

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๕๑๘ (พ.ศ. ๒๕๕๖)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ท่อพอลิเอทิลีนสำหรับน้ำดื่ม

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อพอลิเอทิลีนสำหรับน้ำดื่ม มาตรฐานเลขที่ มอก. 982 - 2548

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๓๓๔๕ (พ.ศ. ๒๕๔๘) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อพอลิเอทิลีนสำหรับน้ำดื่ม ลงวันที่ ๑ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๔๘ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อพอลิเอทิลีนสำหรับน้ำดื่ม มาตรฐานเลขที่ มอก. 982 - 2556 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด ๓๖๐ วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๖

ประเสริฐ บุญชัยสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อพอลิเอทิลีนสำหรับน้ำดื่ม

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมท่อที่ทำจากพอลิเอทิลีนคอมพาวนด์สำหรับผลิตท่อน้ำดื่มเท่านั้น ใช้ส่งน้ำเพื่อการบริโภค ที่ความดันใช้งานสูงสุดไม่เกิน 25 bar (บาร์) ที่อุณหภูมิใช้งานอ้างอิง 20 °C (องศาเซลเซียส)

หมายเหตุ สำหรับการใช้งานอุณหภูมิระหว่าง 20 °C ถึง 40 °C ดู ภาคผนวก ก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ท่อพอลิเอทิลีนสำหรับน้ำดื่ม ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "ท่อ" หมายถึง ท่อน้ำที่ขึ้นรูปจากพอลิเอทิลีนคอมพาวนด์สำหรับใช้ทำท่อน้ำดื่ม
- 2.2 ท่อพีอี หมายถึง ท่อผนังชั้นเดียว โดยให้รวมถึงท่อพีอีที่มีแถบคาดด้วย
- 2.3 ท่อพีอีมีผนังหลายชั้น (PE pipes with co-extruded layers) หมายถึง ท่อที่มีการผลิตแบบกระบวนการอัดรีดร่วมของพอลิเอทิลีนคอมพาวนด์แต่ละชั้นที่มีค่า MRS เดียวกัน ซึ่งอาจเป็นสีดำหรือชั้นสีอื่นๆ
- 2.4 ท่อพีอีมีเปลือกหุ้ม (PE coated pipe) หมายถึง ท่อที่มีผนังชั้นนอกเป็นวัสดุเทอร์โมพลาสติกปกป้องกันหรือลอกผิวออกได้
- 2.5 พอลิเอทิลีนคอมพาวนด์ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "คอมพาวนด์" หมายถึง พอลิเอทิลีนเรซินชนิดความหนาแน่นสูงที่หลอมผสมกับสารเติมแต่งเพื่อปรับสมบัติทางฟิสิกส์ให้เหมาะสมสำหรับขึ้นรูปเป็นท่อพอลิเอทิลีนสำหรับน้ำดื่ม
- 2.6 ขนาดระบุ (nominal size) หมายถึง ตัวเลขแสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อพีอีที่มีค่าใกล้เคียงกับขนาดที่ผลิตในหน่วยมิลลิเมตร
- 2.7 เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุ (nominal outside diameter) หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับขนาดระบุ
- 2.8 เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่จุดใดๆ (outside diameter at any point) หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่วัดได้จากหน้าตัดที่จุดใดๆ บนท่อ โดยให้ปัดขึ้นอยู่ในหลักของ 0.1 mm (มิลลิเมตร)

- 2.9 เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย (mean outside diameter) หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่วัดได้จากเส้นรอบวงจากหน้าตัด ณ จุดใดๆ บนท่อหารด้วยค่า π (π มีค่าเท่ากับ 3.142) โดยให้ปัดขึ้นอยู่ในหลักของ 0.1 mm
- 2.10 เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยต่ำสุด (minimum mean outside diameter) หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกกระบอกหนึ่งๆ
- 2.11 เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยสูงสุด (maximum mean outside diameter) หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกกระบอกหนึ่งๆ
- 2.12 ความเบี้ยว (out-of-roundness) หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกสูงสุดที่วัดได้กับค่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกต่ำสุดที่วัดได้ที่หน้าตัดเดียวกันของท่อ
- 2.13 ความหนาท่อระบุ (nominal wall thickness) หมายถึง ตัวเลขแสดงความหนาของท่อ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับขนาดที่ผลิตในหน่วยมิลลิเมตร
- 2.14 ความหนาท่อต่ำสุดที่จุดใดๆ (minimum wall thickness at any point) หมายถึง ความหนาของท่อต่ำสุดที่กำหนดที่จุดใดๆ วัดตามแนวเส้นรอบวง
- 2.15 ความหนาท่อสูงสุดที่จุดใดๆ (maximum wall thickness at any point) หมายถึง ความหนาของท่อสูงสุดที่กำหนดที่จุดใดๆ วัดตามแนวเส้นรอบวง
- 2.16 ความหนาท่อเฉลี่ย (mean wall thickness) หมายถึง ค่าเฉลี่ยจากการวัดความหนาของท่อในระยะห่างที่เท่ากันตามแนวเส้นรอบวงของท่อที่หน้าตัดหนึ่งๆ โดยรวมทั้งความหนาต่ำสุดและสูงสุดที่วัดได้
- 2.17 อนุกรมท่อ (pipe series) หมายถึง ตัวเลขแสดงการเรียกขนาดตามมาตรฐาน ISO 4065
- หมายเหตุ *คำนวณอนุกรมท่อได้จากสมการ*
- $$s = \frac{SDR - 1}{2}$$
- โดยที่ *s* คือ อนุกรมท่อ
- SDR* คือ อัตราส่วนขนาดมาตรฐาน
- 2.18 อัตราส่วนขนาดมาตรฐาน (standard dimension ratio) หมายถึง อัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกกระบอกกับความหนาท่อระบุ
- 2.19 ความดันระบุ (nominal pressure) หมายถึง ระบบตัวเลขเพื่อใช้อ้างอิงแสดงคุณลักษณะทางกลของระบบท่อ
- 2.20 ความดันใช้งานสูงสุด (maximum operating pressure) หมายถึง ความดันใช้งานสูงสุดที่ส่งของเหลวได้อย่างต่อเนื่องในระบบท่อ มีหน่วยเป็นบาร์
- หมายเหตุ *คำนวณความดันใช้งานสูงสุดได้จากสมการ*
- $$MOP = \frac{20 (MRS)}{C \times [(SDR) - 1]}$$

โดยที่	MOP	คือ ความดันใช้งานสูงสุด
	MRS	คือ ระดับความแข็งแรงขั้นต่ำของวัสดุ
	C	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ในการออกแบบ
	SDR	คือ อัตราส่วนขนาดมาตรฐาน

- 2.21 ค่าแรงดันใช้งานที่ยอมรับได้ (allowable operating pressure) หมายถึง ความดันสูงสุดที่ใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง
- 2.22 ค่าความทนความดันคาคหาหมายที่ระดับความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่อุณหภูมิ 20°C อายุการใช้งานที่ 50 ปี (lower confidence limit of the predicted hydrostatic strength at 20°C for 50 years) หมายถึง ปริมาณความเค้นคาคหาหมายที่ระดับความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 97.5% ซึ่งแสดงถึงสมบัติของคอมพาวนด์ โดยประมาณการที่อุณหภูมิ 20°C อายุการใช้งานคาคหาหมาย 50 ปี ภายใต้การรับแรงดันของน้ำ
- 2.23 ระดับความแข็งแรงขั้นต่ำของวัสดุ (minimum required strength) หมายถึง ค่าความแข็งแรงขั้นต่ำที่ต้องการของคอมพาวนด์อายุการใช้งานเป็นระยะเวลา 50 ปี จากการทดสอบและคำนวณค่าความทนความดันที่อุณหภูมิ 20 °C ตาม ISO 9080
- 2.24 ความเค้นออกแบบ (design stress) หมายถึง ค่าความเค้นที่ยอมรับให้นำไปใช้ได้ ซึ่งหาได้จากค่าระดับความแข็งแรงขั้นต่ำของวัสดุหารด้วยค่าสัมประสิทธิ์ในการออกแบบ แล้วปรับลดค่าเป็นค่าต่ำกว่าถัดไปของเลขนิยมอนุกรม R20

หมายเหตุ คำนวณความเค้นออกแบบได้จากสมการ

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

โดยที่	σ_s	คือ ความเค้นออกแบบ
	MRS	คือ ระดับความแข็งแรงขั้นต่ำของวัสดุ
	C	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ในการออกแบบ

- 2.25 ค่าสัมประสิทธิ์ในการออกแบบ (overall service (design) coefficient) หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ที่มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งได้พิจารณา รวมถึงค่าสภาพของการใช้งานและค่าคุณสมบัติของอุปกรณ์ของระบบท่อ
- 2.26 อัตราการไหลเมื่อหลอมเหลว (melt flow rate) หมายถึง อัตราการไหลของเนื้อวัสดุขณะหลอมเหลว เป็นกรัมต่อ 10 min (นาที)
- 2.27 คอมพาวนด์ใช้ซ้ำ (reworked compound) หมายถึง คอมพาวนด์ที่ผ่านกระบวนการอัดรีดเพื่อขึ้นรูปเป็นท่อพีอีจากโรงงานผู้ทำ แต่เนื่องจากพบข้อบกพร่องที่ทำให้ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจึงนำท่อพีอีดังกล่าวไปบดย่อยและหลอมเป็นเม็ด

3. ประเภท

- 3.1 ท่อ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ
- 3.1.1 ท่อพีอี โดยให้รวมถึงท่อพีอีที่มีแถบคาสีต่างๆด้วย

3.1.2 ท่อพื้อมีผนังหลายชั้น

3.1.3 ท่อพื้อมีเปลือกหุ้ม

4. สัญลักษณ์และอักษรย่อ

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 4.1 C (overall service (design) coefficient) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ในการออกแบบ
- 4.2 d_{em} (mean outside diameter) คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย
- 4.3 $d_{em\ min}$ (minimum mean outside diameter) คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยต่ำสุด
- 4.4 $d_{em\ max}$ (maximum mean outside diameter) คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยสูงสุด
- 4.5 d_e (outside diameter at any point) คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่จุดใดๆ
- 4.6 d_n (nominal outside diameter) คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุ
- 4.7 e (minimum wall thickness at any point) ความหนาที่จุดใดๆ
- 4.8 e_m (mean wall thickness) คือ ความหนาที่เฉลี่ย
- 4.9 e_{max} (maximum wall thickness at any point) คือ ความหนาที่สูงสุดที่จุดใดๆ
- 4.10 e_{min} (minimum wall thickness at any point) คือ ความหนาที่ต่ำสุดที่จุดใดๆ
- 4.11 e_n (nominal wall thickness) คือ ความหนาที่ระบุ
- 4.12 σ_{LPL} (lower confidence limit at 20°C for 50 years) คือ ค่าความทนความดันคาดหมายที่ระดับความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่อุณหภูมิ 20°C สำหรับอายุการใช้งานที่ 50 ปี
- 4.13 σ_s (design stress) คือ ความเค้นออกแบบ
- 4.14 DN/OD (nominal size) คือ ขนาดระบุ
- 4.15 MFR (melt flow rate) คือ อัตราการไหลเมื่อหลอมเหลว
- 4.16 OIT (oxidation induction time) คือ ระยะเวลาการเกิดออกซิเดชัน
- 4.17 PFA (allowable operating pressure) คือ ค่าแรงดันใช้งานที่ยอมให้ใช้งาน
- 4.18 PN (nominal pressure) คือ ความดันระบุ
- 4.19 S (pipe series) คือ อนุกรมท่อ
- 4.20 SDR (standard dimension ratio) คือ อัตราส่วนขนาดมาตรฐาน

5. วัสดุ

- 5.1 วัสดุที่นำมาทำเป็นท่อพีอีต้องเป็นคอมพาวนด์ใหม่ (virgin compound) หรือคอมพาวนด์ใช้ซ้ำ (reworked compound) จากโรงงานผู้ทำเท่านั้น
หมายเหตุ ปริมาณคอมพาวนด์ใช้ซ้ำให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย
- 5.2 คอมพาวนด์ต้องเป็นไปตาม มอก.พอลิเอทิลีนคอมพาวนด์สำหรับผลิตท่อน้ำดื่ม โดยมีค่า MRS และ σ_s ดังตารางที่ 1
หมายเหตุ ในกรณีที่มีมอก.พอลิเอทิลีนคอมพาวนด์สำหรับผลิตท่อน้ำดื่ม ยังไม่ได้ประกาศใช้ คอมพาวนด์ต้องเป็นไปตาม ISO 4427-1

ตารางที่ 1 ชั้นคุณภาพของคอมพาวนด์
(ข้อ 5.2)

หน่วยเป็นเมกะพาสคัล

ชั้นคุณภาพ	MRS	σ_s
PE 100	10	8.0
PE 80	8	6.3

- 5.3 คอมพาวนด์ที่นำมาทำเป็นท่อพีอีผนังหลายชั้นในแต่ละชั้นต้องเป็นชั้นคุณภาพเดียวกัน
- 5.4 คอมพาวนด์ที่นำมาทำเป็นแถบสีต้องทำมาจากพอลิเอทิลีนเรซินคุณภาพเดียวกับที่ใช้ทำคอมพาวนด์ทำท่อพีอี
หมายเหตุ สมบัติของคอมพาวนด์ที่นำมาทำเป็นแถบให้เป็นไปตาม ภาคผนวก ข

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 6.1 ลักษณะทั่วไป
ท่อต้องมีผิวภายในและภายนอกเรียบ สะอาด ปราศจากรอยแผลลึกเข้าไปจากผิวท่อ รุ และความเสียหายอื่นๆ ที่มีผลทำให้ท่อไม่เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด มีความหนาสม่ำเสมอ ปลายท่อควรจะตัดอย่างเรียบร้อย สะอาดและตั้งฉากกับท่อ
การทดสอบให้ตรวจพินิจ
- 6.2 สี
- 6.2.1 ท่อพีอี หรือท่อชั้นในของท่อพีอีมีผนังหลายชั้นหรือของท่อพีอีมีเปลือกหุ้มต้องเป็นสีดำ หรือสีน้ำเงิน หรือสีดำคาดแถบสีน้ำเงินเท่านั้น

หมายเหตุ หากติดตั้งเหนือพื้นดิน ควรมีการกำบังแสงแดดกับท่อพีอีหรือท่อชั้นนอกสุดของท่อพีอีผนังหลายชั้นสีน้ำเงิน

6.3 ผลที่เกิดขึ้นกับน้ำ

ต้องไม่ทำให้น้ำมีกลิ่น รส หรือสีเปลี่ยนไปจากเดิม และปริมาณของสารที่สกัดได้ ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.2

ตารางที่ 2 ปริมาณของสารที่สกัดได้

(ข้อ 6.3)

สารที่สกัดได้	ปริมาณของสารที่สกัดได้ mg/dm ³
ปรอท	0.001
ตะกั่ว	0.01
สารหนู	0.01
ซีลีเนียม	0.01
โครเมียม	0.05
โซเดียมไนต์	0.07
แคดเมียม	0.003
แบเรียม	0.7
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (total dissolved solid)	70

6.4 ปริมาณคาร์บอนแบล็ก (สำหรับท่อสีดำ)

ต้องมีปริมาณคาร์บอนแบล็ก 2.25% สัดส่วนโดยมวล \pm 0.25% สัดส่วนโดยมวล

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 6964

6.5 คุณลักษณะที่ต้องการทางกล

6.5.1 การปรับสภาวะ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ปรับสภาวะที่ $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ก่อนการทดสอบ

6.5.2 ข้อกำหนดท่อพีอี

ต้องเป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณลักษณะที่ต้องการทางกล
(ข้อ 6.5.2)

ที่	คุณลักษณะ	ข้อกำหนด	พารามิเตอร์การทดสอบ		วิธีทดสอบ ตาม
			พารามิเตอร์	ค่าที่กำหนด	
1	ความทนความ ดันที่ 20 °C	ต้องไม่เสียหายใน ช่วงเวลาที่ทำการ ทดสอบ	ระยะเวลาปรับสภาวะ จำนวนชิ้นตัวอย่าง ^a การทดสอบ อุณหภูมิทดสอบ ระยะเวลาทดสอบ ความเค้นตามแนวเส้นรอบวง PE 80 PE 100	เป็นไปตาม ISO 1167-1 3 ชิ้น น้ำ ใน น้ำ 20 °C 100 h 10.0 MPa 12.4 MPa	ISO 1167-1 ISO 1167-2 ^c
2	ความทนความ ดันที่ 80 °C	ต้องไม่เสียหายใน ช่วงเวลาที่ทำการ ทดสอบ	ระยะเวลาปรับสภาวะ จำนวนชิ้นตัวอย่าง ^a การทดสอบ อุณหภูมิทดสอบ ระยะเวลาทดสอบ ความเค้นตามแนวเส้นรอบวง PE 80 PE 100	เป็นไปตาม ISO 1167-1 3 ชิ้น น้ำ ใน น้ำ 80 °C 165 h ^b 4.5 MPa 5.4 MPa	ISO 1167-1 ISO 1167-2 ^c
3	ความทนความ ดันที่ 80 °C	ต้องไม่เสียหายใน ช่วงเวลาที่ทำการ ทดสอบ	ระยะเวลาปรับสภาวะ จำนวนชิ้นตัวอย่าง ^a การทดสอบ อุณหภูมิทดสอบ ระยะเวลาทดสอบ ความเค้นตามแนวเส้นรอบวง PE 80 PE 100	เป็นไปตาม ISO 1167-1 3 ชิ้น น้ำ ใน น้ำ 80 °C 1 000 h 4.0 MPa 5.0 MPa	ISO 1167-1 ISO 1167-2 ^c

หมายเหตุ รายการคุณลักษณะความต้านทานรอยแตกอย่างช้า (slow crack growth) ได้ทดสอบกับคอมพาวนด์ใน
ตัวอย่างที่ขึ้นรูปเป็นท่อแล้ว รายละเอียดดังมอก.พอลิเอทิลีนคอมพาวนด์สำหรับผลิตท่อน้ำดื่ม

^a จำนวนตัวอย่างให้เป็นไปตามที่ระบุในตาราง จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบสำหรับการควบคุมคุณภาพการทำของโรงงานให้ระบุ
ในแผนควบคุมคุณภาพของผู้ทำ

^b หากชิ้นงานเกิดการแตกแบบยืด (ductile) ก่อนเวลาที่กำหนด ให้ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งตามข้อ 6.5.3

^c สำหรับท่อที่มีขนาดระบุมากกว่า 315 ให้ใช้ความยาวในการทดสอบไม่น้อยกว่า 1 000 mm

6.5.3 การทดสอบซ้ำเมื่อทดสอบไม่ผ่านที่อุณหภูมิ 80 °C

กรณีที่เกิดการแตกแบบเปราะ (brittle) ก่อนเวลา 165 h ถือว่าการทดสอบนั้นไม่ผ่าน อย่างไรก็ตามถ้าในระยะเวลา 165 h ขึ้นงานเกิดการแตกแบบยืดก่อนเวลาที่กำหนด ให้ทดสอบซ้ำอีกครั้งโดยลดความเค้นตามแนวเส้นรอบวงให้ต่ำลง และเวลาที่ใช้ทดสอบให้เป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 พารามิเตอร์สำหรับการทดสอบซ้ำ ความทนความดันที่อุณหภูมิ 80 °C
(ข้อ 6.5.3)

PE 80		PE 100	
ความเค้น (MPa)	เวลาทดสอบ (h)	ความเค้น (MPa)	เวลาทดสอบ (h)
4.5	165	5.4	165
4.4	233	5.3	256
4.3	331	5.2	399
4.2	474	5.1	629
4.1	685	5.0	1000
4.0	1000		

6.5.4 ท่อพีอีมีผนังหลายชั้น

คุณลักษณะที่ต้องการเชิงกลของท่อพีอีมีผนังหลายชั้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.5.2

6.5.5 ท่อพีอีมีเปลือกหุ้ม

คุณลักษณะที่ต้องการเชิงกลของท่อพีอีมีเปลือกหุ้มที่ไม่รวมเปลือกหุ้ม (ลอกเปลือกหุ้มก่อนการทดสอบ) ต้องเป็นไปตามข้อ 6.5.2 และเปลือกหุ้มต้องไม่ส่งผลกระทบต่อทดสอบเพื่อให้เป็นไปตามข้อ 6.5.2

6.6 คุณลักษณะทางฟิสิกส์

6.6.1 การปรับสภาวะ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ปรับสภาวะที่ (23±2) °C ก่อนการทดสอบ

6.6.2 ข้อกำหนดท่อพีอี

ต้องเป็นไปตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณลักษณะทางฟิสิกส์
(ข้อ 6.6.2)

ที่	คุณลักษณะ	ข้อกำหนด	พารามิเตอร์การทดสอบ		วิธีการทดสอบ
			พารามิเตอร์	ค่าที่กำหนด	
1	ความยืดเมื่อขาด สำหรับ $e \leq 5 \text{ mm}$	$\geq 350 \%$	ตัวอย่าง ความเร็วทดสอบ จำนวนชิ้นตัวอย่าง	Type 2 100 mm/min ตามมาตรฐาน ISO 6259	ISO 6259-1 ISO 6259-3
	ความยืดเมื่อขาด สำหรับ $5 \text{ mm} < e \leq 12 \text{ mm}$	$\geq 350 \%$	ตัวอย่าง ความเร็วทดสอบ จำนวนชิ้นตัวอย่าง	Type 1 ^a 50 mm/min ตามมาตรฐาน ISO 6259	ISO 6259-1 ISO 6259-3
	ความยืดเมื่อขาด สำหรับ $e > 12 \text{ mm}$	$\geq 350 \%$	ตัวอย่าง ความเร็วทดสอบ จำนวนชิ้นตัวอย่าง หรือ ตัวอย่าง ความเร็วทดสอบ จำนวนชิ้นตัวอย่าง	Type 1 ^a 25 mm/min ตามมาตรฐาน ISO 6259 Type 3 ^a 10 mm/min ตามมาตรฐาน ISO 6259	ISO 6259-1 ISO 6259-3
2	การเปลี่ยนแปลงความยาว ของท่อ	$\leq 3 \%$ และไม่มี ผลกับผิวท่อ	ตัวอย่างและจำนวน ^c อุณหภูมิทดสอบ : เวลาที่ใช้ทดสอบ	ตามมาตรฐาน ISO 2505 110 °C ± 2 °C ตาม ISO 2505	ISO 2505
3	อัตราการไหลเมื่อ หลอมเหลว	ต้องแตกต่างกัน เกิน 20% ^d	น้ำหนักทดสอบ อุณหภูมิทดสอบ เวลาทดสอบ จำนวนชิ้นตัวอย่าง	5.0 kg 190 °C 10 min ตามมาตรฐาน ISO 1133	ISO 1133:2005 Condition T
4	ระยะเวลาเกิดออกซิเดชัน	$\geq 35 \text{ min}$	อุณหภูมิทดสอบ จำนวนชิ้นตัวอย่าง ^f	200 °C ^e 3	ISO 11357-6 : 2002

^a ในทางปฏิบัติ สามารถใช้ตัวอย่าง Type 2 สำหรับท่อที่มีความหนาน้อยกว่า 25 mm และให้ยุติการทดสอบเมื่อตัวอย่างเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยไม่ต้องทดสอบให้ตัวอย่างขาดออกจากกัน

^c สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกมากกว่า 200 mm สามารถใช้ตัวอย่างทดสอบ จากการตัดแบ่งส่วนของท่อตามแนวความยาวได้

^d ให้เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลเมื่อหลอมเหลวของท่อที่อีกกับค่าจากผลการทดสอบคอมพาวนด์ที่ใช้ทำ

^e สามารถทดสอบที่ 210 °C ได้หากสามารถหาความสัมพันธ์กับผลการทดสอบที่อุณหภูมิ 200 °C กรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ทดสอบที่อุณหภูมิอ้างอิงที่ 200 °C

^f ให้ใช้ตัวอย่างจากผิวด้านในของท่อ

6.6.3 ท่อพีอีมีผนังหลายชั้น

คุณลักษณะที่ต้องการทางฟิสิกส์ของท่อพีอีมีผนังหลายชั้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.6.2 และต้องทดสอบเสถียรภาพทางความร้อน (OIT) และอัตราการหลอมไหลเมื่อหลอมเหลวกับผนังท่อแต่ละชั้น

6.6.4 ท่อพีอีมีเปลือกหุ้ม

คุณลักษณะที่ต้องการทางกลของท่อพีอีมีเปลือกหุ้มที่ไม่รวมเปลือกหุ้ม (ปกเปลือกหุ้มก่อนการทดสอบ) ต้องเป็นไปตามข้อ 6.6.2 และเปลือกหุ้มต้องไม่ส่งผลกระทบต่อทดสอบ

7. ขนาดและมิติ

7.1 การวัด

ให้ปฏิบัติตาม ISO 3126 ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ทำการวัดภายหลังจากขึ้นรูปเป็นท่อไปแล้ว 24 h และปรับสภาวะที่ $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 h

7.2 เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยและความเบี้ยว

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยและความเบี้ยวของท่อพีอี ต้องเป็นไปตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย และค่าความเบี่ยง
(ข้อ 7.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดระบุ (DN/OD)	เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอกระบุ (d_n)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย ^a		ความเบี่ยง สูงสุด ^b
		$d_{em\ min}$	$d_{em\ max}$	
16	16	16.0	16.3	1.2
20	20	20.0	20.3	1.2
25	25	25.0	25.3	1.2
32	32	32.0	32.3	1.3
40	40	40.0	40.4	1.4
50	50	50.0	50.4	1.4
63	63	63.0	63.4	1.5
75	75	75.0	75.5	1.6
90	90	90.0	90.6	1.8
110	110	110.0	110.7	2.2
125	125	125.0	125.8	2.5
140	140	140.0	140.9	2.8
160	160	160.0	161.0	3.2
180	180	180.0	181.1	3.6
200	200	200.0	201.2	4.0
225	225	225.0	226.4	4.5
250	250	250.0	251.5	5.0
280	280	280.0	281.7	9.8
315	315	315.0	316.9	11.1
355	355	355.0	357.2	12.5
400	400	400.0	402.4	14.0
450	450	450.0	452.7	15.6
500	500	500.0	503.0	17.5
560	560	560.0	563.4	19.6

ตารางที่ 6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย และค่าความเบี้ยว (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดระบุ (DN/OD)	เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอกระบุ (d_n)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย ^a		ความเบี้ยว สูงสุด ^b
		$d_{em\ min}$	$d_{em\ max}$	
630	630	630.0	633.8	22.1
710	710	710.0	716.4	24.9
800	800	800.0	807.2	28.0
900	900	900.0	908.1	-
1000	1000	1000.0	1009.0	-
1200	1200	1200.0	1210.8 ^c	-
1400	1400	1400.0	1412.6 ^c	-
1600	1600	1600.0	1614.4 ^c	-
1800	1800	1800.0	1816.2 ^c	-
2000	2000	2000.0	2018.0 ^c	-

ความเบี้ยวสูงสุดสำหรับท่อม้วนและท่อตรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุมากกว่า 710 ให้เป็นไปตามข้อตกลงกันระหว่างผู้ทำและผู้ซื้อ

^a กำหนดตามมาตรฐาน ISO 11922-1:1997 โดยขนาดระบุ ≤ 630 ให้พิจารณาเป็น grade B และขนาดระบุ ≥ 710 ให้พิจารณาเป็น grade A

^b กำหนดตามมาตรฐาน ISO 11922-1:1997 grade N, สำหรับขนาดระบุ ≤ 630 ซึ่งวัด ณ จุดที่ทำ

^c ค่าความคลาดเคลื่อนด้านบวกให้คำนวณจาก $0.009 d_{em}$ และไม่เป็นไปตาม grade A ของมาตรฐาน ISO 11922-1:1997

หมายเหตุ: การคำนวณหาช่วงเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่กำหนดตามมาตรฐาน ISO 11922-1 ให้ปฏิบัติดังนี้

a) เกรด A : $0.009 d_n$ ค่าที่ได้ปัดขึ้นเป็นหลัก 0.1 mm ค่าต่ำสุด 0.3 mm และค่าสูงสุด 10.0 mm

b) เกรด B : $0.006 d_n$ ค่าที่ได้ปัดขึ้นเป็นหลัก 0.1 mm ค่าต่ำสุด 0.3 mm และค่าสูงสุด 4.0 mm

c) เกรด N : สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลาง $\leq 75\ mm$ $(0.008 d_n + 1)\ mm$

สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลาง $\geq 90\ mm$ และ $\leq 250\ mm$ $(0.02 d_n)\ mm$

สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลาง $> 250\ mm$ $(0.035 d_n)\ mm$

ค่าที่ได้ให้ปัดขึ้นเป็นหลัก 0.1 mm ถัดไป

7.3 ความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ความหนาของท่อพีอีต้องเป็นไปตามตารางที่ 7

หมายเหตุ ความสัมพันธ์ระหว่าง PN MRS S และ SDR ให้ดูภาคผนวก ก

ตารางที่ 7 ความหนาของผนังท่อ

(ข้อ 7.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชั้นคุณภาพ	อนุกรมท่อ											
	SDR 6	SDR 7.4	SDR 9	SDR 11	SDR 13.6	SDR 17						
	S 2.5	S 3.2	S 4	S 5	S 6.3	S 8						
ความดันระบุ (PN) ^a bar												
PE 80	PN 25	PN 20	PN 16	PN 12.5	PN 10	PN 8						
PE 100		PN 25	PN 20	PN 16	PN 12.5	PN 10						
ความหนาท่อ ^b												
ขนาดระบุ	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}
16	3.0 ^c	3.4	2.3 ^c	2.7	2.0 ^c	2.3	-	-	-	-	-	-
20	3.4	3.9	3.0 ^c	3.4	2.3 ^c	2.7	2.0 ^c	2.3	-	-	-	-
25	4.2	4.8	3.5	4.0	3.0 ^c	3.4	2.3 ^c	2.7	2.0 ^c	2.3	-	-
32	5.4	6.1	4.4	5.0	3.6	4.1	3.0 ^c	3.4	2.4	2.8	2.0 ^c	2.3
40	6.7	7.5	5.5	6.2	4.5	5.1	3.7	4.2	3.0	3.5	2.4	2.8
50	8.3	9.3	6.9	7.7	5.6	6.3	4.6	5.2	3.7	4.2	3.0	3.4
63	10.5	11.7	8.6	9.6	7.1	8.0	5.8	6.5	4.7	5.3	3.8	4.3
75	12.5	13.9	10.3	11.5	8.4	9.4	6.8	7.6	5.6	6.3	4.5	5.1
90	15.0	16.7	12.3	13.7	10.1	11.3	8.2	9.2	6.7	7.5	5.4	6.1
110	18.3	20.3	15.1	16.8	12.3	13.7	10.0	11.1	8.1	9.1	6.6	7.4
125	20.8	23.0	17.1	19.0	14.0	15.6	11.4	12.7	9.2	10.3	7.4	8.3
140	23.3	25.8	19.2	21.3	15.7	17.4	12.7	14.1	10.3	11.5	8.3	9.3
160	26.6	29.4	21.9	24.2	17.9	19.8	14.6	16.2	11.8	13.1	9.5	10.6
180	29.9	33.0	24.6	27.2	20.1	22.3	16.4	18.2	13.3	14.8	10.7	11.9
200	33.2	36.7	27.4	30.3	22.4	24.8	18.2	20.2	14.7	16.3	11.9	13.2
225	37.4	41.3	30.8	34.0	25.2	27.9	20.5	22.7	16.6	18.4	13.4	14.9

ตารางที่ 7 ความหนาของผนังท่อ (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

		อนุกรมท่อ										
		SDR 6	SDR 7.4	SDR 9	SDR 11	SDR 13.6	SDR 17					
		S 2.5	S 3.2	S 4	S 5	S 6.3	S 8					
ชั้นคุณภาพ	ความดันระบุ (PN) ^a bar											
PE 80	PN 25	PN 20	PN 16	PN 12.5	PN 10	PN 8						
PE 100		PN 25	PN 20	PN 16	PN 12.5	PN 10						
		ความหนาท่อ ^b										
ขนาดระบุ	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}
250	41.5	45.8	34.2	37.8	27.9	30.8	22.7	25.1	18.4	20.4	14.8	16.4
280	46.5	51.3	38.3	42.3	31.3	34.6	25.4	28.1	20.6	22.8	16.6	18.4
315	52.3	57.7	43.1	47.6	35.2	38.9	28.6	31.6	23.2	25.7	18.7	20.7
355	59.0	65.0	48.5	53.5	39.7	43.8	32.2	35.6	26.1	28.9	21.1	23.4
400	-	-	54.7	60.3	44.7	49.3	36.3	40.1	29.4	32.5	23.7	26.2
450	-	-	61.5	67.8	50.3	55.5	40.9	45.1	33.1	36.6	26.7	29.5
500	-	-	-	-	55.8	61.5	45.4	50.1	36.8	40.6	29.7	32.8
560	-	-	-	-	62.5	68.9	50.8	56.0	41.2	45.5	33.2	36.7
630	-	-	-	-	70.3	77.5	57.2	63.1	46.3	51.1	37.4	41.3
710	-	-	-	-	79.3	87.4	64.5	71.1	52.2	57.6	42.1	46.5
800	-	-	-	-	89.3	98.4	72.6	80.0	58.8	64.8	47.4	52.3
900	-	-	-	-	-	-	81.7	90.0	66.1	72.9	53.3	58.8
1 000	-	-	-	-	-	-	90.8	100.0	73.4	80.9	59.3	65.4
1 200	-	-	-	-	-	-	-	-	88.2	97.2	71.1	78.4
1 400	-	-	-	-	-	-	-	-	102.9	113.3	83.0	91.5
1 600	-	-	-	-	-	-	-	-	117.5	129.4	94.8	104.4
1 800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106.6	117.4
2 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118.4	130.4

ตารางที่ 7 ความหนาของผนังท่อ (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชั้นคุณภาพ	อนุกรมท่อ							
	SDR 21		SDR 26		SDR 33		SDR 41	
	S 10		S 12.5		S 16		S 20	
	ความดันระบุ (PN) ^a bar							
PE 80	PN 6 ^d		PN 5		PN 4		PN 3.2	
PE 100	PN 8		PN 6 ^d		PN 5		PN 4	
	ความหนาท่อ ^b							
ขนาดระบุ	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}
16	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-
40	2.0 ^c	2.3	-	-	-	-	-	-
50	2.4	2.8	2.0	2.3	-	-	-	-
63	3.0	3.4	2.5	2.9	-	-	-	-
75	3.6	4.1	2.9	3.3	-	-	-	-
90	4.3	4.9	3.5	4.0	-	-	-	-
110	5.3	6.0	4.2	4.8	-	-	-	-
125	6.0	6.7	4.8	5.4	-	-	-	-
140	6.7	7.5	5.4	6.1	-	-	-	-
160	7.7	8.6	6.2	7.0	-	-	-	-
180	8.6	9.6	6.9	7.7	-	-	-	-
200	9.6	10.7	7.7	8.6	-	-	-	-
225	10.8	12.0	8.6	9.6	-	-	-	-
250	11.9	13.2	9.6	10.7	-	-	-	-
280	13.4	14.9	10.7	11.9	-	-	-	-
315	15.0	16.6	12.1	13.5	9.7	10.8	7.7	8.6
355	16.9	18.7	13.6	15.1	10.9	12.1	8.7	9.7

ตารางที่ 7 ความหนาของผนังท่อ (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชั้นคุณภาพ	อนุกรมท่อ							
	SDR 21		SDR 26		SDR 33		SDR 41	
	S 10		S 12.5		S 16		S 20	
	ความดันระบุ (PN) ^a bar							
PE 80	PN 6 ^d		PN 5		PN 4		PN 3.2	
PE 100	PN 8		PN 6 ^d		PN 5		PN 4	
	ความหนาที่ ^b							
ขนาดระบุ	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}	e_{min}	e_{max}
400	19.1	21.2	15.3	17.0	12.3	13.7	9.8	10.9
450	21.5	23.8	17.2	19.1	13.8	15.3	11.0	12.2
500	23.9	26.4	19.1	21.2	15.3	17.0	12.3	13.7
560	26.7	29.5	21.4	23.7	17.2	19.1	13.7	15.2
630	30.0	33.1	24.1	26.7	19.3	21.4	15.4	17.1
710	33.9	37.4	27.2	30.1	21.8	24.1	17.4	19.3
800	38.1	42.1	30.6	33.8	24.5	27.1	19.6	21.7
900	42.9	47.3	34.4	38.3	27.6	30.5	22.0	24.3
1 000	47.7	52.6	38.2	42.2	30.6	33.5	24.5	27.1
1 200	57.2	63.1	45.9	50.6	36.7	40.5	29.4	32.5
1 400	66.7	73.5	53.5	59.0	42.9	47.3	34.3	37.9
1 600	76.2	84.0	61.2	67.5	49.0	54.0	39.2	43.3
1 800	85.8	94.5	68.8	75.8	55.1	60.8	44.0	48.6
2 000	95.3	105.0	76.4	84.2	61.2	67.5	48.9	53.9
หมายเหตุ 1 bar = 0.1 MPa = 10 ⁵ Pa ; 1 MPa = 1 N/mm ²								
^a ค่า PN คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์ในการใช้งาน (การออกแบบ) C=1.25								
^b ค่าความคลาดเคลื่อนข้างบวกเป็นไปตาม ISO 11922-1:1997 grade V โดยคำนวณจาก (0.1 e_{min} + 0.1) และค่าที่ได้ปัดขึ้นใกล้กับ 0.1 mm ถัดไป และสำหรับการประยุกต์ใช้งานบางประเภทที่ค่า $e > 30$ mm อาจพิจารณาใช้ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตาม ISO 11922-1:1997 grade T โดยให้คำนวณจาก 0.15 e_{min} ค่าที่ได้ให้ปัดขึ้นใกล้กับ 0.1 mm ถัดไป								
^c ให้ปัดขึ้นค่า e_{min} ที่คำนวณได้ตาม ISO 4065 เป็น 2.0 2.3 หรือ 3.0 แล้วแต่ค่าที่ใกล้เคียงที่สุด แต่ในทางปฏิบัติสำหรับการต่อท่อแบบหลอมด้วยขดลวดไฟฟ้าและแบบเคลือบท่อพื่อด้วยท่ออื่น (lining) แนะนำให้ใช้ค่า e_{min} ที่ 3.0 mm								
^d ค่าที่ถูกต้องจากการคำนวณสำหรับ PE100 คือ 6.4 และสำหรับ PE80 คือ 6.3								

- 7.4 ท่อม้วน
- 7.4.1 ท่อม้วนต้องอยู่ในสภาพที่ไม่เสียรูปเมื่ออยู่ในม้วน
- 7.4.2 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในต่ำสุดของม้วนท่อ ต้องไม่น้อยกว่า 18 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของท่อ
- 7.5 ความยาวของท่อ
- หากมิได้ตกลงเป็นอย่างอื่น
- 7.5.1 ท่อตรงให้มีความยาวท่อนละ 6 m (เมตร) หรือ 12 m โดยคลาดเคลื่อนได้ $+60$ ₀ mm
- 7.5.2 ท่อม้วนให้มีความยาวไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก
- 7.6 ท่อพีอีมีผนังหลายชั้น
- 7.6.1 ขนาดและมิติของท่อพีอีมีผนังหลายชั้นให้เป็นไปตามข้อ 7.2 7.3 7.4 และ 7.5
- 7.7 ท่อพีอีมีเปลือกหุ้ม
- 7.7.1 ขนาดและมิติของท่อพีอีมีเปลือกหุ้มไม่รวมเปลือกหุ้มต้องเป็นไปตามข้อ 7.2 7.3 7.4 และ 7.5

8. การบรรจุ

- 8.1 ท่อขนาดระบุ 16 ถึง 110 ทุกม้วน ต้องมีสิ่งปิดปลายทั้งสองข้าง เพื่อป้องกันความเสียหาย และความสกปรก ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา ส่วนท่อท่อนทุกขนาดระบุ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย
- 8.2 ในกรณีท่อม้วน เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของม้วนต้องไม่น้อยกว่า 18 เท่าของขนาดระบุของท่อและต้องมีการป้องกันไม่ให้ท่อเกิดการยุบหัก และท่อม้วนที่มีความยาวตั้งแต่ 500 m ขึ้นไป ให้ม้วนบนแกนหรือให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

9. เครื่องหมายและฉลาก

- 9.1 ที่ท่อตรงหรือเปลือกหุ้มท่อทุกระยะ 2 m และท่อม้วนทุกระยะ 1 m อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือ เครื่องหมายเป็น สีน้ำเงินในกรณีท่อสีดำ หรือเป็นสีขาวในกรณีที่ท่อน้ำเงิน แจกรายละเอียดต่อไปนี้ โดยมีตัวอักษรเหมาะสมกับท่อ ให้เห็นง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือนง่าย
- (1) คำว่า “ท่อน้ำดื่ม” ตามด้วยสัญลักษณ์ “HDPE”
 - (2) ประเภท ความดันระบุ และชั้นคุณภาพคอมพาวนด์
 - (3) ขนาดระบุ และความหนาของผนังท่อระบุต่ำสุด หน่วยเป็นมิลลิเมตร
 - (4) อนุกรมท่อ (S) หรือสัดส่วนมาตรฐานของขนาดมิติ (SDR)
 - (5) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
 - (6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

- 9.2 ที่วัสดุห่อหุ้มหรือฉลากสำหรับท่อม้วน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (1) คำว่า “ท่อน้ำดื่ม” ตามด้วยสัญลักษณ์ “HDPE”
 - (2) ประเภท ความดันระบุ และชั้นคุณภาพคอมพาวนด์
 - (3) ขนาดระบุ และความหนาของผนังท่อต่ำสุด หน่วยเป็นมิลลิเมตร
 - (4) อนุกรมท่อ (S) หรือสัดส่วนมาตรฐานของขนาดมิติ (SDR)
 - (5) ความยาว เป็นเมตร
 - (6) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
 - (7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- 9.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 10.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ง

11. การทดสอบ

11.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 11.1.1 ให้ใช้วิธีทดสอบที่กำหนดในมาตรฐานนี้ หรือวิธีอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้

11.2 ผลที่เกิดขึ้นกับน้ำ

11.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดท่อตัวอย่างแต่ละท่อนหรือม้วนเป็นม้วนชิ้นทดสอบยาวไม่เกิน 1 000 mm และมีความยาวรวมตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความยาวรวมของชั้นทดสอบสำหรับการทดสอบผลที่เกิดขึ้นกับน้ำ
(ข้อ 11.2.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดระบุ	ความยาวรวม
16	3000
20	2000
25	1500
32	1000
40 ถึง 2 000	500

11.2.2 สารละลายและวิธีเตรียม

11.2.2.1 น้ำกลั่นที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 150 mg/dm³ เตรียมจากน้ำกลั่นซึ่งอิมตัวด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ และหาปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธีมาตรฐาน สารละลายนี้ควรเป็นสารละลายที่เตรียมขึ้นใหม่ทุกครั้ง

หมายเหตุ วิธีหาปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธีมาตรฐาน ให้ปฏิบัติตาม *Standard Methods for the Examination of Water and Waste water, 20th ed., American Public Health Association, Inc., New York, N.Y., U.S.A. 1998*

11.2.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

11.2.3.1 ต่อก๊อกเข้ากับปลายข้างหนึ่งของชั้นทดสอบแต่ละชั้น ยึดชั้นทดสอบให้ตั้งอยู่ในแนวตั้งโดยให้ปลายที่ต่อก๊อกอยู่ด้านล่าง เติมน้ำประปาทางด้านบนให้ล้นชั้นทดสอบเล็กน้อย เปิดก๊อกด้านล่างให้น้ำไหลผ่านชั้นทดสอบด้วยความเร็ว 3 m/min เป็นเวลา 6 h โดยมีน้ำเต็มชั้นทดสอบอยู่ตลอดเวลา ในกรณีที่ต้องการลดปริมาณน้ำที่ใช้ทดสอบให้ใช้ท่อขนาดเล็กกว่าเล็กน้อยสอดไว้ภายในเพื่อแทนที่น้ำ และให้น้ำไหลผ่านผิวภายในของชั้นทดสอบตลอดท่อ ถอดก๊อกและล้างภายในชั้นทดสอบด้วยน้ำกลั่น

11.2.3.2 หลังจากล้างชั้นทดสอบสะอาดแล้ว อุดปลายข้างหนึ่งของชั้นทดสอบให้แน่นด้วยจุกที่ทำด้วยพอลิเอทิลีนหรือจุกที่หุ้มด้วยพอลิเอทิลีน หรือจุกที่หุ้มด้วยสิ่งที่ไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อ การทดสอบนี้ เติมสารละลายตามข้อ 11.2.2.1 ให้เต็มปิดปลายอีกข้างหนึ่งของชั้นทดสอบด้วยจุกชนิดเดียวกัน เก็บชั้นทดสอบไว้ในลักษณะดังกล่าวที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 h

11.2.3.3 ทำซ้ำตามข้อ 11.4.3.2 ในแต่ละชั้นทดสอบอีก 2 ครั้ง แล้วนำสารละลายที่ได้ในครั้งที่ 3 ไปตรวจกลิ่น รสและสี และวิเคราะห์หาปริมาณของสารต่างๆ

11.3.4 วิธีทดสอบ

11.3.4.1 กลิ่น รสและสี

ให้ตรวจกลิ่น รสและสี โดยการตรวจพินิจ

11.3.4.2 สารที่สกัดได้

ให้ปฏิบัติตาม มอก. 257

ภาคผนวก ก

การใช้งานท่อที่อุณหภูมิระหว่าง 20°C ถึง 40°C

(ข้อ 1.1)

- ก.1 การคำนวณหาแรงดันใช้งานที่อุณหภูมิระหว่าง 20°C ถึง 40°C ให้คำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ค่าความดันที่ลดลง (ใช้ได้ทั้งคอมพาวนด์ PE80 และ PE100) ตามตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ค่าสัมประสิทธิ์ค่าความดันที่ลดลง

(ข้อ ก.1)

อุณหภูมิ (°C) ^{a,b}	ค่า f_T
20	1.00
25	0.93
27	0.91
30	0.87
35	0.80
40	0.74

^a สำหรับอุณหภูมิที่อยู่ระหว่างค่าที่กำหนด ให้คำนวณด้วยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางค์ (ดู ISO 13761)

^b สำหรับอุณหภูมิที่สูงกว่า 40 °C ให้สอบถามจากผู้ผลิตคอมพาวนด์

หมายเหตุ ค่าแรงดันใช้งานที่ยอมให้ใช้งานหาได้จากสูตรคำนวณต่อไปนี้

$$PFA = f_T \times f_A \times PN$$

โดยที่ f_T คือ ค่าสัมประสิทธิ์ค่าความดันที่ลดลงตามตารางที่ ก.1

f_A คือ ตัวประกอบการลดค่า (หรือตัวประกอบการเพิ่มค่า) ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งาน (กรณีใช้ขนส่งน้ำ $f_A = 1$)

PN คือ ความดันระบุ

ก.2 ความดันใช้งานที่อุณหภูมิต่างๆ ตลอดอายุการใช้งาน 50 ปี ให้เป็นไปตามตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.2 ความดันใช้งานที่อุณหภูมิต่างๆ ตลอดอายุการใช้งาน 50 ปี
(ข้อ ก.2)

อุณหภูมิ (°C)	ความดันใช้งาน (MPa)								
	PN 3.2	PN 4	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12.5	PN 16	PN 20	PN 25
20	0.32	0.40	0.60	0.80	1.00	1.25	1.60	2.00	2.50
25	0.29	0.37	0.55	0.74	0.93	1.16	1.48	1.86	2.32
27	0.29	0.36	0.55	0.73	0.91	1.14	1.46	1.82	2.27
30	0.27	0.34	0.52	0.69	0.87	1.08	1.39	1.74	2.17
35	0.25	0.32	0.48	0.64	0.80	1.00	1.28	1.60	2.00
40	0.23	0.29	0.44	0.59	0.74	0.92	1.18	1.48	1.85

ภาคผนวก ข
คอมพาวนด์ที่นำมาทำเป็นแอบลี
(ข้อ 5.4)

- ข.1 คอมพาวนด์ที่นำมาทำเป็นแอบลีอาจมีคุณสมบัติเป็นไปตาม AS/NZS 4130:2009

ภาคผนวก ค

ความสัมพันธ์ระหว่าง PN MRS S และ SDR

(ข้อ 7.3)

ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง PN MRS S และSDR พิจารณาได้จากสมการต่อไปนี้

$$PN = \frac{10\sigma_s}{S} \text{ หรือ } PN = \frac{20\sigma_s}{SDR-1}$$

เพื่อความสะดวกให้ใช้ค่าที่แสดงในตารางที่ ค.1 โดยที่ $C = 1.25$ ในสมการ $\sigma_s = \frac{MRS}{C}$

หมายเหตุ ความดันระบุ (PN) ในตารางที่ ค.1 คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์ในการใช้งานทั้งหมด (การออกแบบ) (C) ที่ 1.25 ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์ในการใช้งานทั้งหมด (การออกแบบ) (C) มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดให้คำนวณ โดยใช้สมการข้างต้นกับค่าความเค้นออกแบบของวัสดุนั้นๆ หรือใช้ค่าชั้นความดันระบุที่สูงขึ้น

ตารางที่ ค.1 ผลลัพธ์การคำนวณจากสมการความสัมพันธ์ ระหว่าง ชั้นความดันระบุ (PN), ความแข็งแรงขั้นต่ำของวัสดุ (MRS), อนุกรมท่อ(S), สัดส่วนมาตรฐานของขนาดมิติ (SDR) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในการใช้งานทั้งหมด (การออกแบบ) (C) = 1.25 ที่อุณหภูมิ 20 °C

(ข้อ ค.1)

SDR	S	ความดันระบุ(PN) (bar)	
		PE80	PE100
41	20	3.2	4
33	16	4	5
26	12.5	5	6 ^a
21	10	6 ^a	8
17	8	8	10
13.6	6.3	10	12.5
11	5	12.5	16
9	4	16	20
7.4	3.2	20	25
6	2.5	25	-
หมายเหตุ: 1 bar = 0.1 MPa = 10 ⁵ Pa ; 1 MPa = 1N/mm ²			
^a ค่าที่คำนวณได้จริงสำหรับ PE100 เป็น 6.4 bar และ สำหรับ PE80 เป็น 6.3 bar			

ภาคผนวก ง

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 10)

ง.1 ทัวไป

- ง.1.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ท่อประเภทเดียวกัน ที่มีความดันระบุ และขนาดระบุเดียวกัน ทำจากวัสดุอย่างเดียวกันและทำติดต่อกันในระยะเวลาหนึ่ง หรือซื้อขายหรือส่งมอบในระยะเวลาเดียวกัน
- ง.1.2 การแบ่งกลุ่มท่อ ให้แบ่งตามขนาดระบุ โดยกลุ่มของท่อต้องเป็นชั้นคุณภาพท่อและชั้นคุณภาพคอมพาวนด์เดียวกัน ดังตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 กลุ่มของท่อ

(ข้อ ง.1.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

กลุ่มที่	ขนาดระบุ
1	16 ถึง 63
2	75 ถึง 225
3	250 ถึง 630
4	ตั้งแต่ 710 ขึ้นไป

- ง.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ง.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบรับรอง
- (1) ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามตารางที่ ง.2

ตารางที่ ง.2 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบรับรอง
(ข้อ ง.2.1 (1))

รายการทดสอบ	ข้อ	การชักตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างทดสอบ
ลักษณะทั่วไปและสี	6.1 และ 6.2	2 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	1
ผลที่เกิดขึ้นกับน้ำ	6.3	1 ขนาดระบุต่อวัสดุอย่างเดียวกัน	3
ปริมาณคาร์บอนแบล็ก	6.4	1 ขนาดระบุต่อวัสดุอย่างเดียวกัน	3
ความทนความดัน ที่อุณหภูมิ 20 °C 100 h	6.5.2	2 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	3
ความทนความดัน ที่อุณหภูมิ 80 °C 1000 h	6.5.2	2 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	3
ความยืดเมื่อขาด	6.6.2	2 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	ISO 6259
การเปลี่ยนแปลงความยาวท่อ	6.6.2	1 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	3
OIT	6.6.2	1 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	3
MFR	6.6.2	1 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	3
ขนาดและมิติ	7	2 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	1
การบรรจุ เครื่องหมายและ ฉลาก	11 และ 12	1 ขนาดระบุต่อกลุ่ม	1

(2) ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในตารางทุกรายการ จึงจะถือว่าที่อยู่นั้น
เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ง.2.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การยอมรับสำหรับการทดสอบติดตามผล

(1) ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามตารางที่ ง.3

ตารางที่ ง.3 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบติดตามผล
(ข้อ ง.2.2 (1))

รายการทดสอบ	ข้อ	การชักตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างทดสอบ
ลักษณะทั่วไปและสี	6.1 และ 6.2	1 ขนาดระบุต่อกลุ่มต่อปี	1
ผลที่เกิดขึ้นกับน้ำ	6.3	1 ขนาดระบุต่อวัสดุอย่างเดียวกัน	3
ปริมาณคาร์บอนแบล็ก	6.4	1 ขนาดระบุต่อวัสดุอย่างเดียวกัน	3
ความทนความดัน ที่อุณหภูมิ 20 °C 100 h	6.5.2	1 ขนาดระบุต่อกลุ่มต่อปี	3
ความทนความดัน ที่อุณหภูมิ 80 °C 1000 h	6.5.2	1 ขนาดระบุต่อกลุ่มต่อปี	3
OIT	6.6.2	1 ขนาดระบุต่อกลุ่มต่อปี	3
MFR	6.6.2	1 ขนาดระบุต่อกลุ่มต่อปี	1
ขนาดและมิติ	7	1 ขนาดระบุต่อกลุ่มต่อปี	1
การบรรจุ เครื่องหมายและ ฉลาก	8 และ 9	1 ขนาดระบุต่อกลุ่มต่อปี	1

(2) ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในตารางทุกรายการ จึงจะถือว่าที่อยู่นั้น
เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ง.2.3 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การยอมรับสำหรับการทดสอบของโรงงาน

(1) ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามตารางที่ ง.4

ตารางที่ ง.4 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบของโรงงาน
(ข้อ ง.2.3 (1))

รายการทดสอบ	ข้อ	การชักตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างทดสอบ
ลักษณะทั่วไปและสี	6.1 และ 6.2	ทุกขนาดระบุในทุกๆ 4 h ของรุ่นการผลิต	1
ความทนความดัน ที่อุณหภูมิ 80 °C 165 h	6.5.2	1 ขนาดระบุต่อสัปดาห์	1
ความยืดเมื่อขาด	6.6.2	1 ขนาดระบุต่อรุ่น	ISO 6259
OIT	6.6.2	1 ขนาดระบุต่อรุ่น	1
MFR	6.6.2	1 ขนาดระบุต่อรุ่น	1
ขนาดและมิติ	7	ทุกขนาดระบุในทุกๆ 4 h ของรุ่นการผลิต	1
การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก	8 และ 9	ทุกขนาดระบุในทุกๆ 4 h ของรุ่นการผลิต	1

(2) ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในตารางทุกรายการ จึงจะถือว่าทำรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก จ
คุณลักษณะที่ต้องการอื่นๆ

จ.1 การทนต่อสารเคมี

ท่ออาจถูกกำหนดให้ติดตั้งในสถานะที่สัมผัสสารเคมี ดังนั้นให้มีการแบ่งประเภทตาม ISO 4433-1 และ ISO 4433-2

หมายเหตุ การพิจารณาการทนต่อการสัมผัสสารเคมีของท่อให้เป็นไปตาม ISO/TR 10358

จ.2 การใช้งาน

การเชื่อมต่อของท่อที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้กับอุปกรณ์ประกอบที่เป็นไปตาม ISO 4427-2 หรือ ISO 4427-3 ให้เป็นไปตาม ISO 4427-5
