สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมช่วยออกแบบถังความดันสำหรับติดตรึงบนรถบรรทุก

COMPUTER – AIDED DESIGN FOR THE CARGO PRESSURE VESSEL

พิทักษ์ แดนแก้วมูล

วันชัย ศรีมันตะ

สรายุทธ ปองสันเทียะ

วพ.
พ673ว
2552

สขหมู่.....
เลขทะเบียน 110949
วัน,เดือน,ปี - 7 S.A. 2553

b.12275050
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER – AIDED DESIGN FOR THE CARGO PRESSURE VESSEL

PITAK DANKAEWMOON

WANCHAI SRIMANTA

SARAYUT PONGSANTHIA

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHERLOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2552

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมช่วยออกแบบถังความดันสำหรับติดตรึงบนรถบรรทุก

COMPUTER – AIDED DESIGN FOR THE CARGO PRESSURE VESSEL

ผู้จัดทำ

1. นายพิทักษ์ แดนแก้วมูล รหัสประจำตัว 49010651
2. นายวันชัย ศรีมันตะ รหัสประจำตัว 49010874
3. นายสรายุทธ ปองสันเทียะ รหัสประจำตัว 49011016

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. จำลอง ปราบแก้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมช่วยออกแบบถังความดันสำหรับติดตรึงบนรถบรรทุก

นายพิทักษ์ แดนแก้วมูล 49010651
นายวันชัย ศรีมันตะ 49010874
นายสรายุทธ ปองสันเทียะ 49011016
รศ.ดร. จำลอง ปราบแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2552

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบถังรับแรงดันชนิดติดตรึงบนรถบรรทุกและสร้างโปรแกรมช่วยออกแบบ ในการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบถังรับแรงดันตามมาตรฐาน ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VII Division 1 และการออกแบบส่วนติดตรึงถังรับแรงดันกับรถบรรทุก 10 ล้อ โดยใช้โปรแกรม Visual Studio 2008 เนื่องจากมีความยืดหยุ่นและสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลได้สะดวก ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมแล้วนำมาเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณโดยตรงมีค่าเท่ากัน สามารถช่วยลดเวลาในการออกแบบและลดความผิดพลาดอันเกิดจากความบกพร่องของบุคคลได้ เหมาะสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปที่สนใจและเหมาะสำหรับวิศวกรผู้ที่ทำงานด้านนี้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER – AIDED DESIGN FOR THE CARGO PRESSURE VESSEL

Pitak Dankaewmoon 49010651

Wanchai Srimanta 49010874

Sarayut Pongsanthia 49011016

Assoc. Prof. Dr. Chamlong Prabkaew Advisor

ABSTRACT

This objective of this project is to design the Cargo Pressure Vessel and create computer aided design software for the Cargo Pressure Vessel. There are two parts in the project. The first part involves the design of a pressure vessel base on the standard of ASME Boiler and Pressure Vessel cold Section VII Division 1. The second part is the design of related components for the vessel installation. This was done by using Visual Studio 2008 due to its flexibility and its ability to interlace with database. Results from the developed program comparing with manual calculations are equal. However the program help designer to reduce time as well as any possible mistake. This program suit any engineer who is interested in designing cargo pressure vessel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ที่ให้ความร่วมมือและช่วยแนะนำหนังสือ ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VII Division 1 2007 Edition

ขอบพระคุณพี่พีระเกียรติ โทะลาบุตร และพี่อาภัสสร์ ขัดนาค นายช่างเทคนิคชำนาญงาน กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ข้อมูลและให้คำแนะนำเกี่ยวกับรถบรรทุกก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ขอบคุณนายรัฐธกร เพศสวัสดิ์ ที่คอยให้คำปรึกษาในเรื่องของการเขียนโปรแกรม

นายพิทักษ์ แดนแก้วมูล
นายวันชัย ศรีมันตะ
นายสรายุทธ ปองสันเทียะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
รายการสัญลักษณ์	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและมาตรฐานการออกแบบ	3
2.1 การกำหนดค่าความดัน	3
2.2 การกำหนดค่าอุณหภูมิ	3
2.3 การออกแบบขนาดและรูปร่างของถัง	3
2.3.1 ปริมาตร (Volume)	3
2.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter)	3
2.3.3 ความยาวของถัง (Length)	3
2.4 การคำนวณความหนาตัวถังและหัวถัง	4
2.4.1 การคำนวณความหนาตัวถัง	4
2.4.2 การคำนวณความหนาหัวถัง	4
2.5 การคำนวณรูเจาะและการเสริมความแข็งแรงของรูเจาะ	5
2.5.1 รูเจาะของถังรับแรงดัน	5
2.5.2 ความหนาของคอนอซเซิล	5
2.5.3 รูเจาะตรวจสอบ	6
2.5.4 รูเจาะตรวจสอบที่ไม่ได้บังคับ	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.5.5 การเสริมความแข็งแรงของรูเจาะ 7

2.5.6 การเลือกความหนาของท่อ 9

2.5.7 ระยะยื่นออกนอกถังที่น้อยที่สุดที่แนะนำ 9

2.6 วัสดุ 9

2.7 ค่าเผื่อการกัดกร่อน 11

2.8 การเชื่อมถังรับแรงดัน 11

2.9 ระบบการเดินท่อ และอุปกรณ์ความปลอดภัย 12

2.9.1 อุปกรณ์นิรภัยชนิดระบาย 12

2.9.2 วาล์วฉุกเฉิน 15

2.9.3 อุปกรณ์ความปลอดภัยอื่น ๆ 16

2.10 สลักเกลียวและแป้นเกลียว (Bolt and Nut) 17

2.10.1 แบบของเกลียว 17

2.10.2 การหาขนาดของสลักเกลียว 17

2.11 การออกแบบและการคำนวณโดยตรง 20

2.11.1 เงื่อนไขการออกแบบ 20

2.11.2 คุณสมบัติของวัสดุ 20

2.11.3 การคำนวณความหนาตัวถังและหัวถัง 20

2.11.4 Nozzle “A” (2” Liquid Outlet and Inlet) 22

2.11.5 Nozzle “V” (1” Vapour Return) 23

2.11.6 Nozzle “M” (16” MANHOLE) 25

2.11.7 Nozzle “R” (2.5” Pressure Relief Valve) 27

2.11.8 การหาขนาดของสลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง 30

บทที่ 3 การเขียนโปรแกรมและผลการคำนวณ 32

3.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม Visual Basic 2008 32

3.2 การเขียนโปรแกรม 35

3.3 ผลการคำนวณ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ 47

ภาคผนวก 49

ภาคผนวก ก ตารางแสดงคุณสมบัติของวัสดุ 50

ภาคผนวก ข ข้อมูลที่เกี่ยวกับการพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ โดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก 54

ภาคผนวก ค สมบัติทางกลของสลักเกลียว หมุดย้ำและสลักเกลียวสองข้าง 95

ภาคผนวก ง แบบประกอบรถบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ 97

เอกสารอ้างอิง 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางกับรูเจาะตรวจสอบที่บังคับ	6
2.2 ตารางเหล็กที่เหมาะสำหรับการขึ้นรูปถังรับแรงดัน	10
2.3 ตารางท่อเหล็กที่สามารถทนแรงดัน	11
2.4 แสดงค่าประสิทธิภาพและประเภทของรอยเชื่อมที่บังคับให้ใช้	12
2.5 ตารางความจุของถังขนส่งก๊าซตั้งแต่ 8,000 ลิตร ถึง 17,800 ลิตร ขนาดของ Safety Valve ที่ใช้ได้	13
2.6 ตารางความจุของถังขนส่งก๊าซตั้งแต่ 17,800 ลิตร ถึง 20,000 ลิตร ขนาดของ Safety Valve ที่ใช้ได้	15
3.1 ประเภทข้อมูลพื้นฐาน	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความเค้นที่กระทำกับท่อทรงกระบอก	4
2.2 หัวถังครึ่งทรงรี	5
2.3 การใช้ส่วนขนาดลดลงหัวถัง	6
2.4 แสดงรายระเอียดของนอซเซิล	8
2.5 แสดงตำแหน่งและรูปแบบการเชื่อมตัวถัง	11
2.6 แสดงรายละเอียดระบบทางเดินท่อและอุปกรณ์ความปลอดภัย	14
2.7 Roto Gauge	16
2.8 สลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง	17
2.9 แสดงแรงที่กระทำต่อรถบรรทุก	18
2.10 แสดงแรงที่กระทำกับรถขณะเข้าโค้ง	18
3.1 แสดงส่วนประกอบของโปรแกรม Visual Basic 2008	32
3.2 แสดงการเริ่มต้นสร้าง Application	35
3.3 แสดง Form ของ Application เมื่อเปิดขึ้นมาใหม่	35
3.4 แสดง Form หลักของโปรแกรมที่ออกแบบ	36
3.5 แสดง Form Dimension	36
3.6 แสดง Form การคำนวณความหนาหัวถัง	37
3.7 แสดง Form การคำนวณความหนาตัวถัง	37
3.8 แสดง Form การคำนวณนอซเซิล	38
3.9 แสดง Form การคำนวณหาขนาด bolt และ studs	38
3.10 แสดง Form รายละเอียดของโปรแกรม	39
3.11 แสดง Form ทั้งหมด	39
3.12 แสดง การกำหนด even ให้กับแต่ละ Form ให้ทำงานตามลำดับคำสั่ง	40
3.13 แสดงการสร้างฟังชันก์ให้กับ Form เพื่อใช้ในการคำนวณ	40
3.14 แสดงการ Run โปรแกรมหน้าแรก	41
3.15 แสดงการ Build โปรแกรมเพื่อนำไปใช้สำหรับติดตั้งบน Window	41
3.16 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

3.17 แสดงแผนผังการคำนวณนอซเซิล 43
3.18 แสดงผลการคำนวณหาขนาดความจุของรถบรรทุก 44
3.19 แสดงผลการคำนวณความหนาหัวถัง 44
3.20 แสดงผลการคำนวณความหนาตัวถัง 45
3.21 แสดงผลการคำนวณนอซเซิล 45
3.22 แสดงผลการคำนวณหาขนาด bolt และ studs 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ชื่อ/ความหมาย
A	พื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรง
A1	พื้นที่ที่เกินในผนังถัง
A2	พื้นที่ที่เกินในผนังนอซเซิล
A3	พื้นที่ที่ส่วนที่ยื่นเข้าไปภายในถังของนอซเซิล
A41	พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมด้านนอก
A42	พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมของแผ่นเสริมแรง
A43	พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมด้านใน
A5	พื้นที่ที่เพิ่มของแผ่นเสริมแรง
As	ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง
CA	ค่าเผื่อการกัดกร่อน
Di	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน
d	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของรูเจาะ
Dp	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของแผ่นเสริม
Eh	ประสิทธิภาพรอยเชื่อมของหัวถัง (joint efficiency)
En	ประสิทธิภาพรอยเชื่อมของนอซเซิล (joint efficiency)
Es	ประสิทธิภาพรอยเชื่อมของตัวถัง (joint efficiency)
F	แฟคเตอร์ชดเชยความเค้นที่เกิดจากความดันภายใน โดยมีค่าเท่ากับ 1
Ff	แรงเสียดทานที่ผิวสัมผัส
Fi	แรงดึงขั้นต้น
Fm	แรงกดที่เกิดจากน้ำหนักรถบรรทุก
Fn	แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับผิวสัมผัส
Fo	แรงที่เกิดขึ้นเมื่อรถเบรก
fr_1	Sn/Sv เมื่อปลายนอซเซิลยื่นเข้าไปในถังความดัน 1.0 เมื่อปลายนอซเซิลอยู่เสมอกับขอบถังความดันพอดี
fr_2	Sn/Sv
fr_3	Sn/Sv

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อ/ความหมาย
fr_4	Sp/Sv
Fs	แรงเฉือนจากภายนอก
h	ระยะเว้าของหัวถังครึ่งทรงรี
H	ความลึกของหัวถังแบบครึ่งทรงรี วัดจากความหนาภายใน
K	แฟคเตอร์ของหัวถังแบบครึ่งทรงรี ซึ่งขึ้นอยู่กับ D/2h
leg	พื้นที่เนื้อโลหะที่เชื่อม
P	ความดันออกแบบภายใน (internal design pressure)
R	รัศมีภายในของถังความดัน (inside radius of the shell)
Sh	ความเค้นสูงสุดที่ยอมรับได้ (maximum allowable stress value)
Sn	ความเค้นที่ยอมรับได้ของนอซเซิล
Sp	ความเค้นที่ยอมรับได้ของแผ่นเสริม
Sv	ความเค้นที่ยอมรับได้ของถังรับแรงดัน
Ss	ความเค้นสูงสุดที่ยอมรับได้ (maximum allowable stress value)
Te	ความหนาของแผ่นเสริม
Th	ความหนาที่น้อยที่สุดที่ต้องการของถังหลังการขึ้นรูป
Tn	ความหนาของนอซเซิล
Tr	ความหนาที่ต้องการสำหรับถังทรงกลมไร้ตะเข็บ
Tsc	ความหนาที่น้อยที่สุดของถัง เมื่อพิจารณาความเค้นเส้นรอบวง (Circumferential stress)
Tsl	ความหนาที่น้อยที่สุดของถัง เมื่อพิจารณาความเค้นตามแนวยาว (Longitudinal Stress)
V	สมรรถนะอัตราการระบาย (ft^3/min)
Z	จำนวนสลักเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันรถบรรทุกที่ขนส่งแก๊สปิโตรเลียมเหลว ที่วิ่งบนท้องถนนอย่างถูกกฎหมาย จะต้องยื่นคำร้องขอขึ้นทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม รถทุกคันจะต้องผ่านการตรวจสอบและลงนามรับรองจากกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน รายละเอียดที่ต้องยื่นประกอบด้วย รายการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ รายการคำนวณการออกแบบ และรายการตรวจสอบ

รายการคำนวณการออกแบบจะต้องแสดงรายละเอียดการคำนวณหาความหนาของผนังโครงสร้างแท็งก์ ความหนาส่วนหัวถัง แผ่นเสริมความแข็งแรงในส่วนต่างๆของผนังโครงสร้างถัง คำนวณการเสริมความแข็งแรง คำนวณความหนาของรูเจาะ และคำนวณหาของสลักเกลียวที่ติดตรึง ซึ่งปกติในการออกแบบแต่ละครั้งจะต้องใช้การคำนวณด้วยโดยตรง และจะต้องทำการออกแบบไปทีละส่วน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดข้อผิดพลาด เสียเวลา และเป็นการทำงานที่ซ้ำซ้อน

อีกทั้งในส่วนของการติดตรึงบนรถบรรทุก ยังไม่มีการคำนวณอย่างเป็นแบบแผนและไม่มีการรวมรวบข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการออกแบบและสร้างถังความดันบนรถบรรทุกไว้โดยเฉพาะเป็นเพียงการประยุกต์เท่านั้น ที่มีใช้กันอยู่ก็เป็นเพียงการถังรับแรงดันที่ติดอยู่บนพื้นเรียบ ที่วิธีคิดก็คิดตามทฤษฎีของซิกค์

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบถังความดัน พบว่าในประเทศไทยส่วนใหญ่จะมีบริษัทที่รับผลิตถังความดันและหม้อไอน้ำ ซึ่งจะมีบางบริษัทเท่านั้นที่รับออกแบบและผลิตถังรับความดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุกด้วย เช่น บริษัท มั่นชัย แมชชีนเนอรี่ จำกัด, บริษัท สุธี แท็งค์เกอร์ แอนด์ สเปเชียลทรัค จำกัด, บริษัท ยูนิมิต เอนจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

ทางกลุ่มวิจัยจึงได้มีการออกแบบและสร้างซอฟแวร์สำเร็จรูปออกมาช่วยในการคำนวณสำหรับการออกแบบถังความดันและการติดตรึงบนรถบรรทุกโดยเฉพาะ การเขียนใช้โปรแกรม Visual Studio 2008 เพราะมีความสะดวกต่อการใช้งาน เขียนง่าย และสามารถใช้สร้างโปรแกรมง่ายๆบนวินโดว์ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบถังรับแรงดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุก

1.2.2 สร้างโปรแกรมออกแบบถังรับแรงดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

งานวิจัยนี้จะศึกษาการออกแบบถังรับแรงดัน ตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลของอเมริกา (American Society of Mechanical Engineer) เพื่อนำไปเขียนเป็นซอฟแวร์สำหรับช่วยในการออกแบบให้มีความแม่นยำ ลดข้อผิดพลาดและเพิ่มความสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น

ขอบเขตการออกแบบ ความดันไม่เกิน 200 kg/cm^2 บนรถบรรทุก 10 ล้อ ที่มีน้ำหนักรวมทั้งหมด ไม่เกิน 25,000 kg (25 tons)

1.4 วิธีการดำเนินงาน

เริ่มต้นด้วยการศึกษาหาข้อมูลและทำความเข้าใจมาตรฐานของสมาคมวิศวกรเครื่องกลของอเมริกา ในเรื่องที่ว่าด้วย Boiler and Pressure Vessel จากนั้นทำการหาข้อมูลเกี่ยวกับรถบรรทุกที่จะนำมาออกแบบ หาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาอธิบายหลักการออกแบบ

นำข้อมูลที่ได้มาเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ สำหรับการออกแบบ แล้วทำการตรวจสอบสมการความสัมพันธ์ที่ได้ เพื่อนำมาเขียนเป็นแผนผังการทำงานของโปรแกรม พร้อมกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมให้เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลในการออกแบบ

จากนั้นก็นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ มาทำการเขียนลงบนโปรแกรม Visual Studio 2008 โดยเริ่มจากการออกแบบหน้าตาของโปรแกรม ให้มีความสวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน เริ่มการเขียนโปรแกรมในส่วนของคำสั่งและการกำหนดเงื่อนไขตามแผนผังการทำงานของโปรแกรมที่วางแผนไว้

ทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยการใส่ข้อมูลที่จำเป็น แล้วกำหนดเงื่อนไขต่างๆในการออกแบบตามความเป็นจริง นำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยตรงและที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เพื่อหาข้อบกพร่องของโปรแกรม แล้วนำมาแก้ไขจนได้โปรแกรมที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและมาตรฐานการออกแบบ

การออกแบบถังรับแรงดันที่ถูกต้องและปลอดภัย วิศวกรที่ออกแบบจะต้องมีความรู้ความเข้าในเชิงวิศวกรรมและข้อกฎหมายให้ชัดเจน เนื่องจากข้อกฎหมายจะบังคับให้การออกแบบเป็นไปตามมาตรฐาน โดยข้อมูลในเชิงวิศวกรรมและมาตรฐานการออกแบบ สามารถค้นหาข้อมูลได้ที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และส่วนข้อกฎหมายสามารถสอบถามรายละเอียดได้ที่กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ซึ่งจะเป็นหน่วยงานที่คอยดูแลเรื่องนี้โดยเฉพาะ การออกแบบที่ถูกต้องตามหลัก ควรพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

2.1 การกำหนดค่าความดัน (UG-21: Design Pressure)

เป็นการกำหนดค่าความดันสำหรับใช้ออกแบบถังความดัน จะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับอุณหภูมิที่ใช้งาน โดยคำนึงถึงเงื่อนไขในการออกแบบและสารที่จะบรรจุในถังรับแรงดันเป็นหลัก

2.2 การกำหนดค่าอุณหภูมิ (UG-20: Design Temperature)

เป็นการกำหนดค่าอุณหภูมิสำหรับใช้ออกแบบถังความดัน อุณหภูมิจะต้องกำหนดมากกว่าอุณหภูมิจำกัดซึ่งประยุกต์ใช้ ตามตาราง Section II, Part D, Subpart 1, Table 1A* ในส่วนทางเข้าอื่นที่เพิ่มเข้าไปการออกแบบอุณหภูมิของถังความดันที่เกิดจากความดันภายนอกจะต้องไม่มากกว่าอุณหภูมิสูงที่สุดของกราฟการออกแบบความดันภายนอก

2.3 การออกแบบขนาดและรูปร่างของถัง (Dimension)

เป็นการออกแบบโดยกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวของถังความดันแล้วจะได้ปริมาตรความจุของถัง มีการอ้างอิงจากขนาดของรถบรรทุกจริง การออกแบบประกอบไปด้วย

2.3.1 ปริมาตร (Volume) ปริมาตรที่บรรจุจะขึ้นอยู่กับของขนาดความยาวรถบรรทุกเป็นหลัก โดยตามกฎหมายจะกำหนดให้สามารถบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้ ไม่เกิน 85% ของปริมาตรความจุทั้งหมด

2.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) จะมีขนาด 2,100 mm เท่ากันทุกคัน เพราะตามกฎหมายจะต้องไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของรถยื่นออกมาเกินความกว้างทั้งหมด เพื่อความปลอดภัย

2.3.3 ความยาวของถัง (Length) ความยาวของถังจะขึ้นอยู่กับระยะความยาวของตัวถังรถ ซึ่งความยาวทั้งหมดของรถ ไม่เกิน 12 ม. ตามที่กฎหมายกำหนด แต่โดยทั่วไประยะความยาวของตัวถังรถ จะมีความยาวประมาณไม่เกิน 7,575 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

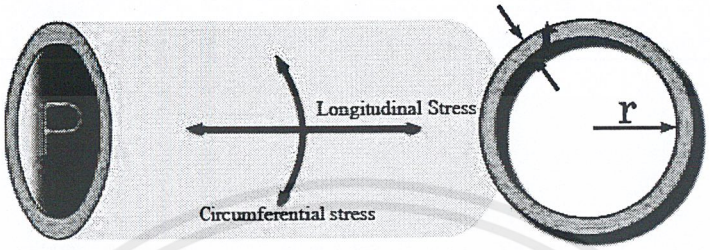
*2007 ASME Boiler and Pressure Vessel Code

2.4 การคำนวณความหนาตัวถังและหัวถัง

เป็นการคำนวณหาความหนาตัวถังและหัวถังที่น้อยที่สุดโดยคำนวณจากสมการต่อไปนี้

2.4.1 การคำนวณความหนาตัวถัง (UG-27: Thickness of Shells under Internal Pressure)

ความหนาตัวถังที่น้อยที่สุดภายใต้ความดันที่เกิดขึ้นภายในจะต้องไม่น้อยกว่าความหนาตัวถังที่คำนวณได้ จากสมการข้างล่างนี้



รูปที่ 2.1 ความเค้นที่กระทำกับท่อทรงกระบอก

(a) ความเค้นตามเส้นรอบวง (Circumferential stress)

ความดันที่ใช้ในการออกแบบภายในถังต้องน้อยกว่า 0.385SsEs แล้วใช้สมการ 2.1 คำนวณหาความหนาตัวถัง

$$Tsc = \frac{PR}{SsEs - 0.6P} \tag{2.1}$$

(b) ความเค้นตามแนวยาว (Longitudinal Stress)

ความดันที่ใช้ในการออกแบบภายในถังต้องน้อยกว่า 1.25SsEs แล้วใช้สมการ 2.1 คำนวณหาความหนาตัวถัง

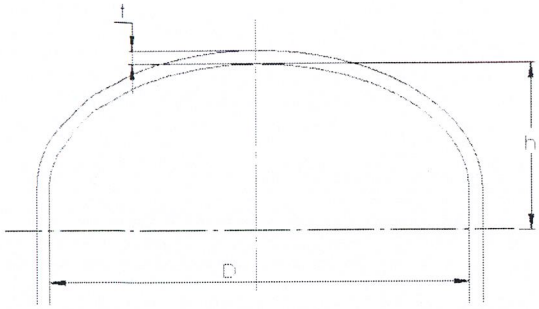
$$Tsl = \frac{PR}{2SsEs + 0.4P} \tag{2.2}$$

โดยปกติจะคิดเฉพาะความเค้นตามเส้นรอบวง เนื่องจากความเค้นที่เกิดตามเส้นรอบวงจะเกิดมากกว่าความเค้นที่เกิดขึ้นตามแนวยาวประมาณ 2 เท่า

2.4.2 การคำนวณความหนาหัวถัง (UG-32: Formed Heads, And Sections, and Pressure on concave side)

ความหนาน้อยที่สุดที่ต้องการของหัวถังหลังการขึ้นรูปหัวถังแบบครึ่งทรงรี ภายใต้ความดันที่เกิดขึ้นภายใน จะต้องคำนวณได้โดยสมการข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 หัวถังครึ่งทรงรี

(a) หัวถังแบบครึ่งทรงรี (Ellipsoidal Heads)

เมื่อ $t/L \geq 0.002$

$$Th = \frac{PDiK}{2ShEh - 0.2P} \tag{2.3}$$

$$K = \frac{1}{6}[2 + (\frac{D}{2h})_2] \tag{2.4}$$

2.5 การคำนวณรูเจาะและการเสริมความแข็งแรงของรูเจาะ (Opening and Reinforcements)

เป็นการคำนวณเพื่อหาความแข็งแรงของรูเจาะ หากความแข็งแรงไม่พอจะมีการเสริมความแข็งแรงของรูเจาะดังจะกล่าวต่อไป

2.5.1 รูเจาะของถังรับแรงดัน (UG-36: Openings in Pressure Vessel)

ขนาดของรูเจาะ รูปร่างของรูเจาะที่มีการเสริมความแข็งแรง ไม่มีข้อบังคับในการกำหนดขนาดที่แน่นอน แต่ในกรณีเมื่อรูเจาะของหัวถังทรงกระบอกมีขนาดโตกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหัวถัง มีข้อบังคับ คือ มีต้องมีการใช้ส่วนขนาดลดลงของตัวถัง

2.5.2 ความหนาของคอนอซเซิล (UG-45: Nozzle neck thickness)

สำหรับถังรับความดันที่มีความดันภายใน ความหนาผนังของคอรูเจาะจะต้องไม่น้อยกว่า

(a) ความหนาที่น้อยที่สุดของคอนอซเซิลที่คำนวณได้ จะต้องไม่น้อยกว่าความหนาที่คำนวณได้จากภาระแรงบนคอนอซเซิลบวกกับค่าเผื่อการกัดกร่อน

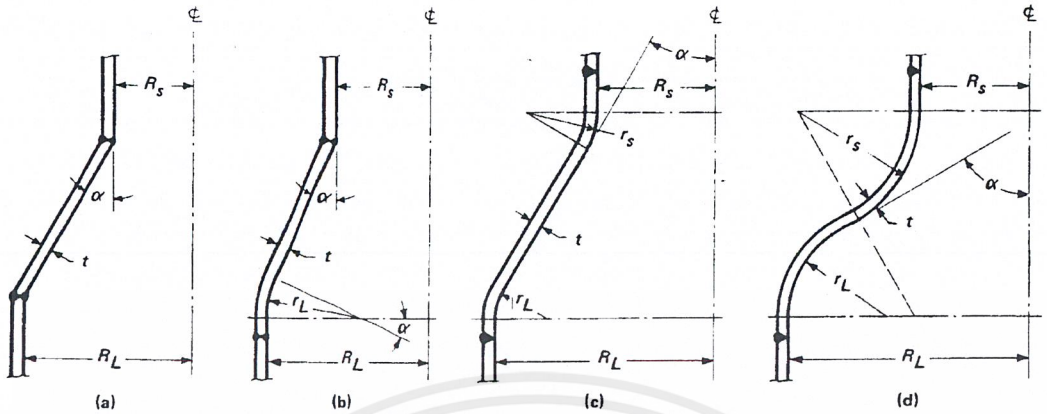
(b) สำหรับทางเข้าอื่นและรูเจาะตรวจสอบ (Inspection openings) ความหนาของคอนอซเซิลจะต้องไม่น้อยกว่าความหนาที่ต้องการสำหรับแรงที่ประยุกต์ใช้งาน และไม่น้อยกว่าค่าต่ำสุดดังนี้

(c) สำหรับถังรับแรงดันภายใต้ความดันภายใน ความหนาที่ต้องการ (สมมุติให้ประสิทธิภาพรอยเชื่อม = 1) บวกค่าเผื่อการกัดกร่อน ซึ่งรูเจาะเชื่อมติดอยู่ถังอยู่แล้ว แต่สำหรับถังแบบเชื่อมต้องไม่น้อยกว่า 1.6 mm

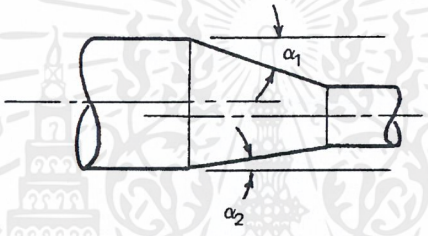
(d) ความหนาที่น้อยที่สุดของท่อมาตรฐานบวกกับค่าเผื่อการกัดกร่อนบนจุดเชื่อมต่อ โดยความหนาที่น้อยที่สุดของท่อรวบรวมไว้ใน (ASME B36.10M)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIG. UG-36 LARGE HEAD OPENINGS — REVERSE-CURVE AND CONICAL SHELL-REDUCER SECTIONS



r_L shall not be less than the greater of 0.12 $(R_L + t)$ or $3t$; r_s has no dimensional requirement



$\alpha_1 > \alpha_2$; therefore use α_1 in design formulas

(e)

รูปที่ 2.3 การใช้ส่วนขนาดลดลงหัวถัง

2.5.3 รูเจาะตรวจสอบ (UG-46: Inspection openings)

ถังรับแรงดันทุกใบที่ใช้กับงานอัดความดัน ที่ถังอยู่ภายใต้การกัดกร่อน การกัดเซาะ และการเสียดสีเชิงกลภายใน จะต้องมีช่องคนลอด ช่องมือลอด หรือช่องรูเจาะตรวจสอบ สำหรับการตรวจสอบและการทำความสะอาด สำหรับรูเจาะตรวจสอบที่แสดงข้างล่างนี้บังคับใช้ตาม Code UG-46

ตารางที่ 2.1 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางกับรูเจาะตรวจสอบที่บังคับ

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของถัง	รูเจาะตรวจสอบที่บังคับ
ขนาดมากกว่า 300 mm แต่น้อยกว่า 450 mm	รูเจาะแบบเกลียวท่อขนาด 38 mm จำนวน 2 รู
ขนาดตั้งแต่ 450 mm ถึงขนาด 900 mm	ช่องคนลอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเล็กสุด 380 mm หรือรูเจาะแบบเกลียวท่อขนาด 50 mm จำนวน 2 รู
ขนาดมากกว่า 900 mm	ช่องคนลอดขนาดเล็กสุดเส้นผ่านศูนย์กลาง 380 mm หรือนอซเซิลที่มีขนาดท่อ 150 mm จำนวน 2 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 รูเจาะตรวจสอบที่ไม่ได้บังคับ (Inspection openings unforced)

รูเจาะตรวจสอบที่ไม่ได้บังคับ ไม่ได้มีกฎเกณฑ์บังคับที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเป็นหลักว่าจะทำการออกแบบในส่วนนี้หรือไม่

(a) สำหรับถังที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 300 mm ลงมา จะต้องมีท่อขนาดเล็กสุด 19 mm อย่างน้อยที่สุดจำนวน 2 ท่อ ที่สามารถถอดออกได้

(b) สำหรับถังที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในตั้งแต่ 300 mm ถึง 450 mm ที่ได้รับการติดตั้งเพื่อให้สามารถถอดออกได้จากการประกอบเพื่ออนุญาตสำหรับการตรวจสอบ ถ้ามีท่อที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 38 mm อย่างน้อยที่สุด 2 ท่อ ที่สามารถถอดออกได้

(c) สำหรับถังที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 450 mm ภายใต้ความดันอากาศซึ่งมีสารอื่นที่จะป้องกันการกัดกร่อนบรรจุอยู่ด้วยให้มีรูเจาะที่เหมาะสมที่สามารถทำการตรวจสอบผ่านรูเจาะได้อย่างสะดวก

(d) สำหรับถังที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 900 mm ซึ่งมีรูแสดงระดับน้ำในถังอย่างน้อยที่สุด 1 รูต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ตาม Code UG-25 ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะการกัดกร่อนเท่านั้น และไม่ได้ใช้กับอากาศอัด

ตำแหน่งที่นิยมของการเจาะรูตรวจสอบมักจะอยู่ที่บริเวณหัวถังแต่ละอันหรือใกล้กับหัวถัง

โดยที่ความหนาของผนังคอนอซเซิลหรือการเชื่อมต่ออื่น ที่เป็นลักษณะทางเข้าหรือรูเจาะตรวจสอบ จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าความหนาที่คำนวณได้สำหรับภาระแรงที่ประยุกต์ใช้งานบวกค่าเผื่อการกัดกร่อน

2.5.5 การเสริมความแข็งแรงของรูเจาะ (UG-37: Reinforcement Required for Opening in Shells and Formed Heads)

การออกแบบการเสริมความแข็งแรงของรูเจาะ จะต้องให้มีปริมาณของโลหะที่ถูกแทนเข้าไปเพื่อเสริมความแข็งแรงมีปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับส่วนของโลหะที่ถูกตัดออกไป สำหรับทำรูเจาะโดยการเสริมความแข็งแรงนี้อาจรวมเข้ากับหัวถังและนอซเซิล หรืออาจใช้เป็นแผ่นเสริมเพิ่มเข้ามา และมีกฎพื้นฐานบังคับ คือ

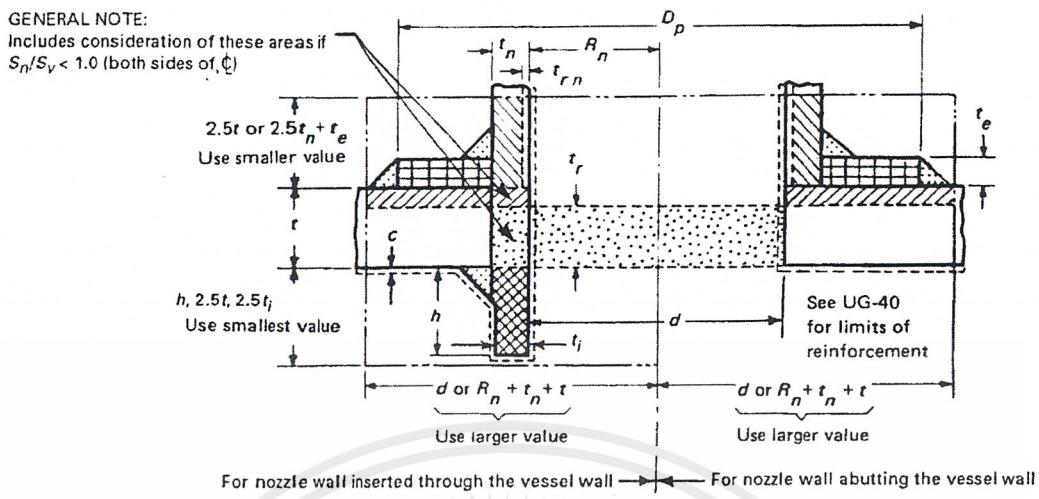
1. ไม่จำเป็นต้องให้ปริมาณของโลหะที่เข้ามาแทนที่เท่ากับโลหะที่ถูกตัดออกไปพอดี เพียงแต่ให้ปริมาณของโลหะมีความต้านทานความดันที่เกิดขึ้นภายใน โดยปกติที่ความหนาบริเวณรอบๆ รูเจาะจะมีค่าน้อยกว่าความหนาที่จุดอื่นของถังหรือหัวถัง

2. โดยปกติความหนาของนอซเซิลที่ใช้งานจริง จะมีขนาดมากกว่าที่คำนวณได้อยู่แล้ว อีกทั้งระยะที่ยื่นเข้าไปในถังและพื้นที่ของการเชื่อมโลหะที่เกินจากการคำนวณ ก็สามารถนำไปคำนวณเป็นการเสริมความแข็งแรงได้

3. การเสริมความแข็งแรงจะต้องอยู่ภายในจุดจำกัดการเสริมแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UG-37.1 NOMENCLATURE AND FORMULAS FOR REINFORCED OPENINGS



รูปที่ 2.4 แสดงรายละเอียดของนอซเซิล

พื้นที่ที่ไม่มีเสริมความแข็งแรง

$A = dTrF + 2TnTrF\ (1-fr_1)$ (2.5)

$A_1 = d\ (E_1T - FTr) - 2Tn\ (E_1T - FTr)\ (1-fr_1)$ (2.6)

$A_2 = (Tn - Trn)\ 5Tfr2$ (2.7)

$A_3 = 5TTifr_2$ (2.8)

$A_{41} = (leg)^2\ fr_2$ (2.9)

$A_{43} = (leg)^2\ fr_2$ (2.10)

ถ้าพื้นที่เนื้อโลหะที่เพิ่มเข้ามามากกว่าหรือเท่ากับพื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรง แสดงว่า มีความแข็งแรงเพียงพอไม่จำเป็นต้องมีการเสริมความแข็งแรง แต่ถ้าพื้นที่เนื้อโลหะที่เพิ่มเข้ามาน้อยกว่าพื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรง ต้องมีการเสริมความแข็งแรง โดยเพิ่มความหนาของนอซเซิล หรือใช้แผ่นเสริมความแข็งแรง

พื้นที่ที่มีการเสริมความแข็งแรง

$A = dTrF + 2TnTrF\ (1-fr_1)$ (2.11)

$A_1 = d\ (E_1T - FTr) - 2Tn\ (E_1T - FTr)\ (1-fr_1)$ (2.12)

$A_2 = (Tn - Trn)\ 5Tfr2$ (2.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$A_3=5TTifr_2$ (2.14)

$A_{41}=(leg)^2fr_3$ (2.15)

$A_{42}=(leg)^2fr_4$ (2.16)

 $A_{43}=(leg)^2fr_2$ (2.17)

$A_5=(Dp-d-2Tn)Tefr_4$ (2.18)

ถ้าพื้นที่เนื้อโลหะที่เพิ่มเข้ามาจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับพื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรง จึงจะสรุปได้ว่ามีความแข็งแรงเพียงพอ

2.5.7 การเลือกความหนาของท่อ (Nozzle thickness)

การคำนวณความหนาของผนังท่อนั้น จะต้องนำค่าที่คำนวณได้จากสูตรโดยที่ยังไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อนไปใช้ โดยที่พื้นที่ที่เพิ่มมาจากการเผื่อการกัดกร่อนจะนำไปคำนวณเป็นพื้นที่ของการเสริมความแข็งแรง

$$Tn=\frac{PR}{SnEn-0.6P} \quad (2.19)$$

หรือนำค่าความหนาของท่อที่ให้มา เพื่อนำไปใช้ได้เลย

2.5.8 ระยะยื่นออกนอกถังที่น้อยที่สุดที่แนะนำ (Minimum External Projection)

ระยะที่จะยื่นออกนอกจะต้องเปรียบเทียบระหว่างค่า 2.5T และ 2.5Tn+Te ว่าค่าไหนน้อยที่สุดก็จะใช้ค่านั้น ส่วนระยะที่ยื่นเข้าไปด้านในถังความดัน จะต้องเปรียบเทียบระหว่าง h, 2.5T, 2.5Ti โดยจะเลือกใช้ค่าที่น้อยที่สุดเพื่อใช้ในการออกแบบ

2.6 วัสดุ (Materials)

การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบจะขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเป็นหลักว่าจะใช้มาตรฐานของประเทศใด เพราะว่าคุณสมบัติของเหล็กจะคล้ายๆกันแต่จะต่างกันที่ชื่อในการเรียก ในงานวิจัยนี้จึงจะอ้างอิงจากมาตรฐานของสมาคมวิศวกรเครื่องกลของอเมริกา (ASME) โดยในประเทศไทยวัสดุที่เลือกใช้ส่วนใหญ่จะมีอยู่ 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS: Japanese Industrial Standards) และสมาคมวิศวกรเครื่องกลของอเมริกา (ASME: American Society of Mechanical Engineer)

โดยทั่วไปการเลือกใช้วัสดุในการสร้างถังรับแรงดันนั้น จะมีเหล็กอยู่ไม่กี่ประเภทที่มีคุณสมบัติในการทนแรงดัน ซึ่งแสดงตามตารางที่ 1.3

ในส่วนของท่อหรือนอซเซิล ที่ใช้งานโดยทั่วไปนั้น ก็จะมีอยู่เพียงแค่ 2 ชนิด คือ SA-53 และ SA-106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางเหล็กที่เหมาะสำหรับการขึ้นรูปถังรับแรงดัน

Spec No.	Type/Grade	Nominal Composite	Description
SA-203	A, B D, E ,F	2.5Ni 3.5Ni	Nickel Alloy Steel Plates. สำหรับอุณหภูมิต่ำ (-101.1 ^{0}C)
SA-204	A, B and C	C - 0.5Mo	Carbon - Molybdenum Alloy Steel Plates.สำหรับอุณหภูมิปานกลาง
SA-285	A, B and C	Carbon Steel	สำหรับหม้อไอน้ำและถังรับแรงดัน เหมาะสำหรับอุณหภูมิต่ำและปานกลาง
SA-302	A C D	Mn – 0.5Mo Mn – 0.5Mo – 0.5Ni Mn – 0.5Mo – 0.75Ni	Manganese - Molybdenum - Nickel Alloy Steel Plates. สำหรับถังเก็บความร้อน
SA-387	2 Class 1, 2 5 Class 1, 2 11 Class 1, 2 12 Class 1, 2 21 Class 1, 2 22 Class 1, 2 91 Class 2	0.5Cr – 0.5Mo 5Cr – 0.5Mo 1.25Cr – 0.5Mo - Si 1Cr – 0.5Mo 3Cr – Mo 2.25Cr – 1Mo 9Cr – 1Mo - V	Chromium - Molybdenum Alloy Steel Plates. สำหรับอุณหภูมิสูงและทนการกัดกร่อน
*SA-515	60, 65 and 70	Carbon Steel	Carbon Steel Plates ใช้งานอุณหภูมิระดับกลางและอุณหภูมิสูงเป็นหลัก
*SA-516	55, 60, 65 and 70	Carbon Steel	Carbon Steel Plates ใช้งานอุณหภูมิระดับกลางและอุณหภูมิต่ำจนถึง -45 ^{0}C
SA-537	Class 1 and Class 2	Carbon - Manganese - Silicon	Carbon -Manganese - Silicon Steel Plates - Heat Treated. สำหรับถังเก็บความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตารางท่อเหล็กที่สามารถทนแรงดัน

Spec No.	Type/Grade	Nominal Composite	Description
*SA-53	A, B	Carbon Steel	เหมาะสำหรับใช้งานทั่วไป
SA-106	A, B	Carbon Steel	เหมาะสำหรับที่อุณหภูมิสูง

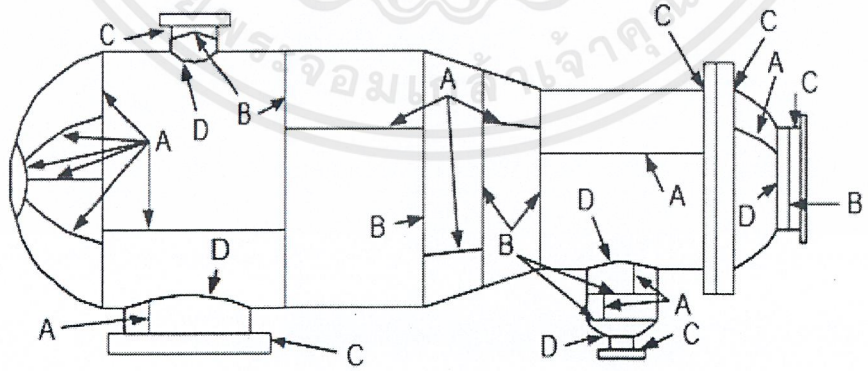
* หมายเหตุ วัสดุที่นิยมใช้ สำหรับถังรับแรงดันโดยเฉพาะ

2.7 ค่าเผื่อการกัดกร่อน (UG-25: Corrosion)

คือการเพิ่มความหนาของวัสดุเข้าไปรวมกับที่ได้จากการคำนวณ เพราะถังรับแรงดันและส่วนประกอบต่างๆ มีการกัดกร่อน กัดเซาะ หรือการเสียดสีทางกล จนทำให้มีความหนาลดลง จะต้องมีการยืดอายุการใช้งาน โดยเพิ่มค่าเผื่อการกัดกร่อนซึ่งจะขึ้นอยู่ที่ผู้ออกแบบ ไม่ได้มีข้อบังคับที่แน่นอน แต่โดยทั่วไปจะคำนึงถึงสารที่บรรจุเป็นหลัก และจะต้องมีการแสดงค่าพิกัดเผื่อการกัดกร่อนในรายงานด้วย

2.8 การเชื่อมถังรับแรงดัน (Welding of Pressure Vessels)

เป็นการนำชิ้นส่วนของถังรับแรงดันที่ได้จากการออกแบบมาประกอบเข้าด้วยกันโดยวิธีการเชื่อม การเชื่อมนั้น จะพิจารณาที่ประสิทธิภาพของรอยเชื่อม ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับการตรวจสอบด้วยภาพถ่ายรังสี (Radiography Test) โดยระดับการการตรวจสอบด้วยภาพถ่ายรังสีแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ การตรวจสอบโดยตลอดรอยต่อทั้งถัง (full RT) การตรวจสอบบางส่วน (Spot RT) และไม่มีการตรวจสอบ (none RT) โดยชนิดของรอยต่อแบ่งเป็น A, B, C และ D ตามมาตรฐาน ASME ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงตำแหน่งและรูปแบบการเชื่อมตัวถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าประสิทธิภาพและประเภทของรอยเชื่อมที่บังคับให้ใช้

Joint type	Welded Joint Category	Joint Efficiency (E)		
		Degree of radiographic exam		
		Full	Spot	None
JT1	A,B,C,D	1.0	0.85	0.7
JT2	A,B,C,D*	0.9	0.8	0.65
JT3	A,B,C	N/A	N/A	0.6
JT4	A,B,C*	N/A	N/A	0.55
JT5	B,C*	N/A	N/A	0.5
JT6	A,B*	N/A	N/A	0.45

* ข้อบังคับเพิ่มเติมดูจาก ASME CODE (หัวข้อ UW-2, UW-12)

N/A = ไม่อนุญาตให้ใช้ในการออกแบบตามข้อกำหนดมาตรฐาน ASME

2.9 ระบบการเดินท่อ และอุปกรณ์ความปลอดภัย (Piping and Security equipment)

การเดินระบบท่อและอุปกรณ์ความปลอดภัย เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบ เนื่องจากหลักสำคัญในการออกแบบ คือ ความปลอดภัยและความประหยัด เพราะฉะนั้น เมื่อมีการออกแบบและการเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับความปลอดภัยแล้ว จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและลงนามรับรองจากเจ้าพนักงาน โดยสามารถดูรายละเอียดได้จากภาคผนวกด้านท้ายเล่ม

2.9.1 อุปกรณ์นิรภัยชนิดระบาย (ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ) ได้แก่อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1.Charge/Discharge & Vapour Valve

2.Back Pressure Check Valve

3.Bleeder Valve or Vent Valve

4.Hydrostatic Relief Valve

5.By-pass Valve

6.Emergency & Excess Flow Valve

7. Safety Valve

ในลำดับ 1 - 3 เป็นลิ้น (Valve) ใช้สำหรับปิด - เปิด เพื่อให้ส่วนที่เป็นของเหลว (Liquid) หรือไอของก๊าซ (Vapour) ผ่านเข้าออกได้ ส่วนในลำดับ 4 - 7 เป็นอุปกรณ์นิรภัยชนิดระบาย ซึ่งอุปกรณ์นิรภัยชนิดของ Safety Valve นั้น จะมาเป็นกรณีพิเศษ เพื่อให้รายละเอียดข้อมูลสอดคล้องกับการพิจารณาของทางกรมธุรกิจพลังงาน

สำหรับในกรณีระบาย จะต้องมีการทดสอบทุกปีในวาระที่จะต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a) การคำนวณหาสมรรถนะอัตราการระเหยของ Safety Valve

มีทั้งแบบชนิดหน้าแปลนและชนิดเกลียว จากข้อมูลของบริษัทผู้จำหน่ายและเอกสารกำกับสินค้าพบว่า Safety Valve ที่ใช้กับยานพาหนะขนส่งก๊าซและมีจำหน่ายอยู่ภายในประเทศมีอยู่หลายยี่ห้อ ที่พอยกตัวอย่างได้มีดังนี้

1.Fisher

2.Rego

3.Miyairi

ในการเลือกใช้ยี่ห้อ/แบบ/รุ่นใดนั้น จะต้องคำนึงถึงขนาดของถังขนส่งก๊าซด้วยคือ สมรรถนะ อัตราการระบาย จะต้องสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวภายนอก ของถังขนส่งก๊าซด้วย สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$V = 53.632\ A^{0.82} \qquad (2.20)$$

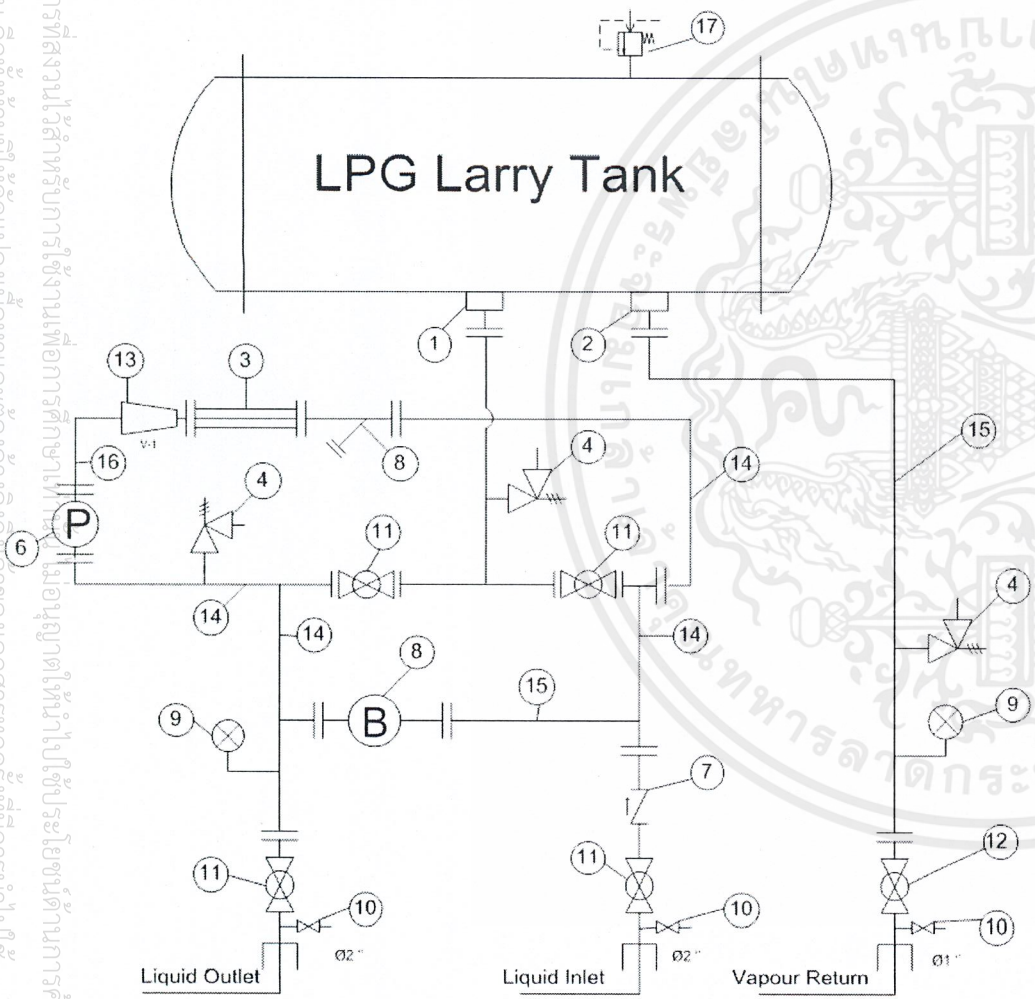
<u>ตัวอย่างตารางจำแนกขนาดความจุของถังขนส่งก๊าซกับสมรรถนะอัตราการระเหย</u>

ตารางที่ 2.5 ตารางความจุของถังขนส่งก๊าซตั้งแต่ 8,000 ลิตร ถึง 17,800 ลิตร ขนาดของ Safety Valve ที่ใช้ได้

ยี่ห้อ	รุ่น/แบบ	ลักษณะการจับยึด/ขนาด	อัตราการระบาย SCFM (air)
Fisher	H 280 – 250	2" MNPT	10,2303
	H 731 – 250	3" MNPT	8,616
Rego	A 8436 GN	3" MNPT	9,839
	A 8543 FGN	2" 300# ANPT Flange	9,830
Miyairi	MT 842 B	2 1/2 B JIS-20 KRF	8,108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIPING DIAGRAM



PIPING DIAGRAM			
Mark	*Size*	*Description*	*Remark*
1	2"	Emergency & Excess Flow Valve	
2	1"	Emergency & Excess Flow Valve	
3	2"	Flexible Valve	
4	1/4"	Hydrostatic Relief Valve	
5	2"	Strainer	
6	3"	LPG Pump	
7	2"	Check Valve	
8	1"	By Pass Valve	
9	1/4"	Pressure Gauge	
10	1/4"	Vent Valve	
11	2"	Ball Valve	
12	1"	Ball valve	
13	2"X3"	Reducer	
14	2"	PIPE API 5L-GRB SCH.80	
15	1"	PIPE API 5L-GRB SCH.80	
16	3"	PIPE API 5L-GRB SCH.80	
17	2 1/2"	Safety Relief valve	

รูปที่ 2.6 แสดงรายละเอียดระบบทางเดินท่อและอุปกรณ์ความปลอดภัย

ตารางที่ 2.6 ตารางความจุของถังขนส่งก๊าซตั้งแต่ 17,800 ลิตร ถึง 20,000 ลิตร ขนาดของ Safety Valve ที่ใช้ได้

ยี่ห้อ	รุ่น/แบบ	ลักษณะการจับยึด/ขนาด	อัตราการระบาย SCFM (air)
Fisher	H 280 – 250 H 731 – 250	2" MNPT 3" MNPT	10,2303 8,616
Rego	A 8436 GN A 8543 FGN	3" MNPT 2" 300# ANPT Flange	9,839 9,830

หมายเหตุ

อย่างไรก็ตาม ในการเลือกใช้ขนาดของ Safety valve ให้สัมพันธ์กับขนาดของถังขนส่งก๊าซทางบกนั้น ให้ยึดขนาดของพื้นที่ผิวถังขนส่งก๊าซ จะให้ความถูกต้องมากกว่าสำหรับในการติดตั้ง Safety valve กับถังขนส่งก๊าซนั้น ต้องติดตั้งไม่ให้มีส่วนหนึ่งส่วนใดโผล่พ้นเหนือผิวถัง หรือถ้ามีส่วนใดพ้นเหนือผิวถังต้องมีฝาครอบหรือมีที่กำบัง

2.9.2 วาล์วฉุกเฉิน (Emergency Shut off Value)

(a) ฟิวส์โลหะ (Fuse metal)

จะเป็นตัวตัดต่อ เมื่อได้รับความร้อนแล้ว Fuse ชนิดตะกั่วหลอมละลายขาดและทำให้สลิงขาดจากกันส่งผลให้ Emergency Shut off Value ปิดทำให้ก๊าซไม่รั่วไหลออกจากตัวถังเป็นการป้องกัน หากเกิดกรณีการลุกไหม้ที่ตัวถังแล้วไม่สามารถเข้าไปปิดโดยใช้สายดึงได้ จะให้กรณีลิ้นควบคุมการปิด - เปิดระยะไกลเป็นแบบสายดึง ส่วนถ้าในกรณีลิ้นควบคุมการปิด- เปิดระยะไกลเป็นแบบ Hydraulic ไม่ต้องมี Emergency Shut off Value วาล์วนิรภัยฉุกเฉินเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ติดตั้งอยู่กับระบบจ่ายก๊าซหลักที่ต่อออกมาจากถังขนส่ง ภายในจะเป็นวาล์ว เปิด – ปิด ซึ่งอาศัยหลักทางกลศาสตร์ต่อเชื่อมถังลวดสลิง โดยเดินสายลวดสลิงมาไว้บริเวณด้านท้ายของรถเพื่อมีไว้สำหรับดึงให้วาล์วปิด ในกรณีเหตุฉุกเฉินที่ทำให้ต้องหยุดระบบจ่ายก๊าซ

(b) วาล์วนิรภัย (Safety Valve)

เป็นอุปกรณ์สำคัญของถังเก็บ จ่ายก๊าซ และถังขนส่งก๊าซ ซึ่งถังทุกใบจะต้องมีวาล์วนิรภัยไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ถังเกิดระเบิด เนื่องจากเนื่องจากความดันในถังสูงไปในกรณีอากาศร้อนจัดหรือเกิดเพลิงไหม้โดยปกติจะตั้งวาล์วให้เปิดที่ความดันระหว่าง 250 - 275 psi

(c) วาล์วคลายความดัน (Hydrostatic Relief Valve)

เป็นอุปกรณ์ป้องกันระบบท่อโดยจะติดอยู่กับระบบท่อโดยที่ตั้งไว้ระหว่างวาล์วกั้น 2 ตัวในกรณีที่ความดันภายในท่อสูงเกินไปวาล์วก็จะทำงานเพื่อระบายและลดความดันภายในท่อลงโดยทั่วไปจะตั้งไว้ที่ 250 - 350 psi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(d) วาล์วควบคุมการไหล (By Pass Value) อุปกรณ์นี้มีไว้สำหรับระบายก๊าซเหลวไหลกลับเข้าถังเมื่อเดินเครื่องก๊าซทำงานแต่ยังไม่มีการบรรจุเข้าถังก๊าซ หรือการบรรจุแต่ปริมาณก๊าซที่เข้าน้อยกว่าปริมาณที่เครื่องสูบถ่ายก๊าซออกมา ก๊าซส่วนที่เหลือจะระบายกลับ เข้าถังขนส่งโดยผ่าน By Pass Valueทำงานที่ความดันแตกต่างไม่เกิน 150 psi

(e) ช่องระบายอากาศ (Bleeder Vent) ระบายอากาศที่ตกค้างในท่อ โดยใช้แรงดันก๊าซเป็นตัวไล่

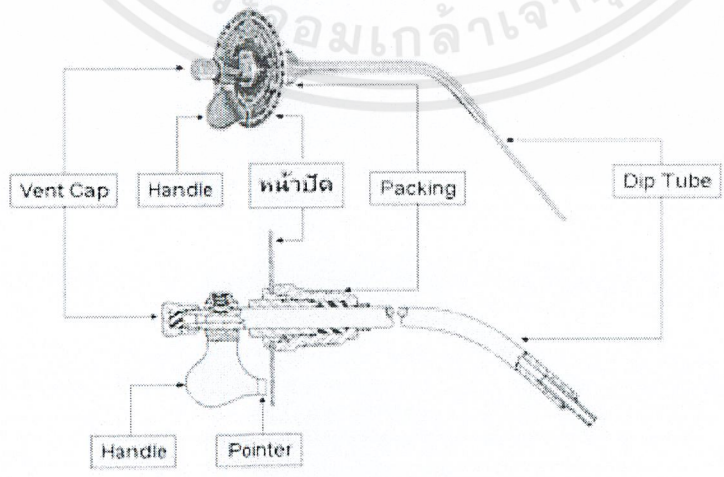
(f) ตัวกรอง (Strainer) ทำหน้าที่กรองก๊าซสิ่งสกปรกต่างๆ ก่อนที่จะสูบถ่ายก๊าซจากถังขนส่งลง

(g) วาล์วกันกลับ (Back Check) ทำหน้าที่ให้ก๊าซไหลไปทางเดียวคือไหลไปได้แต่ย้อนกลับไม่ได้สามารถป้องกันก๊าซรั่วที่ปลายท่อรับและป้องกันการดูดก๊าซจากถังเก็บก๊าซวาล์วชนิดนี้ปกติจะเปิดอยู่ตลอดเวลาบ่าวาล์วจะเป็นโลหะสัมผัสกับโลหะจึงทำให้ไม่สามารถเปิดได้ 100% ฉะนั้นจะต้องใช้ร่วมกับวาล์วชนิดอื่น เช่น พอลล์วาล์วเพื่อให้ปิดสนิทขึ้น

2.9.3 อุปกรณ์ความปลอดภัยอื่น ๆ (Other security equipment)

(a) ท่อวัดระดับก๊าซ (Slip Tube) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับก๊าซ ในถังขนส่งก๊าซเพื่อให้ควบคุมเปอร์เซนต์ ของการบรรจุลงในถังได้ตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงฯ ให้บรรจุได้ไม่เกิน 85 % ของปริมาณบรรจุของถังส่งก๊าซ โดยเมื่อชักปลายสลิปเมื่อถึงระดับเปอร์เซนต์ที่บนสเกลที่ต้องการแล้วจะมีไอน้ำพุ่งออกมาเพื่อให้ทราบว่าถึงระดับที่ต้องการแล้ว Slip Tube โดยทั่วไปจะต้องมีฝาครอบเพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับก๊าซ และเพื่อป้องกันการกระแทกหรือหลุดจากตัวถังอีกครั้งหนึ่งด้วย

(b) มาตรวัดระดับ (Level Gauge) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับก๊าซที่ยึดติดอยู่กับตัวถังขนส่งก๊าซมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Roto Gauge เมื่อหมุนเข็มวัดระดับเปอร์เซนต์ที่บนสเกลที่ต้องการแล้วจะมีไอน้ำพุ่งออกมา เพื่อให้ทราบว่าถึงระดับที่ต้องการแล้ว โดยปกติเป็นอุปกรณ์สำคัญของถังในด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติตามกฎหมายต้องเติมก๊าซในถังขนส่งไม่เกิน 85% ของปริมาณบรรจุของถัง



รูปที่ 2.7 Roto Gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

(c) สายดิน (Ground Rod Wire) มีไว้เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิตและป้องกันฟ้าผ่า ในกรณีที่ขนส่งก๊าซทางบกโครงรถ (Chassis) ถือเป็น Ground Rod ในตัวของมันเองจะเพิ่มเฉพาะสายทองแดง และปากคีม เพื่อเป็นสายนำ ในการลดประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นในขณะการสูบถ่ายก๊าซ เพื่อป้องกันการเกิดการลุกไหม้

(c) เครื่องสูบถ่ายก๊าซ (Pump) ทำหน้าที่ในการสูบก๊าซเข้า - ออกจากถัง

(e) บอลวาวล์ (Ball valve) ทำหน้าที่เป็นลิ้นปิด เปิดก๊าซ

(f) มาตรวัดแรงดัน (Pressure Gauge) อุปกรณ์บอกความดันของก๊าซ

2.10 สลักเกลียว สลักเกลียวสองข้างและแป้นเกลียว (Bolt, Studs and Nut)

2.10.1 แบบของเกลียว (Type of screw)

สลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้างมีใช้งานอยู่หลายมาตรฐาน เพื่อความสะดวกในการหาขนาดของสลักเกลียวและให้ได้ตามมาตรฐานที่ยอมรับ ประเทศไทยตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม โดยสำนักงานอุตสาหกรรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดมาตรฐานคุณสมบัติของสลักเกลียวใน มอก. 171-2530 (สมบัติทางกลของสลักเกลียวหมุดเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง) ตามมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO/R898/I-1968(E) ที่ทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel) หรือเหล็กกล้าเจือ (Alloy steel) โดยที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน39 mm

รูปที่ 2.8 สลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง

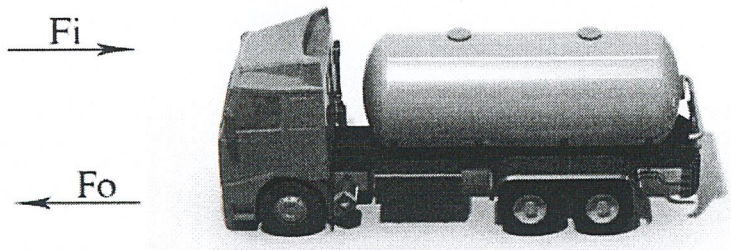
2.10.2 การหาขนาดของสลักเกลียว (Finding bolt diameter)

สมมุติฐานที่นำมาใช้ในการออกแบบหาขนาดของสลักเกลียว คือ

1. แรงเฉือนจะเกิดขึ้นที่พื้นที่หน้าตัดเกลียว ที่เกิดจากการคลื่อนที่ของรถบรรทุก โดยกำหนดให้ความเร็วสูงสุดของรถบรรทุก 80 km/hr มีระยะเบรกไม่เกิน 10 m

110949

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงแรงที่กระทำต่อรถบรรทุก

สมการของนิวตัน $\sum F = ma$ (2.21)

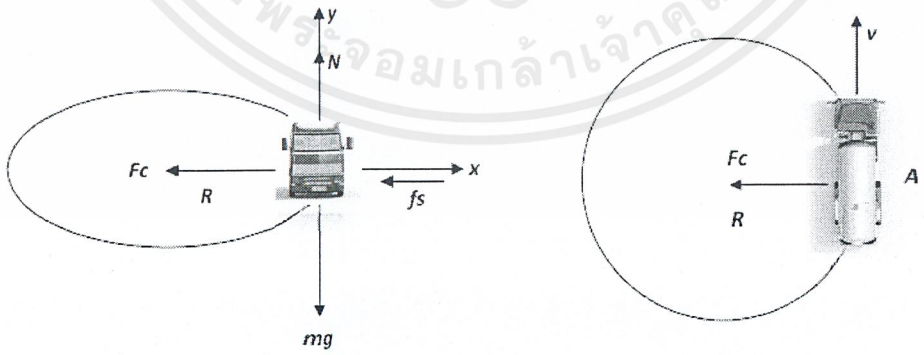
$Fo - Fi = ma$ (2.22)

สมการการเคลื่อนในแนวเส้นตรง $v^2 = u^2 \pm 2as$ (2.23)

2. แรงกดในแนวแกนที่กระทำต่อสลักเกลียวสองข้าง จะเกิดจากน้ำหนักสุทธิของตัวถังและของเหลวที่ใช้บรรทุก

แรงกดที่เกิดจากน้ำหนักตัวถังและของเหลวที่บรรทุก $F_M = mg$ (2.24)

3. แรงดึงในแนวแกนของสลักเกลียวจะเกิดขึ้นเมื่อรถบรรทุกเลี้ยวโค้ง ทำให้เกิดแรงเข้าสู่ศูนย์กลาง ซึ่งแรงนี้มีค่าขึ้นอยู่กับแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน



รูปที่ 2.10 แสดงแรงที่กระทำกับรถขณะเข้าโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแนวราบ

$$F_C = \mu N = \frac{mv^2}{r} \tag{2.25}$$

พิจารณาแรงภายนอกที่กระทำในแนวแกนและแรงเฉือนในแนวตั้งฉากกับแนวแกน ดังรูปที่ 1.19 แรงเสียดทานระหว่างชิ้นงานที่ยึดติดกันจะทำหน้าที่รับแรงเฉือนจากภายนอก (Fs) เอาไว้ ดังนั้นจึงต้องมีแรงดึงขั้นต้นมากดสลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้างไว้ให้มากเพียงพอ จนกระทั่งแรงเสียดทาน Ff มากกว่า Fs

สำหรับสลักเกลียว

$$Fi = \frac{Fs}{Zf} + \frac{\mu mg}{32} \tag{2.26}$$

สำหรับสลักเกลียวสองข้าง

$$Fi = \frac{Fs}{Zf} + \frac{mg}{32} \tag{2.27}$$

การคำนวณหาขนาดสลักเกลียว จะต้องพิจารณาที่ความเค้นดึงและความเค้นเฉือน โดยที่ใช้ทฤษฎีความเค้นออคตะฮีดรัล หรือ Von Misses

$$\frac{\sigma_y}{N} = [\sigma_t^2 + 3\tau^2]^{1/2} \tag{2.28}$$

ความเค้นดึง

$$\sigma t = \frac{Fi}{As} \tag{2.29}$$

ความเค้นเฉือน

$$\tau = \frac{Fs}{As} \tag{2.30}$$

นำสมการที่ (2.29) และ (2.30) ลงในสมการ (2.28) จะหาขนาดของพื้นที่หน้าตัดของสลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้างได้

$$\frac{\sigma y}{N} = [[\tfrac{Fi}{As}]^2 + 3[\tfrac{Fs}{4\,As}]^2]^{1/2} \tag{2.31}$$

$$As = \frac{\pi D^2}{4} \tag{2.32}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การออกแบบและการคำนวณโดยตรง (Design and manual calculation)

2.11.1 เงื่อนไขการออกแบบ (Design Conditions)

รถบรรทุก 10 ล้อ ความยาวของกระบะท้าย		6,345	mm
ความจุของถัง		15,589	liter
เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง		2,100	mm
โค้ด		ASME Section VII Div.1 2007	
ความดันออกแบบ		17.6	kg/cm^2
อุณหภูมิออกแบบ		-30^0C ถึง 650 ^0C	
การตรวจสอบด้วยรังสี	ตัวถัง	full	
	หัวถัง	full	
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	ตัวถัง	1	
	หัวถัง	1	
การทดสอบโดยใช้แรงดันน้ำ (Hydrostatic Test Pressure)		26.4	kg/cm^2

2.11.2 คุณสมบัติของวัสดุ (Material Specifications)

ตัวถัง	SA 515 Gr 70	Tensile Strength	4,945.64	kg/cm^2
		Yield Strength	2,651.27	kg/cm^2
หัวถัง	SA 515 Gr 70	Tensile Strength	4,945.64	kg/cm^2
		Yield Strength	2,651.27	kg/cm^2
นอซเซิล	SA 53 Gr B	Tensile Strength	4,231.84	kg/cm^2
		Yield Strength	2,447.33	kg/cm^2

ประเภทของถังความดัน	ถังความดันในแนวนอน
ประเภทของหัวถัง	หัวถังแบบครึ่งทรงรี
น้ำหนักรวมของถัง	14,010 กิโลกรัม

2.11.3 การคำนวณความหนาตัวถังและหัวถัง (Shell Thickness and Head Thickness calculation)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของตัวถังและหัวถัง		D =	2,100	mm
รัศมีภายในของตัวถัง		R =	1,050	mm
ความเค้นอนุญาตตัวถัง		Ss =	1,236.25	kg/cm^2 (Ts/4)
ความเค้นอนุญาตหัวถัง		Sh =	1,236.25	kg/cm^2 (Ts/4)
ความดันออกแบบ		P =	(250 psi) 17.6	kg/cm^2
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	ตัวถัง	Eh =	1	
	หัวถัง	Es =	1	
ความยาวของตัวถัง		L =	4,595	mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเผื่อการกัดกร่อน CA = 2.00 mm

(a) ปริมาตรของถัง (Volume of Tank)

ปริมาตรตัวถัง $Vs= (\pi D^2/4)*L= (\pi*2100^2/4)*4595$ = 15,915.27 liter

ปริมาตรหัวถัง $Vh= 4/3(\pi r^2 h)*2= 4/3(\pi*1050^2*525)*2$ = 2,424.42 liter

ปริมาตรของถัง = 18,339.79 liter

(b) ความหนา (Thickness)

ความหนาตัวถัง $Ts = PR/ (SsEs-0.6P) +CA$

$= 17.6*1050 / (1,236.25*1-0.6*17.6) +2$

$= 15.08 + 2(CA)$ = 17.08 mm

ความหนาที่ใช้จริง = 17 mm

ความหนาหัวถัง $Th = PDK/ (2ShEh-0.2P) +CA$

$= 17.6*2100*1/ (2*1,236.25*1-0.2*17.6) +2$

$= 14.96 + 2\ CA)$ = 16.96 mm

ความหนาที่ใช้จริง = 17 mm

(c) ความเค้นทดสอบโดยแรงดันน้ำ (Stress under Hydrostatic Test)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของตัวถังและหัวถัง		D =	2,100	mm
รัศมีภายในของตัวถัง		R =	1,050	mm
ความเค้น ณ จุดครากของตัวถัง		Ys =	2,651.27	kg/cm^2
ความเค้น ณ จุดครากของหัวถัง		Yh =	2,651.27	kg/cm^2
ความดันออกแบบ		P =	(250 psi) 17.6	kg/cm^2
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	ตัวถัง	Eh =	1	
	หัวถัง	Es =	1	
ความหนาของตัวถัง		Ts =	16	mm
ความหนาของหัวถัง		Th =	17	mm
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกตัวถัง		Do =	2,132	mm
ความยาวของตัวถัง		L =	4,595	mm
ความยาวทั้งหมดของถังความดัน		Lo =	5,755	mm

ความดันที่ด้านล่างของถัง $Pb = (1.5*$ความดันออกแบบ$)$

$= 26.4$ kg/cm^2

ความเค้นที่กระทำกับแผ่นตัวถัง(จะต้องน้อยกว่า 0.9Ys)

$Ss = (Pb*R+0.6*Pb*Ts)/Es*Ts < 0.9Ys$

$Ss = (26.4*1050+0.6*26.4*16)/1*16 < 0.9*2,651.27$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 1,748.34 kg/cm^2 < 2,386.14 kg/cm^2

ความเค้นที่กระทำกับแผ่นตัวถัง(จะต้องน้อยกว่า 0.9Ys)

Sh = (Pb*R+0.6*Pb*Th)/Eh*Th < 0.9Ys

S = (26.4*1050+0.6*26.4*17)/1*17 < 0.9*2,651.27

= 1,646.43 kg/cm^2 < 2,386.14 kg/cm^2

2.11.4 รายละเอียดนอซเซิล (Nozzle "A" (2" Liquid Outlet and Inlet))

(a) ความหนาที่ต้องการของรูเจาะ (Required thickness of opening neck)

วัสดุ	SA 53 Gr B Sch 80		
ความดันออกแบบ	P =	17.6	kg/cm^2
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของรูเจาะ	do =	60.3	mm
รัศมีของรูเจาะ	Ro =	30.15	mm
ความหนาของนอซเซิล	Tn =	5.5	mm
ความเค้นอนุญาตของนอซเซิล	Sn =	1,057.96	kg/cm^2
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	En =	1	
ค่าเผื่อการกัดกร่อน	CA =	1	mm

ความหนาที่ต้องการรอยเชื่อมของนอซเซิล Trn = PRo/ (SnEn-0.6P) ; From APPENDIX 1-1

= 17.6*30.15/ (1057.96*1-0.6*17.6) = 0.5 mm

(b) การตรวจสอบพื้นที่รอยเชื่อม (Weld Per UW-16)

พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอก (For leg 41 tmin) =		11	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านใน (For leg 43 tmin) =		11	mm^2

(c) การตรวจสอบการเสริมความแข็งแรง (Reinforcement Per UG – 37)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของรูเจาะ	d =	49.3	mm
ความหนาของรูเจาะเมื่อไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อน	Tn =	5.5	mm
ความหนาของถังความดัน	T =	16	mm
ความหนาที่ของถังความดันเมื่อไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อน	Tr =	13.05	mm
ความหนาที่ต้องการรอยเชื่อมของนอซเซิล	Trn =	0.5	mm
ความเค้นอนุญาตของถังรับแรงดัน	Sv =	1,236.25	kg/cm^2
ความเค้นอนุญาตของนอซเซิล	Sn =	1,057.96	kg/cm^2
ระยะยื่นออกข้างนอก	H1 =	40	mm
ระยะยื่นเข้าด้านใน	H2 =	40	mm
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	E =	1	
ค่าการแก้ไข (Correction Factor)	F =	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fr1 (Sn/Sv) = 1,057.96/1,236.25 = 0.856

Fr2 (Sn/Sv) = 1,057.96/1,236.25 = 0.856

Fr3 (Sn/Sv) = 1,057.96/1,236.25 = 0.856

พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอก L41 = 11 mm^2

พื้นที่รอยเชื่อมด้านใน L43 = 11 mm^2

พื้นที่รอยเชื่อมด้านในของตัวถัง L42 = 11 mm^2

A. พื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรง (Area Required for Reinforcement)

$A = dTrF+2TnTrF\ (1-fr_1)$

$= 49.3*13.05*1 + 2*5.5*13.05*1(1-0.856)$ = 664.07 mm^2

B. พื้นที่ที่เกินในผนังถัง (Area Available in Vessel)

$A_1 = d\ (E_1T-FTr)-2T_n\ (E_1T-FTr)\ (1-fr_1)$

$= 49.3(1*16-1*13.05)-2*5.5(1*16-1*13.05)\ (1-0.856)$ = 140.76 mm^2

C. พื้นที่ที่เกินในผนังนอซเซิล (Area Available in Nozzle Projecting Outward)

$A_2 = (Tn - Trn)\ 5Tfr2$

$= (5.5 - 0.5)*5*16*0.856$ = 341.86 mm^2

D. พื้นที่ที่ส่วนที่ยื่นเข้าไปภายในถังของนอซเซิล (Area Available in Inward Nozzle)

$A_3 = 5TTifr_2$

$= 5*16*5.5*0.856$ = 376.54 mm^2

E. พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อม (Area Available in Weld)

พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมด้านนอก (Area Available in Outward Nozzle Weld)

$A_{41} = (leg)^2 fr_2$

$= 11^2*0.856$ = 103.58 mm^2

พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมด้านใน (Area Available in Inward Nozzle Weld)

$A_{43} = (leg)^2 fr_2$

$= 11^2*0.856$ = 103.58 mm^2

$140.75+341.86+376.54+103.58+103.58 \geq 573.97$

ถ้า $A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} \geq A$ มีความแข็งแรงเพียงพอไม่จำเป็นต้องมีการเสริมความแข็งแรง

2.11.5 รายละเอียดนอซเซิล (Nozzle "V" (1" Vapor Return))

(a) ความหนาที่ต้องการของรูเจาะ (Required thickness of opening neck)

วัสดุ SA 53 Gr B Sch 80

ความดันออกแบบ P = 17.6 kg/cm^2

เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของรูเจาะ do = 33.4 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัศมีของรูเจาะ	Ro =	16.7	mm
ความหนาของนอซเซิล	Tn =	4.6	mm
ความเค้นอนุญาตของนอซเซิล	Sn =	1,057.96	kg/cm^2
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	En =	1	
ค่าเผื่อการกัดกร่อน	CA =	1	mm

ความหนาที่ต้องการรอยเชื่อมของนอซเซิล Trn = PRo/(SnEn-0.6P) ;From APPENDIX 1-1

= 17.6*16.7/ (1057.96*1-0.6*17.6) = 0.28 mm

(b) การตรวจสอบพื้นที่รอยเชื่อม (Weld Per UW-16)

พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอก (For leg 41 tmin) =	11	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านใน (For leg 43 tmin) =	11	mm^2

(c) การตรวจสอบการเสริมความแข็งแรง (Reinforcement Per UG – 37)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของรูเจาะ	d =	24.2	mm
ความหนาของรูเจาะเมื่อไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อน	Tn =	4.6	mm
ความหนาของถังความดัน	T =	16	mm
ความหนาที่ของถังความดันเมื่อไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อน	Tr =	13.05	mm
ความหนาที่ต้องการรอยเชื่อมของนอซเซิล	Trn =	0.28	mm
ความเค้นอนุญาตของถังรับแรงดัน	Sv =	1,236.25	kg/cm^2
ความเค้นอนุญาตของนอซเซิล	Sn =	1,057.96	kg/cm^2
ระยะยื่นออกข้างนอก	H1 =	40	mm
ระยะยื่นเข้าด้านใน	H2 =	40	mm
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	E =	1	
ค่าการแก้ไข (Correction Factor)	F =	1	
Fr1 (Sn/Sv) = 1,057.96/1,236.25	=	0.856	
Fr2 (Sn/Sv) = 1,057.96/1,236.25	=	0.856	
Fr3 (Sn/Sv) = 1,057.96/1,236.25	=	0.856	
พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอก	L41 =	11	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านใน	L43 =	11	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านในของตัวถัง	L42 =	11	mm^2

A. พื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรง (Area Required for Reinforcement)

$A = dTrF+2TnTrF(1-fr_1)$

= 24.2*13.05*1 + 2*4.6*13.05*1(1-0.856) = 333.12 mm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B. พื้นที่ที่เกินในผนังถัง (Area Available in Vessel)

$A_1 = d(E_1T-FTr)-2T_n(E_1T-FTr)(1-fr_1)$

$= 24.2(1*16-1*13.05)-2*4.6(1*16-1*13.05)(1-0.856) = 67.48 \text{ mm}^2$

C. พื้นที่ที่เกินในผนังนอซเซิล (Area Available in Nozzle Projecting Outward)

$A_2 = (Tn - Trn)5Tfr_2$

$= (4.6 - 0.28)*5*16*0.856 = 295.72 \text{ mm}^2$

D. พื้นที่ที่ส่วนที่ยื่นเข้าไปภายในถังของนอซเซิล (Area Available in Inward Nozzle)

$A_3 = 5TTifr_2$

$= 5*16*4.6*0.856 = 314.93 \text{ mm}^2$

E. พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อม (Area Available in Weld)

พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมด้านนอก (Area Available in Outward Nozzle Weld)

$A_{41} = (leg)^2 fr_2$

$= 11^2*0.856 = 103.58 \text{ mm}^2$

พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมด้านใน (Area Available in Inward Nozzle Weld)

$A_{43} = (leg)^2 fr_2$

$= 11^2*0.856 = 103.58 \text{ mm}^2$

$67.48+295.72+314.93+103.58+103.58 \geq 333.12$

ถ้า $A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} \geq A$ มีความแข็งแรงเพียงพอไม่จำเป็นต้องมีการเสริมความแข็งแรง

2.11.6 รายละเอียดนอซเซิล (Nozzle "M" (16" MANHOLE))

(a) ความหนาที่ต้องการของรูเจาะ (Required thickness of opening neck)

วัสดุ	SA 53 Gr B Sch 40		
ความดันออกแบบ	P =	17.6	kg/cm^2
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของรูเจาะ	do =	406.4	mm
รัศมีของรูเจาะ	Ro =	203.2	mm
ความหนาของนอซเซิล	Tn =	12.7	mm
ความเค้นอนุญาตของนอซเซิล	Sn =	1,057.96	kg/cm^2
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	En =	1	
ค่าเผื่อการกัดกร่อน	CA =	1	mm

ความหนาที่ต้องการรอยเชื่อมของนอซเซิล Trn = PRo/ (SnEn-0.6P) ; From APPENDIX 1-1

$= 17.6*203.2/ (1057.96*1-0.6*17.6) = 3.41 \text{ mm}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(b) การตรวจสอบพื้นที่รอยเชื่อม (Weld Per UW-16)

พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอก (For leg 41 tmin) =		15	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านใน (For leg 43 tmin) =		15	mm^2

(c) การตรวจสอบการเสริมความแข็งแรง (Reinforcement Per UG – 37)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของรูเจาะ	d =	203.2	mm
ความหนาของรูเจาะเมื่อไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อน	Tn =	12.7	mm
ความหนาของถังความดัน	T =	16	mm
ความหนาที่ของถังความดันเมื่อไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อน	Tr =	13.05	mm
ความหนาที่ต้องการรอยเชื่อมของนอซเซิล	Trn =	3.41	mm
ความเค้นอนุญาตของถังรับแรงดัน	Sv =	1,236.25	kg/cm^2
ความเค้นอนุญาตของนอซเซิล	Sn =	1,057.96	kg/cm^2
วัสดุของแผ่นเสริม SA -516 Gr 70			
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของนอซเซิล	D =	406.4	mm
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของแผ่นเสริม	Dp =	500	mm
ความเค้นอนุญาตของแผ่นเสริม	Sp =	1,236.25	kg/cm^2
ความหนาของแผ่นเสริม	Te =	20	mm
ระยะยื่นออกข้างนอก	H1 =	40	mm
ระยะยื่นเข้าด้านใน	H2 =	40	mm
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	E =	1	
ค่าการแก้ไข (Correction Factor)	F =	1	

Fr1 (Sn/Sv)	= 1,057.96/1,236.25	=	0.856
Fr2 (Sn/Sv)	= 1,057.96/1,236.25	=	0.856
Fr3 (Sn/Sv)	= 1,057.96/1,236.25	=	0.856
Fr4 (Sp/Sv)	= 1,236.25/1,236.25	=	1

พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอกของนอซเซิล	L41 =	15	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอกของของแผ่นเสริม	L42 =	15	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านในของนอซเซิล	L43 =	15	mm^2
ระยะรอยเชื่อมของตัวถัง	L44 =	15	mm^2
ระยะรอยเชื่อมของแผ่นเสริม	L45 =	15	mm^2

A. พื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรง (Area Required for Reinforcement)

$A = dTrF + 2TnTrF\ (1-fr_1)$

$= 381*13.05*1 + 2*12.7*13.05*1(1-0.856)$ = 5,019.85 mm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B. พื้นที่ที่เกินในผนังถัง (Area Available in Vessel)

$A_1 = d(E_1T-FTr)-2T_n(E_1T-FTr)(1-fr_1)$

$= 381\ (1*16-1*13.05)-2*12.7(1*16-1*13.05)(1-0.856) = 1,113.14$ mm^2

C. พื้นที่ที่เกินในผนังนอซเซิล (Area Available in Nozzle Projecting Outward)

$A_2 = (Tn - Trn)5Tfr_2$

$= (12.7 - 3.41)*5*16*0.856 = 635.71$ mm^2

D. พื้นที่ที่ส่วนที่ยื่นเข้าไปภายในถังของนอซเซิล (Area Available in Inward Nozzle)

$A_3 = 5TTifr_2$

$= 5*16*12.7*0.856 = 869.47$ mm^2

E. พื้นที่รอยเชื่อมที่เพิ่มเข้ามา (Area Available in Weld)

พื้นที่รอยเชื่อมที่เพิ่มเข้ามาด้านนอกของนอซเซิล (Area Available in Outward Nozzle Weld)

$A_{41} = (leg)^2 fr_2$

$= 15^2*0.856 = 192.55$ mm^2

พื้นที่รอยเชื่อมของแผ่นเสริมด้านนอก (Area Available in Outer Element Weld)

$A_{42} = (leg)^2 fr_4$

$= 15^2*1 = 225$ mm^2

พื้นที่รอยเชื่อมด้านใน (Area Available in Inward Nozzle Weld)

$A_{43} = (leg)^2 fr_2$

$= 15^2*0.856 = 192.55$ mm^2

พื้นที่ที่เพิ่มของแผ่นเสริม (Area Available in Element)

$A_5 = (Dp-d-2Tn)Tefr_4$

$= (500-203.2-2*12.7)*20*1 = 70.0$ mm^2

$1113.14+635.71+869.47+192.55+255+192.55+1872 \geq 5,019.85$

ถ้า $A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{42} + A_{43} + A_5 \geq A$ มีความแข็งแรงเพียงพอแล้ว

2.11.7 รายละเอียดนอซเซิล (Nozzle "R" (2.5" Pressure Relief Valve))

(a) ความหนาที่ต้องการของรูเจาะ (Required thickness of opening neck)

วัสดุ	SA 53 Gr B Sch 80		
ความดันออกแบบ	P =	17.6	kg/cm^2
ความเค้นอนุญาตของนอซเซิล	Sn =	1,057.96	kg/cm^2
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	E =	1	
ค่าเผื่อการกัดกร่อน	CA =	1	mm

ความหนาที่ต้องการรอยเชื่อมของนอซเซิล Trn = PRo/(SnEn-0.6P) ;From APPENDIX 1-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 17.6*36.5/ (1057.96*1-0.6*17.6)= 0.61 mm

(b) การตรวจสอบพื้นที่รอยเชื่อม (Weld Per UW-16)

พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอก (For leg 41 tmin) =	11	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอกของแผ่นเสริม (For leg 41 tmin) =	12	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านใน (For leg 43 tmin) =	11	mm^2

(b) การตรวจสอบการเสริมความแข็งแรง (Reinforcement Per UG – 37)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของรูเจาะ	d =	59.0	mm
ความหนาของรูเจาะ	Tns =	8	mm
ความหนาของรูเจาะเมื่อไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อน	Tn =	7	mm
ความหนาของถังความดัน	T =	16	mm
ความหนาที่ของถังความดันเมื่อไม่รวมค่าเผื่อการกัดกร่อน	Tr =	13.05	mm
ความหนาที่ต้องการรอยเชื่อมของนอซเซิล	Trn =	0.61	mm
ความเค้นอนุญาตของถังรับแรงดัน	Sv =	1,235.27	kg/cm^2
ความเค้นอนุญาตของนอซเซิล	Sn =	057.96	kg/cm^2
วัสดุของแผ่นเสริม	SA -516 Gr 70		
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของนอซเซิล	D =	73	mm
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของแผ่นเสริม	Dp =	100	mm
ความเค้นอนุญาตของแผ่นเสริม	Sp =	1,236.25	kg/cm^2
ความหนาของแผ่นเสริม	Te =	10	mm
ระยะยื่นออกข้างนอก	H1 =	40	mm
ระยะยื่นเข้าด้านใน	H2 =	40	mm
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	E =	1	
ค่าการแก้ไข (Correction Factor)	F =	1	

Fr1 (Sn/Sv)	= 1,057.96/1,236.25	=	0.856
Fr2 (Sn/Sv)	= 1,057.96/1,236.25	=	0.856
Fr3 (Sn/Sv)	= 1,057.96/1,236.25	=	0.856
Fr4 (Sp/Sv)	= 1,236.25/1,236.25	=	1

พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอกของนอซเซิล	L41 =	11	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอกของของแผ่นเสริม	L42 =	12	mm^2
พื้นที่รอยเชื่อมด้านในของนอซเซิล	L43 =	11	mm^2
ระยะรอยเชื่อมของตัวถัง	L44 =	11	mm^2
ระยะรอยเชื่อมของแผ่นเสริม	L45 =	11	mm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A. พื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรง (Area Required for Reinforcement)

$A = dTrF+2TnTrF\ (1-fr_1)$

$= 59*13.05*1 + 2*7*13.05*1(1-0.856) = 796.29\ mm^2$

B. พื้นที่ที่เกินในผนังถัง (Area Available in Vessel)

$A_1 = d\ (E_1T-FTr)-2T_n(E_1T-FTr)(1-fr_1)$

$= 59*(1*16-1*13.05)-2*7*(1*16-1*13.05)\ (1-0.856) = 168.09\ mm^2$

C. พื้นที่ที่เกินในผนังนอซเซิล (Area Available in Nozzle Projecting Outward)

$A_2 = (Tn - Trn)5Tfr_2$

$= (7 - 0.61)*5*16*0.856 = 437.28\ mm^2$

D. พื้นที่ที่ส่วนที่ยื่นเข้าไปภายในถังของนอซเซิล (Area Available in Inward Nozzle)

$A_3 = 5TTifr_2$

$= 5*16*7*0.856 = 479.24\ mm^2$

E. พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อม (Area Available in Weld)

พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมด้านนอกของนอซเซิล (Area Available in Outward Nozzle Weld)

$A_{41} = (leg)^2fr_3$

$= 11^2*0.856 = 103.58\ mm^2$

พื้นที่รอยเชื่อมด้านนอก (Area Available in Outer Element Weld)

$A_{42} = (leg)^2fr_4$

$= 12^2*1 = 144.00\ mm^2$

พื้นที่รอยเชื่อมเชื่อมด้านใน (Area Available in Inward Nozzle weld)

$A_{43} = (leg)^2fr_2$

$= 11^2*0.856 = 103.58\ mm^2$

พื้นที่ที่เพิ่มของแผ่นเสริม (Area Available in Element)

$A_5 = (Dp-d-2Tn)Tefr_4$

$= (100-59-2*7)*10*1 = 270.00\ mm^2$

$115.11+372.28+398.47+103.58+144+103.58+270 \geq 662.94$

ถ้า $A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{42} + A_{43} + A_5 \geq A$ มีความแข็งแรงเพียงพอไม่จำเป็นต้องมีการเสริมความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.8 การหาขนาดของสลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง

(a) เงื่อนไขการหาขนาดสลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง

ค่าความปลอดภัย	N =	5	
ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ	v =	80	km/h
ระยะเบรกรถบรรทุก	s =	10	m
แรงต้านอากาศ	Ft =	3920	N
ความเสียดทานระหว่างระหว่างผิวโลหะ	f =	0.125	
ความเสียดทานระหว่างล้อและถนน	μ =	0.55	
ชั้นคุณสมบัติ		Class 6.8	
ความแข็งแรง ณ จุดคราก	σy =	480	N/mm^2

(b) การคำนวณสลักเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง

ความหน่วงที่เกิดขึ้นบนรถบรรทุก $a = u^2/(2s) = ((u*5)/18)^2/(2s)$

$= ((80*5)/18)^2/(2*10)$ = 24.69 m/s^2

แรงเฉือนที่กระทำต่อฐานรองทั้งหมด $Fo = Ft + ma$

= 3,920 +(14,010.38*24.69) = 349,836.28 N

แรงเฉือนของสลักเกลียวแต่ละตัว (ติดทั้งหมด8จุด)

$Fs = Fo/(2*8)$

= 349,836.28/16 = 21,864.76 N

แรงดึงเข้าสู่ศูนย์กลางของรถบรรทุก $Fc = \mu*m*g$

= 0.55*14,010.38*9.81 = 75,593.00 N

แรงดึงขั้นต้นของสลักเกลียวแต่ละตัว (มีจำนวนทั้งหมด 32 ตัว)

$Fi = (Fs/(Z*f)) + (\mu*m*g)/32$

$= (21,864.76/(4*0.125)) + (0.55*14,010.38*9.81)/32$

= 46,091.80 N

สมการ *Von Misses* (1.30) $\frac{\sigma y}{N} = [[\frac{Fi}{As}]^2 + 3[\frac{Fs}{4\,As}]^2]^{1/2}$

$(480/5) = ((46,091.80/A_S)^2 + 3(21,864.76/(4*As))^2)^{0.5}$

พื้นที่รับแรงสลักเกลียว $A_S = 487.88$ mm

$As = \frac{\pi D^2}{4}$

$487.88 = (3.14\ D^2)/4$

ขนาดของสลักเกลียว D = 24.93 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงกดของน้ำหนักรถบรรทุก $F_M = mg$

$= 14{,}010.38*9.81 = 137{,}441.83$ N

แรงกดของน้ำหนักรถบรรทุกแต่ละจุดรองรับ (มีทั้งหมด 8จุด)

$F_M/8 = 137{,}441.83/8 = 17{,}180.22$ N

แรงเฉือนแต่ละจุดรองรับ (มีทั้งหมด 8 จุด)

$Fc/8 = 75{,}593/8 = 9{,}449.13$ N

แรงดึงขั้นต้นของสลักเกลียวสองข้างแต่ละตัว (มีจำนวนทั้งหมด32 ตัว)

$$Fi = ((Fc/8)/(Z*f)) + (F_M/32)$$

$$= (9{,}449.13/(4*0.125)) + (137{,}441.83/32)$$

$= 23{,}193.32$ N

สมการ *Von Misses* (1.30) $\frac{\sigma y}{N} = [[\frac{Fi}{As}]^2 + 3[\frac{Fs}{4\,As}]^2]^{1/2}$

$$(480/5) = ((23{,}193.32/As)^2 + 3(21{,}864.76/(4*As))^2)^{0.5}$$

พื้นที่รับแรงสลักเกลียว $As = 260.95$ mm

$$As = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$487.88 = (3.14\ D^2)/4$$

ขนาดของสลักเกลียวสองข้าง $D = 18.23$ mm

เลือกขนาดของสลักเกลียวมาตรฐาน M 26

เลือกขนาดของสลักเกลียวสองข้างมาตรฐาน M 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การเขียนโปรแกรมและผลการคำนวณ

Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ โดยภาษามีรากฐานมาจากภาษา Basic ในปัจจุบันเวอร์ชันล่าสุด คือ Visual Basic 2008 ซึ่งออกมาในปี 2008

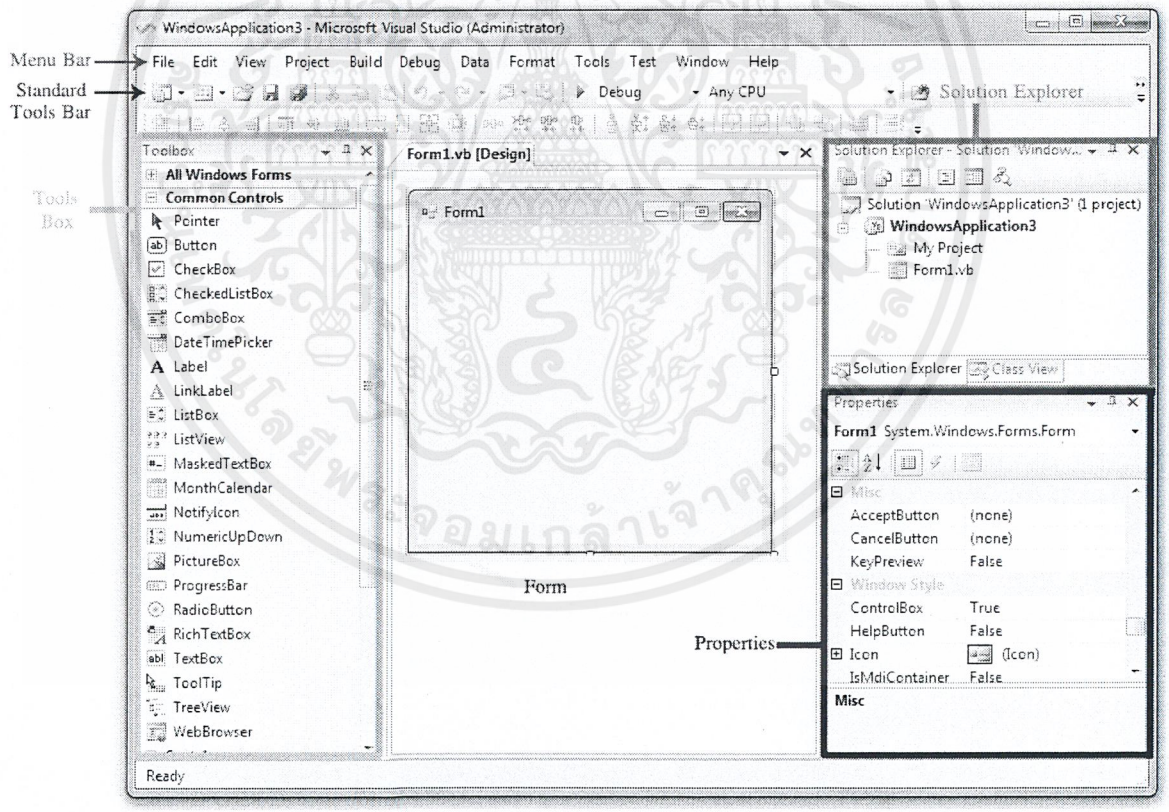
Visual Basic มีข้อดีหลายประการคือ

1. ง่ายต่อการเรียนรู้ ในเรื่องไวยากรณ์ของภาษา และเครื่องมือการใช้งาน

2. ภาษา Basic เป็นภาษาที่มีผู้ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย

3. มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในด้านของตัวภาษาและความเร็วของการประมวลผล และในเรื่องของความสามารถใหม่ๆ เช่น การติดต่อกับระบบฐานข้อมูล

3.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม Visual Basic 2008



รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของโปรแกรม Visual Basic 2008

(a) Menu Bar เป็นส่วนที่รวบรวมคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของ Visual Basic และในรายละเอียดของเมนูบาร์ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้จัดการกับโครงการที่กำลังใช้งาน

Build มีคำสั่งที่ใช้คอมไพล์โครงการ

Debug มีคำสั่งที่ช่วยในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม

Data มีคำสั่งที่ใช้ติดต่อกับฐานข้อมูล

Format มีคำสั่งที่ใช้จัดตำแหน่งให้กับออบเจ็กต์ต่างๆบนฟอร์ม

(b) Standard Toolbar เป็นแถบสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับ เข้าถึงชุดคำสั่งของ Visual Basic ได้ทันที โดยจะนำคำสั่งที่ถูกใช้งานบ่อย ๆ มาแสดง

(c) Toolbox คือแถบสัญลักษณ์ Controls ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ คอนโทรลใน Toolbox แบ่งออกเป็น 7 กลุ่มหลักๆ คือ

Common Controls	คอนโทรลพื้นฐานต่าง เช่น ปุ่ม textbox เป็นต้น
Containers	เป็น คอนโทรลที่ใช้จัดกลุ่มให้กับคอนโทรลอื่นๆ เช่น Group Box Panel
Menu & Toolbars	ตัวนี้เอาไว้สร้างเมนูและ toolbar
Data	ใช้ทำงานกับฐานข้อมูล
Components	คอนโทรลที่ไม่แสดงรูปร่างหน้าตาออกมาบนฟอร์มแต่จัดเตรียมฟังก์ชันการทำงานในกับโปรแกรม อย่าง Timer, Serial Port
Printing	เกี่ยวข้องกับการพิมพ์เอกสารออกทางพรินเตอร์
Dialogs	ใช้แสดง Dialog พื้นฐานชนิดต่างๆ

(d) Form เป็นส่วนที่ใช้ออกแบบการแสดงผลส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ ฟอร์มเป็นออบเจ็กต์แรกที่ถูกเตรียมไว้ให้ใช้งาน เครื่องควบคุมทุกตัวที่ต้องการใช้งานจะต้องนำไปบรรจุไว้ในฟอร์ม นำเครื่องควบคุมมาประกอบกันขึ้นเป็นโปรแกรมประยุกต์ ทุกครั้งที่เปิด Visual Basic ขึ้นมา หรือ สร้าง Project ใหม่จะมีฟอร์มว่าง 1 ฟอร์มถูกสร้างเตรียมไว้เสมอ

(e) Solution Explorer ใช้สำหรับบริหารและจัดการโครงการ โดยจะแสดงองค์ประกอบของแต่ละโครงการแบบโครงร่างต้นไม้ (tree-view) ตัวโครงการจะ หมายถึง โปรแกรมประยุกต์ซึ่งจะอยู่ส่วนบนสุด ถัดมา จะแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงการนั้น ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง เช่น ฟอร์มโมดูล รายงาน เป็นต้น ถ้ามี 2 โครงการขึ้นไป ก็จะแสดงแยกออกเป็นส่วนต่างหากอีกโครงการ ถ้าต้องการใช้งานส่วนใด ของโครงการไหนก็สามารถคลิกเลือกได้ทันที

(f) Properties หน้าต่างคุณสมบัติเป็นส่วนที่ ใช้กำหนดคุณสมบัติของออบเจ็กต์ที่ถูกเลือก (active) หรือได้รับความสนใจ (focus) อยู่ขณะนั้น ซึ่งสามารถที่จะปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมเพื่อให้เกิดความเหมาะสมและตรงกับความต้องการใช้งานได้ทันที

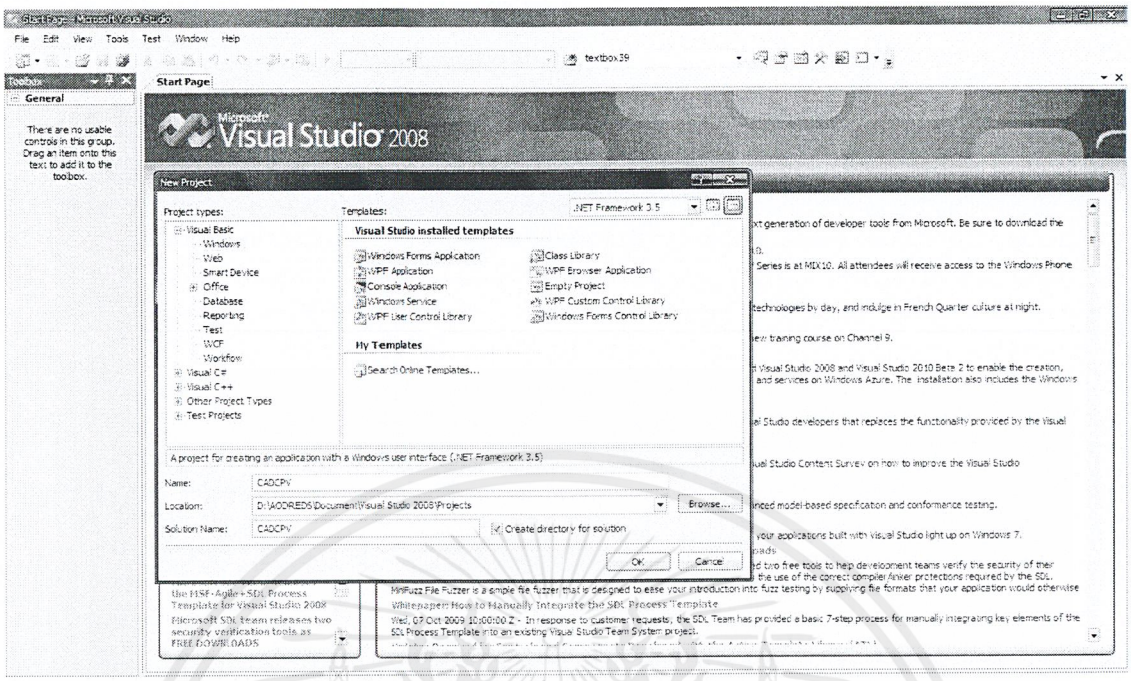
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ประเภทข้อมูลพื้นฐาน

ชนิด	ขนาด	การเก็บข้อมูลหรือช่วงข้อมูล
Integer	2 ไบต์	–32,768 ถึง 32,767
Long	4 ไบต์	–2,147,483,648 ถึง 2,147,483,647
Boolean	2 ไบต์	เก็บค่า 0 และ –1 ซึ่งแทน False หรือ True
Byte	1 ไบต์	เก็บค่าในช่วง 0 ถึง 255
Single	4 ไบต์	ค่าลบ –3.402823E38 ถึง –1.401298E-45 ค่าบวก 1.401298E-45 ถึง 3.402823E38
Double	8 ไบต์	ค่าลบ –1.79769313486232E308 ถึง -4.94065645841247E-324 ค่าบวก 4.94065645841247E-324 ถึง 1.79769313486232E308
Currency	8 ไบต์	–922,337,203,477.5808 ถึง –922,337,203,477.5807
String	ขึ้นกับความยาว	ใช้เก็บกลุ่มตัวอักษรหรือข้อความ
Date	8 ไบต์	เก็บค่าระหว่าง 1 มกราคม ค.ศ. 100 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999
Variant	16 ไบต์	เก็บค่าของตัวแปร Variant จะรักษาประเภทข้อมูลเดิมของตัวแปรและค่าเริ่มต้นของตัวแปร

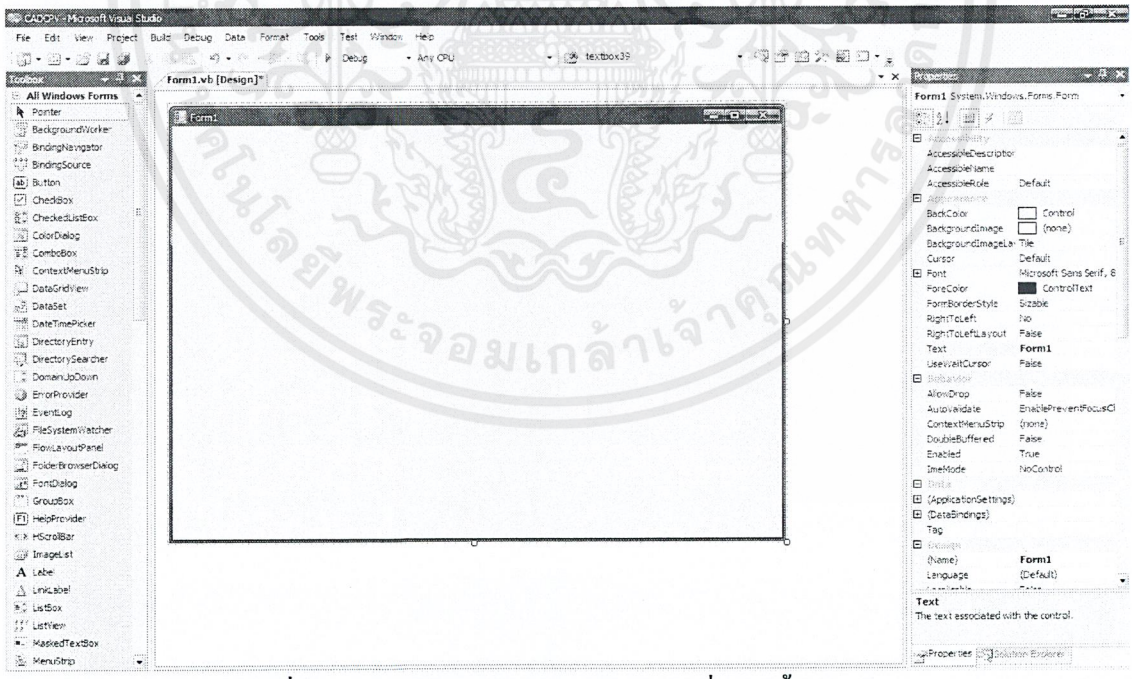
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเขียนโปรแกรม



รูปที่ 3.2 แสดงการเริ่มต้นสร้าง Application

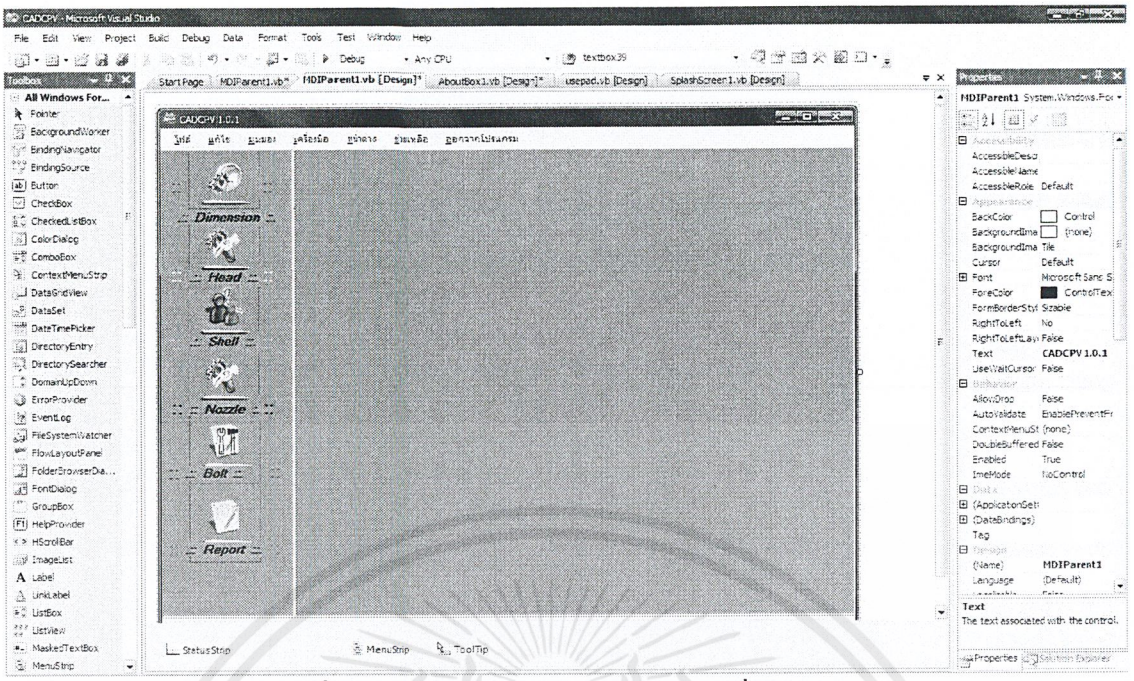
เปิดโปรแกรมขึ้นมา สร้าง New Project เลือกแบบ Window forms Application ซึ่งเป็นการสร้าง Application ที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Window ตั้งชื่อแล้วบันทึก



รูปที่ 3.3 แสดง Form ของ Application เมื่อเปิดขึ้นมาใหม่

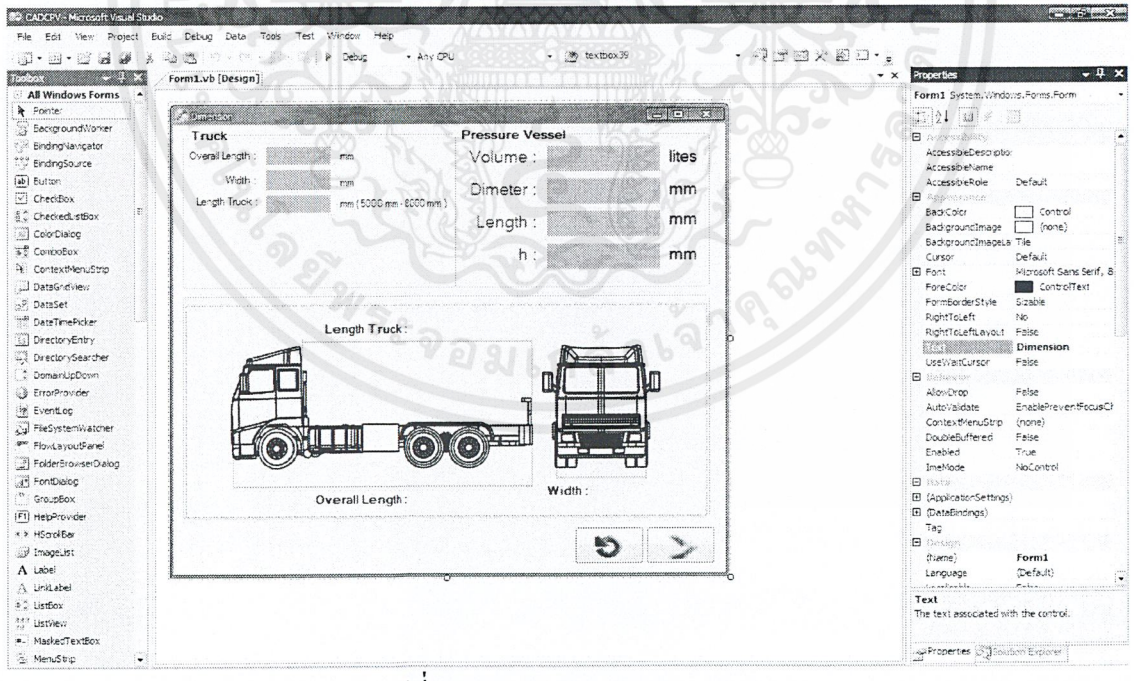
เมื่อเปิดเข้ามาจะได้ Form เปล่าเราสามารถออกแบบหน้าตาของโปรแกรมโดยใช้เครื่องมือจาก Toolbox สร้างตามที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



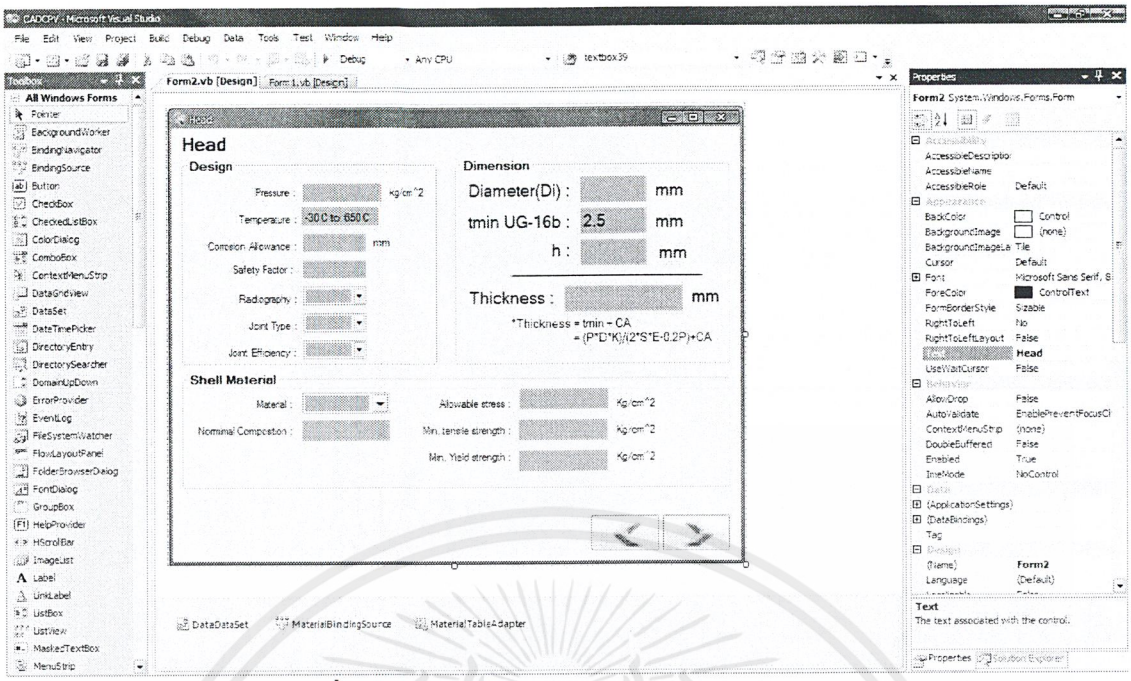
รูปที่ 3.4 แสดง Form หลักของโปรแกรมที่ออกแบบ

เป็นหน้าหลักที่เชื่อมไปยังหน้าอื่นๆ เมื่อเปิดเข้ามาจะเจอเป็นหน้าแรก ทำหน้าที่รวบรวมแถบต่างๆเอาไว้เพื่อเข้าสู่ส่วนต่างๆของโปรแกรม เช่น การสร้างรายการคำนวณใหม่ การบันทึกรายการคำนวณ การเปลี่ยนมุมมอง การเรียกใช้เครื่องมือต่างๆในโปรแกรม CADCPV

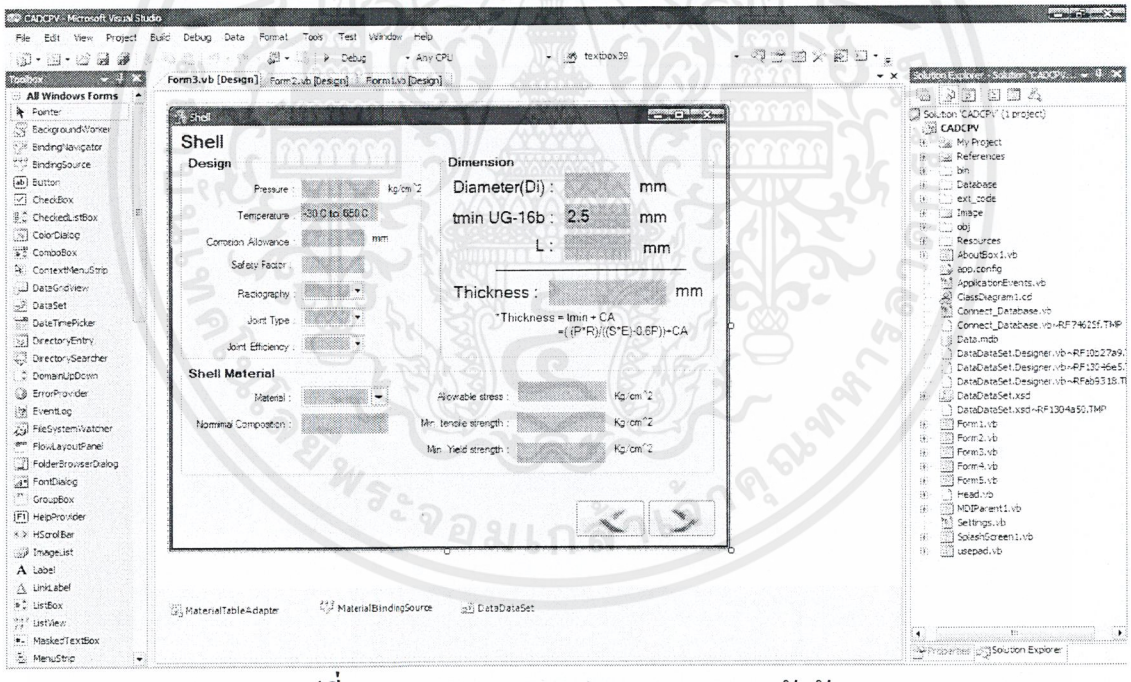


รูปที่ 3.5 แสดง Form Dimension

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

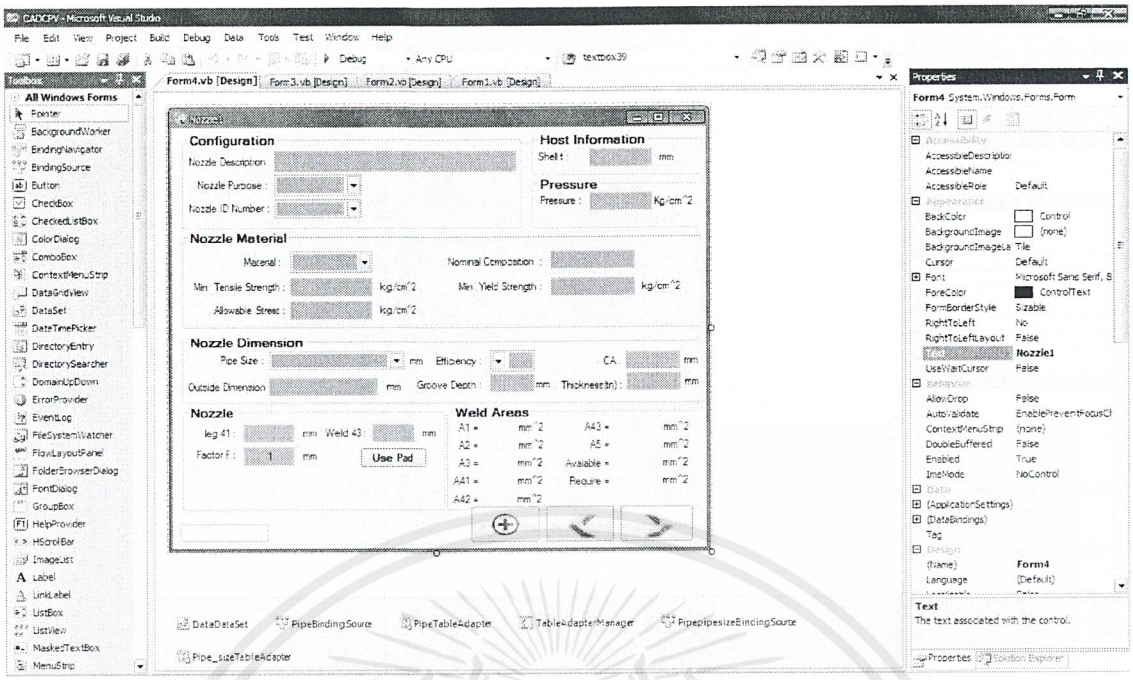


รูปที่ 3.6 แสดง Form การคำนวณความหนาหัวถัง

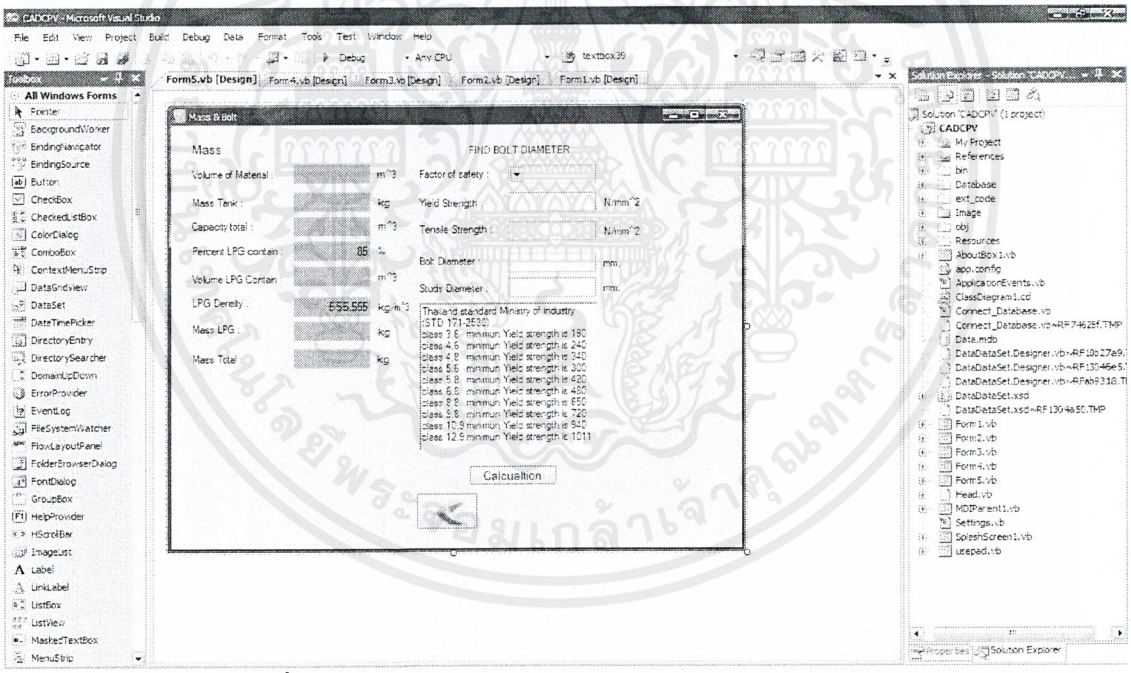


รูปที่ 3.7 แสดง Form การคำนวณความหนาตัวถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

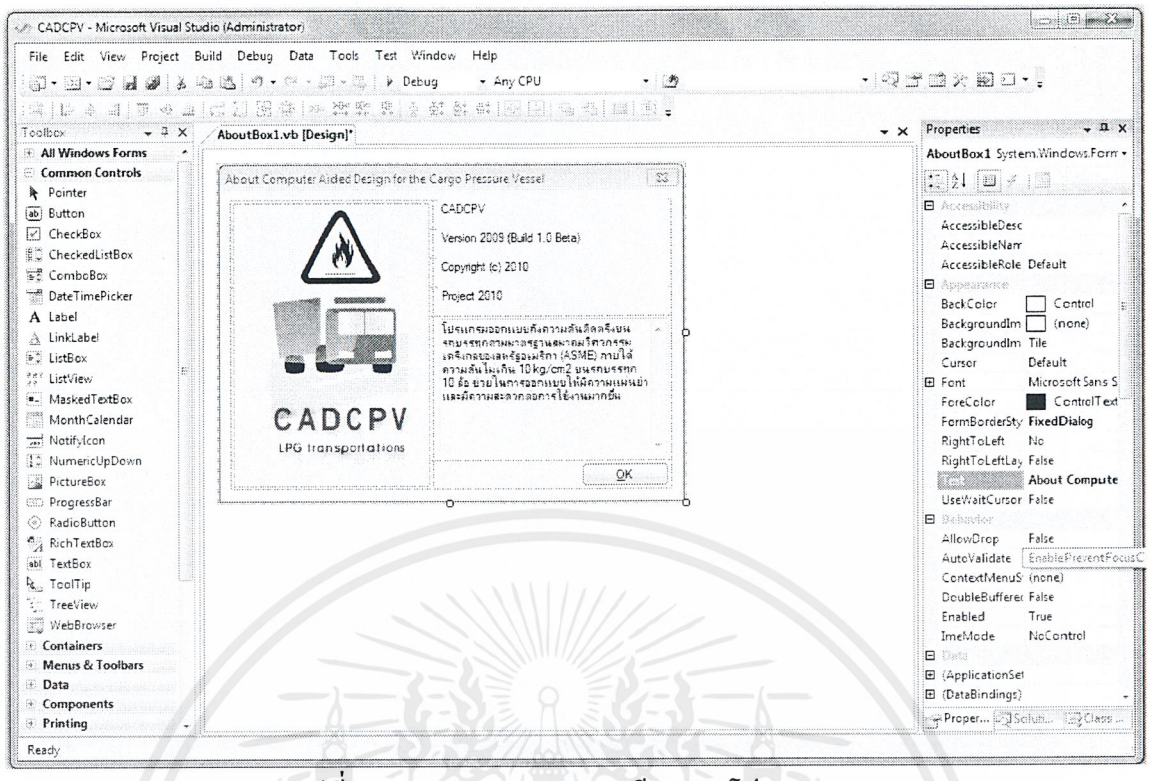


รูปที่ 3.8 แสดง Form การคำนวณนอซเซิล

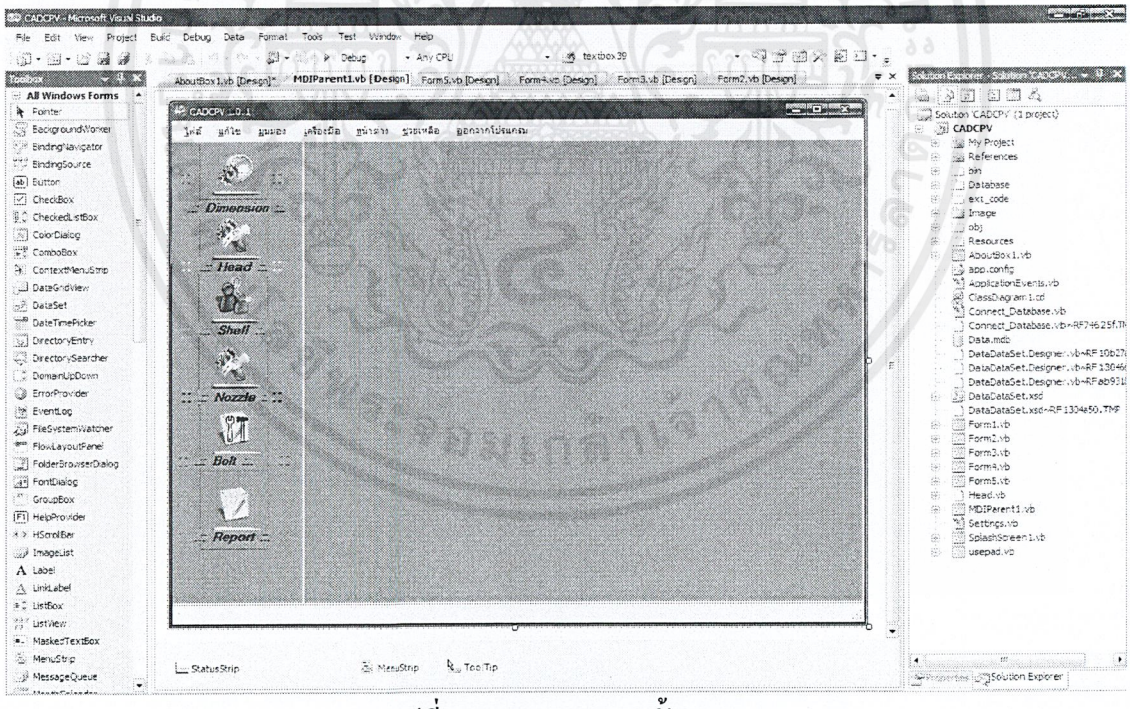


รูปที่ 3.9 แสดง Form การคำนวณหาขนาด bolt และ studs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



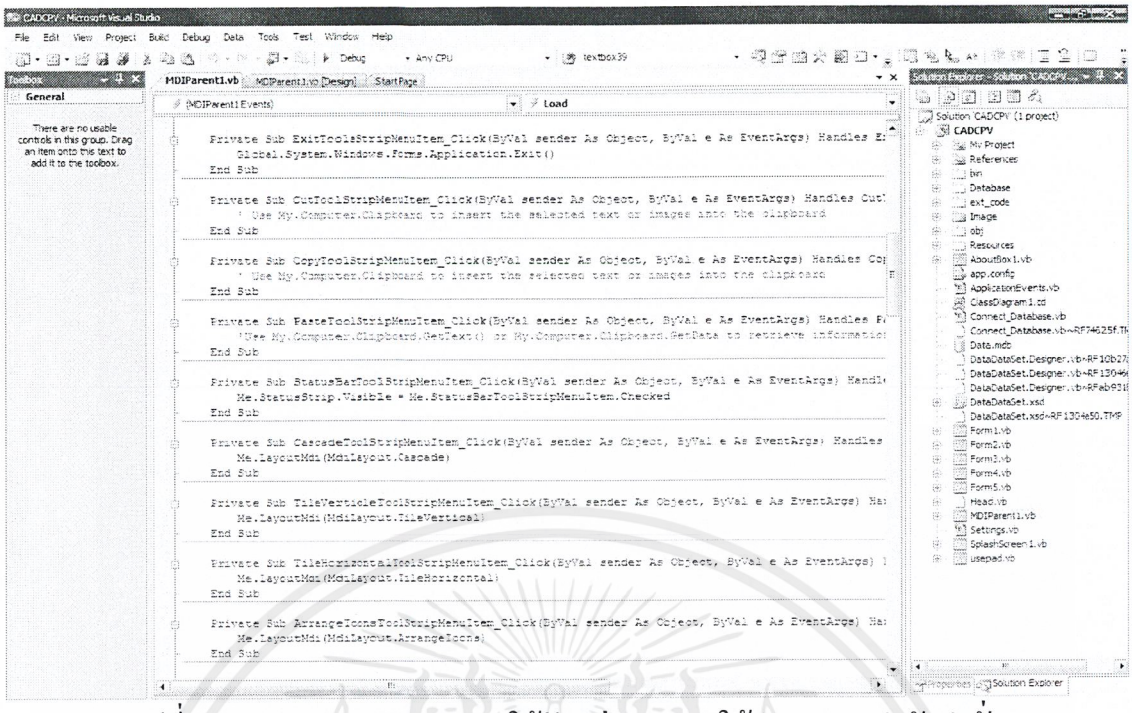
รูปที่ 3.10 แสดง Form รายละเอียดของโปรแกรม



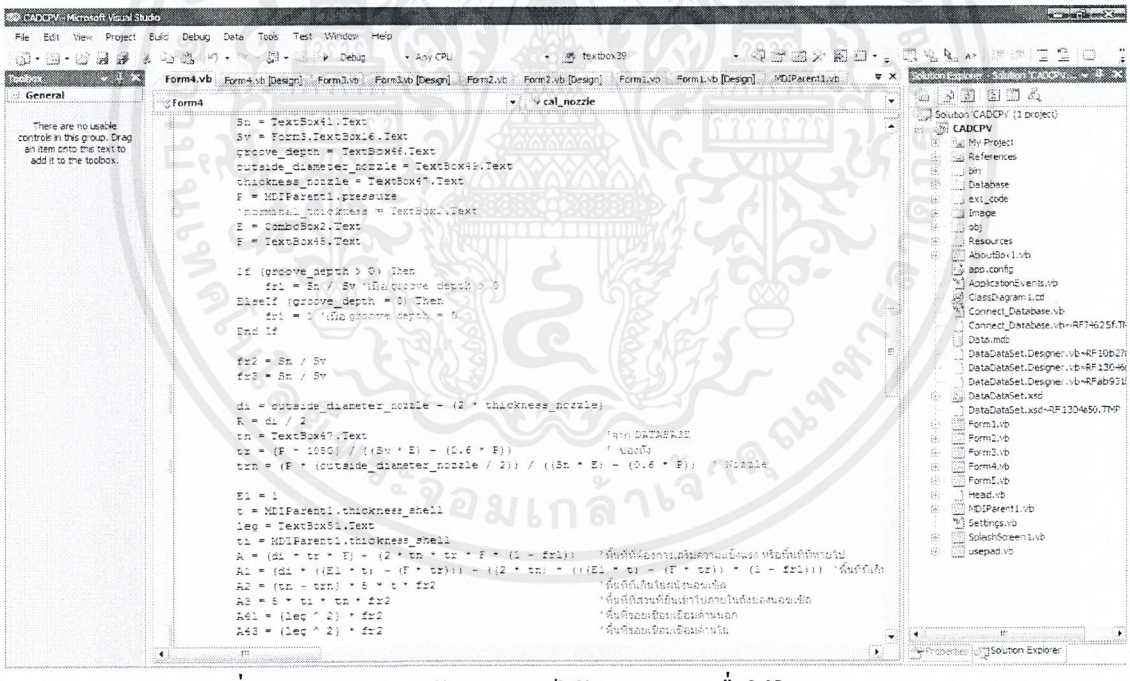
รูปที่ 3.11 แสดง Form ทั้งหมด

นำมารวมกันเพื่อรอการเชื่อมโยงเข้าด้วยกันด้วยการกำหนด Even และฟังชันก์ให้กับแต่ละ Form

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

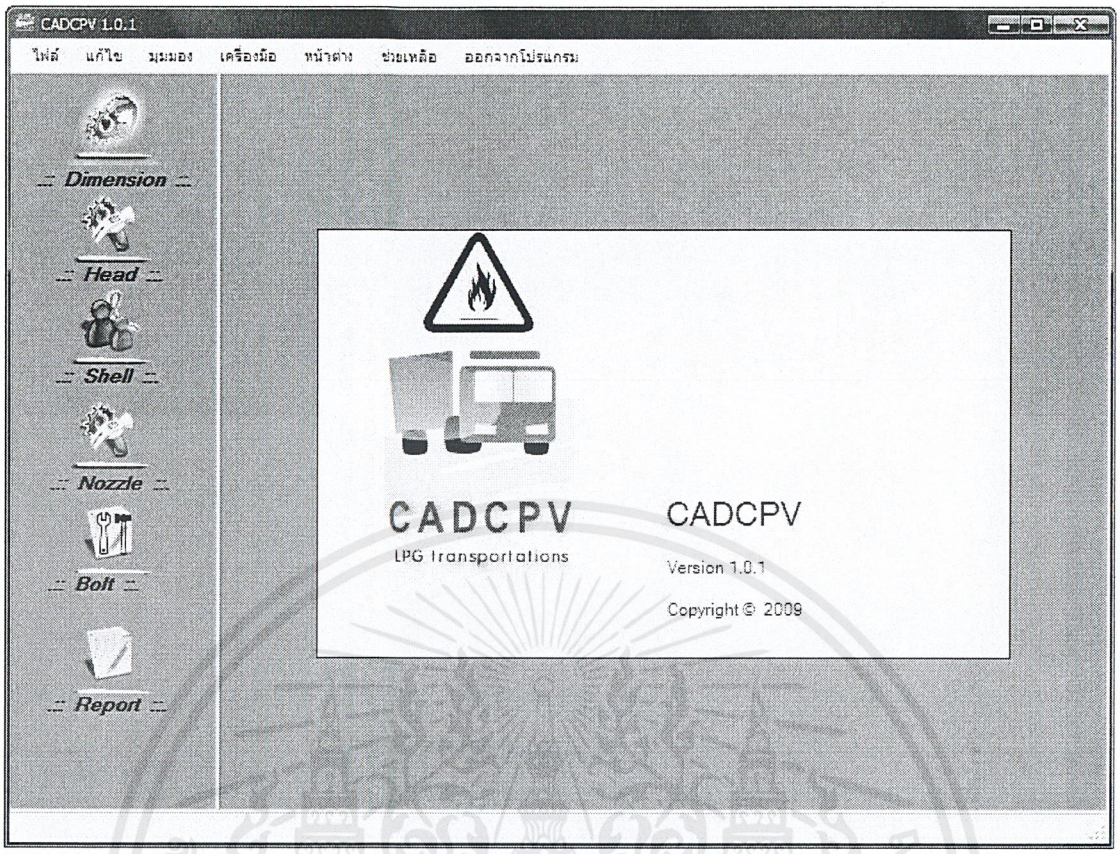


รูปที่ 3.12 แสดง การกำหนด even ให้กับแต่ละ Form ให้ทำงานตามลำดับคำสั่ง

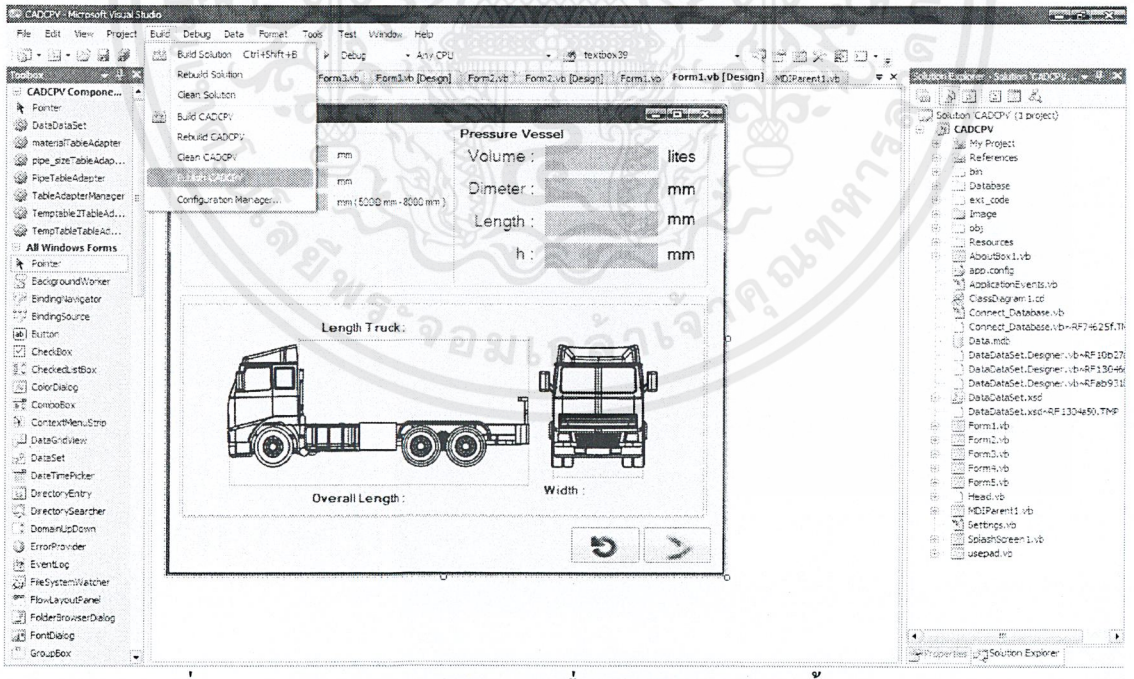


รูปที่ 3.13 แสดงการสร้างฟังชันก์ให้กับ Form เพื่อใช้ในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

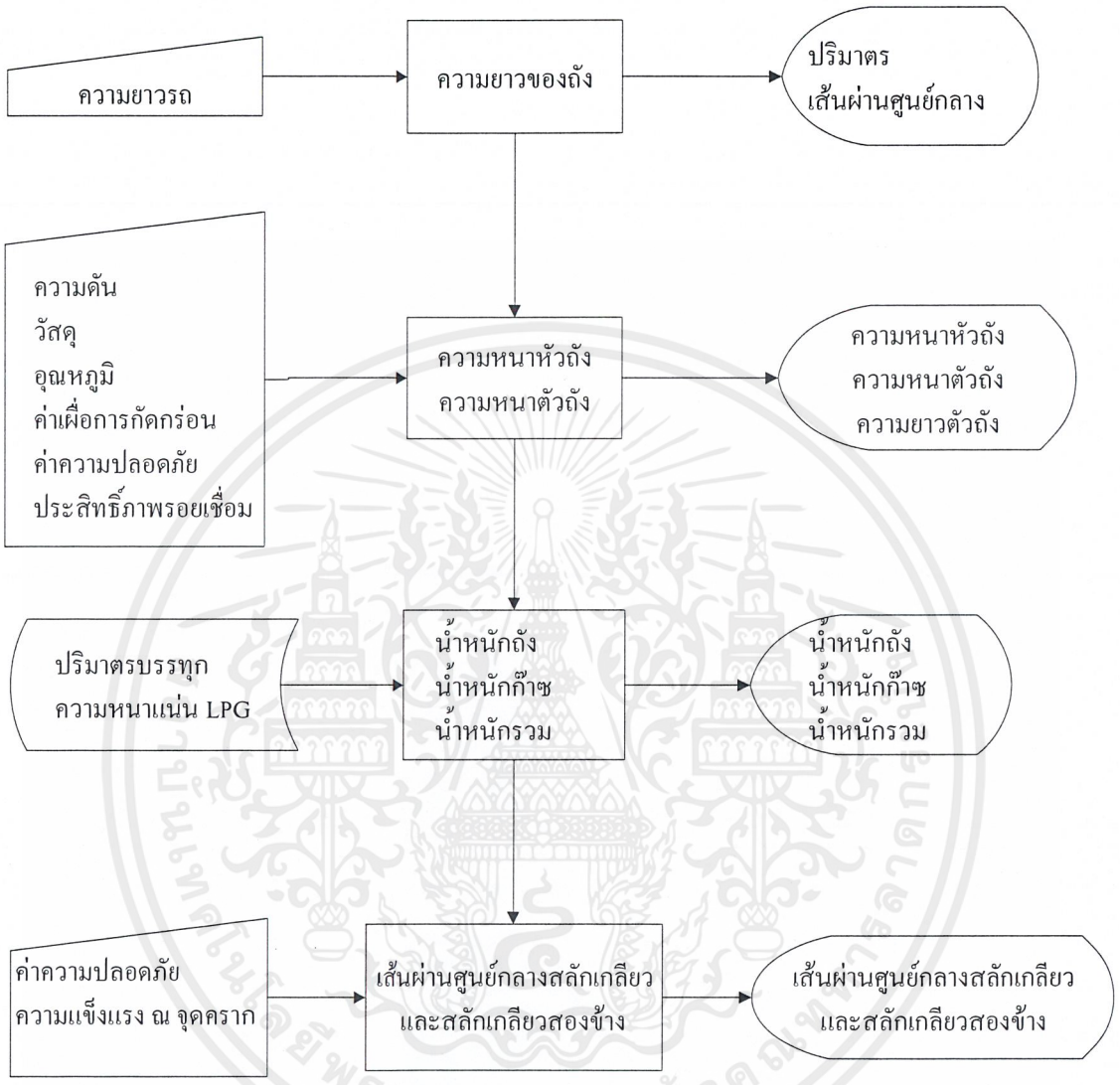


รูปที่ 3.14 แสดงการ Run โปรแกรมหน้าแรก



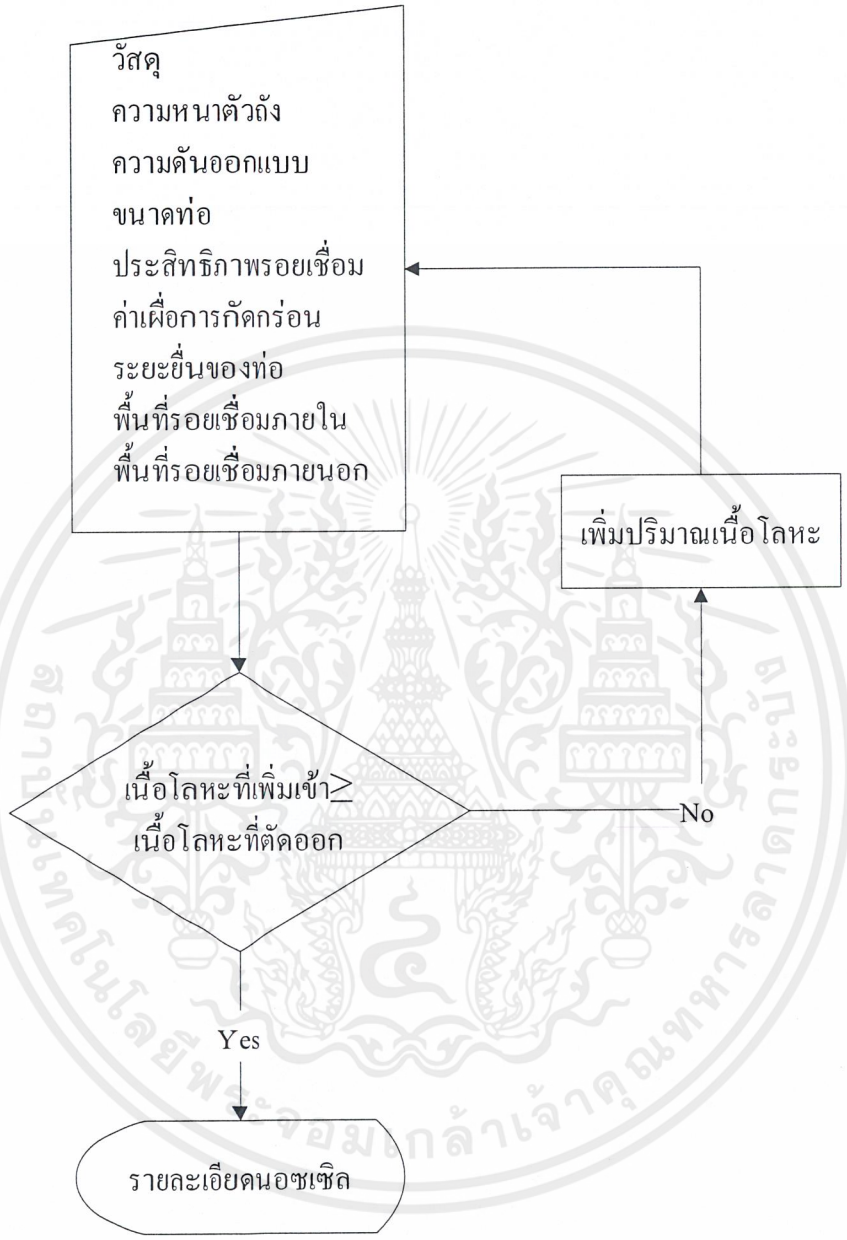
รูปที่ 3.15 แสดงการ Build โปรแกรมเพื่อนำไปใช้สำหรับติดตั้งบน Window

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม

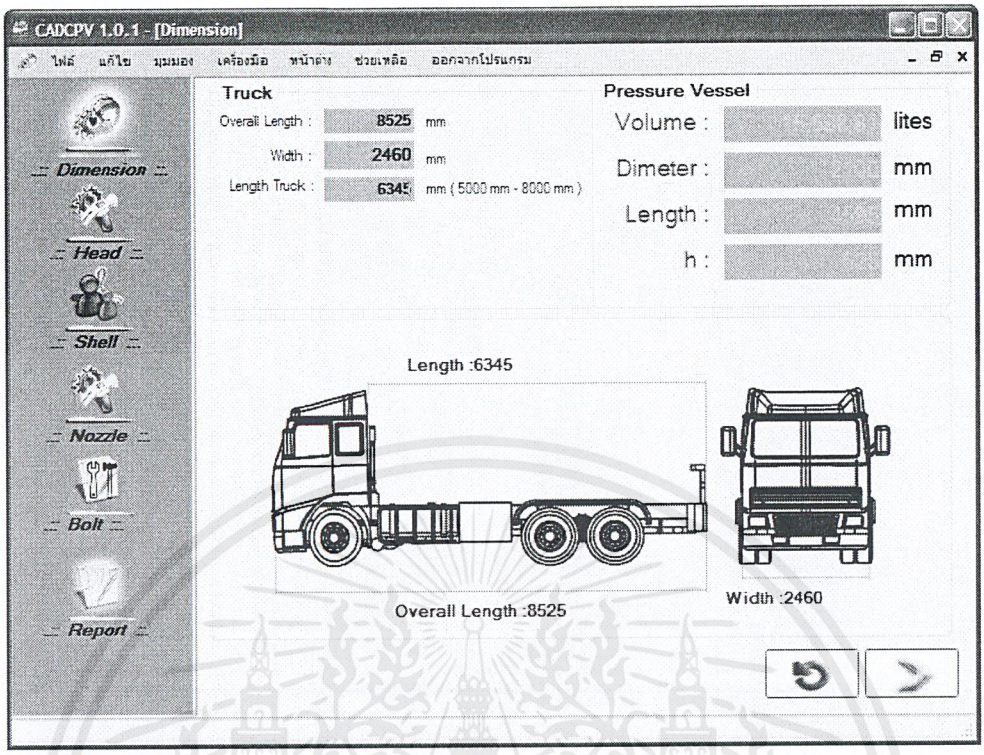
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



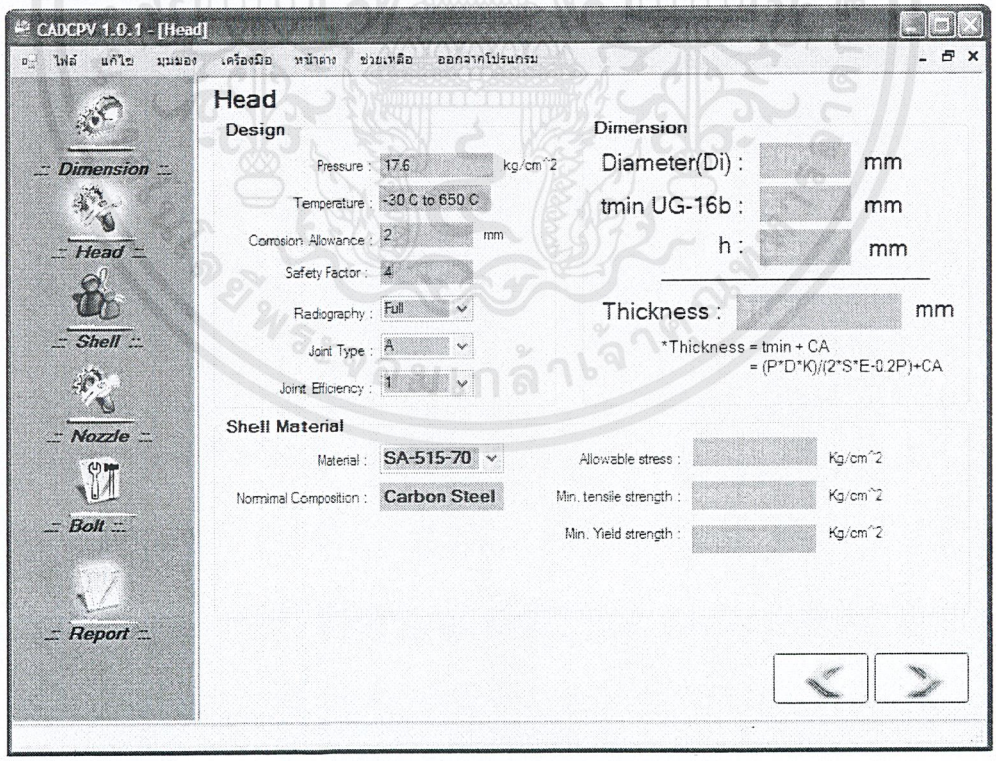
รูปที่ 3.17 แสดงแผนผังการคำนวณนอซเซิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ผลการคำนวณ

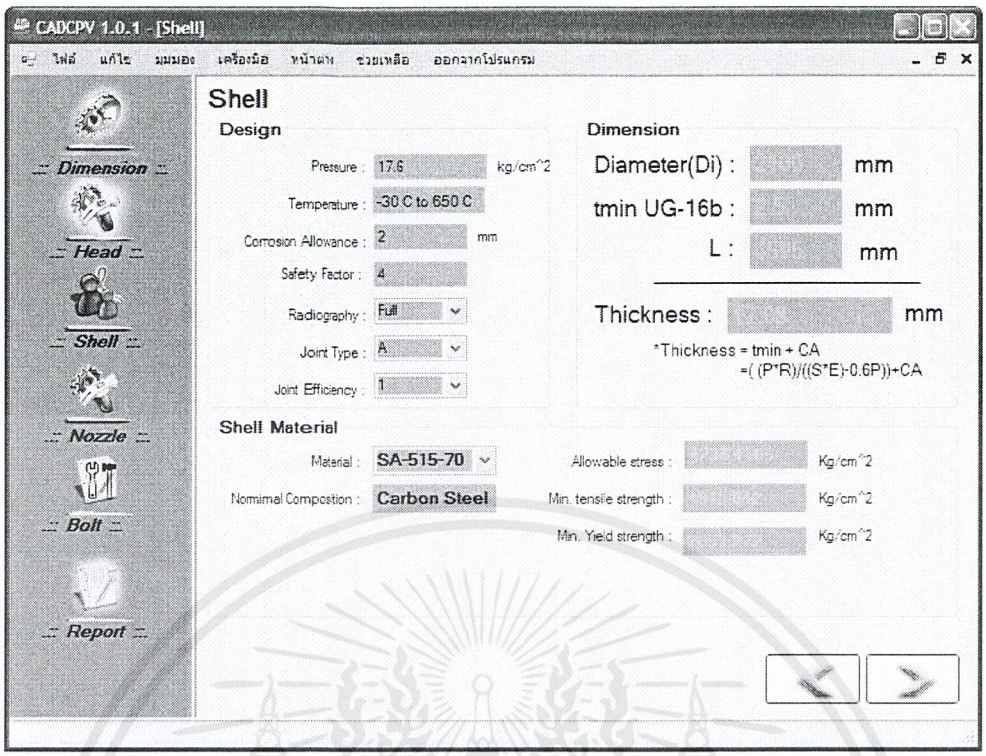


รูปที่ 3.18 แสดงผลการคำนวณหาขนาดความจุของรถบรรทุก

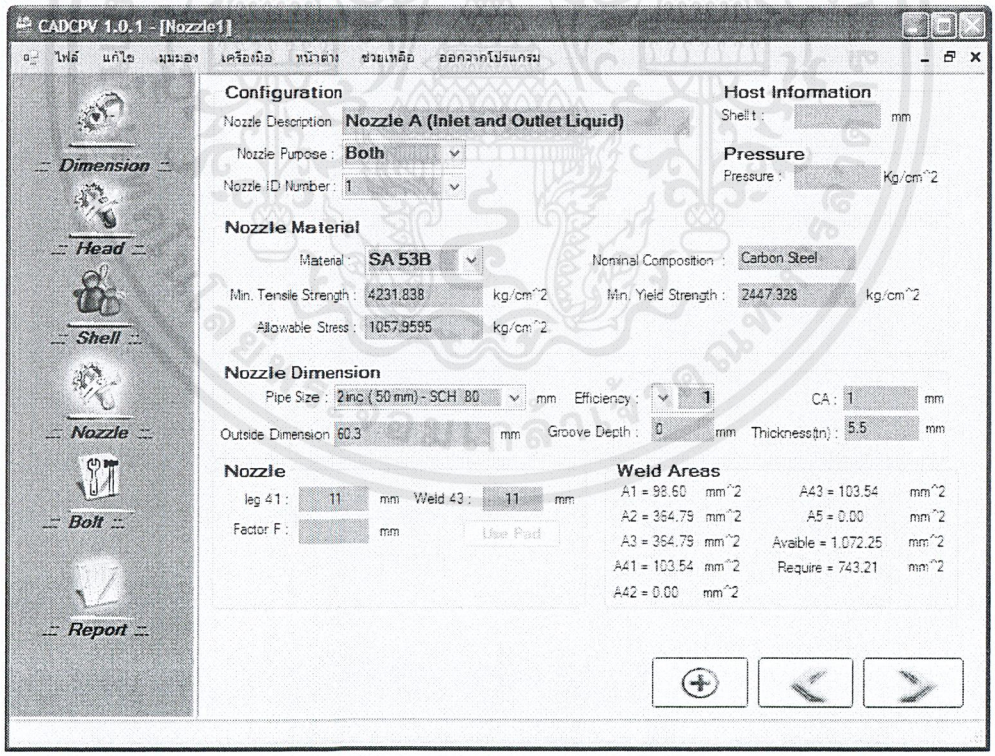


รูปที่ 3.19 แสดงผลการคำนวณความหนาหัวถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

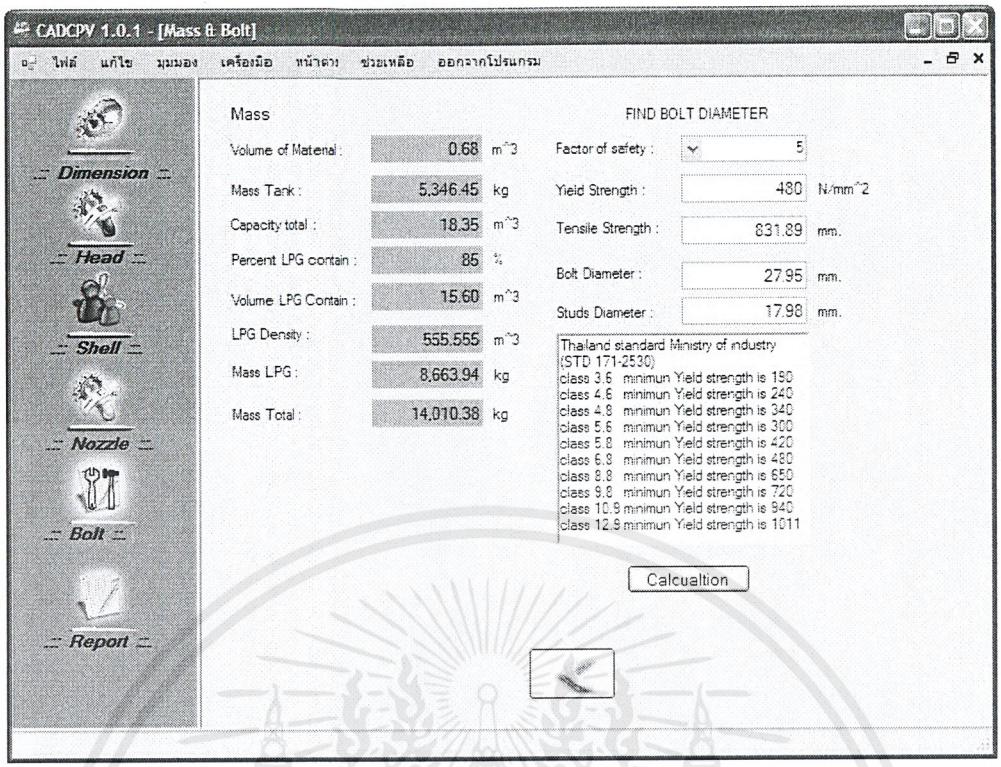


รูปที่ 3.20 แสดงผลการคำนวณความหนาตัวถัง



รูปที่ 3.21 แสดงผลการคำนวณนอซเซิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 แสดงผลการคำนวณหาขนาด bolt และ stud

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบถังรับแรงดันผู้ออกแบบควรศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและข้อกฎหมาย เพื่อให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรม โดยในข้อกฎหมายประกาศตามมาตราที่ 11 แห่ง พ.ร.บ. ควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 และประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 28 ลงวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2514 ส่วนหลักการหรือทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบถังรับแรงดัน การทดสอบและตรวจสอบถังขนส่งก๊าซ ได้มีการนำทฤษฎีต่างๆมาประยุกต์ใช้ เช่น

1. โครงการพัฒนาระบบบริหาร (PMQA)
2. เกณฑ์คุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐและดุลยดัชนี (Balanced Scorecard)
3. ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section V, 2007 Edition
4. ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII, Division 1, 2007 Edition
5. ASME - Section VIII UG. 125-137 - Appendix II
6. ASME - PTC 25-1994 Pressure Relief Devices.(Performance Test Codes)
7. API 527- Commercial Seat Tightness of Safety Relief Valves With Metal- To – Metal Seats
8. The National Propane Gas Association Safety Bulletin # 113 – 78 USA.
9. NFPA 58-1998 Liquefied Petroleum Gas Code. USA.

การศึกษาข้อกำหนดทั้งหมดนี้เพื่อที่จะนำความรู้ทางวิศวกรรมมาออกแบบถังรับแรงดันให้ได้ตามมาตรฐานและเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์พิจารณาอย่างรอบคอบ ทำให้การออกแบบ การตรวจสอบและทดสอบเป็นไปด้วยความถูกต้องส่งผลต่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

โปรแกรมช่วยออกแบบถังรับแรงดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุก เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยลดความผิดพลาดและเพิ่มความสะดวกในการออกแบบถังรับแรงดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุก โดยที่ผู้ใช้ควรศึกษาข้อมูลตามที่กล่าวไว้ด้านบนก่อน และเมื่อทำการออกแบบแล้วต้องนำรายละเอียดยื่นต่อกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อทำการตรวจสอบและออกใบอนุญาตให้สร้างถังรับแรงดัน

เมื่อทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรมคำนวณและใช้ข้อมูลจริงแล้ว นำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยตรง พบว่า ค่าที่ได้จากทั้ง 2 วิธี มีค่าเท่ากัน จึงสรุปได้ว่า โปรแกรมคำนวณที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องแม่นยำ สามารถช่วยลดเวลาในการคำนวณการออกแบบและลดความผิดพลาดอันเกิดจากความบกพร่องของบุคคลได้ด้วย เหมาะสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปที่สนใจและวิศวกรผู้ที่ทำงานด้านนี้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบถังรับแรงดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุกจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก

2. โปรแกรมช่วยออกแบบถังรับแรงดัน ควรให้ผู้ใช้สามารถเลือกหน่วยในการคำนวณ และควรมีตารางเหล็กจากหลายมาตรฐาน เพื่อความสะดวกในการใช้งานจริง

3. เมื่อมีการออกแบบโดยใช้โปรแกรมแล้ว ควรจะสามารถพิมพ์ออกมาเป็นเอกสาร เพื่อที่จะนำรายละเอียดที่คำนวณ ยื่นต่อกรมธุรกิจพลังงาน ให้ตรวจสอบและออกใบอนุญาตในการสร้างต่อไป

4. โปรแกรมช่วยออกแบบถังรับแรงดัน ควรออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งาน

5. โปรแกรมช่วยออกแบบถังรับแรงดัน ควรมีคู่มือการใช้งานโดยย่อในโปรแกรมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงคุณสมบัติของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติเหล็กตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลของอเมริกา

ID	Spec No	Type/ Grade	Nominal Composition	Alloy Designation/ UNS No	Class/ Condition/ Temperature	Min Tensile Strength, kg/cm^2	Min Yield Strength, kg/cm^2	Maximum Temperature Limits, C
1	SA-203	A	2.5Ni	K21703		4588.74	2600.28	538
2	SA-203	B	2.5Ni	K22103		4945.64	2804.23	538
3	SA-203	D	3.5Ni	K31718		4588.74	2600.28	538
4	SA-203	E	3.5Ni	K32018		4945.64	804.23	NP
5	SA-203	F	3.5Ni			945.642	2804.23	538
6	SA-204	A	C - 0.5Mo	K11820		4588.74	2600.28	538
7	SA-204	B	C - 0.5Mo	K12020		4945.64	2804.23	538
8	SA-204	C	C - 0.5Mo	K12320		5251.55	3008.17	538
9	SA-285	A	Carbon steel	K01700	1	3161.13	682.538	482
10	SA-285	B	Carbon steel	K02200	2	3518.03	1886.48	482
11	SA-285	C	Carbon steel	K02801	1	3874.93	2090.42	482
12	SA-302	A	Mn-0.5Mo	K12021	2	5251.55	3161.13	538
13	SA-302	C	Mn-0.5Mo	K12039	1	5608.46	518.034	538
14	SA-302	D	Mn-0.5Mo-0.5Ni	K12054	2	5608.46	3518.03	538
15	SA-387	2	0.5Cr-0.5Mo	K12143	1	3874.93	2345.35	538
16	SA-387	2	0.5Cr-0.5Mo	K12143	2	945.642	3161.13	538

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติเหล็กตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลของอเมริกา (ต่อ)

ID	Spec No	Type/ Grade	Nominal Composition	Alloy Designation/ UNS No	Class/ Condition/ Temperature	Min Tensile Strength, kg/cm^2	Min Yield Strength, kg/cm^2	Maximum Temperature Limits, C
17	SA-387	5	5Cr-0.5Mo	K41545	1	4231.83	2090.42	649
18	SA-387	5	5Cr-0.5Mo	K41545	2	5251.55	161.132	649
19	SA-387	11	1.25Cr-0.5Mo-Si	K11789	1	4231.83	2447.32	649
20	SA-387	11	1.25Cr-0.5Mo-Si	K11789	2	5251.55	3161.13	649
21	SA-387	12	Cr-0.5Mo	K11757	2	3874.93	2345.35	649
22	SA-387	12	Cr-0.5Mo	K11757		588.74	804.23	649
23	SA-387	21	3Cr- Mo	K31545		4231.83	2090.42	649
24	SA-387	21	3Cr- Mo	K31545		5251.55	161.132	649
25	SA-387	22	2.25Cr-Mo	K21590		4231.83	2090.42	649
26	SA-387	22	2.25Cr-Mo	K21590		5251.55	3161.13	649
27	SA-387	91	9Cr-Mo-V	K90901		5965.36	4231.83	649
28	SA-515	60	Carbon Steel	K02401		4231.83	2243.38	538
29	SA-515	65	Carbon Steel	K02800		4588.74	2447.32	538
30	SA-515	70	Carbon Steel	K03101		4945.64	2651.27	538
31	SA-516	55	Carbon Steel	K01800		3874.93	2090.42	538
32	SA-516	60	Carbon Steel	K02100		4231.83	2243.38	538

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติเหล็กตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลของอเมริกา (ต่อ)

ID	Spec No	Type/ Grade	Nominal Composition	Alloy Designation/ UNS No	Class/ Condition/ Temperature	Min Tensile Strength, kg/cm^2	Min Yield Strength, kg/cm^2	Maximum Temperature Limits, C
33	SA-516	65	Carbon Steel	K02403		4588.74	2447.32	538
34	SA-516	70	Carbon Steel	K02700		4945.64	2651.27	538

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติท่อตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลของอเมริกา

ID	Spec No	Type/ Grade	Nominal Composition	Alloy Designation/ UNS No	Class/ Condition/ Temperature	Min Tensile Strength, kg/cm^2	Min Yield Strength, kg/cm^2	Maximum Temperature Limits, C
1	SA 53A		Carbon Steel	K02504		3365.08	2294.37	4915.05
2	SA 53B		Carbon Steel	K03005		4231.84	2447.33	4915.05
3	SA106A		Carbon Steel	K02501		3365.08	2294.37	5486.09
4	SA 06B		Carbon Steel	K03006		4231.84	2447.33	5486.09

ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่เกี่ยวกับการพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ

โดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ

โดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

เอกสารหลักฐานประกอบการพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ ของยานพาหนะขนส่งก๊าซ ประกอบด้วย

1. คำขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ ตามแบบ ป.ล. 1
2. สำเนาบัตรประจำตัวผู้ขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ
3. หนังสือมอบอำนาจ (ถ้ามี)
4. สำเนาบัตรประจำตัวผู้รับมอบอำนาจ (ถ้ามี)
5. สำเนาหนังสือบริคณห์สนธิ หนังสือรับรองการจดทะเบียนการค้า (ออกให้ไม่เกิน 6 เดือน)
6. สำเนาทะเบียนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก (มีอายุเหลือไม่น้อยกว่า 60 วัน)
7. หนังสือแสดงการได้รับอนุญาตให้เป็นตัวแทนค้าต่าง
8. สำเนาสมุดคู่มือประจำถังขนส่งก๊าซ
9. แบบแสดงการติดตั้งถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อ และอุปกรณ์ (จำนวน 3 ชุด)
10. รายการคำนวณการติดตั้งถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อก๊าซ และอุปกรณ์
11. แบบก่อสร้างถังขนส่งก๊าซ พร้อมรายการคำนวณความมั่นคงแข็งแรงของถังขนส่งก๊าซ (จำนวน 3 ชุด)

เพื่อพิจารณาในแง่ของการใช้งานของถังขนส่งก๊าซ และการเป็นผู้ค้าน้ำมัน หรือตัวแทนค้าต่างของผู้ค้าน้ำมัน ในการที่จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งทางแพ่งและอาญา ในการที่จะปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงฯที่ออกตามประกาศคณะปฏิวัติฉบับที่ ๒๘ ลงวันที่ ๒๐ ธันวาคม ๒๕๑๔ และกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ
โดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

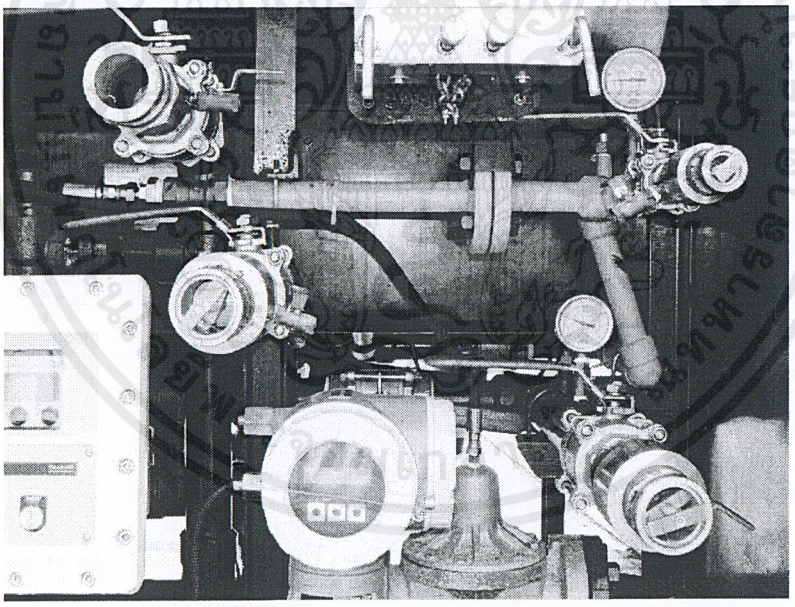
การทดสอบเพื่อออกใบอนุญาตยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก ประกอบด้วยการทดสอบอันประกอบด้วย โดยมีรายละเอียดในการที่จะพิจารณาดังนี้

2.1 การตรวจสอบแบบแสดงการติดตั้งถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อ และอุปกรณ์ให้ถูกต้องตามประกาศ กรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการติดตั้งถังขนส่งก๊าซและลักษณะและส่วนประกอบภายในถังขนส่งก๊าซ ลงวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2536

2.1.1 ถังขนส่งก๊าซที่นำมาติดตั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมธุรกิจพลังงานก่อน

2.1.2 แบบก่อสร้างระบบท่อและอุปกรณ์จะต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์การออกแบบและตามหลักวิศวกรรม คือ ต้องเป็นเหล็กกล้าที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะและไม่มีตะเข็บ

2.1.3 ต้องตรวจสอบ การติดตั้ง ถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อ และอุปกรณ์ ให้ตรงตามแบบที่ได้ขออนุญาตฯไว้และต้องถูกต้องตามประกาศ กรมธุรกิจพลังงาน เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการติดตั้งถังขนส่งก๊าซและลักษณะและส่วนประกอบภายในถังขนส่งก๊าซ ลงวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2536



ภาพการตรวจสอบการติดตั้งถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อก๊าซและอุปกรณ์ให้ถูกต้องตามแบบติดตั้งที่ได้ขออนุญาตไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.การตรวจสอบด้วยวิธีตรวจพินิจด้วยสายตา (Visual Inspection Methods)

เป็นการตรวจสอบขั้นพื้นฐาน เพื่อพิจารณาแนวเชื่อม ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ และอื่นๆ โดยใช้สายตาต้องอาศัยความชำนาญและลักษณะการช่างสังเกตของผู้ทดสอบหรือเจ้าหน้าที่หรือนายตรวจ หากพบว่าถังเก็บและจ่ายก๊าซหรือถังขนส่งก๊าซ ดังกล่าว มีรอยตำหนิหรือบกพร่องอาจทำให้เกิดอันตรายจากการบรรจุก๊าซ เจ้าของหรือผู้ครอบครองถังเก็บและจ่ายก๊าซหรือถังขนส่งก๊าซจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบถังเก็บและจ่ายก๊าซหรือถังขนส่งก๊าซ ตามข้อ 62 นั่นคือ กฎหมายได้ให้อำนาจในการบังคับใช้เมื่อมีการพบเห็นรอยตำหนิ หรือบกพร่องที่เกิดขึ้น บนถังขนส่งก๊าซหรือถังเก็บและจ่ายก๊าซ

การตรวจสอบพินิจด้วยสายตา

นอกจากนั้นในการตรวจสอบต้องมีอุปกรณ์ที่จะต้องการตรวจสอบ ดังนี้

2.2.1 ตรวจนับจำนวนเครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง โดยมีข้อกำหนด ต้องจัดเตรียมเครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง หรือน้ำยาดับเพลิง หรือเครื่องดับเพลิงชนิดอื่นที่มิใช่เครื่องดับเพลิงชนิดฟองก๊าซ ซึ่งสามารถใช้ดับเพลิงอันเกิดจากก๊าซหรือน้ำมันเชื้อเพลิงได้ มีขนาดบรรจุผงหรือน้ำยา หรือสารอย่างอื่น ไม่น้อยกว่า 9 กิโลกรัมต่อเครื่อง จำนวนอย่างน้อย 2 เครื่อง ต่อยานพาหนะส่งก๊าซทางบก 1 คัน

2.2.2 ตรวจหมอนรองล้อว่ามีอยู่ประจำรถ ไม่น้อยกว่า 2 อัน

2.3 การทดสอบด้วยการทดสอบ (Testing Methods)

ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ของยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกที่จะนำมาทดสอบ เพื่อพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซนั้น ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ถังขนส่งก๊าซ

2.3.2 วาล์วและอุปกรณ์นิรภัย

2.3.3 สายส่งก๊าซและข้อต่อสวม (Coupling)

2.3.4 อุปกรณ์อื่นๆ

ต่อไปจะกล่าวถึงในรายละเอียดในการทดสอบ แต่จะกล่าวหัวข้อในแง่ของการปฏิบัติงานจริง เพื่อให้เกิดเป็นแนวทางปฏิบัติแบบอย่างเดียวกัน

2.3.1 ถังขนส่งก๊าซ

ถังขนส่งก๊าซที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทำมาจากวัสดุประเภท

- เหล็กกล้า (Carbon steel)
- เหล็กกล้าเจือสูง (High alloy steel)
- วัสดุที่ไม่ใช่เหล็ก (Nonferrous material)

ถังขนส่งก๊าซที่สร้างจากวัสดุเหล็กกล้าเจือสูง หรือวัสดุที่ไม่ใช่เหล็ก ไม่ต้องผ่านกรรมวิธีทางความร้อน (Heat treatment) แต่ต้องมีเอกสารรับรองจากโรงงานประกอบ ส่วนถังขนส่งก๊าซที่สร้างจากเหล็กกล้า ต้องผ่านกรรมวิธีทางความร้อน (Heat treatment)สำหรับในกรณีถังขนส่งก๊าซที่สร้างขึ้นใหม่ ผู้ผลิตจะต้องทำการทดสอบและตรวจสอบโดยกรรมวิธีที่ไม่ทำลายสภาพเดิมของถัง (Nondestructive examination) โดยผู้ซึ่งได้รับใบรับรองเป็นผู้ทดสอบและตรวจสอบจากกรมธุรกิจพลังงาน และก่อนที่จะทำการบรรจุก๊าซลงในถังขนส่งก๊าซ จะต้องจัดให้มีการทดสอบโดยใช้ความดันไฮดรอลิก 1.5 เท่า ของแรงดันที่ใช้ออกแบบถัง (1.724 Mpa หรือ 250 psi) และรักษาความดันทดสอบให้คงที่ ไว้ไม่น้อยกว่า 30 นาที

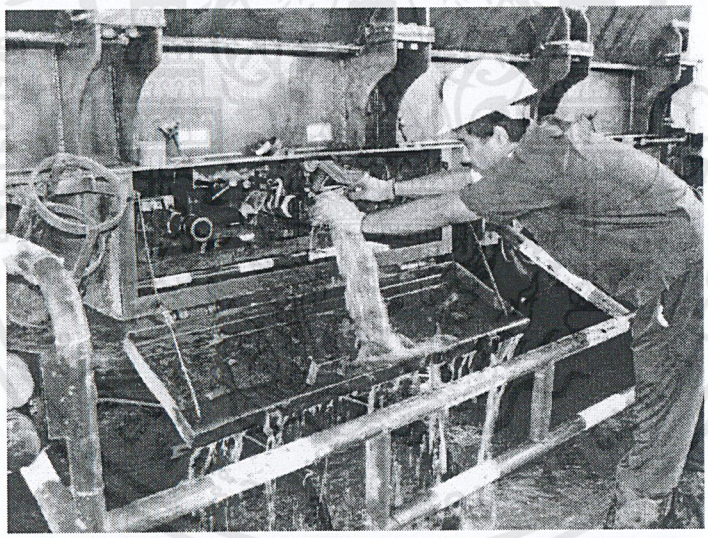
ภาพการทดสอบความดันไฮดรอลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 วาล์วและอุปกรณ์นิรภัยชนิดระบาย (ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ) ได้แก่อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. Charge/Discharge & Vapour Valve
2. Back Pressure Check Valve
3. Bleeder Valve or Vent Valve
4. Hydrostatic Relief Valve
5. By-pass Valve
6. Emergency & Excess Flow Valve
7. Safety Valve

ในลำดับ 1-3 เป็นวาล์ว (Valve) ใช้สำหรับปิด - เปิด เพื่อให้ส่วนที่เป็นของเหลว (Liquid) หรือไอของก๊าซ (Vapour) ผ่านเข้าออกได้ ส่วนในลำดับ 4-7 เป็นอุปกรณ์นิรภัยชนิดระบาย ซึ่งอุปกรณ์นิรภัยชนิดระบายจะต้องมีการทดสอบทุกปีในวาระที่จะต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ สำหรับในกรณีของ Safety Valve นั้น จะมาเป็นกรณีพิเศษ เพื่อให้รายละเอียดข้อมูลสอดคล้องกับการพิจารณาของทางกรมธุรกิจพลังงาน



ภาพการทดสอบกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย

การคำนวณหาสมรรถนะอัตราการระเหยของ Safety Valve

มีทั้งแบบชนิดหน้าแปลนและชนิดเกลียว จากข้อมูลของบริษัทผู้จำหน่าย และเอกสารกำกับสินค้าพบว่า Safety Valve ที่ใช้กับยานพาหนะขนส่งก๊าซและมีจำหน่ายอยู่ภายในประเทศมีอยู่หลายยี่ห้อ ที่พอยกตัวอย่างได้มีดังนี้

1. Fisher

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Rego

3. Miyairi

ในการเลือกใช้ยี่ห้อ /แบบ/รุ่น ใดนั้นจะต้องคำนึงถึงขนาดของถังขนส่งก๊าซด้วยคือ สมรรถนะ อัตราการระบาย จะต้องสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวภายนอก ของถังขนส่งก๊าซด้วย สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$V = 53.632\ A^{0.82}$$

โดยที่ V = สมรรถนะอัตราการระบาย (ft^3/min)

A = พื้นที่ผิวภายนอกของถังขนส่งก๊าซ (ft^2)

แหล่งที่มา: NFPA No.58 Appendix D.

ตัวอย่างตารางจำแนกขนาดความจุของถังขนส่งก๊าซกับสมรรถนะอัตราการระเหย

ตารางที่ 1 ความจุของถังขนส่งก๊าซตั้งแต่ 8,000 ลิตร ถึง 17,800 ลิตร ขนาดของ Safety Valve ที่ใช้ได้

ยี่ห้อ	รุ่น/แบบ	ลักษณะการจับยึด/ขนาด	อัตราการระบาย SCFM (air)
Fisher	H 280 – 250	2" MNPT	10,2303
	H 731 – 250	3" MNPT	8,616
Rego	A 8436 GN	3" MNPT	9,839
	A 8543 FGN	2" 300# ANPT Flange	9,830
Miyairi	MT 842 B	2 2/1 B JIS-20 KRF	8,108

ตารางที่ 2 ความจุของถังขนส่งก๊าซตั้งแต่ 17,800 ลิตร ถึง 20,000 ลิตร ขนาดของ Safety Valve ที่ใช้ได้

ยี่ห้อ	รุ่น/แบบ	ลักษณะการจับยึด/ขนาด	อัตราการระบาย SCFM (air)
Fisher	H 280 – 250	2" MNPT	10,2303
	H 731 – 250	3" MNPT	8,616
Rego	A 8436 GN	3" MNPT	9,839
	A 8543 FGN	2" 300# ANPT Flange	9,830

หมายเหตุ

อย่างไรก็ตาม ในการเลือกใช้ขนาดของ Safety Valve ให้สัมพันธ์กับขนาดของถังขนส่งก๊าซทางบกนั้น ให้ยึดขนาดของพื้นที่ผิวถังขนส่งก๊าซ จะให้ความถูกต้องมากกว่าสำหรับในการติดตั้ง Safety Valve กับถังขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซนั้น ต้องติดตั้งไม่ให้มีส่วนหนึ่งส่วนใดโผล่พ้นเหนือผิวถัง หรือถ้ามีส่วนใดพ้นเหนือผิวถังต้องมีฝาครอบหรือโกร่งกำบัง

2.3.3 สายส่งก๊าซและสายต่อสวม (Coupling)

ดูจากรูปผนวก ตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงฯ สายส่งก๊าซ ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ สามารถทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 1,959 Mpa (285Psi) และข้อต่อสวม (Coupling) ต้องเป็นชนิดเกลียว หรือ Double Check Lock (ดูจากรูปผนวก ง)

2.3.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่

- Slip Tube
- Level Gauge
- สายดิน
- Fuse Metal

ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ด้วยวิธีทดสอบ เพื่อพิจารณาออกใบอนุญาตฯ

ลำดับ		ใช้วิธีการทดสอบ			ผลการทดสอบที่ยอมรับ	หมายเหตุ
		วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
1	Emergency Valve					
	1.1 Emergency Shut Off Valve	/	/		เมื่อดึงแล้วลิ้นปิดทันที	
		/	/		เมื่อมีการรั่วไหลปิดทันที	
2	1.2 Excess Flow Valve			/	เปิดที่ 250-350 Psi ปิดที่ 200 Psi	
3	Hydrostatic Relief Valve			/	เปิดที่ 225-275 Psi ปิดที่ 200 Psi	
4	Safety Valve			/	ความดันต่างไม่เกิน 150 Psi	
5	By Pass Valve			/	ทนแรงดันประมาณ 290 Psi	
6	Hose Coupling	/	/	/	ไม่รั่วซึม	

หมายเหตุ

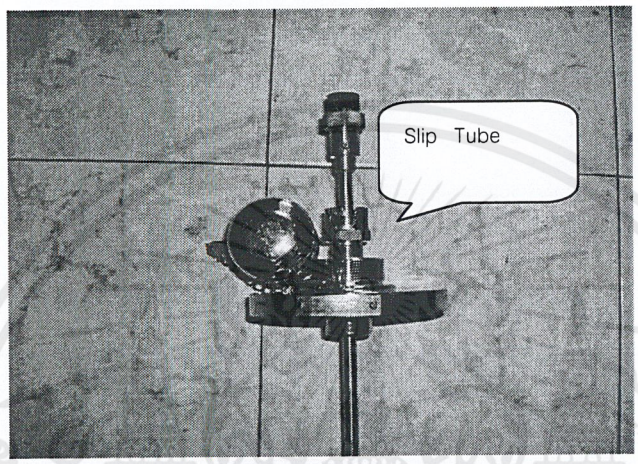
วิธีที่ 1. ใช้ส่วนที่เป็นไอก๊าซเป็นวัสดุทดลอง (Vapour) จะสามารถทดสอบอุปกรณ์ลำดับที่1, 4 และ 6

วิธีที่ 2 ใช้น้ำ (Water) เป็นวัสดุทดลอง (ดูจากผนวก จ) โดยเพิ่มน้ำเข้าไปในถังและอุปกรณ์อัดเพิ่มแรงดันของน้ำจนถึง 300 Psi ส่วนอุปกรณ์ลำดับที่ 2 และ 3 ต้องถอดออกเพื่อทำการทดสอบในวิธีถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 3 ใช้ในโตรเจน (Nitrogen) เป็นวัสดุทดสอบ โดยการทดสอบจากรูปในผนวก ฒ จะสามารถปรับค่าเปิด-ปิด ของอุปกรณ์ในลำดับที่ 2, 3, 4 ได้อย่างเหมาะสม และในกรณีนี้ให้ห้ามใช้ออกซิเจน (Oxygen) เป็นวัสดุทดสอบโดยเด็ดขาด

Slip Tube

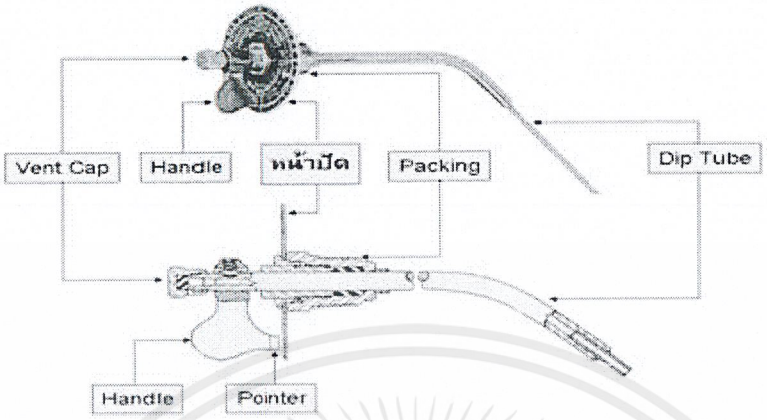


ภาพของ Slip Tube

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับก๊าซ ในถังขนส่งก๊าซเพื่อให้ควบคุมเปอร์เซนต์ของการบรรจุลงในถังได้ตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงฯ ให้บรรจุได้ไม่เกิน ๘๕ % ของปริมาณบรรจุของถังส่งก๊าซ โดยเมื่อชักปลายสลิปเมื่อถึงระดับเปอร์เซนต์ที่บนสเกลที่ต้องการแล้วจะมีไอน้ำพุ่งออกมาเพื่อให้ทราบว่าถึงระดับที่ต้องการแล้วSlip Tube โดยทั่วไปจะต้องมีฝาครอบเพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับก๊าซ ในถังขนส่งก๊าซเพื่อให้ควบคุม % ของการบรรจุลงในถังได้ตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงฯ ให้บรรจุได้ไม่เกิน 85% ของปริมาณบรรจุของถังส่งก๊าซโดยเมื่อชักปลายสลิปเมื่อถึงระดับ % ที่บนสเกลที่ต้องการแล้วจะมีไอน้ำพุ่งออกมาเพื่อให้ทราบว่าถึงระดับที่ต้องการแล้ว Slip Tube โดยทั่วไปจะต้องมีฝาครอบเพื่อป้องกันการกระแทกหรือหลุดจากตัวถังอีกครั้งหนึ่งด้วย

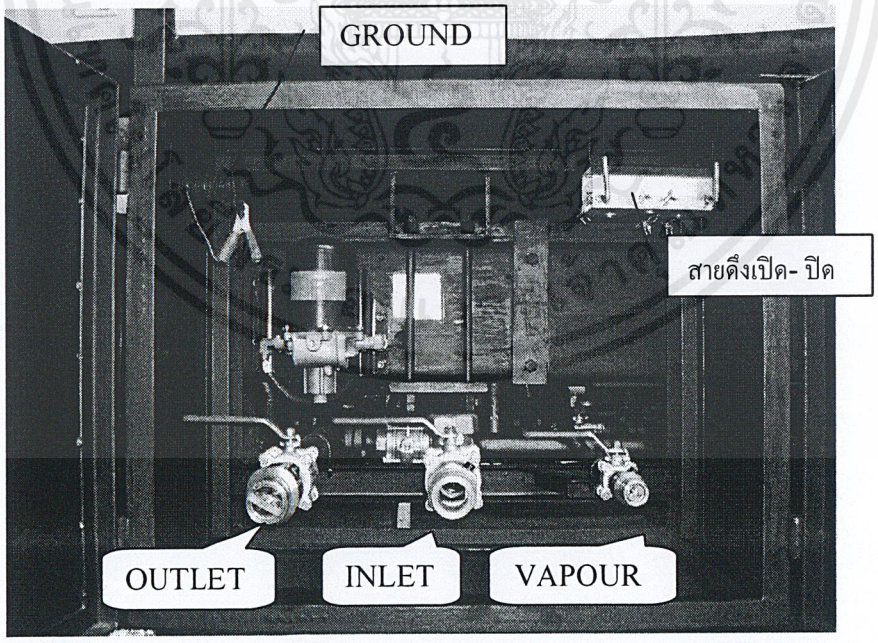
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Level Gauge



เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับก๊าซที่ยึดติดอยู่กับตัวถังขนส่งก๊าซ มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Roto Gauge เมื่อหมุนเข็มวัดระดับเปอร์เซนต์ที่บนสเกลที่ต้องการแล้วจะมีไอน้ำพุ่งออกมา เพื่อให้ทราบว่าถึงระดับที่ต้องการแล้ว โดยปกติเป็นอุปกรณ์สำคัญของถังในด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติตามกฎหมายต้องเติมก๊าซในถังขนส่งไม่เกิน 85% ของปริมาณบรรจุของถัง

สายดิน (Ground Rod Wire)



สายดิน มีไว้เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิตและป้องกันฟ้าผ่า ในกรณีที่ขนส่งก๊าซทางบกโครงรถ (Chassis) คือ

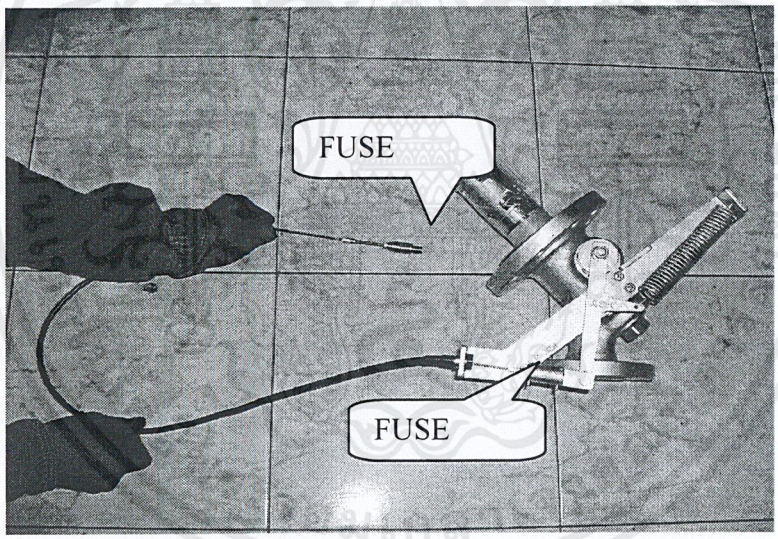
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น Ground Rod ในตัวของมันเองจะเพิ่มเฉพาะสายทองแดง และปากคีม เพื่อเป็นสายนำ ในการลดประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้น ในขณะการสูบถ่ายก๊าซ เพื่อป้องกันการเกิดการลุกไหม้

วาล์วฉุกเฉิน (Emergency shut off Value)

Fuse Metal

Fuse Metalจะเป็นตัวตัดต่อเมื่อได้รับความร้อนแล้ว Fuseชนิดตะกั่วหลอมละลายขาดและทำให้สลิงขาดจากกัน ส่งผลให้ Emergency Shut off Valve ปิดทำให้ก๊าซไม่รั่วไหลออกจากตัวถังเป็นการป้องกัน หากเกิดกรณีการลุกไหม้ที่ตัวถังแล้วไม่สามารถเข้าไปปิดโดยใช้สายดึงได้ จะให้กรณีลิ้นควบคุมการปิด - เปิดระยะไกลเป็น แบบสายดึง ส่วนถ้าในกรณีลิ้นควบคุมการปิดเปิดระยะไกลเป็นแบบ Hydraulic ไม่ต้องมี Emergency shut off Value วาล์วนิรภัยฉุกเฉินเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ติดตั้งอยู่กับระบบจ่ายก๊าซหลักที่ต่อออกมาจากถังขนส่ง ภายในจะเป็นวาล์ว เปิด – ปิด ซึ่งอาศัยหลักทางกลศาสตร์ต่อเชื่อมถังลวดสลิง โดยเดินสายลวดสลิงมาไว้บริเวณด้านท้ายของรถเพื่อมีไว้สำหรับดึงให้วาล์วปิด ในกรณีเหตุฉุกเฉินที่ทำให้ต้องหยุดระบบจ่ายก๊าซ

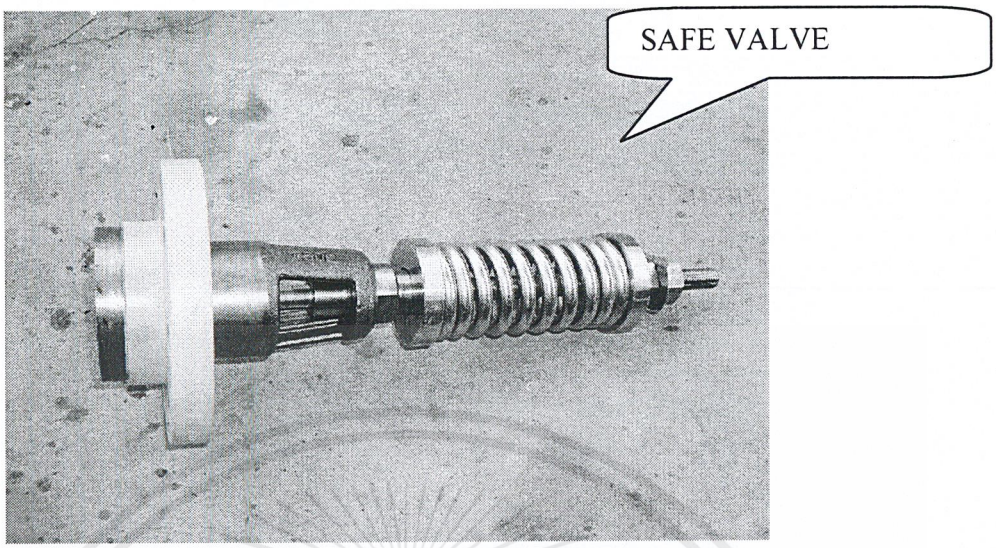


Fuse Metal

วาล์วนิรภัย (SAFETY VALVE)

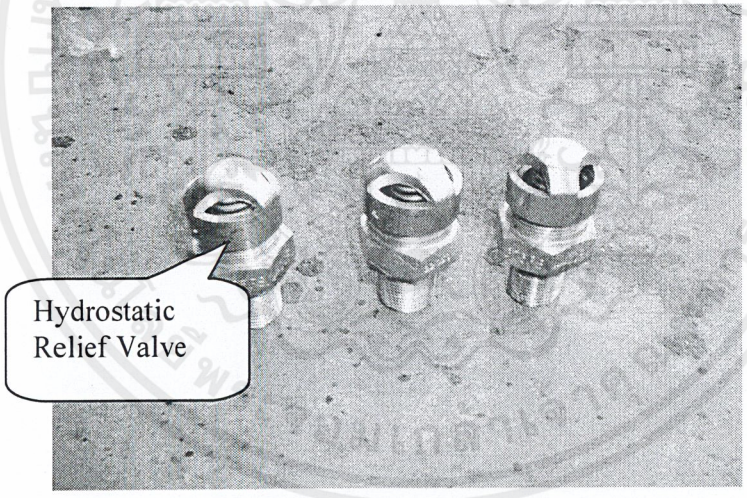
เป็นอุปกรณ์สำคัญของถังเก็บและจ่ายก๊าซ และถังขนส่งก๊าซซึ่งถังทุกใบจะต้องมีวาล์วนิรภัยมีไว้ป้องกันไม่ให้ถังเกิดระเบิดเนื่องจากความดันในถังสูงไปในกรณีอากาศร้อนจัดหรือเกิดเพลิงไหม้โดยปกติจะตั้งวาล์วให้เปิดที่ความดันระหว่าง 250 - 275 psi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Hydrostatic Relief Valve

เป็นอุปกรณ์ป้องกันระบบท่อโดยจะติดอยู่กับระบบท่อโดยที่ตั้งไว้ระหว่างวาล์วกั้น 2 ตัวในกรณีที่ความดันภายในท่อสูงเกินไปวาล์วก็จะทำงานเพื่อระบายและลดความดันภายในท่อลง ทั่วไปจะตั้งไว้ที่ 250 - 350 psi

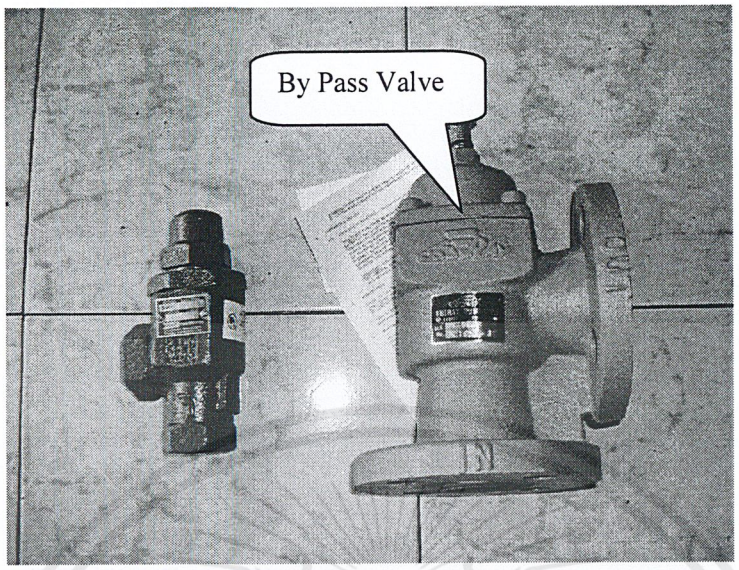


Hydrostatic Relief Valve

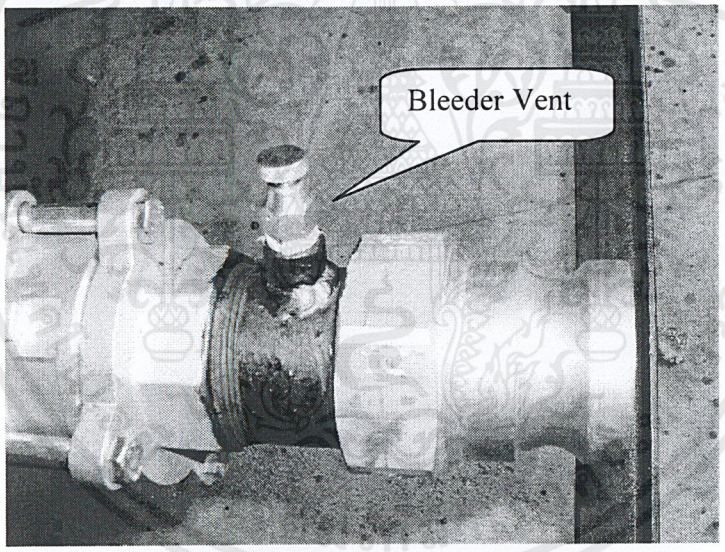
By Pass Valve

มีไว้สำหรับระบายก๊าซเหลวกลับเข้าถังเมื่อเดินเครื่องสูบถ่ายก๊าซทำงานแต่ยังไม่มีการบรรจุเข้าถังก๊าซหรือการบรรจุแต่ปริมาณก๊าซที่เข้าน้อยกว่าปริมาณที่เครื่องสูบถ่ายก๊าซออกมา ก๊าซส่วนที่เหลือจะระบายกลับเข้าถังขนส่งโดยผ่าน By Pass Value ทำงานที่ความดันแตกต่างไม่เกิน 150 psi

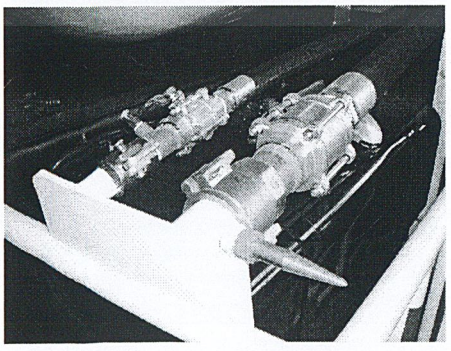
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vent ระบายอากาศที่ตกค้างในท่อ โดยใช้แรงดันก๊าซเป็นตัวไล่

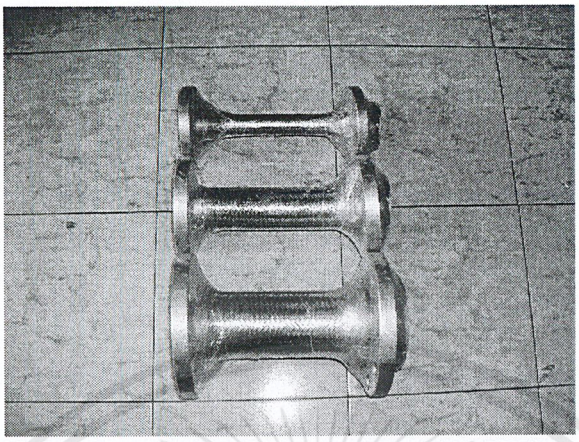


Coupling เป็นชนิดยึดตรึงแน่นในตัว (Double Lock)

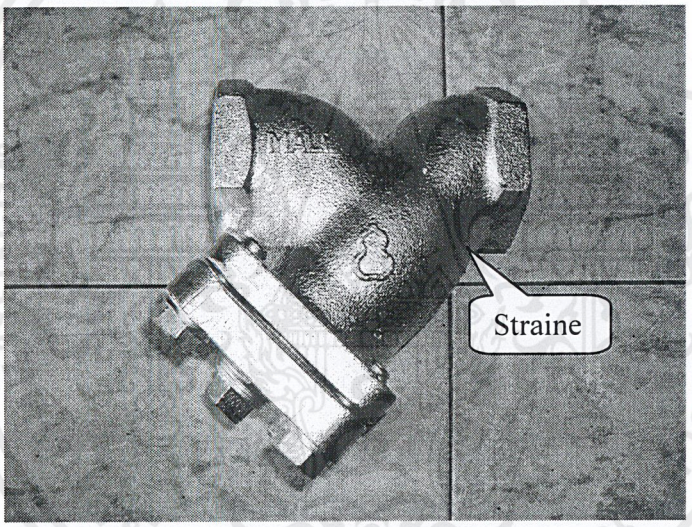


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่ออ่อนใช้ในบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวหรือการสั่นสะเทือน

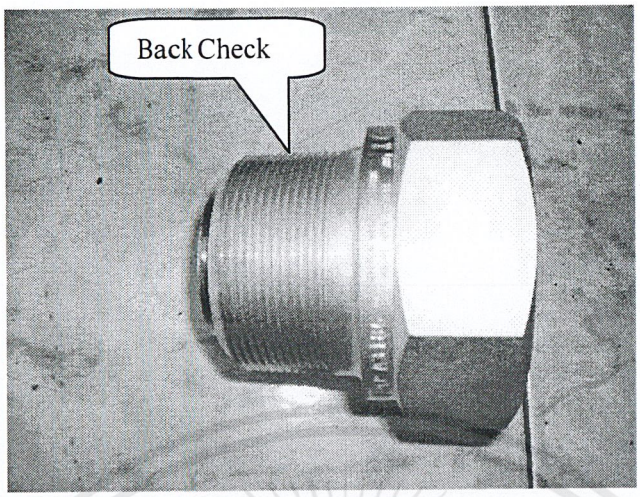


Strainer ทำหน้าที่กรองก๊าซสิ่งสกปรกต่างๆ ก่อนที่จะสูบถ่ายก๊าซจากถังขนส่งลง

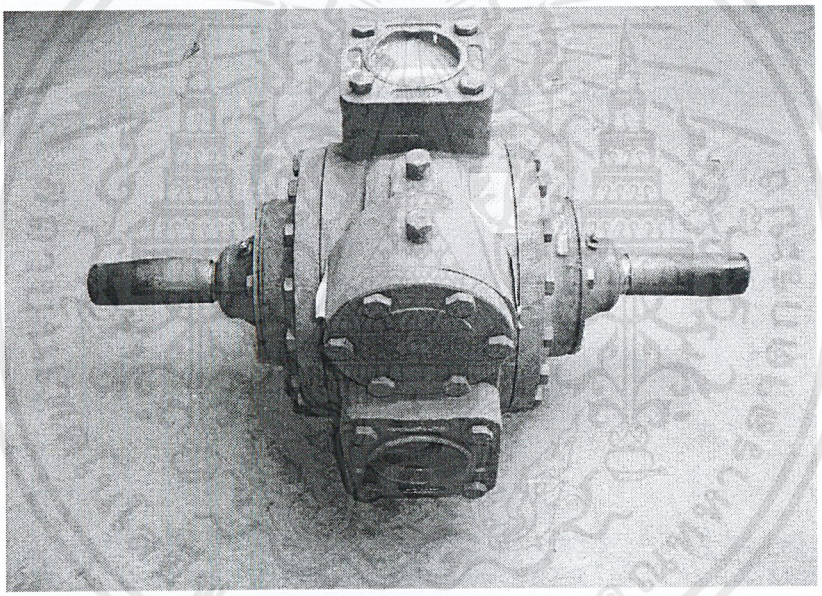


วาล์วกันกลับ (Back Check) ทำหน้าที่ให้ก๊าซไหลไปทางเดียวคือไหลไปได้แต่ย้อนกลับไม่ได้สามารถป้องกันก๊าซรั่วที่ปลายท่อรับและป้องกันการดูดก๊าซจากถังเก็บก๊าซวาล์วชนิดนี้ปกติจะปิดอยู่ตลอดเวลาบ่าวาล์วจะเป็นโลหะสัมผัสกับโลหะจึงทำให้ไม่สามารถเปิดได้ 100% ฉะนั้นจะต้องใช้ร่วมกับวาล์วชนิดอื่น เช่น พอลล์วาล์วเพื่อให้ปิดสนิทขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องสูบถ่ายก๊าซ (Pump)



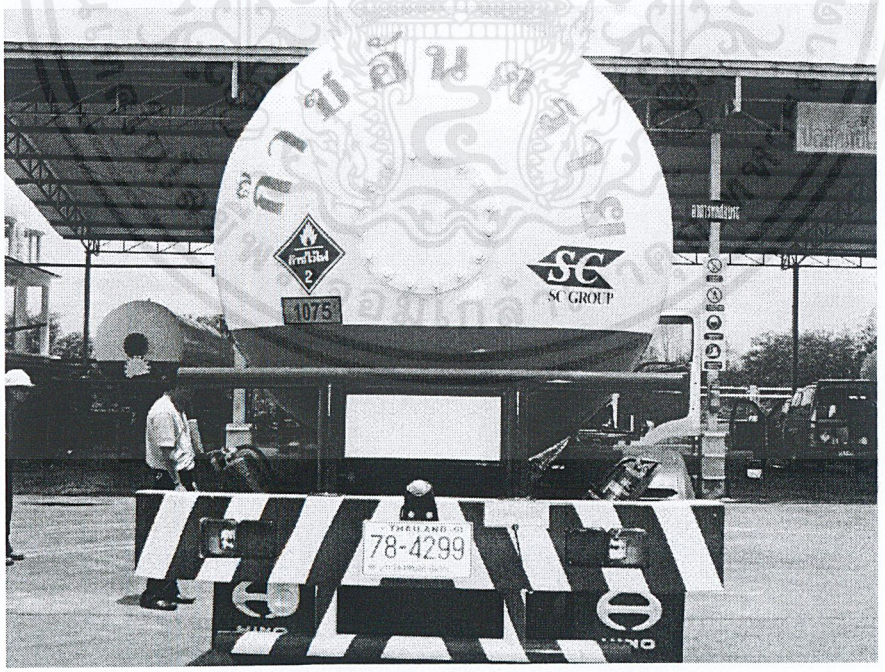
Ball Value ลิ้นปิด – เปิดก๊าซ

เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge) อุปกรณ์บอกความดันของก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกที่ถูกต้องตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการติดตั้งถังขนส่งก๊าซและลักษณะและส่วนประกอบภายในถังขนส่งก๊าซ

ภาพด้านหน้า



ภาพด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพด้านซ้าย

ภาพด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ถังขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ที่ติดตั้งไว้บนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกต้องทาด้วยสีขาวและต้องมีข้อความแสดง เครื่องหมายการค้าและหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ค้าน้ำมัน วัน เดือน ปี ที่ได้รับใบอนุญาตและเลขที่ใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ จากกรมธุรกิจพลังงานไว้ที่ด้านข้างนอกของตัวถังขนส่งก๊าซ ทั้งสองด้าน ด้วยตัวอักษรสีแดงมีขนาดที่มองเห็นได้ ชัดเจนและอ่านได้ง่ายในระยะ 25 เมตร สำหรับเครื่องหมาการค้าของผู้ค้าน้ำมันต้องมีขนาดส่วนสูงไม่น้อยกว่า 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของถังขนส่งก๊าซ ทั้งนี้ชื่อและหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ได้รับใบอนุญาต หรือชื่อผู้ประกอบการขนส่งให้แสดงข้อความไว้ที่ด้านนอกของประตูยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกทั้งสองด้าน

2. ห้ามติดตั้งถังขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว บนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก ประเภทรถพ่วงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก และถังขนส่งก๊าซที่มีปริมาตรความจุเกินกว่า 35,000 ลิตร สำหรับถังขนส่งก๊าซที่ติดตั้งบนรถกึ่งพ่วง และถังขนส่งก๊าซนั้นมีก๊าซอยู่ด้วยรถคันที่ลากจูงจะต้องประกอบติดกันตลอดเวลา

3. อุปกรณ์ยึดแน่นถังขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว เข้ากับโครงของรถ ต้องออกแบบคำนวณให้สามารถรับความเค้นที่เกิดขึ้น เนื่องจากยานพาหนะขนส่งก๊าซเริ่มเคลื่อนที่ หยุดหรือเปลี่ยนทิศทาง

4. ส่วนประกอบของถังขนส่งก๊าซและอุปกรณ์ของถังขนส่งก๊าซ ต้องติดตั้งสูงจากระดับพื้นดินไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร ต่อทุกๆ 1 เมตร ของระยะห่างระหว่างเพลาล้อที่ประชิดกัน ซึ่งรองรับตัวถังขนส่งก๊าซ แต่ทั้งนี้จะต้องสูงจากระดับพื้นดินไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

5. ต้องมีกล่องโลหะที่มีความแข็งแรงยึดแน่นติดกับโครงรถในตำแหน่งที่ปลอดภัย เพื่อป้องกันหัวท่อรับก๊าซ หัวท่อจ่ายก๊าซ และหัวท่อไอก๊าซ สำหรับแบตเตอรี่ของยานพาหนะขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว จะต้องติดตั้งไว้ในด้านตรงข้ามกับด้านที่มีกล่องโลหะป้องกันหัวท่อรับก๊าซ หัวท่อจ่ายก๊าซ และหัวท่อไอก๊าซ และแบตเตอรี่ ต้องอยู่ในกล่องโลหะที่ปิดมิดชิด

6. ต้องมีแผงเหล็กที่มีความแข็งแรงยึดแน่นติดกับด้านข้างของโครงรถทั้งสองข้าง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ขอบล่างของแผงเหล็กต้องอยู่สูงจากระดับพื้นดินไม่สูงกว่าอุปกรณ์แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 450 มิลลิเมตร และขอบบนของแผงเหล็ก ต้องอยู่สูงจากระดับพื้นดินไม่น้อยกว่า 650 มิลลิเมตร และอยู่ระหว่างช่องเพลาล้อที่ประชิดกันซึ่งรองรับตัวถังขนส่งก๊าซ ทั้งนี้ต้องห่างจากขอบยางไม่เกินข้างละ 400 มิลลิเมตร กล่องโลหะตามข้อ 16 ให้ถือเป็นส่วนหนึ่งของแผงเหล็กได้

7. ห้ามติดตั้งหัวท่อรับก๊าซ หัวท่อจ่ายก๊าซ และหัวท่อไอก๊าซในตำแหน่งที่มีระดับต่ำกว่าจุดศูนย์กลางของเพลาล้อ

8. ระยะห่างตามแนวราบ ระหว่างผนังด้านหลังห้องคนขับกับผนังถังขนส่งก๊าซส่วนที่ใกล้ที่สุดต้องไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ระยะห่างตามแนวราบ ระหว่างด้านในของกันชนท้ายกับผนังถังขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ส่วนที่ใกล้ที่สุดต้องไม่น้อยกว่า ๗๕ มิลลิเมตร

10. เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของถังขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวต้องไม่ยาวกว่าความยาวของกันชนท้าย

11. ช่องว่างระหว่างผนังขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว และอุปกรณ์ประกอบถังกับท่อไอเสียต้องไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร

12. ถังขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ที่มีขนาดความจุเกิน 5,000 ลิตร ต้องมีท่อ (manhole) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร

13. การติดตั้งอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายบนถังขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ต้องปฏิบัติ ดังนี้

1. ทิศทางที่ก๊าซระบายออกต้องอยู่ในแนวดิ่ง

2. กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายต้องติดตั้งไม่ให้มีส่วนหนึ่งส่วนใดโผล่พ้นเหนือผิวถังหรือถ้ามีส่วนหนึ่งส่วนใดโผล่พ้นเหนือผิวถัง ต้องมีฝาครอบหรือโกร่งกำบัง

14. การติดตั้งลิ้นปิดเปิดที่ควบคุมได้ระยะไกลสำหรับถังขนส่งก๊าซ ให้มีที่ปิดลิ้นควบคุมได้ในระยะไกลไว้อย่างน้อย 2 จุด โดยให้มีจุดหนึ่งอยู่ที่ท้ายรถ และอีกจุดหนึ่งอยู่ภายในกล่องโลหะ ตามข้อ ๑๕ และให้ส่วนที่ทำหน้าที่ปิดลิ้นปิดเปิด สามารถทำงานได้ทันทีเมื่อปิดฝากล่องโลหะ และกรณีที่ลิ้นปิดเปิดที่ควบคุมได้ในระยะไกลเป็นสายแบบสายดึงจะต้องมีส่วนโลหะที่หลอมละลายต่ำ (fuse metal) ด้วยและท่อทางจ่ายก๊าซให้ติดตั้งข้อต่อ (coupling) เป็นชนิดยึดตรึงแน่นในตัวและปิดได้ด้วยตัวเองเมื่อสายหลุด (check lock) หรือชนิดเกลียวไว้ที่ปลายหัวท่อจ่ายก๊าซ

ขั้นตอนในการเนินงานทดสอบและตรวจสอบถังขนส่งก๊าซ

การเตรียมการก่อนการทดสอบและตรวจสอบ

- ติดตั้งนั่งร้านภายนอกถังขนส่งก๊าซ ในกรณีที่ไม่ตั้งนั่งร้านจะต้องจัดให้มีบันไดและเข็มขัดรัดตัวผู้ทดสอบและตรวจสอบกับตัวถังขนส่งก๊าซ เพื่อกันมิให้เกิดอุบัติเหตุหรือพลัดตก

- ตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของนั่งร้านภายนอก เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

- สูบถ่ายก๊าซในส่วนที่เป็นของเหลว (Liquid) ออกจากถังขนส่งก๊าซให้หมด โดยใช้เครื่องสูบถ่ายก๊าซออกจากถังขนส่งก๊าซลงสู่ถังเก็บและจ่ายก๊าซสำรอง

- เติมน้ำเข้าไปในถังขนส่งก๊าซให้เต็มถัง เพื่อไล่ไอก๊าซ (Vapour) ออกจากถังขนส่งก๊าซให้หมดหรือหากไล่ไอก๊าซไม่หมด จำเป็นต้องต่อท่อระบายก๊าซออกเพื่อเผาทิ้ง (Flare)

- ระบายน้ำออกจากถังขนส่งก๊าซ เพื่อทำการทดสอบและตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

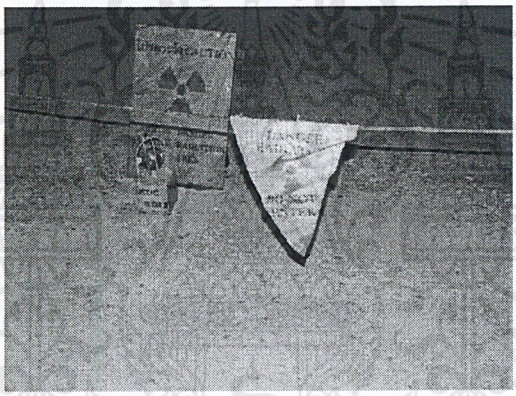
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ทำเขื่อกกั้นบริเวณสถานที่ปฏิบัติงานให้พ้นระยะอันตรายพร้อมติดตั้งป้ายคำเตือนในขณะปฏิบัติงาน

ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยกรรมวิธีถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiographic Examination Method)

ข้อสังเกต

- ขั้นตอนการไล่ก๊าซออกจากถังขนส่งก๊าซ จะต้องกระทำโดยระมัดระวังอย่างยิ่งยวดเนื่องจากถังขนก๊าซดังกล่าวเป็นถังที่ผ่านการใช้งานอยู่มาแล้ว ดังนั้น ก่อนการทดสอบจะต้องวางแผนให้ถ่ายก๊าซออกจากถังให้หมดก่อนวันที่จะทำการทดสอบเพื่อจะได้ไม่เสียเวลาสูบถ่ายก๊าซ ในวันที่มีการดำเนินการทดสอบและตรวจ สอบเมื่อสูบถ่ายน้ำก๊าซ (Liquid) ออกหมดแล้วในถังจะยังคงเหลือส่วนที่เป็นไอก๊าซ (Vapour) ค้างอยู่ในถังซึ่งไม่สามารถสูบถ่ายออกให้หมดได้ จึงต้องใช้วิธีไล่ไอก๊าซออกโดยการเติมน้ำเข้าไปในถังขนส่งก๊าซให้เต็มเพื่อไล่ไอก๊าซ ซึ่งไอก๊าซในถังขนส่งก๊าซขนาดใหญ่ มีปริมาณมาก ถ้าไล่ไอก๊าซออกสู่บรรยากาศอาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้จึงต้องใช้วิธีไล่ไอก๊าซออกโดยวิธีต่อท่อและทำการเผาทิ้ง (Flare) เพื่อไม่ให้ไอก๊าซฟุ้งกระจายเป็นบริเวณกว้าง



ภาพแสดงการกั้นบริเวณที่จะตรวจสอบสภาพแนวเชื่อมด้วยรังสี (Radiographic Test)

ทำการทดสอบและตรวจสอบถังขนส่งก๊าซครบวาระ

ผู้ที่ได้รับใบรับรองจากกรมธุรกิจพลังงานให้เป็นผู้ทดสอบและตรวจสอบถังเก็บและจ่ายก๊าซและระบบท่อก๊าซพร้อมอุปกรณ์ ต้องดำเนินการทดสอบและตรวจสอบถังก๊าซครบวาระด้วยกรรมวิธีไม่ทำลายสภาพเดิมของถัง ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เพื่อให้เป็นไปตามหลักวิชาการและมาตรฐานสากล และถูกต้องตามที่กฎหมายกำหนด ดังนี้

ตรวจสอบชนิดและขนาดของถัง

เพื่อตรวจสอบให้ถูกต้องตรงตามรายการคำนวณและออกแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมธุรกิจพลังงาน

ตรวจพินิจภายนอกและภายในของถังและอุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น วาล์ว ท่อ เกจวัดแรงดัน ซึ่งการตรวจสอบด้วยวิธีตรวจสอบด้วยวิธีตรวจพินิจ (Visual Inspection) ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายเบื้องต้นบนชิ้นงาน เพื่อหารอยบกพร่องบนผิวงานที่สามารถตรวจพบได้ด้วยสายตา การตรวจสอบพินิจด้วยสายตาต้องปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ทำความสะอาดชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนตรวจสอบ
- ทำการตรวจพินิจห่างจากชิ้นงานไม่เกิน 24 นิ้ว และมุมไม่เกิน 30 องศา หรืออาจจะใช้แว่นขยายในการตรวจพินิจ
- ทำการตรวจพินิจภายใต้แสงสว่างอย่างน้อย 50 FC (Foot – candle)
- ในการตรวจสอบพินิจด้วยสายตาในระยะไกลหรือในกรณีไม่สามารถเข้าใกล้ชิ้นงานได้สามารถใช้เครื่องช่วยในการตรวจสอบ เช่น กระจก กล้องขยาย Telescopes Bore scopers Fiber Optics
- ผู้ตรวจสอบต้องทำเครื่องหมาย ตำแหน่งที่พบรอยบกพร่องด้วยเครื่องเขียนที่เห็นได้ชัดเจนและลบเลือนได้ยาก เพื่อสะดวกในการซ่อม

การทดสอบและตรวจสอบด้วยวิธีการพินิจด้วยสายตา เพื่อหาสิ่งบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นได้ดังนี้

- สิ่งบกพร่อง (Defect) หมายถึง สิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับถังหรืออุปกรณ์ ที่อาจมีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงหรือความปลอดภัยในการใช้งาน
- รอยนูน (Bulge) หมายถึง รอยบวมเฉพาะแห่งที่ผนังถังหรือผนังท่อ
- รอยบุบ (Dent) หมายถึง รอยชำรุด อันเนื่องมาจากถังหรือท่อถูกวัสดุแข็งที่ไม่แหลมคมกระทบหรือกระแทกให้เกิดรูปทรงเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่ต้องไม่มีการสูญเสียของเนื้อโลหะ
- ขุมสนิม (Pit) หมายถึง รอยกัดกร่อนที่ผิวถังหรือท่อเป็นจุดหรือเป็นหย่อมๆ
- รอยผุกร่อนทั่วๆไป (General Corrosion) หมายถึง รอยผุกร่อนเป็นบริเวณกว้างกว่าขุมสนิม
- รอยไหม้ (Burn) หมายถึง รอยที่ผนังถัง ผนังท่อ ที่ถูกความร้อนจากเปลวไฟ อุณหภูมิ
- สูง เฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่ง

การตรวจพินิจ (Visual Inspection) ทั้งภายนอกและภายในถังขนส่งก๊าซ จะต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์เพื่อตรวจสอบความบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้น โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

- ตรวจสอบบริเวณขาถัง เริ่มตั้งแต่ Bolts ยึดขาถังกับแชสซีรถยนต์ ว่าอยู่ในภาพดีหรือไม่ แผ่นเหล็ก ขาถังตลอดจนจุดยึดต่างๆ อยู่ในสภาพดีหรือไม่
- ตรวจสอบผิวถังขนส่งก๊าซภายนอกว่ามีการเกิดสนิมมากน้อยอย่างไร
- ตรวจสอบผิวถังภายใน เพื่อหาจุดบกพร่องหรือรอยสนิมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตรวจสอบอุปกรณ์ ข้อต่อต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับถังขนส่งก๊าซ

ตรวจสอบความหนาถัง (Ultrasonic Thickness Test)

เพื่อตรวจสอบผนังถังโดยจะต้องมีค่าความหนาไม่น้อยกว่าความหนาที่ได้จากการคำนวณออกแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการ หรือจากกรมธุรกิจพลังงานในปัจจุบัน ทั้งนี้การตรวจวัดความหนาของผนังถังขนส่งก๊าซ จะใช้เครื่องมือวัดความหนาด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic Thickness Test) หรือ UTM ซึ่งจะต้องทำการวัดความหนาของผนังถังขนส่งก๊าซทุกแผ่นที่เป็นตัวถังและบริเวณส่วนหัวของถังทั้งสองด้าน ซึ่งตัวถังแต่ละแผ่นจะวัดความหนา 5 จุด (ที่บริเวณใกล้กับมุมทั้ง 4 มุม และตรงกลางแผ่นเหล็กอีก 1 จุด) ซึ่งค่าความหนาที่ได้จะต้องไม่ต่ำกว่าความหนาที่คำนวณออกแบบ ตาม ASME Section VIII Division 1, 1998Edition

ข้อสังเกต

การตรวจสอบความหนาถังด้วยเครื่องมือวัดความหนาผนังแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic Thickness Test) ทั้งนี้ถังขนก๊าซที่ผ่านการใช้งานเป็นระยะเวลานานมีการกัดกร่อนที่ผนังถังทำให้ผนังถังมีความหนาน้อยลง ซึ่งการวัดความหนาผนังถังจะเป็นการตรวจสอบว่าถังขนส่งก๊าซสามารถใช้งานต่อไปได้หรือไม่ ในการวัดความหนาอาจมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงตามความจริง ดังนั้นผู้ทดสอบและตรวจสอบจะต้องตั้งค่าวัสดุตามคู่มือของเครื่องนั้นๆ และจะต้องปรับตั้งค่าเครื่องมือ(Calibrate) โดยเปรียบเทียบความหนากับชิ้นงานมาตรฐานเพื่อให้ค่าความหนาที่วัดได้ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด เพราะเครื่องมือวัดความหนาผนังถังที่ผ่านการใช้งานมานานอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบความหนาผนังถัง ดังนั้นเครื่องมือวัดความหนาผนังถังจะต้องมีการวัดเปรียบเทียบความหนากับชิ้นงานมาตรฐานให้ถูกต้อง หลังจากการตั้งค่าวัสดุตามคู่มือของเครื่องนั้นๆ ก่อนเริ่มทำการวัดความหนาผนังถังทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบสภาพแนวเชื่อมด้วยรังสี (Radiographic Test)

หมายถึง การฉายรังสีผ่านทะลุเนื้อโลหะและแนวเชื่อมเข้าไปยังฟิล์ม ปริมาณความเข้มของรังสีที่ตกกระทบและทำปฏิกิริยาบนฟิล์มขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีของโลหะ และรอยบกพร่องซึ่งปกติจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าเนื้อโลหะจะปรากฏอยู่ในฟิล์มเป็นบริเวณที่มีความเข้มสูง เนื่องจากรังสีผ่านได้มากกว่า

ทั้งนี้การตรวจสอบแนวเชื่อมโดยวิธีถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiographic Test) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแนวเชื่อมทั้งหมดของผนังถังขนส่งก๊าซนั้นถูกกำหนดโดยมาตรฐาน ASME Section VIII Div.1, 1998 Edition, Code UW-51 โดยวิธีใช้รังสีแกมม่า (Gamma Ray) Ir-192

ภาพแสดงการตรวจสอบสภาพแนวเชื่อมด้วยรังสี (Radiographic Test)

ข้อสังเกต

การวิเคราะห์ลักษณะ ชนิด ขนาด และสาเหตุการเกิดรอยบกพร่อง (Defect) รวมถึงการตัดสินใจว่าจะซ่อมหรือไม่ และถ้าซ่อมจะต้องกำหนดวิธีการซ่อมและกระบวนการตรวจสอบที่เหมาะสมในกรณีถังขนส่งก๊าซที่ผ่านการใช้งานมาแล้วและจะต้องทำการทดสอบและตรวจสอบครบวาระอาจพบจุดบกพร่องจากการตรวจสอบด้วยการฉายรังสีในแนวเชื่อมได้ ทั้งนี้การตรวจพบจุดบกพร่องในแนวเชื่อมอาจไม่ใช่ข้อสรุปว่าถังขนส่งก๊าซจะต้องซ่อมหรือ ไม่สามารถใช้งานได้ ทั้งนี้ผู้ทดสอบจะต้องทำการวิเคราะห์ลักษณะ ชนิด และขนาดของรอยบกพร่องตามมาตรฐานการตรวจสอบ (ASME Section VIII Div.1) ว่ามีลักษณะและขนาดเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้หรือไม่ หากยอมรับได้ก็สามารถใช้งานได้ต่อไป แต่ถ้าไม่สามารถยอมรับได้ต้องสั่งงดใช้ถังขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

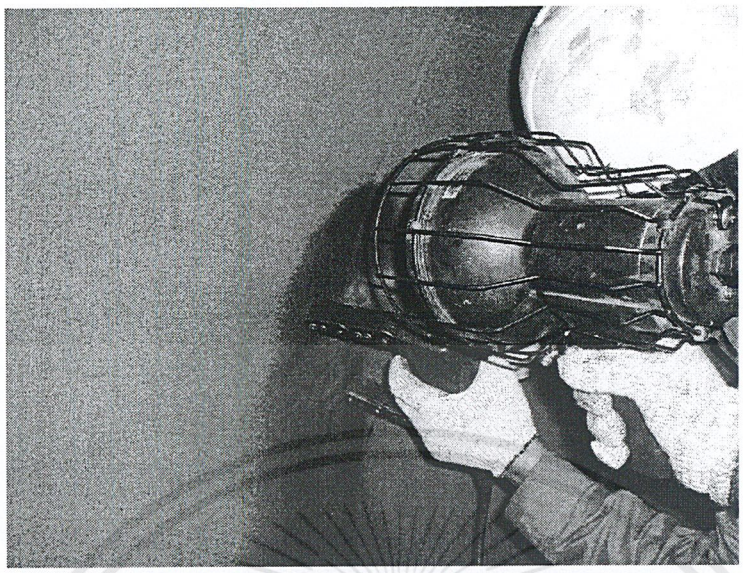
ก๊าซนั้นไว้ก่อนจนกว่าจะได้รับการซ่อมแซมแก้ไขให้ปลอดภัยตามมาตรฐานสากล ทั้งนี้ผู้ควบคุมการทดสอบจะต้องมีทักษะ และประสบการณ์มากพอในการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่พบว่าคืออะไร มีลักษณะการเกิดอย่างไร หรืออาจเป็นเพียงฝุ่นละอองบนฟิล์ม ทั้งนี้ประสบการณ์และทักษะของผู้ทดสอบสามารถวิเคราะห์และบ่งชี้ได้ว่าเป็นรอยบกพร่องหรือไม่ ถ้าเป็น เป็นรอยบกพร่องชนิดใด มีสาเหตุการเกิดอย่างไร ต้องแก้สาเหตุด้วยหรือไม่ ถ้าไม่เป็นรอยบกพร่องแล้วคืออะไร รวมถึงจะต้องพิจารณาด้านความคุ้มค่าทางวิศวกรรมและความปลอดภัยไปพร้อมๆกันด้วยในกรณีที่เกิดความไม่แน่ใจอาจใช้เทคนิคการตรวจสอบชนิดพิเศษอื่นๆมาช่วยวิเคราะห์ผิวงานข้างเคียงเพื่อระบุชนิดและลักษณะของจุดบกพร่อง

ตรวจสอบสภาพแนวเชื่อมภายนอกและภายในของถังด้วยวิธีผงแม่เหล็ก (Magnetic Particle Test)

ภาพแสดงการตรวจสอบสภาพแนวเชื่อมภายนอกของถังด้วยวิธีผงแม่เหล็ก(Magnetic Particle Test)

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึง การตรวจสอบรอยเชื่อมของส่วนประกอบถังของถังขนส่งก๊าซ ได้แก่ รอยเชื่อมต่อชน รอยเชื่อมของท่อทางเข้าออกที่เชื่อมติดกับผนังถัง และรอยเชื่อมอื่นๆ เช่น รอยเชื่อมของแผ่นเสริมกำลัง (Reinforcing Plate หรือ Saddle Plate) รอยเชื่อมขาถังติดกับตัวถัง หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ทที่เชื่อมติดกับผิวถังทั้งภายในและภายนอก โดยวิธีการทดสอบด้วยผงแม่เหล็กใช้ตรวจสอบหาความบกพร่อง (Defect) ในแนวเชื่อมบริเวณที่ทำการตรวจสอบด้วยวิธีถ่ายภาพด้วยรังสีได้ยากหรือไม่สามารถทำได้ เช่น บริเวณ Nozzle ต่างๆ หรือกรณีการหารอยบกพร่องบริเวณผิวหรือใกล้ผิวทั้งนี้การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASME Section V, 1998 Edition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงการตรวจสอบสภาพแนวเชื่อมภายในของถังด้วยวิธีผงแม่เหล็ก(Magnetic Particle Test)

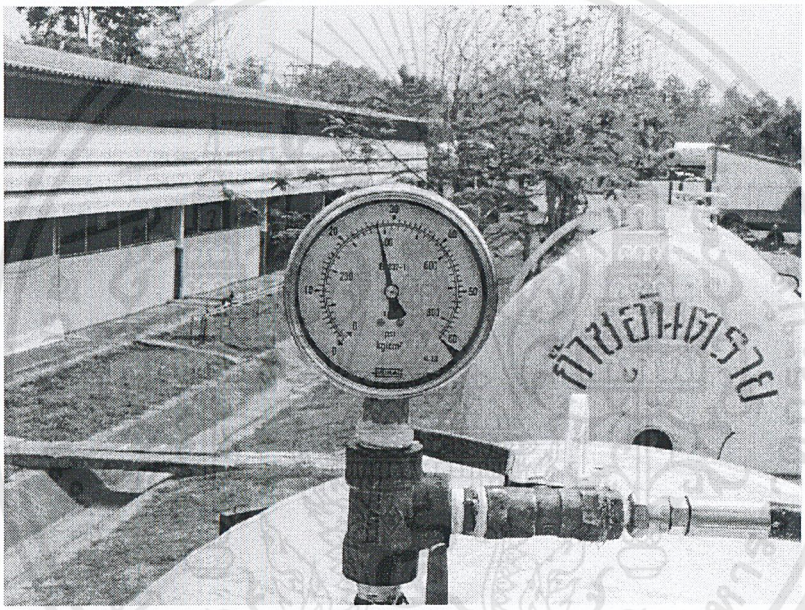
ข้อสังเกต

การตรวจสอบสภาพแนวเชื่อมภายในและภายนอกด้วยวิธีสนามแม่เหล็ก (Magnetic Particle Test) มักพบข้อบกพร่องหรือรอยร้าวของแนวเชื่อมที่ผิวหรือที่ความลึกไม่มากนัก เนื่องจากถังขนส่งก๊าซที่ผ่านการใช้งานมาแล้วที่จะต้องทำการทดสอบและตรวจสอบครบวาระอาจเกิดการแตกร้าวที่พื้นผิวแนวเชื่อมหรือที่พื้นผิวผนังถังด้านข้างแนวเชื่อมทั้งภายในและภายนอก ซึ่งเมื่อตรวจสอบพบรอยร้าวที่พื้นผิวผนังถังด้านข้างแนวเชื่อมจะต้องทำการวัดความหนาจุดที่เกิดรอยร้าวว่ามีความหนาเผื่อไว้มากกว่ารายการคำนวณออกแบบหรือไม่ ซึ่งถ้าความหนาเท่ากับรายการคำนวณออกแบบจะต้องทำการซ่อมแซมโดยวิธีอื่นต่อไป แต่ถ้าความหนามากกว่ารายการคำนวณออกแบบสามารถทำการเจียระไนรอยร้าวออกจนหมดแล้วจึงทำการวัดความหนา เพื่อตรวจสอบว่าความหนาแผ่นเหล็กยังมีค่ามากกว่าค่าความหนาที่ได้จากการคำนวณออกแบบหรือไม่ ถ้าหากความหนายังมีค่ามากกว่าความหนาที่ได้จากการคำนวณแล้วให้ทำการตรวจสอบด้วยวิธีสนามแม่เหล็ก (Magnetic Particle Test) อีกครั้งหนึ่งเพื่อตรวจสอบหารอยร้าวที่อาจจะมีเหลืออยู่ที่พื้นผิวแนวเชื่อมหรือที่พื้นผิวผนังถังด้านข้างแนวเชื่อม ซึ่งถ้าตรวจสอบพบว่ายังมีรอยร้าวอยู่ให้ดำเนินการตามขั้นตอนเดิมอีกครั้งจนกว่าจะตรวจสอบไม่พบรอยร้าว ทั้งนี้เมื่อวัดความหนาผนังถังจะต้องมีค่ามากกว่าค่าความหนาในการออกแบบจึงสามารถใช้งานขนส่งก๊าซต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบและทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก (Hydrostatic Test)

เพื่อตรวจสอบไม่ให้มีการรั่วซึม และสามารถทนความดันได้โดยไม่มีจุดบกพร่องใดๆ ของตัวถังขนส่งก๊าซ โดยทำการทดสอบที่แรงดัน 1.5 เท่า ของแรงดันที่ใช้ในการออกแบบถังขนส่งก๊าซ ตามข้อกำหนดของกฎหมาย ซึ่งถังขนส่งก๊าซที่ทดสอบมีแรงดันออกแบบเท่ากับ 1.724 เมกาปาสกาลมาตร หรือ 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ดังนั้นจะต้องทดสอบด้วยแรงดันน้ำที่ 375 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยรักษาแรงดันทดสอบไว้ 30 นาที แล้วทำการตรวจสอบหารอยรั่วซึม บวม หรือบิดเบี้ยวของตัวถัง และหลังจากลดค่าแรงดันลงแล้ว ต้องทำการตรวจสอบโดยละเอียดอีกครั้งว่าถังขนส่งก๊าซมีการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงอันเนื่องมาจากความล้าหรือการเสียคุณสมบัติทางกลอย่างถาวรของโลหะหรือไม่

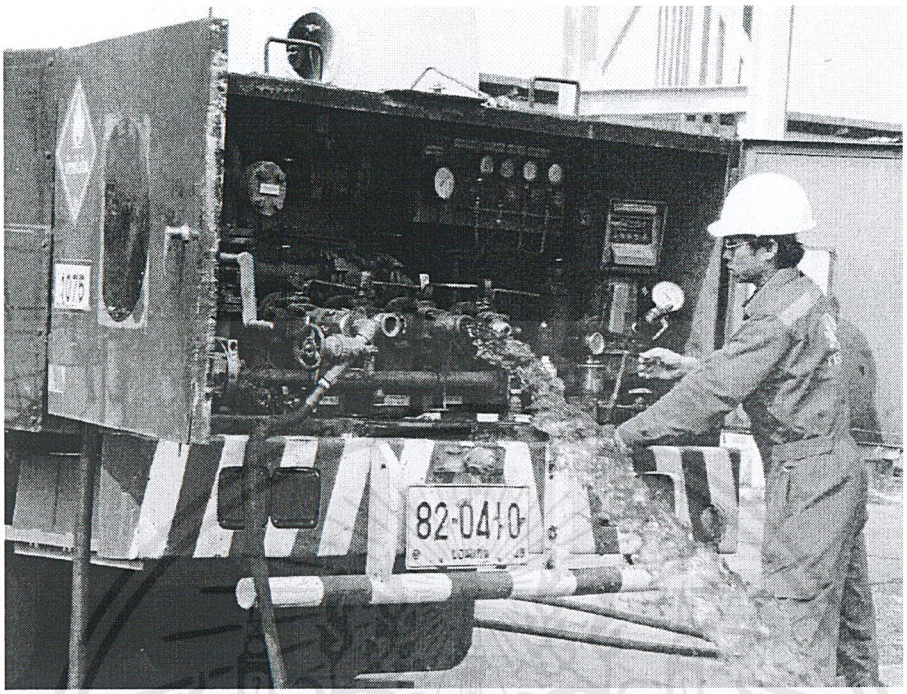


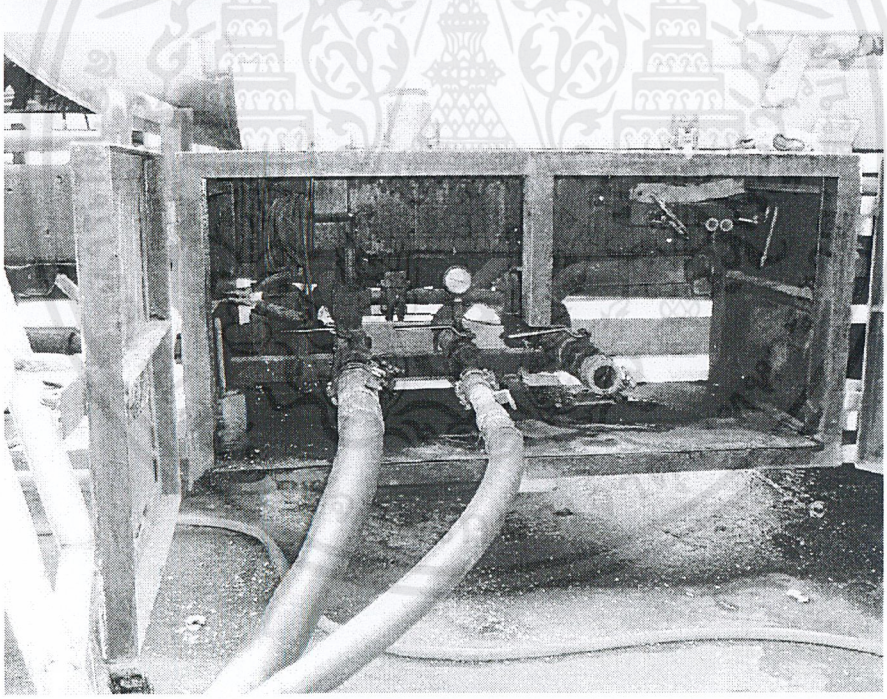
ภาพแสดงการตรวจสอบและทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก (Hydrostatic Test)

ตรวจสอบและทดสอบระบบท่อก๊าซที่ติดตั้งบนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

เพื่อให้ถูกต้องตรงตามแบบการติดตั้งระบบท่อก๊าซและอุปกรณ์ที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมธุรกิจพลังงาน รวมทั้งตรวจสอบและทดสอบสายส่งก๊าซที่ใช้สำหรับถ่ายเทก๊าซจากยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกไม่ให้มีการรั่วซึมและสามารถทนความดันได้ ทั้งนี้การทดสอบด้วยแรงดันของก๊าซไนโตรเจน ตามที่กำหนดไว้ตามกฎหมายคือ 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที โดยไม่มีการรั่วซึมของความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพแสดงการตรวจสอบและทดสอบระบบท่อก๊าซที่ติดตั้งบนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย (Safety Valve)

โดยใช้ไนโตรเจนในการทดสอบ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นก๊าซเฉื่อยไม่ติดไฟ ซึ่งกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายที่ทดสอบต้องทำงาน (เปิด) ที่แรงดันประมาณ 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (โดยต้องอยู่ในช่วง ±10

เปอร์เซ็นต์ ของค่าแรงดันออกแบบ) และเมื่อค่าแรงดันลดลงเหลือร้อยละ 80 ของค่าแรงดันออกแบบหรือประมาณ200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายต้องปิดสนิท ซึ่งขั้นตอนวิธีการทดสอบกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย ให้เป็นไปตาม มยธ. (ท) 807-2542 มาตรฐานวิธีการทดสอบกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย (Standard Method for Safety Valve Testing) มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการทดสอบกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย ซึ่งเป็นอุปกรณ์ส่วนควบของถังขนส่งก๊าซ

ภาพแสดงการตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย (Safety Valve)

ตรวจสอบและทดสอบลิ้นปิดเปิด (Valve)

ลิ้นป้องกันก๊าซไหลกลับ ลิ้นควบคุมการไหล และลิ้นปิดเปิดที่ควบคุมได้ในระยะไกลเมื่อท่อจ่ายก๊าซรั่ว ต้องสามารถทำงานได้ตามปกติของการใช้งานบรรจุก๊าซ และไม่มีการรั่วซึมและสามารถทนความดันได้ตามกฎหมายกำหนด

ตรวจสอบการจับยึดถังขนส่งก๊าซเข้ากับโครงของรถ

ให้ถูกต้องตามแบบการติดตั้งถังขนส่งก๊าซที่เคยได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการแล้ว และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน D.O.T.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำรายงานผลการทดสอบและตรวจสอบมาวิเคราะห์ผลการทดสอบและตรวจสอบ

เมื่อดำเนินการทดสอบและตรวจสอบแล้วเสร็จ นิติบุคคลผู้ทดสอบและตรวจสอบจะต้องจัดส่งรายงานผลการทดสอบและตรวจสอบมาให้กรมธุรกิจพลังงานภายใน 7 วันทำการ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมการทดสอบและตรวจสอบจะได้ตรวจพิจารณาและนำเสนอผู้บังคับบัญชาในการให้ความเห็นชอบผลการทดสอบและตรวจสอบรับรองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกผลการทดสอบและตรวจสอบ
การออกใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ โดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

การตรวจเอกสาร

[ ] 1. คำขอใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ ตามแบบ ป.ล. 1
[ ] 2. สำเนาบัตรประจำตัวผู้ขอต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ
[ ] 3. หนังสือมอบอำนาจ (ถ้ามี)
[ ] 4. สำเนาบัตรประจำตัวผู้รับมอบอำนาจ (ถ้ามี)
[ ] 5. สำเนาหนังสือบริคณห์สนธิ หนังสือรับรองการจดทะเบียนการค้า (ออกให้ไม่เกิน 6 เดือน)
[ ] 6. สำเนาทะเบียนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก (มีอายุเหลือไม่น้อยกว่า 60 วัน)
[ ] 7. สำเนาหนังสือแสดงการได้รับอนุญาตให้เป็นตัวแทนค้าต่าง
[ ] 8. แบบแสดงการติดตั้งถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อ และอุปกรณ์
[ ] 9. รายการคำนวณการติดตั้งถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อก๊าซ และอุปกรณ์
[ ] 10. แบบก่อสร้างถังขนส่งก๊าซ พร้อมรายการคำนวณความมั่นคงแข็งแรงของถังขนส่งก๊าซ

การตรวจสอบยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

- ตรวจสอบและทดสอบเมื่อวันที่.....โดยบริษัทผู้ทดสอบ .....
- ผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ. ....
- โดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกหมายเลขทะเบียน ทะเบียนหมดอายุ.....
- ยานพาหนะลากจูงหมายเลขทะเบียน ....
- หมายเลขถังขนส่งก๊าซ ธพ.3..... ความจุ..... ลิตร ครบวาระการทดสอบวันที่.....
- การตรวจพินิจด้วยสายตา (VISUAL INSPECTION) ถังขนส่งก๊าซมีรอยตำหนิหรือจุดบกพร่อง หรือไม่

[ ] ไม่มีรอยตำหนิหรือจุดบกพร่อง [ ] มีรอยตำหนิหรือจุดบกพร่อง .....

- ถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อและอุปกรณ์ ถูกต้องตามแบบและรายการคำนวณ ที่ได้เห็นชอบหรือไม่

[ ] ถูกต้อง [ ] ไม่ถูกต้อง

- การจับยึด ถังขนส่งก๊าซเข้ากับโครงรถ ถูกต้องตามแบบและรายการคำนวณ ที่ได้เห็นชอบหรือไม่

[ ] ถูกต้อง [ ] ไม่ถูกต้อง

- อุปกรณ์วัดระดับก๊าซ LEVEL GAUGE หรือ SLIP TUBE มีฝาครอบและอยู่ในสภาพเรียบร้อย หรือไม่

[ ] เรียบร้อย [ ] ไม่เรียบร้อย

- ยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก ติดตั้งเครื่องดับเพลิง ที่สามารถใช้ดับเพลิงอันเกิดจากก๊าซหรือน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 9 กิโลกรัมต่อเครื่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง

[ ] ถูกต้อง และสามารถใช้งานได้ [ ] ไม่ถูกต้อง และใช้งานไม่ได้

- ยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก มีการติดตั้งสายดินหรือไม่

[ ] มี [ ] ไม่มี

- สายดึงปิด-เปิด EMERGENCY & EXCESS FLOW VALVE ติดตั้ง FUSE METAL หรือไม่

[ ] ติดตั้ง [ ] ไม่ติดตั้ง

- มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของก๊าซและปิด-เปิดได้ในระยะไกล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด

(1) ตำแหน่ง *ภายในกล่องโลหะ* (2) ตำแหน่ง *ด้านท้ายยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก*

- ยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก มีการติดตั้งข้อต่อ (COUPLING) เป็นชนิดยึดตรึงแน่นในตัวและปิดได้ด้วยตัวเอง เมื่อสายหลุด (CHECK LOCK) หรือชนิดเกลียวไว้ที่ปลายหัวท่อจ่ายก๊าซ หรือไม่

[ ] มี [ ] ไม่มี

- ข้อความที่ถังขนส่งก๊าซและที่ประตูรถถูกต้อง ตามกฎกระทรวงและประกาศกรมธุรกิจพลังงานฉบับที่ 4(พ.ศ. 2529) หรือไม่

[ ] ถูกต้อง [ ] ไม่ถูกต้อง

ผลการทดสอบ สายส่งก๊าซและข้อต่อสายส่งก๊าซ ทดสอบที่ความดัน 300 Psi (ไม่น้อยกว่า 290 Psi)

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

- สายส่งก๊าซ (HOSE) และข้อต่อสายส่งก๊าซ (COUPLING) เป็นชนิด DOUBLE LOCK หรือชนิดเกลียว ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะหรือไม่

[ ] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ [ ] ไม่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ

ผลการทดสอบ การรั่วซึมของถังขนส่งก๊าซและระบบท่อ ทดสอบที่ความดัน 375 Psi

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ SLIP TUBE หรือ LEVEL GAUGE (อุปกรณ์วัดระดับก๊าซ) ทดสอบที่ความดัน 375 Psi

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ CHECK VALVE ทดสอบที่ความดัน 300 Psi (ไม่น้อยกว่า 100 Psi)

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ CHECK LOCK ทดสอบที่ความดัน 300 Psi (ไม่น้อยกว่า 100 Psi)

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ EXCESS FLOW VALVE ทดสอบที่ความดัน 150 Psi (ไม่เกิน 150 Psi)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- EXCESS FLOW VALVE ของ OUTLET LINE ขนาด 2 นิ้ว และของ VAPOUR RETURN LINE ขนาด 1 นิ้ว ทำงานตามปกติหรือไม่

[ ] ทำงานตามปกติ [ ] ไม่ทำงานตามปกติ

ผลการทดสอบ EMERGENCY SHUT OFF VALVE ทดสอบที่ความดัน 150 Psi (ไม่น้อยกว่า 100 Psi)

- เมื่อทำการปิด EMERGENCY SHUT OFF VALVE ของ OUTLET LINE ขนาด 2 นิ้ว และของ VAPOUR RETURN LINE ขนาด 1 นิ้ว บ่าวาล์วสามารถทนความดันโดยไม่มีการรั่วซึมหรือไม่

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ BY PASS VALVE ทำงานที่ความดันแตกต่าง..... Psi (ไม่เกิน 150 Psi)

ผลการตรวจสอบความหนา ถังขนส่งก๊าซ

ถังขนส่งก๊าซ

บริเวณที่ตรวจสอบ	ความหนาจากการคำนวณ	ความหนาที่วัดได้	หมายเหตุ
ตัวถัง (SHELL)	mm	mm	
หัวถัง (HEAD)	mm	mm	

ระบบท่อ

ขนาด	ความหนาจากการคำนวณ	ความหนาที่วัดได้	หมายเหตุ
	mm	mm	
	mm	mm	
	mm	mm	
	mm	mm	

ผลการทดสอบกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย

ลำดับ	ชื่อ / เครื่องหมายการค้า	ขนาด	เปิดที่ความดัน Psi	ปิดที่ความดัน Psi	หมายเหตุ
1.	SAFETY VALVE/.....				
2.	SAFETY VALVE/.....				
1	SAFETY VALVE/.....				
2	SAFETY VALVE/.....				
3	SAFETY VALVE/.....				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	SAFETY VALVE/…….…..….....				
5	SAFETY VALVE/…….…..….....				
6	SAFETY VALVE/…….…..….....				

สรุปผลการทดสอบและตรวจสอบ

สภาพภายนอกของถังขนส่งก๊าซ ความหนาของผนังถังขนส่งก๊าซ กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของถังขนส่งก๊าซและระบบท่อ ระบบท่อและอุปกรณ์ทั้งหมด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกคันนี้ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบและตรวจสอบ และอยู่ในสภาพสามารถใช้งานได้ต่อไป

……..เจ้าหน้าที่

( )

……หัวหน้าฝ่ายฯ

( )

……ผู้อำนวยการส่วนฯ

( )

……ผู้อำนวยการสำนักความปลอดภัยธุรกิจก๊าซฯ

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกผลการทดสอบและตรวจสอบ

การต่ออายุ ใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ โดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

การตรวจเอกสาร

[ ] 1. คำขอต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ ตามแบบ ป.ล. 3

[ ] 2. สำเนาใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ ตามแบบ ป.ล. 2 หมดอายุวันที่ .....

[ ] 3. สำเนาบัตรประจำตัวผู้ขอต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ

[ ] 4. หนังสือมอบอำนาจ (ถ้ามี)

[ ] 5. สำเนาบัตรประจำตัวผู้รับมอบอำนาจ (ถ้ามี)

[ ] 6. สำเนาหนังสือบริคณห์สนธิ หนังสือรับรองการจดทะเบียนการค้า (ออกให้ไม่เกิน 6 เดือน)

[ ] 7. สำเนาทะเบียนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก (มีอายุเหลือไม่น้อยกว่า 60 วัน)

[ ] 8. สำเนาหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนค้าต่าง

การตรวจสอบยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก

- ตรวจสอบและทดสอบเมื่อวันที่ .....โดยบริษัทผู้ทดสอบ.....
- ผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ.....
- โดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกหมายเลขทะเบียน.....ทะเบียนหมดอายุ.....
- ยานพาหนะลากจูงหมายเลขทะเบียน.....
- หมายเลขถังขนส่งก๊าซ..... ความจุ..... ลิตร ครบวาระการทดสอบวันที่ .....
- การตรวจพินิจด้วยสายตา (VISUAL INSPECTION) ถังขนส่งก๊าซมีรอยตำหนิหรือจุดบกพร่อง หรือไม่

[ ] ไม่มีรอยตำหนิหรือจุดบกพร่อง [ ] มีรอยตำหนิหรือจุดบกพร่อง.....

- ถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อและอุปกรณ์ ถูกต้องตามแบบและรายการคำนวณ ที่ได้เห็นชอบไว้เดิม หรือไม่

[ ] ถูกต้อง [ ] ไม่ถูกต้อง

- การจับยึด ถังขนส่งก๊าซเข้ากับโครงรถ ถูกต้องตามแบบและรายการคำนวณ ที่ได้เห็นชอบไว้เดิมหรือไม่

[ ] ถูกต้อง [ ] ไม่ถูกต้อง

- อุปกรณ์วัดระดับก๊าซ LEVEL GAUGE หรือ SLIP TUBE มีฝาครอบและอยู่ในสภาพเรียบร้อย หรือไม่

[ ] เรียบร้อย [ ] ไม่เรียบร้อย

- ยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก ติดตั้งเครื่องดับเพลิง ที่สามารถใช้ดับเพลิงอันเกิดจากก๊าซหรือน้ำมันเชื้อเพลิง มีขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 9 กิโลกรัมต่อเครื่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[ ] ถูกต้อง และสามารถใช้งานได้ [ ] ไม่ถูกต้อง และใช้งานไม่ได้

- ยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก มีการติดตั้งสายดินหรือไม่

[ ] มี [ ] ไม่มี

- สายดึงปิด-เปิด EMERGENCY & EXCESS FLOW VALVE ติดตั้ง FUSE METAL หรือไม่

[ ] ติดตั้ง [ ] ไม่ติดตั้ง.....

- มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของก๊าซและปิด-เปิดได้ในระยะไกล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด

(1) ตำแหน่ง *ภายในกล่องโลหะ* (2) ตำแหน่ง *ด้านท้ายยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก*

- ยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบก มีการติดตั้งข้อต่อ (COUPLING) เป็นชนิดยึดตรึงแน่นในตัวและปิดได้ด้วยตัวเอง เมื่อสายหลุด (CHECK LOCK) หรือชนิดเกลียวไว้ที่ปลายหัวท่อจ่ายก๊าซ หรือไม่

[ ] มี [ ] ไม่มี

- ข้อความที่ถังขนส่งก๊าซและที่ประตูรถถูกต้อง ตามกฎกระทรวงและประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ฉบับที่ 4(พ.ศ. 2535) หรือไม่

[ ] ถูกต้อง [ ] ไม่ถูกต้อง

ผลการทดสอบ สายส่งก๊าซและข้อต่อสายส่งก๊าซ ทดสอบที่ความดัน 300 Psi (ไม่น้อยกว่า 290 Psi)

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

- สายส่งก๊าซ (HOSE) และข้อต่อสายส่งก๊าซ (COUPLING) เป็นชนิด D0UBLE LOCK หรือชนิดเกลียว ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะหรือไม่

[ ] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ [ ] ไม่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ

ผลการทดสอบ การรั่วซึมของถังขนส่งก๊าซและระบบท่อ ทดสอบที่ความดัน 375 Psi

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ SLIP TUBE หรือ LEVEL GAUGE (อุปกรณ์วัดระดับก๊าซ) ทดสอบที่ความดัน 375 Psi

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ CHECK VALVE ทดสอบที่ความดัน 300 Psi (ไม่น้อยกว่า 100 Psi)

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ CHECK LOCK ทดสอบที่ความดัน 300 Psi (ไม่น้อยกว่า 100 Psi)

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ EXCESS FLOW VALVE ทดสอบที่ความดัน 150 Psi (ไม่เกิน 150 Psi)

- EXCESS FLOW VALVE ของ OUTLET LINE ขนาด 2 นิ้ว และของ VAPOUR RETURN LINE ขนาด 1 นิ้ว ทำงานตามปกติหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[ ] ทำงานตามปกติ [ ] ไม่ทำงานตามปกติ

ผลการทดสอบ EMERGENCY SHUT OFF VALVE ทดสอบที่ความดัน 150 Psi (ไม่น้อยกว่า 100 Psi)

- เมื่อทำการปิด EMERGENCY SHUT OFF VALVE ของ OUTLET LINE ขนาด 2 นิ้ว และของ VAPOUR RETURN LINE ขนาด 1 นิ้ว บ่าวาล์วสามารถทนความดันโดยไม่มีการรั่วซึมหรือไม่

[ ] สามารถทนความดันได้โดยไม่มีการรั่วซึม [ ] ไม่สามารถทนความดันได้โดยมีการรั่วซึม

ผลการทดสอบ BY PASS VALVE ทำงานที่ความดันแตกต่าง..... Psi (ไม่เกิน 150 Psi)

ผลการตรวจสอบความหนา ถังขนส่งก๊าซและระบบท่อ

ถังขนส่งก๊าซ

บริเวณที่ตรวจสอบ	ความหนาจากการคำนวณ	ความหนาที่วัดได้	หมายเหตุ
ตัวถัง (SHELL)	mm	mm	
หัวถัง (HEAD)	mm	mm	

ผลการทดสอบกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย

ลำดับ	ชื่อ / เครื่องหมายการค้า	ขนาด	เปิดที่ความดัน Psi	ปิดที่ความดัน Psi	หมายเหตุ
1.	SAFETY VALVE/.....				
2.	SAFETY VALVE/.....				
1	SAFETY VALVE/.....				
2	SAFETY VALVE/.....				
3	SAFETY VALVE/.....				
4	SAFETY VALVE/.....				
5	SAFETY VALVE/.....				
6	SAFETY VALVE/.....				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดสอบและตรวจสอบ

สภาพภายนอกของถังขนส่งก๊าซ ความหนาของผนังถังขนส่งก๊าซ กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของถังขนส่งก๊าซและระบบท่อ ระบบท่อและอุปกรณ์ทั้งหมด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกคันนี้ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบและตรวจสอบ และอยู่ในสภาพสามารถใช้งานได้ต่อไป

.....เจ้าหน้าที่

( )

.....หัวหน้าฝ่ายฯ

( )

.....ผู้อำนวยการส่วนฯ

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการทดสอบและตรวจสอบถังขนส่งก๊าซครบวาระ

เจ้าของ / ผู้ครอบครองถัง……

หมายเลขทะเบียนรถ…...หมายแชสซี……

หมายเลขถัง…….....หมายเลขถังผู้ผลิต……...

บริษัทผู้ผลิตถัง……..

สถานที่ทดสอบและตรวจสอบ .....

วันที่ทดสอบและตรวจสอบ……

1. การตรวจสอบขนาดถังขนส่งก๊าซ

เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน / นอกของถัง……..….mm

ความยาวแนวเชื่อมของถังถึงแนวเชื่อม /TL – TL……mm

ลักษณะของหัวถัง ( ) ELLIPSOIDAL ( ) HEMISPHERICAL

ความจุถังขนส่งก๊าซ……ลิตร

2. การตรวจสอบค่าความแข็ง (HARDNESS)

ค่าความแข็งต่ำสุดของตัวถัง……BHN ค่า TENSILE……..Kg/mm2

ค่าความแข็งต่ำสุดของหัวถัง……BHN ค่า TENSILE……..Kg/mm2

3. การตรวจสอบค่าความหนา (THICKNESS)

ค่าความหนาต่ำสุดที่ต้องการของตัวถัง……..mm

ค่าความหนาต่ำสุดที่วัดได้……..mm

ค่าความหนาต่ำสุดที่ต้องการของหัวถัง……..mm

ค่าความหนาต่ำสุดที่วัดได้……..mm

สรุปผลการตรวจสอบค่าความหนา ( ) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

( ) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

4. การตรวจสอบแนวเชื่อมภายในด้วยวิธีผงแม่เหล็ก (MT)

ชนิดของเครื่องมือใช้ ( ) YOKE ( ) PRON

ชนิดแม่เหล็กที่ใช้ ( ) แม่เหล็กถาวร

( ) แม่เหล็กไฟฟ้า: กระแสตรง / กระแสสลับ……*2.5*…….A

ชนิดผงแม่เหล็ก ( ) WET ( ) DRY

( ) FLUORESCENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการตรวจสอบด้วยผงแม่เหล็ก ( ) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

( ) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

5. การตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยรังสี (RT)

ชนิดรังสีที่ใช้ ( ) X-RAY

( ) GAMMA-RAY: Ir-192……..Ci

DFGREE OF EAMINATION: ตัวถัง ( ) FULL ( ) SPOT

หัวถัง ( ) FULL ( ) SPOT

จำนวนฟิล์ม……ฟิล์ม

สรุปผลการตรวจสอบด้วยด้วยรังสี ( ) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

( ) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

หมายเหตุ……

……

6. การทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิค

ของไหลที่ใช้ในการทดสอบ ( ) น้ำ

( ) ……

ความดันที่ใช้ในการทดสอบ……PSI

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ……นาที

สรุปผลการตรวจสอบด้วยด้วยความดันไฮดรอลิค ( ) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

( ) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

7. การตรวจสอบแนวเชื่อมภาย**นอก**ด้วยวิธีผงแม่เหล็ก (MT)

ชนิดของเครื่องมือใช้ ( ) YOKE ( ) PRON

ชนิดแม่เหล็กที่ใช้

( ) แม่เหล็กถาวร

( ) แม่เหล็กไฟฟ้า: กระแสตรง / กระแสสลับ……***2.5***…….A

ชนิดผงแม่เหล็ก ( ) WET ( ) DRY

( ) FLUORESCENT

สรุปผลการตรวจสอบด้วยผงแม่เหล็ก ( ) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

( ) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

8. การผ่านกรรมวิธีทางความร้อน (HEATTREATMENT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

( ) ผ่านแล้วเมื่อวันที่.....

( ) ยังไม่ได้ผ่าน

สรุปผลการทดสอบและตรวจสอบถังขนส่งก๊าซ

( ) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสามารถใช้งานต่อไปได้

( ) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ต้อง งดใช้ถังขนส่งก๊าซ

เพราะ.....

.....

.....เจ้าหน้าที่

( )

.....หัวหน้าฝ่ายฯ

( )

.....ผู้อำนวยการส่วนฯ

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกการตรวจตรายานพาหนะขนส่งก๊าซ
สำนักความปลอดภัยธุรกิจก๊าซปิโตรเลียมเหลว
ส่วนรถขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว

สถานที่ทดสอบ	ทะเบียน				
แขวง/ตำบล	ประเภทรถ	หกล้อ	สิบล้อ	ทั่งพ่วง	
เขต/อำเภอ	เจ้าของ				
จังหวัด					
วันที่	ตรวจตรากรณีทดสอบเพื่อต่ออายุ / ครบวาระ				

รายการตรวจสอบมาตรฐานความปลอดภัย

ตัวรถ	สภาพตัวรถ	ใช้ได้		
	สภาพยางรถยนต์	ดี		
	สภาพหัวโยงรถพ่วง	ดี		ทะเบียน
ข้อความข้างประตูรถ	ชื่อผู้ขออนุญาตและโทรศัพท์	ชัดเจน		
ถังขนส่งก๊าซ	ข้อความเลขที่ใบอนุญาต	ชัดเจน		ธพ/กท
	วันที่ได้รับอนุญาต	ชัดเจน		ใบอนุญาตใช้ได้ถึงวันที่
	ตราผู้ค้าน้ำมันและโทรศัพท์	ชัดเจน		ค้าต่าง
	สภาพถัง, เลขที่ถัง	ถูกต้อง		ธพ.3-
	การยึดตัวถังกับตัวรถ	มั่นคง		
วาล์วปิดฉุกเฉิน	สายดึง ESV มีไม่น้อยกว่า 2 จุด	ถูกต้อง		
	สายดึง ESV ใช้งานได้ดี	ถูกต้อง		
	สายดึง ESV มี fuse metal	ถูกต้อง		
กล่องโลหะป้องกันหัวท่อก๊าซ	สภาพกล่องแข็งแรง มั่นคง	ถูกต้อง		
	การปิด ESV อัตโนมัติเมื่อปิดประตู	ใช้ได้		
	ติดตั้ง Check Lock ที่หัวท่อจ่ายก๊าซ	มี		
สายส่งก๊าซและหัวท่อก๊าซ Hose and Coupling	สภาพสายส่งก๊าซและหัวจ่ายก๊าซ	ดี		
	มีที่เก็บสายส่งก๊าซ	มี		
	Coupling เป็นชนิดหมุนที่ใช้กับก๊าซ	ใช่		
แผงเหล็กกันภัย	แผงเหล็กกันภัยแข็งแรง	ถูกต้อง		
เครื่องดับเพลิง	มีไม่น้อยกว่า 2 ถัง น้ำยาไม่หมดอายุ	ใช่		
ชนิดของอุปกรณ์วัดระดับก๊าซ ประจำถังขนส่งก๊าซ	Slip tube	ถูกต้อง		
	Rota-Gauge ยี่ห้อ	ถูกต้อง		

ความเห็นผู้ตรวจ

◯ สั่งแก้ไขข้อบกพร่อง

ลงชื่อ ..... เจ้าของผู้ประกอบการ/
(.....) ผู้แทน

ลงชื่อ ..... ผู้ควบคุมงานการตรวจ-
(.....) สอบความปลอดภัย
(บริษัท ทดสอบและตรวจสอบ)

◯ ไม่พบข้อบกพร่อง
◯ แก้ไขข้อบกพร่องเรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ ..... เจ้าหน้าที่
( )

ลงชื่อ ..... วิศวกร/เจ้าหน้าที่
(..... (ผู้ทดสอบและตรวจสอบ)
(บริษัท ทดสอบและตรวจสอบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
สมบัติทางกลของสลักเกลียว หมุดย้ำและสลักเกลียวสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 สมบัติทางกลของสลักเกลียว หมุดเกลียวและสลักเกลียวสองข้าง

(ข้อ 3.1)

รายการที่	สมบัติทางกล		ชั้นสมบัติ										
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9
									≤ M16	>M16[1]	≤M16		
1 และ 2	ความต้านแรงดึง, Rm เมกะพาสคัล	ระบุ	300	400		500		600	800	900	900	1 000	1 200
		ต่ำสุด	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1 040	1 220
3	ความแข็งวิกเกอร์ส[2] HV, F ≥ 98 นิวตัน	ต่ำสุด	95	120	130	155	160	190	230	255	280	310	372
		สูงสุด	220					250	300	336	360	382	434
4	ความแข็งบริเนลล์[2] HB, F = 30D^2	ต่ำสุด	90	114	124	147	152	181	219	242	268	295	353
		สูงสุด	209					238	285	319	342	363	412
5	ความแข็งรอกเวลล์[2] HR	ต่ำสุด HRB	52	67	71	79	82	89	—	—	—	—	—
		ต่ำสุด HRC	—	—	—	—	—	—	20	23	27	31	38
		สูงสุด HRB	95					99	—	—	—	—	—
		สูงสุด HRC	—			—		—	30	34	36	39	44
6	ความแข็งที่ผิว, HV 0.3	สูงสุด	—						320	356	380	402	454
7	ความเค้นคราก[3] ReL , เมกะพาสคัล	ระบุ	180	240	320	300	400	480	—	—	—	—	—
		ต่ำสุด	190	240	340	300	420	480	—	—	—	—	—
8	ความเค้นที่จุดยืดถาวร $R_{p0.2}$, เมกะพาสคัล	ระบุ	—						640	640	720	900	1 080
		ต่ำสุด	—						640	660	720	940	1 100
9	ความเค้นพิสูจน์, S_p S_p/R_{eL} หรือ $R_{p0.2}$		0.94	0.94	0.91	0.94	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.88	0.88
	เมกะพาสคัล		180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
10	ความยืดหลังจากขาด, A_5	ร้อยละ ต่ำสุด	25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	8
11	ความต้านภายใต้ภาระรูปลิ่ม เมกะพาสคัล	ต่ำสุด	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1 040	1 220
12	ความต้านแรงกระแทก J	ต่ำสุด	—			25	—		30	30	25	20	15
13	ความแข็งแรงของหัว		ต้องไม่แตกร้าว[4]										
14	ความสูงของเขตเกลียวที่ไม่ต้องลดคาร์บอน, E	ต่ำสุด	—						$\frac{1}{2}H_1$			$\frac{2}{3}H_1$	$\frac{3}{4}H_1$
	ความลึกที่มีการลดคาร์บอนสมบูรณ์[5], G มิลลิเมตร	สูงสุด	—						0.015				

หมายเหตุ 1) สลักเกลียวที่ใช้กับโครงสร้างรับแรงสูง ให้ใช้กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไป

2) คำนวณความแข็งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 1 การทดสอบความแข็งวิกเกอร์ส สำหรับเหล็กกล้า เล่ม 2 การทดสอบความแข็งบริเนลล์สำหรับเหล็กกล้า และเล่ม 3 การทดสอบความแข็งรอกเวลล์สำหรับเหล็กกล้าเกล B และ C มาตรฐานเลขที่ มอก. 244 เล่ม 1 เล่ม 2 และเล่ม 3

3) ในกรณีที่ไม่มีค่าความเค้นคราก ให้วัดค่าความเค้นที่จุดยืดถาวรแทน

4) หมุดเกลียวที่มีเกลียวตลอด เกลียวแรกจากหัวอาจแตกร้าวได้แต่ต้องไม่หลุดออกจากกัน

5) ดู G ในรูปที่ 1 ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แบบประกอบรถบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของรถบรรทุก 10 ล้อ ขับเคลื่อนสองเพลา ฮีโน่ รุ่น FM8JNLD แบบ 6x4

ประสิทธิภาพและอัตราทดเกียร์

รุ่น		FM8JNLD
ความเร็วสูงสุด (กม./ชม.)		102
ความสามารถขึ้นทางชัน (%)		40.2
อัตราทดเกียร์	ทดพิเศษ	12.726
	เกียร์ 1	8.829
	เกียร์ 2	6.261
	เกียร์ 3	4.644
	เกียร์ 4	3.476
	เกียร์ 5	2.536
	เกียร์ 6	1.806
	เกียร์ 7	1.335
	เกียร์ 8	1.000
	เกียร์ถอยหลัง	12.040
อัตราทดเกียร์เพลาหลัง		5.428

เครื่องยนต์

รุ่น	ฮีโน่ J08E-UD
แรงม้าสูงสุด (EEC Net)	184 กิโลวัตต์ (251 แรงม้า) เมื่อเครื่องยนต์หมุน 2,500 รอบ/นาที
แรงบิดสูงสุด (EEC Net)	739 นิวตันเมตร (75.4 กิโลกรัมเมตร) เมื่อเครื่องยนต์หมุน 1,500 รอบ/นาที
แบบ	ดีเซล 4 จังหวะ 6 สูบ เรียงตั้งแนวตรง โอเวอร์เฮดแคมชาฟท์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ เทอร์โบอินเตอร์คูลเลอร์
ระบบการจ่ายเชื้อเพลิง	แบบคอมมอนเรล ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
ระบบการเผาไหม้	แบบไดเร็กอินเจ็กชั่น
เส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ x ระยะชัก	112 x 130 มม.
ความจุกระบอกสูบ	7,684 ซีซี
อัตราส่วนการอัด	18.0
มาตรฐานไอเสีย	ยูโร 3

คลัทช์

แบบ	แห้งแผ่นเดียว ควบคุมด้วยระบบไฮโดรลิค มีลมดันช่วย

เกียร์	เกียร์เซตเอฟ
แบบ	9 เกียร์ เดินหน้า เกียร์ 1-6 แบบซิงโครเมช
เพลาหลัง	
แบบ	ขับเคลื่อน 2 เพลาคู่ พร้อมระบบอินเตอร์ล็อคดิฟเฟอเรนเชียล ลอยตัวทั้งหมด เฟืองทดเดี่ยว ไฮปอยด์เกียร์
รับน้ำหนัก	21,000 กก.
เพลาหน้า	
แบบ	คานเหล็กรูปตัว " I " โค้ง
รับน้ำหนัก	6,500 กก.
ระบบเบรก	
แบบ	ระบบไฮโดรลิค ประกอบด้วยก้ามเบรกแบบตัวเอและตัวตามกระทำทุกล้อ
การควบคุม	ลมดันไฮโดรลิค 2 วงจรอิสระ
เบรกมือ	
แบบ	กลไกแบ่งตัวเบรก กระทำที่เพลากลาง
เบรกไอเสีย	
แบบ	ทำงานด้วยลมดัน ควบคุมด้วยไฟฟ้า
ระบบแขวนท้าย	
แบบ	ลูกปืนหมุนเวียน มีระบบไฮโดรลิคช่วยผ่อนแรง
อัตราทด	20.2
ระบบกันสะเทือน	
หน้า	แหนบและโช้คดิฟ
หลัง	แหนบและแขนรับแรงบิด
ล้อและยาง	
แบบของล้อ	เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว น็อตล้อ 8 ตัว
ขนาดยาง	10.00-20-16 ชั้น
ถังน้ำมัน	200 ลิตร
คานและสลิง	เหล็กรูปพิมพ์ไดมอน "] ["
หัวเก๋ง	เหล็กชั้นรูปเชื่อมประสาน ใช้กระจกนิรภัย 2 ชั้น "Laminated"
อุปกรณ์ไฟฟ้า	
แบตเตอรี่	2 ลูก ๆ ละ 12 โวลต์ 120 แอมแปร์-ชั่วโมง
	เบ็ดตราประจุ 20 ชั่วโมง
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ไฟฟ้ากระแสสลับ 24 โวลต์ 50 แอมแปร์
เครื่องปรับอากาศ	เต็มโซ่ (ติดตั้งมาตรฐานจากโรงงาน)

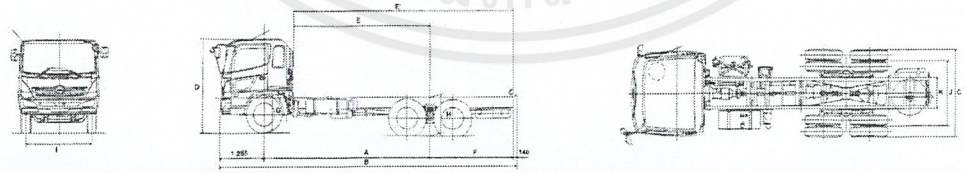
รายการ			FM8JNLD
น้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุก (GVW)		กก.	25,000
น้ำหนักเฉลี่ย	หน้า	กก.	2,835
	หลัง	กก.	3,850
	รวม	กก.	6,685
รัศมีวงเลี้ยวแคบสุด	กึ่งกลางรถ	มม.	9,100
	กึ่งล้อนอกสุดของหัวเก๋ง	มม.	9,825
ระยะห่างสุดของรถ (วัดที่เพลาหลัง)		มม.	255
จำนวนที่นั่ง			3

ขนาดและสัดส่วน

หน่วย : มม.

รุ่น	A	B	C	D	E	E'	F	G	H	I	J	K
FM8JNLD	4,780	8,525	2,460	2,695	3,975	6,325	2,350	1,030	1,070	1,930	1,855	870

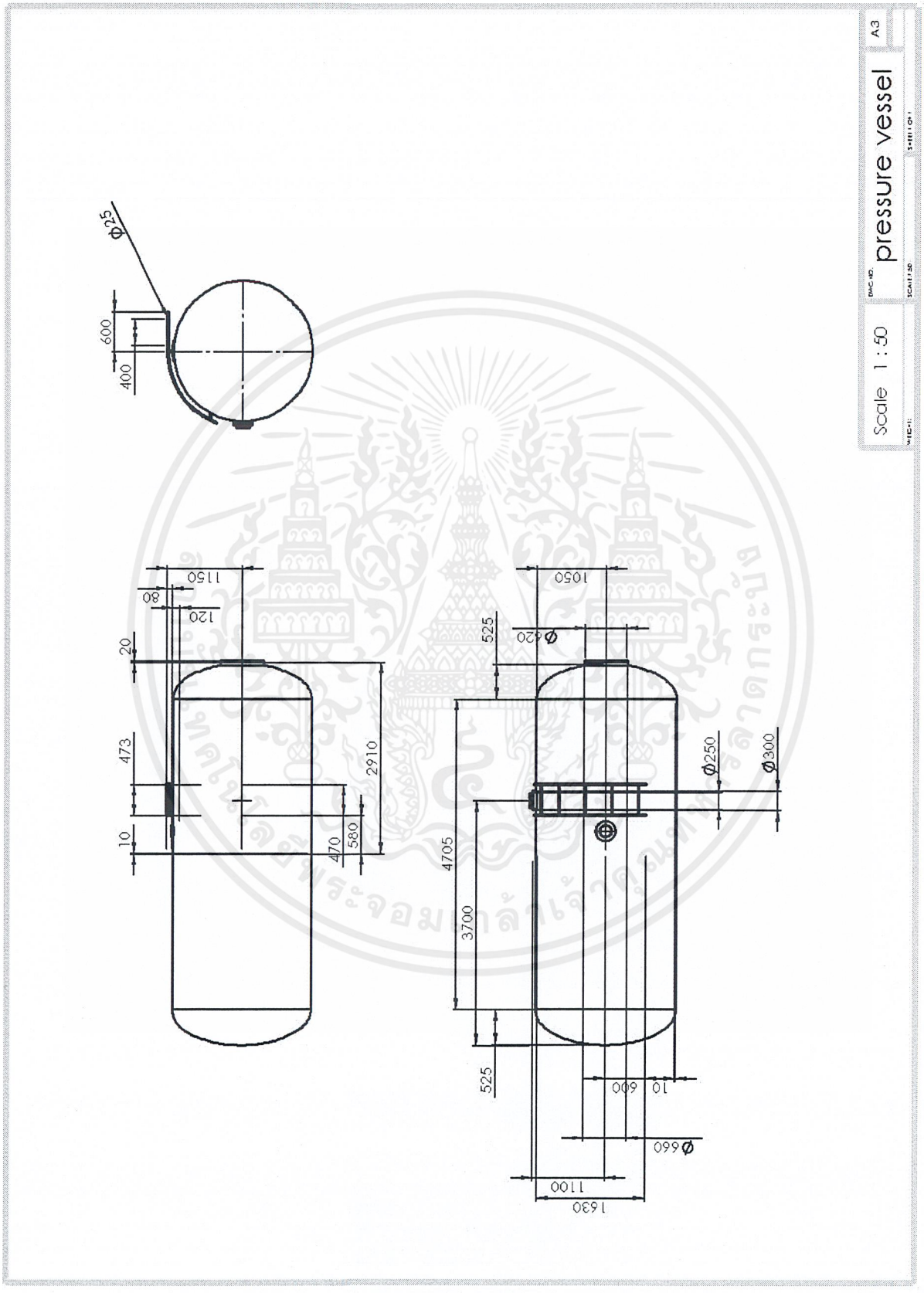
A - ช่วงล้อ B - ความยาวทั้งหมด C - ความกว้างทั้งหมด D - ความสูงทั้งหมด E - ระยะจากศูนย์กลางล้อถึงกึ่งกลางเพลาหลัง E' - ระยะจากศูนย์กลางล้อถึงปลายเพลาหลัง
F - ระยะยื่นท้าย G - ความสูงของแชสซีเหนือเพลาหน้า H - ความสูงของแชสซีเหนือเพลาหลัง I - ระยะความกว้างจากกึ่งกลางถึงขอบนอก J - ระยะความกว้างจากกึ่งกลางถึงขอบใน K - ความกว้างแชสซี



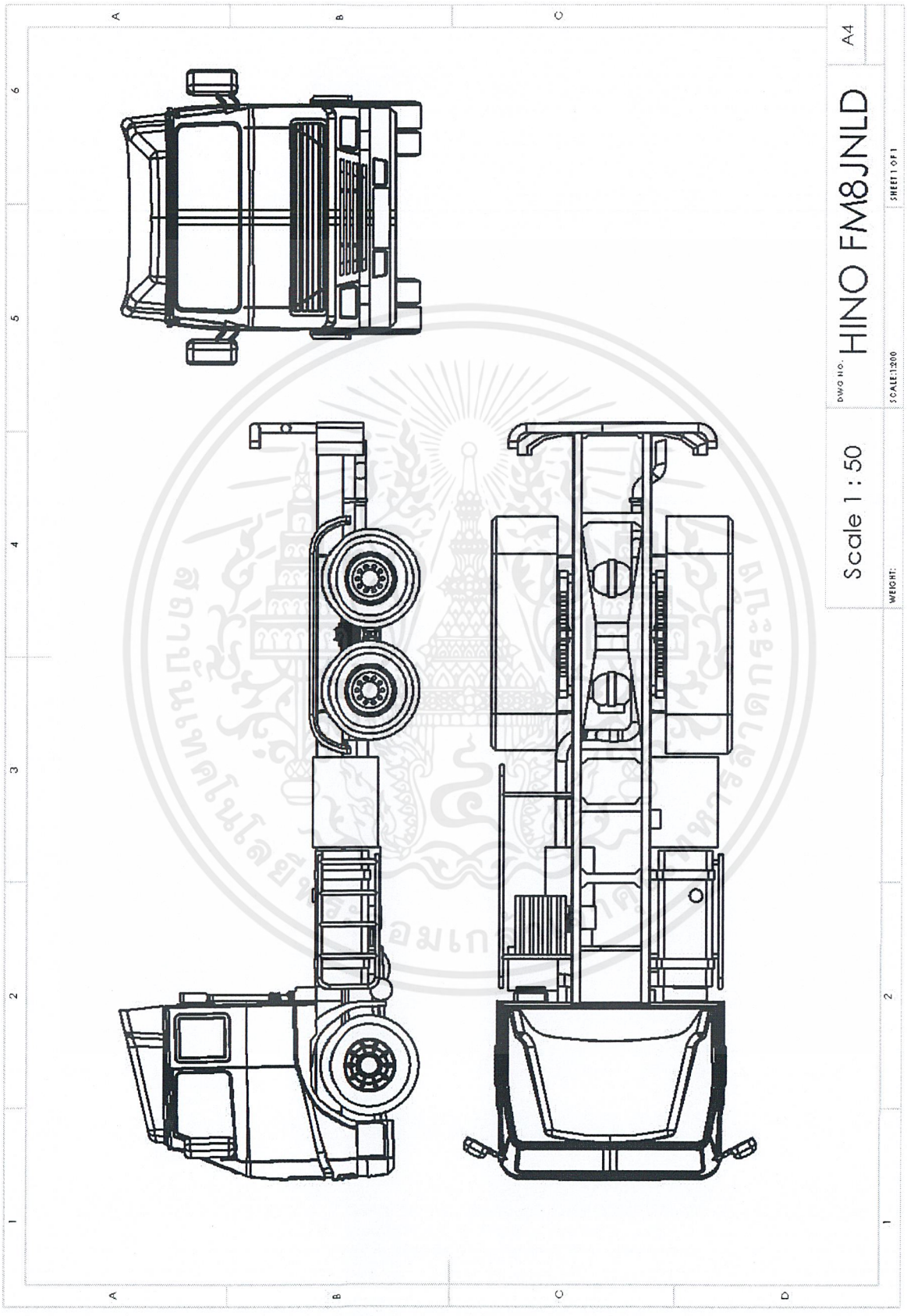
HINO
บริษัท ฮีโน่มอเตอร์สแชสซี (ประเทศไทย) จำกัด
โทร. 0-2900-5000 Hotline: 0-2900-5260
E-mail: info@hinothailand.com http://www.hinothailand.com
บริการลายด่วนฮีโน่ 0-2900-5260
ผู้ประกันและบริการเสริม เพื่อเลือก (Option)
ตัวแทนจำหน่ายใกล้บ้านท่านคือ
เรียกหาบริการและอะไหล่ที่บ้านได้ จากตัวแทนจำหน่ายฮีโน่ทั่วประเทศ
เอกสารเลขที่ L-FM8J HI-0709

รายละเอียดของรถบรรทุก ที่ใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] The American Society of Mechanical Engineers, **2007 ASME boiler & Pressure Vessel Code section VIII Division 1 Rules for Construction of Pressure Vessels**, New York

[2] Robert L. Norton, **Machine Design an Integrated Approach, 3rd Edition, 2006**, Pearson Education Malaysia, Pte .Ltd

[3] UN Recommendations on the Transportation of Dangerous Goods, 2000

[4] Tee Group of Engineers, **ตารางเหล็ก สำหรับผู้รับเหมาก่อสร้างและวิศวกร**, กรุงเทพฯ, 2548

[5] นาวาอากาศโท ตระการ แก้วกสิกรรม, **คู่มือถังรับแรงดัน**, กรุงเทพฯ, เอ็มแอนด์ดี, 2540

[6] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, **คู่มือการขนส่งวัตถุอันตราย**

[7] ชำนิ โมสกุล, ภาชนะรับแรงดันกับความสำคัญของมาตรฐานการผลิต, วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย, ฉบับที่ 10 เดือนพฤศจิกายน 2546, หน้า 6–8

[8] ส่วนรถขนส่ง สำนักความปลอดภัยธุรกิจก๊าซปิโตรเลียมเหลว กรมธุรกิจพลังงาน, **คู่มือบริหารกระบวนการปฏิบัติงาน เรื่อง การพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ (ปล.2) การพิจารณาต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซโดยยานพาหนะขนส่งก๊าซทางบกการตรวจตราและการพิจาณาให้ความเห็นชอบผลการทดสอบและตรวจสอบถังขนส่งก๊าซครบวาระการใช้งาน, 2552**

[9] National Fire Protection Association, **NFPA 58: Liquefied Petroleum Gas Code Edition: 2008** Appendix D.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โปรแกรมช่วยออกแบบถังความดันสำหรับติดตรึงบนรถบรรทุก

Computer – aided design for the Cargo Pressure Vessel

นายพิทักษ์ แดนแก้วมูล 49010651, นายวันชัย ศรีมันตะ 49010874 และนายสรายุทธ ปองสันเทียะ 49011016

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รศ.ดร. จำลอง ปราบแก้ว)

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบถังรับแรงดันชนิดติดตรึงบนรถบรรทุกและสร้างโปรแกรมช่วยออกแบบ ในการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบถังรับแรงดันตามมาตรฐาน 2007 ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VII Division 1 และการออกแบบส่วนติดตรึงถังรับแรงดันกับรถบรรทุก 10 ล้อ โดยใช้โปรแกรม Visual Studio 2008 เนื่องจากมีความยืดหยุ่นและสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลได้สะดวก ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมแล้วนำมาเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณโดยตรงมีค่าเท่ากัน สามารถช่วยลดเวลาในการออกแบบและลดความผิดพลาดอันเกิดจากความบกพร่องของบุคคลได้ เหมาะสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปที่สนใจและเหมาะสำหรับวิศวกรผู้ที่ทำงานด้านนี้โดยตรง

คำหลัก: ถังรับแรงดัน, โปรแกรมช่วยออกแบบ, การผลิตและออกแบบ

Abstract

This objective of this project is to design the Cargo Pressure Vessel and create computer aided design software for the Cargo Pressure Vessel. There are two parts in the project. The first part involves the design of a pressure vessel base on the standard of ASME Boiler and Pressure Vessel cold Section VII Division 1. The second part is the design of related components for the vessel installation. This was done by using Visual Studio 2008 due to its flexibility and its ability to interlace with database. Results from the developed program comparing with manual calculations are equal. However the program help designer to reduce time as well as any possible mistake. This program suit any engineer who is interested in designing cargo pressure vessel

Keywords: Pressure Vessel, Computer-aided design, ASME Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ในปัจจุบันรถบรรทุกที่ขนส่งแก๊สปิโตรเลียมเหลว ที่วิ่งบนท้องถนนอย่างถูกกฎหมาย จะต้องยื่นคำร้องขอขึ้นทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม รถทุกคันจะต้องผ่านการตรวจสอบและลงนามรับรองจากกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ในรายละเอียดที่ต้องยื่นประกอบด้วยรายการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ รายการคำนวณการออกแบบและรายการตรวจสอบ ซึ่งปกติในการออกแบบแต่ละครั้งจะต้องใช้การคำนวณด้วยโดยตรง และจะต้องทำการออกแบบไปทีละส่วน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดข้อผิดพลาด เสียเวลา และเป็นการทำงานที่ซ้ำซ้อน

โดยในประเทศไทยส่วนใหญ่จะมีบริษัทที่รับผลิตถังความดันและหม้อไอน้ำ ซึ่งจะมีบางบริษัทเท่านั้นที่รับออกแบบและผลิตถังรับความดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุก เช่น บริษัท มั่นชัย แมชชีนเนอรี่ จำกัด, บริษัท สุธี แทงค์เกอร์ แอนด์ สเปเชียลทรัค จำกัด, บริษัท ยูนิมิต เอนจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

ทางกลุ่มวิจัยจึงได้มีการออกแบบและสร้างซอฟแวร์สำเร็จรูป โดยใช้โปรแกรม Visual Studio 2008 เพื่อช่วยในการคำนวณสำหรับการออกแบบถังความดันและการติดตรึงบนรถบรรทุกโดยเฉพาะ

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบถังรับแรงดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุก
2. สร้างโปรแกรมออกแบบถังรับแรงดันที่ติดตรึงบนรถบรรทุก

3. ทฤษฎีและมาตรฐานการออกแบบ

มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบถังรับแรงดัน อ้างอิงมาจาก 2007 ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VII Division 1 ซึ่งเป็นมาตรฐานของสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งอเมริกา (ASME) ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

3.1 การออกแบบความดัน (UG-21: Design Pressure)

การออกแบบความดันจะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับความดันและอุณหภูมิที่ใช้งาน โดยคำนึงถึงเงื่อนไขในการออกแบบและสารที่จะบรรจุในถังรับแรงดันเป็นหลัก

3.2 การออกแบบอุณหภูมิ (UG-20: Design Temperature)

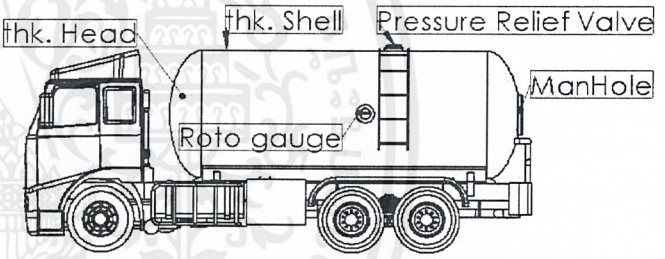
การออกแบบอุณหภูมิจะต้องออกแบบให้มากกว่าอุณหภูมิจำกัดซึ่งประยุกต์ใช้ ตามตาราง Section II, Part D, Subpart 1, Table 1A* ในส่วนทางเข้าอื่นที่เพิ่มเข้ามา การออกแบบอุณหภูมิของถังความดันที่เกิดจากความดันภายนอกจะต้องไม่มากกว่าอุณหภูมิสูงที่สุดของกราฟการออกแบบความดันภายนอก

3.3 การออกแบบขนาดและรูปร่างของถัง (Dimension)

3.3.1 ขนาดความจุ (Volume) ขนาดความจุจะขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของรถบรรทุกเป็นหลัก แต่น้ำหนักรวมทั้งหมดจะต้องไม่เกิน 25 ตัน

3.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) จะมีขนาด 2,100 mm เท่ากันทุกคัน

3.3.3 ความยาวของถัง (Length) ความยาวของถังจะขึ้นอยู่กับระยะความยาวของตัวถังรถ ซึ่งความยาวทั้งหมดของรถ ไม่เกิน 12 m ตามที่กฎหมายกำหนด แต่โดยทั่วไประยะความยาวของตัวถังรถ จะมีความยาวประมาณไม่เกิน 7,575 mm



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งที่มีการคำนวณของถังความดัน

3.4 การคำนวณความหนาตัวถัง (UG-27: Thickness of Shells under Internal Pressure)

ความหนาตัวถังที่น้อยที่สุดภายใต้ความดันที่เกิดขึ้นภายในจะต้องไม่น้อยกว่าความหนาตัวถังที่คำนวณได้ จากสมการที่ 1 โดยพิจารณาที่ความเค้นตามเส้นรอบวง (Circumferential stress) ตามเงื่อนไขความดันที่ออกแบบจะต้องน้อยกว่า 0.385SsEs

$$Ts = \frac{PR}{SsEs - 0.6P} \qquad (1)$$

3.5 การคำนวณความหนาหัวถัง (UG-32: Formed Heads, And Sections, Pressure on concave side)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

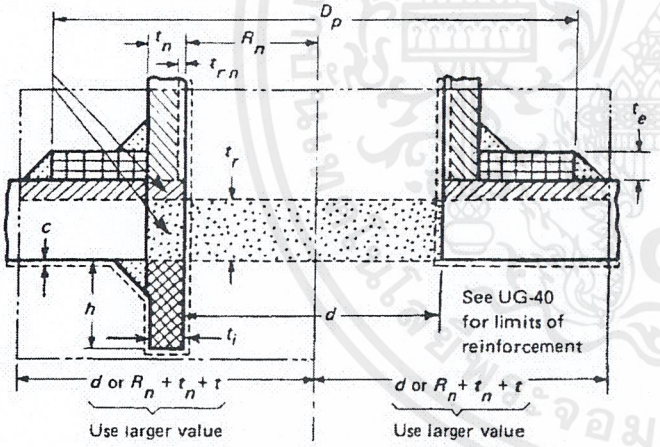
ความหนาหัวถังที่น้อยที่สุดที่ต้องการของหัวถังหลังการขึ้นรูปหัวถังแบบครึ่งทรงรี ภายใต้ความดันที่เกิดขึ้นภายในสามารถคำนวณได้โดยสมการที่ 2

$$Th = \frac{PDK}{2SHEh - 0.2P} \qquad (2)$$

เมื่อ $$K = \frac{1}{6}[2 + (\frac{D}{2h})_2] \qquad (3)$$

3.5 การคำนวณการเสริมความแข็งแรงของรูเจาะ (UG-37: Reinforcement Required for Opening in Shells and Formed Heads)

การเสริมความแข็งแรงของรูเจาะ อ้างอิงจาก Code UG-37: Reinforcement Required for Opening in Shells and Formed Heads โดยมีข้อบังคับในการออกแบบ คือ รอบรูเจาะของถังจะต้องได้รับการเสริมความแข็งแรงด้วยโลหะที่มีปริมาณเท่ากับที่ถูกตัดออกไปสำหรับรูเจาะ



รูปที่ 2 รายละเอียดรูเจาะที่เสริมความแข็งแรง

พื้นที่ที่ถูกตัดออกไป คำนวณได้จากสมการที่ 4 และพื้นที่ที่เพิ่มเข้ามาคำนวณได้จากสมการที่ 5 ถึงสมการที่ 11 จากนั้นนำพื้นที่มาเปรียบเทียบกัน โดยถ้าพื้นที่ที่เพิ่มเข้ามา น้อยกว่าพื้นที่ที่ถูกตัดออกไป จะต้องมีการเสริมความแข็งแรง โดยการเพิ่มแผ่นเสริมความแข็งแรงหรือเพิ่มความหนาของท่อ

$$A = dt_rF + 2t_nt_rF(1-fr_1) \qquad (4)$$

$$A_1 = d(E_1t - Ft_r) - 2t_n(E_1t - Ft_r)(1-fr_1) \qquad (5)$$

$$A_2 = (t_n - t_{rn})5tfr_2 \qquad (6)$$

$$A_3 = 5tt_ifr_2 \qquad (7)$$

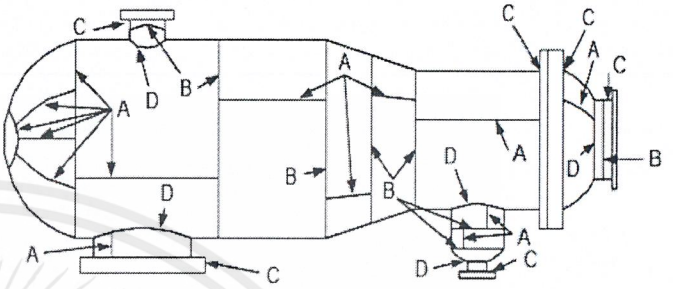
$$A_{41} = (leg)^2 fr_3 \qquad (8)$$

$$A_{42} = (leg)^2 fr_4 \qquad (9)$$

$$A_{43} = (leg)^2 fr_2 \qquad (10)$$

$$A_5 = (D_p - d - 2t_n)t_ef_{r4} \qquad (11)$$

3.6 การเชื่อมถังรับแรงดัน (Welding of Pressure Vessels)



รูปที่ 3 ชนิดรอยต่อแบบต่างๆ

การเชื่อมถังรับแรงดัน จะพิจารณาที่ประสิทธิภาพของรอยเชื่อม ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับการตรวจสอบด้วยภาพถ่ายรังสี (Radiography Test) โดยระดับการการตรวจสอบด้วยภาพถ่ายรังสีแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ การตรวจสอบโดยตลอดรอยต่อทั้งถัง (full RT) การตรวจสอบบางส่วน (spot RT) และไม่มีการตรวจสอบ (none RT)

โดยชนิดของรอยต่อแบ่งเป็น A, B, C และ D ตามมาตรฐาน ASME ดังรูปที่ 3

ตารางที่ 1 แสดงค่าประสิทธิภาพและประเภทของรอยเชื่อม

Joint type	Welded Joint Category	Joint Efficiency (E)		
		Degree of radiographic exam		
		Full	Spot	None
JT1	A,B,C,D	1.0	0.85	0.7
JT2	A,B,C,D*	0.9	0.8	0.65
JT3	A,B,C	N/A	N/A	0.6
JT4	A,B,C*	N/A	N/A	0.55
JT5	B,C*	N/A	N/A	0.5
JT6	A,B*	N/A	N/A	0.45

* ดูเพิ่มเติมได้จาก ASME (UW-2, UW-12)

N/A = ไม่อนุญาตให้ใช้ในการออกแบบตามข้อกำหนดมาตรฐาน ASME

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 วัสดุ (Materials)

ในประเทศไทยการเลือกใช้วัสดุสำหรับถังรับแรงดัน ส่วนใหญ่จะมีอยู่ 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS: Japanese Industrial Standards) และสมาคมวิศวกรเครื่องกลของอเมริกา (ASME: American Society of Mechanical Engineer) แต่การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบจะขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเป็นหลัก เพราะว่าคุณสมบัติของเหล็กจะคล้ายๆกัน แต่จะต่างกันที่ชื่อในการเรียกและราคาของเหล็กในช่วงนั้น ในงานวิจัยนี้จึงจะอ้างอิงจากมาตรฐานของสมาคมวิศวกรเครื่องกลของอเมริกา (ASME) เป็นหลัก

3.8 ค่าเผื่อการกัดกร่อน (UG-25: Corrosion)

ค่าเผื่อการกัดกร่อนขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานหรือผู้ที่ออกแบบไม่ได้มีข้อบังคับที่แน่นอน ถังรับแรงดันที่ถูกกัดกร่อน กัดเซาะหรือการเสียดสีทางกล จนทำให้มีความหนาลดลง จะต้องมีการยืดอายุการใช้งาน โดยการเพิ่มความหนาของวัสดุเข้าไปที่ได้จากการคำนวณด้วย

3.9 การติดตรึงถังความดัน

แนวความคิดของการออกแบบการติดตรึงตัวถังลงบนโครงรถ (Chassis) เน้นความปลอดภัยในการออกแบบมากกว่าความประหยัด โดยใช้การเชื่อมตัวถังติดกับฐานรอง จากนั้นใช้ Studs และ Bolt ติดตรึงฐานรองกับโครงรถ และติดแผ่นโลหะด้านข้างตัวรถเพื่อป้องกันการเลื่อนไถลของตัวถัง

3.10 การหาขนาดของ Studs และ Bolt

ออกแบบตามทฤษฎี Maximum - Distortion Energy or Von Misses Criteria โดยคำนวณจากสมการที่ 12

$$\frac{\sigma_y}{N} = [\sigma_i^2 + 3\tau^2]^{1/2} \qquad (12)$$

3.11 อุปกรณ์ความปลอดภัย

การเลือกอุปกรณ์ความปลอดภัย จะต้องเลือกตามมาตรฐานที่กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน กำหนดและจะต้องได้รับการตรวจสอบ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบและขั้นตอนการติดตั้ง

3.11.1 อุปกรณ์นิรภัยชนิดระบาย

การเลือกใช้อุปกรณ์จะต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ

1. Charge/Discharge & Vapour Valve
2. Back Pressure Check Valve
3. Bleeder Valve or Vent Valve

ลำดับที่ 1-3 เป็นวาล์ว (Valve) ใช้สำหรับปิด - เปิด เพื่อให้ส่วนที่เป็นของเหลว (Liquid) หรือไอของก๊าซ (Vapour) ผ่านเข้าออกได้

4. Hydrostatic Relief Valve
5. By-pass Valve
6. Emergency & Excess Flow Valve
7. Safety Valve

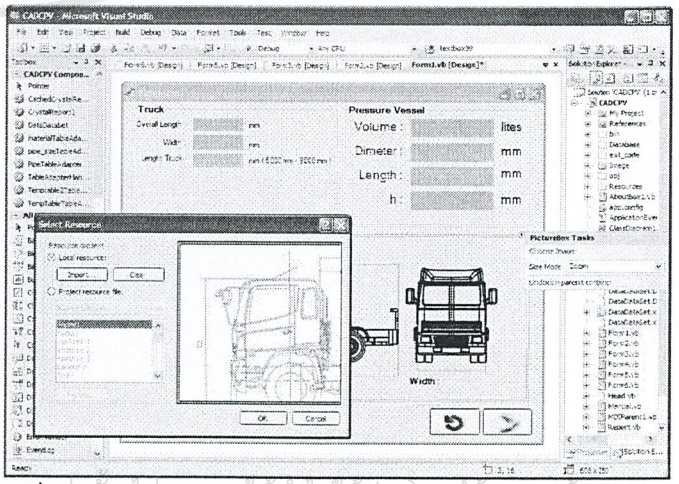
ลำดับที่ 4-7 เป็นอุปกรณ์นิรภัยชนิดระบาย แต่อุปกรณ์นิรภัย (Safety Valve) นั้น จะพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เพื่อให้รายละเอียดข้อมูลสอดคล้องกับกรมธุรกิจพลังงาน

3.11.2 อุปกรณ์ความปลอดภัยอื่น ๆ

1. Slip Tube
2. Level Gauge (Roto Gauge)
3. สายดิน (Ground Rod Wire)
4. เครื่องสูบถ่ายก๊าซ (Pump)
5. Ball Value
6. เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge)
7. ตัวกรอง (Strainer)
8. วาว์ลกันกลับ (Back Check)

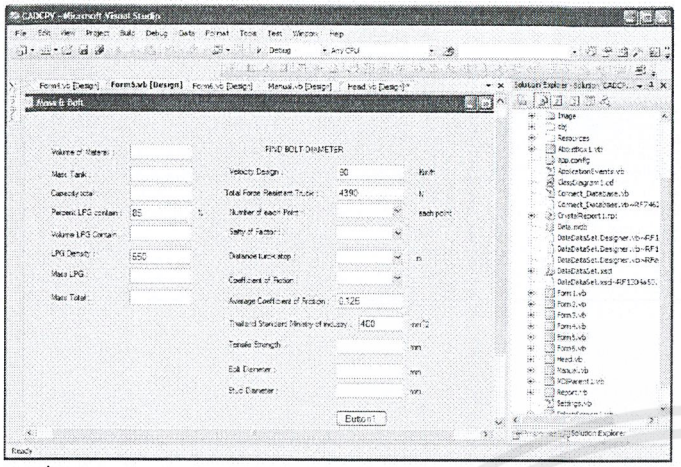
4. การเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมใช้ Visual Basic 2008 โดยในเวอร์ชั่นนี้ได้เพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือและการเขียนโปรแกรม ซึ่งวัตถุ (Object Oriented Programming) ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มเครื่องมือต่างๆ อีกมากมายที่ทำให้ใช้ง่าย และสะดวกขึ้นกว่าเดิม



รูปที่ 4 Form หน้าต่างการคำนวณหัวถัง

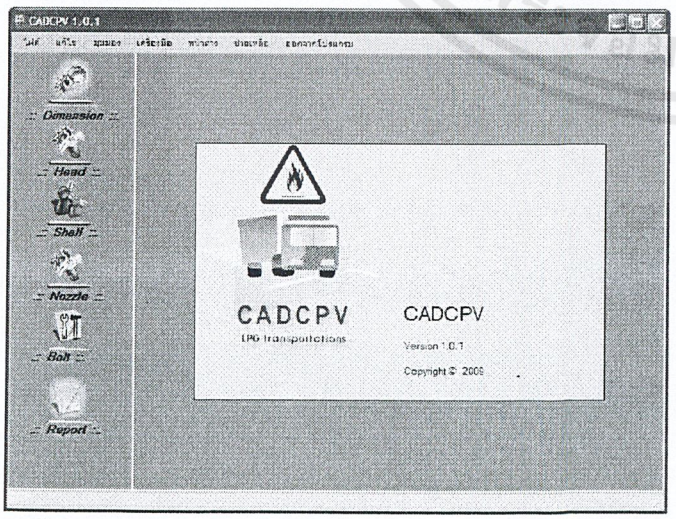
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 Form หน้าต่างการคำนวณหาน้ำหนักและขนาด Bolt

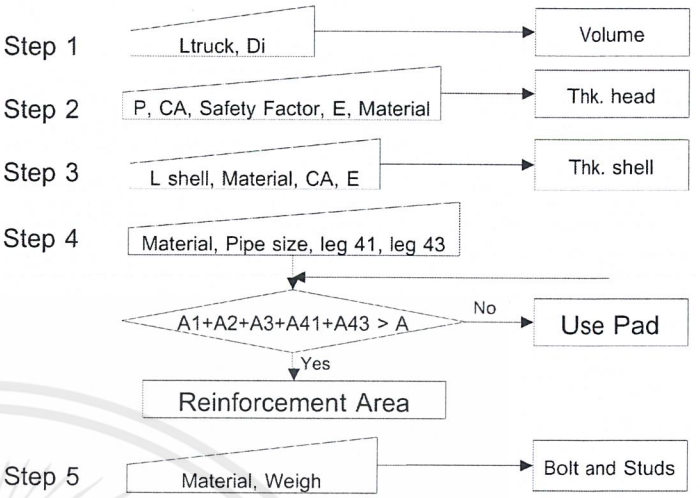
```
If (groove_depth > 0) Then
    fr1 = Sn / Sv 'เมื่อ groove depth > 0
ElseIf (groove_depth = 0) Then
    fr1 = 1 'เมื่อ groove depth = 0
End If

fr2 = Sn / Sv
fr3 = Sn / Sv

di = outside_diameter_nozzle - (2 * thickness_nozzle)
R = di / 2
tn = TextBox47.Text                         'mm DATABASE
tr = (P * 1050) / ((Sv * E) - (0.6 * P))    'shell
trn = (P * (outside_diameter_nozzle / 2)) / ((Sn * E) - (0.6 * P))      'Nozzle

E1 = 1
t = NDIParent1.thickness_shell
leg = TextBox61.Text
ti = NDIParent1.thickness_shell
A = (di * tr * F) + (2 * tn * tr * F * (1 - fr1))       'พื้นที่ที่ต้องการเสริมความแข็งแรงที่จุดที่พิจารณาไป
A1 = (di * ((E1 * t) - (F * tr))) - (2 * tn) * ((E1 * t) - (F * tr)) * (1 - fr1))   'พื้นที่ที่เสริมในส่วนของถัง
A2 = (tn - trn) * 5 * t * fr2                   'พื้นที่ที่เสริมในส่วนของคอ
A3 = 5 * ti * tn * fr2                          'พื้นที่ส่วนที่มีแหล่งจ่ายโลหะในส่วนของแผ่นรอง
A41 = (leg ^ 2) * fr2                           'พื้นที่ของรอยเชื่อมด้านนอก
A43 = (leg ^ 2) * fr2                           'พื้นที่ของรอยเชื่อมด้านใน


'If A1+A2+A3+A41+A43>=A    ผ่านไปทำต่อไปได้ ไม่ต้องใช้ Use pad

'If A1+A2+A3+A41+A43<A          ใช้ Use Pad
If (A1 + A2 + A3 + A41 + A42 + A43 + A5) >= A Then
    is_use_pad = False
    Button1.Enabled = False
ElseIf (A1 + A2 + A5 + A41 + A42 + A43 + A5) < A Then
```

รูปที่ 6 การกำหนด even ให้กับแต่ละ Form ให้ทำงานตามลำดับคำสั่ง



รูปที่ 7 หน้าตาของโปรแกรมที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

ผังการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 8 ผังการทำงานของโปรแกรม

5. การออกแบบโดยตรง

5.1 เงื่อนไขการคำนวณ

รถบรรทุก 10 ล้อHino รุ่นFM1ANLD

ความยาวของกระบะ		6,345	mm
ความจุของถัง		15,589	liter
เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง		2,100	mm
CODE		2007 ASME Section VII Div.1	
ความดันออกแบบ		17.6	kg/cm^2
อุณหภูมิออกแบบ		-30^0C ถึง 650^0C	
Safety Factor		4	
การตรวจสอบด้วยรังสี	ตัวถัง	full	
	หัวถัง	full	
ประสิทธิภาพรอยเชื่อม	ตัวถัง	1	
	หัวถัง	1	
Hydrostatic Test Pressure		26.4	kg/cm^2

5.2 คุณสมบัติของวัสดุ

ตัวถัง	SA 515 Gr 70		
Tensile Strength		4,945.64	kg/cm^2
Yield Strength		2,651.27	kg/cm^2
หัวถัง	SA 515 Gr 70		
Tensile Strength		4,945.64	kg/cm^2
Yield Strength		2,651.27	kg/cm^2
Nozzle Neck	SA 53 Gr B		
Tensile Strength		4,231.84	kg/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yield Strength 2,447.33 kg/cm^2

5.3 ผลการคำนวณ

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณถังความดัน

รายการคำนวณ	ความหนาที่คำนวณได้ (mm)	ค่าเผื่อการกัดกร่อน (mm)	ความหนาจริง (mm)
ตัวถัง	15.07	2	17
หัวถัง	14.96	2	17
Nozzle “A”	5.5	1	6.5
Nozzle “V”	4.6	1	5.6
Nozzle “M”	12.7	1	13.7
Nozzle “R”	7	1	8

การคำนวณหาขนาด Nut และ Bolt

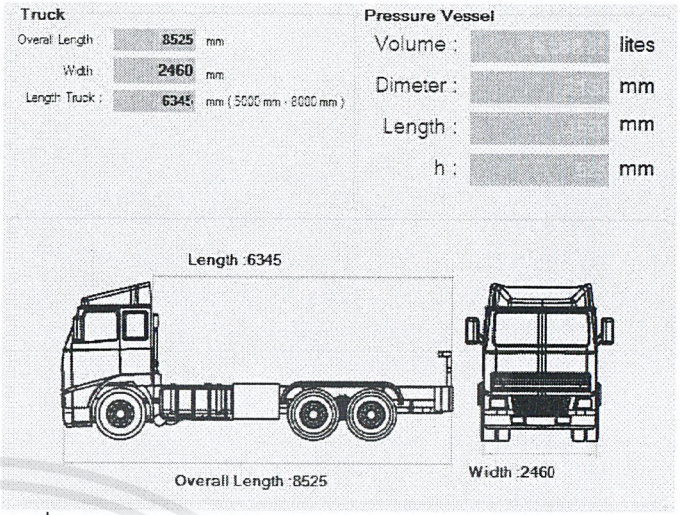
Safety Factor	5.00	
ความเร็วออกแบบ	80.00	km/h
ระยะเบรกรถบรรทุก	10.00	m
แรงต้านอากาศ	3970.00	N
ความเสียดทานระหว่างระหว่างผิวโลหะ	0.125	
ความเสียดทานระหว่างล้อและถนน	0.55	
ชั้นคุณสมบัติ	4.8	
ค่า Yield Strength	480.00	N/mm^2
ขนาดของสลักเกลียว	24.78	mm
ขนาดสลักเกลียวสองข้าง(Stud)	17.78	mm

เลือกขนาดของสลักเกลียวมาตรฐาน M 26

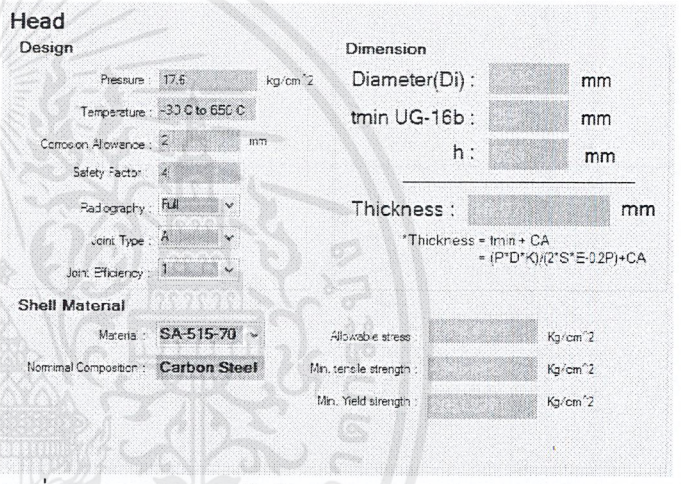
เลือกขนาดของสลักเกลียวสองข้างมาตรฐาน M 20

6. การออกแบบโดยใช้โปรแกรม

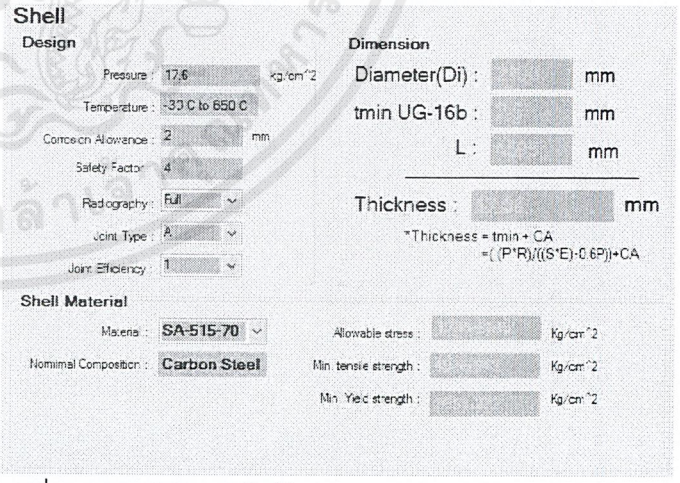
เงื่อนไขในการออกแบบใช้เหมือนกันกับการออกแบบโดยตรงทั้งหมด



รูปที่ 9 หน้าแรกของโปรแกรม

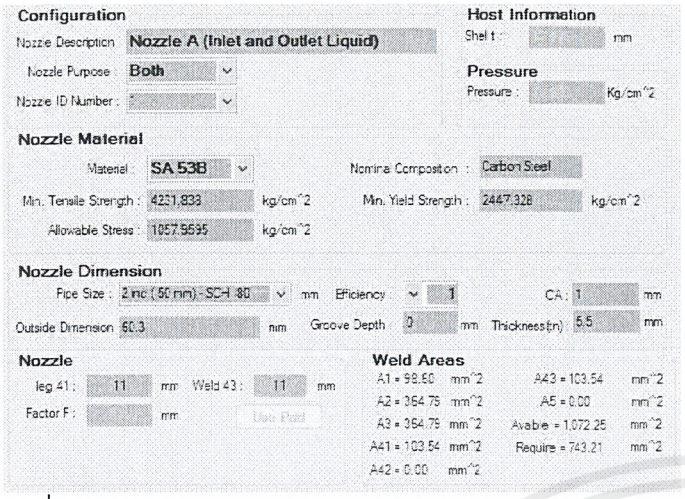


รูปที่ 10 การคำนวณหัวถัง

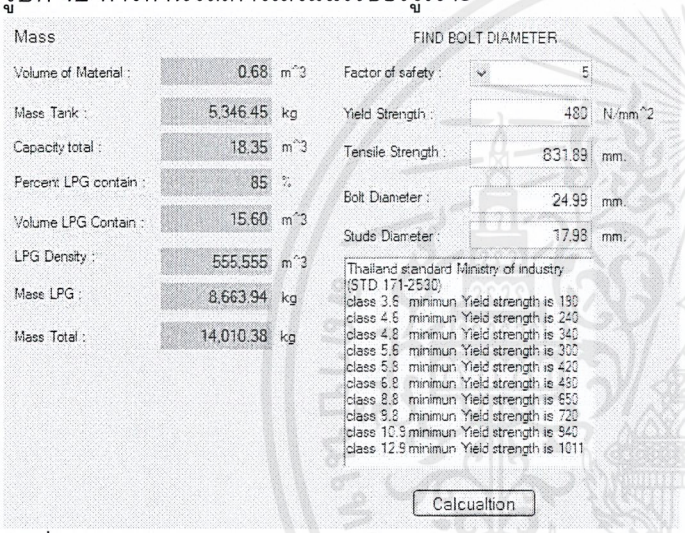


รูปที่ 11 การคำนวณตัวถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 การคำนวณการเสริมแรงของรูเจาะ



รูปที่ 13 คำนวณหา Bolt

7. สรุป

เมื่อทดลองใช้โปรแกรมคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่ออกแบบจริง แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยตรง พบว่า ค่าที่ได้จากทั้ง 2 วิธี มีค่าเท่ากัน จึงสรุปได้ว่า โปรแกรมคำนวณที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องแม่นยำ สามารถช่วยลดเวลาการคำนวณในการออกแบบและลดความผิดพลาดอันเกิดจากความบกพร่องของบุคคลได้ด้วย เหมาะสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปที่สนใจและวิศวกรผู้ทำงานด้านนี้โดยตรง

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสำนักมาตรฐานอุตสาหกรรม(สมอ.) ที่ให้ความร่วมมือและช่วยแนะนำ 2007ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VII Division 1

ขอบพระคุณพี่พีระเกียรติ โทะลาบุตร และพี่อาภัสสร์ ขัดนาค นายช่างเทคนิคชำนาญงาน กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ข้อมูลและให้คำแนะนำเกี่ยวกับรถบรรทุกก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ขอบคุณนายรัฐธกร เพศสวัสดิ์ ที่คอยให้คำปรึกษาในเรื่องของการเขียนโปรแกรม

8. เอกสารอ้างอิง

[1] The American Society of Mechanical Engineers, 2007 ASME boiler & Pressure Vessel Code section VIII Division 1 Rules for Construction of Pressure Vessels, New York

[2] Robert L. Norton, Machine Design an Integrated Approach, 3rd Edition, 2006, Pearson Education Malaysia, Pte.Ltd.

[3] UN Recommendations on the Transportation of Dangerous Goods, 2000

[4] Tee Group of Engineers, ตารางเหล็ก สำหรับผู้รับเหมาก่อสร้างและวิศวกร, กรุงเทพฯ, 2548

[5] นาวาอากาศโท ตระการ แก้วกสิกรรม, คู่มือถังรับแรงดัน, กรุงเทพฯ, เอ็มแอนด์ดี, 2540

[6] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, คู่มือการขนส่งวัตถุอันตราย

[7] ชำนิ โมสกุล, ภาชนะรับแรงดันกับความสำคัญของมาตรฐานการผลิต, วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย, ฉบับที่ 10 เดือนพฤศจิกายน 2546, หน้า 6–8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้