

ภาคผนวก ก

ตารางคุณสมบัติของท่อเอชดีพีอี

ตารางคุณสมบัติของสารทำเย็น R113 และ R123

มาตรฐาน ASTM 2290-92



TECHNICAL INFORMATION

Physical properties of Polyethylene

Raw Material Properties	Typical Value	Unit	Test Method
Density			
Base resin	946	kg/m ³	ISO 1872 Annex B
Compound	956	kg/m ³	ISO 1872 Annex B
Melt flow index			
2.16 Kg	0.10	g/10 min	ISO 1133 Cond 4
5 Kg	0.50	g/10 min	ISO 1133 Cond 18
Carbon Black Content	≥ 2.00	%	ASTM D 1603
MECHANICAL PROPERTIES			
Tensile strength at yield	22.00	N/mm ²	ISO/DIS 6259
Ultimate elongation	>600	%	ISO/DIS 6259
ESCR, F ₅₀	>600	h	ASTM D 1693 Cond A
Hardness	62.00	Shore D	ISO 868
Charpy Impact Strength	No Failure	kJ/m ²	ISO 179
Creep modulus			
E ₀	900	MPa	SS 3519
E ₅₀	200	MPa	SS 3519
THERMAL PROPERTIES			
Brittleness temperature	<-70	°C	AS 10746
Linear thermal expansion	1.90	mm/m. °C	AS 10746
(Average Value over temperature range 20-90 °C)			
Thermal conductivity (20 °C)	0.42	W/m. K	DIN 52612 (20 °C)
Specific heat, C _p	2.00	kJ/kg. K	DS-C at 20 °C
Specific heat, C _p	2.70	kJ/kg. K	DS-C, at 200 °C
Crystalline melting range	125-130	°C	DS
Thermal stability			
Induction temp	254	°C	ASTM D 3350
Induction time	15.00	min	Isothermal in Oxygen at 210 °C
Vicat softening temperature	122	°C	ISO 306 A-50
ELECTRICAL PROPERTIES			
Volume resistivity	>10 ¹⁶	Ω.cm	DIN 53482 VDI 0303, part 3
Surface resistance	>10 ¹³	Ω	DIN 53482 VDE 0303, part 3
Dielectric strength	700	kV/cm	DIN 53481 VDE 0303, part 2
Dielectric constant ε _r at 2 x 10 ⁶ Hz	2.50	-	DIN 53483; VDE 0303, part 4 (immersion method)
Dielectric loss factor tan δ			DIN 53483
at 50 Hz	6 x 10 ⁻⁴	-	VDE 0303, part 4
10 ³ Hz	5 x 10 ⁻⁴	-	
10 ⁴ Hz	5 x 10 ⁻⁴	-	
10 ⁵ Hz	6 x 10 ⁻⁴	-	
Tracking resistance	KA 3c	stage	DIN 53480
	KC>600		VDE 0303, part 1
Arc resistance	L 4	stage	DIN 53484



ท่อพีอี ชนิดความหนาแน่นสูง สำหรับงานประปา และงานวางท่อทั่วไป

High density polyethylene pipes (HDPE) for potable water and general applications

SPECIFICATION Materials extrusion compound conforming to ASTM D 1248

Designing Stress is 5.0 N/mm²

HDPE-BS HEAVY

ขนาด Nominal bore		เส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก Outside diameter		ความหนา Thickness	แรงดันขณะใช้งาน Working Pressure	
นิ้ว INCH	มม. MM.	ต่ำสุด Min. มม. MM.	สูงสุด Max. มม. MM.	มม. MM.	ปอนด์/ตร.นิ้ว PSI	บาร์ BAR
1/2	15	21.2	21.5	3.3	265.8	18.3
3/4	20	26.6	26.9	3.3	204.5	14.1
1	25	33.4	33.7	4.0	197.3	13.6
1 1/4	32	42.1	42.5	4.2	160.2	11.0
1 1/2	40	48.1	48.5	4.5	149.0	10.3
2	50	60.1	60.6	5.2	136.8	9.4
2 1/2	65	75.8	76.4	5.5	111.5	7.7
3	80	88.6	89.3	6.0	104.9	7.2
4	100	113.9	114.7	6.5	87.5	6.0

หมายเหตุ 1. เส้นผ่านศูนย์กลางวงนอกท่อ พี อี BS-HEAVY อ้างอิงจากมาตรฐาน BS 3284 : 1967 ขนาดตั้งแต่ 1/2 - 2 นิ้ว

สามารถทำเกลียวได้และแรงดันใช้งานดังกล่าวควรลดลงประมาณ 30%.

Remarks HDPE BS HEAVY BASED on outside diameter of BS 3284 : 1967 size from 1/2 - 2 inch could be threaded and pressure rating shall be reduced by approx 30%.

Designing Stress is 6.3 N/mm²

ASTM D 2447

			SCHEDULE 40			SCHEDULE 80		
ขนาด Nominal bore		วงนอก OD	ความหนา Thickness	แรงดันขณะใช้งาน Working Pressure		ความหนา Thickness	แรงดันขณะใช้งาน Working Pressure	
นิ้ว INCH	มม. MM.	มม. MM.	มม. MM.	PSI	BAR	มม. MM.	PSI	BAR
1/2	15	21.3	2.8	276.5	19.1	3.8	396.1	27.4
3/4	20	26.7	2.9	222.6	15.3	4.0	321.9	22.2
1	25	33.4	3.4	207.1	14.3	4.6	291.8	20.1
1 1/4	32	42.2	3.6	170.4	11.7	4.9	240.0	16.5
1 1/2	40	48.3	3.7	151.6	10.4	5.1	215.7	14.9
2	50	60.3	4.0	129.8	8.9	5.6	187.0	12.9
2 1/2	65	76.0	5.2	140.5	9.7	7.1	188.3	13.0
3	80	88.9	5.5	120.5	8.3	7.7	173.2	11.9
4	100	114.3	6.1	103.0	7.1	8.6	148.6	10.2
5	125	141.3	6.6	89.5	6.2	9.6	133.2	9.2
6	150	168.3	7.1	80.5	5.5	11.0	127.8	8.8
8	200	219.1	8.2	71.0	4.9	12.7	112.4	7.7
10	250	273.1	9.3	64.4	4.4	15.9	112.9	7.8



TECHNICAL INFORMATION

การทนต่อสารเคมีของท่อพีอี

General guide to chemical resistance of HDPE pipe

เคมีภัณฑ์ Chemicals	ความเข้มข้น Concentration %	20° ซ (68° ฟ) 20° C (68° F)			60° ซ (140° ฟ) 60° C (140° F)		
		Good resistance ทนทานดี	Moderate resistance ทนทานปานกลาง	Poor resistance ทนทานไม่ดี	Good resistance ทนทานดี	Moderate resistance ทนทานปานกลาง	Poor resistance ทนทานไม่ดี
Acetaldehyde อะซิตัลดีไฮด์	100	x				x	
Acetate, amyl อะซิเตท, อะไมล	100	x				x	
Acetate, butyl อะซิเตท, บิวทิล	100	x				x	
Acetate, ethyl อะซิเตท, เอทิล	100		x				x
Acetone อะซิโตน	100	x			x		
Acid							
Acetic Acid กรดอะซิติก	10	x			x		
Glacial acetic Acid กรดอะซิติกเข้มข้น	95	x				x	
Aromatic Acid กรดอะโรมาติก		x			x		
Benzoic Acid กรดเบนโซอิก	sat	x			x		
Boric Acid กรดโบริก	sat	x			x		
Butyric Acid กรดบิวทิริก	100	x				x	
Carbonic Acid กรดคาร์บอนิก	100	x			x		
Chromic Acid กรดโครมิก	20	x				x	
Chromic Acid กรดโครมิก	80	x					x
Citric Acid กรดซิตริก	sat	x			x		
Dichloroacetic Acid กรดไดคลอโรอะซิติก	50	x			x		
Dichloroacetic Acid กรดไดคลอโรอะซิติก	100	x				x	
Fatty Acid, higher than C ₁₂ กรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่า C ₁₂	100	x			x	to	x
Formic Acid กรดฟอร์มิก	100	x			x		
Glycolic Acid กรดไกลอลิก	50	x			x		
Hydrobromic Acid กรดไฮโดรโบรมิก	50	x			x		
Hydrochloric Acid กรดไฮโดรคลอริก	10	x			x		
Hydrofluoric Acid กรดไฮโดรฟลูออริก	60	x				x	
Lactic Acid กรดแลกติก	100	x			x		
Maleic Acid กรดมาลิก	sat	x			x		
Monochloroacetic Acid กรดโมโนคลอโรอะซิติก	100	x			x		
Nitric Acid กรดไนตริก	25	x			x		
Nitric Acid กรดไนตริก	50		x				x
Nitric Acid กรดไนตริก	75			x			x
Oleic Acid กรดโอเลอิก	100	x				x	
Oxalic Acid กรดออกซาลิก	sat	x			x		
Perchloric Acid กรดเพอร์คลอริก	20	x			x		
Perchloric Acid กรดเพอร์คลอริก	50	x				x	
Perchloric Acid กรดเพอร์คลอริก	70	x					x
Phosphoric Acid กรดฟอสฟอริก	50	x			x		
Phosphoric Acid กรดฟอสฟอริก	95	x				x	
Phtalic Acid กรดฟทาอิก	50	x			x		
Propionic Acid กรดโพรพิโอนิก	50	x			x		
Propionic Acid กรดโพรพิโอนิก	100	x				x	
Prussic Acid กรดไพรูวิก	100	x			x		
Silicic Acid กรดซิลิกิก	100	x			x		

Chemicals	Concentration %	20° C (68° F)			60° C (140° F)		
		Good resistance	Moderate resistance	Poor resistance	Good resistance	Moderate resistance	Poor resistance
Stearic Acid	100	x				x	
Succinic Acid	50	x			x		
Sulpho-chromic Acid				x			x
Sulphuric Acid	50	x			x		
Sulphuric Acid	98	x					x
Sulphurous Acid	30	x			x		
Tartaric Acid	sat	x			x		
Trichloroacetic Acid	50	x			x		
Trichloroacetic Acid	100	x				x to	x
Acrylonitrile	100	x			x		
Alcohol							
Allyl Alcohol	96	x			x		
Benzyl Alcohol	100	x			x to	x	
Ethyl Alcohol	96	x			x		
Furfuryl Alcohol	100	x				x	
Isopropyl Alcohol	100	x			x		
Methoxybutyl Alcohol	100	x				x	
Methyl Alcohol	100	x			x		
Aliphatic esters		x			x to	x	
Alum	1c	x			x		
Ammonia	1c	x			x		
Acetic Anhydride	100	x				x	
Aniline	100	x				x	
Antimony trichloride	90	x			x		
Aqua regia				x			x
Benzaldehyde	100	x				x	
Benzene	100		x			x	
Borax	sat	x			x		
Brine	1c	x			x		
Bromine	100			x			x
Butane (gas)	100	x			x		
Calcium hypochlorite	1c	x			x		
Camphor	100	x				x	
Carbon disulphide	100		x			x	
Carbon tetrachloride	100			x			x
Caustic potash (clear)	40	x			x		
Caustic soda (clear)	50	x			x		
Chloride, alum.	sat	x			x		
Chloride, ammonium	sat	x			x		
Chloride, antimony	sat	x			x		
Chloride, calcium	sat	x			x		
Chloride, ferric	sat	x			x		
Chloride, ferrous	sat	x			x		
Chloride, magnesium	sat	x			x		
Chloride, mercury	sat	x			x		
Chloride, methyl	100			x			x
Chloride, potassium	sat	x			x		
Chloride, sodium	sat	x			x		
Chloride, sulphuryl	100			x			
Chloride, thionyl	100			x			
Chloride, zinc	sat	x			x		
Chlorine (gas)	100		x			x	

Chemicals	Concentration %	20° C (68° F)			60° C (140° F)		
		Good resistance	Moderate resistance	Poor resistance	Good resistance	Moderate resistance	Poor resistance
Chlorobenzene ကလိုဘင်ဗင်း	100		x				x
Chloroform ကလိုဖော်မ	100			x			x
Copper salts ကူပာဆဲလ်	sat	x			x		
Cresol ကရီဆော့	90	x			x		
Cyclohexane ဇိုက်လောက်ဆင်	100	x			x		
Cyclohexanol ဇိုက်လောက်ဆင်	100	x				x	
Cyclohexanone ဇိုက်လောက်ဆင်	100	x				x	
Decalin ဒီကယ်လင်	100	x				x	
Detergents သေစင်ဆေး	100	x			x		
Dibutyl phthalate ဒိုဘိုတိုဖီဖတေး	100	x				x	
Dichloroethane ဒိုကလိုရိုက်	100		x			x	
Dichloroethylene ဒိုကလိုရိုက်	100			x			x
p-dichlorobenzene ပ-ဒိုကလိုရိုဘင်ဗင်း	100		x				x
Diethyl ether ဒိုက်အီလီအီ	100	x	x			x	
Diethyl phthalate ဒိုက်အီလီဖတေး	100	x				x	
Dioxane ဒိုအောက်ဆင်	100	x			x		
Ether အီလီ	100		x			x	
Ethyl acetate အီလီအက်ဆိတ်	100		x				x
Ethylene glycol အီလီဂလီဆော့	100	x			x		
Fluorine ဖလိုရိုင်း	100			x			x
Formaldehyde ဖော်မယ်ဒီဟိုက်	40	x			x		
Fruit juice ဖရူတ်ဆွေ		x			x		
Gelatin ဂျေလာတိန်	100	x			x		
Glycerin ဂလီဆင်	100	x			x		
Glycerin chlorohydrin ဂလီဆင်ကလိုဟိုက်ဒရိုင်း	100	x			x		
Glycol ဂလီဆော့	100	x			x		
Hydrogen chloride gas (dry and wet) ဟိုက်ဒရိုဂျင်ကလိုရိုက် (သန့်နှင့်စို)	10	x			x		
Hydrogen peroxide ဟိုက်ဒရိုဂျင်ပရောက်ဆိုက်	30	x			x		
Hydrogen Peroxide ဟိုက်ဒရိုဂျင်ပရောက်ဆိုက်	70	x			x		
Hydrogen sulphide ဟိုက်ဒရိုဂျင်ဆူဖိုက်	100	x				x	
Iodine tincture ဇိုဒိုင်းတိုက်ဆာ		x				x	
Isooctane အိုဆောက်တိန်	100	x			x		
Ketones ကီတုန်း		x			x		
Marmalade မာမာရေဒ်		x			x		
Mercury သွေး	100	x			x		
Metallic sulphates မီတယ်ဆူဖိတ်	sat	x				x	
Methyl ethyl ketone မီတိုက်အီလီကီတုန်း	100	x			x		
Methyl glycol မီတိုက်ဂလီဆော့	100	x			x		
Milk မလ်ခ်		x			x		
Molasses မိုလက်ဆစ်		x			x		
Morpholine မိုရ်ဖိုလိန်း	100	x				x	
Napha (heavy fraction) နက်ဖာ (အလေးပိုင်း)	100	x				x	
Naphthalene နက်ဖထိလိန်း	100	x			x		
Natural gas နက်ဆူရယ်	100	x			x		
Nickel salts နီကယ်ဆဲလ်	sat	x			x		
Nitrous gas နိုက်ထရပ်		x					
Oils							
Essential Oils အိဇင်ရှယ်အီလီ	100				x	x	
Mineral Oils မိုနီရယ်	100				x		
Paraffin Oils ပာရီဖင်	100				x		
Silicone Oils ဆိုလီကွန်	100				x		
vegetable and animal Oils ဗီဂျက်နှင့်အိဇင်ရှယ်	100				x	x	

Chemicals	Concentration %	20° C (68° F)			60° C (140° F)		
		Good resistance	Moderate resistance	Poor resistance	Good resistance	Moderate resistance	Poor resistance
Oxygen ออกซิเจน	100	x				x	
Ozone โอโซน	100	x	x				x
Petrol (auto) น้ำมัน (รถยนต์)	100	x			x to	x	
Petrol (raw) น้ำมัน (ดิบ)	100	x				x	
Petroleum other น้ำมันอื่น	100	x				x	
Phenols ฟีนอล	1c	x			x ¹⁰		
Phosphates ฟอสเฟต	sat	x			x		
Phosphoric oxychloride ไดคลอไรด์ออกซิเจนฟอสฟอรัส	100	x				x ¹⁰	
Phosphorous pentoxide ไดออกไซด์ฟอสฟอรัส	100	x			x		
Phosphorous trichloride ไตรคลอไรด์ฟอสฟอรัส	100	x				x	
Photographic developers สารเคมีถ่ายภาพ		x			x		
Polyglycols โพลีไกลคอล	100	x			x		
Potassium dichromate โพแทสเซียมไดโครเมต	sat	x			x		
Potassium permanganate โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	sat	x			x ¹⁰		
Pyridine ไพริดีน	100	x				x	
Sea water น้ำทะเล		x			x		
Silver nitrate ซิลเวอร์ไนเตรต	sat	x			x		
Sodium benzoate โซเดียมเบน佐เอต	sat	x			x		
Sodium bicarbonate โซเดียมไบคาร์บอเนต	sat	x			x		
Sodium borate โซเดียมโบรเอต	1	x			x		
Sodium borate (eyes) โซเดียมโบรเอต (ตา)	sat	x			x		
Sodium chlorite โซเดียมคลอไรต์	50	x				x	
Sodium chlorite (Washing bleach) โซเดียมคลอไรต์ (ซักผ้าขาว)		x				x to	x
Sodium chlorite โซเดียมคลอไรต์	125 g/l หรือ 1 %	x			x		
Sodium chloride โซเดียมคลอไรด์	sat	x			x		
Sodium fluoride โซเดียมฟลูออไรด์	1c	x			x		
Sodium fluoride โซเดียมฟลูออไรด์	1c	x			x		
Sodium fluoride โซเดียมฟลูออไรด์	1c	x			x		
Sodium fluoride โซเดียมฟลูออไรด์	1c	x			x		
Sodium fluoride โซเดียมฟลูออไรด์	1c	x			x		
Sugar syrup น้ำเชื่อม	1c	x			x		
Sulphur กำมะถัน	100	x			x		
Sulphur dioxide ไดออกไซด์กำมะถัน	1c	x			x		
Sulphur trioxide ไตรออกไซด์กำมะถัน	100			x			x
Tetrahydrofurane เตตระไฮโดรฟูแรน	100		x				x
Tetralin เตทราลิน	100	x					
Thiophene ไทโอฟีน	100		x			x	
Toluene โทลูอีน	100		x				x
Trichloromethylene ไตรคลอโรมีเทน	100			x			x
Turpentine น้ำมันสน	100	x					
Urea ยูเรีย	sat	x			x		
Vaseline วาสลีน			x			x	
Yeast ยีสต์	x	x			x		
Xylene ไซลีน	100		x				x

1c = aqueous solution in all concentrations สารละลายทุกๆ ความเข้มข้น

10 = discoloration เปลี่ยนสี

sat = saturated aqueous solutions at 20°c สารละลายในน้ำอิ่มตัวที่ 20 องศาเซลเซียส

x = aqueous solutions สารละลาย

Refrigerant Properties

Refrigerant 113 (1,1,2-trichlorotrifluoroethane) Properties of Saturated Liquid and Saturated Vapor

Temp. °C	Pressure, MPa	Density, kg/m ³ Liquid	Volume, m ³ /kg Vapor	Enthalpy, kJ/kg Liquid Vapor	Entropy, kJ/(kg·K) Liquid Vapor	Specific Heat c_p , kJ/(kg·K) Liquid Vapor	c_p/c_v	Velocity of Sound, m/s Liquid Vapor	Viscosity, μ Pa·s Liquid Vapor	Thermal Cond., mW/(m·K) Liquid Vapor	Surface Tension, mN/m	Temp. °C
-30.00	0.00286	1685.7	3.7614	173.90 339.42	0.8969 1.5796	— —	— —	— —	— —	— —	22.46	-30.00
-25.00	0.00389	1674.7	2.8148	178.14 342.46	0.9161 1.5783	— —	— —	— —	— —	— —	21.88	-25.00
-20.00	0.00523	1663.7	2.1351	182.43 345.53	0.9332 1.5775	— —	— —	— —	— —	— —	21.31	-20.00
-15.00	0.00694	1652.6	1.6401	186.76 348.62	0.9502 1.5772	— —	— —	— —	— —	— —	20.75	-15.00
-10.00	0.00908	1641.5	1.2748	191.13 351.72	0.9669 1.5772	— —	— —	— —	— —	— —	20.18	-10.00
-8.00	0.01008	1637.0	1.1562	192.89 352.97	0.9736 1.5773	— —	— —	— —	— —	— —	19.96	-8.00
-6.00	0.01117	1632.5	1.0505	194.66 354.22	0.9802 1.5775	— —	— —	— —	— —	— —	19.73	-6.00
-4.00	0.01236	1628.0	0.95598	196.43 355.47	0.9869 1.5777	— —	— —	— —	— —	— —	19.51	-4.00
-2.00	0.01365	1623.5	0.87144	198.21 356.72	0.9934 1.5780	— —	— —	— —	— —	— —	19.28	-2.00
0.00	0.01505	1619.0	0.79563	200.00 357.97	1.0000 1.5783	0.921 —	— —	— —	954.8 8.16	81.9 7.69	19.06	0.00
2.00	0.01656	1614.5	0.72756	201.79 359.23	1.0065 1.5787	0.925 —	— —	— —	928.8 8.32	81.6 7.73	18.84	2.00
4.00	0.01820	1609.9	0.66631	203.59 360.49	1.0131 1.5792	0.928 —	— —	— —	903.6 8.47	81.2 7.88	18.62	4.00
6.00	0.01997	1605.4	0.61113	205.40 361.75	1.0195 1.5796	0.931 —	— —	— —	879.4 8.62	80.9 7.98	18.40	6.00
8.00	0.02187	1600.8	0.56132	207.21 363.01	1.0260 1.5802	0.934 —	— —	— —	855.9 8.76	80.5 8.07	18.18	8.00
10.00	0.02392	1596.2	0.51630	209.03 364.28	1.0325 1.5807	0.937 —	— —	— —	833.3 8.90	80.2 8.17	17.95	10.00
12.00	0.02613	1591.6	0.47554	210.86 365.54	1.0389 1.5813	0.940 —	— —	— —	811.4 9.04	79.8 8.26	17.74	12.00
14.00	0.02849	1587.0	0.43859	212.69 366.81	1.0453 1.5820	0.943 —	— —	— —	790.3 9.17	79.5 8.36	17.52	14.00
16.00	0.03103	1582.4	0.40503	214.53 368.08	1.0516 1.5827	0.945 —	— —	— —	769.9 9.29	79.1 8.45	17.30	16.00
18.00	0.03375	1577.8	0.37452	216.37 369.35	1.0580 1.5834	0.948 —	— —	— —	750.2 9.42	78.8 8.55	17.08	18.00
20.00	0.03666	1573.1	0.34673	218.22 370.62	1.0643 1.5842	0.950 —	— —	— —	731.1 9.53	78.4 8.64	16.86	20.00
22.00	0.03976	1568.5	0.32140	220.08 371.89	1.0706 1.5850	0.953 —	— —	— —	712.7 9.65	78.1 8.74	16.65	22.00
24.00	0.04307	1563.8	0.29827	221.94 373.16	1.0769 1.5858	0.955 —	— —	— —	694.8 9.76	77.7 8.83	16.43	24.00
26.00	0.04660	1559.1	0.27712	223.81 374.43	1.0832 1.5867	0.958 —	— —	— —	677.6 9.86	77.4 8.93	16.21	26.00
28.00	0.05036	1554.4	0.25776	225.69 375.71	1.0894 1.5876	0.960 —	— —	— —	660.9 9.97	77.0 9.03	16.00	28.00
30.00	0.05436	1549.6	0.24001	227.57 376.98	1.0956 1.5885	0.962 —	— —	— —	644.7 10.07	76.7 9.12	15.78	30.00
32.00	0.05860	1544.9	0.22373	229.45 378.25	1.1018 1.5894	0.964 —	— —	— —	629.1 10.16	76.3 9.22	15.57	32.00
34.00	0.06310	1540.1	0.20877	231.34 379.53	1.1080 1.5904	0.966 —	— —	— —	613.9 10.26	75.9 9.32	15.36	34.00
36.00	0.06788	1535.3	0.19501	233.24 380.80	1.1141 1.5914	0.969 —	— —	— —	599.3 10.35	75.6 9.41	15.14	36.00
38.00	0.07293	1530.5	0.18233	235.14 382.08	1.1203 1.5925	0.971 —	— —	— —	585.1 10.43	75.2 9.51	14.93	38.00
40.00	0.07828	1525.7	0.17064	237.05 383.35	1.1264 1.5935	0.973 0.707	— —	— —	571.3 10.52	74.9 9.61	14.72	40.00
42.00	0.08393	1520.9	0.15986	238.97 384.62	1.1324 1.5946	0.975 0.712	— —	— —	558.0 10.60	74.5 9.70	14.51	42.00
44.00	0.08990	1516.0	0.14989	240.89 385.90	1.1385 1.5957	0.977 0.717	— —	— —	545.1 10.68	74.2 9.80	14.30	44.00
46.00	0.09619	1511.2	0.14067	242.81 387.17	1.1445 1.5969	0.979 0.721	— —	— —	532.6 10.76	73.8 9.90	14.09	46.00
47.56b	0.10132	1507.3	0.13397	244.31 388.44	1.1492 1.5978	0.980 0.724	— —	— —	523.1 10.81	73.6 9.98	13.92	47.56
48.00	0.10282	1506.3	0.13214	244.74 388.44	1.1505 1.5980	0.981 0.725	— —	— —	520.5 10.83	73.5 10.00	13.88	48.00
50.00	0.10981	1501.3	0.12423	246.68 389.72	1.1565 1.5992	0.983 0.729	— —	— —	508.8 10.90	73.1 10.10	13.67	50.00
55.00	0.12889	1489.0	0.10684	251.53 392.89	1.1714 1.6022	0.988 0.738	— —	— —	480.9 11.07	72.3 10.34	13.15	55.00
60.00	0.15045	1476.4	0.09235	256.43 396.07	1.1862 1.6053	0.993 0.745	— —	— —	455.1 11.23	71.4 10.59	12.64	60.00
65.00	0.17468	1463.7	0.08018	261.35 399.23	1.2008 1.6086	0.999 0.751	— —	— —	431.1 11.38	70.5 10.84	12.13	65.00
70.00	0.20181	1450.8	0.06992	266.30 402.39	1.2153 1.6119	1.004 0.757	— —	— —	408.9 11.52	69.6 11.10	11.62	70.00
75.00	0.23204	1437.8	0.06123	271.27 405.54	1.2296 1.6152	1.010 0.762	— —	— —	388.2 11.65	68.8 11.35	11.12	75.00
80.00	0.26559	1424.6	0.05381	276.28 408.67	1.2438 1.6187	1.016 0.768	— —	— —	368.9 11.78	67.9 11.61	10.62	80.00
85.00	0.30270	1411.1	0.04747	281.32 411.80	1.2579 1.6222	1.023 0.773	— —	— —	350.9 11.91	67.0 11.88	—	85.00
90.00	0.34358	1397.4	0.04201	286.38 414.90	1.2719 1.6258	1.030 0.780	— —	— —	334.2 12.03	66.1 12.14	—	90.00
95.00	0.38848	1383.5	0.03730	291.47 417.99	1.2857 1.6294	1.038 0.787	— —	— —	318.5 12.16	65.3 12.41	—	95.00
100.00	0.43764	1369.3	0.03321	296.59 421.07	1.2994 1.6330	1.047 0.795	— —	— —	303.8 12.29	64.4 12.68	—	100.00
105.00	0.49129	1354.9	0.02964	301.73 424.12	1.3130 1.6366	1.056 0.805	— —	— —	290.1 12.42	63.5 12.95	—	105.00
110.00	0.54969	1340.1	0.02653	306.91 427.14	1.3265 1.6403	1.067 0.817	— —	— —	277.3 12.56	62.6 13.23	—	110.00
115.00	0.61310	1325.0	0.02379	312.12 430.14	1.3399 1.6439	1.078 0.830	— —	— —	265.2 12.70	61.8 13.52	—	115.00
120.00	0.68177	1309.5	0.02138	317.36 433.11	1.3532 1.6476	1.090 0.847	— —	— —	253.9 12.86	60.9 13.80	—	120.00
125.00	0.75598	1293.5	0.01925	322.64 436.05	1.3664 1.6512	1.103 0.866	— —	— —	243.3 13.03	60.0 14.09	—	125.00
130.00	0.83600	1277.2	0.01736	327.96 438.95	1.3795 1.6548	1.118 0.888	— —	— —	233.3 13.21	59.2 14.39	—	130.00
135.00	0.92212	1260.3	0.01568	333.32 441.81	1.3925 1.6583	1.133 0.913	— —	— —	223.8 13.40	58.3 14.69	—	135.00
140.00	1.0146	1242.8	0.01418	338.73 444.61	1.4055 1.6618	1.150 0.942	— —	— —	215.0 13.62	57.4 15.00	—	140.00
145.00	1.1139	1224.7	0.01283	344.19 447.37	1.4184 1.6652	1.168 0.975	— —	— —	206.6 13.85	56.6 15.31	—	145.00
150.00	1.2201	1205.9	0.01162	349.71 450.06	1.4314 1.6685	1.188 1.012	— —	— —	198.7 14.10	55.7 15.62	—	150.00
155.00	1.3337	1186.3	0.01053	355.30 452.68	1.4443 1.6717	1.209 —	— —	— —	191.2 14.37	54.9 15.94	—	155.00
160.00	1.4550	1165.7	0.00954	360.97 455.21	1.4572 1.6748	1.231 —	— —	— —	184.2 14.67	54.0 16.27	—	160.00
165.00	1.5845	1144.0	0.00864	366.73 457.65	1.4701 1.6776	1.256 —	— —	— —	177.5 14.99	53.1 16.60	—	165.00
170.00	1.7224	1121.0	0.00782	372.60 459.97	1.4832 1.6803	1.282 —	— —	— —	171.2 15.34	52.3 16.94	—	170.00
175.00	1.8693	1096.4	0.00707	378.59 462.15	1.4963 1.6828	1.310 —	— —	— —	165.2 15.72	— —	—	175.00
180.00	2.0256	1069.9	0.00637	384.75 464.17	1.5096 1.6849	1.339 —	— —	— —	16.13 —	— —	—	180.00
185.00	2.1918	1040.9	0.00573	391.10 465.97	1.5232 1.6866	— —	— —	— —	— —	— —	—	185.00
190.00	2.3685	1008.8	0.00513	397.71 467.49	1.5371 1.6878	— —	— —	— —	— —	— —	—	190.00
195.00	2.5564	972.4	0.00456	404.65 468.65	1.5515 1.6883	— —	— —	— —	— —	— —	—	195.00
200.00	2.7562	929.6	0.00401	412.08 469.26	1.5668 1.6876	— —	— —	— —	— —	— —	—	200.00
205.00	2.9692	876.3	0.00346	420.31 469.00	1.5834 1.6852	— —	— —	— —	— —	— —	—	205.00
210.00	3.1968	800.3	0.00286	430.26 466.91	1.6031 1.6789	— —	— —	— —	— —	— —	—	210.00
214.50c	3.411	570.	0.00175	453.6 453.6	1.647 1.647	— —	— —	0 0	— —	— —	0	214.50

*temperatures are on the IPTS-68 scale

b = boiling point

c = critical point

Refrigerant Properties

Refrigerant 123 (1,1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane) Properties of Saturated Liquid and Saturated Vapor

Temp. °C	Pressure, MPa	Density, kg/m ³	Volume, m ³ /kg	Enthalpy, kJ/kg	Entropy, kJ/(kg·K)	Specific Heat c_p , kJ/(kg·K)	Velocity of Sound, m/s	Viscosity, μPa·s	Thermal Cond., mW/(m·K)	Surface Tension, mN/m	Temp. °C							
		Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor								
-40.00	0.00378	1613.2	3.3365	167.23	356.30	0.8704	1.6814	—	0.394	1.106	118.	1048.8	—	—	23.49	-40.00		
-30.00	0.00698	1591.5	1.8798	175.47	362.04	0.9050	1.6723	—	0.611	1.105	—	120.	884.0	—	—	22.20	-30.00	
-20.00	0.01221	1569.5	1.1145	183.38	367.87	0.9369	1.6657	—	0.629	1.105	—	122.	755.0	—	89.7	20.93	-20.00	
-10.00	0.02041	1546.9	0.69040	191.48	373.77	0.9683	1.6610	—	0.648	1.104	—	124.	652.4	—	86.8	19.68	-10.00	
0.00	0.03273	1523.8	0.44453	200.00	379.75	1.0000	1.6581	0.575	0.667	1.104	766.	125.	569.6	—	83.9	—	18.43	0.00
2.00	0.03581	1519.1	0.40879	201.76	380.95	1.0064	1.6577	0.585	0.670	1.105	778.	126.	555.0	—	83.3	—	18.19	2.00
4.00	0.03912	1514.3	0.37644	203.54	382.16	1.0129	1.6573	0.595	0.674	1.105	770.	126.	541.0	—	82.7	—	17.94	4.00
6.00	0.04267	1509.6	0.34709	205.34	383.37	1.0193	1.6571	0.605	0.678	1.105	762.	126.	527.5	—	82.1	—	17.70	6.00
8.00	0.04648	1504.8	0.32045	207.16	384.58	1.0258	1.6568	0.615	0.682	1.105	755.	127.	514.5	—	81.6	—	17.45	8.00
10.00	0.05057	1500.0	0.29622	209.00	385.79	1.0323	1.6567	0.624	0.686	1.105	747.	127.	502.0	—	81.0	—	17.21	10.00
12.00	0.05494	1495.2	0.27416	210.86	387.00	1.0389	1.6566	0.634	0.689	1.105	740.	127.	489.9	—	80.4	—	16.96	12.00
14.00	0.05961	1490.3	0.25405	212.74	388.22	1.0454	1.6565	0.643	0.693	1.106	733.	127.	478.3	—	79.8	—	16.72	14.00
16.00	0.06459	1485.5	0.23569	214.64	389.43	1.0520	1.6565	0.652	0.697	1.106	726.	128.	467.1	—	79.2	—	16.48	16.00
18.00	0.06990	1480.5	0.21890	216.55	390.65	1.0586	1.6565	0.661	0.701	1.106	719.	128.	456.3	—	78.7	—	16.24	18.00
20.00	0.07555	1475.6	0.20354	218.49	391.87	1.0652	1.6566	0.670	0.704	1.107	712.	128.	445.8	—	78.1	9.81	16.00	20.00
22.00	0.08157	1470.6	0.18946	220.44	393.09	1.0718	1.6568	0.678	0.708	1.107	705.	128.	435.7	—	77.5	9.95	15.76	22.00
24.00	0.08796	1465.7	0.17654	222.40	394.31	1.0784	1.6569	0.686	0.712	1.107	698.	128.	426.0	—	76.9	10.08	15.52	24.00
26.00	0.09473	1460.6	0.16467	224.39	395.54	1.0850	1.6572	0.694	0.716	1.108	692.	129.	416.5	—	76.3	10.22	15.28	26.00
27.84b	0.10133	1456.0	0.15460	226.22	396.66	1.0912	1.6574	1.001	0.719	1.108	685.	129.	408.1	—	75.8	10.35	15.06	27.84
28.00	0.10192	1455.6	0.15376	226.38	396.76	1.0917	1.6574	1.002	0.719	1.108	685.	129.	407.4	—	75.8	10.36	15.04	28.00
30.00	0.10952	1450.5	0.14371	228.40	397.98	1.0983	1.6577	1.009	0.723	1.109	678.	129.	398.5	—	75.2	10.49	14.80	30.00
32.00	0.11757	1445.4	0.13445	230.42	399.21	1.1050	1.6581	1.016	0.727	1.109	671.	129.	389.9	—	74.6	10.63	14.57	32.00
34.00	0.12607	1440.2	0.12590	232.46	400.43	1.1116	1.6585	1.023	0.731	1.110	664.	129.	381.6	—	74.0	10.77	14.33	34.00
36.00	0.13504	1435.1	0.11800	234.52	401.65	1.1183	1.6589	1.029	0.734	1.111	658.	129.	373.6	—	73.4	10.90	14.10	36.00
38.00	0.14451	1429.9	0.11070	236.59	402.88	1.1249	1.6594	1.035	0.738	1.111	651.	129.	365.7	—	72.9	11.04	13.86	38.00
40.00	0.15448	1424.6	0.10394	238.67	404.10	1.1316	1.6598	1.041	0.742	1.112	644.	129.	358.1	—	72.3	11.18	13.63	40.00
42.00	0.16498	1419.4	0.09768	240.76	405.32	1.1382	1.6604	1.047	0.745	1.113	637.	130.	350.7	—	71.7	11.32	13.39	42.00
44.00	0.17603	1414.0	0.09186	242.86	406.54	1.1448	1.6609	1.052	0.749	1.114	630.	130.	343.5	—	71.1	11.45	13.16	44.00
46.00	0.18764	1408.7	0.08647	244.97	407.76	1.1514	1.6615	1.058	0.753	1.115	623.	130.	336.5	—	70.5	11.59	12.93	46.00
48.00	0.19983	1403.3	0.08145	247.10	408.97	1.1580	1.6621	1.063	0.757	1.116	616.	130.	329.7	—	69.9	11.73	12.70	48.00
50.00	0.21261	1397.9	0.07678	249.23	410.19	1.1646	1.6627	1.067	0.760	1.117	609.	130.	323.0	11.72	69.4	11.86	12.47	50.00
52.00	0.22602	1392.4	0.07244	251.37	411.40	1.1712	1.6634	1.072	0.764	1.118	602.	130.	316.6	11.79	68.8	12.00	12.24	52.00
54.00	0.24007	1386.9	0.06839	253.53	412.61	1.1778	1.6641	1.076	0.768	1.119	595.	130.	310.2	11.86	68.2	12.14	12.01	54.00
56.00	0.25478	1381.4	0.06461	255.69	413.82	1.1843	1.6648	1.081	0.772	1.120	588.	130.	304.1	11.92	67.6	12.27	11.78	56.00
58.00	0.27016	1375.8	0.06108	257.85	415.02	1.1909	1.6655	1.084	0.775	1.122	581.	130.	298.0	11.99	67.0	12.41	11.55	58.00
60.00	0.28624	1370.2	0.05778	260.03	416.22	1.1974	1.6662	1.088	0.779	1.123	574.	130.	292.1	12.06	66.5	12.55	11.32	60.00
62.00	0.30304	1364.5	0.05469	262.21	417.41	1.2039	1.6670	1.092	0.783	1.125	566.	130.	286.4	12.12	65.9	12.68	11.10	62.00
64.00	0.32057	1358.8	0.05180	264.41	418.61	1.2104	1.6677	1.095	0.787	1.126	559.	129.	280.7	12.19	65.3	12.82	10.87	64.00
66.00	0.33887	1353.1	0.04910	266.60	419.79	1.2168	1.6685	1.099	0.791	1.128	552.	129.	275.2	12.26	64.7	12.96	10.65	66.00
68.00	0.35794	1347.3	0.04656	268.81	420.97	1.2233	1.6693	1.102	0.795	1.130	544.	129.	269.8	12.32	64.1	13.10	10.42	68.00
70.00	0.37782	1341.4	0.04418	271.02	422.15	1.2297	1.6701	1.105	0.798	1.132	537.	129.	264.5	12.39	63.6	13.23	10.20	70.00
72.00	0.39851	1335.5	0.04194	273.24	423.32	1.2361	1.6709	1.108	0.802	1.134	530.	129.	259.3	12.46	63.0	13.37	9.96	72.00
74.00	0.42005	1329.6	0.03983	275.46	424.49	1.2425	1.6717	1.111	0.807	1.136	522.	129.	254.2	12.52	62.4	13.51	9.76	74.00
76.00	0.44246	1323.6	0.03786	277.69	425.64	1.2488	1.6726	1.114	0.811	1.139	515.	129.	249.2	12.59	61.8	13.64	9.54	76.00
78.00	0.46575	1317.5	0.03599	279.92	426.80	1.2551	1.6734	1.117	0.815	1.141	507.	128.	244.3	12.66	61.2	13.78	9.32	78.00
80.00	0.48995	1311.4	0.03424	282.16	427.94	1.2614	1.6742	1.119	0.819	1.144	500.	128.	239.5	12.72	60.7	13.92	9.10	80.00
82.00	0.51508	1305.2	0.03259	284.40	429.08	1.2677	1.6751	1.122	0.823	1.146	492.	128.	—	12.79	60.1	14.05	8.88	82.00
84.00	0.54116	1299.0	0.03103	286.65	430.20	1.2740	1.6759	1.125	0.828	1.149	485.	128.	—	12.85	59.5	14.19	8.67	84.00
86.00	0.56822	1292.7	0.02955	288.91	431.32	1.2802	1.6768	1.127	0.832	1.153	477.	127.	—	12.92	58.9	14.33	8.45	86.00
88.00	0.59628	1286.4	0.02816	291.17	432.43	1.2864	1.6776	1.130	0.837	1.156	469.	127.	—	12.99	58.3	14.46	8.24	88.00
90.00	0.62537	1280.0	0.02685	293.43	433.54	1.2926	1.6784	1.133	0.842	1.159	462.	127.	—	13.05	57.8	14.60	8.02	90.00
92.00	0.65550	1273.5	0.02560	295.70	434.63	1.2988	1.6793	1.136	0.847	1.163	454.	127.	—	13.12	57.2	14.74	7.81	92.00
94.00	0.68670	1266.9	0.02443	297.97	435.71	1.3049	1.6801	1.138	0.852	1.167	447.	126.	—	13.18	56.6	—	7.60	94.00
96.00	0.71899	1260.3	0.02331	300.25	436.78	1.3111	1.6809	1.141	0.857	1.171	439.	126.	—	13.25	56.0	—	7.39	96.00
98.00	0.75240	1253.6	0.02225	302.54	437.84	1.3172	1.6817	1.144	0.862	1.176	432.	126.	—	13.31	55.4	—	7.18	98.00
100.00	0.78696	1246.8	0.02125	304.83	438.88	1.3232	1.6825	1.147	0.868	1.180	424.	125.	—	13.38	54.8	—	6.97	100.00
105.00	0.87851	1229.5	0.01896	310.58	441.44	1.3383	1.6844	1.156	0.883	1.194	405.	124.	—	13.54	—	—	6.45	105.00
110.00	0.97776	1211.6	0.01695	316.37	443.92	1.3533	1.6862	1.166	0.900	1.209	386.	123.	—	13.70	—	—	5.94	110.00
115.00	1.0851	1193.1	0.01517	322.20	446.29	1.3682	1.6879	1.177	0.918	1.227	367.	122.	—	13.87	—	—	5.44	115.00
120.00	1.2010	1173.9	0.01359	328.08	448.56	1.3830	1.6895	1.190	0.940	1.248	349.	120.	—	14.03	—	—	4.95	120.00
125.00	1.3258	1153.9	0.01219	334.02	450.71	1.3978	1.6909	1.207	0.965	1.274	330.	118.	—	14.19	—	—	4.47	125.00
130.00	1.4600	1133.0	0.01093	340.03	452.72	1.4125	1.6920	1.227	0.994	1.304	311.							



Designation: D 2290 – 92

Standard Test Method for Apparent Tensile Strength of Ring or Tubular Plastics and Reinforced Plastics by Split Disk Method¹

This standard is issued under the fixed designation D 2290; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense. Consult the DoD Index of Specifications and Standards for the specific year of issue which has been adopted by the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the comparative apparent tensile strength of most tubular plastic products utilizing a split disk test fixture, when tested under defined conditions of pretreatment, temperature, humidity, and test machine speed. This test method is applicable to many types of tubular ring-shaped specimens, either parallel-fiber-reinforced, extruded, or molded. Procedure A is used for parallel-fiber-reinforced specimens, Procedure B for extruded and molded specimens and Procedure C for 114.33 mm (4.5 in.) and larger diameter extruded pipe.

1.2 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety problems, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- D 618 Practice for Conditioning Plastics and Electrical Insulating Materials for Testing²
- D 1599 Test Method for Short-Time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings³
- D 2291 Practice for Fabrication of Ring Test Specimens for Glass-Resin Composites⁴
- E 4 Practices for Load Verification of Testing Machines⁵

3. Summary of Test Method

3.1 The test specimen (Fig. 1, parallel-fiber-reinforced specimens, Type A with controlled width and thickness and Type B with controlled width; Fig. 2, a reduced-section specimen for extruded or molded products) is loaded through the suggested self-aligning split disk test fixture (Fig. 3 or 4) which applies tensile stress to the test ring. An apparent tensile strength rather than a true tensile strength is obtained in this test because of a bending moment imposed

during test at the split between the split disk test fixture. The moment is induced by the change in contour of the ring between the two disk sections as they separate. The test fixture is designed to minimize the effect of this bending moment.

4. Significance and Use

4.1 Split disk tension tests, properly interpreted, provide reasonably accurate information with regard to the apparent tensile strength of plastics when employed under conditions approximating those under which the tests are made.

4.2 Tension tests may provide data for research and development, engineering design, quality control, acceptance or rejection under specifications, and for special purposes. The test cannot be considered significant for applications differing widely from the load-time scale of the standard test.

NOTE 1—Procedure C has been used on polyethylene and polybutylene pipe to produce results equivalent to Quick Burst results (Test Method D 1599) for 4 in. to 8 in. pipes.

5. Apparatus

5.1 *Micrometers*—Suitable ball-type micrometers, reading to at least 0.025 mm (0.001 in.), for measuring the width and thickness of the test specimens.

5.2 *Testing Machine*—A universal testing machine of the constant-rate-of-cross-head-movement type and comprising essentially the following:

5.2.1 *Drive Mechanism*—A drive mechanism for imparting to the crosshead a uniform controlled velocity with respect to the base, this velocity to be regulated as specified in Section 9.

5.2.2 *Load Indicator*—A load-indicating mechanism capable of showing the total tensile load carried by the test specimen. This mechanism shall be essentially free from inertia lag at the specified rate of testing and shall indicate the load with an accuracy of $\pm 1\%$ of the indicated value. The accuracy of the testing machine shall be verified in accordance with Method E 4.

5.3 *Test Fixture*—Recommended test fixtures are shown in Figs. 3, 4, and 5. The width of the split disks shown in Fig. 5 shall be 50.8 mm (2.0 in.). The split disk's diameter (D) shall be no less than 6.35 mm (0.250 in.) smaller than the inside diameter of the test specimen. The supports for holding the tension test fixture shall be self-aligning, that is, they shall be attached to the fixed and movable member of the test machine, respectively, in such a manner that they move freely into alignment as soon as any load is applied, so

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D-30 on High Modulus Fibers and Their Composites and is the direct responsibility of Subcommittee D30.04 on Lamine and Laminate Test Methods.

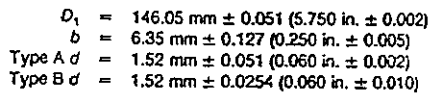
Current edition approved Feb. 15, 1992. Published April 1992. Originally published as D 2290 – 64 T. Last previous edition D 2290 – 87.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.04.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 15.03.

⁵ Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.



6.35 mm $\pm$ 0.127
(0.250 in. $\pm$ 0.005)

12.70 mm
(0.500 in.)

3.18 mm $\pm$ 0.127
Rd

conditioning prior to test, as defined in Procedure A of Methods D 618, shall be used, except 24 h will be the minimum time period.

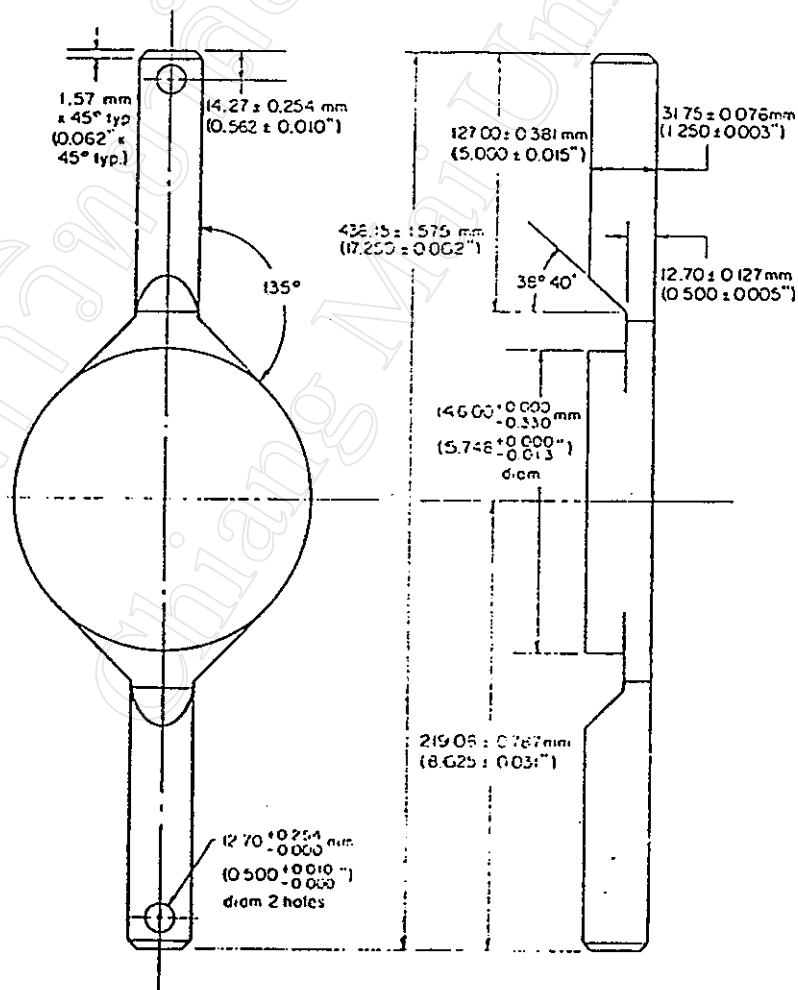


FIG. 3 Split-Disk Tensile Test Fixture for Parallel Fiber Reinforced Ring Specimens

D 2290

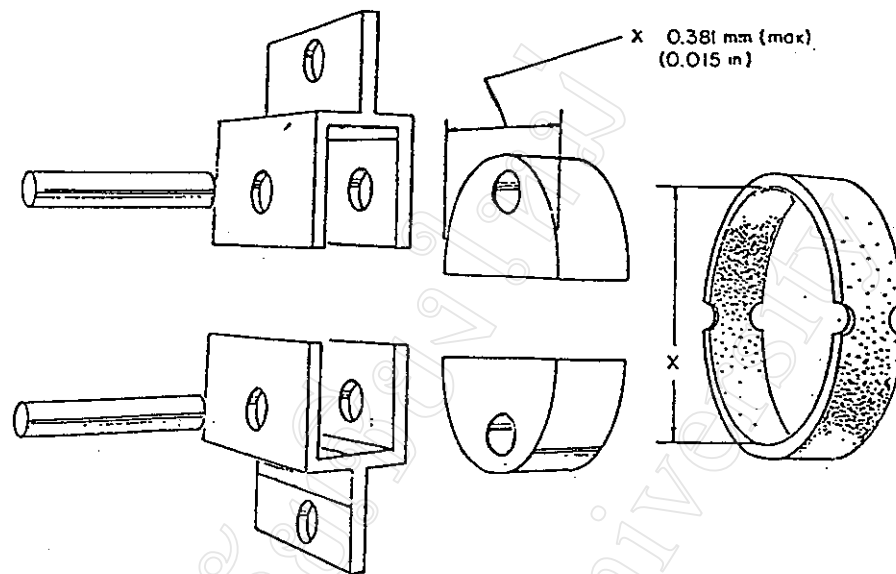


FIG. 4 Test Fixture for Reduced-Section Molded or Extruded Ring Specimen

6. Test Specimen

6.1 The parallel-fiber-reinforced rings used in this test method shall be fabricated in accordance with Practice D 2291. The test specimen will then conform to the dimensions shown in Fig. 1. Specimen Type A has the dimensions of the width and thickness controlled, and Type B has the width controlled but the thickness is maintained as wound and cured. All surfaces of the specimen shall be free of visible flaws, scratches, or imperfections.

6.2 The extruded or molded rings used in this test method shall be fabricated with a reduced cross section as shown in Fig. 2. The reduced cross sections shall be located at the point of minimum wall thickness and at 180° thereto except when the test is used for specialized purposes (see Note 2). Figure 6 shows a fixture that may be used for this purpose. It is suggested that specimens 1/2 in. wide with a 1/4 in. wide reduced cross section be used. The specimen must be free of machining marks and uniform in cross section.

NOTE 2—The reduced sections for the extruded or molded specimens can be located at any points on the periphery of the specimen provided they are 180° apart, that is, even at the weld or "knit" line of the specimen if the strength of these areas is being investigated.

6.3 Large diameter extruded pipe specimens shall be cut normal to the pipe axis with parallel sides. The width of the specimen shall be nominally 44.4 mm (1.75 in.) to 50.8 mm (2.00 in.). Two areas, one of which includes the minimum pipe wall thickness and the other 180 deg opposite, shall be wet sanded to remove cutting marks; care must be exercised to retain the rectangular cross-section of the prepared area.

6.4 Number of Test Specimens—The number of test specimens is optional; however, a minimum of five specimens is needed to obtain a reliable average for a sample.

7. Conditioning

7.1 Conditioning—Condition the test specimens at 23 ± 2°C (73.4 ± 3.6°F) and 50 ± 5 % relative humidity for not less than 24 h prior to test in accordance with Procedure A.

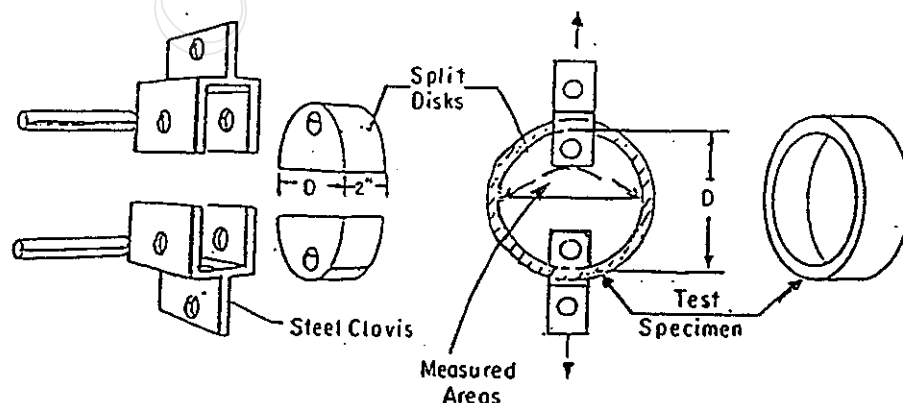


FIG. 5 Test Fixture for Large Diameter Extruded Pipe

Methods D 618 for those tests where conditioning is required. In cases of disagreement, the tolerances shall be $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 1.8^\circ\text{F}$) and $\pm 2\%$ relative humidity.

7.2 Test Conditions—Conduct tests in the standard laboratory atmosphere of $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$) and $50 \pm 5\%$ relative humidity, unless otherwise specified in the test methods or in this specification. In cases of disagreement, the tolerances shall be $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 1.8^\circ\text{F}$) and $\pm 2\%$ relative humidity.

7.3 Special conditioning procedures may be used by agreement between cooperating laboratories.

8. Speed of Testing

8.1 Speed of testing is velocity of separation of the two members of the testing machine when running idle (under no load).

8.2 The standard speed of testing shall be $1.0 \pm 50\%$ mm/min for fiber-reinforced thermoset specimens, and 12.7 mm/min for extruded or molded specimens.

9. Procedure

9.1 Procedure A (parallel-fiber-reinforced specimens):

9.1.1 Mark the ring at two randomly selected points 180° apart. In marking the specimen, use a soft wax crayon or indian ink. Scratching the surface of the specimen can cause weakness and premature fracture and should be avoided.

9.1.2 Measure the width and thickness of the randomly selected points to the nearest 0.025 mm (0.001 in.) using a ball-type micrometer. Record the single width and thickness from the point whose product gives the minimum cross-sectional area.

9.1.3 Mount the test specimen on the outside periphery of the split disk test fixture (Fig. 3) with the randomly selected points at the split in the fixture. Lubrication of the periphery is optional. The test fixture should be designed to align the test ring positively on the test fixture so that it is centered on the line joining the points of attachment of the fixture to the test machine.

9.1.4 Set the speed control at 2.5 mm/min (0.10 in./min) and start the test machine.

9.1.5 Record the maximum load carried by the specimen during the test.

9.2 Procedure B (extruded or molded specimens):

9.2.1 Measure the width and thickness of the reduced sections to the nearest 0.02 mm (0.001 in.) using a ball-type micrometer or a dial indicator instrument such as shown in Fig. 7. Record the width and thickness of both cross-sectional areas.

9.2.2 Mount the test specimen on the split disk test fixture (Fig. 4) with the reduced sections at the split in the fixture. Align the test specimen on the split disk specimen holder so that it is centered on the line joining the points of attachment of the fixture to the test machine.

9.2.3 Set the speed control at 12.7 mm/min (0.50 in./min) and start the test machine.

9.2.4 Record the yield and ultimate loads carried by the specimen during the test.

9.3 Procedure C (extruded large diameter pipe):

9.3.1 Measure the width and thickness of the prepared areas to the nearest 0.02 mm (0.001 in.) using a ball anvil type micrometer. Record the width and thickness of both

prepared cross-sectional areas.

9.3.2 Mount the test specimen on the outside of the split disk fixture as shown in Fig. 5, with the prepared and measured areas located at the split in the fixture. Align the test specimen on the test fixture so that it is centered on the line joining the points of attachment to the test machine.

9.3.3 Set the speed control at 12.7 mm/min (0.50 in./min) and start the machine.

9.3.4 Record the yield point and maximum load carried by the specimen during the test.

9.3.5 Record the crosshead separation required to rupture the test specimen.

10. Calculation

10.1 Calculate the apparent tensile strength (at yield or rupture, or both) of the specimen using the appropriate equation and report to three significant figures; an optional calculation of the apparent tensile strength of reinforcement is given in Note 3:

$$\sigma_a = P_b / 2A_m \quad (\text{Procedure A})$$

$$\text{or } P_b / (d_1 b_1 + d_2 b_2) \quad (\text{Procedure B or C}) \quad (1)$$

where:

σ_a = apparent yield or ultimate tensile stress of the specimen, MPa (or psi),
 P_b = maximum or breaking load, or both, N (or lbf),
 A_m = minimum cross-sectional area of the two measurements, $d \times b$, mm² (or in.²),
 d = thickness at minimum area, mm (or in.),
 d_1, d_2 = thickness at reduced or test sections, mm (or in.),
 b = width at minimum area, mm (or in.), and
 b_1, b_2 = width of reduced or test sections, mm (or in.).

NOTE 3—Optional Calculation—Apparent Tensile Strength of Reinforcement—To compare composites that have differing resin contents, an apparent tensile strength of reinforcement may be calculated from resin content using the following equations. These assume that the resin matrix carried no load, and require that the specific gravities of the composite material and of the reinforcement material be known.

$$\sigma_f = P_b / 2A_f$$

$$A_f = A_m \times \frac{G_c}{G_f} \times \frac{100 - r}{100} \quad (2)$$

where:

σ_f = apparent tensile strength of reinforcement, MPa (or psi),
 P_b = breaking load, N (or lbf),
 A_m = minimum composite cross-sectional area of the two measured, mm² (in.²),
 A_f = area of reinforcement only (excluding resin matrix), mm² (in.²),
 r = content of resin and other filler materials, weight %,
 G_f = specific gravity of reinforcement material, and
 G_c = specific gravity of composite material.
 Recommended values for specific gravity of two commonly used glass reinforcement materials are:

"E" Glass	2.55
"S" Glass	2.485

10.2 For each series of tests, calculate the arithmetic mean of all values obtained to three significant figures and report as the "average value" for the particular property in question.

10.3 Calculate the standard deviation as follows and report to two significant figures:

ภาคผนวก ข
ตารางผลการทดลอง

ตาราง ข-1 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน R113 ที่เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 40 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.2493	2.3048	0.0555	2.4674
2	2.0062	2.0497	0.0435	2.1683
3	2.0382	2.0824	0.0442	2.1686
4	2.1753	2.2245	0.0492	2.2618
5	2.0593	2.1042	0.0449	2.1804
เฉลี่ย	2.1057	2.1531	0.0475	2.2539
SD	0.1026	0.1075	0.0050	0.1280

ตาราง ข-2 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน R113 ที่เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 60 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.1424	2.1788	0.0364	1.6990
2	2.0054	2.0333	0.0279	1.3912
3	2.2252	2.2628	0.0376	1.6897
4	2.0213	2.0498	0.0285	1.4100
5	2.1240	2.1559	0.0319	1.5019
เฉลี่ย	2.1037	2.1361	0.0325	1.5430
SD	0.0910	0.0952	0.0044	0.1485

ตาราง ข-3 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน R113 ที่เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 80 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	1.9932	2.0172	0.0240	1.2041
2	2.0804	2.1072	0.0268	1.2882
3	2.0708	2.0962	0.0254	1.2266
4	2.0145	2.0392	0.0247	1.2261
5	2.1078	2.1344	0.0266	1.2620
เฉลี่ย	2.0533	2.0788	0.0255	1.2419
SD	0.0478	0.0489	0.0012	0.0334

ตาราง ข-4 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน RI 13 ที่เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 40 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.2436	2.3100	0.0664	2.9595
2	2.2093	2.2752	0.0659	2.9828
3	2.0883	2.1443	0.0560	2.6816
4	2.2452	2.3112	0.0660	2.9396
5	2.1898	2.2532	0.0634	2.8952
เฉลี่ย	2.1952	2.2588	0.0635	2.8944
SD	0.0642	0.0685	0.0044	0.1218

ตาราง ข-5 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน RI 13 ที่เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 60 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.0406	2.0928	0.0522	2.5581
2	2.0258	2.0818	0.0560	2.7643
3	2.0799	2.1328	0.0529	2.5434
4	2.0208	2.0779	0.0571	2.8256
5	2.1946	2.2664	0.0718	3.2717
เฉลี่ย	2.0723	2.1303	0.0580	2.7988
SD	0.0722	0.0791	0.0080	0.2952

ตาราง ข-6 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน RI 13 ที่เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 80 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.0521	2.0952	0.0431	2.1003
2	2.1513	2.2028	0.0515	2.3939
3	2.0480	2.0991	0.0511	2.4951
4	2.1684	2.2098	0.0414	1.9092
5	2.1669	2.2091	0.0422	1.9475
เฉลี่ย	2.1173	2.1632	0.0459	2.1659
SD	0.0618	0.0604	0.0050	0.2637

ตาราง ข-7 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R1 I3 ที่เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 40 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.1151	2.3125	0.1974	9.3329
2	2.1981	2.4037	0.2056	9.3535
3	2.1741	2.3775	0.2034	9.3556
4	2.2073	2.4132	0.2059	9.3281
5	2.1046	2.3010	0.1964	9.3319
เฉลี่ย	2.1598	2.3616	0.2017	9.3405
SD	0.0474	0.0519	0.0045	0.0131

ตาราง ข-8 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R1 I3 ที่เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 60 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.1300	2.3587	0.2287	10.7371
2	2.0192	2.2282	0.2090	10.3506
3	2.2177	2.4531	0.2354	10.6146
4	2.1104	2.3370	0.2266	10.7373
5	2.0578	2.2815	0.2237	10.8708
เฉลี่ย	2.1070	2.3317	0.2247	10.6634
SD	0.0757	0.0847	0.0098	0.1963

ตาราง ข-9 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R1 I3 ที่เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 80 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.0496	2.2685	0.2189	10.6801
2	2.0001	2.2196	0.2195	10.9745
3	2.1487	2.3873	0.2386	11.1044
4	2.0596	2.2758	0.2162	10.4972
5	2.1325	2.3581	0.2256	10.5791
เฉลี่ย	2.0781	2.3019	0.2238	10.7675
SD	0.0616	0.0690	0.0090	0.2610

ตาราง ข-10 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน R123 ที่เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 40 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.0458	2.0601	0.0143	0.6990
2	2.2400	2.2594	0.0194	0.8661
3	2.1892	2.2079	0.0187	0.8542
4	2.1659	2.1842	0.0183	0.8449
5	2.0519	2.0658	0.0139	0.6774
เฉลี่ย	2.1386	2.1555	0.0169	0.7912
SD	0.0862	0.0888	0.0026	0.0920

ตาราง ข-11 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน R123 ที่เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 60 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.1292	2.1392	0.0100	0.4697
2	2.0271	2.0359	0.0088	0.4341
3	2.1874	2.2014	0.0140	0.6400
4	2.0328	2.0411	0.0083	0.4083
5	2.1748	2.1886	0.0138	0.6345
เฉลี่ย	2.1103	2.1212	0.0110	0.5203
SD	0.0765	0.0790	0.0027	0.1117

ตาราง ข-12 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่ใช้ในสารทำงาน R123 ที่เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 80 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.1478	2.1609	0.0131	0.6099
2	2.1707	2.1810	0.0103	0.4745
3	2.2014	2.2129	0.0115	0.5224
4	2.1055	2.1112	0.0057	0.2707
5	2.2572	2.2706	0.0134	0.5937
เฉลี่ย	2.1765	2.1873	0.0108	0.4962
SD	0.0571	0.0594	0.0031	0.1364

ตาราง ข-13 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R.123 ที่เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 40 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.0361	2.0516	0.0155	0.7613
2	2.1974	2.2168	0.0194	0.8829
3	2.2013	2.2216	0.0203	0.9222
4	2.0220	2.0367	0.0147	0.7270
5	2.0473	2.0632	0.0159	0.7766
เฉลี่ย	2.1008	2.1180	0.0172	0.8168
SD	0.0904	0.0929	0.0025	0.0840

ตาราง ข-14 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R.123 ที่เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 60 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.2121	2.2318	0.0197	0.8906
2	1.9735	2.0017	0.0282	1.4289
3	2.1617	2.1831	0.0214	0.9900
4	2.0287	2.0498	0.0211	1.0401
5	2.0352	2.0558	0.0206	1.0122
เฉลี่ย	2.0822	2.0977	0.0155	0.7444
SD	0.1001	0.0979	0.0034	0.2072

ตาราง ข-15 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R.123 ที่เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 80 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.0051	2.0368	0.0317	1.5810
2	2.0698	2.0885	0.0187	0.9035
3	2.0942	2.1358	0.0416	1.9864
4	2.1347	2.1756	0.0409	1.9160
5	2.0492	2.0728	0.0236	1.1517
เฉลี่ย	2.0706	2.0843	0.0137	0.6626
SD	0.0485	0.0544	0.0102	0.4725

ตาราง ข-16 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R.123 ที่เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 40 °

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.1151	2.3125	0.1974	9.3329
2	2.1981	2.4037	0.2056	9.3535
3	2.1741	2.3775	0.2034	9.3556
4	2.2073	2.4132	0.2059	9.3281
5	2.1046	2.3010	0.1964	9.3319
เฉลี่ย	2.1598	2.3616	0.2017	9.3405
SD	0.0474	0.0519	0.0045	0.0131

ตาราง ข-17 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R.123 ที่เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 60 °

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	2.0918	2.2752	0.1834	8.7676
2	2.0376	2.2148	0.1772	8.6965
3	2.0698	2.2489	0.1791	8.6530
4	2.1914	2.3655	0.1741	7.9447
5	2.1968	2.4798	0.2830	12.8824
เฉลี่ย	2.1175	2.3168	0.1994	9.4150
SD	0.0726	0.1069	0.0469	1.9810

ตาราง ข-18 มวลของชิ้นงาน HDPE ที่แช่ในสารทำงาน R.123 ที่เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 80 °C

ชิ้นงานที่	มวลของชิ้นงาน (กรัม)			
	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	%ผลต่าง
1	1.9931	2.1850	0.1919	9.6282
2	2.0096	2.2038	0.1942	9.6636
3	2.0383	2.2359	0.1976	9.6944
4	2.1294	2.3339	0.2045	9.6036
5	2.1610	2.3731	0.2121	9.8149
เฉลี่ย	2.0663	2.2663	0.2001	9.6821
SD	0.0747	0.0828	0.0082	0.0824

ตาราง ข-19 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 40°C เวลา 500 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.56	3.58	3.57	6.66	6.63	6.65	47.45	14.54	470.88	9.92
2	3.61	3.59	3.60	6.66	6.69	6.68	48.06	NA	NA	NA
3	3.33	3.34	3.34	6.62	6.64	6.63	44.22	13.47	446.36	10.09
4	3.57	3.58	3.58	6.66	6.61	6.64	47.44	13.50	470.88	9.93
5	3.57	3.54	3.56	6.74	6.65	6.70	47.60	14.54	470.88	9.89
เฉลี่ย	3.53	3.53	3.53	6.67	6.64	6.66	46.95	14.01	464.75	9.96
SD	0.11	0.11	0.11	0.04	0.03	0.03	1.55	0.61	12.26	0.09

ตาราง ข-20 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 500 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.38	3.35	3.37	6.59	6.60	6.60	44.38	12.53	448.81	10.11
2	3.31	3.30	3.31	6.54	6.59	6.57	43.39	NA	NA	NA
3	3.35	3.33	3.34	6.54	6.62	6.58	43.95	11.80	443.90	10.10
4	3.28	3.28	3.28	6.74	6.70	6.72	44.08	12.41	451.26	10.24
5	3.70	3.73	3.72	6.70	6.60	6.65	49.41	11.58	492.95	9.98
เฉลี่ย	3.40	3.40	3.40	6.62	6.62	6.62	45.04	12.08	459.23	10.11
SD	0.17	0.19	0.18	0.09	0.04	0.06	2.47	0.46	22.69	0.11

ตาราง ข-21 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 500 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.72	3.79	3.76	6.53	6.61	6.57	49.34	11.40	492.95	9.99
2	3.68	3.71	3.70	6.51	6.47	6.49	47.96	10.67	507.67	10.59
3	3.68	3.65	3.67	6.46	6.51	6.49	47.53	10.59	483.14	10.16
4	3.74	3.74	3.74	6.45	6.57	6.51	48.69	12.72	495.41	10.17
5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.71	3.72	3.71	6.49	6.54	6.51	48.38	11.35	494.79	10.23
SD	0.03	0.06	0.04	0.04	0.06	0.04	0.80	0.99	10.09	0.25

ตาราง ข-22 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 40°C เวลา 1000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.58	3.54	3.56	6.72	6.72	6.72	47.85	13.30	475.79	9.94
2	3.34	3.33	3.34	6.60	6.65	6.63	44.19	12.01	456.17	10.32
3	3.23	3.22	3.23	6.65	6.63	6.64	42.83	10.43	441.45	10.31
4	3.30	3.31	3.31	6.68	6.60	6.64	43.89	14.13	436.55	9.95
5	3.28	3.29	3.29	6.64	6.65	6.65	43.66	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.35	3.34	3.34	6.66	6.65	6.65	44.48	12.47	452.49	10.13
SD	0.14	0.12	0.13	0.04	0.04	0.04	1.95	1.61	17.63	0.21

ตาราง ข-23 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 1000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.65	3.63	3.64	6.53	6.59	6.56	47.76	11.87	470.88	9.86
2	3.32	3.31	3.32	6.56	6.50	6.53	43.29	11.40	434.09	10.03
3	3.64	3.65	3.65	6.60	6.63	6.62	48.22	10.09	473.33	9.82
4	3.36	3.34	3.35	6.62	6.57	6.60	44.19	11.91	446.36	10.10
5	3.40	3.42	3.41	6.62	6.62	6.62	45.15	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.47	3.47	3.47	6.59	6.58	6.58	45.72	11.32	456.17	9.95
SD	0.16	0.16	0.16	0.04	0.05	0.04	2.18	0.85	19.10	0.14

ตาราง ข-24 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 1000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.31	3.35	3.33	6.56	6.57	6.57	43.72	10.94	441.45	10.10
2	3.47	3.41	3.44	6.69	6.60	6.65	45.72	NA	NA	NA
3	3.33	3.32	3.33	6.60	6.55	6.58	43.72	10.68	441.45	10.10
4	3.32	3.33	3.33	6.62	6.68	6.65	44.22	11.68	441.45	9.98
5	3.35	3.26	3.31	6.52	6.57	6.55	43.26	10.65	431.64	9.98
เฉลี่ย	3.36	3.33	3.35	6.60	6.59	6.60	44.13	10.99	439.00	10.04
SD	0.07	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.95	0.48	4.91	0.07

ตาราง ข-25 ค่าความแข็งแรงคลากของขึ้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 40°C เวลา 3000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.46	3.45	3.46	6.87	6.79	6.83	47.20	11.75	376.7	7.98
2	3.66	3.68	3.67	6.38	6.45	6.42	47.09	11.36	386.7	8.21
3	3.43	3.39	3.41	5.35	5.28	5.32	36.25	10.42	295.0	8.14
4	3.63	3.63	3.63	5.22	5.14	5.18	37.61	12.30	312.9	8.32
5	3.43	3.43	3.43	6.77	6.71	6.74	46.24	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.52	3.52	3.52	6.12	6.07	6.10	42.90	11.46	342.83	8.16
SD	0.11	0.13	0.12	0.78	0.80	0.79	5.46	0.79	45.66	0.14

ตาราง ข-26 ค่าความแข็งแรงคลากของขึ้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 3000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.37	3.39	3.38	6.76	6.68	6.72	45.43	11.25	364.34	8.02
2	3.31	3.35	3.33	6.54	6.48	6.51	43.36	10.98	356.99	8.23
3	3.63	3.65	3.64	6.88	6.91	6.90	50.20	11.75	423.99	8.45
4	3.33	3.28	3.31	6.93	6.90	6.92	45.71	10.22	400.93	8.77
5	3.75	3.61	3.68	6.66	6.75	6.71	49.34	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.48	3.46	3.47	6.75	6.74	6.75	46.80	11.05	386.56	8.37
SD	0.20	0.16	0.18	0.16	0.18	0.16	2.87	0.64	31.49	0.32

ตาราง ข-27 ค่าความแข็งแรงคลากของขึ้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 3000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.44	3.44	3.44	6.67	6.71	6.69	46.03	9.14	394.07	8.56
2	3.39	3.32	3.36	6.70	6.63	6.67	44.72	11.47	363.85	8.14
3	3.63	3.60	3.62	6.62	6.68	6.65	48.08	10.75	425.46	8.85
4	3.44	3.43	3.44	6.71	6.61	6.66	45.75	11.66	398.48	8.71
5	3.30	3.37	3.34	6.73	3.66	5.20	34.54	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.44	3.43	3.44	6.69	6.06	6.37	43.79	10.76	395.47	8.56
SD	0.12	0.11	0.11	0.04	1.34	0.66	5.33	1.15	25.23	0.31

ตาราง ข-28 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 40°C เวลา 500 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด			ความกว้างคอคอด			พื้นที่ mm ²	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.38	3.35	3.37	6.57	6.54	6.56	44.12	17.59	451.26	10.23
2	3.53	3.53	3.53	6.65	6.64	6.65	46.91	19.61	492.95	10.51
3	3.58	3.57	3.58	6.66	6.60	6.63	47.40	NA	NA	NA
4	3.25	3.29	3.27	6.69	6.60	6.65	43.46	18.73	453.71	10.44
5	3.22	3.23	3.23	6.62	6.54	6.58	42.44	23.91	439.00	10.34
เฉลี่ย	3.39	3.39	3.39	6.64	6.58	6.61	44.86	19.96	459.23	10.38
SD	0.16	0.15	0.15	0.05	0.04	0.04	2.18	2.76	23.38	0.12

ตาราง ข-29 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 500 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด			ความกว้างคอคอด			พื้นที่ mm ²	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.59	3.62	3.61	6.52	6.58	6.55	47.23	11.90	478.24	0.00
2	3.36	3.37	3.37	6.50	6.52	6.51	43.81	NA	NA	NA
3	3.48	3.45	3.47	6.59	6.51	6.55	45.39	12.94	470.88	10.37
4	3.40	3.35	3.38	6.55	6.48	6.52	43.98	12.24	443.90	10.09
5	3.36	3.35	3.36	6.55	6.52	6.54	43.85	13.53	453.71	10.35
เฉลี่ย	3.44	3.43	3.43	6.54	6.52	6.53	44.85	12.65	461.68	7.70
SD	0.10	0.11	0.11	0.03	0.04	0.02	1.48	0.73	15.69	5.14

ตาราง ข-30 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 500 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด			ความกว้างคอคอด			พื้นที่ mm ²	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	NA
2	3.58	3.56	3.57	6.50	6.45	6.48	46.23	11.27	480.69	10.40
3	3.40	3.40	3.40	6.66	6.47	6.57	44.64	10.02	475.79	10.66
4	3.63	3.68	3.66	6.53	6.68	6.61	48.29	12.00	502.27	10.40
5	3.64	3.68	3.66	6.47	6.55	6.51	47.65	9.80	480.69	10.09
เฉลี่ย	3.56	3.58	3.57	6.54	6.54	6.54	46.70	10.77	484.86	10.39
SD	0.11	0.13	0.12	0.08	0.10	0.06	1.62	1.04	11.84	0.23

ตาราง ข-31 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 40 °C เวลา 1000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.27	3.29	3.28	6.68	6.69	6.69	43.85	14.41	451.26	10.29
2	3.61	3.56	3.59	6.55	6.64	6.60	47.28	16.02	490.50	10.37
3	3.59	3.60	3.60	6.65	6.60	6.63	47.63	10.18	488.05	10.25
4	3.62	3.61	3.62	6.63	6.72	6.68	48.26	10.76	492.95	10.21
5	3.27	3.29	3.28	6.52	6.58	6.55	42.97	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.47	3.47	3.47	6.61	6.65	6.63	46.00	12.84	480.69	10.28
SD	0.18	0.17	0.17	0.07	0.06	0.06	2.41	2.83	19.72	0.07

ตาราง ข-32 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 60 °C เวลา 1000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.42	3.40	3.41	6.57	6.62	6.60	44.98	11.31	470.88	10.47
2	3.28	3.24	3.26	6.63	6.69	6.66	43.42	12.63	441.45	10.17
3	3.61	3.62	3.62	6.59	6.68	6.64	47.97	10.50	510.12	10.63
4	3.27	3.24	3.26	6.61	6.63	6.62	43.10	NA	NA	NA
5	3.63	3.60	3.62	6.58	6.59	6.59	47.61	12.33	500.31	10.51
เฉลี่ย	3.44	3.42	3.43	6.60	6.64	6.62	45.42	11.69	480.69	10.44
SD	0.17	0.19	0.18	0.02	0.04	0.03	2.29	0.98	31.02	0.20

ตาราง ข-33 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 80 °C เวลา 1000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.65	3.68	3.67	6.65	6.61	6.63	48.60	10.49	492.95	10.14
2	3.41	3.37	3.39	6.70	6.61	6.66	45.12	NA	NA	NA
3	3.57	3.59	3.58	6.65	6.69	6.67	47.76	10.91	480.69	10.07
4	3.27	3.29	3.28	6.70	6.63	6.67	43.72	10.44	436.55	9.98
5	3.60	3.63	3.62	6.65	6.63	6.64	48.01	9.86	485.60	10.12
เฉลี่ย	3.50	3.51	3.51	6.67	6.63	6.65	46.64	10.43	473.95	10.08
SD	0.16	0.17	0.16	0.03	0.03	0.02	2.11	0.43	25.44	0.07

ตาราง ข-34 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 40°C เวลา 3000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.57	3.62	3.60	6.69	6.67	6.68	48.03	9.82	416.14	8.66
2	3.33	3.30	3.32	6.65	6.64	6.65	44.06	10.66	419.08	9.51
3	3.28	3.22	3.25	6.55	6.65	6.60	42.90	11.26	397.50	9.27
4	3.26	3.26	3.26	6.62	6.75	6.69	43.59	10.98	420.75	9.65
5	3.64	3.61	3.63	6.69	6.65	6.67	48.36	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.42	3.40	3.41	6.64	6.67	6.66	45.38	10.68	413.37	9.27
SD	0.18	0.20	0.19	0.06	0.04	0.03	2.60	0.62	10.75	0.44

ตาราง ข-35 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 3000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.34	3.30	3.32	6.64	6.55	6.60	43.79	8.94	420.75	9.61
2	3.33	3.34	3.34	6.58	6.61	6.60	43.99	10.32	400.64	9.11
3	3.38	3.32	3.35	6.65	6.52	6.59	44.12	9.08	383.96	8.70
4	3.32	3.34	3.33	6.65	6.59	6.62	44.09	9.21	401.62	9.11
5	3.71	3.71	3.71	6.62	6.65	6.64	49.23	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.42	3.40	3.41	6.63	6.58	6.61	45.04	9.39	401.74	9.13
SD	0.17	0.17	0.17	0.03	0.05	0.02	2.34	0.63	15.04	0.37

ตาราง ข-36 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 3000 ชั่วโมง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	ระยะยึด (mm)	max. load N	Tensile Strength N/mm ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย				
1	3.47	3.45	3.46	6.64	6.62	6.63	45.88	9.71	398.68	8.69
2	3.32	3.32	3.32	6.64	6.62	6.63	44.02	8.85	378.86	8.61
3	3.38	3.36	3.37	6.63	6.65	6.64	44.75	7.89	390.34	8.72
4	3.62	3.64	3.63	6.75	6.59	6.67	48.42	9.40	439.88	9.08
5	3.56	3.59	3.58	6.60	6.64	6.62	47.33	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.47	3.47	3.47	6.65	6.62	6.64	46.08	8.96	401.94	8.78
SD	0.12	0.14	0.13	0.06	0.02	0.02	1.81	0.80	26.57	0.21

ตาราง ข-37 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.41	3.42	3.42	6.25	5.18	5.72	39.03	348.26	8.92
2	3.52	3.60	3.56	7.93	8.48	8.21	58.44	524.84	8.98
3	3.29	3.33	3.31	7.41	6.36	6.89	45.56	407.12	8.94
4	3.55	3.60	3.58	7.53	7.95	7.74	55.35	510.12	9.22
5	3.35	3.38	3.37	7.51	6.89	7.20	48.45	456.17	9.42
เฉลี่ย	3.42	3.47	3.45	7.33	6.97	7.15	49.37	449.30	9.09
SD	0.11	0.13	0.12	0.63	1.31	0.95	7.75	73.21	0.22

ตาราง ข-38 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.53	3.58	3.56	6.23	7.10	6.67	47.41	421.83	8.90
2	3.74	3.67	3.71	4.85	6.11	5.48	40.56	333.54	8.22
3	3.70	3.61	3.66	7.65	6.39	7.02	51.37	416.93	8.12
4	3.65	3.72	3.69	7.61	6.85	7.23	53.26	490.50	9.21
5	3.34	3.41	3.38	6.21	4.98	5.60	37.72	328.64	8.71
เฉลี่ย	3.59	3.60	3.60	6.51	6.29	6.40	46.07	398.29	8.63
SD	0.16	0.12	0.14	1.17	0.83	0.81	6.74	67.91	0.46

ตาราง ข-39 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.18	3.20	3.19	3.65	4.95	4.30	27.45	279.59	10.19
2	3.62	3.60	3.61	5.84	6.35	6.10	44.00	446.36	10.14
3	3.68	3.68	3.68	6.67	5.90	6.29	46.26	495.41	10.71
4	3.28	3.28	3.28	6.74	6.70	6.72	44.08	451.26	10.24
5	3.25	3.33	3.29	6.54	6.62	6.58	43.30	444.39	10.26
เฉลี่ย	3.40	3.42	3.41	5.89	6.10	6.00	41.02	423.40	10.31
SD	0.23	0.21	0.22	1.30	0.72	0.98	7.67	83.08	0.23

ตาราง ข-40 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113
ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.23	3.23	3.23	6.51	6.27	6.39	41.28	387.50	9.39
2	3.49	3.33	3.41	5.70	5.81	5.76	39.24	385.53	9.82
3	3.52	3.57	3.55	5.93	6.28	6.11	43.29	424.77	9.81
4	3.30	3.28	3.29	6.68	6.75	6.72	44.18	446.36	10.10
5	3.34	3.30	3.32	6.60	6.63	6.62	43.92	431.64	9.83
เฉลี่ย	3.38	3.34	3.36	6.28	6.35	6.32	42.38	415.16	9.79
SD	0.12	0.13	0.12	0.44	0.37	0.39	2.09	27.30	0.26

ตาราง ข-41 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113
ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.59	3.58	3.59	4.96	5.19	5.08	36.39	375.72	10.33
2	3.25	3.14	3.20	6.53	6.44	6.49	41.44	436.55	10.53
3	3.15	3.23	3.19	6.86	6.68	6.77	43.19	461.07	10.68
4	3.36	3.40	3.38	5.57	5.62	5.60	37.82	377.69	9.99
5	3.40	3.42	3.41	5.60	5.56	5.58	38.06	387.50	10.18
เฉลี่ย	3.35	3.35	3.35	5.90	5.90	5.90	39.38	407.70	10.34
SD	0.17	0.17	0.17	0.77	0.63	0.70	2.82	38.77	0.27

ตาราง ข-42 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113
ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.53	3.57	3.55	5.32	5.02	5.17	36.70	382.59	10.42
2	3.30	3.25	3.28	5.72	5.08	5.40	35.39	375.72	10.62
3	3.25	3.28	3.27	6.09	6.89	6.49	42.39	441.45	10.41
4	3.31	3.35	3.33	5.56	5.52	5.54	36.90	395.34	10.72
5	3.47	3.41	3.44	6.69	6.60	6.65	45.72	510.12	11.16
เฉลี่ย	3.37	3.37	3.37	5.88	5.82	5.85	39.42	42.92	10.67
SD	0.12	0.13	0.12	0.53	0.87	0.67	4.43	5.71	0.30

ตาราง ข-43 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.41	3.51	3.46	5.89	5.98	5.94	41.07	342.27	8.33
2	3.73	3.74	3.74	6.35	6.28	6.32	47.17	440.86	9.35
3	3.36	3.36	3.36	5.94	5.79	5.87	39.41	376.61	9.56
4	3.65	3.63	3.64	6.53	6.77	6.65	48.41	NA	NA
5	3.55	3.49	3.52	5.86	5.64	5.75	40.49	357.97	8.84
เฉลี่ย	3.54	3.55	3.54	6.11	6.09	6.10	43.31	38.68	9.02
SD	0.16	0.14	0.15	0.31	0.45	0.37	4.16	4.41	0.55

ตาราง ข-44 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.63	3.58	3.61	6.61	6.67	6.64	47.87	447.83	9.35
2	3.01	3.36	3.19	5.26	5.07	5.17	32.87	NA	NA
3	3.58	3.61	3.60	6.28	6.25	6.27	45.04	427.91	9.50
4	3.29	3.19	3.24	5.36	5.57	5.47	35.40	345.80	9.77
5	3.56	3.61	3.59	4.78	4.98	4.88	34.99	357.28	10.21
เฉลี่ย	3.41	3.47	3.44	5.66	5.71	5.68	39.24	394.71	9.71
SD	0.26	0.19	0.21	0.76	0.74	0.74	6.74	50.72	0.38

ตาราง ข-45 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.31	3.23	3.27	7.06	7.18	7.12	46.56	474.51	10.19
2	3.30	3.05	3.18	6.68	6.58	6.63	42.11	432.33	10.27
3	3.60	3.47	3.54	6.70	6.84	6.77	47.85	475.79	9.94
4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.40	3.25	3.33	6.81	6.87	6.84	45.51	460.87	10.13
SD	0.17	0.21	0.19	0.21	0.30	0.25	3.01	24.73	0.17

ตาราง ข-46 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.58	3.56	3.57	4.62	4.00	4.31	30.78	259.97	8.45
2	3.46	3.58	3.52	5.96	6.04	6.00	42.24	372.78	8.82
3	3.71	3.65	3.68	3.90	5.30	4.60	33.81	269.78	7.98
4	3.62	3.61	3.62	6.63	6.72	6.68	48.26	446.94	9.26
5	3.27	3.29	3.28	6.52	6.98	6.75	44.28	390.93	8.83
เฉลี่ย	3.53	3.54	3.53	5.53	5.81	5.67	39.88	348.08	8.67
SD	0.17	0.14	0.15	1.21	1.20	1.15	7.33	80.80	0.48

ตาราง ข-47 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.50	3.46	3.48	4.93	3.85	4.39	30.58	258.00	8.44
2	3.66	3.67	3.67	6.18	6.91	6.55	47.98	412.02	8.59
3	3.41	3.27	3.34	5.65	5.69	5.67	37.87	299.21	7.90
4	3.27	3.29	3.28	6.70	5.63	6.17	40.43	346.29	8.56
5	3.60	3.63	3.62	5.94	5.98	5.96	43.09	377.69	8.76
เฉลี่ย	3.49	3.46	3.48	5.88	5.61	5.75	39.99	338.64	8.45
SD	0.15	0.19	0.17	0.66	1.11	0.82	6.46	61.29	0.33

ตาราง ข-48 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.60	3.55	3.58	3.12	3.30	3.21	22.95	213.86	9.32
2	3.62	3.60	3.61	5.81	4.35	5.08	36.69	348.26	9.49
3	3.62	3.70	3.66	5.43	5.64	5.54	40.52	367.88	9.08
4	3.41	3.37	3.39	6.70	6.63	6.67	45.19	431.64	9.55
5	3.57	3.59	3.58	6.70	6.61	6.66	47.65	456.17	9.57
เฉลี่ย	3.56	3.56	3.56	5.55	5.31	5.43	38.60	363.56	9.40
SD	0.09	0.12	0.10	1.47	1.46	1.42	9.72	94.70	0.21

ตาราง ข-49 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.58	3.53	3.56	6.05	6.75	6.40	45.49	431.64	9.49
2	3.55	3.51	3.53	5.37	5.74	5.56	39.21	362.97	9.26
3	3.24	3.21	3.23	5.91	5.99	5.95	38.38	359.54	9.37
4	3.28	3.30	3.29	6.74	6.70	6.72	44.22	424.77	9.61
5	3.64	3.67	3.66	6.70	6.65	6.68	48.79	485.60	9.95
เฉลี่ย	3.46	3.44	3.45	6.15	6.37	6.26	43.22	412.90	9.53
SD	0.18	0.19	0.18	0.58	0.47	0.50	4.38	52.72	0.27

ตาราง ข-50 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.56	3.55	3.56	6.92	7.03	6.98	49.59	493.44	9.95
2	3.47	3.51	3.49	5.01	4.98	5.00	34.86	326.67	9.37
3	3.41	3.37	3.39	6.20	6.37	6.29	42.61	424.77	9.97
4	3.68	3.65	3.67	6.46	6.51	6.49	47.53	458.03	9.64
5	3.74	3.76	3.75	6.45	6.57	6.51	48.83	478.53	9.80
เฉลี่ย	3.57	3.57	3.57	6.21	6.29	6.25	44.69	436.29	9.75
SD	0.14	0.15	0.14	0.72	0.77	0.75	6.13	66.47	0.25

ตาราง ข-51 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.48	3.49	3.49	5.93	6.13	6.03	42.03	421.83	10.04
2	3.45	3.36	3.41	5.02	4.85	4.94	33.62	343.35	10.21
3	3.60	3.60	3.60	5.22	6.31	5.77	41.51	421.83	10.16
4	3.68	3.65	3.67	6.46	6.51	6.49	47.53	459.11	9.66
5	3.74	3.74	3.74	6.45	6.57	6.51	48.69	480.69	9.87
เฉลี่ย	3.59	3.57	3.58	5.82	6.07	5.95	42.68	425.36	9.99
SD	0.12	0.15	0.13	0.67	0.71	0.65	5.99	52.32	0.23

ตาราง ข-52 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113

ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.51	3.48	3.50	7.29	7.16	7.23	50.50	433.31	8.58
2	3.45	3.47	3.46	5.39	5.25	5.32	36.81	292.73	7.95
3	3.23	3.38	3.31	6.10	6.08	6.09	40.25	NA	NA
4	3.68	3.56	3.62	6.72	6.75	6.74	48.76	422.03	8.66
5	3.46	3.42	3.44	5.95	5.82	5.89	40.49	326.87	8.07
เฉลี่ย	3.47	3.46	3.46	6.29	6.21	6.25	43.36	368.73	8.31
SD	0.16	0.07	0.11	0.73	0.76	0.74	5.94	69.62	0.35

ตาราง ข-53 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113

ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.53	3.47	3.50	6.25	6.10	6.18	43.23	379.55	8.78
2	3.27	3.42	3.35	6.68	6.66	6.67	44.62	NA	NA
3	3.66	3.64	3.65	6.05	6.05	6.05	44.17	410.25	9.29
4	3.75	3.64	3.70	5.25	5.31	5.28	39.02	344.72	8.84
5	3.43	3.48	3.46	6.31	6.09	6.20	42.84	392.30	9.16
เฉลี่ย	3.53	3.53	3.53	6.11	6.04	6.08	42.77	381.71	9.02
SD	0.19	0.10	0.14	0.53	0.48	0.50	2.22	27.69	0.25

ตาราง ข-54 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113

ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load N	Tensile Strength MN/m ²
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.61	3.60	3.61	5.66	5.71	5.69	40.99	389.85	9.51
2	3.63	3.71	3.67	7.29	7.14	7.22	52.95	NA	NA
3	3.65	3.67	3.66	6.32	6.40	6.36	46.56	475.79	10.22
4	3.71	3.38	3.55	5.88	5.72	5.80	41.15	379.06	9.21
5	3.61	3.59	3.60	6.12	6.07	6.10	43.88	416.63	9.49
เฉลี่ย	3.64	3.59	3.62	6.25	6.21	6.23	45.11	415.33	9.61
SD	0.04	0.13	0.05	0.63	0.59	0.61	4.94	43.29	0.43

ตาราง ข-55 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.52	3.53	3.53	6.43	5.86	6.15	43.32	372.78	8.61
2	3.73	3.62	3.68	7.30	6.05	6.68	49.13	414.96	8.45
3	3.58	3.57	3.58	6.56	6.60	6.58	47.05	407.12	8.65
4	3.25	3.29	3.27	6.59	6.54	6.57	42.93	365.91	8.52
5	3.22	3.23	3.23	6.62	6.58	6.60	42.57	362.97	8.53
เฉลี่ย	3.46	3.45	3.45	6.70	6.33	6.51	45.00	384.75	8.55
SD	0.22	0.18	0.20	0.34	0.35	0.21	2.93	24.42	0.08

ตาราง ข-56 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.52	3.57	3.55	6.20	6.23	6.22	44.07	372.78	8.46
2	3.51	3.48	3.50	4.82	4.23	4.53	31.64	264.87	8.37
3	3.60	3.70	3.65	4.24	3.31	3.78	27.51	230.54	8.38
4	3.63	3.65	3.64	6.53	6.68	6.61	48.09	434.58	9.04
5	3.34	3.34	3.34	6.47	6.55	6.51	43.49	367.88	8.46
เฉลี่ย	3.52	3.55	3.53	5.65	5.40	5.53	38.96	334.13	8.54
SD	0.11	0.14	0.13	1.05	1.53	1.29	8.87	84.04	0.28

ตาราง ข-57 ค่าความแข็งแรงคลากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.26	3.27	3.27	5.37	5.29	5.33	34.80	392.40	11.27
2	3.09	3.36	3.23	3.33	3.47	3.40	21.95	220.73	10.06
3	3.74	3.64	3.69	4.22	5.96	5.09	37.48	407.12	10.86
4	3.52	3.57	3.55	5.61	6.56	6.09	43.17	473.82	10.98
5	3.60	3.63	3.62	6.63	5.48	6.06	43.76	485.60	11.10
เฉลี่ย	3.44	3.49	3.47	5.03	5.35	5.19	36.23	395.93	10.85
SD	0.26	0.17	0.21	1.28	1.16	1.09	8.84	106.00	0.47

ตาราง ข-58 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไโฟนอนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคคอด (mm)			ความกว้างคอคคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.17	3.22	3.20	6.03	5.86	5.95	37.98	385.53	10.15
2	3.24	3.22	3.23	6.92	6.82	6.87	44.38	454.20	10.23
3	3.23	3.23	3.23	6.02	6.53	6.28	40.54	382.59	9.44
4	3.25	3.33	3.29	6.54	6.62	6.58	43.30	426.74	9.86
5	3.28	3.28	3.28	6.68	6.60	6.64	43.56	436.55	10.02
เฉลี่ย	3.23	3.26	3.25	6.44	6.49	6.46	41.95	417.12	9.94
SD	0.04	0.05	0.04	0.40	0.37	0.36	2.65	31.76	0.31

ตาราง ข-59 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไโฟนอนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคคอด (mm)			ความกว้างคอคคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.40	3.37	3.39	6.71	6.64	6.68	45.19	461.07	10.20
2	3.59	3.61	3.60	5.65	5.41	5.53	39.81	385.53	9.68
3	3.55	3.59	3.57	6.11	6.51	6.31	45.06	446.36	9.91
4	3.68	3.71	3.70	6.51	6.47	6.49	47.96	485.60	10.12
5	3.68	3.65	3.67	6.46	6.51	6.49	47.53	470.88	9.91
เฉลี่ย	3.58	3.59	3.58	6.29	6.31	6.30	45.11	449.89	9.96
SD	0.12	0.13	0.12	0.42	0.51	0.45	3.24	38.71	0.21

ตาราง ข-60 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไโฟนอนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคคอด (mm)			ความกว้างคอคคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.61	3.60	3.61	6.04	6.13	6.09	43.87	473.82	10.80
2	3.65	3.63	3.64	4.35	4.78	4.57	33.23	385.53	11.60
3	3.25	3.27	3.26	6.40	6.77	6.59	42.94	493.44	11.49
4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.50	3.50	3.50	5.60	5.89	5.75	40.01	450.93	11.30
SD	0.22	0.20	0.21	1.09	1.02	1.05	5.89	57.48	0.43

ตาราง ข-61 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.6	3.71	3.66	5.39	5.32	5.36	39.14	345.70	8.83
2	3.29	3.32	3.31	5.81	6.09	5.95	39.33	362.97	9.23
3	3.70	3.72	3.71	6.83	6.9	6.87	50.94	478.24	9.39
4	3.36	3.37	3.37	6.73	6.76	6.75	45.39	438.21	9.65
5	3.56	3.62	3.59	6.36	6.33	6.35	45.56	NA	NA
เฉลี่ย	3.50	3.55	3.53	6.22	6.28	6.25	44.07	406.28	9.28
SD	0.17	0.19	0.18	0.61	0.63	0.62	4.95	54.18	0.30

ตาราง ข-62 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.63	3.57	3.60	6.73	6.86	6.80	48.92	475.79	9.73
2	3.26	3.29	3.28	5.53	5.74	5.64	36.91	354.34	9.60
3	3.3	3.31	3.31	5.68	5.64	5.66	37.41	326.38	8.72
4	3.59	3.61	3.60	5.86	5.73	5.80	41.72	NA	NA
5	3.43	3.56	3.50	5.97	5.90	5.94	41.48	404.56	9.75
เฉลี่ย	3.44	3.47	3.46	5.95	5.97	5.96	41.29	390.27	9.45
SD	0.17	0.15	0.16	0.47	0.50	0.48	4.81	56.77	0.49

ตาราง ข-63 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซโฟนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux ต่ำ

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.40	3.37	3.39	6.31	6.34	6.33	42.82	461.07	10.77
2	3.17	3.22	3.20	5.53	5.46	5.50	35.11	385.53	10.98
3	3.22	3.22	3.22	5.62	5.48	5.55	35.74	402.21	11.25
4	3.31	3.23	3.27	6.96	6.64	6.80	44.48	474.51	10.67
5	3.64	3.67	3.66	6.70	6.65	6.68	48.79	NA	NA
เฉลี่ย	3.35	3.34	3.35	6.22	6.11	6.17	41.39	430.83	10.92
SD	0.19	0.19	0.19	0.64	0.60	0.62	5.87	37.73	0.26

ตาราง ข-64 ค่าความแข็งแรงกลางของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.52	3.54	3.53	5.14	6.56	5.85	41.32	348.26	8.43
2	3.29	3.27	3.28	6.55	6.36	6.46	42.35	367.88	8.69
3	3.56	3.61	3.59	5.65	6.72	6.19	44.37	367.88	8.29
4	3.60	3.59	3.60	6.63	5.05	5.84	42.00	362.97	8.64
5	3.61	3.65	3.63	6.52	5.96	6.24	45.29	382.59	8.45
เฉลี่ย	3.52	3.53	3.52	6.10	6.13	6.11	43.06	365.91	8.50
SD	0.13	0.15	0.14	0.67	0.67	0.27	1.69	12.31	0.16

ตาราง ข-65 ค่าความแข็งแรงกลางของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.46	3.35	3.41	4.01	5.41	4.71	32.00	255.06	7.97
2	3.57	3.59	3.58	6.65	6.49	6.57	47.04	416.93	8.86
3	3.51	3.55	3.53	6.33	6.37	6.35	44.83	372.78	8.32
4	3.36	3.34	3.35	6.62	6.10	6.36	42.62	362.97	8.52
5	3.40	3.42	3.41	5.64	6.34	5.99	40.86	328.64	8.04
เฉลี่ย	3.46	3.45	3.46	5.85	6.14	6.00	41.47	347.27	8.34
SD	0.08	0.11	0.10	1.11	0.43	0.75	5.78	60.41	0.36

ตาราง ข-66 ค่าความแข็งแรงกลางของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 500 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.38	3.42	3.40	6.04	5.99	6.02	40.90	421.83	10.31
2	3.38	3.47	3.43	5.68	6.34	6.01	41.20	419.87	10.19
3	3.22	3.26	3.24	2.79	4.56	3.68	23.85	240.35	10.08
4	3.60	3.63	3.62	5.70	5.63	5.67	40.96	414.96	10.13
5	3.57	3.42	3.50	6.54	5.39	5.97	41.78	438.02	10.48
เฉลี่ย	3.43	3.44	3.44	5.35	5.58	5.47	37.74	387.00	10.24
SD	0.16	0.13	0.14	1.47	0.68	1.01	7.77	82.44	0.16

ตาราง ข-67 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาของคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.59	3.61	3.60	6.05	5.95	6.00	43.20	392.40	9.08
2	3.41	3.33	3.37	5.48	5.50	5.49	37.00	362.97	9.81
3	3.40	3.38	3.39	6.19	6.15	6.17	41.83	387.50	9.26
4	3.25	3.29	3.27	6.49	6.60	6.55	42.81	405.15	9.46
5	3.22	3.22	3.22	6.02	6.08	6.05	38.96	402.21	10.32
เฉลี่ย	3.37	3.37	3.37	6.05	6.06	6.05	40.76	390.05	9.59
SD	0.15	0.15	0.15	0.37	0.40	0.38	2.68	16.74	0.49

ตาราง ข-68 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาของคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.23	3.27	3.25	6.60	7.65	7.13	46.33	461.07	9.95
2	3.23	3.27	3.25	7.17	6.86	7.02	45.59	461.07	10.11
3	3.56	3.53	3.55	3.91	4.02	3.97	28.11	264.87	9.42
4	3.41	3.37	3.39	6.80	6.94	6.87	46.58	485.60	10.43
5	3.57	3.59	3.58	7.12	6.96	7.04	50.40	493.44	9.79
เฉลี่ย	3.40	3.41	3.40	6.32	6.49	6.40	43.40	433.21	9.94
SD	0.17	0.15	0.16	1.37	1.41	1.37	8.75	95.21	0.37

ตาราง ข-69 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123
ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 1000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาของคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.65	3.63	3.64	6.53	6.59	6.56	47.76	515.03	10.78
2	3.32	3.31	3.32	5.43	5.31	5.37	35.60	377.69	10.61
3	3.31	3.35	3.33	6.76	6.65	6.71	44.65	500.31	11.20
4	3.32	3.36	3.34	6.57	6.69	6.63	44.29	488.54	11.03
5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
เฉลี่ย	3.40	3.41	3.41	6.32	6.31	6.32	43.08	470.39	10.91
SD	0.17	0.15	0.16	0.60	0.67	0.63	5.22	62.75	0.26

ตาราง ข-70 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.58	3.52	3.55	7.50	7.43	7.47	53.00	NA	NA
2	3.48	3.45	3.47	5.91	5.67	5.79	40.13	358.75	8.94
3	3.47	3.41	3.44	6.05	6.10	6.08	41.79	355.02	8.49
4	3.61	3.57	3.59	5.66	5.59	5.63	40.39	368.76	9.13
5	3.3	3.35	3.33	5.84	6.11	5.98	39.74	NA	NA
เฉลี่ย	3.49	3.46	3.47	6.19	6.18	6.19	43.01	360.84	8.85
SD	0.12	0.09	0.10	0.74	0.74	0.74	5.64	7.10	0.33

ตาราง ข-71 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 60 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.35	3.31	3.33	5.79	5.67	5.73	38.16	338.64	8.87
2	3.38	3.40	3.39	5.67	5.55	5.61	38.03	358.95	9.44
3	3.5	3.72	3.61	6.55	6.86	6.71	48.44	452.14	9.33
4	3.53	3.44	3.49	5.58	5.41	5.50	38.31	356.99	9.32
5	3.31	3.37	3.34	7.47	7.35	7.41	49.50	NA	NA
เฉลี่ย	3.41	3.45	3.43	6.21	6.17	6.19	42.49	376.68	9.24
SD	0.10	0.16	0.12	0.80	0.88	0.83	5.93	51.13	0.25

ตาราง ข-72 ค่าความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่อุณหภูมิทำงาน 80 °C เวลาทำงาน 3000 ชั่วโมง heat flux สูง

ตัวอย่าง ชั้นที่	ความหนาคอคอด (mm)			ความกว้างคอคอด (mm)			พื้นที่ (mm ²)	max. load (N)	Tensile Strength (MN/m ²)
	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย	ด้าน 1	ด้าน 2	เฉลี่ย			
1	3.68	3.53	3.61	7.32	7.30	7.31	52.71	538.96	10.23
2	3.57	3.50	3.54	7.51	7.61	7.56	53.45	NA	NA
3	3.4	3.41	3.41	5.25	5.36	5.31	36.13	365.32	10.11
4	3.14	3.26	3.20	5.96	5.94	5.95	38.08	405.84	10.66
5	3.32	3.15	3.24	5.66	5.82	5.74	37.12	NA	NA
เฉลี่ย	3.42	3.37	3.40	6.34	6.41	6.37	43.50	436.71	10.33
SD	0.21	0.16	0.18	1.02	0.99	1.00	8.78	90.84	0.29

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวศศิธร ประกายวิทย์

วัน เดือน ปี สถานที่เกิด 23 กุมภาพันธ์ 2520 จังหวัดลำพูน

ประวัติการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสวนบุญโญปถัมภ์ ลำพูน
จังหวัดลำพูน ปีการศึกษา 2537

ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2541