

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๑๖๒๘ (พ.ศ. ๒๕๓๓)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ถังเก็บและจ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถังเก็บและจ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว มาตรฐานเลขที่ มอก. ๘๔๕-๒๕๓๓ ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ มิถุนายน ๒๕๓๓

พลตำรวจเอก ประमाण อธิเรกสาร

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถังเก็บและจ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด วิธีดู ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมาย และฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน การทดสอบและการรายงานผลของถังเก็บและจ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะถังเก็บและจ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลวชนิดเชื่อมด้วยไฟฟ้า ความจุมากกว่า 500 ลูกบาศก์เดซิเมตร แต่ไม่เกิน 40 000 ลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งติดตั้งอยู่กับที่ และมีฐานรองรับ 2 ตำแหน่ง แต่ไม่รวมถึงข้อกำหนดคุณภาพของถัง อุปกรณ์รับภัยและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบท่อที่ต้องติดตั้งร่วมกัน

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ถังเก็บและจ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "ถังเก็บก๊าซ" หมายถึง ภาชนะสำหรับเก็บและจ่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว
- 2.2 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (liquefied petroleum gas) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "ก๊าซ" หมายถึง ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเหลวดังต่อไปนี้ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างผสมกันเป็นส่วนใด
 - โพรเพน (propane)
 - โพรเพนหรือโพรพิลีน (propene or propylene)
 - บิวเทน (butane)
 - บิวทีนหรือบิวทิลีน (butene or butylene)
- 2.3 ความดันใช้งานสูงสุดหรือความดันออกแบบ(maximum working pressure or design pressure) หมายถึง ความดันที่ใช้ในการคำนวณออกแบบถังเก็บก๊าซ

2.4 ความดันทดสอบ(test pressure) หมายถึง ความดันไฮดรอลิกที่ใช้ทดสอบถังเก็บก๊าซ ซึ่งเท่ากับ 1.5 เท่าของความดันใช้งานสูงสุด

2.5 ความจุ (capacity) หมายถึง ความจุของถังเก็บก๊าซ คิดเป็นปริมาณของน้ำเต็มถัง

3. วัสดุ ส่วนประกอบและการทำ

3.1 วัสดุ

3.1.1 วัสดุที่ใช้ทำตัวถังเก็บก๊าซ ต้องเป็นแผ่นเหล็กกล้าที่มีส่วนประกอบทางเคมี ซึ่งเมื่อวิเคราะห์เหล็กหลอมจากเบ้า (ladle analysis) เป็นไปตามตารางที่ 1 ในกรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างจากเบ้า อนุญาตให้ใช้ใบรับรองผลการทดสอบแทนได้

การทดสอบให้ใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมีโดยทั่วไปหรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า

3.1.2 แผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำถังเก็บก๊าซต้องมีสมบัติทางกลเป็นไปตามตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของแผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำถังเก็บก๊าซ เมื่อวิเคราะห์เหล็กหลอมจากเบ้า

(ข้อ 3.1.1)

ชั้นคุณภาพ ของแผ่น เหล็กกล้า	ส่วนประกอบทางเคมี ร้อยละ					
	คาร์บอน	ซิลิคอน	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน	คาร์บอนรวม
	สูงสุด		สูงสุด	สูงสุด	สูงสุด	สูงสุด
1	0.18	0.15 ถึง 0.35	1.40	0.035	0.040	-
2	0.18	0.15 ถึง 0.55	1.50	0.035	0.040	-
3	0.20	0.15 ถึง 0.55	1.60	0.035	0.040	-
4	0.18	0.15 ถึง 0.75	1.60	0.035	0.040	0.44
5	0.18	0.15 ถึง 0.75	1.60	0.035	0.040	0.45

หมายเหตุ 1. ค่าคาร์บอนรวมคำนวณได้จากสูตร

$$\text{คาร์บอนรวม ร้อยละ} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Mo}}{4} + \frac{\text{V}}{14}$$

2. โลหะเจือต่างๆ นอกเหนือจากที่กำหนดในตารางอาจใส่เพิ่มเติมเข้าไปได้ถ้าจำเป็น

3. ปริมาณโลหะเจือที่จะใส่เพิ่มเติมและค่าคาร์บอนรวมของแผ่นเหล็กกล้าชั้นคุณภาพ 4 และ 5 ให้เป็นไปตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2 สมบัติทางกลของแผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำถังเก็บก๊าซ

(ข้อ 3.1.2)

ชั้นคุณภาพ ของแผ่น เหล็กกล้า	ความต้านแรงดึง ที่จุดคราก ต่ำสุด เมกะพาสคัล	ความต้านแรงดึง เมกะพาสคัล	ความยืด ต่ำสุด ร้อยละ	การคดโค้ง ¹⁾ มิลลิเมตร
1	235	402 ถึง 510	17	2t
2	314	490 ถึง 608	16	3t
3	353	520 ถึง 637	14	3t
4	451	596 ถึง 696	19	3t
5	490	608 ถึง 736	18	3t

หมายเหตุ ¹⁾ ระยะระหว่างผิวของชั้นทดสอบที่คดขานกันมีระยะเท่ากับจำนวนเท่าของความหนาของชั้นทดสอบที่กำหนดไว้ บริเวณผิวด้านนอกของชั้นทดสอบต้องไม่ปรากฏรอยแตกหรือรอยร้าวภายหลังการคด

3.2 ส่วนประกอบ

3.2.1 ข้อต่อ

ถังเก็บก๊าซต้องมีข้อต่อสำหรับติดตั้งส่วนประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ท่อรับและท่อจ่ายก๊าซ

3.2.1.2 ท่อระบายของเหลว

3.2.1.3 กลอูปการฉีกรักษาแบบระบาย

3.2.1.4 เครื่องวัดความดัน

3.2.1.5 เครื่องวัดระดับก๊าซ

3.2.1.6 ผาครอบหรือโครงกำบังส่วนประกอบตามข้อ 3.2.1.3 ข้อ 3.2.1.4 และข้อ 3.2.1.5

3.2.2 ช่องเปิด

3.2.2.1 ถังเก็บก๊าซอาจมีช่องมือลอด(handhole) หรือช่องคนลอด(manhole) ได้ตามความเหมาะสมและสำหรับถังเก็บก๊าซที่มีความจุตั้งแต่ 10 000 ลูกบาศก์เดซิเมตรขึ้นไป ต้องมีช่องคนลอดอย่างน้อย 1 ช่อง

3.2.2.2 ความหนาของข้อต่อ(nozzle) ที่จะนำมาเชื่อมหรือต่อกับช่องเปิดต่าง ๆ รวมทั้งความสูงของข้อต่อจากผิวภายนอกของถังเก็บก๊าซ (outside projection) ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ถือปฏิบัติกันตามความเหมาะสม

3.2.2.3 ขนาดของช่องเปิดที่จะเสริมความแข็งแรงให้เป็นปดงนี้

(1) ช่องเปิดเดี่ยว ที่ประกอบข้อต่อโดยวิธีเชื่อมและมีขนาดดังต่อไปนี้ ไม่ต้องเสริมความแข็งแรง

(1.1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของข้อต่อ 75 มิลลิเมตรสำหรับผนังตั้งเก็บก๊าซหนาไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร

(1.2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของข้อต่อ 50 มิลลิเมตรสำหรับผนังตั้งเก็บก๊าซหนาเกิน 9.5 มิลลิเมตร

(2) ช่องเปิดที่ใหญ่กว่าข้อ(1) ให้เสริมความแข็งแรงด้วยวิธีที่ถือปฏิบัติกันตามความเหมาะสม

3.2.3 หุบก (lug)

ถึงเก็บก๊าซต้องมีหุบกเชื่อมติดกับลำตัวของถังเก็บก๊าซ มีรูปร่างลักษณะ และความสามารถในการรับน้ำหนักของถังเก็บก๊าซเป็นดังนี้

3.2.3.1 มิติของหุบกให้เป็นไปตามตารางที่ 3

3.2.3.2 วัสดุที่ใช้ทำหุบก ควรเป็นชนิดเดียวกับวัสดุที่ใช้ทำตัวถังเก็บก๊าซหรือที่เทียบเท่า

3.2.3.3 รอยเชื่อมหากเป็นรอยเชื่อมมุม พื้นที่ครอบคลุมรอยเชื่อม (throat area) ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 150 ของพื้นที่หน้าตัดของแผ่นฐานของหุบก

3.2.3.4 ในกรณีที่ใช้แผ่นยึด 2 แผ่น ยึดกับลวดสลิง มุมระหว่างสายลวดสลิงกับแผ่นยึดต้องเป็นมุมประมาณ 30 องศา

3.2.4 ฐานรองรับ (support)

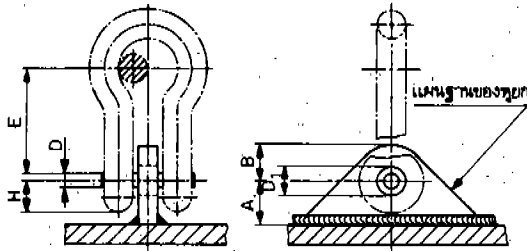
ฐานรองรับของถังเก็บก๊าซต้องเป็นแบบใดแบบหนึ่งดังนี้ (ดูรูปที่ 1)

3.2.4.1 แบบอานม้า (saddle support)

3.2.4.2 แบบวงแหวน (ring support)

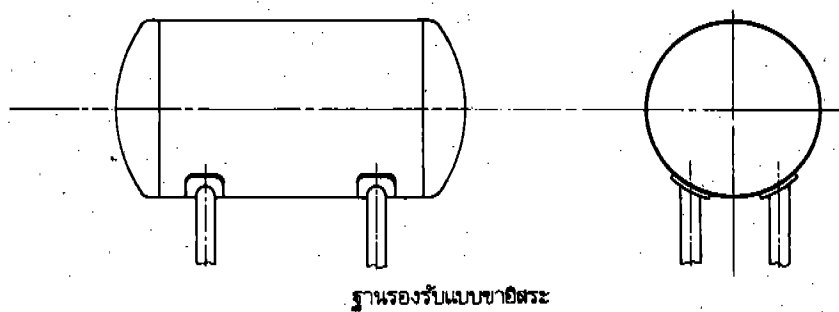
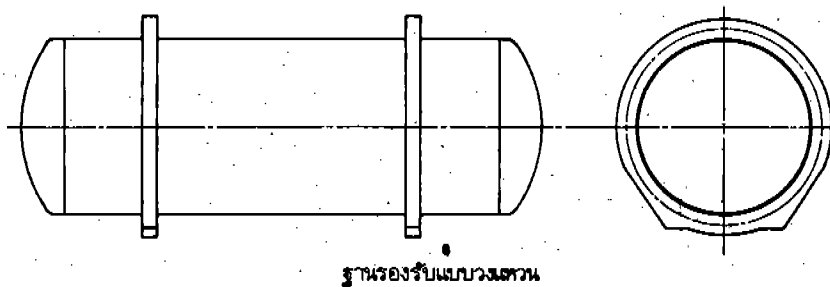
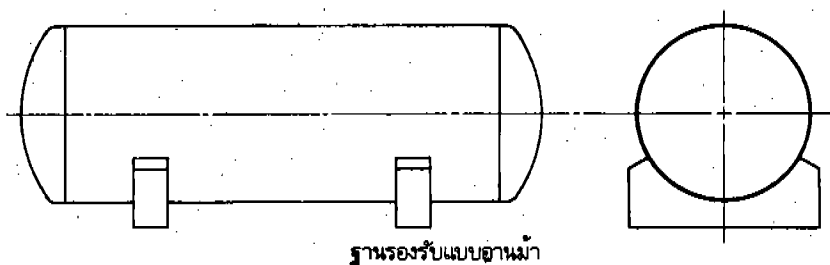
3.2.4.3 แบบขาอิสระ (leg support)

ตารางที่ 3 มิติของหูยก
(ข้อ 3.2.3.1 และข้อ 4.5)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

น้ำหนัก คอกหูยก 1 ชุด กิโลกรัม	D	D ₁	H	A	B		E
					ตัดด้วยเครื่อง	ตัดด้วยค้อน	
317	8.000	9.525	12.700	16.510	-	-	21.336
473	9.525	11.113	14.224	18.542	-	-	24.638
714	11.113	12.700	16.002	20.828	22.225	19.050	29.464
969	12.700	15.875	17.526	22.860	28.575	22.225	36.576
1 259	15.875	19.050	23.876	30.988	31.750	25.400	44.450
1 973	19.050	22.225	28.702	37.338	38.100	28.575	53.848
2 846	22.225	25.400	30.226	39.370	44.450	31.750	57.150
3 865	25.400	28.575	33.274	43.180	50.800	38.100	65.786
5 045	28.575	31.750	38.100	49.530	51.750	41.275	74.676
5 982	31.750	34.925	41.402	53.848	61.913	44.450	77.724
7 366	34.925	38.100	44.450	57.912	66.675	47.625	91.948
8 929	38.100	41.275	47.752	62.230	73.025	50.800	103.124
10 603	41.275	44.450	-	-	77.786	55.563	106.426
14 442	50.800	53.975	57.150	74.422	95.250	66.675	120.650
18 973	51.750	60.325	65.024	84.582	104.775	76.200	133.350
24 107	63.500	66.675	71.374	92.964	115.888	82.550	152.400
30 179	69.850	73.025	74.676	97.028	127.000	90.488	177.800
36 161	76.200	79.375	-	-	138.113	98.425	218.694
43 304	82.550	85.725	-	-	149.225	107.950	247.396



รูปที่ 1 ฐานรองรับของถังเก็บก๊าซ
(ข้อ 3.2.4)

3.3 การทำ

3.3.1 ข้างเชื่อม

ข้างเชื่อมที่จะปฏิบัติงานเชื่อมถึงกันทั้งสองได้ รับรับรองจากสถานที่เชื่อมต่อหรือจากสถานที่หน่วยราชการยอมรับ

3.3.2 แบบของการเชื่อม

รอยเชื่อมที่ใช้กับดัดเก็บก๊าซ ควรเป็นแบบใดแบบหนึ่งหรือหลายแบบดังต่อไปนี้ ซึ่งมีประสิทธิภาพของรอยเชื่อมเป็นไปตามตารางที่ 4

3.3.2.1 แบบคอสซ 2 หน้า (double welded butt joint) ไม่มีแผ่นรองรับ

3.3.2.2 แบบคอสซหน้าเดียว (single welded butt joint) มีแผ่นรองรับ

3.3.2.3 แบบคอสซหน้าเดียว ไม่มีแผ่นรองรับ

3.3.2.4 แบบเกย-เชื่อมมุม 2 แนว (double-full fillet lap joint)

3.3.2.5 แบบเกย-เชื่อมมุม 1 แนว รวมกับรอยเชื่อมอุด (single-full fillet lap joint with plug weld)

3.3.3 การเตรียมการเชื่อม

3.3.3.1 ก่อนเชื่อมประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของถังเก็บก๊าซ ต้องตรวจสอบผิวของชิ้นงานให้แน่ใจว่าสะอาด โดยภายในบริเวณห่างจากขอบชิ้นงานที่จะเชื่อมอย่างน้อย 12 มิลลิเมตร ต้องไม่มีดิน เศษโลหะ ทราย ก้อนของ น้ำมัน สี ความชื้น และอื่น ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อการเชื่อม และผิวของขอบชิ้นงานที่จะเชื่อมต้องไม่หลวม บวม และบริเวณที่เปลี่ยนรูปร่างอย่างกะทันหัน

3.3.3.2 ส่วนต่าง ๆ ที่จะเชื่อมประกอบกันต้องตรงกัน มีการจับยึดที่จะไม่ทำให้ส่วนต่าง ๆ นี้แยกจากตำแหน่งที่จัดไว้ขณะเชื่อม เพื่อให้ได้รอยเชื่อมตามที่ต้องการ หากผิวของขอบชิ้นงานที่จะเชื่อมไม่ตรงกัน ยอมรับให้ความเบี่ยงเบนไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5

3.3.3.3 ในกรณีที่ความหนาของชิ้นงานที่จะเชื่อมประกอบกันไม่เท่ากัน โดยความหนาแตกต่างกันเกินร้อยละ 25 ของความหนาของชิ้นงานที่บางกว่าหรือเกิน 3 มิลลิเมตร ต้องทำขอบของชิ้นงานที่หนากว่าให้มีความหนาเท่ากับชิ้นงานที่บางกว่าด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 2 โดยระยะที่เท่าเรียวย (L) เพื่อให้ได้ความหนาเท่ากับแผ่นที่บางกว่านั้นต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความหนาที่ลดลง (Δt)

3.3.4 จำนวนรอยเชื่อม

จำนวนรอยเชื่อมของถังเก็บก๊าซต้องน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยต้องไม่มีรอยเชื่อมพบกันเกินกว่า 2 รอย ที่ส่วนต่าง ๆ ของถังเก็บก๊าซ

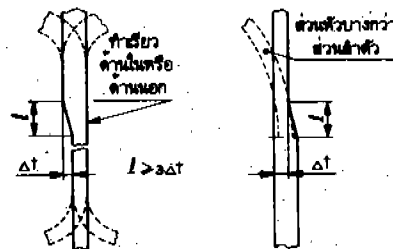
ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของรอยเชื่อม
(ข้อ 3.3.2 และข้อ 4.3.1)

รายการ ที่	รูปแบบ	ชื่อเรียกและคำอธิบาย	ประสิทธิภาพของรอยเชื่อม		ข้อจำกัดการใช้ การเชื่อมแตกต่าง ๆ
			พรมเชื่อม ด้วยวิธี คอรอยเชื่อม	ในตาราง ด้วยวิธี คอรอยเชื่อม	
1		รอยเชื่อมแบบคอรอย 2 หน้า ในแผ่นรองรับ	1.00	0.85	ไม่มี
2		รอยเชื่อมแบบคอรอยคอรอย ในแผ่นรองรับ	0.90	0.80	ไม่มี (ยกเว้นการเชื่อมแบบคอรอย ให้ใช้สำหรับรอยเชื่อมแนวรอย เชื่อม)
3		รอยเชื่อมแบบคอรอยคอรอย ในแผ่นรองรับ	-	0.60	ใช้กับรอยเชื่อมตามแนวรอยเชื่อม ความหนาของแผ่นเหล็กไม่เกิน 16 มิลลิเมตร และเส้นคอรอยคอรอย ภายนอกของรอยเชื่อมคอรอย ไม่เกิน 610 มิลลิเมตรเท่านั้น
4		รอยเชื่อมแบบคอรอย-เชื่อม 2 หน้า	-	0.55	ใช้เชื่อมตามแนวรอยเชื่อมคอรอย เหล็กไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร และใช้เชื่อมตามแนวรอยเชื่อมคอรอย คอรอยเหล็กไม่เกิน 16 มิลลิเมตร
5		รอยเชื่อมแบบคอรอย-เชื่อม 1 หน้ารวมกับรอยเชื่อมคอรอย	-	0.50	ใช้เชื่อมตามแนวรอยเชื่อมคอรอย คอรอยเหล็กไม่เกิน 610 มิลลิเมตร และเส้นคอรอยคอรอยใช้สำหรับ แนวไม่เกิน 12.7 มิลลิเมตร ไม่ รวมกับการเชื่อมคอรอยคอรอย ทั้งหมด (hemisphere)

ตารางที่ 5 ความเบี่ยงเบนจากความตรงของขอบชิ้นงานที่จะเชื่อม

(ข้อ 3.3.3.2)

แนวเชื่อม	ความหนา มิลลิเมตร	ความเบี่ยงเบน
แนวยาว	ไม่เกิน 12 เกิน 12	ร้อยละ 25 ของความหนา 3 มิลลิเมตร
แนวรอบวง	ไม่เกิน 20 เกิน 20	ร้อยละ 25 ของความหนา 5 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 วิธีวัดความหนาของชิ้นงานเชื่อมที่หนาไม่เท่ากัน

(ข้อ 3.3.3.3)

3.3.5 กรรมวิธีทางความร้อน

- 3.3.5.1 การทำกรรมวิธีทางความร้อนก่อนการเชื่อมเพื่อประกอบส่วนต่าง ๆ ของถังเก็บก๊าซ
ถ้าในการขึ้นรูปส่วนที่รับความดันหากค้นพบเหล็กกล้าความยี่หัดที่ผิวนอกสุดเกินร้อยละ 5 ให้ทำ
กรรมวิธีทางความร้อนเพื่อคลายความเค้น
- 3.3.5.2 การทำกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเพื่อประกอบส่วนต่าง ๆ ของถังเก็บก๊าซ
ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ถือปฏิบัติกันตามความเหมาะสม

4. คุณสมบัติที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

ถังเก็บก๊าซต้องไม่มีส่วนที่แหลมคมอันอาจเป็นอันตรายต่อบุคคลหรือทรัพย์สิน
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจเชิง

4.2 ความดันออกแบบ

ต้องไม่น้อยกว่า 1.724 เมกะพาสคัล

กาหนดสอบให้ทำโดยการตรวจเครื่องหมายและฉลาก

4.3 ความหนา

- 4.3.1 การคำนวณความหนาของส่วนต่างๆ ของถังเก็บก๊าซ ให้คำนวณจากสูตรที่กำหนดในข้อ 4.3.2 และข้อ 4.3.3 โดยสัญลักษณ์ต่าง ๆ มีความหมายดังต่อไปนี้

D_i D_o คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกของถังเก็บก๊าซตามลำดับ เป็นมิลลิเมตร

E คือ ประสิทธิภาพของรอยเชื่อม (รายละเอียดกำหนดในตารางที่ 4)

P คือ ความดันออกแบบหรือความดันใช้งานสูงสุดที่ยอมให้ เป็นเมกะพาสคัล

R_i R_o คือ รัศมีภายในและภายนอกของถังเก็บก๊าซตามลำดับ เป็นมิลลิเมตร

S คือ ความเค้นที่ยอมให้ของแผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำถังเก็บก๊าซ เป็นเมกะพาสคัล (ใช้อัตราส่วนความปลอดภัยเท่ากับ 4 โดยคำนวณจากความต้านแรงดึงของวัสดุ)

t คือ ความหนาของเปลือกถังเก็บก๊าซ เป็นมิลลิเมตร

$C.A.$ คือ ความหนาเพื่อการกัดกร่อน เท่ากับ 1 มิลลิเมตร

การวัดความหนาให้ปฏิบัติตามข้อ 7.2

4.3.2 ความหนาส่วนลำตัวถังเก็บก๊าซ

- 4.3.2.1 ความหนาของเปลือกถังเก็บก๊าซส่วนลำตัวที่รับความเค้นตามแนวรอบวง ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากสูตร

(1) คำนวณโดยใช้มิติภายในของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{PR_i}{SE - 0.6 P} + C.A.$$

(2) คำนวณโดยใช้มิติภายนอกของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{PR_o}{SE + 0.4 P} + C.A.$$

- 4.3.2.2 ความหนาของเปลือกถังเก็บก๊าซส่วนลำตัวที่รับความเค้นตามแนวยาว ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากสูตร

(1) คำนวณโดยใช้มิติภายในของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{PR_i}{2SE + 0.4 P} + C.A.$$

(2) คำนวณโดยใช้มิติภายนอกของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{PR_o}{2SE + 1.6 P} + C.A.$$

4.3.3 ความหนาส่วนหัวถังเก็บก๊าซ

4.3.3.1 ความหนาของส่วนหัวถังเก็บก๊าซที่มีลักษณะกึ่งทรงกลม ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากสูตร

(1) คำนวณโดยใช้มิติภายในของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{PR_i}{2SE - 0.2 P} + C.A.$$

(2) คำนวณโดยใช้มิติภายนอกของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{PR_o}{2SE + 0.8 P} + C.A.$$

4.3.3.2 ความหนาของส่วนหัวถังเก็บก๊าซที่มีลักษณะกึ่งทรงรี (semi-ellipsoid) ที่มีอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่เทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยเป็น 2 ต่อ 1 ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากสูตร

(1) คำนวณโดยใช้มิติภายในของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{PD_i}{2SE - 0.2 P} + C.A.$$

(2) คำนวณโดยใช้มิติภายนอกของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{PD_o}{2SE + 1.8 P} + C.A.$$

4.3.3.3 ความหนาของส่วนหัวถังเก็บก๊าซที่มีลักษณะรูปทอริสเฟียร์ (torisphere) ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากสูตร

(1) คำนวณโดยใช้มิติภายในของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{KPR_i}{2SE - 0.2 P} + C.A.$$

(2) คำนวณโดยใช้มิติภายนอกของถังเก็บก๊าซ

$$t = \frac{KPR_o}{2SE + (K - 0.2) P} + C.A.$$

K คือ ค่าคงที่ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าคงที่ในการคำนวณความหนาส่วนหัวของถังเก็บก๊าซรูปทอริสเฟียร์ (K)

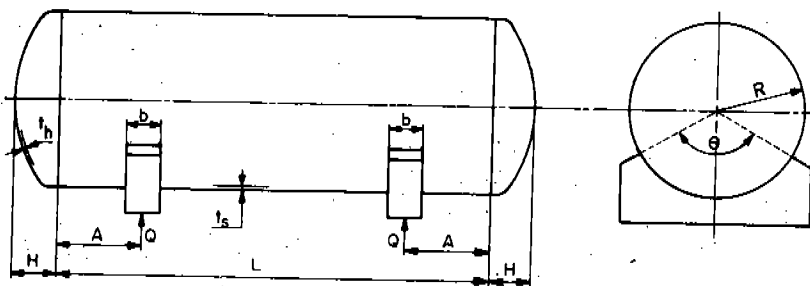
(ข้อ 4.3.3.3)

$\frac{R}{r}$	1.0	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50
K	1.0	1.03	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15	1.17	1.18	1.20	1.22
$\frac{R}{r}$	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
K	1.25	1.28	1.31	1.34	1.36	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50
$\frac{R}{r}$	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.66
K	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77

หมายเหตุ R และ r คือ รัศมีความโค้งใหญ่และรัศมีความโค้งเล็กของส่วนหัวถังเก็บก๊าซตามลำดับ

4.4 ความเค้นในเปลือกถังเก็บก๊าซ

4.4.1 การคำนวณความเค้นในเปลือกถังเก็บก๊าซที่เกิดจากการใช้งาน ให้คำนวณจากสูตรในข้อ 4.4.2 และข้อ 4.4.3 โดยสัญลักษณ์ต่าง ๆ มีความหมายดังต่อไปนี้



- A คือ ระยะระหว่างรอยเชื่อมตามแนวรอบวงที่หัวถัง กับแนวกึ่งกลางของฐานรองรับที่อยู่ใกล้สุด เป็นมิลลิเมตร
- b คือ ความกว้างของฐานรองรับ เป็นมิลลิเมตร
- E คือ ประสิทธิภาพของรอยเชื่อม
- G คือ ค่าคุณสมบัติทนของวัสดุ ประมาณ 2×10^5 เมกะพาสคัล
- H คือ ความสูงของหัวถังเก็บก๊าซ เป็นมิลลิเมตร
- K คือ ค่าคงที่
- L คือ ความยาวส่วนหางกระบอกของถังเก็บก๊าซ เป็นมิลลิเมตร
- Ph คือ ความดันทดสอบ เป็นเมกะพาสคัล

Q คือ แรงสูงสุดที่กระทำต่อฐานรองรับ 1 คาหน่ง เป็นนิวตัน

R คือ ค่าเฉลี่ยของรัศมีของส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซวัดที่กึ่งกลางความหนาของเปลือก เป็นมิลลิเมตร

s คือ ความเค้นที่เกิดขึ้น เป็นเมกะพาสคัล

Scy คือ ความเค้นอัดที่จุดตรวจของวัสดุที่ใช้ทำส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซ เป็นเมกะพาสคัล

Ss คือ ความเค้นที่ยอมให้ของแผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซ เป็นเมกะพาสคัล

th คือ ความหนาของเปลือกถังเก็บก๊าซส่วนหัว ไม่รวมความหนาเพื่อการกัดกร่อน เป็นมิลลิเมตร

ts คือ ความหนาของเปลือกถังเก็บก๊าซส่วนลำตัว ไม่รวมความหนาเพื่อการกัดกร่อน เป็นมิลลิเมตร

θ คือ มุมของฐานรองรับวัดที่จุดศูนย์กลางของถังเก็บก๊าซ เป็นองศา

การตรวจสอบให้ตรวจตามแบบคำนวณที่ผู้ทำต้องส่งมอบให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

4.4.2 ความเค้นเนื่องจากการตัดโค้งตามแนวยาว (s1) .

4.4.2.1 ความเค้นดึง

ผลรวมของความเค้นดึงกับความเค้นที่เกิดจากความดันภายในถังเก็บก๊าซ ต้องไม่เกินค่าที่ได้จากผลคูณระหว่างความเค้นที่ยอมให้ของแผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซกับประสิทธิภาพของรอยเชื่อม

$$\frac{PhR}{2ts} + s1 \leq ESs$$

4.4.2.2 ความเค้นอัด

ผลต่างของความดันภายในถังเก็บก๊าซและความเค้นอัด ต้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของความเค้นอัดที่จุดตรวจของวัสดุที่ใช้ทำส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซ

$$\frac{PhR}{2ts} - s1 \leq 1/2 Scy$$

และ s1 ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ได้จากสูตร

$$s1 \leq \left[\frac{G}{29} \right] \left[\frac{t}{R} \right] \left[2 - \frac{2}{3} (100) \frac{t}{R} \right]$$

โดยค่า s1 ของทั้งสองกรณีคำนวณได้จากสูตรในข้อ 4.4.2.3 และข้อ 4.4.2.4

4.4.2.3 เมื่อ s1 เกิดในระนาบของฐานรองรับ (ความเค้นดึง (+) ด้านบน และความเค้นอัด (-) ด้านล่าง)

$$s_1 = \frac{QA \left[1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{R^2 - H^2}{2AL}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right]}{KR^2 t_s}$$

K คือ ค่าคงที่ K₁ และ K₂ สำหรับความเค้นดึงและความเค้นอัดตามลำดับ ตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าคงที่ในการคำนวณความเค้นเนื่องจากการคดโค้งตามแนวยาว

(ข้อ 4.4.2.3)

ชนิดจำกัด	θ	K ₁	K ₂
โครงสร้างของถังเก็บก๊าซมีความ คงรูป เช่น มีวงแหวนเสริม หรือ $A \leq \frac{R}{2}$	120	3.14	3.14
	135	3.14	3.14
	150	3.14	3.14
โครงสร้างของถังเก็บก๊าซไม่มีความ คงรูป เช่น ไม่มีวงแหวนเสริม หรือ $A > \frac{R}{2}$	120	0.336	0.603
	135	0.414	0.735
	150	0.506	0.876

4.4.2.4 เมื่อ s₁ เกิดในระนาบที่กึ่งกลางระหว่างฐานรองรับ (ความเค้นดึง (+) ด้านล่าง และความเค้นอัด (-) ด้านบน)

$$s_1 = \frac{QL}{4} \left[\frac{1 + 2 \left[\frac{R^2 - H^2}{L^2} \right]}{1 + \frac{4H}{3L}} - \frac{4A}{L} \right] KR^2 t_s$$

4.4.3 ความเค้นเนื่องจากแรงเฉือน (s₂)

ความเค้นเนื่องจากแรงเฉือนที่เกิดในส่วนลำตัวหรือส่วนหัว ต้องไม่เกิน 0.8 เท่าของความเค้นที่ยอมให้ของแผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำส่วนลำตัวหรือส่วนหัวของถังเก็บก๊าซ แล้วแต่กรณี

$$s_2 \leq 0.8 S_s$$

โดยค่า s₂ ที่เกิดในกรณีต่าง ๆ คำนวณได้จากสูตรในข้อ 4.4.3.1 และข้อ 4.4.3.2

4.4.3.1 เมื่อฐานรองรับอยู่ห่างจากหัวถังเก็บก๊าซเกินครึ่งหนึ่งของรัศมี ($A > \frac{R}{2}$)

ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นส่วนล่างหัวถังเก็บก๊าซ

$$s_2 = \frac{K_3 Q}{R t_s} \left[\frac{L - 2A}{L + \frac{4H}{3}} \right]$$

4.4.3.2 เมื่อฐานรองรับอยู่ห่างจากหัวถังเก็บก๊าซไม่เกินครึ่งหนึ่งของรัศมี ($A \leq \frac{R}{2}$)

(1) ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นส่วนล่างหัวถังเก็บก๊าซ

$$s_2 = \frac{K_3 Q}{R t_s}$$

(2) ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นส่วนหัวถังเก็บก๊าซ

$$s_2 = \frac{K_4 Q}{R t_h}$$

K_3 และ K_4 คือ ค่าคงที่ตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าคงที่ในการคำนวณความเค้นเนื่องจากแรงเฉือน

(ข้อ 4.4.3)

ชนิดจำกัด		θ	K_3	K_4
$A > \frac{R}{2}$ และไม่มีวงแหวนเสริม		120	0.171	/
		135	0.958	
		150	0.799	
$A > \frac{R}{2}$ และมีวงแหวนเสริมใน ระนาบของฐานรองรับ		120	0.319	
		135	0.319	
		150	0.319	
$A > \frac{R}{2}$ และไม่มีวงแหวนเสริมที่ไม่ อยู่ในระนาบของฐานรองรับ		120	1.171	
		135	0.958	
		150	0.799	
ส่วนหัวถังเก็บก๊าซ เสริมความแข็งแรง ของส่วนล่างหัวของ ถังเก็บก๊าซ	$b < A < \frac{R}{2}$	120	0.880	0.401
		135	0.654	0.344
		150	0.485	0.295
	$\frac{b}{2} < A \leq b$	120	0.880	0.880
		135	0.654	0.654
		150	0.485	0.485

4.4.4 ความเค้นคดตามแนวรอบวง (s_3 และ s_4)

4.4.4.1 ความเค้นคดตามแนวรอบวงที่เกิดขึ้นในส่วนลำตัวบริเวณขอบของฐานรองรับ (horn) และไม่มีวงแหวนเสริมต้องไม่เกิน 1.5 เท่าของความเค้นที่ยอมให้ของแผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซ

$$s_3 \leq 1.5 S_a$$

โดยค่า s_3 ที่เกิดในกรณีต่างๆ คำนวณได้จากสูตรในข้อ 4.4.4.1(1) และข้อ 4.4.4.1(2)

(1) กรณีความยาวส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซไม่น้อยกว่า 8R

$$s_3 = - \frac{Q}{4t_s(b + 1.56 \sqrt{Rt_s})} - \frac{3KsQ}{2t_s^2}$$

(2) กรณีความยาวส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซน้อยกว่า 8R

$$s_3 = - \frac{Q}{4t_s(b + 1.56 \sqrt{Rt_s})} - \frac{12KsQR}{Lt_s^2}$$

4.4.4.2 ความเค้นคดตามแนวรอบวงที่เกิดขึ้นตามใต้ของส่วนลำตัวถังเก็บก๊าซ และมีหรือไม่มีวงแหวนเสริม ต้องไม่เกิน 0.5 เท่าของความเค้นอัดที่จุดครากของวัสดุที่ใช้ทำส่วนลำตัวของถังเก็บก๊าซ

$$s_4 \leq 0.5 S_{cy}$$

โดย s_4 คำนวณได้จากสูตร

$$s_4 = - \frac{KsQ}{t_s(b + 1.56 \sqrt{Rt_s})}$$

K_s และ K_6 คือ ค่าคงที่ตามตารางที่ 9

4.5 ความหนาของหุบก

ถังเก็บก๊าซต้องมีหุบกเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย โดยหุบกต้องเป็นแบบมีแผ่นฐานร้อยด้วยสลักดิ่งตัวอย่างในข้อ 3.2.3

แผ่นฐานของหุบกต้องเชื่อมติดกับลำตัวถังเก็บก๊าซในตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งจะไม่ทำให้ถังเก็บก๊าซเสียหาย โดยความหนาของแผ่นฐานของหุบกต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากสูตร (ดูรูปในตารางที่ 3)

$$t = \frac{W}{2S \left(R - \frac{D_1}{2} \right)}$$

เมื่อ t คือ ความหนาของแผ่นฐานของหุบกที่เชื่อมติดกับถังเก็บก๊าซ เป็นมิลลิเมตร

W คือ น้ำหนักของถังเก็บก๊าซไม่รวมอุปกรณ์ เป็นกิโลกรัม

S คือ ความเค้นเฉือนที่ยอมให้ของวัสดุที่ใช้ทำผนังของหมึก เป็นเมกะพาสคัล

R คือ รัศมีความโค้งของส่วนบนของผนังของหมึก เป็นมิลลิเมตร

D_i คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของรูเจาะบนผนังของหมึกสำหรับร้อยสลัก เป็นมิลลิเมตร

การวัดความหนาให้ปฏิบัติตามข้อ 7.2

ตารางที่ 9 ค่าคงที่ในการคำนวณความเค้นดัดตามแนวรอบวง

(ข้อ 4.4.4)

ขีดจำกัด	θ	K_5	K_6
	120		0.76C
	135		0.711
	150		0.673
	165		0.645
$\frac{A}{R} \leq 0.50$	120	0.0132	
	135	0.0103	
	150	0.0079	
	165	0.005	
$\frac{A}{R} \geq 1.00$	120	0.0528	
	135	0.0413	
	150	0.0316	
	165	0.0228	

4.6 รอยเชื่อม

เมื่อตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยรังสีตาม Compressed Gas Association (CGA) Pamphlet C-3 Standards for welding and brazing on thin walled cylinders แล้ว รอยเชื่อมจะมีข้อบกพร่องได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ข้อบกพร่องของรอยเชื่อม

(ข้อ 4.6)

รายการที่	ข้อบกพร่องของรอยเชื่อม	เกณฑ์กำหนด สูงสุด
1	ความไม่สมบูรณ์ของรอยเชื่อม	
	1.1 รอยแตก ร้าว และแตกราน	ไม่มี
	1.2 การหลอมละลายไม่ทั่วถึงที่บริเวณ คานล่าง คานข้าง และระหว่างแนว เชื่อม (lack of root, side and inter-run fusion)	ไม่มี
	1.3 การเจาะซึมไม่ลึกพอ (lack of root penetration)	ไม่มี
2	ตะกอนฝังใน	
	2.1 ตะกอนที่แยกอยู่เดี่ยว ๆ ในรอยเชื่อมบนลำตัวของถังเก็บก๊าซ	$l = t$ แต่ไม่เกิน 100 มิลลิเมตร w หรือ $h = t/10$ แต่ไม่เกิน 4 มิลลิเมตร ที่ส่วนกลางภาคตัดขวาง
	ในรอยเชื่อมข้อต่อหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ กับลำตัวของถังเก็บก๊าซ	$l = c/4$ แต่ไม่เกิน 100 มิลลิเมตร w หรือ $h = t/4$ แต่ไม่เกิน 4 มิลลิเมตร บริเวณนอกของภาคตัดขวาง
	2.2 ตะกอนที่อยู่เป็นกลุ่มเป็นแนว	$l = c/8$ แต่ไม่เกิน 100 มิลลิเมตร w หรือ $h = t/8$ แต่ไม่เกิน 4 มิลลิเมตร ความยาว t ในระยะ 12t เว้นแต่ระยะห่าง ระหว่างข้อบกพร่องมากกว่า 6 เท่าของข้อบกพร่อง ที่ใหญ่ที่สุด วัดในทิศทางเดียวกัน
	2.3 ตะกอนฝังในอื่น ๆ	$l = t/4$ แต่ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร
3	โลหะฝังใน	
	3.1 หังสเฟนฝังในเดี่ยว	$l = t/4$ แต่ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร
	3.2 หังสเฟนฝังใน-กลุ่ม	ไม่เกิน 5 กลุ่ม ในพื้นที่วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร
	3.3 หังสเฟนฝังในรวมกับออกไซด์ฝังใน หรืออยู่ที่ผิวของรอยเชื่อม	ไม่มี
	3.4 ทองแดงฝังใน	ไม่มี

ตารางที่ 10 ข้อบกพร่องของรอยเชื่อม (ต่อ)

รายการที่	ข้อบกพร่องของรอยเชื่อม	เกณฑ์กำหนด สูงสุด
4	รูปทรงแ*	
	4.1 รูปทรงแเดี่ยว อยู่ห่างจากรูปทรงแอื่น ๆ ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร	๑ 0.3t แต่ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร
	4.2 รูปทรงแเดี่ยวนอกเหนือจากรายการที่ 4.1	๑ 0.25t แต่ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร
	4.3 รูปทรงแที่กระจายสม่ำเสมอ	พื้นที่รวมร้อยละ 2 ของพื้นที่ของรอยเชื่อมที่อ่านได้จากฟิล์ม (รูปทรงแที่ ๑ ไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร ไม่คำนวนมาคำนวณ)
	4.4 รูปทรงแเป็นกลุ่ม	4 เท่าของพื้นที่ของรูปทรงแในรายการที่ 4.1 ในความยาวของรอยเชื่อมแต่ละ 25 มิลลิเมตรหรือ 2t แล้วแต่ค่าใดจะน้อยกว่า
	4.5 รูปทรงแเรียงเป็นแนว	มีความยาว t ในระยะ 12t เว้นแต่ระยะห่างระหว่างข้อบกพร่องมากกว่า 6 เท่าของรูปทรงแที่ใหญ่ที่สุด แต่ไม่ห้ข้อบกพร่องนี้หากมีการหลอมละลายใหม่ทั่วถึงและการเจาะขึ้นไม่ลึกพอ
	4.6 รูปทรงแยาวเดี่ยว	l = 6 มิลลิเมตร, w พิจารณาจากรูปที่ 3 รูปที่ 4 และรูปที่ 5
	4.7 รูปทรงแยาวเรียงเป็นแนว	เช่นเดียวกับรายการที่ 2.2
5	4.8 รูปทรงแยาวที่ผิวของรอยเชื่อม	ไม่มี
	ช่องว่างที่ผิวของรอยเชื่อม	
	5.1 รอยเว้าที่ส่วนล่างของรอยเชื่อม และความบิดเบี้ยวของร่อง (ที่จะเชื่อม)	ไม่มี ยกเว้นในรอยเชื่อมแนวรอบวงที่มีรูศอกหัววี (root contour) สม่ำเสมอ ให้ความลึกของส่วนเว้าไม่เกิน 1.2 มิลลิเมตร และความหนาของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่า t
	5.2 รอยกัดเซาะ	ไม่มี

หมายเหตุ 1. สัญลักษณ์ในตารางมีความหมายดังต่อไปนี้

t คือ ความหนาของวัสดุก่อนเชื่อม เป็นมิลลิเมตร ในกรณีความหนาไม่เท่ากันให้หมายถึงความหนาของแผ่นที่บางกว่า

w คือ ความกว้างของข้อบกพร่อง เป็นมิลลิเมตร

l คือ ความยาวของข้อบกพร่อง เป็นมิลลิเมตร

h คือ ความสูงของข้อบกพร่อง เป็นมิลลิเมตร

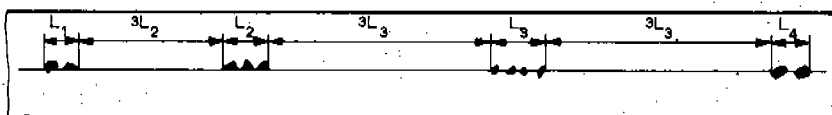
๑ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของข้อบกพร่อง เป็นมิลลิเมตร

c คือ ความยาวเฉลี่ยของรอยเชื่อมแนวรอบวงของข้อต่อ เป็นมิลลิเมตร

2. * ขัดจากผลการยอมรับรูปทรงแให้เป็นไปตามรูปที่ 3 รูปที่ 4 และรูปที่ 5



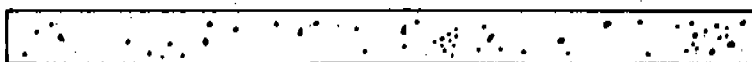
$L_1, L_2, L_3, \dots$ คือ ความยาวของรูปทรงที่เรียงในแนวเดียวกัน



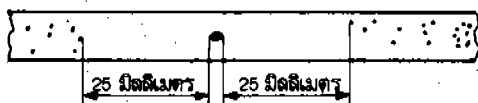
L_1, L_2, L_3 และ L_4 คือ ความยาวของกลุ่มของรูปทรงที่เรียงในแนวเดียวกัน

รูปที่ 3 ขีดจำกัดการยอมรับรูปทรง

(ตารางที่ 10)



รูปทรงหลายขนาด



รูปทรงเดี่ยว



รูปทรงขนาดเล็กกระจายเป็นกลุ่ม

รูปที่ 4 ขีดจำกัดการยอมรับรูปทรง สำหรับความหนาเปลือกถึงเก็บก๊าซ

ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

(ตารางที่ 10)



รูปพรุนหลายขนาด



รูปพรุนเดี่ยว

รูปพรุนขนาดเล็กกระจายเป็นกลุ่ม

รูปที่ 5 ขีดจำกัดการยอมรับรูปพรุน สำหรับความหนาเปลือกถังเก็บก๊าซ

มากกว่า 6 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร

(ตารางที่ 10)

4.7 ความเบี่ยงเบน

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.3 ความเบี่ยงเบนจากมิติต่าง ๆ ที่กำหนดของถังเก็บก๊าซให้เป็นไปดังนี้

4.7.1 เส้นรอบวง

เส้นรอบวงภายนอกของส่วนลำตัวถังเก็บก๊าซ จะเบี่ยงเบนไปจากค่าที่คำนวณได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความเบี่ยงเบนของเส้นรอบวง

(ข้อ 4.7.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (เส้นผ่านศูนย์กลางภายในระบุ บวก 2 เท่าของความหนาจริงของ แผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ทำส่วนลำตัวถังเก็บก๊าซ)	ความเบี่ยงเบน
ไม่เกิน 650	± 5
เกิน 650	$\pm$ ร้อยละ 0.25 ของเส้นรอบวงที่คำนวณได้

4.7.2 ความตรงของส่วนลำตัวถึงเก็บก๊าซ

ความเบี่ยงเบนไปจากความตรงของส่วนลำตัวถึงเก็บก๊าซ ต้องไม่เกินร้อยละ 0.3 ของความยาวส่วนลำตัว

4.7.3 รูปร่างของส่วนหัวถึงเก็บก๊าซ

รูปร่างของส่วนหัวถึงเก็บก๊าซที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะเบี่ยงเบนไปจากแบบแผนแม่เหล็กที่ออกแบบไว้ได้ไม่เกินร้อยละ 1.25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของถังเก็บก๊าซ

4.7.4 ความกลมของส่วนลำตัว

ความแตกต่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางภายในสูงสุดกับค่าสุดของถังเก็บก๊าซ ที่ภาคตัดขวางใด ๆ และความเบี่ยงเบนไปจากแบบแผนแม่เหล็กที่ออกแบบไว้ ต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 12 โดยต้องไม่มีส่วนที่เสียรูปจนราบหรือเป็นสันเกิดขึ้นในรอยเชื่อม ดังตัวอย่างในรูปที่ 6

4.8 ความทนความดันไฮดรอลิก

ถังเก็บก๊าซทุกใบ ต้องทนความดันไฮดรอลิกทดสอบได้โดยไม่บวมหรือบิดเบี้ยวหรือรั่วซึม

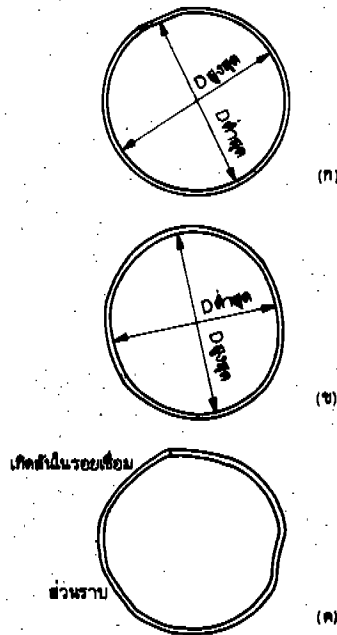
ในการถังเก็บก๊าซรั่วซึมที่รอยเชื่อม ให้ซ่อมแซมรอยเชื่อมแล้วทดสอบใหม่ โดยผู้ทำต้องแจ้งรายละเอียดและวิธีซ่อมแซมรอยเชื่อมให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบด้วย

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.4

ตารางที่ 12 ความเบี่ยงเบนจากความกลมของส่วนรูปทรงกระบอก

(ข้อ 4.7.4)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในระบุ	ความแตกต่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดและต่ำสุด	ความเบี่ยงเบนไปจากแบบแผนแม่เหล็กสูงสุด
	ร้อยละของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในระบุ	
มิลลิเมตร		
ไม่เกิน 900		0.375
เกิน 900 ถึง 1 500	1	0.35
เกิน 1 500		0.30



รูปที่ 6 ตัวอย่างการเสียบรูปจนวนหรือเป็นเส้นในรอยเชื่อม
(ข้อ 4.7.4)

4.9 การวัด

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.5 แล้ว ถึงเก็บก๊าซทุกในต้องไม่วัด

ถ้าถึงเก็บก๊าซวัดหรือเชื่อม ให้เชื่อมแล้วทดสอบใหม่ โดยผู้ทำต้องแจ้งรายละเอียดและวิธีเชื่อมเชื่อมให้หน่วยงานเจ้าหน้าที่ทราบด้วย

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ถึงเก็บก๊าซทุกใน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้บนโลหะซึ่งยึดติดกับถึงเก็บก๊าซ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

(1) คำว่า "ก๊าซปิโตรเลียมเหลว" หรือ "แอล พี ก๊าซ"

(2) ความดันออกแบบหรือความดันใช้งานสูงสุด เป็นเมกะพาสคัล

- (3) รหัสหรือหมายเลขลำดับถังเก็บก๊าซ
- (4) ความจุ เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร
- (5) น้ำหนักถังเปล่า เป็นกิโลกรัม
- (6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าจดทะเบียน
- (7) เครื่องหมายของผู้ตรวจสอบ และเดือน ปีที่ตรวจสอบ

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

6.1.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัสดุ

6.1.1.1 ให้ชักตัวอย่างวัสดุแต่ละรุ่นที่ใช้ทำถังเก็บก๊าซ ให้มีปริมาณเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและทำขึ้นทดสอบเพื่อทดสอบสมบัติทางกลยาวการละ 3 ชิ้น

6.1.1.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 จึงจะถือว่าวัสดุนี้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.1.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยรังสี

6.1.2.1 ให้ทดสอบถังเก็บก๊าซทุกใบโดยสุ่มตัวอย่างรอยเชื่อมดังนี้

(1) ถ้าประสิทธิภาพของรอยเชื่อมเท่ากับ 1.0 หรือ 0.9 (ดูตารางที่ 4) ให้ตรวจสอบรอยเชื่อมของถังเก็บก๊าซด้วยรังสีตลอดรอยเชื่อม

(2) ถ้าประสิทธิภาพของรอยเชื่อมเท่ากับ 0.85 หรือน้อยกว่า ให้สุ่มตัวอย่างรอยเชื่อมของถังเก็บก๊าซแต่ละใบมาตรวจสอบด้วยรังสี ดังต่อไปนี้

(2.1) สำหรับการเชื่อมอัตโนมัติให้สุ่มตัวอย่างรอยเชื่อมอย่างน้อยร้อยละ 2 จากรอยเชื่อมทุก ๆ ระยะ 15 เมตร หรือน้อยกว่า ตั้งแต่เริ่มเชื่อม เว้นแต่ถังเก็บก๊าซที่มีรอยเชื่อมทั้งใบไม่ถึง 15 เมตร ให้สุ่มตัวอย่างรอยเชื่อมเพียงแห่งเดียว

(2.2) สำหรับการเชื่อมด้วยมือหรือการเชื่อมกึ่งอัตโนมัติ ให้สุ่มตัวอย่างรอยเชื่อมอย่างน้อยร้อยละ 10 จากรอยเชื่อมทุก ๆ ระยะ 3 เมตร หรือเศษของ 3 เมตร ตั้งแต่เริ่มเชื่อม เว้นแต่ถังเก็บก๊าซที่มีรอยเชื่อมทั้งใบไม่ถึง 3 เมตร ให้สุ่มตัวอย่างรอยเชื่อมเพียงแห่งเดียว

(2.3) รอยเชื่อมที่สุ่มตัวอย่างตามข้อ 6.1.2.1(2.1) หรือข้อ 6.1.2.1(2.2) ต้องครอบคลุมรอยต่อทั้งจากของรอยเชื่อม 2 รอย ("Tee" junction) อย่างน้อยร้อยละ 50

(2.4) รอยเชื่อมที่สุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบด้วยรังสีต้องยาวอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร

6.1.2.2 ผลการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยรังสีของถังเก็บก๊าซแต่ละใบต้องเป็นไปตามข้อ 4.6 จึงจะถือว่าถังเก็บก๊าซใบนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.1.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป ความหนา ความเบี่ยงเบน ความทน ความต้านไฮดรอลิก และการรั่วซึม

6.1.3.1 ให้ทดสอบถังเก็บก๊าซทุกใบ

6.1.3.2 ถังเก็บก๊าซต้องเป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 4.2 ข้อ 4.3 ข้อ 4.4 ข้อ 4.5 ข้อ 4.7 ข้อ 4.8 และข้อ 4.9 ตามลำดับ จึงจะถือว่าถังเก็บก๊าซใบนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.1.1.2 ข้อ 6.1.2.2 และข้อ 6.1.3.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าถังเก็บก๊าซใบนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

7. การทดสอบ

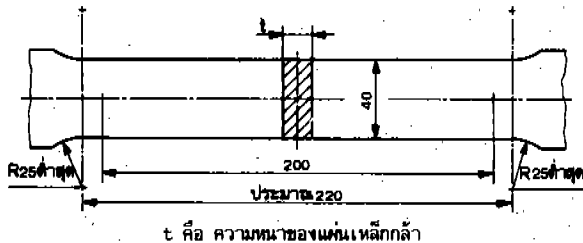
7.1 สมบัติทางกล

7.1.1 ความต้านแรงดึงที่จุดคราก ความต้านแรงดึง และความยืด

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 4 การทดสอบเหล็กกล้าโดยการดึง (ทั่วไป) มาตรฐานเลขที่ มอก.244 เล่ม 4 โดยใช้ชิ้นทดสอบดังแสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8

7.1.2 การดัดโค้ง

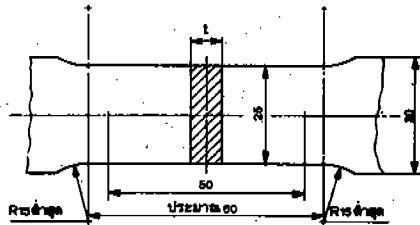
ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 11 การทดสอบเหล็กกล้าโดยการดัดโค้ง (ทั่วไป) มาตรฐานเลขที่ มอก.244 เล่ม 11



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 7 ชิ้นทดสอบสำหรับแผ่นเหล็กกล้าในคุณภาพ 1 2 และ 3

(ข้อ 7.1.1)



t คือ ความหนาของแผ่นเหล็กกล้า

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 8 ขั้วทดสอบสำหรับแผ่นเหล็กกล้าชั้นคุณภาพ 4 และ 5

(ข้อ 7.1.1)

7.2 ความหนา

ให้วัดความหนาของส่วนต่าง ๆ ของถังเก็บก๊าซ ด้วยเครื่องอัลตราโซนิก (ultrasonic device) หรือเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าเสียงสะท้อน แล้วเทียบกับค่าที่คำนวณได้ สำหรับทุกหัววัดด้วยเครื่องวัดหัววัดได้ละเอียดถึง 0.001 มิลลิเมตร

7.3 ความเบี่ยงเบน

7.3.1 เส้นรอบวง

ให้วัดเส้นรอบวงของถังเก็บก๊าซส่วนรูปทรงกระบอกทุกใบที่ภาคตัดขวางห่าง ๆ 3 แห่ง ด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม เทียบแต่ละค่ากับเกณฑ์ที่กำหนด

7.3.2 ความตรงของส่วนลำตัวถังเก็บก๊าซ

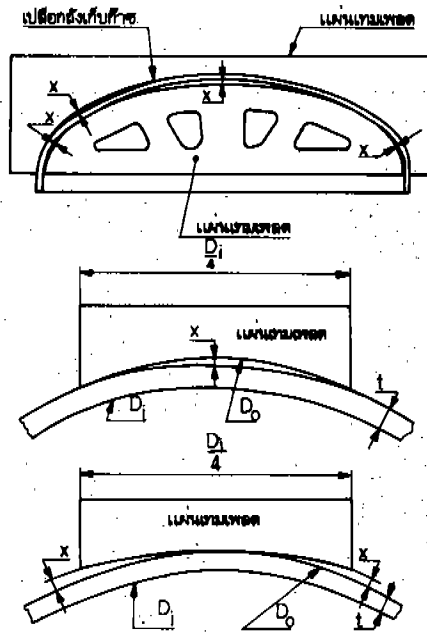
ให้วัดคั้งถังเก็บก๊าซแต่ละใบบนฐานรองรับ เช่นเดียวกับที่จะติดตั้งในการใช้งานจริง วัดความเบี่ยงเบนจากความตรงที่มากที่สุดของผิวของถังเก็บก๊าซด้วยวิธีที่เหมาะสม แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

7.3.3 รูปร่างของส่วนลำตัวถังเก็บก๊าซและความกลมของส่วนลำตัวถังเก็บก๊าซ

7.3.3.1 ให้ใช้แบบแม่เหล็กเพื่อทดสอบสำหรับส่วนต่าง ๆ ของถังเก็บก๊าซแต่ละใบ ทาบกับส่วนที่ต้องการจะตรวจสอบนั้นในแนวตั้งฉากกับผิว โดยผิวที่จะวัดความเบี่ยงเบนต้องเป็นผิวของแผ่นเหล็กกล้าทั้งหมดที่ไม่รวมรอยเชื่อมหรือส่วนอื่น ๆ ที่สูงเกินผิวออกมา

7.3.3.2 สำหรับการวัดความกลมของส่วนรูปทรงกระบอก ให้ใช้แบบแม่เหล็กที่มีขนาด 1/4 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอกนั้น ๆ ทาบตามผิวดังแสดงในรูปที่ 9

7.3.3.3 ลักษณะของความเบี่ยงเบนจากแบบแม่เหล็กที่จุดต่าง ๆ ให้เป็นไปตามรูปที่ 9



D_i คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของถังเก็บก๊าซ

D_o คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของถังเก็บก๊าซ

t คือ ความหนาของเปลือกถังเก็บก๊าซ

x คือ ความเบี้ยวเบน

รูปที่ 9 ความเบี้ยวเบนจากแบบแผ่นกลมเหลด

(ข้อ 7.3.3.2 และข้อ 7.3.3.3)

7.3.3.4 การหาความแตกต่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางภายในสูงสุดกับต่ำสุดของถังเก็บก๊าซ ที่ภาคตัดขวางใด ๆ ให้วัดโดยวิธีที่เหมาะสม ที่ตำแหน่งที่พิจารณาแล้วว่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในสูงสุดและต่ำสุด แล้วนำมาหักลบกัน

7.4 ความทนความดันไฮดรอลิก

7.4.1 การเตรียมการทดสอบ

7.4.1.1 ถังเก็บก๊าซที่จะทดสอบความทนความดันไฮดรอลิก ต้องติดตั้งลิ้นระบายที่รับทั้งความดันระบายไว้สูงกว่าความดันทดสอบเล็กน้อย

7.4.1.2 ติดตั้งถังเก็บก๊าซที่จะทดสอบ บนฐานหมอนรองเพียงหนึ่งที่สามารถรับน้ำหนักตัวถังเก็บก๊าซเอง รวมทั้งแรงหวัดในเมตลีน ๆ ที่จะเกิดขึ้นระหว่างทดสอบ

7.4.1.3 ในการใส่น้ำเพื่อวัดความดัน ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีอากาศหลงเหลืออยู่ในถังเก็บก๊าซ และอุณหภูมิของน้ำระหว่างกาทดสอบต้องไม่ต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส

7.4.2 วิธีทดสอบ

7.4.2.1 ก่อนให้ความดันแก๊สดังเก็บก๊าซต้องตรวจสอบว่า อุณหภูมิของถังเก็บก๊าซเท่ากับอุณหภูมิของน้ำ

7.4.2.2 ให้ความดันแก๊สอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอจนกระทั่งความดันของน้ำในถังเก็บก๊าซเท่ากับ 1.5 เท่าของความดันออกแบบ และควบคุมให้ความดันนี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที

7.5 การรั่วซึม

อัดอากาศหรือก๊าซในโครเจนหรือก๊าซเฉื่อยเข้าสู่ถังเก็บก๊าซ จนกระทั่งความดันไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของความดันออกแบบ แล้วตรวจสอบอากาศด้วยน้ำสบู่ หรือด้วยอุปกรณ์ตรวจการรั่วซึมที่เป็นที่ยอมรับทั่วไป

8. การรายงานผล

ให้รายงานผลการทดสอบถังเก็บก๊าซตามลำดับดังนี้

- (1) เลขลำดับของรายงาน และวันที่
- (2) หมายเลขลำดับของถังเก็บก๊าซ
- (3) ผลการทดสอบวัสดุ
- (4) แบบแสดงรายการค่าขนาดต่าง ๆ
- (5) รายงานการทำการวิธีทางความร้อน (ถ้ามี)
- (6) รายงานการตรวจสอบด้วยรังสี และฟิล์มแสดงผลกาตรวจสอบ
- (7) รายงานการทดสอบความทนความดันไฮดรอลิก และวัน เดือน ปีที่ทดสอบ
- (8) ผลการทดสอบอื่น ๆ เช่น รายละเอียดเกี่ยวกับมิติ ความจุ
- (9) รายละเอียดการซ่อมแซมรอยเชื่อม (ถ้ามี)
- (10) เอกสารแสดงเครื่องหมายของผู้ทดสอบความทนความดันไฮดรอลิก