231 และ 232 (PS211/231) จะ<br>ส่งสัญญาณเมื่อมีสภาวะ<br>สุญญากาศที่ไม่เพียงพอ<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>11. สวิตช์ควบคุมแรงดันหมายเลข<br>262 (หน่วยควบคุมการหยุดทำงาน)<br>12. ไม่จำเป็น | ข้อ 1-10<br>ไม่ต้อง<br>ดำเนินการ<br>ใด<br>ข้อ 11 และ<br>12: สวิตช์<br>ควบคุม<br>แรงดันที่<br>312 ในถัง<br>V310 จะส่ง<br>สัญญาณ<br>เตือนถ้า<br>ความดันต่ำ<br>กว่า 30<br>มิลลิบาร์<br>ในระหว่าง<br>การทำงาน |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 2 ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาเค้นสภาพ และแนวท่อที่ 131, 232, 251, 261, 291 |                    |       |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                       |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                  | คำสำคัญ            | สถานะ | สาเหตุ                                                                                                                                                                                | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                                                                  | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                | วิธีการ                                               | โดย | หมายเหตุ |
| 1.4                                                                                                         | การไหล<br>ย้อนกลับ | ทำงาน | 1. เกิดความผิดพลาดที่ข้อต่อบริเวณ<br>มอเตอร์ของปั๊มสุญญากาศ (P261)ใน<br>ระหว่างทำงาน<br>2. เกิดความผิดพลาดของระบบ<br>ไฟฟ้าและอุปกรณ์ทางเดินอากาศ<br>โดยวาล์ว262 (AV 262) ถูกทำให้เปิด | ข้อ1และ2<br>อันตรายจากการไหลย้อนกลับเข้า<br>มายังปั๊มสุญญากาศ 261(P261)<br><br>อันตรายจากการทำงานของปั๊มโดย<br>ไม่มีน้ำมันในระบบ<br><br>ข้อ1และ2<br>อันตรายจากการเกิดภาวะสุญญากาศในเส้นท่อที่ 262 และในถัง<br>ถ่านกัมมันต์ที่310(V310) และถัง<br>แอบซอร์เบอร์310 ( C310) | ข้อ1และ2<br>ตรวจสอบการทำงานของวาล์ว<br>ไหลทางเดียวของปั๊มสุญญากาศ<br>261( P261)ให้มั่นใจ<br><br>หัวข้อที่1หรือ2หรือ3:<br>แผ่นป้องกันแรงดันเกิน<br>(Bursting disk)ถูกออกแบบเพื่อ<br>ป้องกันระบบเต็มสุญญากาศ<br>รูปแบบ(full vacuum)<br><br>การออกแบบในหน่วยV310<br>และ C310 สามารถรองรับ<br>สภาพเต็มสุญญากาศได้ | วาล์วไหล<br>ทางเดียว<br>สามารถ<br>ทำงานได้<br>ตามปกติ |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 2 ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคี้นสภาพ และแนวท่อที่ 131, 232, 251, 261, 291 |                  |                  |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |     |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                   | คำสำคัญ          | สถานะ            | สาเหตุ                                                                                                                                             | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 1.5                                                                                                          | การไหล<br>แบบผสม | ทำงานและ<br>หยุด | 1. การไหลเข้ามาในถังดูดซับเบอร์<br>V310 มากเกินไป<br>2. เกิดเศษตะกอนขึ้นในท่อดูดที่ต่อ<br>กับปั๊มสุญญากาศ (P261)<br>3. มีอนุภาคของสารอื่นเข้ามาผสม | 1a.อันตรายเนื่องจากการเกิดแรงดัน<br>สูงต่อสารแอบซอร์เบนท์ในถังแอบ<br>ซอร์เบอร์<br>1b. อันตรายจากความเสียหายของ<br>แผ่นป้องกันแรงดันเกิน (Bursting<br>disk-Y261)แตกออกหรือชำรุด<br>เนื่องจากได้รับแรงดันสูง<br>1c. อันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อน<br>ของน้ำมันกับสารแอบซอร์เบนท์<br>1. ความเสี่ยงที่เกิดจากความ<br>เสียหายต่อปั๊ม<br>2. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น<br>3. อันตรายจากการปิดกั้น ตัว<br>เตือนสัญญาณ261(FA261) | ข้อ1a,1bและ1c ติดตั้งระบบสวิตช์<br>ควบคุมระดับที่314 และ315 (LS<br>314)และ (LS 315)<br>1b. การออกแบบความดันสำหรับ<br>ระบบแผ่นป้องกันแรงดันเกิน<br>(Bursting disk-Y261) ให้มีค่าไม่<br>เกิน 1.3 บาร์<br>2a. ปรับค่าแรงดันสำหรับการ<br>ระเหยตัวของสารประกอบให้<br>เหมาะสม<br>2b. ติดตั้งคอต่อของท่อเป็นแบบ<br>ข้องอชนิดพิเศษ (Swan Neck)<br>2c. ติดตั้งตัวแยกน้ำ(Drip-Tee) ที่<br>ท่อทางเข้าของไอระเหยน้ำมัน<br>3. เมื่อสภาวะสุญญากาศลดลงไป<br>จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ<br>ไปยังสวิตช์ควบคุมแรงดันที่211<br>และ231 (PS211และ231) |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 2 ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาเค้นสภาพ และแนวท่อที่ 131, 232, 251, 261, 291 |                                    |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                  | คำสำคัญ                            | สถานะ | สาเหตุ                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ผลลัพธ์                                                                                                                   | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                                                                                                  | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 2.1                                                                                                         | อุณหภูมิ<br>เพิ่มขึ้นสูง<br>เกินไป | ทำงาน | 1. อุณหภูมิขยายตัวอย่างรวดเร็วใน<br>ถังถ่านกัมมันต์130 (V130)<br>2. ป้อนสุญญากาศ261 (P261)เสียหาย<br>อย่างรุนแรง<br>3. การถูกปิดกั้นการไหลของน้ำมัน<br>ภายในและตัวกรองน้ำมันของปั๊ม<br>สุญญากาศ261 (P261)<br>4. ควบคุมอุณหภูมิภายในของปั๊ม<br>สุญญากาศ261 (P261)ชำรุด<br>5. เกิดการไหม้ภายนอก | ข้อ1และข้อ3และข้อ4และข้อ5หรือ<br>ทั้งหมดรวมกัน<br>ความเสี่ยงจากการรั่วของ<br>น้ำมันเครื่องภายใน<br>2: อันตรายจากการระเบิด | ข้อ1และข้อ2และข้อ3และข้อ4<br>และข้อ5: ติดตั้งสวิตช์ควบคุม<br>อุณหภูมิของปั๊มสุญญากาศ 261<br>ข้อ1หรือข้อ3หรือข้อ4 ติดตั้ง<br>สวิตช์ควบคุมหมายเลข 263<br>2: ติดตั้งสัญญาณตัวเตือน<br>อัตโนมัติ261และ262 (FA 261<br>and FA 262)<br>4: เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะถูกตัด<br>โดยอัตโนมัติ |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 2 ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคี้นสภาพ และแนวท่อที่ 131, 232, 251, 261, 291 |                               |       |                                                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                     |         |     |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                   | คำสำคัญ                       | สถานะ | สาเหตุ                                                                                                                                        | ผลลัพธ์                                                                                                                          | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                      | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 2.2                                                                                                          | อุณหภูมิ<br>ลดลงต่ำ<br>เกินไป | ทำงาน | 1. เกิดอุณหภูมิต่ำลงมากระหว่าง<br>การเริ่มติดเครื่อง                                                                                          | 1. อันตรายจากการเกิดควบแน่น<br>ในปั้ม                                                                                            | 1. ติดตั้งบายพาสวาล์ว หมายเลข<br>261 และ291 (EE261 และAV<br>291)                                                                                                                                    |         |     |          |
| 3.1                                                                                                          | ความดัน<br>สูงเกินไป          | ทำงาน | 1. เกิดการระเบิดในปั้มสุญญากาศ<br>หมายเลข261<br><br>2. เกิดการปิดกั้นการไหลของปั้ม<br>สุญญากาศหมายเลข261(P261)<br><br>3. เกิดการลุกไหม้ภายนอก | 1. ความเสี่ยงที่อาจเกิดความเสียหาย<br>ไปสู่ปั้มและหน่วยควบคุมไอระเหย<br>น้ำมัน<br>ข้อ2และ3:ความดันเพิ่มสูงขึ้น<br>มากกว่า1.5บาร์ | 1. แผ่นป้องกันแรงดันเกิน<br>(Bursting disc Y261)และตัว<br>เตือนสัญญาณขัดข้องหมายเลข<br>261และ262 (FA 261, FA 262)<br>ข้อ2และ3: ติดตั้งสวิตช์ควบคุม<br>แรงดันหมายเลข 262 (PS 262)<br>ที่ค่า 0.7 บาร์ |         |     |          |
| 3.2                                                                                                          | ความดัน<br>ต่ำเกินไป          | ทำงาน | เช่นเดียวกับหัวข้อ 1.4 การไหล<br>ย้อนกลับ                                                                                                     |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                     |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 2 ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาเค้นสภาพ และแนวท่อที่ 131, 232, 251, 261, 291 |                        |       |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                        |         |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                  | คำสำคัญ                | สถานะ | สาเหตุ                                                                                                                                                                                                        | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                                                                              | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                         | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 4.1                                                                                                         | ระดับไอน้ำมันสูงเกินไป | ทำงาน | 1. มีน้ำมันเครื่องในระบบมากเกินไป<br>2. เกิดการควบแน่นของสารไฮโดรคาร์บอนและน้ำในน้ำมัน<br>3. ระดับไอน้ำมันที่มีอยู่ในถังดูดซับเบอร์หมายเลข 310 (V310) อยู่ในระดับที่สูงมาก<br>4. การควบแน่นของของเหลวในท่อดูด | ข้อ1aและข้อ2. ป้อนมีการทำงานแบบเริ่มต้นอุ่นเครื่อง<br>ข้อ1bและข้อ2. มีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณมาก<br>2a. น้ำมันเครื่องเสื่อมคุณภาพ<br>2b. ป้อนทำงานหนักเป็นเวลานานๆ<br>3. เกิดการท่วมของระบบป้อน<br>สัญญาณ261<br>4. เช่นเดียวกับข้อ 1.5.2 | ข้อ1aและข้อ2: ติดตั้งสวิตช์ตั้งเวลา ที่261b(TS261)<br><br>ข้อ1bและข้อ2a: ติดตั้งตัววัดอุณหภูมิ<br>3. ตรวจสอบระบบไอน้ำมันในแอมโซร์เบอร์ |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 2 ตัวกรองคาร์บอนสำหรับถัง130 (V130) เมื่อเกิดปฏิกิริยาเค้นสภาพ และแนวท่อที่ 131, 232, 251, 261, 291 |                        |       |                             |                                                                                                                                              |                                                                                                                                   |         |     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                                  | คำสำคัญ                | สถานะ | สาเหตุ                      | ผลลัพธ์                                                                                                                                      | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                    | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 4.<br>2                                                                                                     | ระดับไอน้ำมันต่ำเกินไป | ทำงาน | 1. ระดับน้ำมันที่มีอยู่น้อย | 1a. ความเสี่ยงจากการทำงานโดยไม่มีน้ำมันหล่อลื่น<br>1b. ความเสี่ยงจากอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นสูงมาก<br>1c. ความเสี่ยงจากการระเบิดเนื่องจากความร้อน | 1. ติดตั้งสวิตช์ควบคุมหมายเลข 263 (LS263)<br>1b. ติดตั้งสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิหมายเลข261 (TS261)<br>1c. ติดตั้งสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิ |         |     |          |
| 5                                                                                                           | ระบบไฟฟ้าสถิตย์        | ทำงาน |                             |                                                                                                                                              | ติดตั้งระบบสายดินเพื่อควบคุมการเกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์                                                                               |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 3 แนวท้อไหลเวียนที่ 295 เมื่อวาล์ว 291 ถูกเปิดหลังจากปั๊มสูญญากาศ 261 เริ่มทำงาน |                                |       |                                                                                                                     |                                                                                                  |                                                                                                 |         |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลขที่                                                                                   | คำสำคัญ                        | สถานะ | สาเหตุ                                                                                                              | ผลลัพธ์                                                                                          | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                  | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 1.1                                                                                      | การไหลแบบรุนแรง                | ทำงาน | 1. วาล์ว 291 (AV 291) ถูกปรับแต่งให้ทำงานใหม่อีกครั้ง<br>2. วาล์ว 291 (AV 291) ถูกทำให้เปิดออกหลังทำงานใหม่อีกครั้ง | 1. ความเสี่ยงที่เกิดจากมอเตอร์ของปั๊ม 261 ทำงานหนักจนเกินไป<br>2. สภาวะสูญญากาศถูกปรับให้ลดต่ำลง | ข้อ 1 และ ข้อ 2. ติดตั้งตัวหน่วงสัญญาณสำหรับมอเตอร์พร้อมสัญญาณเตือนในกรณีที่มีความดันไม่เพียงพอ |         |     |          |
| 1.2<br>1.3                                                                               | การไหลแบบช้าและไม่มี<br>การไหล | ทำงาน | วาล์ว 291 ยังคงปิดอยู่เมื่อเปิดสวิตช์ทำงาน                                                                          | ใช้เวลาอุ่นเครื่องนานขึ้น                                                                        | ติดตั้งสัญญาณเตือนเมื่อทำงานนานผิดปกติ                                                          |         |     |          |
| 1.4 to<br>10                                                                             |                                |       | เช่นเดียวกันตำแหน่งที่ 2                                                                                            |                                                                                                  |                                                                                                 |         |     |          |
|                                                                                          |                                |       |                                                                                                                     |                                                                                                  |                                                                                                 |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่4, ท่อทางเข้าของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอมซอร์เบอร์ 310 (V310) |                         |                  |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |         |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                    | คำสำคัญ                 | สถานะ            | สาเหตุ                                                                                                                                                                   | ผลลัพธ์                                                                                                                                                    | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                             | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 1.1                                                                                           | การไหล<br>แบบ<br>รุนแรง | ทำงานและ<br>หยุด | 1. เกิดความดันย้อนกลับในระบบ<br>แอมซอร์เบนท์<br>2. วาล์วควบคุมแรงดันทำงาน<br>ผิดปกติ<br>(FCV 305)                                                                        | ข้อ1และข้อ2 เกิดความเสี่ยงจากการ<br>เติมน้ำมันล้นจากแอมซอร์เบอร์<br>(V 310)                                                                                | ข้อ1และ2 ติดตั้งสวิตช์เตือน<br>(LSA 314)และสวิตช์ตัด<br>สัญญาณเมื่อเกิดความร้อนสูง<br>ในระบบ โดยติดตั้งระบบ<br>ป้องกันอีกชุดหนึ่งคือ<br>สวิตช์315 (LS315). |         |     |          |
| 1.2                                                                                           | การไหล<br>แบบช้า        | ทำงานและ<br>หยุด | 1. วาล์ว301และ315 (AV301,<br>LV315) ถูกปิด<br>2. วาล์วที่ควบคุมโดยมนุษย์ถูกปิด<br>3. ตัวกรองอุดตัน<br>4. แรงดันจากปั๊ม 261 ที่มีต่อแอม<br>ซอร์เบอร์มีค่าสูงมาก310 (V310) | ข้อ1และ2และ3และ4:<br>ระดับน้ำมันในแอมซอร์เบอร์มีค่า<br>น้อยมากและเกิดความเสี่ยงต่อปั๊ม<br>321ที่จะส่งน้ำมันเข้าถึงเกิดดูดแบบ<br>แห้ง-รันดราย (running dry) | ข้อ1และ2และ3และ4:<br>ติดตั้งสวิตช์เตือนระบบ<br>ขัดข้อง (FSA 305) และสวิตช์<br>เตือนระดับน้ำมันต่ำเกิน<br>มาตรฐาน<br>(LSA 314)                              |         |     |          |
| 1.3                                                                                           | การไหล<br>ย้อนกลับ      | ทำงานและ<br>หยุด | ไม่เกี่ยวข้อง                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 4, ท่อทางเข้าของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอมซอร์เบอร์ 310 (V310) |                                    |                  |                                                                                                               |                                                                                          |                                                                                                 |         |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                     | คำสำคัญ                            | สถานะ            | สาเหตุ                                                                                                        | ผลลัพธ์                                                                                  | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                  | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 1.4                                                                                            | การไหล<br>แบบผสม                   | ทำงานและ<br>หยุด | ไม่เกี่ยวข้อง                                                                                                 |                                                                                          |                                                                                                 |         |     |          |
| 2.1                                                                                            | อุณหภูมิ<br>เพิ่มขึ้นสูง<br>เกินไป | ทำงานและ<br>หยุด | 1. เกิดความร้อนสะสมในน้ำมันขึ้น<br>สูง ป้อน 301ดูดแบบแห้ง-รันด<br>ราย (running dry)<br>2. เกิดไฟไหม้จากภายนอก | ข้อ 1 และ 2:<br>อุณหภูมิเพิ่มสูงมากและ<br>ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง<br>3: ไปดูหัวข้อ 3.6 | 1. ติดตั้งตัววัดอุณหภูมิ<br>2: ติดตั้งระบบสวิตช์ควบคุม<br>และควบคุมระดับระดับที่ 305<br>และ 314 |         |     |          |
| 2.3                                                                                            | อุณหภูมิ<br>ลดลงต่ำ<br>เกินไป      | ทำงานและ<br>หยุด |                                                                                                               |                                                                                          |                                                                                                 |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่4, ท่อทางเข้าของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอมซอร์เบอร์ 310 (V310) |                      |                  |                                                                                   |                                         |                                                                                         |                                                                                                                                            |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                    | คำสำคัญ              | สถานะ            | สาเหตุ                                                                            | ผลลัพธ์                                 | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                          | วิธีการ                                                                                                                                    | โดย | หมายเหตุ |
| 3.1                                                                                           | ความดัน<br>สูงเกินไป | ทำงานและ<br>หยุด | 1. เกิดความร้อนขยายตัวจาก<br>แสงแดด<br>2. ปิดวาล์วแล้วแต่ปั๊มยังทำงาน<br>ต่อไปอีก | ข้อ1และ2: ความดันในระบบเพิ่ม<br>สูงขึ้น | 1. ติดตั้งวาล์วป้องกันการ<br>ขยายตัวของความร้อน<br><br>2. ตั้งตัวเตือนสัญญาณ<br>ผิดปกติ | ข้อ1และ2:<br>ตรวจสอบ<br>ว่าวาล์ว<br>ระบาย<br>อากาศ<br>ทำงานได้<br>ตามปกติ<br>และความ<br>ดันสูงสุด<br>ไม่เกิน<br>ตามที่<br>มาตรฐาน<br>กำหนด |     |          |
| 3.2                                                                                           | ความดัน<br>ต่ำเกินไป | หยุด             | อุณหภูมิของระบบลดลงหลังจาก<br>หยุดทำงาน                                           | เกิดภาวะสูญญากาศลดลง                    | ไม่เกี่ยวข้อง                                                                           |                                                                                                                                            |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 4, ท่อทางเข้าของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอมซอร์เบอร์ 310 (V310) |                                  |                  |                                                    |                                                                                           |                                                                                                                                 |                                                                |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                     | คำสำคัญ                          | สถานะ            | สาเหตุ                                             | ผลลัพธ์                                                                                   | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                  | วิธีการ                                                        | โดย | หมายเหตุ |
| 3.3                                                                                            | ความร้อน<br>เกิดการ<br>ขยายตัว   | หยุด             | ไปดูหัวข้อ 3.1                                     |                                                                                           |                                                                                                                                 |                                                                |     |          |
| 3.4                                                                                            | การ<br>แข็งตัว<br>ของ<br>ของเหลว | ทำงานและ<br>หยุด | ไม่เกี่ยวข้อง                                      |                                                                                           |                                                                                                                                 |                                                                |     |          |
| 3.6                                                                                            | เกิดการติด<br>ไฟ                 | ทำงานและ<br>หยุด | เกิดไฟไหม้ภายนอกหน่วยควบคุม<br>ไอระเหยน้ำมันเบนซิน | 1. อันตรายจากการเกิดไฟไหม้<br>เนื่องจากรั่ว<br>2. อันตรายจากการเกิดแรงดันเพิ่มขึ้น<br>สูง | 1. มีการใช้วาล์วแบบแยกชุด<br>โดยเฉพาะเพื่อความปลอดภัย<br>สำหรับทางเข้า-ออก<br>2. ติดตั้งระบบวาล์วเพื่อความปลอดภัย 3119 (SV3119) | มีการใช้<br>วาล์วแบบ<br>แยกชุด<br>โดยเฉพาะ<br>เพื่อความปลอดภัย |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่4, ท่อทางเข้าของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอมซอร์เบอร์ 310 (V310) |                        |              |                                                                                                                   |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          |         |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                    | คำสำคัญ                | สถานะ        | สาเหตุ                                                                                                            | ผลลัพธ์                                                                                     | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                                                                                           | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 4.1                                                                                           | ระดับไอน้ำมันสูงเกินไป | ทำงานและหยุด | 1. ป้อน 321 หยุดทำงาน<br>2. สวิตช์และวาล์วควบคุมเกิดขัดข้องไม่ทำงาน<br><br>3. วาล์วควบคุม315 เกิดขัดข้อง ไม่ทำงาน | ข้อ1และ2และ3:<br>เกิดความเสี่ยงจากการไหลล้นออกมาของถังถ่านกัมมันต์ 110 และ130 (V110 / V130) | ข้อ1และ2: ติดตั้งสวิตช์เตือน (LSA 314)และสวิตช์ตัดสัญญาณเมื่อเกิดความร้อนสูงในระบบ โดยติดตั้งระบบป้องกันอีกชุดหนึ่งคือ สวิตช์315 (LS315) รวมทั้งปิดวาล์ว 321 (AV321)<br><br>3. แก้ไขตามข้อ 1และ2 ข้างต้น |         |     |          |
| 4.2                                                                                           | ระดับไอน้ำมันต่ำเกินไป | ทำงานและหยุด | กระแสการไหลเข้าน้อยกว่ากระแสการไหลออก                                                                             | ระดับของไอน้ำมันในแอมซอร์เบอร์310 (V310) ลดลง                                               | ข้อ1และ2 ติดตั้งสวิตช์เตือน (LSA 314) และสวิตช์ตัดสัญญาณเมื่อเกิดกระแสการไหลเข้าน้อยในระบบ โดยติดตั้งระบบป้องกันอีกชุดหนึ่งคือสวิตช์305 (FSA305).                                                        |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 4, ท่อทางเข้าของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอมซอร์เบอร์ 310 (V310) |                                                                    |                  |                                     |                          |                                                                                                     |         |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                     | คำสำคัญ                                                            | สถานะ            | สาเหตุ                              | ผลลัพธ์                  | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                      | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 5                                                                                              | ระบบ<br>ไฟฟ้า<br>สถิตย์                                            | ทำงานและ<br>หยุด | เกิดไฟรั่วไหลในอุปกรณ์ภายใน<br>ระบบ | อาจเกิดประกายไฟขึ้นมาได้ | ควบคุมสถานะความเข้มข้น<br>ของไอน้ำมันให้มีค่าอยู่ในช่วง<br>ของค่าต่ำสุด-สูงสุดที่ไม่เป็น<br>อันตราย |         |     |          |
| 6                                                                                              | ระบบ<br>ไฟฟ้าหรือ<br>อุปกรณ์<br>ในการ<br>ควบคุม<br>แรงดัน<br>ชาร์จ | ทำงาน            | พิจารณา โนด A ข้อ 6                 |                          |                                                                                                     |         |     |          |
| 7                                                                                              | การกัก<br>เซาะหรือ<br>สึกกร่อน                                     | ทำงานและ<br>หยุด | ไม่มีเงื่อนไขพิเศษ                  |                          |                                                                                                     |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 4, ท่อทางเข้าของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอมซอร์เบอร์ 310 (V310) |                                 |                  |                                    |                                                 |                                                                                                                                              |                                                        |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                     | คำสำคัญ                         | สถานะ            | สาเหตุ                             | ผลลัพธ์                                         | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                               | วิธีการ                                                | โดย | หมายเหตุ |
| 8                                                                                              | เกิดการรั่ว<br>เล็กน้อย         | ทำงานและ<br>หยุด | รั่วไหลที่ปะเก็น, วาล์ว หรือข้อต่อ | เกิดการรั่วและหกส้นของน้ำมัน<br>เบนซินเล็กน้อย  |                                                                                                                                              | ตรวจสอบ<br>และซ่อม<br>บำรุงแนว<br>ท่ออย่าง<br>สม่ำเสมอ |     |          |
| 9                                                                                              | เกิดการรั่ว<br>ในปริมาณ<br>มากๆ | ทำงาน            | ท่อชำรุดเสียหาย                    | เกิดการรั่วและหกส้นของน้ำมัน<br>เบนซินปริมาณมาก | ติดตั้งสวิตช์เตือน (LSA 314)<br>และสวิตช์ตัดสัญญาณเมื่อเกิด<br>รั่วไหลในระบบ โดยติดตั้ง<br>ระบบป้องกันอีกชุดหนึ่งคือ<br>สวิตช์ 305 (FSA305). |                                                        |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 4, ท่อทางเข้าของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 301, 305 และถังแอมซอร์เบอร์ 310 (V310) |         |       |                                                                    |                                           |                |                                                 |     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                                     | คำสำคัญ | สถานะ | สาเหตุ                                                             | ผลลัพธ์                                   | อุปกรณ์ป้องกัน | วิธีการ                                         | โดย | หมายเหตุ |
| 10                                                                                             | อื่นๆ   | ทำงาน | เกิดการอุดตันของท่อถังในแอมซอร์เบอร์ C310 เนื่องจากอนุภาคของเบนซิน | ระดับของแอมซอร์เบนท์เพิ่มขึ้นจนไม่ปลอดภัย | ไม่จำเป็น      | ติดตั้งกรองอนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 80-100 ไมครอน |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 5, ท่อไหลย้อนกลับของของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 321, 323, 324 และ 325 |                         |       |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |         |     |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                           | คำสำคัญ                 | สถานะ | สาเหตุ                                                                                                                                                                                          | ผลลัพธ์                                                                                                                                                                     | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                        | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 1.1                                                                                  | การไหล<br>แบบ<br>รุนแรง | ทำงาน | 1. ไม่สามารถควบคุมระดับการไหลได้<br>2. เกิดความดันไหลย้อนกลับไปสู่ปั๊ม 261 (P261)                                                                                                               | ข้อ 1 และ 2<br>ระดับในแอมซอร์เบอร์ 310 V310                                                                                                                                 | ติดตั้งสวิตช์เตือน 314 (LSA 314)                                                                                                      |         |     |          |
| 1.2                                                                                  | การไหล<br>แบบช้า        | ทำงาน | 1. ควบคุมการปิดโดยมนุษย์<br>2. วาล์วควบคุมระดับการไหลชำรุด<br>3. ปั๊มสูญญากาศชำรุด (P 321)<br>4. ค่าระดับไอน้ำมันลดต่ำลงในแอมซอร์เบอร์ (V310)<br>5. อุณหภูมิของน้ำมันเบนซินมีค่าเพิ่มขึ้นสูงมาก | ข้อ 1 และ 2 และ 3 ระดับของไอน้ำมันเพิ่มขึ้นในแอมซอร์เบอร์ 310 (V310)<br>4. การล่อระดับของไอน้ำมันในแอมซอร์เบอร์ 310 (V310)<br>5. เกิดการไม่ไหลเวียนของปั๊ม 321 (Cavitation) | ข้อ 1 และ 2 และ 3 และ 5:<br>ติดตั้งสวิตช์เตือน 314 (LSA 314)<br>ส่วนข้อ 4 ตรวจสอบระดับการไหลทางเข้าโดยติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับของน้ำมัน |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 5, ท่อไหลย้อนกลับของสารแอมซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 321, 323, 324 และ 325 |                                    |                  |                                                                                                                                  |                                                                                                                |                                                                                                                               |         |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                        | คำสำคัญ                            | สถานะ            | สาเหตุ                                                                                                                           | ผลลัพธ์                                                                                                        | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                                                | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 1.3                                                                               | การไหล<br>ย้อนกลับ                 | ทำงานและ<br>หยุด | 1. วาล์ว 321 (AV321)ชำรุด<br>2. วาล์วไหลทางเดียว 321 (NRV 321) ชำรุด<br>3. ป้อนสูญญากาศ 321 (P321) ชำรุด                         | ข้อ 1 และ 2 และ 3:<br>ความเสี่ยงจากการไหลย้อนกลับ<br>มายังถังบรรจุ                                             | 1. ติดตั้งวาล์วไหลแบบทาง<br>เดียว หมายเลข 321<br>(NRV321)<br>2. วาล์ว 321 (AV321)<br>3. ป้องกันโดยดำเนินการตาม<br>ข้อ 1 และ 2 |         |     |          |
| 1.4                                                                               | การไหล<br>แบบผสม                   | ทำงานและ<br>หยุด | ไม่เกี่ยวข้อง                                                                                                                    |                                                                                                                |                                                                                                                               |         |     |          |
| 2.1                                                                               | อุณหภูมิ<br>เพิ่มขึ้นสูง<br>เกินไป | ทำงานและ<br>หยุด | 1. อุณหภูมิของเบนซินที่นำเข้ามา<br>เพิ่มขึ้นสูงมาก<br>2. ป้อน 321 ดูดแบบแห้ง-รันดราย<br>(running dry)<br><br>3. เกิดไฟไหม้ในระบบ | 1. อุณหภูมิปรับตัวสูงขึ้น<br>2. ระดับของไอน้ำมันในแอมซอร์<br>เบอร์ 310 (V310) เพิ่มขึ้น<br>3: คู่มือหัวข้อ 3.6 | 1. ติดอุปกรณ์ตรวจวัด<br>ปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่<br>เข้ามาในหน่วยควบคุมไอ<br>ระเหยน้ำมันเบนซิน                                   |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 5, ท่อไหลย้อนกลับของของสารแอบซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 321, 323, 324 และ 325 |                                |                  |                                                                                                 |                                            |                                                                |         |     |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                           | คำสำคัญ                        | สถานะ            | สาเหตุ                                                                                          | ผลลัพธ์                                    | อุปกรณ์ป้องกัน                                                 | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 2.2                                                                                  | อุณหภูมิ<br>ลดลงต่ำ<br>เกินไป  | ทำงานและ<br>หยุด | ไม่เกี่ยวข้อง                                                                                   |                                            |                                                                |         |     |          |
| 3.1                                                                                  | ความดัน<br>สูงเกินไป           | ทำงานและ<br>หยุด | 1. การขยายตัวของความร้อนจาก<br>แสงแดด<br>2. ปิดวาล์วแล้วแต่ปั๊มยังทำงานอยู่<br>3. เกิดการระเบิด | ข้อ 1 และ 2 และ 3<br>ความดันปรับตัวสูงขึ้น | ข้อ 1 และ 2 และ 3<br>ติดตั้งวาล์วปรับลดแรงดันจาก<br>การขยายตัว |         |     |          |
| 3.2                                                                                  | ความดัน<br>ต่ำเกินไป           |                  | ไม่เกี่ยวข้อง                                                                                   |                                            |                                                                |         |     |          |
| 3.3                                                                                  | ความร้อน<br>เกิดการ<br>ขยายตัว |                  | ดูรายละเอียดจากข้อ 3.1                                                                          |                                            |                                                                |         |     |          |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ช่วงที่ 5, ท่อไหลย้อนกลับของสารแอบซอร์เบนท์ (Absorbent) ที่ 321, 323, 324 และ 325 |                                  |       |                                                      |                                           |                                                                                               |         |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------|
| เลข<br>ที่                                                                        | คำสำคัญ                          | สถานะ | สาเหตุ                                               | ผลลัพธ์                                   | อุปกรณ์ป้องกัน                                                                                | วิธีการ | โดย | หมายเหตุ |
| 3.4                                                                               | การ<br>แข็งตัว<br>ของ<br>ของเหลว |       | ไม่เกี่ยวข้อง                                        |                                           |                                                                                               |         |     |          |
| 3.5                                                                               | การระบาย<br>อากาศเข้า-<br>ออก    |       | ไม่เกี่ยวข้อง                                        |                                           |                                                                                               |         |     |          |
| 3.6                                                                               | เกิดการติด<br>ไฟ                 |       | เกิดไฟไหม้ภายนอกในหน่วย<br>ควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน | เกิดการรั่วไหลทำให้ไฟไหม้อย่าง<br>รวดเร็ว | ติดตั้งวาล์ว 321(AV321) และ<br>แยกการติดตั้งท่อส่งน้ำมันแยก<br>ออกจากระบบเพื่อความ<br>ปลอดภัย |         |     |          |
| 4.1<br>to 9                                                                       |                                  |       | ดูรายละเอียดจากตำแหน่งที่ 4                          |                                           |                                                                                               |         |     |          |
|                                                                                   |                                  |       |                                                      |                                           |                                                                                               |         |     |          |

### การทดลองในส่วนของการจำลองการกระจายตัวการรั่วไหลของไอระเหยเบนซีน

ผลของการใช้โปรแกรม ALOHA สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์การกระจายตัวของสารเคมี - ก๊าซแบบลอยตัว ตามแบบจำลองของเกาส์เซียน (Gaussian model) และการจำลอง การกระจายตัวของก๊าซหนักตามประเภทของก๊าซซึ่งจะมีปัจจัยที่แตกต่างกันดังนี้ (น้ำหนักโมเลกุล, ปริมาณของก๊าซที่รั่วไหล, อุณหภูมิของก๊าซในขณะที่ยรั่วไหลออกมาที่แตกต่างกัน) ผลการทดลอง โดยให้โปรแกรมเป็นผู้ออกแบบการคำนวณ โดยกำหนดค่าปริมาณความเข้มข้นของสารที่คน จะสามารถได้รับในสัดส่วน 1 พีพีเอ็ม ต่อ นาที มี ค่า  $n=1$

จากข้อมูลเบื้องต้นทำการคำนวณค่าของการแพร่กระจาย (Release Rate) ของไอน้ำมันในถัง (Knock Out Tank) จะได้ข้อมูลจากการทำนายโดยการแสดงโดยกราฟ แสดงให้เห็นถึงอัตราการแพร่กระจายของไอน้ำมันออกจากแหล่งกำเนิดจนหมด โดยใช้เวลา 10 นาที โดยแกนตั้ง (Y-axis) แสดงปริมาณของไอน้ำมันที่สะสมอยู่ในถังที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แกนนอน (X-axis) แสดงระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการที่ไอน้ำมันใช้ในการแพร่กระจายออกจากพื้นที่ จะได้ผลของการคำนวณออกมาจาก Footprint ดังต่อไปนี้

#### SOURCE STRENGTH INFORMATION:

Leak from hole in vertical cylindrical tank

Tank Diameter: 3.05 meters

Tank Length: 5.5 meters

Tank Volume: 40,184 liters

Tank contains gas only

Internal Temperature: 100° C

Internal Press: 150000 Pascals

Chemical Mass in Tank: 157 kilograms

Circular Opening Diameter: 1 inch

Release Duration: 10 minutes

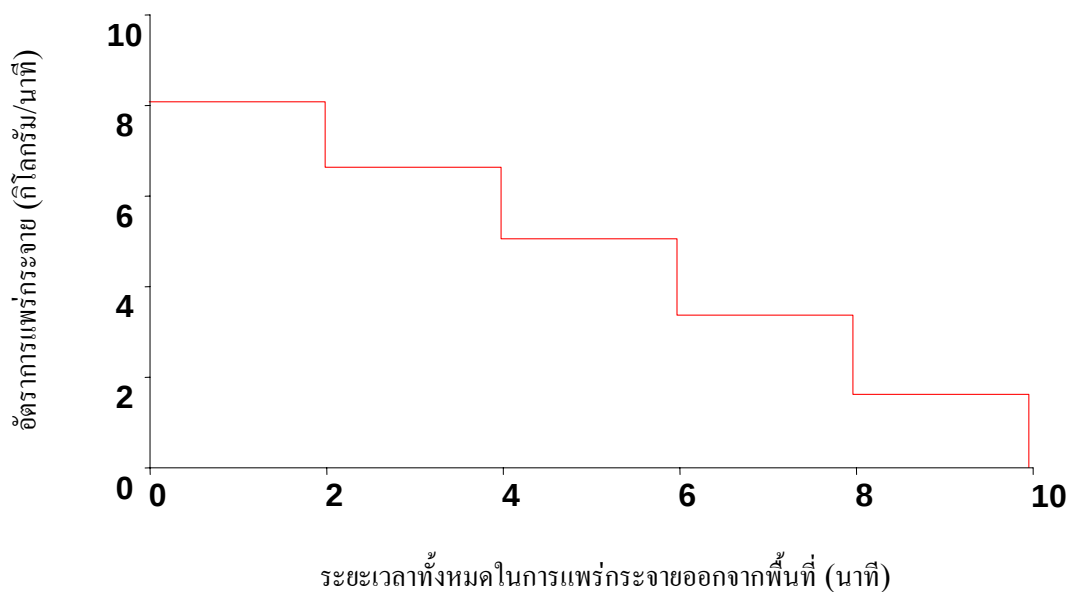
Max Computed Release Rate: 8.68 kilograms/min

Max Average Sustained Release Rate: 8.05 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 49.2 kilograms

จากผลลัพธ์นำข้อมูลมาแสดงการกระจายตัวของก๊าซ เมื่อเกิดการรั่วหรือระเบิดออกจากถัง  
ดังภาพที่ 13 แบบจำลองอัตราการแพร่กระจายของก๊าซเมื่อเทียบกับระยะเวลา

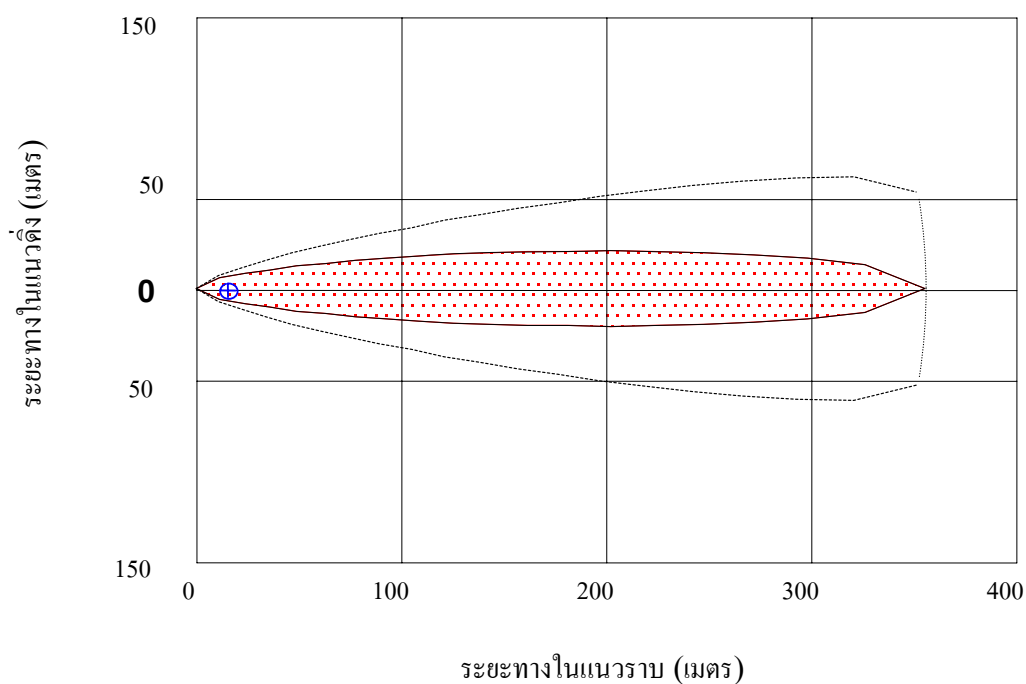


ภาพที่ 13 แบบจำลองอัตราการแพร่กระจายของก๊าซเมื่อเทียบกับระยะเวลา

ขั้นต่อไปเราทำการพิจารณา พื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบในเขตพื้นที่ของคลังน้ำมัน (Level Of Concern –LOC) ซึ่งเมื่อเกิดการแพร่กระจายของไอน้ำมัน เบนซิน ออกจากระบบเก็บไอน้ำมันแล้วนั้นจะแสดงว่าพื้นที่ใดบ้างที่มีความเข้มข้นของเบนซินอยู่ในช่วงมากกว่าหรือเท่ากับค่า LOC โดยกำหนดค่าของ STEL ในกรณีค่าที่ร้ายแรงที่สุด (Worst Case Scenario) ที่คนจะสามารถได้รับในเวลา 15 นาที ซึ่งค่า STEL ของเบนซินอยู่ที่ 15 พีพีเอ็ม (และค่า TLV อยู่ที่ 0.5 พีพีเอ็ม ในเวลา 8 ชั่วโมง, ค่าสูงสุดที่กฎหมายกำหนด 1 พีพีเอ็ม ในเวลา 8 ชั่วโมง, ค่าACGIH เท่ากับ 0.5 พีพีเอ็ม, ค่า IDLH เท่ากับ 0.5 พีพีเอ็ม)

จะได้รูปพื้นที่ที่สนใจ (Level of Concern) ตรงกลางรูปที่เรเงาไว้คือพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยผู้ที่ทำงานในบริเวณนี้ เมื่อเกิดอุบัติเหตุจะได้รับค่าความเข้มข้นของเบนซินเกิน ค่าเกินจาก LOC ในที่นี้คือเกินค่า IDLH และพื้นที่เส้นประด้านนอกคือบริเวณที่สามารถเกิดกลุ่ม

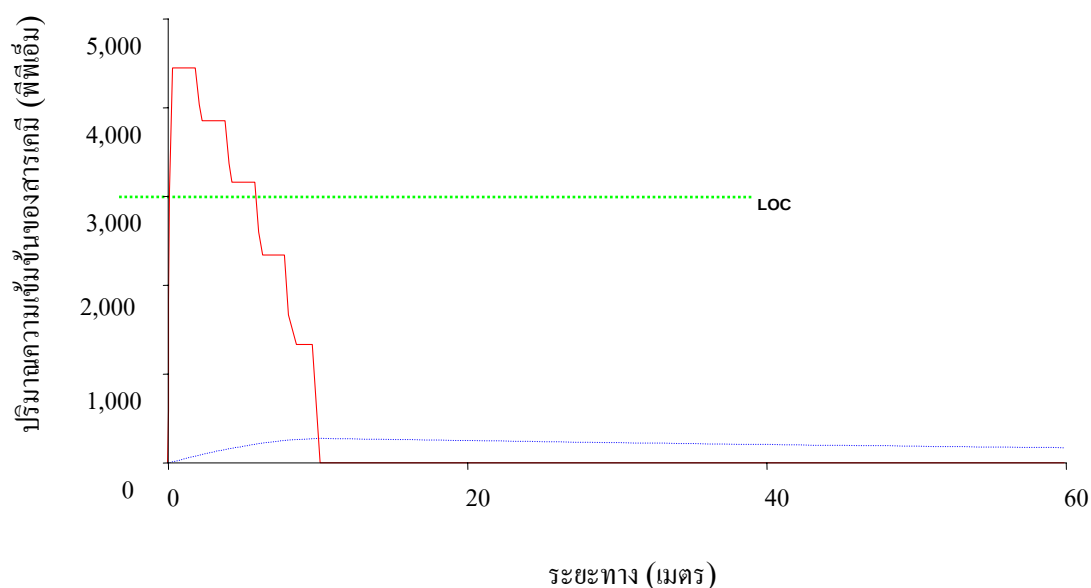
หมอก (Gas Cloud) ในบริเวณที่ลมสามารถพัดพาไปได้ ในทั้งสองทิศเนื่องจากความไม่แน่นอนในทิศทางของลม (Wind Direction) ซึ่งจะได้ค่ากราฟแสดงค่าออกมา ดังภาพที่ 14 แบบจำลองอัตราการแพร่กระจายของก๊าซเมื่อเทียบกับระยะทาง



ภาพที่ 14 แบบจำลองอัตราการแพร่กระจายของก๊าซเมื่อเทียบกับระยะทาง

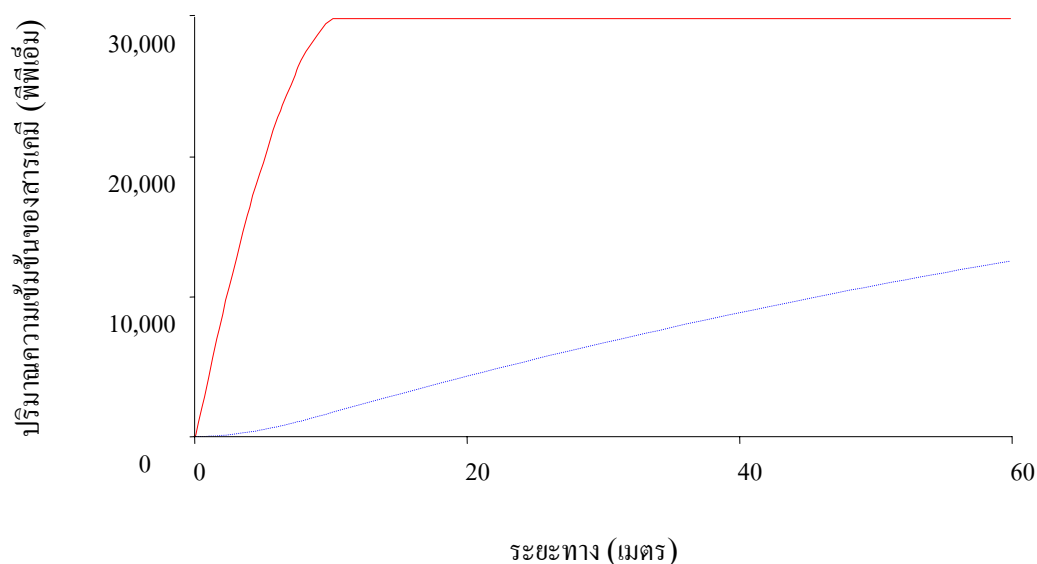
และในช่วงเวลา 10 นาที ที่เกิดการรั่วไหลถ้ามีคนทำงานอยู่ที่บริเวณใกล้เคียง 15 เมตร จะได้รับผลของความเข้มข้นของเบนซินต่อหน่วยเวลา คือสูงสุดที่ 4500 พีพีเอ็ม และมีค่าลดลงตามเวลา เช่น ที่เวลา 5 นาที จะได้รับค่าความเข้มข้นของไอน้ำมันที่ 2000 พีพีเอ็ม เป็นต้น

รูปกราฟที่แสดงถึงการคำนวณหาความเข้มข้นต่อหน่วยเวลาที่ระยะห่างจากระบบ 15 เมตร มีความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 15 แบบจำลองความเข้มข้นของก๊าซที่ได้แพร่กระจายต่อ หน่วยเวลา



ภาพที่ 15 แบบจำลองความเข้มข้นของก๊าซที่ได้แพร่กระจายต่อหน่วยเวลา

ผลจากการใช้โปรแกรม ALOHA ทดลองคำนวณผลกระทบของการระเบิดในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ของถังเก็บไอน้ำมัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0 เมตร และ สูง 5.5 เมตร ที่อุณหภูมิของไอน้ำมันที่ 100 องศาเซลเซียส ความเร็วลม ที่ประมาณ 18.75 ไมล์ต่อชั่วโมง ทิศทางลมจากตะวันออกไปตะวันตกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งที่น่าสนใจในระยะ 15 เมตร ได้แก่ พนักงานในบริเวณดังกล่าวซึ่งแสดงถึงผลของอัตราการแพร่กระจาย พื้นที่ที่ได้รับผลของการกระจายนั้นและความเข้มข้นของสารที่กระจายไปถึง ดังแสดงในภาพที่ 16 แบบจำลองปริมาณของสารเคมีที่ผู้ทำงานอาจได้รับเมื่อมีการระเบิดของถังเก็บไอน้ำมัน ซึ่งระยะที่ใกล้ที่สุดที่มีผลกระทบคือบริเวณระบบเก็บไอน้ำมันเอง และบริเวณถัง TH7 ที่มีคนทำงานอยู่จะห่างจากจุดเกิดเหตุ 15 เมตร ส่วนระยะที่ห่างออกไปคือ อาคารที่ทำงาน 2 ชั้น อยู่ห่าง 30 เมตร และถัง TH 6 อยู่ห่าง 30 เมตร เช่นเดียวกัน ซึ่งผลการทดลองของระบบสามารถสรุปผลทั้งหมดได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 16 แบบจำลองปริมาณของสารเคมีที่ผู้ทำงานอาจได้รับเมื่อมีการระเบิดของถังเก็บไอน้ำร้อน

### 1. อัตราการแพร่กระจาย (Release Rate)

เมื่อหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินเกิดการระเบิดหรือรั่วออกจากถังเนื่องจากเกิดจุดติดไฟในถังไอน้ำร้อนจะเกิดการรั่วไหลในอัตรา 8.05 กิโลกรัมต่อวินาทีและจะรั่วออกมาจนหมดในเวลา 10 นาที

### 2. พื้นที่ที่ควรระวัง (Level of Concern – LOC)

เมื่อหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินเกิดการระเบิดหรือรั่วออกจากถังเนื่องจากเกิดจุดติดไฟในถังค่าความเข้มข้นสูงสุด 15 ppm จะมีผลต่อคนที่ทำงานในพื้นที่ใกล้เคียงในบริเวณที่อยู่ห่างจากระบบ VRU ในแนวเส้นทึบ คือกว้าง 25 เมตร และไกล 350 เมตร ที่สุดดมไอน้ำมันเป็นเวลา 10-15 นาที ได้รับอันตรายถึงชีวิตได้ และในกรณีที่ลมเปลี่ยนทิศ ค่าความเข้มข้นสูงสุด 15 พีพีเอ็ม จะมีผลต่อคนที่ทำงานในพื้นที่ใกล้เคียงในบริเวณที่อยู่ห่างจากระบบ VRU ในพื้นที่บริเวณแนวเส้นประ คือกว้าง 55 เมตร และไกล 450 เมตร ที่สุดดมไอน้ำมันเป็นเวลา 10-15 นาที ได้รับอันตรายถึงชีวิตได้

### 3. ปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยเบนซินที่มีผลกระทบ (Concentration)

เมื่อหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินเกิดการระเบิดหรือรั่วออกจากถังเนื่องจากเกิดจุดติดไฟในถังสามารถคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ต่อหน่วยเวลาได้ดังรูปกราฟได้จากจุดที่กำหนดห่างจากระบบที่ติดตั้ง 15 เมตร คือบริเวณถัง TH7 ค่าความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่ 4500 พีพีเอ็ม และจะแพร่กระจายเจือจางออกไปในเวลา 10 นาที

### 4. ค่าปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยน้ำมันเบนซินที่คนทำงานจะได้รับเข้าสู่ร่างกาย (Dose) เมื่อ

หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินเกิดการระเบิดหรือรั่วออกจากถังเนื่องจากเกิดจุดติดไฟในถังปริมาณของไอน้ำมันที่ผู้ทำงานอาจจะได้รับต่อเวลาที่หลังเกิดเหตุการณ์รั่วไหลซึ่งจะมีค่าสูงสุดที่ 30,000 พีพีเอ็ม ต่อเวลาที่ซึ่งค่าหลังจาก 10 นาทีแล้วจะมีค่าคงที่

## วิจารณ์

ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบเก็บไอน้ำมันและการวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นเมื่อระบบเก็บไอน้ำมันเกิดการระเบิดหรือรั่วไหล เนื่องจากการจุดติดไฟในระบบเก็บไอน้ำมัน ดังนั้นรายละเอียดข้อมูลการวิจารณ์สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบไอน้ำมัน (HAZOP)

1.1 ได้วิเคราะห์สิ่งที่สนใจคือขั้นตอนการจุดติดไฟในถังกัมมันต์ จะต้องมีการวิเคราะห์ระบบการทำงานทั้งระบบ กล่าวคือปัจจัยที่มีผลเกี่ยวเนื่อง เช่น อุณหภูมิ, ความดัน และขนาดของปั๊ม เป็นต้น ต่างมีผลต่อปริมาณของไอน้ำมันที่ไหลผ่านเข้าไปในถังกัมมันต์ในถังทั้งสอง ดังนั้นการวิเคราะห์ผลต้องมองทั้งระบบประกอบกัน เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดความร้อนและการเกิดประกายไฟในถังเก็บไอน้ำมันทั้งสอง

1.2 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนซึ่งมี 2 ชนิด คือแบบวัดอุณหภูมิสามารถติดตั้งได้ที่ด้านบนของถังเพื่อวัดอุณหภูมิของการเกิดความร้อน แต่การติดตั้งอุปกรณ์ CO Analyser หรือตัววัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่สามารถติดตั้งที่ตำแหน่งเดียวกันได้เพราะอุปกรณ์ถ่านกัมมันต์มีสภาพเป็นฉนวนจึงไม่สามารถวัดการเกิดได้ต้องตรวจจับบริเวณท่อทางเข้าของไอน้ำมัน

1.3 ในระบบดังกล่าวจะมีความเสี่ยงในการเกิดการติดไฟในกรณีที่มีสารเคมีประเภท คีโตนอัลดีไฮด์ หรือกรดเคมีเข้าไปในระบบซึ่งในปัจจุบัน ยังไม่มีอุปกรณ์ความปลอดภัยเฉพาะอย่างที่ใช้ตรวจจับสารเคมีดังกล่าวโดยเฉพาะได้ ดังนั้นวิธีการป้องกันต้องมีการออกแบบเพิ่มเติมในการตรวจวัดสารดังกล่าวเมื่อมีการรับจ่ายน้ำมันก่อนที่จะถูกส่งผ่านเข้ามายังระบบเก็บไอน้ำมัน

## 2. การวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นเมื่อระบบเกิดการรั่วไหล เนื่องจากการลุกติดไฟในระบบเก็บไอน้ำมัน

2.1 จากข้อมูลดังกล่าวถ้ารู้ขนาดการรั่วไหลของสารเคมี รู้ทิศทาง และความเร็วของลม สามารถคาดการณ์ถึงผลกระทบกับผู้ที่อยู่อาศัยและสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงได้ แต่การวิเคราะห์ดังกล่าวมิได้นำปัจจัยการเกิดไฟและการระเบิดมาพิจารณาในภาคคำนวณ ซึ่งอาจเกิดขึ้นในกรณีร้ายแรง (Worst Case Scenario) รวมทั้งเกิดการแพร่กระจายของควันไฟซึ่งเป็นควันที่เกิดจากสารเคมีอันอาจมีผลกระทบอันตรายต่อชุมชนใกล้เคียงได้

2.2 ปัจจัยด้านสภาพอากาศ เช่นความเร็วลมที่นำมาพิจารณาเป็นความเร็วลมระดับรุนแรงซึ่งจะมีผลแตกต่างออกไปจากสภาวะอากาศที่ไม่มีลมหรือการเกิดกระแสลมเปลี่ยนทิศจะมีผลกระทบต่อการสูดดมสารเคมีของคนที่ทำงานที่แตกต่างออกไป

2.3 ผลกระทบจากความร้อนต่อพนักงานที่อยู่ใกล้ที่สุดคือจุดที่ทำงานที่ถัง TH 7 และที่ระบบเก็บไอน้ำมันเองจะเป็นอันตรายเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นมีค่าสูงกว่าจุดวาบไฟของผลิตภัณฑ์ เช่น เบนซิน หรือดีเซล ทำให้โลหะมีโอกาสติดไฟได้หากเกิดประกายไฟสัมผัสกับไอน้ำมัน

2.4 ในกรณีที่เกิดการรั่วไหลของสารเคมีหลายชนิดพร้อมกัน การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมนี้เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถคาดการณ์ถึงผลกระทบ กับผู้ที่อยู่อาศัย และสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงได้

นอกจากนี้การใช้แนวปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเสียหายต่อบุคคลน้อยที่สุดนั้นต้องมีการกำหนดแผนฉุกเฉิน (Emergency Plan) ขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการฝึกอบรมและฝึกซ้อมเพื่อให้เกิดความชำนาญตามหน้าที่รับผิดชอบของพนักงานที่เกี่ยวข้องและระบุไว้ในแผน โดยรายละเอียดของแผนฉุกเฉินนั้นได้ระบุไว้ในภาคผนวก ข

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

ในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาในเรื่องเกี่ยวกับการจัดการด้านความปลอดภัยของหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันเบนซินในคลังน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีการประเมินความเสี่ยงและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและสรุปวิธีการแก้ไขที่สามารถป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในระบบทำงาน แต่ละส่วนในหน่วยปฏิบัติการรวมถึงการทดลองเพื่อหารูปแบบของไอรหรือน้ำมันเบนซินที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อคนทำงานเมื่อเกิดการระเบิดออกโดยได้แนวทางการปฏิบัติงานที่ปลอดภัยดังนี้

#### 1. การป้องกันการเกิดการติดไฟในระบบสามารถแบ่งได้ 2 ประการ คือ

1.1 โดยการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยในระบบ ได้แก่ ติดตั้งและตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจจับปริมาณไฮโดรคาร์บอน (HC analyzer) และ ติดตั้งตัววัดและความดันที่สูงเกินกำหนดในระบบ รวมถึงติดตั้งอุปกรณ์ที่ระบายความดัน (Pressure Regulator Valve and Vessel discharge Vents) เป็นต้น โดยการเกิดการลุกติดไฟในระบบมีได้จากภายนอกระบบและภายในระบบ กล่าวคือ ภายนอกระบบสาเหตุหลักเกิดจากความดันสะสมในระบบ VRU เพิ่มขึ้นสูงมาก จากการรับหรือจ่ายน้ำมันเข้ามาในระบบ และการเกิดไฟไหม้จากภายนอกถึงเก็บกักไอน้ำมัน และภายในระบบสาเหตุหลักเกิดจากเกิดแรงดันที่เพิ่มขึ้นสูงมากในระบบ VRU และภายในถังเก็บกักไอน้ำมัน, การเกิดการระเบิดเนื่องจากความดันที่ปลดปล่อยออกมาในแบบ Detonation ในถังเก็บกักไอน้ำมัน และเกิดจากการรับไอน้ำมันเข้าสู่คาร์บอนเบดมากเกินไป

1.2 การป้องกันทางกายภาพ คือการจัดการด้านความปลอดภัยเชิงวิศวกรรม เพื่อตรวจหาข้อบกพร่องของระบบและป้องกันการเกิดปัญหา ตัวอย่างเช่น การตรวจสอบสภาพของถ่านกัมมันต์ในทุกครั้งที่มีการทำคอมมิชชันนิ่ง และติดตั้งระบบสายดินสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ถึงผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมีพบว่าจากคุณสมบัติของขนาดและที่ตั้งของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน ในกรณีที่เกิดเก็บไอระเหยน้ำมันเบนซินและรั่วไหลไอระเหยน้ำมันเบนซินจะเกิดการรั่วไหลในอัตรา 8.05 กิโลกรัมต่อนาทีและจะรั่วออกมาจนหมดในเวลา 10 นาทีต่อถังและระยะที่ปลอดภัยสำหรับการทำงานคือห่างจากตำแหน่งที่ติดตั้งระบบมากกว่า 45 เมตรขึ้นไป ซึ่งรวมถึงกรณีที่เกิดการเปลี่ยนทิศทางของลม โดยการวิเคราะห์จากผลการทดลองพบว่าผู้ที่ทำงานอยู่ในสถานที่ที่ใกล้กับหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินในรัศมี 45 เมตรจะได้รับไอระเหยน้ำมันเบนซินติดต่อกันเป็นปริมาณที่อาจทำให้เสียชีวิตได้ จึงต้องทราบถึงวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องตามแผนฉุกเฉินในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว รวมถึงการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลอย่างเคร่งครัดในขณะทำงานด้วย เพื่อป้องกันการสูดดมไอระเหยน้ำมันเบนซินโดยตรงในขณะที่เกิดอุบัติเหตุ เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะได้รับในกรณีนี้

### 3. แนวทางการป้องกันในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

#### 3.1 การป้องกันเชิงรุก มีรายละเอียด ดังนี้

3.1.1 การทบทวนและตรวจสอบการทำงานของระบบ VRU ทั้งจากภายนอกคือการทำงานที่อาจเกิดประกายไฟในบริเวณใกล้เคียง และการตรวจสอบระบบเก็บไอระเหยน้ำมันเบนซินของถัง, ท่อ และปั๊มสูญญากาศ

3.1.2 จัดสถานที่ปฏิบัติงานให้เหมาะสมและถ้าไม่สามารถเลี่ยงได้ควรมีการป้องกันที่ผู้ทำงาน เช่น การทำกำแพงป้องกันการระเบิดหรือสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันในระบบทางเดินหายใจ

3.1.3 จัดช่วงเวลาทำงานให้ลดลงเท่าที่จำเป็นและติดตั้งระบบที่ควบคุมให้อยู่ห่างจากอุปกรณ์เช่นสวิทช์เปิด-ปิด, หรือตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า เป็นต้น

#### 3.2 การป้องกันเชิงรับ มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 จัดทำแผนฉุกเฉินในการอพยพคนออกจากระบบหรืออยู่ในรัศมีที่ได้รับผลกระทบ ร่วมกับหน่วยงานของรัฐในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและแก้ไขเหตุฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้นอย่างเป็นขั้นตอน

### 3.2.2 จำกัดพื้นที่ในการทำงานโดยการย้ายบุคคลที่ทำงานอยู่ในรัศมีพื้นที่ที่เกี่ยวข้องให้ทำงานในสถานที่ที่ปลอดภัย

#### ข้อเสนอแนะ

1. ในการจัดการด้านความปลอดภัยเกี่ยวกับหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินภายในคลังน้ำมันนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกคือ ความปลอดภัยของพนักงานที่ทำงานอยู่กับหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน ซึ่งจะต้องมีความเข้าใจในขั้นตอนการทำงานอย่างปลอดภัย นั่นคือนอกเหนือจากการประเมินความเสี่ยงจากวิธีการทำงานแล้ว ต้องมีการฝึกอบรมให้พนักงานเข้าใจขั้นตอนปฏิบัติงานอย่างถูกต้องและปลอดภัยอีกด้วย
2. การเลือกใช้อุปกรณ์ดูดซับไอน้ำมันโดยใช้ถ่านกัมมันต์จะไม่มีการใช้อุปกรณ์ เพื่อลดอุณหภูมิเช่นตัวส่งผ่านพลังงานความร้อนและไกลคอนเพื่อลดความร้อน ดังนั้นทำให้ต้นทุนมีราคาต่ำลงและค่าใช้จ่ายบำรุงรักษารวมทั้งระบบมีค่าต่ำลงอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการควบคุมอุณหภูมิของไอระเหยน้ำมันเบนซินในระบบจะใช้เวลานานกว่าและใช้วิธีการควบคุมทางกายภาพมากขึ้น กล่าวคือน้ำมันที่คืนรูปได้จะถูกส่งผ่านไปยังถังเก็บน้ำมันที่ใกล้เคียงที่มีขนาด 2-3 ล้านลิตร เพื่อทำให้เกิดอุณหภูมิผสมและความร้อนจากกระบวนการลดต่ำลง ดังนั้นจึงต้องระวังการระดับน้ำมันภายในถัง (Dead Storage) ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายคือเกิดสภาวะความร้อนสูง และเกิดการเดือดภายในถังขึ้นมาได้ (Boiling Liquid Vapor Explosion)
3. ควรมีการใช้โปรแกรมการจำลองการเกิดไฟในหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันประกอบเพื่อให้เห็นแนวโน้มของการเกิดความร้อนและแรงดันเริ่มต้นและค่าแรงดันวิกฤตและเพื่อจำลองแบบการเกิดไฟร่วมกับการแพร่กระจายออกของไอระเหยน้ำมันเบนซิน ซึ่งจะนำไปสู่ผลกระทบที่มากขึ้นต่อพนักงานและชุมชน อันจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่มีประสิทธิภาพและการวางแผนป้องกันและแผนฉุกเฉินที่มีขอบเขตกว้างขึ้น
4. ควรใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ความเสี่ยงอื่น ๆ ในการร่วมประเมินความเสี่ยงเพื่อค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหามากขึ้น

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย. 2497. พระราชบัญญัติกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง.

\_\_\_\_\_. 2542. ร่างกฎกระทรวงควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2543. ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง.

เกชา ชีระโกเมน. 2542. สถาปัตยกรรมกับการป้องกันอัคคีภัย. การป้องกันอัคคีภัยสำหรับอาคารสูง. บริษัท สำนักพิมพ์ ซี-เอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

กิตติศักดิ์ อินทวิศิษฐ์, ภิรณา จอมคำศรี และ สิริโชค กิรติพรานนท์. 2543. การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม. ปรินูญานิพนธ์ปรินูญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน). 2542. โครงการการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมโดยใช้กรณีศึกษาการประเมินความเสี่ยงของบริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) และศึกษาตัวอย่างจากเหตุการณ์ไฟไหม้ถังน้ำมันในปี 2542. โดยแผนกความปลอดภัย, สุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม.

บริษัท ทรานส์ไทย-มาเลเซีย จำกัด. 2543. การประเมินความเสี่ยงในการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เป็นการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Quantitative Risk Assessment). โครงการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ บริเวณบ้านโคกทราย อำเภोजะนะ สงขลา.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ วีรพงษ์ เณลิมจิระวัฒน์. 2548. วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 20. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

American Institute of Chemical Engineer. 2000. **Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis second edition**. American Institute of Chemical Engineer, US.

Bodurtha, F. T. 1980. **Gas Explosion; Unconfined Vapor Cloud Explosions and Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion**, Chemical Engineer's Handbook, McGraw-Hill Company Inc., US.

Bureau of Discharge Prevention. 2000. **Guide to Vapor Recovery Unit (VRU)**, Waste Compliance and Enforcement and Release Prevention. Montreal, Quebec, Canada.

Cote, A.E. and J. Linville. 1991. **Fire Protection Handbook**. 17<sup>th</sup> ed. National Fire Protection Association, US.

Crowl, D. A. 1990. **Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications**. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, US.

Farrente, D. 1996. **Absorption / Adsorption Process**. Civil Engineering Department, Virginia, US.

Howard, R. B. 2000. Large Eddy Simulations of Fire from Concepts to Computations. **Fire Protection Engineering (Spring 2000)**. Available Source: <http://www.pentoncmg.com/sfpe/articles/Baum-%20Spring%202000.pdf>, Dec 18, 2004.

Joseph, F. L. 1988. **Health and Environmental Risk Analysis: Fundamentals with Applications**. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, US.

John Zink Company LLC. 2006. **Vapor Recovery Process Diagram** Tulsa. US. Available Source: [http://johnzink.com/products/v\\_con/html/vcon\\_jz\\_procdiag\\_ca.htm](http://johnzink.com/products/v_con/html/vcon_jz_procdiag_ca.htm).

Jordan Technologies Inc. 2005. **Vapor Recovery Process Description.**

Available Source: <http://jordantech.com/vapor/cbasic.htm>.

National Fire Protection Association. 2002. **NFPA 101 Life and Safety Code 1984 Edition.**

National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts. US.

Warner Nicholson Engineering Consultants. 2003. **Activated Carbon Adsorption Vapor Recovery Equipment**, Vapor Control System Specialist, Oklahoma, US.

### ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

พระราชบัญญัติ ควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงและร่างกฎกระทรวงควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง ปีพ.ศ.2542

**พระราชบัญญัติ  
ควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง  
พ.ศ. 2542**

ภูมิพลอดุลยเดช ป.ร.  
ให้ไว้ ณ วันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542  
เป็นปีที่ 54 ในรัชกาลปัจจุบัน

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศว่า โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงกฎหมายว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง พระราชบัญญัตินี้มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตาม บทบัญญัติแห่งกฎหมาย จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติขึ้นไว้โดยคำแนะนำและยินยอมของรัฐสภา ดังต่อไปนี้

มาตรา 1 พระราชบัญญัตินี้เรียกว่า "พระราชบัญญัติควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2542"

มาตรา 2\* พระราชบัญญัตินี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป \*[รก.2542/121ก/1/2 ธันวาคม 2542]

มาตรา 3 ให้ยกเลิก

- (1) พระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง พุทธศักราช 2474
- (2) พระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2496
- (3) พระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2508
- (4) พระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2520
- (5) พระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2530

#### มาตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้

"น้ำมันเชื้อเพลิง" หมายความว่า น้ำมันปิโตรเลียมดิบ น้ำมันเบนซิน น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น และให้หมายความรวมถึงผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมอื่นที่เป็นของเหลวและใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือเป็นลิ่งหล่อลื่น ตามที่รัฐมนตรีกำหนดให้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา "การมีน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ในครอบครอง" หมายความว่า การมีไว้ในครอบครองไม่ว่าเพื่อตนเองหรือผู้อื่น และไม่ว่าจะเป็นกรณีมีไว้เพื่อจำหน่ายเพื่อขนส่ง เพื่อใช้ หรือเพื่อประการอื่นใดและให้หมายความรวมถึงการทิ้งหรือปรากฏในบริเวณที่อยู่ในความครอบครองด้วย

"สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง" หมายความว่า สถานที่ที่ใช้ในการเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงแก่ยานพาหนะ และให้หมายความรวมถึงบริเวณที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตให้เป็นเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ตลอดจนสิ่งก่อสร้าง ถัง ท่อ และอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ในบริเวณนั้น

"การขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง" หมายความว่า การเคลื่อนย้ายน้ำมันเชื้อเพลิงจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่ง ไม่ว่าโดยทางบก ทางน้ำ ทางท่อ หรือโดยวิธีการอื่นใด

"คลังน้ำมันเชื้อเพลิง" หมายความว่า สถานที่ที่ใช้ในการเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงตามปริมาณที่กำหนดในกฎกระทรวงและให้หมายความรวมถึงบริเวณที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตให้เป็นเขตคลังน้ำมันเชื้อเพลิง ตลอดจนสิ่งก่อสร้าง ถัง ท่อและอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ไม่รวมถึงสถานที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตในโรงกลั่นหรือผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง

"ข้อบัญญัติท้องถิ่น" หมายความว่า เทศบัญญัติ ข้อบังคับตำบล ข้อบัญญัติเมืองพัทยา ข้อบัญญัติองค์การบริหารส่วนจังหวัด ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร และข้อบัญญัติอื่นใดในทำนองเดียวกันที่ออกโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

"คณะกรรมการ" หมายความว่า คณะกรรมการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง

"พนักงานเจ้าหน้าที่" หมายความว่า วิศวกรของกรมโยธาธิการหรือผู้ซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้งให้มีอำนาจหน้าที่ปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้

"ผู้อุญาต" หมายความว่า อธิบดีกรมโยธาธิการหรือผู้ซึ่งอธิบดีกรมโยธาธิการมอบหมาย

"รัฐมนตรี" หมายความว่า รัฐมนตรีผู้รักษาการตามพระราชบัญญัตินี้

มาตรา 5 ให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยรักษาการตามพระราชบัญญัตินี้ และให้มีอำนาจแต่งตั้งพนักงานเจ้าหน้าที่กับออกกฎกระทรวงกำหนดค่าธรรมเนียมไม่เกินอัตราท้ายพระราชบัญญัตินี้ ยกเว้นค่าธรรมเนียม กำหนดกิจการอื่น และออกประกาศ ทั้งนี้เพื่อปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้กฎกระทรวงและประกาศนั้น เมื่อได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาแล้วให้ใช้บังคับได้

## หมวด 1

### บททั่วไป

มาตรา 6 พระราชบัญญัตินี้ไม่ใช่บังคับแก่น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในราชการทหารโดยเฉพาะ แต่ให้นำหลักเกณฑ์และวิธีการตามที่กำหนดในพระราชบัญญัตินี้ไปเป็นแนวทางในการดำเนินงาน

มาตรา 7 เพื่อประโยชน์แก่การป้องกันหรือระงับเหตุเดือดร้อนรำคาญหรือความเสียหายหรืออันตรายที่จะมีผลกระทบต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อมหรือการกำหนดแนวทางหรือลักษณะการดำเนินการเกี่ยวกับการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมให้รัฐมนตรีมีอำนาจออกกฎกระทรวงดังต่อไปนี้

(1) กำหนดการเก็บรักษา การขนส่ง การใช้ การจำหน่าย การแบ่งบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง และการควบคุมอื่นใดเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง

(2) กำหนดที่ตั้ง แผนผัง รูปแบบ และลักษณะของสถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง  
สถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและคลังน้ำมันเชื้อเพลิง และการบำรุงรักษาสถานที่ดังกล่าว

(3) กำหนดลักษณะของถังหรือภาชนะที่ใช้ในการบรรจุหรือขนส่ง และการบำรุงรักษาถัง  
หรือภาชนะดังกล่าว

(4) กำหนดคุณสมบัติและการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง

(5) กำหนดวิธีการปฏิบัติงานและการจัดให้มีและบำรุงรักษาอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นใด  
เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการตาม (1) (2) (3) หรือ (4)

(6) กำหนดการรับฟังความเห็นของประชาชนตามความเหมาะสมแก่กิจการในการดำเนิน  
กิจการหรืออนุญาตให้ดำเนินกิจการตามพระราชบัญญัตินี้ที่มีผลกระทบต่อประชาชน

(7) กำหนดการอื่นใดอันจำเป็นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้  
ถ้ากฎกระทรวง ข้อบัญญัติท้องถิ่น หรือประกาศใดที่ออกตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารขัด  
หรือแย้งกับกฎกระทรวงที่ออกตามวรรคหนึ่ง กฎกระทรวง ข้อบัญญัติท้องถิ่น หรือประกาศนั้น  
ย่อมไม่มีผลใช้บังคับหรือสิ้นผลใช้บังคับ แล้วแต่กรณี เว้นแต่กฎกระทรวง ข้อบัญญัติท้องถิ่นหรือ  
ประกาศดังกล่าวจะได้ออกโดยได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการ เนื่องจากมีความจำเป็น  
หรือเหตุผลพิเศษเฉพาะท้องถิ่น

## หมวด 2

### คณะกรรมการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง

มาตรา 8 ให้มีคณะกรรมการคณะหนึ่งเรียกว่า "คณะกรรมการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง" ประกอบด้วยปลัดกระทรวงมหาดไทยเป็นประธานกรรมการ อธิบดีกรมการขนส่งทางบก อธิบดีกรมเจ้าท่า ผู้บัญชาการตำรวจแห่งชาติ อธิบดีกรมทะเบียนการค้า อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม เลขาธิการคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ผู้ว่าการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ ผู้แทนสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ผู้แทนสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย และผู้ทรงคุณวุฒิอีกหกคนซึ่งคณะรัฐมนตรีแต่งตั้งเป็นกรรมการให้อธิบดีกรมโยธาธิการเป็นกรรมการและเลขานุการ และให้อธิบดีกรมโยธาธิการแต่งตั้งข้าราชการของกรมโยธาธิการอีกไม่เกินสองคนเป็นผู้ช่วยเลขานุการกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่คณะรัฐมนตรีแต่งตั้งตามวรรคหนึ่งต้องไม่เป็นที่ปรึกษาพรรคการเมืองหรือดำรงตำแหน่งทางการเมือง และต้องเป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมีผลงานและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สิ่งแวดล้อม กฎหมาย การควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงและธุรกิจน้ำมันเชื้อเพลิงสาขาละหนึ่งคน และอย่างน้อยสองคนให้แต่งตั้งจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ดำเนินงานในองค์การสาธารณประโยชน์ เพื่อการคุ้มครองสุขภาพอนามัย ความปลอดภัย หรือสิ่งแวดล้อม

มาตรา 9 ให้คณะกรรมการมีอำนาจดังต่อไปนี้

- (1) เสนอแนะนโยบายและมาตรการต่อคณะรัฐมนตรีเกี่ยวกับการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อประโยชน์แก่การป้องกันหรือระงับเหตุเดือดร้อนรำคาญหรือความเสียหาย หรืออันตรายที่จะมีผลกระทบต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม หรือการกำหนดแนวทาง หรือลักษณะการดำเนินการเกี่ยวกับการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคม
- (2) ให้คำแนะนำต่อรัฐมนตรีในการออกกฎกระทรวงและประกาศตามพระราชบัญญัตินี้
- (3) ให้ความเห็นประกอบการพิจารณาให้สัมปทานของคณะรัฐมนตรี ตามมาตรา 44

(4) สอดส่องดูแลและประสานการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อประโยชน์แก่การป้องกันหรือระงับเหตุเดือดร้อนรำคาญหรือความเสียหายหรืออันตรายที่จะมีผลกระทบต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อมหรือการกำหนดแนวทาง หรือลักษณะการดำเนินการเกี่ยวกับการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคม

(5) ให้คำแนะนำและขอคิดเห็นแก่หน่วยงานต่าง ๆ เกี่ยวกับการเก็บรักษาการขนส่ง การใช้ การจำหน่าย การแบ่งบรรจุ และการควบคุมอย่างอื่นเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง

(6) ปฏิบัติการอื่น ๆ ตามที่กฎหมายกำหนดไว้ในเป็นอำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการ มาตรา 10 กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิมีวาระอยู่ในตำแหน่งคราวละสองปี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งพ้นจากตำแหน่งอาจได้รับแต่งตั้งอีกได้ แต่จะดำรงตำแหน่งติดต่อกันสองคราวไม่ได้

มาตรา 11 นอกจากการพ้นจากตำแหน่งตามวาระตามมาตรา 10 กรรมการ ผู้ทรงคุณวุฒิพ้นจากตำแหน่งเมื่อ

(1) ตาย

(2) ลาออก

(3) คณะรัฐมนตรีให้ออกเพราะไม่สุจริตต่อหน้าที่หรือมีความประพฤติเสื่อมเสีย

(4) เป็นบุคคลล้มละลาย

(5) เป็นคนไร้ความสามารถ หรือเสมือนไร้ความสามารถ

(6) ได้รับโทษจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุก เว้นแต่เป็นโทษสำหรับความผิดที่ได้กระทำโดยประมาทหรือความผิดลหุโทษ

ในกรณีที่มีการแต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิแทนในตำแหน่งที่ว่างเพราะเหตุพ้นจากตำแหน่งตามวรรคหนึ่ง ให้ผู้ได้รับแต่งตั้งแทนนั้นอยู่ในตำแหน่งเท่ากับวาระที่เหลืออยู่ของกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งตนแทน

มาตรา 12 ในกรณีที่กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิดำรงตำแหน่งครบวาระแล้ว แต่ยังมีได้มีการแต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิขึ้นใหม่ ให้กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งพ้นจากตำแหน่งตามวาระปฏิบัติหน้าที่ไปพลางก่อนจนกว่าจะมีการแต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิขึ้นใหม่

มาตรา 13 การประชุมของคณะกรรมการต้องมีกรรมการมาประชุมไม่น้อยกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนกรรมการทั้งหมดจึงจะเป็นองค์ประชุม ถ้าประธานกรรมการไม่อยู่ในที่ประชุม หรือไม่อาจปฏิบัติหน้าที่ได้ให้กรรมการที่มาประชุมเลือกกรรมการคนหนึ่งเป็นประธานในที่ประชุม การวินิจฉัยชี้ขาดของที่ประชุมให้ถือเสียงข้างมาก กรรมการคนหนึ่งมีเสียงหนึ่ง ในการลงคะแนน ถ้าคะแนนเสียงเท่ากันให้ประธานในที่ประชุมออกเสียงเพิ่มขึ้นอีกเสียงหนึ่งเป็นเสียงชี้ขาด กรรมการผู้ใดมีส่วนได้เสียเป็นการส่วนตัวในเรื่องใดในระหว่างการลงคะแนนกรรมการผู้นั้นไม่มีสิทธิอยู่ในห้องประชุม

มาตรา 14 ให้คณะกรรมการมีอำนาจแต่งตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อพิจารณา หรือปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่คณะกรรมการมอบหมายก็ได้ และให้นำมาตรา 13 มาใช้บังคับแก่การประชุมของคณะอนุกรรมการโดยอนุโลม ให้คณะกรรมการและคณะอนุกรรมการเป็นเจ้าพนักงานตามประมวลกฎหมายอาญา

มาตรา 15 ในการปฏิบัติหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้ ให้คณะกรรมการมีอำนาจออกคำสั่งเป็นหนังสือเรียกบุคคลใดมาให้ถ้อยคำหรือให้ส่งเอกสารหรือวัตถุใด ๆ มาเพื่อประกอบการพิจารณาได้ และคณะกรรมการจะมอบอำนาจให้คณะอนุกรรมการใดใช้อำนาจดังกล่าวด้วยก็ได้

มาตรา 16 ให้กรมโยธาธิการปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานวิชาการและงานธุรการให้แก่คณะกรรมการรวมทั้งประสานงานและให้ความช่วยเหลือแก่หน่วยงานต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง และงานอื่นใดตามที่คณะกรรมการมอบหมาย

### หมวด 3

#### การประกอบกิจการควบคุม

มาตรา 17 เพื่อให้การควบคุมการประกอบกิจการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อปกป้องประชาชนให้มีความปลอดภัย ให้รัฐมนตรีมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดประเภทกิจการควบคุมของการมีน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ในครอบครอง สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงคลังน้ำมันเชื้อเพลิงและการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือทุกชนิดรวมกัน ให้สอดคล้องกับระดับอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) ประเภทที่ 1 ได้แก่ กิจการที่สามารถประกอบการได้ทันทีตามความประสงค์ของผู้ประกอบการ

(2) ประเภทที่ 2 ได้แก่ กิจการที่เมื่อจะประกอบการต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อน

(3) ประเภทที่ 3 ได้แก่ กิจการที่ต้องได้รับใบอนุญาตจากผู้อนุญาตก่อนจึงจะประกอบการได้ การมีน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ในครอบครองเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ไม่ต้องแจ้งต่อพนักงานเจ้าหน้าที่หรือไม่ต้องได้รับอนุญาตจากผู้อนุญาตแล้วแต่กรณี แต่ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 7 การขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางน้ำให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการเดินเรือในน่านน้ำไทย

มาตรา 18 ผู้ประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 1 ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงที่ออกตาม มาตรา 7

มาตรา 19 ผู้ประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 2 ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงที่ออกตาม

มาตรา 7 และเมื่อจะเริ่มประกอบการให้แจ้งต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อน แบบและรายละเอียดที่ต้องแจ้ง วิธีการแจ้ง และแบบใบรับแจ้งให้เป็นไปตามที่กำหนดในกฎกระทรวง เมื่อพนักงานเจ้าหน้าที่รับแจ้งตามวรรคหนึ่งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ออกใบรับแจ้งเพื่อเป็นหลักฐานการแจ้งให้แก่ผู้แจ้งในวันที่ได้รับแจ้ง ในการนี้ให้ผู้แจ้งประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 2 ได้ตั้งแต่วันที่แจ้ง ในกรณีที่พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจพบในภายหลังว่าการแจ้งตามวรรคหนึ่งไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน ให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจสั่งให้ผู้แจ้งแก้ไขหนังสือแจ้งให้ถูกต้องหรือครบถ้วนภายในเจ็ดวันนับแต่วันที่รับคำสั่งดังกล่าวการเลิกประกอบกิจการและการโอนกิจการควบคุมประเภทที่ 2 ผู้ประกอบกิจการต้องแจ้งเป็นหนังสือให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบภายในสามสิบวันนับแต่วันที่ได้นำดำเนินการดังกล่าว

มาตรา 20 เมื่อได้มีการออกกฎกระทรวงกำหนดกิจการควบคุมประเภทที่ 3 แล้ว ห้ามมิให้ผู้ใดประกอบกิจการดังกล่าวโดยไม่ได้รับใบอนุญาตจากผู้อนุญาต ในกรณีที่การประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 3 จะต้องมีการก่อสร้างตัดแปลงรื้อถอน เคลื่อนย้าย ใช้ หรือเปลี่ยนการใช้อาคารอันเกี่ยวกับการนั้นด้วย ถ้าผู้ยื่นขอรับใบอนุญาตมีคำขอให้ผู้อนุญาตตามพระราชบัญญัตินี้มีอำนาจออกใบอนุญาตหรือใบรับแจ้งหรือใบรับรองการใช้อาคารควบคุมการใช้สำหรับการดังกล่าวได้แล้วแต่กรณีตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และเมื่อมีการดำเนินการตามนั้นไปเสร็จแล้ว ให้ส่งเอกสารหลักฐานต่าง ๆ ให้แก่ผู้มีอำนาจหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร เพื่อรับช่วงการดำเนินการต่อไป

มาตรา 21 การขอรับใบอนุญาต การออกใบอนุญาต และอายุใบอนุญาต ในการประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 3 ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนด ในกฎกระทรวง

มาตรา 22 ผู้ประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 3 ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงที่ออกตาม มาตรา 7 ในการอนุญาตให้ประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 3 ผู้อนุญาตจะกำหนดเงื่อนไขใด ๆ ตามควรแก่กรณีก็ได้ และจะกำหนดจำนวนปริมาณสูงสุดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผู้ได้รับใบอนุญาตอาจมีไว้ในครอบครองด้วยก็ได้ใบอนุญาตที่ออกไปแล้วนั้น ถ้าต่อมามีเหตุสำคัญเพื่อคุ้มครองความปลอดภัย หรือกฎหมายหรือพหุติการณ์ได้เปลี่ยนแปลงไป ให้ผู้อนุญาตมีอำนาจสั่งแก้ไขเพิ่มเติมเงื่อนไขในการอนุญาตได้ตามความจำเป็น ถ้าเป็นการอนุญาตให้ประกอบกิจการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อให้รัฐมนตรีประกาศกำหนดเขตระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อและเครื่องหมายแสดงเขตในราชกิจจานุเบกษา และให้ผู้ได้รับใบอนุญาตดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรา 34 โดยอนุโลม และให้นำมาตรา 37 และมาตรา 39 มาใช้บังคับโดยอนุโลม

มาตรา 23 การขอต่ออายุใบอนุญาต ให้ผู้รับใบอนุญาตยื่นคำขอก่อนวันที่ใบอนุญาตสิ้นอายุ เมื่อได้ยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ถือว่าผู้ยื่นคำขออยู่ในฐานะผู้รับใบอนุญาตจนกว่าจะได้รับแจ้งคำสั่งไม่อนุญาตให้ต่ออายุใบอนุญาต การยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาตและการให้ต่ออายุใบอนุญาต ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 24 คำสั่งไม่ออกใบอนุญาตหรือไม่ต่ออายุใบอนุญาต ผู้ขออนุญาต หรือผู้ขอต่ออายุใบอนุญาตมีสิทธิอุทธรณ์ต่อรัฐมนตรีได้ภายในสามสิบวันนับแต่วันที่ได้รับแจ้งคำสั่ง รัฐมนตรีต้องวินิจฉัยอุทธรณ์ตามวรรคหนึ่งให้แล้วเสร็จภายในหกสิบวันนับแต่วันได้รับอุทธรณ์ คำวินิจฉัยของรัฐมนตรีให้เป็นที่สุด

มาตรา 25 ผู้รับใบอนุญาตจะโอนกิจการตามที่ได้รับอนุญาตให้แก่บุคคลอื่นไม่ได้ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากผู้อนุญาตการยื่นคำขอโอนใบอนุญาตและการออกใบอนุญาตให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 26 ในกรณีผู้รับใบอนุญาตตายหรือสิ้นสภาพนิติบุคคลหรือตกเป็นบุคคลล้มละลาย ให้ทายาทหรือผู้ชำระบัญชีหรือเจ้าพนักงานพิทักษ์ทรัพย์ยื่นคำขอต่อผู้อนุญาต เพื่อรับโอนใบอนุญาต ภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่ผู้รับใบอนุญาตตายหรือสิ้นสภาพนิติบุคคล หรือตกเป็นบุคคลล้มละลายแล้วแต่กรณี หรือภายในระยะเวลาที่ผู้อนุญาตขยายเวลาให้ตามความจำเป็นถ้ามิได้ยื่นคำขอภายในระยะเวลาที่กำหนดให้ถือว่าใบอนุญาตสิ้นอายุ หากจะประกอบกิจการตามใบอนุญาตนั้นต่อไปให้ดำเนินการขอรับใบอนุญาตใหม่ ในระหว่างระยะเวลาตามวรรคหนึ่งให้ถือเสมือนว่าทายาทหรือผู้ชำระบัญชี หรือเจ้าพนักงานพิทักษ์ทรัพย์ซึ่งเข้าประกอบกิจการตามใบอนุญาตนั้นเป็นผู้รับใบอนุญาต ในกรณีที่ผู้รับใบอนุญาตถูกศาลสั่งให้เป็นคนไร้ความสามารถ ให้นำความในสองวรรคก่อนมาใช้บังคับแก่ผู้อนุบาลโดยอนุโลม

มาตรา 27 ผู้รับใบอนุญาตต้องแสดงใบอนุญาตไว้ในที่เปิดเผยเห็นได้ง่าย ณ สถานที่ประกอบการที่ระบุไว้ในใบอนุญาต

มาตรา 28 ถ้าใบอนุญาตสูญหายหรือถูกทำลายในสาระสำคัญ ให้ผู้รับใบอนุญาตแจ้งต่อผู้อนุญาตและยื่นคำขอรับใบแทนใบอนุญาตภายในสิบห้าวันนับแต่วันที่ได้ทราบถึงการสูญหายหรือถูกทำลายดังกล่าว การขอรับใบแทนใบอนุญาตและการออกใบแทนใบอนุญาตให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 29 ให้รัฐมนตรีมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดให้ท้องที่หนึ่งท้องที่ใดเป็นเขตห้ามประกอบกิจการควบคุมตามมาตรา 17 อย่างหนึ่งอย่างใดหรือทุกอย่างได้

มาตรา 30 ในกรณีที่ได้มีการออกกฎกระทรวงตามมาตรา 29 แล้ว ห้ามมิให้มีการประกอบกิจการควบคุมตามที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงดังกล่าวความในวรรคหนึ่งมิให้ใช้บังคับแก่ผู้ซึ่งประกอบกิจการควบคุมในเขตห้ามประกอบกิจการควบคุมอยู่ก่อนที่จะมีกฎกระทรวงตามมาตรา 29 ใช้บังคับ และจะประกอบกิจการควบคุมนั้นต่อไป เมื่อมีกฎกระทรวงดังกล่าวแล้ว แต่ถ้าอธิบดีกรมโยธาธิการเห็นว่าการประกอบกิจการควบคุมเช่นนั้นต่อไปจะขัดต่อเจตนารมณ์ของการมีกฎกระทรวงดังกล่าว หรืออาจมีผลกระทบกระเทือนต่อการป้องกันเหตุเดือดร้อนรำคาญ หรือความเสียหายหรืออันตรายที่จะมีผลกระทบต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม หรือการกำหนดแนวทาง หรือลักษณะการดำเนินการเกี่ยวกับการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง ไม่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคม อธิบดีกรมโยธาธิการมีอำนาจออกคำสั่งกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการประกอบกิจการควบคุมนั้นได้ และจะส่งเป็นหนังสือถึงผู้ประกอบกิจการควบคุมให้แก้ไขเปลี่ยนแปลง หรือระงับการกระทำใดภายในระยะเวลาที่เห็นสมควรก็ได้ แต่ถ้าการปฏิบัติตามคำสั่งดังกล่าวทำให้ผู้ประกอบกิจการควบคุมนั้นต้องเสียหายหรือขาดประโยชน์ที่เคยได้รับเกินสมควรให้ผู้นั้นมีสิทธิได้รับค่าทดแทนตามความเป็นธรรม ในกรณีที่ผู้ประกอบกิจการควบคุมซึ่งได้รับคำสั่งจากอธิบดีกรมโยธาธิการตามวรรคสองไม่พอใจในคำสั่งดังกล่าว ให้อุทธรณ์ต่อรัฐมนตรีได้ภายในสามสิบวันนับแต่วันที่ได้รับแจ้งคำสั่ง รัฐมนตรีต้องวินิจฉัยอุทธรณ์ตามวรรคสามให้แล้วเสร็จภายในหกสิบวันนับแต่วันที่ได้รับอุทธรณ์ คำวินิจฉัยของรัฐมนตรีให้เป็นที่สุด

#### หมวด 4 บริการของรัฐเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง

มาตรา 31 คณะรัฐมนตรีอาจอนุมัติให้หน่วยงานของรัฐหน่วยงานหนึ่งหน่วยงานใดเป็นผู้ดำเนินการจัดให้มีคลังน้ำมันเชื้อเพลิง หรือระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อเพื่อให้บริการในด้านการใช้เป็นสถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงหรือการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงได้ หน่วยงานของรัฐที่เป็นผู้ดำเนินการต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด ในกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 7

มาตรา 32 เมื่อมีความจำเป็นที่หน่วยงานของรัฐจะต้องได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์เพื่อสร้างคลังน้ำมันเชื้อเพลิงหรือระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ ให้ดำเนินการเวนคืนตามกฎหมายว่าด้วยการเวนคืนอสังหาริมทรัพย์

มาตรา 33 เพื่อประโยชน์ในการสร้างหรือบำรุงรักษากลิ้งน้ำมันเชื้อเพลิง หรือระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ ให้เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานของรัฐที่เป็นผู้ดำเนินการมีอำนาจเข้าไปใช้สอยหรือครอบครองอสังหาริมทรัพย์ซึ่งมิใช่ที่อยู่อาศัยของบุคคลใดเป็นการชั่วคราวได้ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1) การใช้สอยหรือเข้าครอบครองนั้นเป็นการจำเป็นสำหรับการสำรวจ หรือสร้างหรือบำรุงรักษากลิ้งน้ำมันเชื้อเพลิงหรือระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ หรือเป็นจำเป็นสำหรับการป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่จะเกิดแก่คลังน้ำมันเชื้อเพลิงหรือระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ

(2) หน่วยงานของรัฐนั้นได้ออกกล่าวให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองอสังหาริมทรัพย์ทราบล่วงหน้าแล้ว โดยแจ้งเป็นหนังสือให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองอสังหาริมทรัพย์ทราบภายในเวลาอันสมควรแต่ต้องไม่น้อยกว่าเจ็ดวัน เว้นแต่ในกรณีที่ไม่อาจติดต่อกับเจ้าของ หรือผู้ครอบครองอสังหาริมทรัพย์ได้ให้ประกาศให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองอสังหาริมทรัพย์นั้นทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่าสามสิบวัน การประกาศให้ทำเป็นหนังสือปิดไว้ ณ ที่ซึ่งอสังหาริมทรัพย์นั้นตั้งอยู่ และ ณ สำนักงานเขตหรือที่ว่าการอำเภอ ที่ทำการกำนัน และที่ทำการผู้ใหญ่บ้านแห่งท้องที่

เพื่อสังหาริมทรัพย์นั้นตั้งอยู่ ทั้งนี้ ให้แจ้งกำหนดวันเวลาและการที่จะกระทำนั้นไว้ด้วยในกรณีที่มีการปฏิบัติตามมาตรานี้ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เจ้าของหรือผู้ครอบครองสังหาริมทรัพย์หรือผู้ทรงสิทธิอื่น บุคคลนั้นย่อมเรียกค่าทดแทนจากหน่วยงานของรัฐได้

มาตรา 34 ให้หน่วยงานของรัฐประกาศกำหนดเขตระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ และเครื่องหมายแสดงเขตในราชกิจจานุเบกษา และปิดประกาศดังกล่าวไว้ ณ สำนักงานเขตหรือที่ว่าการอำเภอแห่งท้องที่ที่ระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อนั้นตั้งอยู่กับให้จัดทำเครื่องหมายแสดงไว้ในบริเวณเขตระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อตามหลักเกณฑ์ที่กรมโยธาธิการกำหนด

มาตรา 35 ในการจัดทำระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ หน่วยงานของรัฐมีอำนาจดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

(1) วางระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อไปได้เหนือตาม หรือข้ามที่ดินของบุคคลใด

(2) รื้อถอนอาคารหรือโรงเรือนซึ่งมีใช้ที่อยู่อาศัยของบุคคลใด ๆ หรือทำลายสิ่งอื่นที่สร้างหรือทำขึ้น หรือทำลาย หรือตัดฟันต้นไม้ หรือรากของต้นไม้ หรือพืชผลในเขตระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ ก่อนที่จะดำเนินการตาม (1) หรือ (2) ให้หน่วยงานของรัฐแจ้งเป็นหนังสือให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองทรัพย์สินที่เกี่ยวข้องทราบและให้นำมาตรา 33 บรรคหนึ่ง (2) มาใช้บังคับโดยอนุโลมเจ้าของหรือผู้ครอบครองทรัพย์สินตามวรรคหนึ่งอาจอุทธรณ์เหตุที่ไม่สมควรทำเช่นนั้นต่อรัฐมนตรีได้ภายในสามสิบวันนับแต่วันที่ได้รับหนังสือแจ้ง รัฐมนตรีต้องวินิจฉัยอุทธรณ์ตามวรรคสามให้แล้วเสร็จภายในหกสิบวันนับแต่วันที่รับอุทธรณ์ คำวินิจฉัยของรัฐมนตรีให้เป็นไปที่สุด

มาตรา 36 ให้หน่วยงานของรัฐจ่ายค่าทดแทนแก่เจ้าของหรือผู้ทรงสิทธิในที่ดินอาคาร โรงเรือน หรือสิ่งปลูกสร้างในกรณีดังต่อไปนี้

(1) การใช้ที่ดินที่ประกาศกำหนดเป็นเขตระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อตาม

มาตรา 34

(2) การใช้ที่ดินวางระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อตามมาตรา 35 (1)

(3) การกระทำตามมาตรา 35 (2)

ค่าทดแทนตามวรรคหนึ่ง ให้คำนวณจากความเสียหายตามความเป็นจริง รวมทั้งค่าขาดประโยชน์จากการใช้สอยสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวนั้นด้วย

มาตรา 37 ห้ามมิให้ผู้ใดกระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดอันอาจเป็นอันตรายต่อระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ รวมทั้งอุปกรณ์ของระบบดังกล่าวนี้

มาตรา 38 ในเขตระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ ไม่ว่าบนบกหรือในน้ำ หรือใต้พื้นท้องน้ำหรือพื้นท้องทะเล ห้ามมิให้ผู้ใดปลูกสร้างอาคาร โรงเรือน ต้นไม้หรือสิ่งอื่นใดติดตั้งสิ่งใดเจาะหรือขุดพื้นดิน ถมดิน ทิ้งสิ่งของ หรือกระทำความผิดประการใด ๆ ที่อาจทำให้เกิดอันตรายหรือเป็นอุปสรรคแก่ระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากรัฐมนตรี ในกรณีเช่นนี้ให้รัฐมนตรีอนุญาตได้เมื่อได้รับฟังความเห็นของหน่วยงานของรัฐผู้ดำเนินการแล้วปรากฏว่าการกระทำความดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม และในการอนุญาตรัฐมนตรีจะกำหนดเงื่อนไขอย่างใดด้วยหรือไม่ก็ได้ ถ้ามีการฝ่าฝืนให้รัฐมนตรีมีอำนาจสั่งให้ผู้ฝ่าฝืนรื้อถอน ขนย้าย ตัดฟัน ทำลาย หรือกระทำการใด ๆ ได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดถ้าผู้นั้นไม่ปฏิบัติตาม หรือในกรณีที่หาตัวผู้ฝ่าฝืนไม่ได้ เมื่อได้ประกาศคำสั่งไว้ ณ บริเวณนั้น และ ณ สำนักงานเขตหรือที่ว่าการอำเภอ ที่ทำการกำนันและที่ทำการผู้ใหญ่บ้านแห่งท้องที่นั้นเป็นเวลาไม่น้อยกว่าเจ็ดวันแล้ว และไม่มีการปฏิบัติตามคำสั่งนั้น รัฐมนตรีอาจมีคำสั่งให้หน่วยงานของรัฐเข้ารื้อถอน ขนย้าย ตัดฟัน ทำลาย หรือกระทำการใด ๆ ได้ตามควรแก่กรณี โดยผู้ใดจะเรียกร้องค่าเสียหายมิได้และผู้ฝ่าฝืนต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายตามจำนวนที่จ่ายจริงในการนั้นพร้อมกับเงินเพิ่มในอัตราร้อยละสามสิบต่อปีของค่าใช้จ่ายดังกล่าวโดยคำนวณตั้งแต่วันที่หน่วยงานของรัฐได้เข้าดำเนินการจนถึงวันที่ได้รับชำระค่าใช้จ่ายและเงินเพิ่มครบถ้วน

มาตรา 39 ในกรณีมีการประกาศกำหนดเขตระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ ในแม่น้ำ ลำคลอง ทะเล หรือทางสัญจรทางน้ำแห่งใด ไม่ว่าจะอยู่ในราชอาณาจักรหรือไม่ ห้ามมิให้ผู้ใดทอดสมเรือ หรือเกาสมอ หรือลากแห อวน หรือเครื่องจับสัตว์อย่างใด ๆ ในเขตเหล่านั้น เมื่อเรือใดแล่นข้ามเขตระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ ถ้ามิได้ชักสมอขึ้นพ้นจากน้ำจนแลเห็นได้ ให้ถือว่ากระทำความผิดนั้นมิใช่เป็นการเกาสมอแล้ว

มาตรา 40 เพื่อประโยชน์แห่งความปลอดภัย ให้หน่วยงานของรัฐมีอำนาจทำลาย หรือ ตัดฟันต้น กิ่ง รากของต้นไม้ หรือสิ่งอื่นใดที่อยู่ใกล้คลั่งน้ำมันเชื้อเพลิงหรือระบบการขนส่งน้ำมัน เชื้อเพลิงทางท่อ แต่ต้องแจ้งเป็นหนังสือให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองต้นไม้ หรือสิ่งนั้นทราบ ล่วงหน้าภายในเวลาอันสมควร ถ้าไม่อาจติดต่อกับเจ้าของหรือผู้ครอบครองได้ให้หน่วยงานของรัฐ มีอำนาจดำเนินการได้ตามที่เห็นสมควร ในกรณีที่ต้นไม้หรือสิ่งอื่นใดมีอยู่ก่อนการสร้างคลั่งน้ำมัน เชื้อเพลิง หรือระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ ให้หน่วยงานของรัฐจ่ายค่าทดแทนตาม ความเป็นธรรมให้แก่เจ้าของหรือผู้ครอบครองต้นไม้หรือสิ่งนั้น ตามสมควรแก่กรณี

มาตรา 41 ในกรณีที่จำเป็นและเร่งด่วน หน่วยงานของรัฐมีอำนาจเข้าไปในที่ดินหรือ สถานที่ของบุคคลใดในเวลาใดเพื่อตรวจ ซ่อมแซม หรือแก้ไขระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทาง ท่อได้ แต่ถ้าเจ้าของหรือผู้ครอบครองอยู่ ณ ที่นั้นด้วย ก็ให้แจ้งให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองทราบก่อน

มาตรา 42 ในการกระทำการกิจการตามมาตรา 40 หรือมาตรา 41 หน่วยงานของรัฐต้องพยายาม มิให้เกิดความเสียหายแต่ถ้าเกิดความเสียหายขึ้นหน่วยงานของรัฐต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายนั้น

มาตรา 43 เพื่อประโยชน์ในการดำเนินงาน คณะรัฐมนตรีอาจอนุมัติให้เอกชนรายใด เป็นผู้รับสัมปทานในการจัดให้มีคลั่งน้ำมันเชื้อเพลิงหรือระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อตาม หมวดนี้ก็ได้ การขอรับสัมปทานให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนด ในกฎกระทรวง ผู้ยื่นคำขอต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 44 การยื่นขอสัมปทานให้ยื่นต่ออธิบดีกรมโยธาธิการ และให้อธิบดีกรมโยธาธิการ ทำเรื่องเสนอคณะกรรมการเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการให้สัมปทาน และเงื่อนไขในการให้ สัมปทานประกอบการพิจารณาของคณะรัฐมนตรีต่อไป

มาตรา 45 ผู้รับสัมปทานจะโอนสัมปทานได้ต่อเมื่อมีเหตุอันควรและคณะรัฐมนตรีได้ พิจารณาแล้วเห็นว่าผู้รับโอนมีคุณสมบัติตามมาตรา 43 วรรคสาม และอนุญาตให้โอนสัมปทานได้ ผู้รับโอนสัมปทานตามวรรคหนึ่งต้องรับไปซึ่งสิทธิ หน้าที่ และความรับผิดชอบทั้งหมดของผู้รับ สัมปทานรายเดิม

มาตรา 46 ในกรณีที่ผู้รับสัมปทานตายหรือสิ้นสภาพนิติบุคคลหรือตกเป็นบุคคลล้มละลาย ให้ทายาทหรือผู้ชำระบัญชีหรือเจ้าพนักงานพิทักษ์ทรัพย์ แล้วแต่กรณี เป็นผู้มีสิทธิแสดงเจตนา ในการโอนสัมปทานตามมาตรา 45 การแสดงเจตนาในการโอนสัมปทานตามวรรคหนึ่ง ให้เป็นไปตามวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 47 การโอนสัมปทานตามมาตรา 45 และมาตรา 46 ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 48 ในกรณีที่ผู้รับสัมปทานไม่ได้รับอนุญาตให้โอนสัมปทาน ให้รัฐมนตรีมีหนังสือ แจ้งให้ผู้รับสัมปทานทราบพร้อมทั้งเหตุผลภายในสามสิบวันนับแต่วันที่รัฐมนตรีมีคำสั่ง

มาตรา 49 กิจการตามที่ได้รับสัมปทานจะตกเป็นของรัฐเมื่อใดให้เป็นไปตามที่กำหนด ในสัมปทาน

มาตรา 50 ในกรณีมีเหตุจำเป็นเพื่อประโยชน์สาธารณะ รัฐมีอำนาจเข้ายึดถือครอบครอง กิจการที่ได้รับสัมปทาน โดยรัฐจะต้องใช้ค่าทดแทนให้แก่ผู้รับสัมปทานตามที่กำหนดในสัมปทาน ในกรณีที่สัมปทานมิได้กำหนดเรื่องค่าทดแทนไว้ ให้ใช้ค่าทดแทนโดยคำนึงถึงประโยชน์ที่ผู้รับ สัมปทานควรได้รับตามความเป็นธรรม ให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีหนังสือแจ้งให้ผู้รับสัมปทานมารับ เงินทดแทนภายในเวลาที่กำหนด ถ้าผู้รับสัมปทานไม่มารับเงินภายในกำหนดเวลาที่ได้รับแจ้ง ให้พนักงานเจ้าหน้าที่นำเงินค่าทดแทนไปฝากไว้กับธนาคารออมสินในชื่อของผู้รับสัมปทาน

มาตรา 51 ในกรณีที่ผู้รับสัมปทานมีความจำเป็นจะต้องได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์เพื่อสร้าง คลังน้ำมันเชื้อเพลิงหรือระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อตามที่กำหนดไว้ในสัมปทาน และ ผู้รับสัมปทานไม่สามารถดำเนินการให้ได้มาซึ่งอสังหาริมทรัพย์เพื่อการนั้นโดยวิธีอื่น ให้กรมโยธาธิการ เป็นผู้ดำเนินการเวนคืนตามกฎหมายว่าด้วยการเวนคืนอสังหาริมทรัพย์ โดยผู้รับสัมปทาน เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายและค่าทดแทน

มาตรา 52 ให้นำบทบัญญัติตามความในหมวดนี้ที่ใช้บังคับแก่การดำเนินการของหน่วยงาน ของรัฐมาใช้บังคับแก่ผู้รับสัมปทานโดยอนุโลม

## หมวด 5

### การควบคุมและตรวจสอบ

มาตรา 53 เพื่อปฏิบัติการให้เป็นไปตามพระราชบัญญัตินี้ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจและหน้าที่ดังต่อไปนี้

(1) เข้าไปในอาคาร สถานที่ หรือยานพาหนะที่ดำเนินการ หรือมีเหตุสงสัยว่าจะมีการดำเนินการควบคุมตามมาตรา 17 หรือคลังน้ำมันเชื้อเพลิงหรือเขตรบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อตามหมวด 4 ในเวลาระหว่างพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตก หรือในเวลาทำการของสถานที่นั้นเพื่อตรวจสอบอาคาร สถานที่ ยานพาหนะ หรือการกระทำใดที่อาจเป็นการฝ่าฝืนบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัตินี้ หรือไม่ปฏิบัติตามที่กำหนดในสัมปทาน

(2) นำตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงที่สงสัยในปริมาณพอสมควรเพื่อใช้ในการตรวจสอบ พร้อมกับเอกสารที่เกี่ยวข้อง

(3) ตรวจ คั่น กัก ยึด หรืออายัดน้ำมันเชื้อเพลิง ถังหรือภาชนะบรรจุท่อส่งน้ำมันเครื่อง อุปกรณ์ หรือสิ่งใด ๆ ที่เกี่ยวข้องในกรณีที่มีเหตุสงสัยว่ามีการฝ่าฝืน หรือไม่ปฏิบัติตามบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัตินี้ หรือไม่เป็นไปตามที่กำหนดในสัมปทาน หรืออาจก่อให้เกิดความเสียหายหรืออันตรายที่จะมีผลกระทบต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม

(4) มีหนังสือเรียกบุคคลใดมาให้ถ้อยคำ หรือให้ส่งเอกสารหรือวัตถุใดมาเพื่อประกอบการพิจารณา

(5) ตรวจสอบและรวบรวมข้อเท็จจริงแล้วรายงานต่อผู้อนุญาตหรือรัฐมนตรีแล้วแต่กรณี ในกรณีที่ผู้ประกอบกิจการควบคุมตามมาตรา 17 หรือผู้รับสัมปทานได้กระทำผิด หรือทำให้เกิดความเสียหายเพราะเหตุไม่ปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้หรือตามที่กำหนดในสัมปทาน

มาตรา 54 ในกรณีพนักงานเจ้าหน้าที่พบว่าผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ หรือตามเงื่อนไขที่ผู้อนุญาตกำหนดตามมาตรา 22 หรือผู้รับสัมปทานผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้หรือตามที่กำหนดในสัมปทานหรือการดำเนินการมีสภาพที่อาจก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ ความเสียหาย หรืออันตรายที่จะมีผลกระทบต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือ สิ่งแวดล้อม ให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจสั่งให้ผู้นั้นระงับการกระทำที่ฝ่าฝืน หรือแก้ไขหรือปรับปรุง หรือปฏิบัติให้ถูกต้องหรือเหมาะสมภายในระยะเวลาที่กำหนดก็ได้

มาตรา 55 ในกรณีที่ผู้ประกอบกิจการควบคุมตามมาตรา 17 ไม่แก้ไข หรือปรับปรุงหรือปฏิบัติให้ถูกต้องตามคำสั่งตามมาตรา 54 ภายในเวลาที่กำหนด ให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจสั่งห้ามประกอบกิจการต่อไป หรือให้ผู้อนุญาตเพิกถอนใบอนุญาต แล้วแต่กรณี และถ้าน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอยู่มีปริมาณมากกว่าที่จะมีไว้ในครอบครอง หรือที่ได้รับอนุญาต หรืออาจก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้ ก็ให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

(1) สั่งให้ผู้ประกอบกิจการขนย้ายน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดหรือบางส่วนไปไว้ยังสถานที่ที่ปลอดภัยภายในระยะเวลาที่พนักงานเจ้าหน้าที่กำหนด

(2) ในกรณีจำเป็นพนักงานเจ้าหน้าที่อาจเข้าดำเนินการขนย้ายน้ำมันเชื้อเพลิงหรือมอบหมายให้บุคคลอื่นดำเนินการขนย้ายน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น และนำไปเก็บรักษาไว้ ณ สถานที่ที่ปลอดภัยก็ได้ ในกรณีเช่นนี้ผู้ประกอบกิจการต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการขนย้ายและการเก็บรักษานั้นตามจำนวนที่จ่ายจริงรวมกับเบี้ยปรับในอัตราร้อยละสามสิบต่อปีของเงินจำนวนดังกล่าว

มาตรา 56 ในกรณีที่ผู้รับสัมปทานไม่แก้ไขหรือปรับปรุงหรือปฏิบัติให้ถูกต้องตามคำสั่งตามมาตรา 54 ภายในเวลาที่กำหนด ให้รัฐมนตรีพิจารณาเกี่ยวกับการเพิกถอนสัมปทานโดยไม่ชักช้า ถ้ารัฐมนตรีเพิกถอนสัมปทานให้กิจการที่ได้รับสัมปทานนั้นตกเป็นของรัฐ ในการนี้ให้ผู้รับสัมปทานที่ถูกเพิกถอนดังกล่าวได้รับค่าทดแทน โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่ผู้รับสัมปทานควรได้รับตามความเป็นธรรม และให้นำมาตรา 50 วรรคสอง มาใช้บังคับโดยอนุโลมมาตรา 57 ในกรณีที่ผู้ประกอบกิจการควบคุมหรือผู้รับสัมปทานซึ่งได้รับคำสั่งจากพนักงานเจ้าหน้าที่ตามมาตรา 54 ไม่พอใจในคำสั่งดังกล่าว ให้อุทธรณ์ต่อรัฐมนตรีได้ภายในสามสิบวันนับแต่วันที่ได้รับแจ้งคำสั่ง รัฐมนตรีต้องวินิจฉัยอุทธรณ์ตามวรรคหนึ่งให้แล้วเสร็จภายในหกสิบวันนับแต่วันที่รับอุทธรณ์ คำวินิจฉัยของรัฐมนตรีให้เป็นที่สุด

มาตรา 58 ในการปฏิบัติการตามหน้าที่ พนักงานเจ้าหน้าที่ต้องแสดงบัตรประจำตัวเมื่อผู้ที่เกี่ยวข้องร้องขอบัตรประจำตัวพนักงานเจ้าหน้าที่ให้เป็นไปตามแบบที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา 59 ให้รัฐมนตรีมีอำนาจกำหนดแนวทางและเงื่อนไขสำหรับการปฏิบัติงานของพนักงานเจ้าหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้ได้ตามความเหมาะสม

มาตรา 60 ให้มีคณะกรรมการอุทธรณ์คณะหนึ่งประกอบด้วยปลัดกระทรวงมหาดไทย เป็นประธานกรรมการ อธิบดีกรมการผังเมือง อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ ผู้แทนสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา ผู้แทนสำนักงานอัยการสูงสุด และผู้ทรงคุณวุฒิอีกสามคน ซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้งเป็นกรรมการ ให้อธิบดีกรมโยธาธิการเป็นกรรมการและเลขานุการและให้อธิบดีกรมโยธาธิการแต่งตั้งข้าราชการของกรมโยธาธิการอีกไม่เกินสองคนเป็นผู้ช่วยเลขานุการกรรมการ ผู้ทรงคุณวุฒิที่คณะรัฐมนตรีแต่งตั้งตามวรรคหนึ่งต้องเป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญมีผลงานเกี่ยวกับสาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และเคยเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงหรือธุรกิจน้ำมันเชื้อเพลิง ให้คณะกรรมการอุทธรณ์มีหน้าที่ให้ความเห็นต่อรัฐมนตรีในการพิจารณาวินิจฉัยอุทธรณ์ตามพระราชบัญญัตินี้ให้นำมาตรา 10 มาตรา 11 มาตรา 12 มาตรา 13 มาตรา 14 และมาตรา 15 มาใช้บังคับแก่คณะกรรมการอุทธรณ์โดยอนุโลม

## หมวด 6

### บทกำหนดโทษ

---

มาตรา 61 ผู้ใดไม่มาให้ถ้อยคำ หรือไม่ส่งเอกสารหรือวัตถุใด ๆ ตามที่คณะกรรมการหรือคณะอนุกรรมการสั่งตามมาตรา 15 หรือที่พนักงานเจ้าหน้าที่มีหนังสือเรียกตามมาตรา 53 (4) ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งเดือน หรือปรับไม่เกินสองพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 62 ผู้ใดประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 1 โดยไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 7 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสามเดือน หรือปรับไม่เกินสามหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 63 ผู้ใดประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 2 โดยไม่แจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อนหรือไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 7 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 64 ผู้ใดประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 2 โดยแจ้งการประกอบกิจการไม่ถูกต้องครบถ้วนตามที่กำหนดในกฎกระทรวงซึ่งออกตามมาตรา 19 วรรคสอง ต้องระวางโทษปรับไม่เกินห้าหมื่นบาท ผู้ประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 2 ผู้ใดไม่แจ้งการประกอบกิจการให้ถูกต้องครบถ้วนตามคำสั่งของพนักงานเจ้าหน้าที่ตามมาตรา 19 วรรคสี่ ต้องระวางโทษปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท และให้ศาลสั่งให้เลิกการประกอบกิจการ

มาตรา 65 ผู้ใดประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 3 โดยไม่ได้รับอนุญาต ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปีหรือปรับไม่เกินสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 66 ผู้ใดประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 3 โดยไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 7 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 67 ผู้รับสัมปทานผู้ใดไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 7 ต้องระวางโทษตามที่กำหนดไว้ในมาตรา 62 มาตรา 63 หรือมาตรา 66 แล้วแต่กรณี

มาตรา 68 ผู้ประกอบกิจการควบคุมประเภทที่ 3 ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามมาตรา 27 หรือมาตรา 28 วรรคหนึ่ง ต้องระวางโทษปรับไม่เกินห้าพันบาท

มาตรา 69 ผู้ใดประกอบกิจการควบคุมโดยฝ่าฝืนมาตรา 30 วรรคหนึ่ง

(1) ในกรณีที่เป็นกิจการควบคุมประเภทที่ 1 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(2) ในกรณีที่เป็นกิจการควบคุมประเภทที่ 2 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(3) ในกรณีที่เป็นกิจการควบคุมประเภทที่ 3 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสี่ปี หรือปรับไม่เกินสี่แสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 70 ผู้ประกอบกิจการควบคุมตามมาตรา 17 ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของอธิบดีกรมโยธาธิการที่สั่งตามมาตรา 30 วรรคสอง ต้องระวางโทษปรับจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับและให้ศาลสั่งให้เลิกประกอบกิจการ

มาตรา 71 ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของพนักงานเจ้าหน้าที่ที่สั่งตามมาตรา 54 โดยไม่มีเหตุผลอันควร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับและให้ศาลสั่งให้เลิกประกอบกิจการ

มาตรา 72 ผู้ใดไม่ให้ความสะดวกแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ซึ่งปฏิบัติหน้าที่ตามมาตรา 33 มาตรา 35 หรือมาตรา 40 หรือมาตรา 41 หรือมาตรา 53 (1) (2) หรือ (3) หรือตามมาตรา 55 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งเดือน หรือปรับไม่เกินสองพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 73 ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 37 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ ถ้าการกระทำนั้นเป็นเหตุให้ระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อหรืออุปกรณ์ของระบบดังกล่าวถูกทำลาย เสียหาย เสื่อมค่า หรือไร้ประโยชน์ ผู้กระทำความผิดต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสิบปี หรือปรับไม่เกินสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 74 ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 38 หรือไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่ได้รับอนุญาตตามมาตรา 38 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 75 ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 39 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ ถ้าการกระทำนั้นเป็นเหตุให้ระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อหรืออุปกรณ์ของระบบดังกล่าวถูกทำลาย เสียหาย เสื่อมค่า หรือไร้ประโยชน์ ผู้กระทำความผิดต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี หรือปรับไม่เกินสี่หมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ ในระหว่างการพิจารณาคดีการกระทำความผิดตามมาตรา 75 นี้ ให้ศาลมีอำนาจกักเรือไว้จนกว่าจะมีการชำระค่าปรับตามคำพิพากษาของศาล

มาตรา 76 ผู้ใดทำให้เครื่องหมายแสดงเขตระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อเคลื่อนที่หรือทำให้เสียหายด้วยประการใด ๆ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสามปี หรือปรับไม่เกินหกหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 77 ถ้าการกระทำความผิดตามมาตรา 73 มาตรา 74 มาตรา 75 หรือมาตรา 76 เป็นเหตุให้ประชาชนขาดความสะดวก หรือน่าจะเป็นเหตุให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม ผู้กระทำความผิดต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินห้าปี หรือปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ ถ้าเป็นเหตุให้บุคคลอื่นได้รับอันตรายสาหัส ผู้กระทำความผิดต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสิบปี หรือปรับไม่เกินสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ ถ้าเป็นเหตุให้บุคคลอื่นถึงแก่ความตาย ผู้กระทำความผิดต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินยี่สิบปี หรือปรับไม่เกินสี่แสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา 78 ในกรณีที่ผู้กระทำความผิดซึ่งต้องรับโทษตามพระราชบัญญัตินี้เป็นนิติบุคคล ให้กรรมการผู้จัดการ ผู้จัดการ หรือบุคคลใดซึ่งรับผิดชอบในการดำเนินงาน ของนิติบุคคลนั้น ต้องระวางโทษตามที่บัญญัติไว้สำหรับความผิดนั้น ๆ ด้วย เว้นแต่จะพิสูจน์ได้ว่าการกระทำนั้นได้กระทำโดยตนมิได้รู้เห็นหรือยินยอมด้วย

มาตรา 79 บรรดาความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ที่มีโทษปรับสถานเดียว หรือโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปีหรือปรับให้คณะกรรมการมีอำนาจเปรียบเทียบปรับได้ และคณะกรรมการอาจมอบอำนาจให้คณะกรรมการหรือพนักงานเจ้าหน้าที่ใช้อำนาจดังกล่าวด้วยก็ได้ ในกรณีที่พนักงานสอบสวนพบว่าผู้ใดกระทำความผิดตามวรรคหนึ่ง และผู้นั้นยินยอมให้เปรียบเทียบปรับให้พนักงานสอบสวนส่งเรื่องให้คณะกรรมการหรือผู้ซึ่งได้รับมอบอำนาจภายในเจ็ดวันนับแต่วันที่ผู้นั้นแสดงความยินยอมให้เปรียบเทียบปรับ เมื่อได้เสียค่าปรับตามที่เปรียบเทียบภายในสามสิบวันนับแต่วันที่มีการเปรียบเทียบ ให้ถือว่าคดีเลิกกันตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา ถ้าผู้ต้องหาไม่ยินยอมตามที่เปรียบเทียบ หรือยินยอมแล้วไม่ชำระเงินค่าปรับภายในกำหนดเวลาดังกล่าว ให้ดำเนินคดีต่อไป

มาตรา 80 ในการพิจารณาพิพากษาคดีที่มีการกระทำความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ หรือความผิดตามกฎหมายอื่นในกรณีที่เป็นความผิดหลายเรื่องเกี่ยวพันกันกับความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ ถ้าศาลเห็นว่าการรอกการกำหนดโทษหรือรอกการลงโทษความผิดไว้ โดยกำหนดเงื่อนไขให้ต้องปฏิบัติจะเป็นประโยชน์ยิ่งกว่าในการทำให้สำนึกในการกระทำความผิด หรือป้องกันมิให้เกิดการกระทำความผิดทำนองเดียวกันอีก ศาลที่พิพากษาคความผิดดังกล่าวจะรอกการกำหนดโทษหรือกำหนดโทษแต่รอกการลงโทษความผิดเหล่านั้นไว้ โดยกำหนดเงื่อนไขอย่างหนึ่งอย่างใดให้ผู้กระทำความผิดหรือผู้ซึ่งต้องรับโทษเสมือนเป็นตัวการหรือผู้สนับสนุน ต้องปฏิบัติภายในระยะเวลาที่กำหนดก็ได้ โดยจะเป็นเงื่อนไขให้ดำเนินการหรืองดเว้นการดำเนินการอย่างใดเพื่อให้มีการแก้ไขเยียวยาความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วหรือเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกระทำความผิดเช่นนั้นอีก หรือเพื่อทำประโยชน์อย่างหนึ่งอย่างใดแก่ส่วนรวมก็ได้ ในการนี้ ศาลจะแต่งตั้งบุคคลใดไว้คอยสอดส่องดูแลและแนะนำเพื่อให้การเป็นไปตามคำพิพากษานั้น โดยจะกำหนดให้ผู้กระทำความผิดต้องชำระค่าป่วยการสำหรับการทำงานของบุคคลดังกล่าวไว้ด้วยก็ได้ กรณีที่ศาลจะใช้หรือไม่ใช้มาตรการตามวรรคหนึ่งให้ศาลแสดงผลสำหรับการนั้นไว้ในคำพิพากษาด้วย เงื่อนไขที่กำหนดตามวรรคหนึ่งศาลอาจแก้ไขเพิ่มเติมหรือเพิกถอนหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขขึ้นใหม่ได้ตามความเหมาะสมตามที่ศาลเห็นสมควร ไม่ว่าจะมิคำขอของผู้ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ก็ตาม ถ้าความปรากฏแก่ศาลเองหรือปรากฏตามคำแถลงของผู้ที่เกี่ยวข้องว่าผู้กระทำความผิดไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่ศาลกำหนด ศาลอาจตัดเตือนผู้กระทำความผิด หรือกำหนดโทษสำหรับโทษที่รอกการกำหนดโทษ หรือลงโทษสำหรับโทษที่รอกการลงโทษไว้นั้นก็ได้

มาตรา 81 ในกรณีที่ศาลพิพากษาลงโทษปรับบุคคลใดในความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ ศาลจะกำหนดไว้ในคำพิพากษาให้บุคคลดังกล่าวแบ่งชำระเงินค่าปรับออกเป็นส่วน ๆ ตามระยะเวลาและจำนวนเงินที่ต้องชำระในแต่ละคราวตามที่ศาลเห็นสมควรก็ได้

มาตรา 82 บทบัญญัติมาตรา 80 และมาตรา 81 ให้ใช้บังคับแก่การเปรียบเทียบปรับของ คณะกรรมการหรือผู้ซึ่งได้รับมอบอำนาจโดยอนุโลม

## หมวด 7

### บทเฉพาะกาล

มาตรา 83 คำขออนุญาตใด ๆ และการอนุญาตใด ๆ ที่ได้ให้ไว้ตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง พุทธศักราช 2474 ให้ถือว่าเป็นคำขออนุญาตและการอนุญาตตามพระราชบัญญัตินี้โดยอนุโลม และให้อยู่ในบังคับตามบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัตินี้ มาตรา 84 ภายใต้บังคับมาตรา 83 บรรดาใบอนุญาตที่ออกให้แก่บุคคลใด ตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง พุทธศักราช 2474 ก่อนวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ ให้คงใช้ได้ต่อไปจนสิ้นอายุที่กำหนดไว้

มาตรา 85 ถ้าผู้ประกอบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อที่เข้าลักษณะเป็นกิจการควบคุมประเภทที่ 3 ตามมาตรา 17 แห่งพระราชบัญญัตินี้ซึ่งประกอบกิจการอยู่แล้วก่อนวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับใบอนุญาตภายในกำหนด หนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันที่กฎกระทรวงที่ออกตามมาตราดังกล่าวใช้บังคับ ให้ผู้อนุญาตออกใบอนุญาตตามพระราชบัญญัตินี้ให้แก่ผู้ประกอบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อนั้น ในการอนุญาตตามวรรคหนึ่งให้ผู้อนุญาตมีอำนาจกำหนดเงื่อนไขอย่างหนึ่งอย่างใดให้ผู้รับใบอนุญาตต้องปฏิบัติได้ตามความเหมาะสม โดยให้คำนึงถึงประโยชน์แห่งการป้องกันอัคคีภัย ความมั่นคง แข็งแรง ความปลอดภัย การสาธารณสุข การผังเมือง การอำนวยความสะดวกแก่ การจราจร การป้องกันหรือระงับเหตุเดือดร้อนรำคาญหรือความเสียหาย หรืออันตรายที่จะมีผลกระทบต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม หรือการอื่นใดที่จำเป็นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์แห่งพระราชบัญญัตินี้

มาตรา 86 บรรดาบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง พุทธศักราช 2474 ในส่วนที่เกี่ยวกับหลักเกณฑ์และวิธีการในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงให้คงใช้บังคับต่อไปเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัตินี้ ทั้งนี้จนกว่าจะมีกฎกระทรวง ประกาศ คำสั่ง ระเบียบ หรือข้อบังคับที่ออกตามพระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับแทน ซึ่งต้องไม่เกินหนึ่งปีนับแต่วันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ

มาตรา 87 บรรดากฎกระทรวง ประกาศ คำสั่ง ระเบียบ และข้อบังคับที่ออกตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง พุทธศักราช 2474 ซึ่งใช้บังคับอยู่ในวันก่อนวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับให้คงใช้บังคับต่อไปเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัตินี้จนกว่าจะมีกฎกระทรวง ประกาศ คำสั่ง ระเบียบ หรือข้อบังคับที่ออกตามพระราชบัญญัตินี้ขึ้นใช้แทน

ผู้รับสนองพระบรมราชโองการ

ชวน หลีกภัย

นายกรัฐมนตรี

### เรื่อง ร่างกฎกระทรวงควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2542

คณะรัฐมนตรีเห็นชอบร่างกฎกระทรวงควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2542 ตามที่กระทรวงพลังงานเสนอ และให้สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรีแก้ไขบทบัญญัติอาศัยอำนาจของร่างกฎกระทรวงในเรื่องนี้ให้สอดคล้องกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย (ฉบับชั่วคราว) พุทธศักราช 2549 และให้ดำเนินการต่อไปได้

ร่างกฎกระทรวงควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2542 มีสาระสำคัญดังนี้

1. กำหนดนิยามคำว่า "ไอน้ำมันเชื้อเพลิง" หมายความว่า ไอน้ำมันเบนซิน และให้หมายความรวมถึง ไอของน้ำมันเชื้อเพลิงอื่นที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

2. กำหนดให้มีระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ลักษณะ กล่าวคือ

- ระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง ลักษณะที่ 1 หมายความว่า ระบบป้องกันการแพร่กระจายของไอน้ำมันเชื้อเพลิงไปสู่บรรยากาศ ระหว่างถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงกับรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะถ่ายเทน้ำมัน เชื้อเพลิงหรือระหว่างการถ่ายเทน้ำมันเชื้อเพลิงจากรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงลงสู่ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงใต้พื้นดินในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

- ระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง ลักษณะที่ 2 หมายความว่า ระบบป้องกันการแพร่กระจายของไอน้ำมันเชื้อเพลิงไปสู่บรรยากาศ ระหว่างการถ่ายเทน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงลงสู่ถังน้ำมันเชื้อเพลิงของรถในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

3. กำหนดให้หน่วยควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ความปลอดภัย และส่วนประกอบที่จำเป็นตามมาตรฐานที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา และต้องสามารถควบคุมการปล่อยทิ้งไอน้ำมันเชื้อเพลิงได้ ตามมาตรฐานที่กฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมกำหนด

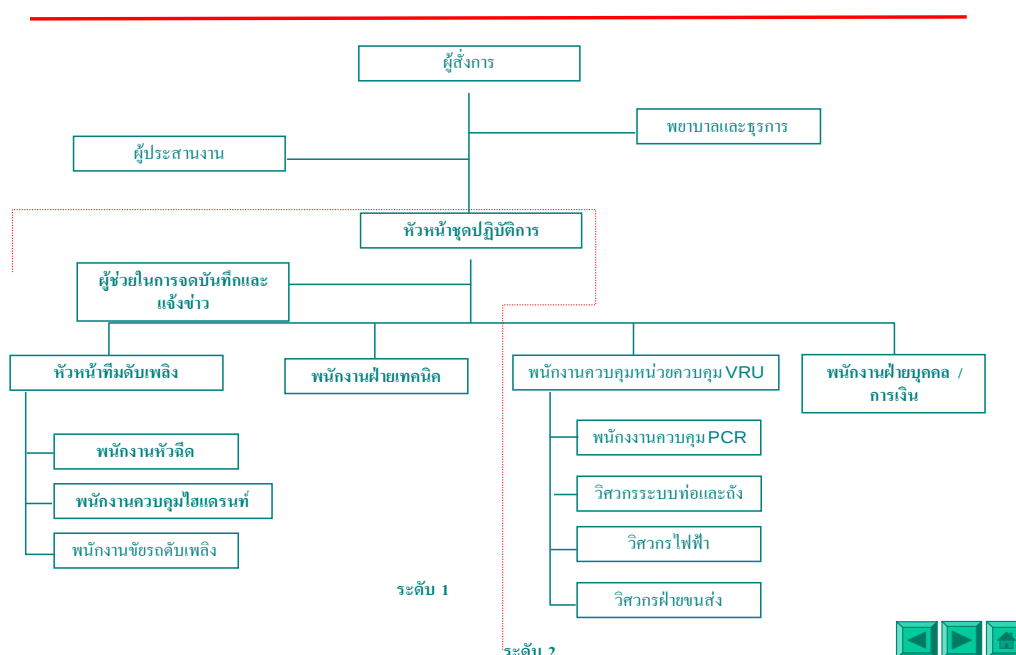
4. ผู้ประกอบกิจการควบคุมต้องตรวจสอบและทดสอบระบบของหน่วยควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การปล่อยทิ้งไอน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นไปตามมาตรฐานที่กฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนด
5. กำหนดลักษณะ วิธีการติดตั้ง และวิธีการทดสอบระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงตามประเภทของสถานีน้ำมันเชื้อเพลิงประเภท ก และ ข
6. กำหนดให้มีการควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงของรถส่งน้ำมันเชื้อเพลิง
7. กำหนดให้มาตรฐานของอุปกรณ์และผู้ทดสอบระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา
8. กำหนดบทเฉพาะกาลรองรับการปฏิบัติตามกฎกระทรวงเพิ่มเติม ความหมายของกฎกระทรวง

**ภาคผนวก ข**

แผนฉุกเฉินเมื่อเกิดอุบัติเหตุกับหน่วยควบคุมไอระหรือน้ำมันเบนซินของคลังน้ำมัน

## แผนฉุกเฉิน

การกำหนดแผนฉุกเฉินขึ้นมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเสียหายต่อบุคคลน้อยที่สุด โดยจะทำให้เหตุการณ์ฉุกเฉินเข้าสู่ภาวะปกติเร็วที่สุดและใช้เป็นแนวทางในการฝึกอบรมและฝึกซ้อมให้เกิดความชำนาญตามหน้าที่รับผิดชอบของพนักงานที่เกี่ยวข้องและระบุไว้ในแผนดังแสดงในภาพผนวกที่ ข1 แผนผังโครงสร้างทีมปฏิบัติงานในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินของคลังน้ำมัน



ภาพผนวกที่ ข1 แผนผังโครงสร้างทีมปฏิบัติงานในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินของคลังน้ำมัน

ความหมายของคำต่าง ๆ ในรายละเอียดของแผนฉุกเฉิน

1. ภาวะฉุกเฉิน คือ การเกิดเพลิงไหม้ภายในเขตอันตรายของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน รวมถึงภายในอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินและมีการประกาศเป็นภาวะฉุกเฉิน

2. ผู้สั่งการ คือ ผู้อำนวยการคลังน้ำมัน หรือผู้ที่ผู้อำนวยการฝ่ายมอบหมายให้ทำหน้าที่สั่งการ

3. หัวหน้าชุดปฏิบัติการ คือ ผู้ที่ผู้อำนวยการคลังน้ำมันมอบหมายให้ทำหน้าที่หัวหน้าชุดปฏิบัติการโดยมีผู้ประสานงาน คือ หัวหน้าแผนกความปลอดภัย ทำหน้าที่ประสานงานในการทำงาน เช่น การดับเพลิง และให้คำแนะนำต่อหัวหน้าชุดปฏิบัติการ ชุดปฏิบัติการจะประกอบด้วยทีมต่าง ๆ ดังนี้

- ทีมควบคุมอุปกรณ์ ประกอบด้วย พนักงานหน่วยเดินเครื่อง พนักงานดูแลงานปฏิบัติการ และพนักงานรักษาความปลอดภัย

- ทีมดับเพลิง ประกอบด้วย พนักงานของคลังน้ำมัน มีหน้าที่ในการนำรถดับเพลิงเข้าไปยังจุดเกิดเพลิงไหม้ เพื่อเข้าทำการควบคุมเพลิง ใช้พนักงาน 5 คนต่อรถดับเพลิง 1 คัน และประจำตำแหน่งตาม หัวสูบน้ำดับเพลิง (fire hydrant) เพื่อทำการฉีดน้ำหล่อเย็นอุปกรณ์ควบคุมดับเพลิงและดับเพลิงโดยใช้พนักงาน 5 คนต่อ หัวสูบน้ำดับเพลิง 1 จุด

- ทีมควบคุมบริเวณ ได้แก่ พนักงานแผนกรักษาความปลอดภัย โดยมีหัวหน้าแผนกรักษาความปลอดภัยเป็นหัวหน้าทีม ทำหน้าที่จำกัดคนที่ไม่มีความเกี่ยวข้องไม่ให้เข้ามาในบริเวณที่เกิดเหตุ

- ทีมปฐมพยาบาล ประกอบด้วยพนักงานแผนกพยาบาล และแผนกธุรการทำหน้าที่นำรถพยาบาล พร้อมอุปกรณ์ปฐมพยาบาลไปยังที่เกิดเหตุเพื่อทำการช่วยเหลือผู้บาดเจ็บและนำออกมายังที่ปลอดภัยเพื่อทำการปฐมพยาบาลหรือนำส่งโรงพยาบาลต่อไป

- ทีมสนับสนุน ประกอบด้วยพนักงานหน่วยต่าง ๆ โดยมีหัวหน้าหน่วยบำรุงรักษาอาคารและสถานที่คลังน้ำมันเป็นหัวหน้าทีมทำหน้าที่ จัดเตรียมกำลังคนสนับสนุนทุกหน่วยงานประสานงานในการช่วยเหลือจากหน่วยงานภายนอก สนับสนุนการปฏิบัติงานของทีมงานอื่น ๆ จัดส่งเสบียงและขนย้ายวัสดุสิ่งของ และเตรียมการอพยพ เป็นต้น

การแบ่งระดับของเหตุฉุกเฉินสามารถแบ่งออกได้ตามขนาดหรือระดับเหตุการณ์รุนแรงที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อความเสียหายของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันและทรัพย์สินอื่น ๆ ในคลังน้ำมันได้ ดังต่อไปนี้

1. เหตุการณ์ฉุกเฉินระดับที่ 1 เป็นหลักเกณฑ์ในการกำหนดระดับเหตุฉุกเฉินเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่อคลังน้ำมัน ที่มีศักยภาพอันอาจก่อให้เกิดผลกระทบรุนแรงต่อไป ได้แก่ เหตุการณ์ต่อไปนี้

- เกิดไฟไหม้ ระเบิดขนาดเล็ก
- มีการรั่วไหล หกส้นของสารไวไฟ สารเคมีอันตราย ปริมาณเล็กน้อย
- เกิดภัยธรรมชาติที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับคลังน้ำมันมากนัก เช่น แผ่นดินไหวเล็กน้อย พายุฝน เป็นต้น

2. เหตุการณ์ฉุกเฉินระดับที่ 2 เป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเหตุฉุกเฉินว่าเป็นเหตุการณ์ฉุกเฉินระดับที่ 2 ที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วอาจจะมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อคลังน้ำมันเป็นอันตรายต่อคนและทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เกิดเหตุอย่างทันทีทันใด ได้แก่ ไฟไหม้ ระเบิดขนาดใหญ่ ก๊าซรั่ว ไฟลุกไหม้และเกิดการระเบิด ภัยธรรมชาติที่ทำให้เกิดความเสียหายกับคลังน้ำมัน เช่น การเกิดแผ่นดินไหวอย่างรุนแรง การขุ่ว้างระเบิด การก่อวินาศกรรม เป็นต้น

### การกำหนดหน้าที่ปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

เมื่อประกาศเหตุฉุกเฉินระดับที่ 1 ให้ปฏิบัติหน้าที่ตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

1. ที่เกิดเหตุ เมื่อผู้สั่งการมาถึงที่เกิดเหตุ ให้ดำเนินการดังนี้
  - อพยพผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องออกนอกพื้นที่เกิดเหตุฉุกเฉินทันที
  - ประเมินพยาบาลผู้ที่ได้รับบาดเจ็บเบื้องต้น
  - คัดแยกควบคุมพื้นที่ ปิดกั้นบริเวณ ห้ามผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณที่เกิดเหตุ

- รายงานเหตุการณ์ถึงผู้สั่งการศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุ หรือผู้สั่งการศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉิน
- ควบคุมสถานการณ์

2. ศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุ โดยใช้คลังน้ำมันจัดตั้งเป็นศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุ ตัวอย่างการปฏิบัติการของศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุมีดังนี้

- ผู้สั่งการศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุ เปิดสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉิน
- รวมพลทีมฉุกเฉิน
- สนับสนุนผู้สั่งการที่เกิดเหตุ
- รายงานเหตุการณ์ให้ผู้สั่งการศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉินทราบเป็นระยะ ๆ
- แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้อง

3. ศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉิน เมื่อประกาศเหตุฉุกเฉินให้ดำเนินการดังนี้

- ผู้สั่งการศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉินและผู้รับผิดชอบในพื้นที่จัดตั้งศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉิน
- รวมพลทีมฉุกเฉิน
- ให้การสนับสนุนผู้สั่งการศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุและสั่งการเพื่อควบคุมเหตุฉุกเฉิน
- แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้อง

เมื่อประกาศเหตุฉุกเฉินระดับที่ 2 ให้ปฏิบัติหน้าที่ตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

1. ที่เกิดเหตุ เมื่อผู้สั่งการมาถึงที่เกิดเหตุ ให้ดำเนินการตามขั้นตอนและข้อกำหนดของเหตุฉุกเฉินระดับที่ 1 ให้แล้วเสร็จก่อนแล้วจึงดำเนินการดังนี้

- แจ้งศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉินให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงระดับเหตุฉุกเฉิน
- ร่วมมือกับเจ้าหน้าที่ตำรวจท้องถิ่น/ตำรวจทางหลวงในการควบคุมพื้นที่ที่เกิดเหตุต่อไป
- อพยพชาวบ้านที่ได้รับผลกระทบไปอยู่ในพื้นที่ที่ปลอดภัย

2. ศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุฉุกเฉินได้ดำเนินการประกาศเปลี่ยนแปลงระดับเหตุฉุกเฉินเป็นระดับ 2

- แจ้งศูนย์สื่อสารและโทรศัพท์ให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ
- ติดต่อหน่วยงานของรัฐบาล หรือคลังน้ำมันข้างเคียง ขอกำลังสนับสนุนตามความจำเป็น ได้แก่ รถพยาบาล รถดับเพลิง ดำรวจทางหลวง
- แลกเปลี่ยนข้อมูล

#### ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

1. ผู้ประสบเหตุ แจ้งเหตุไปยังศูนย์ควบคุมหน่วยควบคุมไอร์แลนด์น้ำมันเบนซิน
2. หัวหน้าห้องควบคุมคลังน้ำมันตรวจสอบข้อมูลในระบบพีซีอาร์
3. สั่งการทีมซ่อมบำรุงระบบท่อ เข้าตรวจสอบพื้นที่ที่เกิดเหตุ
4. หากข้อมูลจากพีซีอาร์ ประกอบกับการรายงานผู้ประสบเหตุพบว่าการรั่วของก๊าซตรงกัน หัวหน้าจะประกาศเหตุฉุกเฉินระดับ 1 หรือ 2 ตามแต่เหตุการณ์
5. ประกาศเหตุฉุกเฉินระดับ 1 หรือ 2 โดยประกาศผ่านวิทยุติดตามตัว และเครื่องจ่ายระบบสื่อสารการควบคุมระบบท่อ ฯ
6. แจ้งลูกค้าที่มีผลกระทบต่อการจ่ายน้ำมัน
7. ทีมงานตามแผนฉุกเฉินจะต้องเข้ารายงานตัวและปฏิบัติตามขั้นตอนการระงับเหตุฉุกเฉิน ซึ่งประกอบด้วย ผู้สั่งการจุดเกิดเหตุ ทีมสนับสนุนผจญเพลิงและกู้ภัย ทีมสนับสนุนด้านเทคนิคทีมสนับสนุนด้านเทคนิคระบบท่อ บริษัทซ่อมท่อฉุกเฉิน ทีมรักษาความปลอดภัย ทีมอพยพ ทีมพยาบาล

8. ประกาศยกเลิกเหตุฉุกเฉินเมื่อควบคุมสถานการณ์ได้

9. สรุปเหตุการณ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมด

### แผนการอพยพ

แผนการอพยพเป็นแผนการซึ่งเตรียมขึ้นเพื่อกำหนดขั้นตอนของการอพยพคนเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน อยู่ในความรับผิดชอบของทีมอพยพซึ่งจะรับคำสั่งจากศูนย์ประสานงาน ซึ่งมีหน้าที่ดังนี้

1. การอพยพออกจากที่เกิดเหตุเป็นหน้าที่ของผู้ประสบเหตุที่จะต้องสั่งอพยพผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องออกนอกพื้นที่ ตั้งแต่เหตุการณ์มีความรุนแรงระดับ 1 โดยให้อพยพไปที่จุดรวมพล หรือบริเวณพื้นที่ที่มีความปลอดภัยเพียงพอ

2. การอพยพประชาชนที่อยู่ใกล้คลังน้ำมัน การอพยพในขั้นนี้จะดำเนินการเมื่อเหตุการณ์มีความรุนแรงระดับ 2 ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อชีวิต ทรัพย์สิน ทันทีทันใด เช่น ไฟไหม้ เกิดระเบิดในบริเวณคลังน้ำมันและแผ่ขยายวงกว้างออกไปเรื่อย ๆ ทั้งนี้การสั่งอพยพเป็นหน้าที่ของผู้สั่งการที่เกิดเหตุโดยประสานงานกับตำรวจท้องที่ และเจ้าหน้าที่ในพื้นที่นั้น ๆ

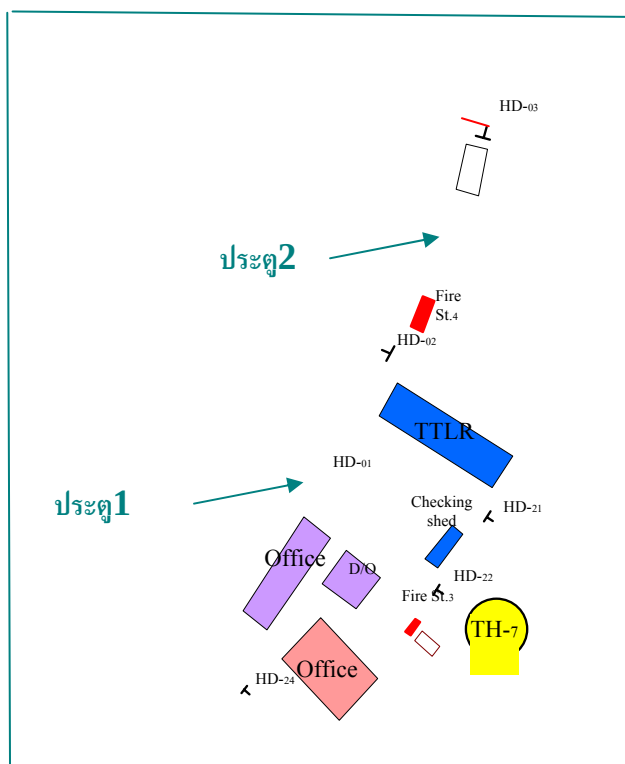
จากข้อมูลการประเมินความเสี่ยงกรณีอุบัติเหตุถึงควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินระเบิด และเกิดการรั่วไหลของไอน้ำมัน จนทำให้เกิดการฟุ้งกระจาย และถ้าเกิดเหตุไฟลุกไหม้ทันทีทันใด ดังนั้นการอพยพควรอยู่เหนือทิศทางลม และห่างจากจุดเกิดเหตุในระยะไม่ต่ำกว่าที่จะเกิดการลุกไหม้ของเปลวไฟ

หลังการควบคุมสถานการณ์ทั้งหมดได้แล้ว ให้ผู้สั่งการที่เกิดเหตุ และผู้สั่งการศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉิน ปรึกษาหารือกันก่อนที่จะประกาศยกเลิกภาวะฉุกเฉิน ทั้งนี้ทุกฝ่ายต้องมั่นใจว่า จะไม่เกิดอันตรายใด ๆ ในพื้นที่ที่เกิดเหตุหรือพื้นที่ข้างเคียงขึ้นอีก ถ้ายังเห็นพ้องกันว่าควรมีทีมฉุกเฉินบางทีมเตรียมพร้อมไว้ในที่เกิดเหตุ ก็ดำเนินการได้ และควรริบดำเนินการในสิ่งต่อไปนี้

1. แจ้งข่าวถึงผู้อพยพเรื่องการชดใช้ความเสียหายที่เกิดขึ้น
2. สรุปเหตุการณ์ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบข้อเท็จจริง
3. ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้อพยพให้กับเข้าที่ดั้งเดิม

## จุดรวมพล

กำหนดจุดรวมพลไว้ 2 จุด ดังแสดงในภาพผนวก ข2 ตำแหน่งจุดรวมพลบริเวณหน้าประตูทางเข้าออกทั้งสองทาง จุดแรกอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของคลังน้ำมัน และจุดที่ 2 อยู่ในทิศเดียวกันแต่อยู่ห่างจากประตูแรกไปทางทิศตะวันออกอีก 50 เมตรบนถนนทางเข้า โดยทั้ง 2 จุดรวมพลสำหรับเหตุฉุกเฉินทั้งสองระดับ การเลือกจุดรวมพลสำหรับประกาศให้ทราบเหตุฉุกเฉินในแต่ละครั้ง โดยขึ้นอยู่กับทิศทางลมเป็นสำคัญ พนักงานส่วนใหญ่จะทราบได้โดยดูจากเครื่องบอกทิศทางลมซึ่งติดตั้งในจุดที่มองเห็นได้ชัดเจนจากทุกพื้นที่ในคลังน้ำมัน



ภาพผนวกที่ ข2 ตำแหน่งจุดรวมพลบริเวณหน้าประตูทางเข้าออกทั้งสองทาง

## การบาดเจ็บ เสียชีวิต และการปฐมพยาบาล

การปฐมพยาบาลผู้ได้รับบาดเจ็บเบื้องต้น อยู่ในความรับผิดชอบของทีมบริการ  
ทีมพยาบาล ทีมรถบริการ ซึ่งทุกทีมจะรับคำสั่งจากศูนย์ประสานงาน โดยมีภารกิจดังนี้

1. รีบไปที่อาคารสถานพยาบาล จัดตั้งทีมย่อยของตนเอง รายงานตัวและความพร้อมต่อ  
ผู้สั่งการทีมบริการ จัดเตรียมอุปกรณ์การปฐมพยาบาล / รถพยาบาล ให้พร้อมทำการปฐมพยาบาล  
และนำผู้บาดเจ็บไปโรงพยาบาลอย่างระมัดระวัง ประสานงานกับทีมพยาบาลจากภายนอกที่ช่วย  
สนับสนุน

2. โดยทั่วไปเหตุการณ์ที่มีการบาดเจ็บเสียชีวิตให้ปฏิบัติดังนี้ เคลื่อนย้ายคนเจ็บ เสียชีวิต  
ออกนอกพื้นที่เกิดเหตุไม่ให้มีอันตรายเพิ่มขึ้น และปฐมพยาบาลคนเจ็บ แจ้งเหตุการณ์ให้ผู้สั่งการ  
ที่เกิดเหตุทราบทันที เพื่อติดต่อขอรถพยาบาลนำคนเจ็บส่งโรงพยาบาล

3. การแจ้งข่าวคนเจ็บและเสียชีวิต และการแจ้งข่าวผู้ได้รับบาดเจ็บ เสียชีวิตของพนักงาน  
คนงานให้ดำเนินการทันทีที่สามารถทำได้ดังนี้

- ถ้าคนเจ็บ ผู้เสียชีวิต เป็นพนักงาน บริษัทจะดำเนินการให้ฝ่ายทรัพยากรบุคคล  
เป็นผู้แจ้งข่าวให้ญาติทราบ

- ถ้าเป็นลูกจ้างหรือคนงาน ที่บริษัทจ้างมาทำงาน มอบให้เจ้าหน้าที่ตำรวจเป็นผู้แจ้งข่าว

## หลักการในการดำเนินการเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินในกระบวนการปฏิบัติงาน

หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินอาจเกิดปัญหาในกระบวนการทำงาน เช่น ท่อบางส่วนของระบบมีปัญหาต้องมีการซ่อมอุปกรณ์บางตัวที่ชำรุดแต่ไม่ต้องหยุดการเดินเครื่องทั้งระบบและยังทำงานรับจ่ายน้ำมันเบนซินได้อยู่ นั่น แต่ในกรณีที่ต้องหยุดการทำงานทั้งหมดลงย่อมมีผลกระทบต่อการเดินเครื่องเพื่อรับและจ่ายน้ำมันได้ ดังนั้นจึงแบ่งกระบวนการหยุดการเดินเครื่องออกเป็น 2 ระดับ โดยดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนดังนี้

### ระดับที่ 1 หยุดเครื่องหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน

เป็นการหยุดเครื่องทั้งระบบและจะกระทำต่อเมื่อเกิดเหตุอันตรายสูงสุด ได้แก่ การหยุดเดินเครื่องเนื่องจากมีความดันเพิ่มขึ้นสูงหรือมีความผิดปกติในระบบอย่างมากอันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อพนักงานและกระบวนการผลิต ดังนั้นการหยุดการทำงานของเครื่องจะดำเนินการเมื่อมีคำสั่งดังต่อไปนี้

1. เมื่อเกิดไฟไหม้ที่บริเวณวิกฤตของระบบไฟฟ้าและท่อแรงดัน และรายงานมายังฝ่ายควบคุม
2. เมื่อเกิดการรั่วของก๊าซหรือก๊าซพิษ ขึ้นที่บริเวณวิกฤตของระบบท่อและรายงานมายังฝ่ายควบคุม
3. ระบบสำคัญบางระบบเกิดขัดข้อง เช่น ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบควบคุมไอน้ำมัน เป็นต้น
4. คำสั่งให้หยุดเดินเครื่องด้วยวิธีควบคุมด้วยมือจากห้องควบคุมหรือสวิตช์ควบคุม

### ระดับที่ 2 หยุดเครื่องบางอุปกรณ์

เป็นกระบวนการหยุดเดินเครื่องในระดับทั่วไป กระทำเมื่ออุปกรณ์หรือกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งมีปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การทำงานของกระบวนการดังกล่าวกลับคืนสู่สภาพปกติและสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย และเพื่อป้องกันมิให้หน่วยควบคุมไอระเหย

น้ำมันทั้งหมดต้องหยุดเดินเครื่องโดยไม่จำเป็น ตัวอย่างของการเกิดปัญหาในระดับที่2 และวิธีแก้ไข มีดังต่อไปนี้

### การเกิดจุดความร้อนในถ่านกัมมันต์

การปรับปรุงเรื่องจุดความร้อนในถ่านกัมมันต์ ไม่เป็นเรื่องที่อันตรายมาก ถ้าสารที่อยู่ข้างในระบบเป็นแค่ไอน้ำมันเบนซินเพียงอย่างเดียวและหน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมัน ยังทำงานตามปกติอยู่ แต่มันจะเสี่ยงมากถ้ามีคีโตน (ketones) ผสมเข้าไปด้วย ดังนั้นทางเดินท่อที่เชื่อมเข้าไปในถัง (road tanker) ถูกทำความสะอาดแล้วโดยวิธี Solvent Transport หรือ วิธี Concentrated Additives แล้ว เรายังไม่ควรจะต่อเข้ากับหน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมันเบนซิน

เนื่องจากคุณสมบัติการเป็นฉนวนของคาร์บอน และอัตราการไหลอันมหาศาลของก๊าซที่เข้าไปในถ่านกัมมันต์จะทำให้ยากที่อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิจะสามารถตรวจเจอจุด ความร้อน ได้ แต่ตัวตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO Monitor) นั้นสามารถตรวจเจอ ได้เร็วกว่า และมันเป็นการบอกด้วยว่ามีจำนวนของ ความไวในการทำปฏิกิริยา (Cross – Sensitive) ของไฮโดรคาร์บอนมาก และถ้าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ส่งสัญญาณเตือน เกิดมีผลกระทบกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะส่งสัญญาณเตือนก็คงเป็นเพราะความไวในการทำปฏิกิริยานี้

ในกรณีที่ตรวจเจอจุดความร้อนในชั้นคาร์บอน หน่วยควบคุมไอระเหย่น้ำมันจะหยุดทำงานอัตโนมัติและวาล์วทางเข้าจะปิดและตัดการติดต่อกับส่วนที่ไหลค่น้ำมันและจะทำให้จุดความร้อน ไม่ขยายตัวในกรณีที่วาล์วทางเข้าไม่ปิดวาล์วควบคุมนิรภัยควรจะปิด

### ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดจุดความร้อน

1. ตรวจสอบถ่านกัมมันต์ และวัดอุณหภูมิภายนอกถึงพิจารณาว่าถังไหนที่ เป็นต้นเหตุถ้าตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (QT 501) เป็นตัวที่ตรวจจับจุดความร้อนได้ การเพิ่มขึ้นของ CO ในถังที่อยู่ในขบวนการแอดซอร์บชั่นจะทำให้เกิดอันตรายมาก

2. ควรใช้ไนโตรเจน เพราะไนโตรเจนสามารถออกจากถ่านกัมมันต์ได้โดยผ่านทางวาล์วลดแรงดัน (PCV 111 / 131) ทางด้านบนของถังและถ้าถ่านกัมมันต์ตัวที่เหลือ อยู่ภายในภาชนะสุญญากาศความดันนั้นก็จะค่อย ๆ เปลี่ยนให้เท่ากับความดันบรรยากาศ โดยไนโตรเจนนั่นเอง

3. ทำให้หน่วยควบคุมเย็นลง โดย ตรวจสอบให้แน่ใจว่าท่อที่ให้ไอน้ำมันเข้ามาถูกปิด โดยการควบคุมด้วยมือ หรือปะเก็นบอด (blind flange) ตัวควบคุมความดัน (PCV251) ต้องถูกตั้งค่าไว้ที่ 100 มิลลิบาร์ (a) ปิดระบบไฟฟ้าและควบคุมแรงดันโดยตั้งโหมดการทำงานไว้ที่ศูนย์ทั้งหมด เติมน้ในโตรเจนเข้าไปในถัง V 110 จนกระทั่งความดันที่เกินลดลงมาเหลือ 0.2 บาร์ เปิดวาล์ว AV 234 โดยวาล์วแบบโซลินอยด์และเติมน้ในโตรเจนเข้าไปในถัง V 130 อีกเพื่อที่จะให้ระบบทั้งหมดระบาย เปิดปั๊มของตัว absorbent และปั๊มสุญญากาศ และปั๊มของสารหล่อเย็นและตัวระบายอากาศ (ถ้ามี) จะทำให้ถัง V 110 (V 130) ค่อย ๆ ปรับตัวให้สมดุลกับไอของไฮโดรคาร์บอนจากการหมุนเวียนของตัวสารดูดซับ

4. ทั้งหมดนี้ใช้เวลาประมาณ 48 ชม.หรืออาจจะมากกว่านั้น

5. ตรวจสอบ และ calibrate ตัววิเคราะห์ แก๊ส (ถ้ามี) หลังจากที่เกิดจุดความร้อนขึ้นจะทำให้เกิด CO ขึ้นประมาณ

6. ตรวจสอบ และทำการเทียบค่า (Calibrate) ตัววิเคราะห์ แก๊ส (ถ้ามี) หลังจากที่เกิดจุดความร้อนขึ้นจะทำให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ ขึ้นประมาณ 1 เดือน ดังนั้นควรจะถอดเอาตัวตัวเตือนการพบคาร์บอนมอนอกไซด์ออกไปก่อนระยะหนึ่ง

**ภาคผนวก ค**

การเกิดกระบวนการต่าง ๆ ในหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน

## การเกิดกระบวนการต่าง ๆ ในหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันเบนซิน

เทคโนโลยีของหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันแบบดูดซับและควบคุมแรงดันโดยใช้ถ่านกัมมันต์ (20 Pressure Swing Adsorption Activated Carbon Technology) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการคืนรูปของหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันเบนซินแบบดูดซับ (Pressure swing adsorption vacuum regeneration) เป็นระบบ ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน ในกระบวนการคืนรูปในภาวะของไอรหรือน้ำมันที่อยู่ในระบบปิดและในสภาวะเป็นสูญญากาศ จะต้องตามมาด้วยการกำจัดก๊าซเฉื่อย (inert gas purge) จึงทำให้ความสามารถในการทำงานของถ่านกัมมันต์มีความจำเป็นจะต้องเป็นไปตามกฎของการแพร่กระจายไอรหรือน้ำมันของไปสู่ภายนอกชั้นบรรยากาศ (emission regulations) ในระบบของหน่วยควบคุมดังกล่าว จะต้องมีการแบ่งถ่านกัมมันต์อย่างน้อย 2 แท่ง เพื่อไม่ให้เกิดการขัดจังหวะในการทำงาน โดยไอรหรือน้ำมันจะผ่านเข้าไปในแท่งถ่านกัมมันต์แท่งใดแท่งหนึ่ง และถูกกระจายผ่านชั้นของถ่านกัมมันต์ ไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่จะถูกดูดซับโดยถ่านกัมมันต์ แล้วปล่อยเป็นอากาศบริสุทธิ์กลับสู่บรรยากาศผ่านทางท่อระบายอากาศ ในขณะที่ไฮโดรคาร์บอนกำลังถูกดูดซับในแท่งถ่านกัมมันต์แท่งที่ทำงานอยู่ (on-line carbon vessel) ถ่านกัมมันต์อีกแท่งที่กำลังถูกทำให้คืนสภาพ สารไฮโดรคาร์บอนจะถูกดูดออกจากชั้นถ่านกัมมันต์ด้วยแรงดูดสูญญากาศจากเครื่องปั๊มสูญญากาศ แล้วจึงถูกส่งต่อไปยังขั้นตอนต่อไป กระบวนการ ดังนั้นกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบดังกล่าวมีรายละเอียดการเกิดดังต่อไปนี้

### 1. เทคโนโลยีการดูดซับของถ่านกัมมันต์โดยการปรับเปลี่ยนแรงดัน (Pressure Swing Adsorption Activated Carbon Technology)

โดยหลักการแล้วเมื่อเกิดการเคลื่อนที่ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในกระบวนการรับ-จ่ายน้ำมันจากถังเก็บน้ำมัน สารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาในถังบรรจุถ่านกัมมันต์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะมีการติดตั้งถังบรรจุผงแอคติเวทคาร์บอนในระบบ 2 ถัง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาดูดซับ (Absorption) ในถังแรกและเกิดปฏิกิริยาการรวมตัว (Regeneration) ในถังที่สอง และจะสลับการเกิดปฏิกิริยาในทั้งสองถังเพื่อให้การทำงานเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งในระบบในการเกิดปฏิกิริยารวมตัวนั้นจะมีการเติมอากาศซึ่งโดยมากจะเป็นก๊าซเฉื่อยลงไปโดยปั๊มสูญญากาศเพื่อควบคุมแรงดันและอุณหภูมิ เมื่อสารประกอบไอรหรือน้ำมันถูกดูดซับโดยถ่านกัมมันต์ซึ่งอากาศจะถูกแยกตัวออกมาก่อนและถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศภายนอกของระบบ

ในส่วนของการทำงานของถ่านกัมมันต์ทั้งสองตัวนั้น เมื่อไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จากกระบวนการกลั่นสภาพถูกผสมเข้ากับอากาศที่ปล่อยออกมาจากปั๊มสุญญากาศ (Liquid Ring Vacuum Pump) จะเกิดการรวมตัวกันและเกิดการถูกควบแน่นออกมาเป็นของเหลว และถูกส่งไปรวมตัวกันที่เซเพอเรเตอร์ ซึ่งเซเพอเรเตอร์จะทำการแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนออกมาเป็นน้ำมันคีนรูปที่มีสภาพเป็นของเหลวและส่วนของน้ำมันคีนรูปอีกส่วนหนึ่งที่มีความเข้มข้นสูง

ส่วนของของเหลวที่เรียกว่าซีลฟลูอิด (Seal Fluid) จะมีความเย็นจัดจะเคลื่อนที่ย้อนกลับเข้าไปในส่วนที่เป็นระบบสุญญากาศ จากนั้นจะถูกผสมกับอากาศจากภายนอกอีกครั้งหนึ่งจนมีอัตราส่วนที่เหมาะสมและจะถูกปล่อยออกมาจากปั๊มสุญญากาศอีกครั้งหนึ่งและถูกนำเข้าสู่กระบวนการคีนรูปและควบแน่นเป็นน้ำมันอีกครั้งหนึ่ง

กระบวนการคีนรูปสามารถเกิดขึ้นได้ในกระบวนการของการดูดซับภายในถังดูดซับ (Absorber Column) เมื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ผ่านกระบวนการควบแน่นจนกลายเป็นของเหลวถูกเกิดขึ้นภายในถังเซเพอเรเตอร์ ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ผ่านกระบวนการควบแน่นจะไหลย้อนกลับไปในถังถ่านกัมมันต์หรือถังเก็บไอ ซึ่งผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่ผ่านกระบวนการนี้ดังก็สามารถเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวได้เช่นเดียวกัน ได้แก่ น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดิบ, สารประกอบโพรเพน, อัลเคน, บิวเทน, อะโรแมติก หรือสารเคมีที่นำมาใช้เป็นแอดดิทีฟของน้ำมันเครื่อง เป็นต้น โดยที่อัตราส่วนของไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนดังกล่าวจะต้องมีปริมาณมากกว่า 1% ของปริมาตรสารทั้งหมด

## 2. เทคโนโลยีการควบคุมอุณหภูมิในการคีนรูปของไอน้ำมันโดยผ่านทางถ่านกัมมันต์ (Thermally Regenerated Activated Carbon Technology)

จากกระบวนการคีนรูปของน้ำมันโดยผ่านทางผงแอคทีเวทคาร์บอนนั้น สามารถใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในถังผงแอคทีเวทคาร์บอนได้ ซึ่งในระบบจะต้องมีถังผงแอคทีเวทคาร์บอนอย่างน้อย จำนวน 2 ชุด กล่าวคือเพื่อใช้ในการดูดซับและคีนรูปโดยต่อเนื่องและสลับหน้าที่กันในแต่ละถังโดยไม่ติดขัด อันเป็นการป้องกันปัญหาการหยุดทำงานของระบบโดยไม่ทราบสาเหตุ

ดังนั้นในระบบการทำงานแต่ละแห่งอาจจะมีจำนวนถังที่บรรจุคาร์บอนเบดแตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะกับสภาวะการทำงานที่แตกต่างกัน ตามขนาดของสถานที่และลักษณะของธุรกิจอีกด้วย. หลักการทั่วไปโดยเมื่อไอน้ำมันถูกส่งผ่านมายังถังที่บรรจุแอคติเวทคาร์บอน ไอน้ำมันจะถูกดูดซับผ่านเข้าไปในคาร์บอนเบดและจะเกิดปฏิกิริยาโดยได้อากาศที่ผ่านเข้ามาและสารประกอบบางชนิดที่ไม่ถูกดูดซับจะถูกระบายออกไปสู่บรรยากาศภายนอก จากนั้นการเกิดขบวนการรีเจนเนอเรชั่นถูกสร้างโดยการใช้ปั๊มสูญญากาศ จะปั๊มก๊าซซึ่งมีส่วนประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนและสารหล่อเย็นผ่านเข้าไปในเซพอเรเตอร์ (Separator) และก๊าซซึ่งมีส่วนประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนไหลผ่านไปในแอบซอร์เบอร์ (Absorber) และก๊าซจะไหลผ่านสารดูดซึม (Absorbent) จนเปลี่ยนสถานะเป็นขถูกปั๊มไปยังถังเก็บน้ำมัน ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ได้กลั่นตัวเป็นของเหลวจะไหลขึ้นไปยังส่วนบนของแอบซอร์เบอร์ และถูกส่งผ่านเข้าไปในขบวนการแอคซอร์ปชั่นอีกครั้ง

นั่นคือในกระบวนการถাঁถังแรกเกิดกระบวนการดูดซับแล้ว ถังที่สองจะเกิดกระบวนการคืนรูปขึ้นโดยการควบคุมอุณหภูมิให้เพิ่มขึ้นหรือลดลง และถังที่สามจะปรับอุณหภูมิให้ต่ำเพื่อคงสภาพของของเหลวไว้ ซึ่งประโยชน์ของการมีถังที่สามคือการช่วยให้การเกิดปฏิกิริยาและการควบคุมการเกิดปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

การเกิดปฏิกิริยาการเกิดของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนดังกล่าว สารจะต้องมีความเข้มข้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1% ของปริมาตรสารทั้งหมด โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่สามารถเกิดขึ้นในกระบวนการเหล่านี้ได้แก่ มีเทนคลอไรด์, ไตรคลอโรอีเทน, โทลูอิน หรือสารเคมี เช่น สไตรลีน, ฟีนอล, คีโตนและอัลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

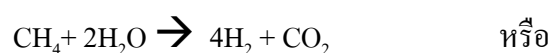
จากข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวเราสามารถนำหลักการมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ดังนี้

1. ใช้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนติดตั้งที่ด้านบน และด้านล่าง ภายในถังกัมมันต์และแสดงค่าอุณหภูมิผ่านอุปกรณ์แปลงค่าอุณหภูมิ (temperature transmitter), TT 111, TT 112, TT 131 และ TT 132
2. ใช้ก๊าซดีเทคเตอร์ (gas detector) สำหรับตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่จุดปล่อยไอระเหยของถังกัมมันต์ วิธีนี้จะให้ค่าความละเอียดและความแม่นยำมากกว่าวิธีที่ 2 เพราะแม้แต่ความร้อนจุดเล็ก ๆ ก็จะสามารถสร้างก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เช่นกัน

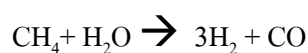
การใช้อุปกรณ์ CO Analyzer นั้นการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์หรือคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดูดซับและดูดซึมทางเคมี การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของไอน้ำมันหรือสารไฮโดรคาร์บอนชนิดต่าง ๆ ที่ถูกส่งผ่านเข้าไปยังถังเก็บกักไอน้ำมัน จะทำปฏิกิริยากับน้ำหรือออกซิเจน หรือทั้งน้ำและออกซิเจนในระบบ และเกิดการแยกตัวออกมาของไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังตัวอย่างเช่น

ตัวอย่างปฏิกิริยาของมีเทนซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง

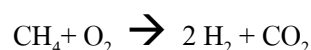
1. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อมีการรวมตัวกับน้ำ (steam reforming, SR):



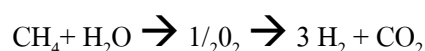
2. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อมีการรวมตัวกับน้ำ (steam reforming, SR):



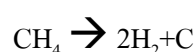
3. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อมีการรวมตัวกับออกซิเจน (อากาศ) (partial oxidation, POX):



4. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อมีการรวมตัวกับน้ำและอากาศ (air) (autothermal reforming, ATR):



5. ปฏิกิริยาการสลายตัวของก๊าซมีเทน:



ดังนั้นวิธีการตรวจจับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยใช้การดูดซับด้วยอนุภาคของแข็ง (Adsorbent) เป็นกระบวนการแยกสารออกจากของผสมในสถานะของไหล โดยสารที่สามารถยึดติดกับพื้นผิวของอนุภาคของแข็งได้ดีจะแยกออกจากของผสม ในขณะที่ของผสมไหลผ่านอนุภาคของแข็ง

โดยทั่วไปกระบวนการดูดซับประกอบไปด้วยขั้นตอนของการดูดซับ (Adsorption) สลับกับขั้นตอนการคืนสภาพของอนุภาคของแข็ง (Regeneration of the Adsorbent) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการใช้งานอนุภาคของแข็งที่มีราคาแพง

ในขั้นตอนของการดูดซับของผสมจะถูกส่งผ่านอย่างต่อเนื่องไปบนอนุภาคของแข็งที่บรรจุอยู่ใน Column ในลักษณะของ fixed-bed ปริมาณการดูดซับของสารของอนุภาคของแข็งเป็นผลรวมจากการเกิดสมดุลของการเคลื่อนย้ายมวลสารจากของไหลมายังพื้นผิวของอนุภาคของแข็งที่ระยะใด ๆ ต่อเนื่องไปตลอดความสูงของ bed

ขั้นตอนการคืนสภาพของอนุภาคของแข็งเป็นกระบวนการย้อนกลับของกระบวนการดูดซับ (Desorption) วิธีการดำเนินงานโดยทั่วไป คือการผ่านไอน้ำไปบนชั้นของอนุภาคของแข็งสวนทางกับการผ่านของไหลในขั้นตอนของการดูดซับ การเจือจางระบบของอนุภาคของแข็งด้วยไอน้ำทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายมวลสารของอนุภาคของแข็ง ออกจากพื้นผิวของอนุภาคของแข็งโดยที่อุณหภูมิของระบบที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ไอน้ำส่งผลให้เกิดการดูดซับของอนุภาคของแข็งที่มากขึ้น

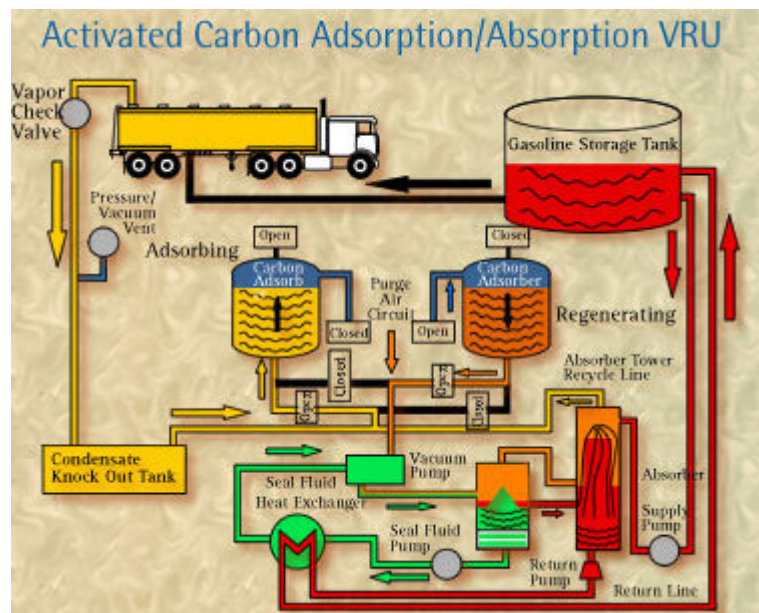
3.2 การใช้ระบบปั๊มสุญญากาศแบบวงแหวน (liquid ring pump) และตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ร่วมกับระบบระบายความร้อน

หลักการทำงานของหน่วยควบคุม

เช่นเดียวกับระบบที่กล่าวมาข้างต้น ที่ควบคุมโดยระบบ PLC หรือระบบที่ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่จะทำหน้าที่ปิดระบบในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในการทำงานที่จุดใดจุดหนึ่ง หรืออุปกรณ์ควบคุมสั่งเตือนให้ปิดเมื่ออุณหภูมิหรือความดันที่ไหลผ่านสูงเกินจากที่ระบบเตือนตั้งไว้ อุปกรณ์ระบายอากาศ (Vent Valve) จะทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายต่อการเกิดความดันไหลย้อนกลับมาที่ปั๊มสุญญากาศและผงดำนกัมมันต์ได้ระบบชนิดนี้จะมีการติดตั้งตัวแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อน (Heat Exchanger) เพื่อลดอุณหภูมิของไอน้ำมันและตัวดูดซับของเหลว (Absorbent Liquid) ดังแสดงในภาพผนวกที่ ค1 แผนผังการทำงานของหน่วยเก็บไอระเหยน้ำมัน

เบนซินแบบดูดซับโดยใช้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งระบบนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้เพิ่มขึ้นดังนี้

1. จะช่วยให้การทำงานของระบบการดูดซับในถังถ่านกัมมันต์และการทำงานของ ปั๊ม สูญญากาศเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
2. เพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยลดการไหลย้อนกลับของไอน้ำมันที่ไม่สามารถควบแน่นเป็นของเหลวได้กลับมายังหน่วยควบคุมไอรหรือน้ำมันเบนซิน อีกครั้งหนึ่ง
3. ลดขั้นตอนการทำงานของวาล์วควบคุมลงและระบบการควบคุมปริมาณการเก็บไอน้ำมันในถังบรรจุ
4. ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์แยกมวลสารแบบไซโคลน (Cyclonic Separator) ซึ่งป้องกันการรั่วของไกลคอนในระบบได้ดี



ภาพผนวกที่ ค1 แผนผังการทำงานของหน่วยเก็บไอรหรือน้ำมันเบนซินแบบดูดซับโดยใช้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน

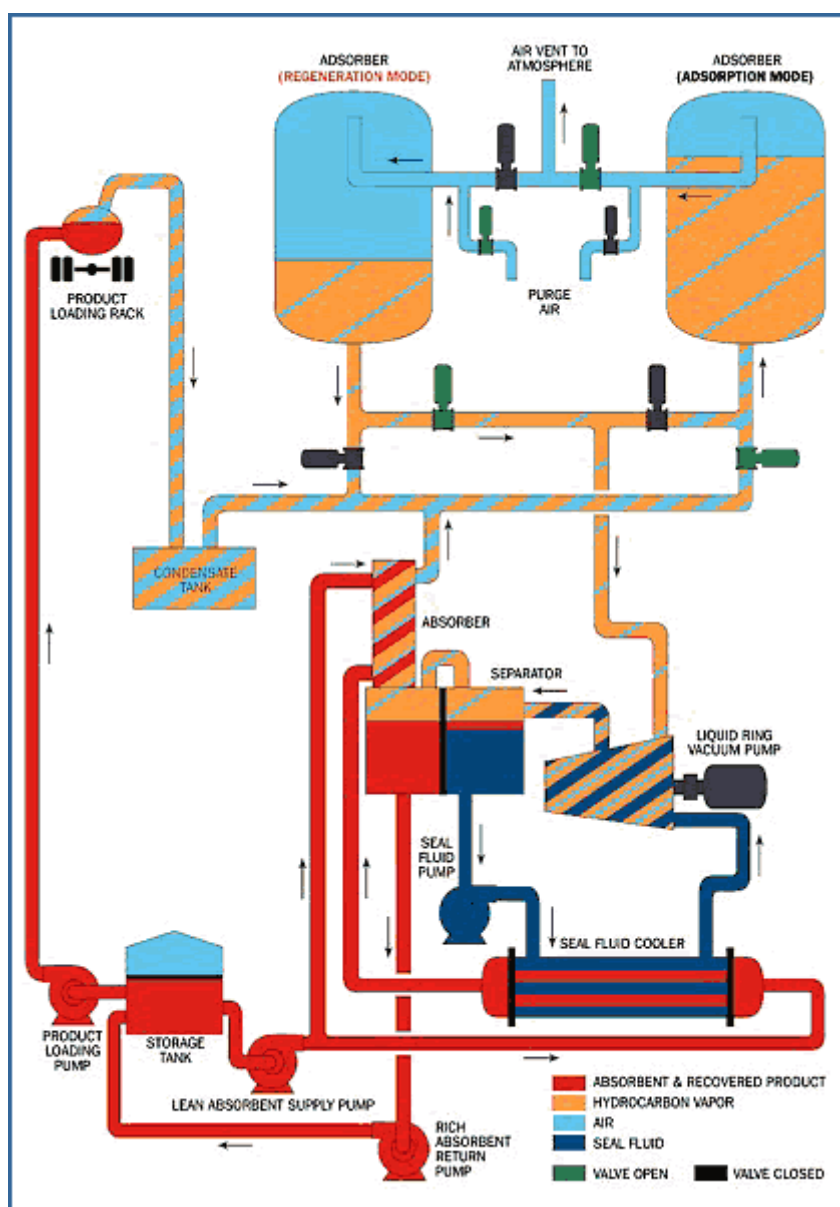
ที่มา: Jordan Technologies Inc (2005)

### 3.3 การใช้การเพิ่มอากาศเข้าไปในระบบสุญญากาศ (Vacuum Purging) ร่วมกับระบบระบายความร้อน

#### หลักการทำงานของหน่วยควบคุม

หน่วยควบคุม ดังแสดงในภาพผนวกที่ ค2 หน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินแบบดูดซับโดยใช้ปั๊มแบบวงแหวน ประกอบด้วยอุปกรณ์ดูดซับในถังถ่านกัมมันต์สองชุด ชุดแรกทำหน้าที่รับไอน้ำมันจากการรับ-จ่ายน้ำมันเข้ามาในระบบเพื่อดูดซับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนส่วนถังถ่านกัมมันต์อีกชุดหนึ่งทำหน้าที่คืนรูปจากสภาพของไอกลายมาเป็นของเหลว การไหลผ่านของไอน้ำมันนั้นจะถูกควบคุมด้วยวาล์วควบคุมที่จะเปิด-ปิด สลับกันในถังชุดแรกนั้นจะเปิดรับไอน้ำมันตลอดเวลาเพื่อให้การรับไอน้ำมันเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไอน้ำมันในระบบจะมีอากาศจากภายนอกผสมเข้ามาดังนั้นขั้นตอนที่ผ่านไปยังตัวดูดซับจะมีการแยกผ่านอากาศจากคาร์บอนเบดและระบายออกสู่ภายนอกอีกครั้งก่อนนำสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ดูดซับได้ไปคืนรูปใหม่อีกครั้งหนึ่ง เป็นขั้นตอนการเกิดอย่างต่อเนื่องกัน โดยที่ตัวดูดซับจะทำการคายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนออกมาเมื่อได้รับความร้อนสูงขึ้นและได้รับการเพิ่มความดันจากปั๊มสุญญากาศและการเพิ่มอากาศเข้าไปในระบบ จนกระทั่งกระบวนการคืนรูปของระบบเกิดขึ้นสมบูรณ์ ปั๊มสุญญากาศแบบวงแหวน ทำหน้าที่ดึงมวลสารไฮโดรคาร์บอนออกมาจากอนุภาคของชั้นคาร์บอนและปั๊มเข้าไปในถังเซฟเพอเรเตอร์ในระบบ

และของเหลวที่บรรจุอยู่ในปั๊มสุญญากาศแบบวงแหวน เรียกว่าซีลฟลูอิด (Seal Fluid) จะถูกปั๊มออกมาเพื่อลดอุณหภูมิของไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลว จากนั้นซีลฟลูอิดจะไหลกลับเข้าไปสู่อุปกรณ์สุญญากาศแบบวงแหวน อีกครั้งหนึ่งต่อจากนั้นไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและจะเคลื่อนตัวจากเซฟเพอเรเตอร์ไปยังตัวดูดซับในชุดอุปกรณ์ของการคืนรูปเป็นชุดสุดท้าย ในระบบจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดูดซับที่ทำงานควบคู่กับปั๊มดูดซึ่งการเกิดการรวมตัวของไอจะเกิดที่บริเวณบนยอดของตัวดูดซับและหมุนเวียนร่วมกับไอระเหยน้ำมันในชั้นคาร์บอนและเกิดการเปลี่ยนสภาพอย่างต่อเนื่องจนหมด



ภาพผนวกที่ ค2 การทำงานของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซินแบบดูดซับโดยใช้ปั๊มแบบวงแหวน

ที่มา: John Zink (2005)

#### ภาคผนวก ง

แผนผังแนวท่อและอุปกรณ์ของหน่วยควบคุมไอระเหยน้ำมันเบนซิน





## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

|                              |                                                                                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ –นามสกุล                | ไกรสร บาลมงคล                                                                       |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด         | 20 สิงหาคม พ.ศ. 2511                                                                |
| สถานที่เกิด                  | เขตพระนคร กรุงเทพฯ                                                                  |
| ประวัติการศึกษา              | วศ.บ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2533) บธ.ม.<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (พ.ศ. 2536) |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัย, สุขอนามัยและ<br>สิ่งแวดล้อม                            |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน         | บริษัท เซฟรอนประเทศไทยสำรวจและผลิต จำกัด                                            |