รายการอ้างอิง

1 สมชาย วิศวเวีรศักดิ์. การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของอุตสาหกรรมเครื่องใช้ประจำโต๊ะอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

2 วิลาศ ศักดานนท์ ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิต โดยใช้ระบบการควบคุมคุณภาพและการเสนอรายงานของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป..วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิศวอุตสาหกรรม. บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2528

3 ทรงชัย รักษ์ถาวรวงศ์. เสนอแนะแนวทางการวิเคราะห์โครงสร้างองค์การ, การบริหาร และระบบบริหารงานซ่อมบำรุงของอุตสาหกรรมแหอวน. ภาควิชาวิศวอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

4 J.M. Juran and Frank M. Gryna. Quality Control Hndbook. 4th Edition. New York : Mc Graw-Hill. 1988.

5 กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระป๋องโลหะสำหรับบรรจุอาหาร. กรุงเทพมหานคร : สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530.

6 ____. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษทำลูกฟูก . กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2522.

7 ____. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กล่องกระดาษลูกฟูก . กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2528.

8 สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์. หลักการและการใช้งาน เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ศูนย์หนังสือกรุงเทพ จำกัด, 2536.

9 บริษัท สยามกราฟท์อุตสาหกรรม จำกัด. การเลือกใช้กระดาษทำกล่องลูกฟูก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : พาณิชพระนครการพิมพ์, 2530.

10 กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 9001-2534 . พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535.

11 American Society for Testing and Materials. Standard Test Methods for Cone Penetration of Lubricating Grease. ASTM Standard D-217, U.S.A. : 1992.

12 _____. Standard Method for Calibration of Thermocouples by Comparison Techniques. ASTM-E220. U.S.A. : 1992.

13 _____. Standard Specification for ASTM Thermometers. ASTM-E1. U.S.A. : 1992.

14 _____. Standard Test Method for Inspection and Verification of Liquid-in-Glass Thermometers. ASTM-E77. U.S.A. : 1992.

15 _____. Standard Test Method for Methods for Saponification Number of Petroleum Products. ASTM-D94. U.S.A.: 1993.

16 _____. Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products. ASTM-D4057. U.S.A. : 1998.

17 กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจาระบี. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530.

18 American Society for Testing and Materials. Standard Temperature- Electromotive Force (EMF) Tables for Standardized Thermocouples. ASTM-E230. U.S.A. : 1987.

19 Robert F. Delsi, Mark M. Migden. Esso Meter Proving Handbook. Exxon Research & Engineering Co. 1989.

20 American Petroleum Institute. Manual of Petroleum Measurement Standards. Chapter 4-Proving Systems, Section 4-Tank Provers. 1st Edition, Octuber, 1988.

21 Robert D. Carlsen, Jo Ann Gerber, James F.Mchugh. Manual of Quality Assurance Procedures and Forms. Revised Edition, Englewood Cliffs, Prentice Hall, New Jersey, 1992.

22 National Lubricating Grease Institute. Lubricating Grease Guide. 1st Edition. U.S.A. : 1984.

23 ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. 2521. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ส. เอเซียเพรส (1989) จำกัด.

24 ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ,. จันทนา จันทโร. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2536.

25 เสรี ยูนิพันธ์, จรูญ มหิทราฟองกุล, ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม พิมพ์ครั้งที่ 1. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2522.

26 สมนึก วิสุทธิแพทย์. การปรับปรุงแผนการผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องโลหะขนาดเล็กในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2529.

ภาคผนวก ก

แสดงค่าใช้จ่ายรับคืนของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในปี 2537 (บาท)

เดือน / ชนิด	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธค.	รวม
ถัง 180 กก.	6,927	0	0	1,372	0	0	0	0	5,252	0	0	2,506	16,057
ถัง 50 กก.	0	10,240	0	0	0	7,565	0	0	0	3,556	0	172	21,533
ถัง 15 กก.	0	1,026	776	7,307	5,404	4,554	514	512	130	26	0	206	20,455
กระป๋อง 5 กก.	0	81	635	23,782	1,850	0	7,560	0	730	4,210	0	1,298	40,146
กระป๋อง 2 กก.	457	381	1,984	3,075	1,135	498	25,771	50,356	1,469	3,023	487	2,083	90,719
กระป๋อง 0.5 กก.	668	1,454	3,574	3,735	3,143	4,916	15,280	16,562	785	1,824	2,397	3,493	57,831
รวมทั้งสิ้น													**246,741**

ตารางแสดง ลักษณะและสาเหตุของการผิดปกติของตะเข็บอันเนื่องมาจากการทำงานของเครื่องจักรทำตะเข็บขอคู่แบบกึ่งอัตโนมัติ

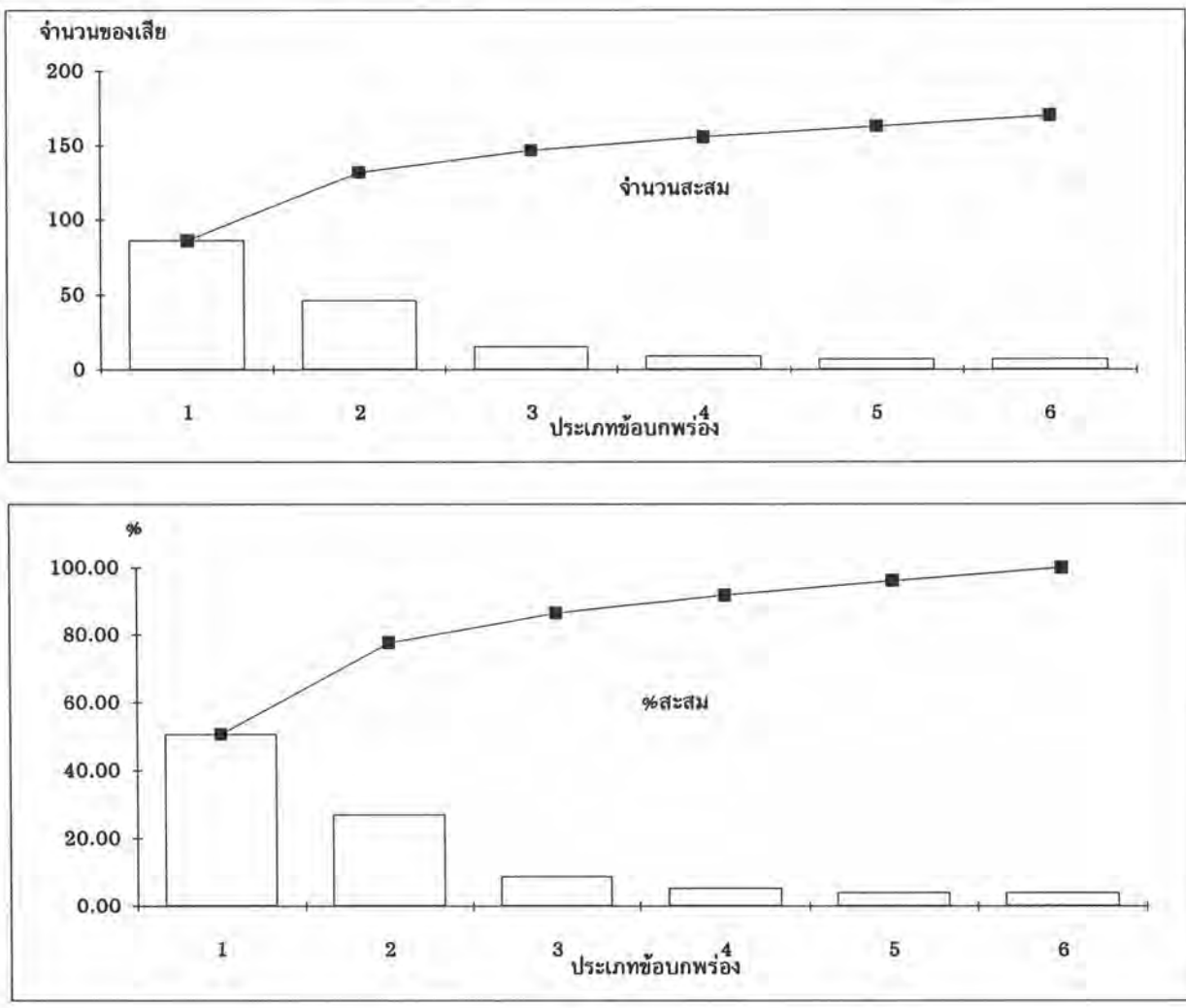
ความผิดปกติ	สาเหตุของการผิดปกติ
สันคม	1. ใช้ตะกั่วบัดกรีที่ตะเข็บข้างมากเกินไป 2. แท่นสวมฝากระป๋องกร่อนมาก 3. ลูกกลิ้งกร่อนมาก 4. ตั้งแท่นสวนฝาลึกเกินไปเมื่อเทียบกับลูกกลิ้ง 5. แท่นสวมฝาแกว่งขณะทำงาน 6. ตั้งลูกกลิ้งลูกที่ 1 และ 2 แน่นเกินไป
ขอไม่เกี่ยวกัน	1. ตัวกระป๋องแบะผิดปกติ 2. ฝากระป๋องผิดปกติ 3. ตั้งแท่นรองกระป๋องที่ต่ำเกินไป 4. ตั้งลูกกลิ้งตัวที่ 2 หลวมและตัวที่ 1 แน่น
ตะเข็บไม่สมบูรณ์	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องไม่ถูกต้อง 2. ตั้งแท่นสวนฝาสูงเกินไป หรือมีความเรียวไม่ถูกแบบ 3. ลูกกลิ้งไม่หมุน 4. ให้เวลาสำหรับการทำงานของลูกกลิ้งน้อยเกินไป 5. แท่นสวนฝากร่อนมาก

ขอฝาพับไม่เข้าที่	1. ขอตัวขาวเกินไป 2. ตั้งลูกกลิ้งตัวที่ 1 หลวมหรือแน่นเกินไป 3. ใช้ตะกั่วบัดกรีที่ตะเข็บข้างมากเกินไป 4. ตั้งลูกกลิ้งตัวที่ 2 แน่นเกินไป 5. ตัวกระป๋องไม่ปกติ เช่น โก่งงอ
ฝามีความลึกน้อยเกินไป	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องต่ำเกินไป 2. ลูกกลิ้งกร่อนมาก 3. แท่นสวมฝากร่อนมาก
ฝามีความลึกมากเกินไป	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องต่ำเกินไป 2. ตั้งแท่นสวนฝาต่ำเกินไป 3. ฝาหรือแท่นสวมฝาผิดปกติ 4. แท่นสวนฝาแน่นเกินไป 5. ลูกกลิ้งสูงกว่าแทนสวนฝามาก
ความลึกของฝาไม่เท่ากัน	1. ตัวกระป๋องไม่ปกติ 2. แท่นรองกระป๋องหลวม 3. แท่นสวนฝาแตกหรือไม่สมบูรณ์ 4. ฝากระป๋องมีรูปแบบไม่ถูกต้อง 5. ลูกกลิ้งและแท่นสวมฝาเบี้ยว 6. แท่นรองกระป๋องเบี้ยว
ตะเข็บขอคู่สั้นเกินไป	1. ลูกกลิ้งลูกแรกแน่นเกินไป 2. ลูกกลิ้งลูกที่สองหลวมเกินไป 3. ฝากระป๋องลึกเกินไป 4. ลูกกลิ้งและแท่นสวนฝาไม่อยู่ในระดับเดียวกัน

ตะเข็บขอคู่ยาวเกินไป	1. ลูกกลิ้งลูกแรกหลวมเกินไป 2. ลูกกลิ้งลูกที่สองแน่นเกินไป 3. ตั้งแท่นรองกระป๋องสูงเกินไป 4. ลูกกลิ้งลูกแรกและลูกที่สองกร่อนมาก 5. ลูกกลิ้งและแท่นสวมฝาไม่อยู่ในระดับเดียวกัน
ขอตัวยาวเกินไป	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องสูงเกินไป 2. ความสูงของแท่นสวมฝาไม่ถูกต้อง
ขอตัวสั้นเกินไป	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องต่ำเกินไป 2. ลูกกลิ้งตัวแรกแน่นเกินไป 3. ลูกกลิ้งตัวที่สองหลวมเกินไป 4. ความสูงของแท่นสวมฝาไม่ถูกต้อง
ขอฝายาวเกินไป	1. ตั้งลูกกลิ้งตัวแรกแน่นเกินไป 2. ความลึกของฝาน้อยเกินไป 3. ตั้งแท่นรองกระป๋องต่ำเกินไป
ขอฝาสั้นเกินไป	1. ม้วนขอบฝาน้อยเกินไป 2. ความลึกของฝามากเกินไป 3. ตั้งแท่นรองกระป๋องสูงเกินไป 4. ลูกกลิ้งตัวแรกหลวม กร่อน หรือแน่นเกินไป
ตะเข็บยาวไม่เท่ากัน	1. ตะเข็บขอคู่ทางด้านก้นกระป๋องไม่เท่ากัน 2. ตัดโลหะตัวกระป๋องไม่เท่ากัน 3. ม้วนขอบฝาไม่เท่ากัน 4. ตะเข็บข้างมีรอยต่อเลื่อมกัน

ตารางแสดง จำนวนชิ้นและ % สะสมตามประเภทข้อบกพร่องของถังขนาด 50 กิโลกรัม

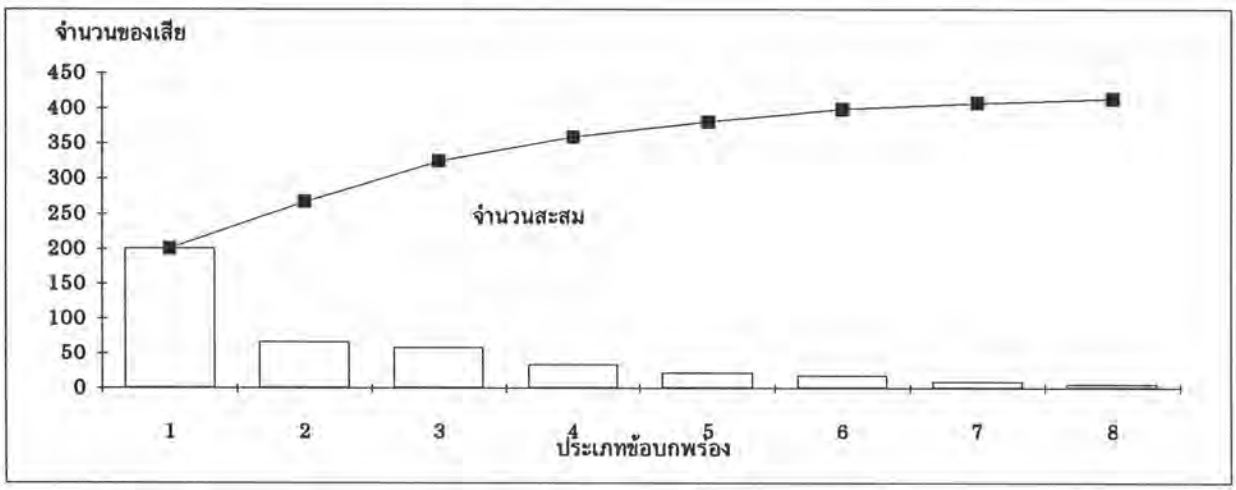
ประเภทข้อบกพร่อง	จำนวนชิ้น	จำนวนสะสม	%แต่ละประเภท	%สะสม
1. แลกเกอร์ล่อก	86	86	50.6	50.6
2. การพิมพ์	46	132	27	77.6
3. รั่วก้น	15	147	8.8	86.5
4. รั่วตะเข็บข้าง	9	156	5.3	91.8
5. สนิม	7	163	4.1	95.9
6. บุบ	7	170	4.1	100
รวม	170		100	

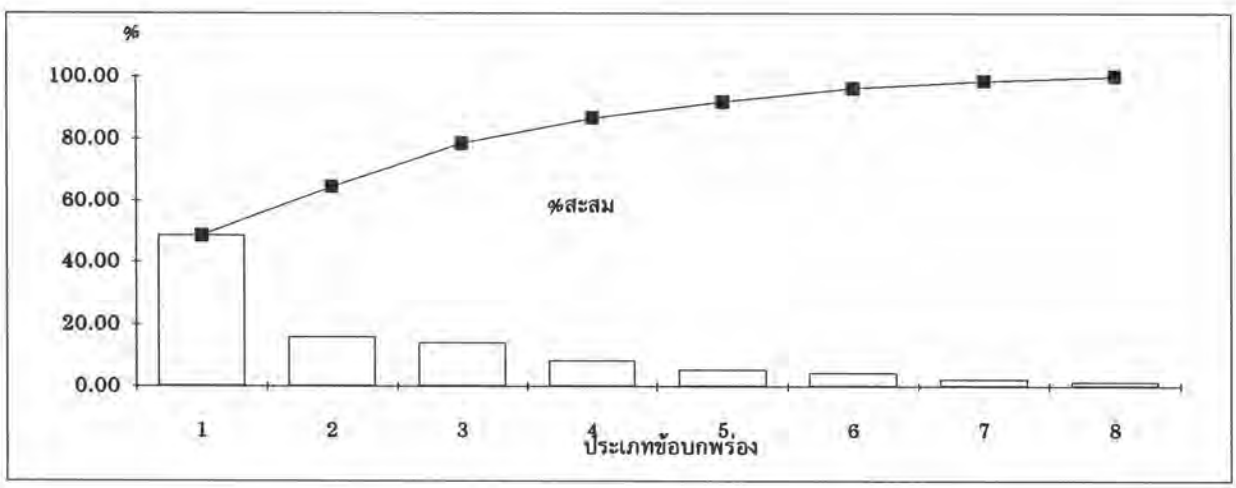


รูปแสดง แผนภูมิพาเรโตที่แสดงค่าเป็นจำนวนและเปอร์เซ็นต์

ตารางแสดง จำนวนชิ้นและ % สะสมตามประเภทข้อบกพร่องของถังขนาด 15 กิโลกรัม 288

ประเภทข้อบกพร่อง	จำนวนชิ้น	จำนวนสะสม	%แต่ละประเภท	%สะสม
1. แลกเกอร์ลอก	201	201	48.6	48.6
2. สนิม	66	267	15.9	64.5
3. รั่วก้น	58	325	14	78.5
4. รั่วหู	34	359	8.2	86.7
5. บุบ	22	381	5.3	92
6. รั่วตะเข็บข้าง	18	399	4.3	95.4
7. หูหลุด-ขาด	9	408	2.2	98.6
8. อื่น ๆ	6	414	1.4	100
รวม	**414**		**100**	

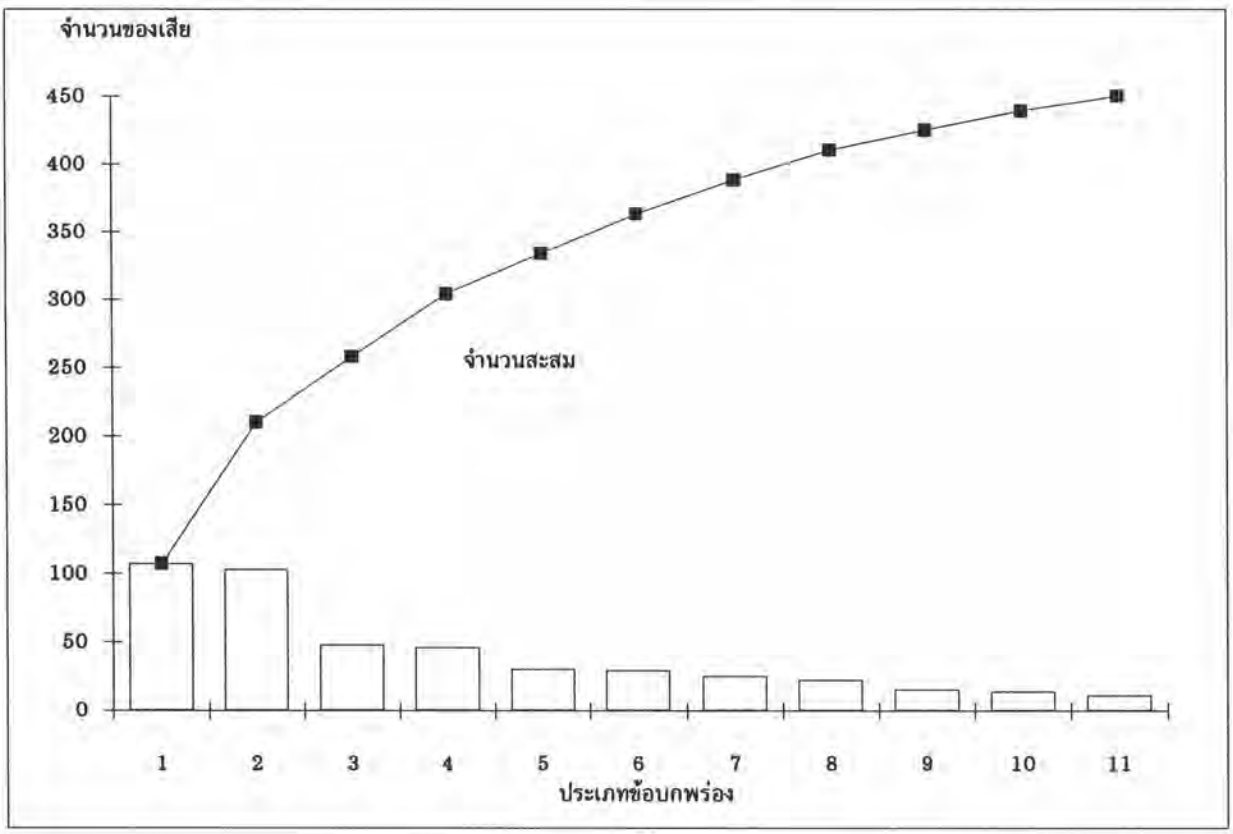




รูปแสดง แผนภูมิพาเรโตที่แสดงค่าเป็นจำนวนและเปอร์เซ็นต์

ตารางแสดง จำนวนชิ้นและ % สะสมตามประเภทข้อบกพร่องของกระป๋องขนาด 2 กิโลกรัม

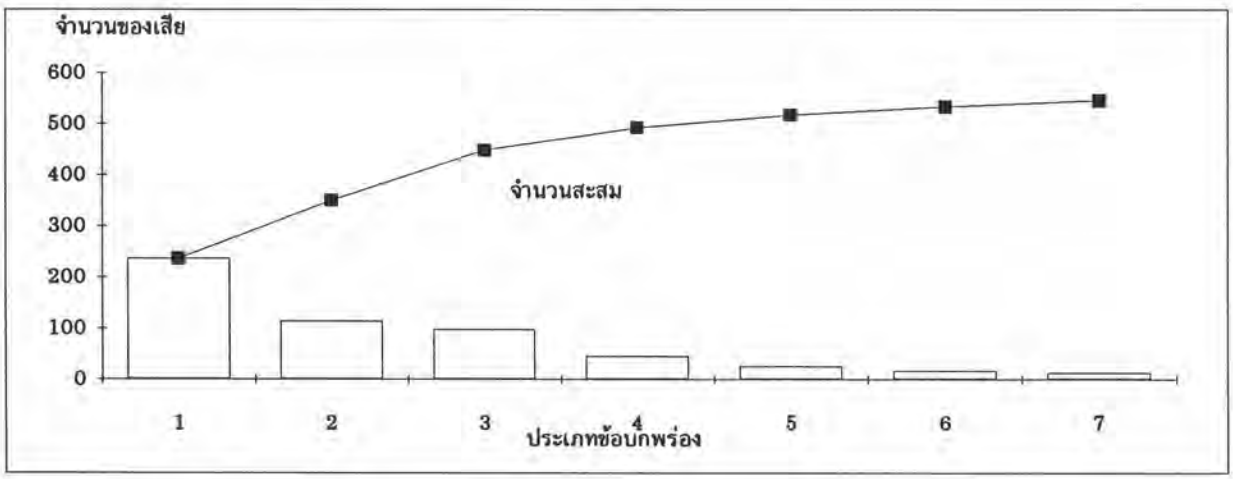
ประเภทข้อบกพร่อง	จำนวนชิ้น	จำนวนสะสม	%แต่ละประเภท	%สะสม
1. รั่วฝา	107	107	23.8	23.8
2. แลกเกอร์ลอก	103	210	22.9	46.7
3. สีลอก	48	258	10.7	57.4
4. รั่วก้น	46	304	10.2	67.6
5. สนิม	30	334	6.7	74.3
6. การพิมพ์	29	363	6.4	80.7
7. รั่วตะเข็บข้าง	25	388	5.5	86.2
8. รั่วหู	22	410	4.9	91.1
9. หูหลุด - ขาด	15	425	3.3	94.4
10. บุบ	14	439	3.1	97
11. อื่น ๆ	11	450	2.4	100
รวม	**450**		**100**	

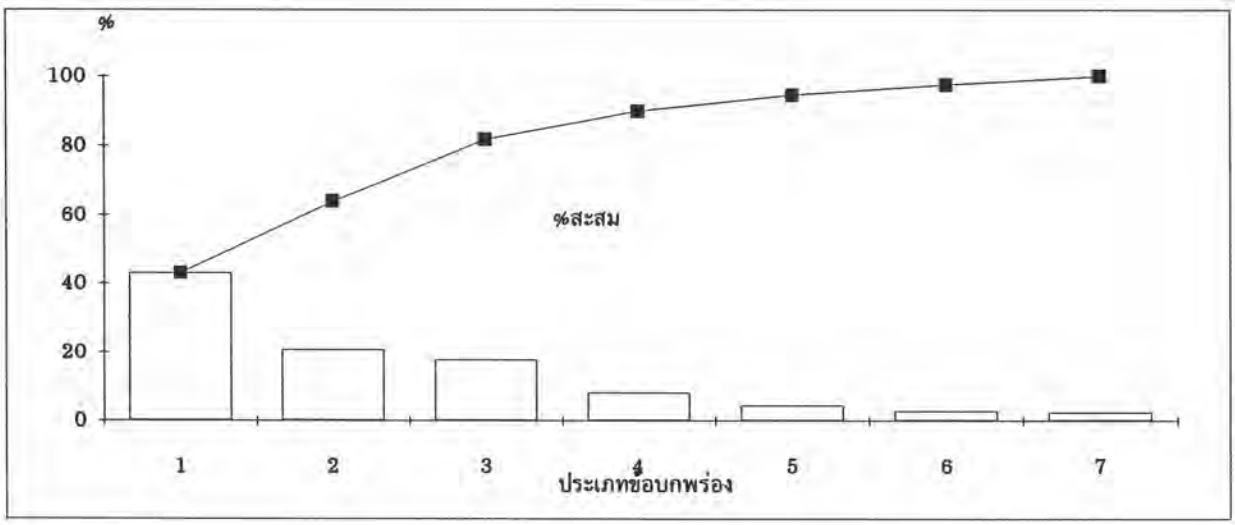


รูปแสดง แผนภูมิพาเรโตที่แสดงค่าเป็นจำนวนและเปอร์เซ็นต์

ตาราง จำนวนชิ้นและ % สะสมตามประเภทข้อบกพร่องของกระป๋องขนาด 0.5 กิโลกรัม 290

ประเภทข้อบกพร่อง	จำนวนชิ้น	จำนวนสะสม	%แต่ละประเภท	%สะสม
1. แลกเกอร์ลอก	236	236	43.1	43.1
2. รั่วก้น	114	350	20.8	63.9
3. รั่วตะเข็บข้าง	98	448	17.9	81.8
4. บุบ	45	493	8.2	90
5. สีลอก	25	518	4.6	94.6
6. รั่วฝา	16	534	2.9	97.6
7. อื่น	13	547	2.4	100
รวม	547		100	





รูปแสดง แผนภูมิพาเรโตที่แสดงค่าเป็นจำนวนและเปอร์เซ็นต์

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงรายละเอียดมาตรฐานของกระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่อง

STANDARD SPECIFICATION OF KRAFT LINERBOARD

ชนิด TYPE	เกรด GRADE	อักษรย่อ ABBR.	น้ำหนักมาตรฐาน BASIS WEIGHT (grm)	ความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด MIN. BURSTING STRENGTH (kg/cm^2)	ความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุด MIN. RING CRUSH C.D.	
					(kg/6 in.)	(kg/cm)
กระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่อง KRAFT LINERBOARD	S	KS	170	3.8	18.3	0.90
	A	KA	125	3.5	13.0	0.85
			150	4.2	15.5	1.02
			185	5.1	19.0	1.25
			230	6.4	26.5	1.74
	I	KI	125	2.6	9.0	0.59
			150	3.1	11.5	0.75
			185	3.8	15.0	0.98

หมายเหตุ ที่มา : บริษัท สยามคราฟท์อุตสาหกรรม จำกัด

ตาราง แสดงรายละเอียดมาตรฐานกระดาษทำลูกฟูก

STANDARD SPECIFICATION OF CORRUGATING MEDIUM

ชนิด TYPE	เกรด GRADE	อักษรย่อ ABBR.	น้ำหนักมาตรฐาน BASIS WEIGHT (grm)	ความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด MIN. BURSTING STRENGTH (kg/cm^2)	ความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุด MIN. RING CRUSH C.D.	
					(kg/6 in.)	(kg/cm)
กระดาษทำลูกฟูก CORRUGATING MEDIUM	A	CA	105	16.0	8.0	0.52
			115	17.4	8.8	0.58
			125	18.9	9.5	0.62

หมายเหตุที่มา : บริษัท สยามคราฟท์อุตสาหกรรม จำกัด

การประเมินคุณภาพกล่อง

การประเมินคุณภาพกล่องที่ต้องการทำได้ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ถ้าสินค้าที่บรรจุกล่องเป็นสินค้าที่ทนต่อแรงกดได้สูงอยู่แล้ว เช่น สินค้าที่บรรจุกระป๋องขวดแก้ว เป็นต้น กล่องจะเป็นวัสดุหุ้มห่อสินค้าให้เป็นหน่วยเดียวกันอยู่ได้จากผู้ผลิตไปถึงลูกค้าปลายทาง โดยไม่ให้สินค้าเกิดความเสียหายเท่านั้น การประเมินคุณภาพกล่องที่ต้องการจึงประเมินได้จากคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่องลูกฟูกที่มีน้ำหนักรวมของกล่องต่าง ๆ ตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่อง

ชนิด	น้ำหนักรวมสูงสุด กิโลกรัม	มิติรวมสูงสุด เซนติเมตร	น้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่อง ต่ำสุด กรัมต่อตารางเมตร	ความต้านขทานแรงดันทะลุต่ำสุด		ความต้านแรงทิ่มทะลุ ต่ำสุด จูล
				กก./ตร.ซม.	กิโลปาสกาล	
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น	10	105	265	8.87	870	-
	15	135	325	10.71	1050	-
	20	160	370	12.03	1180	-
	25	175	390	12.75	1250	-
	30	190	420	13.56	1330	-
	35	210	535	15.70	1540	-
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น	35	210	490	15.70	1540	-
	40	225	530	17.84	1750	-
	50	245	590	21.31	2090	-
	55	255	645	23.45	2300	-
	65	280	1120	33.45	3280	-
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น	70	300	960	-	-	21.0

มิติรวมอาจมีค่ามากกว่าที่กำหนดในตารางที่ 9 ได้ไม่เกินที่คำนวณได้จากสูตร

$$\text{มิติรวมที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)} = \frac{1}{2}\,\frac{(A-B)}{A} \times D$$

เมื่อ A คือ น้ำหนักรวมสูงสุดที่กำหนดในตารางที่ 9 เป็นกิโลกรัม

B คือ น้ำหนักรวมสูงสุดที่ใช้งานได้เป็นกิโลกรัม

D คือ มิติรวมสูงสุดตามตารางที่ 5 เป็นเซนติเมตร

หมายเหตุ ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กล่องกระดาษลูกฟูก มอก. 550-2528

2 คำนวณหาความต้านทานแรงกดกล่องที่ต้องการโดยแทนค่าในสูตรคำนวณดังนี้ :-

$$BCT.f_{RH}.f_T.f_H.f_S + P.f_p = (N-1)W$$

โดยที่ BCT = BOX COMPRESSION TEST / STRENGTH หรือความต้านทานแรงกดกล่องมีหน่วยเป็น กก.

f_{RH} = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดกล่องที่เหลือเมื่อกล่องเข้าไปอยู่ในสภาวะอากาศที่มีความชื้นสัมพันธ์ต่าง ๆ

f_T = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดกล่องที่เหลือเมื่อกล่องบรรจุสินค้าถูกกองเก็บไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ

f_H = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดกล่องที่เหลือเมื่อกล่องบรรจุสินค้าถูกเคลื่อนย้าย

f_S = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดกล่องที่เหลือเมื่อกล่องบรรจุสินค้าถูกกองเก็บไว้ในลักษณะต่าง ๆ

P = แรงกดสูงสุดที่สินค้ารองรับได้ก่อนยุบเสียหายมีหน่วยเป็น กก.

f_P = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดที่สินค้ารองรับได้โดยไม่ยุบเสียหาย

N = จำนวนชั้นของกล่องที่วางซ้อนกัน

W = น้ำหนักรวมของสินค้าและกล่อง มีหน่วยเป็น กก.

3. เลือกกระดาษที่ใช้ทำกล่อง

เมื่อประเมินคุณภาพกล่องที่ต้องการสำหรับใช้งานได้แล้ว ก็จะเลือกองค์ประกอบของกระดาษที่ใช้ทำกล่องได้โดยใช้ข้อมูลกระดาษทำผิวกล่อง และกระดาษทำลูกฟูกจากตารางแสดงรายละเอียดมาตรฐานของกระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่องและกระดาษทำลูกฟูก เป็นข้อมูลในการประมาณเลือกกระดาษที่ให้คุณภาพกล่องตามที่ต้องการได้ดังนี้ :-

3.1 การเลือกกระดาษที่ให้ความต้านทานแรงดันทะลุ (BURST) ของกล่องตามต้องการทำได้ดังนี้

3.1.1. ถ้าเลือกใช้กล่องลูกฟูก 3 ชั้น (SINGLE WALL CORRUGATED BOX) ความต้านทานแรงดันทะลุของกล่องประมาณได้จากผลรวมของความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษที่ใช้ทำเป็นผิวด้านนอกและด้านในของกล่อง

3.1.2 ถ้าเลือกใช้กล่องลูกฟูก 5 ชั้น หรือ 7 ชั้น (DOUBLE/TRIPPLE WALL CORRUGATED BOX) ความต้านทานแรงดันทะลุของกล่องประมาณได้จากผลรวมความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษแผ่นเรียบที่ใช้เป็นองค์ประกอบของกล่องทุกชั้น

3.2 การเลือกกระดาษที่ใช้ความต้านทานแรงกดกล่องตวามต้องการทำได้ดังนี้ :-

3.2.1 คำนวณหาความต้องการแรงกดวงแหวนรวมของกระดาษทำผิวกล่องรวมทุกชั้น จากสูตรคำนวณต่อไปนี้

$$BCT = 5.87\ K\ [\text{ผลรวม}\ RCT_L + \text{ผลรวม}\ (C)\ (RCT_M)]\ \sqrt{ZH}$$

โดยที่ BCT = BOX COMPRESSION TEST / STRENGTH หรือความต้านทานแรงกดกล่องมีหน่วยเป็น กก.

K = ค่าคงที่สำหรับขนาดลอนลูกฟูกต่าง ๆ (รายละเอียดดังตารางที่ 10)

ผลรวม RCT_L = ผลรวมของค่า RCT-CD (RING CRUSH TEST-CROSS DIRECTION) หรือความต้านทานแรงกดวงแหวนแนวขวางเครื่องจักรของกระดาษทำผิวกล่อง (LINER BOARD) ทุกชั้น หรือกระดาษแผ่นเรียบที่เป็นองค์ประกอบกล่องทุกชั้น มีหน่วยเป็น กก./ซม.

C = อัตราส่วนความยาวของกระดาษที่ทำลอนลูกฟูกเทียบกับความยาวของกระดาษผิวกล่องที่ใช้ทำแผ่นลูกฟูกยาว 1 หน่วยตามแนวเครื่องจักร อัตราส่วนนี้จะมีค่าแตกต่างกันตามขนาดของลอนลูกฟูกที่ใช้ (รายละเอียดดังตารางที่ 2)

RCT_M = ค่า RCT-CD หรือความต้านทานแรงกดวงแหวนแนวขวางเครื่องจักรของกระดาษทำลูกฟูกที่ถูกนำไปดัดเป็นลอนลูกฟูกทุกชั้นมีหน่วยเป็น กก./ซม.

ผลรวม $(C)\ (RCT_M)$= ผลรวมของผลคูณระหว่าง C และ RCT_M

Z = 2 (ขนาดยาวกล่อง+ขนาดกว้างกล่อง)ขนาดภายในของกล่อง

H = ความหนาของแผ่นลูกฟูก (ใช้ข้อมูลจากการวัดความหนาของแผ่นลูกฟูกเป็นการประมาณในการคำนวณไปก่อน เนื่องจากยังไม่ทราบว่าจะเลือกใช้กระดาษอะไรบ้าง)

3.2.1.1 กรณีที่เลือกใช้กล่องลูกฟูก 3 ชั้น คำนวณหาผลรวมความต้านทานแรงกดวงแหวนของกระดาษทำผิวกล่อง 2 ชั้น โดยสมมุติกระดาษทำลูกฟูกที่ใช้ 1 ชั้นรวมถึงขนาดของลอนลูกฟูกที่จะเลือกใช้ด้วย

3.2.1.2 กรณีที่เลือกใช้กล่องลูกฟูก 5 ชั้น คำนวณหาความต้านทานแรงกดวงแหวนของกระดาษทำผิวกล่อง 3 ชั้น โดยสมมุติกระดาษทำลูกฟูกที่ใช้ 2 ชั้น รวมถึงขนาดของลอนลูกฟูกที่จะเลือกใช้ทั้ง 2 ลอนด้วย

ตารางที่ 2 แสดงค่าคงที่ตามชนิดของลอนต่างๆ

ชนิดของลอน	ค่าของ K	ค่าของ C	ความสูงประมาณของลอน (ซม.)
A	1.10	1.58	0.47
C	1.15	1.50	0.35
B	1.20	1.38	0.25
B, A	1.20	2.96	
B, C	1.20	2.88	

หมายเหตุ ที่มา : บริษัท สยามคราฟท์อุตสาหกรรม จำกัด

3.2.2 เลือกกระดาษทำผิวกล่องที่ให้ความต้านทานแรงกดวงแหวนแนวขวางเครื่องจักร (RCT-CD) ใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ

การประเมินคุณภาพกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 4/5 กิโลกรัม

กล่องกระดาษลูกฟูกบรรจุ จาระบีบรรจุกระป๋องโลหะขนาด 5 กิโลกรัม จำนวน 4 กระป๋อง ภายในกล่องกระดาษลูกฟูก 1 กล่อง

มีน้ำหนักรวมทั้งกล่องประมาณ 20.5 กิโลกรัม

ขนาดภายในกล่อง ยาว 35.5 ซม. กว้าง 35.5 ซม. สูง 25 ซม.

ถูกนำไปกองเก็บโดยวางเรียงซ้อนกันสูง 8 ชั้น

การกองเก็บจะวาง กล่องสินค้าซ้อนกันขึ้นไปในแนวดิ่ง COLUMN STACKING โดยวางบนกะบะสินค้าจะถูกกองเก็บไว้เป็นเวลา 30 วัน

ระหว่างช่องการบรรจุจนกล่องถูกส่งไปถึงผู้ใช้มีการเคลื่อนย้ายรวม 5 ครั้ง

สภาวะอากาศในโกดังเก็บสินค้าตลอดปีมีความชื้นสัมพันธ์สูงสุด 80%

กระป๋องโลหะบรรจุจาระบีทนแรงกดได้สูงสุด (ก่อนเสียหาย) 80 กิโลกรัม

เลือกใช้กล่องกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น

ชนิดของกระดาษที่ใช้ทำกล่องกระดาษลูกฟูกปัจจุบันโรงงานจาระบีใช้ชนิด KA185/CA125/KA125 ลอนลูกฟูกใช้แบบ C

วิธีประเมิน

น้ำหนักรวมของสินค้าและกล่องคือ 20.5 กิโลกรัม

มิติภายในรวมของกล่องที่ต้องการใช้คือ 35.5+35.5+25 = 96 ซม.

- จากตารางที่ 9 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่องข้างต้น น้ำหนักรวมสูงสุด 25 กิโลกรัม มิติรวมสูงสุด 175 ซม. ต้องใช้กล่องที่มีน้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่องต่ำสุด 390 กรัมต่อตารางเมตร โดยต้องมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 1250 กิโลปาสกาล หรือ 12.75 กก. ต่อ ตร.ซม.
- ประเมินค่าความต้านทานแรงกดกล่อง (BCT = BOX COMPRESSION TEST / STRENGTH)

1. สินค้าที่บรรจุในกล่องลูกฟูก บรรจุในกระป๋องโลหะซึ่งทนต่อแรงกดได้สูงสุด 80 กก. P = 80 กก. และกระป๋องโลหะไม่ยืดหยุ่น

ดังนั้นค่า f_p = 1

2. เหตุปัจจัยที่ทำให้ความต้านทานแรงกดกล่องลดลงได้แก่

2.1 กล่องบรรจุสินค้าถูกกองเก็บแบบ COLUMN STACKING
วางบนกะบะ (จากตารางที่ 7)
% BCT ที่เหลือคือ 75% f_S = 0.75

2.2 สินค้าถูกกองเก็บไว้ 30 วัน ก่อนถูกกระจายไปสู่ผู้ใช้ (จากรูปที่ 5)
% BCT ที่เหลือคือ 72% f_T = 0.72

2.3 ก่อนที่สินค้าจะถูกกระจายไปสู่ผู้ใช้ มีการเคลื่อนย้ายรวม 5 ครั้ง
(จากตารางที่ 8)
% BCT ที่เหลือคือ 80% f_H = 0.80

2.4 ในโกดังเก็บสินค้าจะมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงสุด 80% (จากรูปที่ 4)
% BCT ที่เหลือคือ 85% f_{RH} = 0.85

3. จากสูตรคำนวณ $BCT \times f_{RH} \times f_T \times f_H \times f_S + Pf_p = (N-1)W$

N = จำนวนชั้นของกล่องที่วางซ้อนกัน = 8 ชั้น

W = น้ำหนักรวมของสินค้าและกลอ่ง = 20.5 กก.

แทนค่า ,BCT (0.85) (0.72) (0.80) (0.75) + (80) (1) = (8-1) (20.5)

BCT (0.3672) + 80 = 143.5

BCT (0.3672) = 63.5

BCT = 173 กิโลกรัม

ดังนั้น กล่องลูกฟูกที่จะใช้นี้ต้องทนต่อแรงกดได้อย่างต่ำ 173 กิโลกรัม

- เลือกใช้กระดาษเป็นองค์ประกอบ

จากข้อมูลคุณภาพกระดาษในตารางที่ 5 จะมีองค์ประกอบของกระดาษที่เป็นไปได้ซึ่งได้ค่าความด้านทานแรงดันทะลุใกล้เคียงหรือสูงกว่า 12.75 กก.ต่อ ตร.ซม. ดังนี้ :

KA185 / CA125 / KA 125 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	8.6	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 230 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	12.8	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 185 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	11.5	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 150 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	10.6	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 125 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	9.9	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KI 185 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	10.2	กก.ต่อ	ตร.ซม.

ในกรณีนี้ถ้าทุกองค์ประกอบกระดาษมีราคาเท่ากัน ควรเลือก KA230 / CA125 / KA230 ซึ่งให้ค่าความต้านทานแรงดันทะลุใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการมากที่สุด จะเห็นว่าปัจจุบันโรงงานใช้ชนิด KA185 / CA125 / KA125 ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุดเพียง 8.6 กก.ต่อ ตร.ซม. ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็น

- เลือกกระดาษเป็นองค์ประกอบกล่องลูกฟูกให้มีความต้านทานแรงกดกล่องไม่ต่ำกว่า 173 กิโลกรัม

1. คำนวณหาผลรวม RCT-CD ของกระดาษผิวกล่องทุกชั้นโดยเลือกใช้ CA125 เป็นกระดาษหัวลูกฟูก โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

BCT = 5.87 K (ผลรวม RCT_L + (C) (RCT_M)) $\sqrt{ZH}$

BCT = ความต้านทานแรงกดกล่องต่ำสุดที่ต้องการ = 173 กิโลกรัม

K = 1.15 ตามตารางที่ 10 สำหรับลอน C

C = 1.50 ตามตารางที่ 10 สำหรับลอน C

RCT_M = ความต้านทานแรงกดวงแหวนของกระดาษ CA125

= 9.5กก. / 6 นิ้ว = 0.62 กก./ซม. จากตารางที่ 6

Z = 2 (ขนาดยาวกล่อง + ขนาดกว้างกล่อง)

= 2 (35.5 + 35.5)

= 142 ซม.

H = ความหนาของแผ่นลูกฟูก 1 ชั้น ลอน C

= 0.35 ซม. จากตารางที่ 2

แทนค่า

173 = 5.87 (1.15) (ผลรวม RCT_L + (1.50) (0.62)) $\sqrt{}$ (142) (0.35)

173 = 6.75 (ผลรวม RCT_L + 0.93) 7.05

173 = 47.5875 (ผลรวม RCT_L + 0.93)

ผลรวม ผลรวม RCT_L + 0.93 = 3.6354

ดังนั้น ผลรวม RCT_L = 2.71 กก./ซม.

- เลือกกระดาษทำผิวกล่องให้มีค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนรวมใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ มีดังนี้

KA185 / CA125 / KA 125 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.10กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 230 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 3.48กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 185 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.99กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 150 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.76กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 125 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.59กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KI 185 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.72 กก.ต่อ ตร.ซม.

ในการเลือกองค์ประกอบกระดาษทำกล่องที่ใช้ ควรพิจารณาด้านราคาประกอบด้วย ในกรณีนี้ถ้าทุกองค์ประกอบกระดาษมีราคาเท่ากันแล้ว ควรจะเลือกชนิด KA230 / CA125 / KA150 ซึ่งมีค่าผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้นใกล้เคียงค่าที่ต้องการ ส่วนชนิด KA185 / CA125 / KA125 จะมีค่า RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.10 กก./ซม. ซึ่งน้อยกว่าค่า 2.70 กก./ซม. ที่ได้จากการคำนวณ

สรุป

ผลการประเมินคุณภาพกล่องกระดาษลูกฟูก

ค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุดที่ต้องการ	=	12.75	กก, / ตร.ซม.
ค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุดที่ต้องการ	=	2.71	กก. / ตร.ซม.
กล่องลูกฟูกต้องทนต่อแรงกดได้อย่างต่ำ	=	173	กิโลกรัม

ชนิด	ความต้านทาน (กก. / ตร.ซม.) แรงดันทะลุต่ำสุด	ความต้านทาน (กก. / ตร.ซม.) แรงกดวงแหวนต่ำสุด
KA185 / CA125 / KA125 (โรงงานใช้อยู่	**8.6**	**2.10**
KA230 / CA125 / KA230 (ชนิดที่แนะนำ)	**12.8**	**3.48**

<u>การประเมินคุณภาพกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 24/0.5 กิโลกรัม</u>

กล่องกระดาษลูกฟูกบรรจุ จาระบีบรรจุกระป๋องโลหะขนาด 0.50 กิโลกรัม จำนวน 24 กระป๋อง ภายในกล่องกระดาษลูกฟูก 1 กล่อง

มีน้ำหนักรวมทั้งกล่องประมาณ 12.5 กิโลกรัม

ขนาดภายในกล่อง ยาว 33.5 ซม. กว้าง 44.5 ซม. สูง 18 ซม.

ถูกนำไปกองเก็บโดยวางเรียงซ้อนกันสูง 10 ชั้น

การกองเก็บจะวาง กล่องสินค้าซ้อนกันขึ้นไปในแนวดิ่ง COLUMN STACKING โดยวางบนกะบะสินค้าจะถูกกองเก็บไว้เป็นเวลา 30 วัน

ระหว่างช่องการบรรจุจนกล่องถูกส่งไปถึงผู้ใช้มีการเคลื่อนย้ายรวม 5 ครั้ง

สภาวะอากาศในโกดังเก็บสินค้าตลอดปีมีความชื้นสัมพันธ์สูงสุด 80%

กระป๋องโลหะบรรจุจาระบีทนแรงกดได้สูงสุด (ก่อนเสียหาย) 60 กิโลกรัม

เลือกใช้กล่องกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น

ชนิดของกระดาษที่ใช้ทำกล่องกระดาษลูกฟูกปัจจุบันโรงงานจาระบีใช้ชนิด KA185/CA125/KA125 ลอนลูกฟูกใช้แบบ C

วิธีประเมิน

น้ำหนักรวมของสินค้าและกล่องคือ 12.5 กิโลกรัม

มิติภายในรวมของกล่องที่ต้องการใช้คือ 33.5+44.5+18 = 96 ซม.

- จากตารางที่ 9 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่องข้างต้น น้ำหนักรวมสูงสุด 15 กิโลกรัม มิติรวมสูงสุด 135 ซม. ต้องใช้กล่องที่มีน้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่องต่ำสุด 325 กรัมต่อตารางเมตร โดยต้องมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 1050 กิโลปาสกาล หรือ 10.7 กก. ต่อ ตร.ซม.
- ประเมินค่าความต้านทานแรงกดกล่อง (BCT = BOX COMPRESSION TEST / STRENGTH)

1. สินค้าที่บรรจุในกล่องลูกฟูก บรรจุในกระป๋องโลหะซึ่งทนต่อแรงกดได้สูงสุด 60 กก.
   P = 60 กก. และกระป๋องโลหะไม่ยืดหยุ่น
   ดังนั้นค่า $f_p = 1$
2. เหตุปัจจัยที่ทำให้ความต้านทานแรงกดกล่องลดลงได้แก่

2.1 กล่องบรรจุสินค้าถูกกองเก็บแบบ COLUMN STACKING วางบนกะบะ (จากตารางที่ 7)

% BCT ที่เหลือคือ 75% f_S = 0.75

2.2 สินค้าถูกกองเก็บไว้ 30 วัน ก่อนถูกกระจายไปสู่ผู้ใช้ (จากรูปที่ 5)

% BCT ที่เหลือคือ 72% f_T = 0.72

2.3 ก่อนที่สินค้าจะถูกกระจายไปสู่ผู้ใช้ มีการเคลื่อนย้ายรวม 5 ครั้ง (จากตารางที่ 8)

% BCT ที่เหลือคือ 80% f_H = 0.80

2.4 ในโกดังเก็บสินค้าจะมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงสุด 80% (จากรูปที่ 4)

% BCT ที่เหลือคือ 85% f_{RH} = 0.85

3. จากสูตรคำนวณ $BCT \times f_{RH} \times f_T \times f_H \times f_S + Pf_p = (N-1)W$

N = จำนวนชั้นของกล่องที่วางซ้อนกัน = 10 ชั้น

W = น้ำหนักรวมของสินค้าและกล่อง = 12.5 กก.

แทนค่า, $BCT\ (0.85)\ (0.72)\ (0.80)\ (0.75) + (60)\ (1) = (10-1)\ (12.5)$

$BCT\ (0.3672) + 60 = 112.5$

$BCT\ (0.3672) = 52.5$

$BCT = 143$ กิโลกรัม

ดังนั้น กล่องลูกฟูกที่จะใช้นี้ต้องทนต่อแรงกดได้อย่างต่ำ 143 กิโลกรัม

- เลือกใช้กระดาษเป็นองค์ประกอบ

จากข้อมูลคุณภาพกระดาษในตารางที่ 5 จะมีองค์ประกอบของกระดาษที่เป็นไปได้ซึ่งได้ค่าความต้านทานแรงดันทะลุใกล้เคียงหรือสูงกว่า 10.7 กก.ต่อ ตร.ซม. ดังนี้ :

KA185 / CA125 / KA 125 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	8.6	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 230 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	12.8	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 185 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	11.5	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 150 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	10.6	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 125 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	9.9	กก.ต่อ	ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KI 185 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด	10.2	กก.ต่อ	ตร.ซม.

เป็นวิธีเขียนแสดงองค์ประกอบกระดาษแต่ละชั้น โดยแสดงชนิดเกรด และน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษตั้งแต่ชั้นนอกสุดถึงชั้นในสุด และใช้เครื่องหมาย / ขีดคั่นองค์ประกอบกระดาษแต่ ละชั้นให้เห็นแยกกันชัดเจนขึ้น

ในการเลือกองค์ประกอบกระดาษทำกล่อง (BOARD COMBINATION) ที่จะใช้ควรพิจารณาทางด้านราคาของทุกองค์ประกอบกระดาษที่เป็นไปได้ประกอบด้วย ในกรณีนี้ถ้าทุกองค์ประกอบกระดาษมีราคาเท่ากัน ควรเลือก KA230 / CA125 / KA185 ซึ่งให้ค่าความต้านทานแรงดันทะลุใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการมากที่สุด จะเห็นว่าปัจจุบันโรงงานใช้ชนิด KA185 / CA125 / KA125 ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุดเพียง 8.6 กก.ต่อตร.ซม.ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็น

o เลือกกระดาษเป็นองค์ประกอบกล่องลูกฟูกให้มีความต้านทานแรงกดกล่องไม่ต่ำกว่า 143 กิโลกรัม

1. คำนวณหาผลรวม RCT-CD ของกระดาษผิวกล่องทุกชั้นโดยเลือกใช้ CA125 เป็นกระดาษหัวลูกฟูก โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

BCT = 5.87 K (ผลรวม RCT_L + (C) (RCT_M)) $\sqrt{ZH}$

BCT = ความต้านทานแรงกดกล่องต่ำสุดที่ต้องการ = 143 กิโลกรัม

K = 1.15 ตามตารางที่ 10 สำหรับลอน C

C = 1.50 ตามตารางที่ 10 สำหรับลอน C

RCT_M = ความต้านทานแรงกดวงแหวนของกระดาษ CA125

= 9.5กก. / 6 นิ้ว = 0.62 กก./ซม. จากตารางที่ 6

Z = 2 (ขนาดยาวกล่อง + ขนาดกว้างกล่อง)

= 2 (33.5+ 44.5)

= 156 ซม.

H = ความหนาของแผ่นลูกฟูก 1 ชั้น ลอน C

= 0.35 ซม. จากตารางที่ 2

แทนค่า

143 = 5.87 (1.15) (ผลรวม RCT_L + (1.50) (0.62)) $\sqrt{}$ (156) (0.35)

143 = 6.75 (ผลรวม RCT_L + 0.93) 7.39

143 = 49.8825 (ผลรวม RCT_L + 0.93)

ผลรวม ผลรวม RCT_L + 0.93 = 2.87

ดังนั้น ผลรวม RCT_L = 1.94 กก./ซม.

- เลือกกระดาษทำผิวกล่องให้มีค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนรวมใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ มีดังนี้

KA185 / CA125 / KA 125 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.10 กก.ต่อตร.ซม.

KA230 / CA125 / KA 230 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 3.48กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KA 185 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.99กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KA 150มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.76 กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KA 125มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.59 กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KI 185 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.72กก.ต่อ ตร.ซม.

ในการเลือกองค์ประกอบกระดาษทำกล่องที่ใช้ ควรพิจารณาด้านราคาประกอบด้วย ในกรณีนี้ถ้าทุกองค์ประกอบกระดาษมีราคาเท่ากันแล้ว ทุกแบบให้ค่าความต้านทานแรงกดกล่องสูงกว่าค่าที่ต้องการ

สรุป

ผลการประเมินคุณภาพกล่องกระดาษลูกฟูก

ค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุดที่ต้องการ = 10.7 กก, / ตร.ซม.

ค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุดที่ต้องการ = 1.94 กก. / ตร.ซม.

กล่องลูกฟูกต้องทนต่อแรงกดได้อย่างต่ำ = 143 กิโลกรัม

ชนิด	ความต้านทาน (กก. / ตร.ซม.) แรงดันทะลุต่ำสุด	ความต้านทาน (กก. / ตร.ซม.) แรงกดวงแหวนต่ำสุด
KA185 / CA125 / KA125 (โรงงานใช้อยู่)	**8.6**	**2.10**
KA230 / CA125 / KA185 (ชนิดที่แนะนำ)	**11.5**	**2.99**

<u>การประเมินคุณภาพกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 6/2 กิโลกรัม</u>

กล่องกระดาษลูกฟูกบรรจุ จาระบีบรรจุกระป๋องโลหะขนาด 2 กิโลกรัม จำนวน 6 กระป๋อง ภายในกล่องกระดาษลูกฟูก 1 กล่อง

มีน้ำหนักรวมทั้งกล่องประมาณ 12.5 กิโลกรัม

ขนาดภายในกล่อง ยาว 31.5 ซม. กว้าง 47.5 ซม. สูง 16 ซม.

ถูกนำไปกองเก็บโดยวางเรียงซ้อนกันสูง 12 ชั้น

การกองเก็บจะวาง กล่องสินค้าซ้อนกันขึ้นไปในแนวดิ่ง COLUMN STACKING โดยวางบนกะบะสินค้าจะถูกกองเก็บไว้เป็นเวลา 30 วัน

ระหว่างช่องการบรรจุจนกล่องถูกส่งไปถึงผู้ใช้มีการเคลื่อนย้ายรวม 5 ครั้ง

สภาวะอากาศในโกดังเก็บสินค้าตลอดปีมีความชื้นสัมพันธ์สูงสุด 80%

กระป๋องโลหะบรรจุจาระบีทนแรงกดได้สูงสุด (ก่อนเสียหาย) 80 กิโลกรัม

เลือกใช้กล่องกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น

ชนิดของกระดาษที่ใช้ทำกล่องกระดาษลูกฟูกปัจจุบันโรงงานจาระบีใช้ชนิด KA185/CA125/KA125 ลอนลูกฟูกใช้แบบ C

วิธีประเมิน

น้ำหนักรวมของสินค้าและกล่องคือ 12.5 กิโลกรัม

มิติภายในรวมของกล่องที่ต้องการใช้คือ 31.5+47.5+16 = 95 ซม.

- จากตารางที่ 9 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่องข้างต้น น้ำหนักรวมสูงสุด 15 กิโลกรัม มิติรวมสูงสุด 135 ซม. ต้องใช้กล่องที่มีน้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่องต่ำสุด 325 กรัมต่อตารางเมตร โดยต้องมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 1050 กิโลปาสกาล หรือ 10.7 กก. ต่อ ตร.ซม.
- ประเมินค่าความต้านทานแรงกดกล่อง (BCT = BOX COMPRESSION TEST / STRENGTH)

1. สินค้าที่บรรจุในกล่องลูกฟูก บรรจุในกระป๋องโลหะซึ่งทนต่อแรงกดได้สูงสุด 80 กก.

P = 80 กก. และกระป๋องโลหะไม่ยืดหยุ่น

ดังนั้นค่า f_p = 1

2. เหตุปัจจัยที่ทำให้ความต้านทานแรงกดกล่องลดลงได้แก่

2.1 กล่องบรรจุสินค้าถูกกองเก็บแบบ COLUMN STACKING วางบนกะบะ (จากตารางที่ 7)

% BCT ที่เหลือคือ 75% f_S = 0.75

2.2 สินค้าถูกกองเก็บไว้ 30 วัน ก่อนถูกกระจายไปสู่ผู้ใช้ (จากรูปที่ 5)

% BCT ที่เหลือคือ 72% f_T = 0.72

2.3 ก่อนที่สินค้าจะถูกกระจายไปสู่ผู้ใช้ มีการเคลื่อนย้ายรวม 5 ครั้ง (จากตารางที่ 8)

% BCT ที่เหลือคือ 80% f_H = 0.80

2.4 ในโกดังเก็บสินค้าจะมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงสุด 80% (จากรูปที่ 4)

% BCT ที่เหลือคือ 85% f_{RH} = 0.85

3. จากสูตรคำนวณ $BCT \times f_{RH} \times f_T \times f_H \times f_S + Pf_p = (N-1)W$

N = จำนวนชั้นของกล่องที่วางซ้อนกัน = 12 ชั้น

W = น้ำหนักรวมของสินค้าและกลอ่ง = 12.5 กก.

แทนค่า, $BCT\ (0.85)\ (0.72)\ (0.80)\ (0.75) + (80)\ (1) = (12-1)\ (12.5)$

$BCT\ (0.3672) + 80 = 137.5$

$BCT\ (0.3672) = 57.5$

$BCT = 157$ กิโลกรัม

ดังนั้น กล่องลูกฟูกที่จะใช้นี้ต้องทนต่อแรงกดได้อย่างต่ำ 157 กิโลกรัม

- เลือกใช้กระดาษเป็นองค์ประกอบ

จากข้อมูลคุณภาพกระดาษในตารางที่ 5 จะมีองค์ประกอบของกระดาษที่เป็นไปได้ซึ่งได้ค่าความต้านทานแรงดันทะลุใกล้เคียงหรือสูงกว่า 10.7 กก.ต่อ ตร.ซม. ดังนี้ :

KA185 / CA125 / KA 125 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 8.6 กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KA 230 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 12.8 กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KA 185 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 11.5 กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KA 150 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 10.6 กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KA 125 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 9.9 กก.ต่อ ตร.ซม.

KA230 / CA125 / KI 185 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 10.2 กก.ต่อ ตร.ซม.

ในกรณีนี้ถ้าทุกองค์ประกอบกระดาษมีราคาเท่ากัน ควรเลือก KA230 / CA125 / KA185 ซึ่งให้ค่าความต้านทานแรงดันทะลุใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการมากที่สุด จะเห็นว่าปัจจุบันโรงงานใช้ชนิด KA185 / CA125 / KA125 ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุดเพียง 8.6 กก.ต่อ ตร.ซม. ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็น

o เลือกกระดาษ เป็นองค์ประกอบกล่องลูกฟูก ให้มีความต้านทานแรงกดกล่องไม่ต่ำกว่า 157 กิโลกรัม

1. คำนวณหาผลรวม RCT-CD ของกระดาษผิวกล่องทุกชั้นโดยเลือกใช้ CA125 เป็นกระดาษหัวลูกฟูก โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

BCT = 5.87 K (ผลรวม RCT_L + (C) (RCT_M)) $\sqrt{ZH}$

BCT = ความต้านทานแรงกดกล่องต่ำสุดที่ต้องการ = 157 กิโลกรัม

K = 1.15 ตามตารางที่ 10 สำหรับลอน C

C = 1.50 ตามตารางที่ 10 สำหรับลอน C

RCT_M = ความต้านทานแรงกดวงแหวนของกระดาษ CA125

= 9.5กก. / 6 นิ้ว = 0.62 กก./ซม. จากตารางที่ 6

Z = 2 (ขนาดยาวกล่อง + ขนาดกว้างกล่อง)

= 2 (31.5 + 47.5)

= 158 ซม.

H = ความหนาของแผ่นลูกฟูก 1 ชั้น ลอน C

= 0.35 ซม. จากตารางที่ 2

แทนค่า

157 = 5.87 (1.15) (ผลรวม RCT_L + (1.50) (0.62)) $\sqrt{(158)(0.35)}$

157 = 6.75 (ผลรวม RCT_L + 0.93) 7.44

157 = 50.22 (ผลรวม RCT_L + 0.93)

ผลรวม ผลรวม RCT_L + 0.93 = 3.13

ดังนั้น ผลรวม RCT_L = 2.20 กก./ซม.

o เลือกกระดาษทำผิวกล่องให้มีค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนรวมใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ มีดังนี้

KA185 / CA125 / KA 125 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.10กก.ต่อตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 230 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 3.48กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 185 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.99กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 150 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.76กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KA 125 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.59กก.ต่อ ตร.ซม.
KA230 / CA125 / KI 185 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.72กก.ต่อ ตร.ซม.

ในการเลือกองค์ประกอบกระดาษทำกล่องที่ใช้ ควรพิจารณาด้านราคาประกอบด้วย ในกรณีนี้ถ้าทุกองค์ประกอบกระดาษมีราคาเท่ากันแล้ว ควรเลือกชนิด KA230 / CA125 / KA125 ซึ่งมีค่าผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น ใกล้เคียงค่าที่ต้องการชนิด KA185 / CA125 / KA125 ที่โรงงานใช้อยู่มีค่าผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง = 2.10 กก./ซม. ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ต้องการ

สรุป

ผลการประเมินคุณภาพกล่องกระดาษลูกฟูก

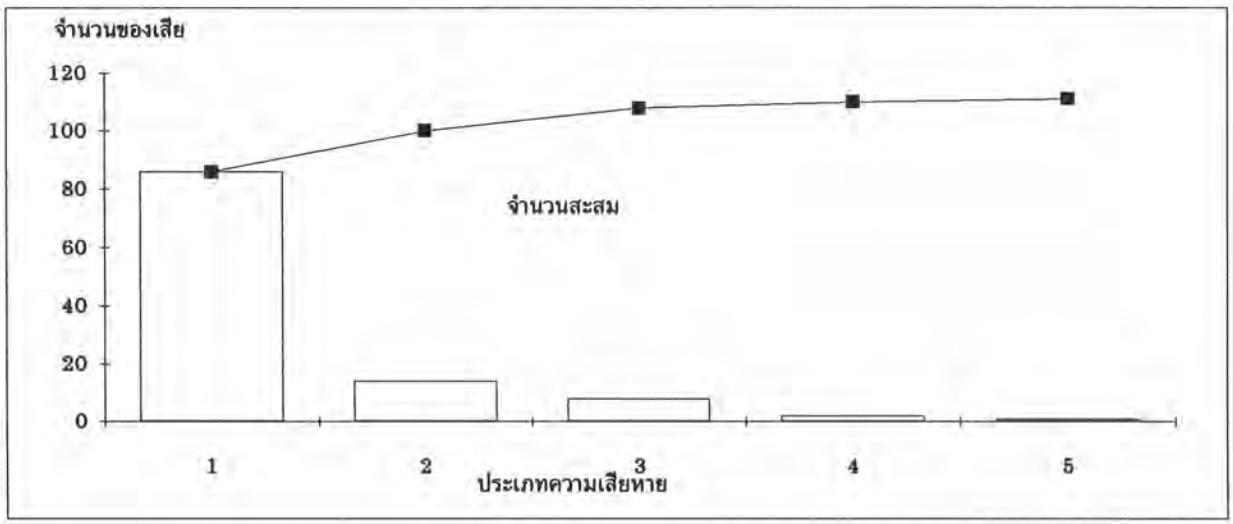
ค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุดที่ต้องการ	=	10.7	กก. / ตร.ซม.
ค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุดที่ต้องการ	=	2.20	กก. / ตร.ซม.
กล่องลูกฟูกต้องทนต่อแรงกดได้อย่างต่ำ	=	157	กิโลกรัม

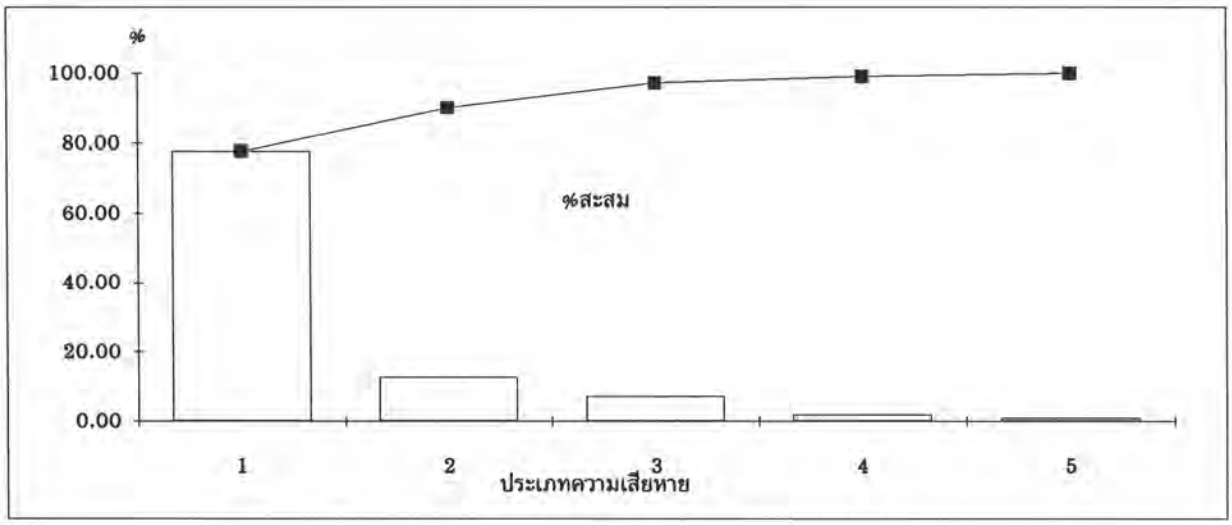
ชนิด	ความต้านทาน (กก. / ตร.ซม.) แรงดันทะลุต่ำสุด	ความต้านทาน (กก. / ตร.ซม.) แรงกดวงแหวนต่ำสุด
KA185 / CA125 / KA125 (โรงงานใช้อยู่	8.6	2.10
KA230 / CA125 / KA185 (ชนิดที่แนะนำ)	11.5	2.99

วิธีการเลือกใช้กระดาษทำกล่องที่แนะนำ จะให้แนวทางที่ช่วยให้การเลือกกล่องที่จะใช้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้นแต่ถ้าจะให้มั่นใจว่าใช้ได้หรือไม่ควรจะติดต่อผู้ผลิตกล่องนำกล่องมาให้ทดลองใช้งานจริงจำนวนหนึ่งก่อน และติดตามผลการใช้งานอย่างใกล้ชิดว่า ใช้งานได้หรือไม่ได้เนื่องจากสาเหตุอะไร ทั้งนี้ในสภาวะการใช้งานจริงยังมีปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลกระทบกับคุณภาพกล่องลูกฟูกรุนแรงมากจนทำให้กล่องลูกฟูกใช้งานไม่ได้ ดังนั้น ผลของปัจจัยบางประการ จำเป็นต้องประเมินจากประสบการณ์ นอกจากนี้หลังจากที่ได้ทดลองใช้กล่องไปจำนวนหนึ่งแล้วใช้ได้ ควรสั่งซื้อกล่องที่เลือกมาทดลองใช้งานจริงในจำนวนที่มากขึ้น ถ้าใช้งานได้ก็จะให้ความมั่นใจที่จะใช้กล่องที่เหลือทั้งหมดต่อไป

ตารางแสดงจำนวนชิ้นและ % สะสมตามประเภทความเสียหายของกล่องกระดาษลูกฟูก 6/2 กิโลกรัม 309

ประเภทความเสียหาย	จำนวนชิ้น	จำนวนสะสม	%แต่ละประเภท	%สะสม
1. การกดทับ	86	86	77.5	77.5
2. ถูกกระแทก	14	100	12.6	90.1
3. การฉาดบิดเสียรูป	8	108	7.2	97.3
4. ถูกทิ่มแทง	2	110	1.8	99.1
5. พองตัว	1	111	0.9	100
รวม	**111**		**100**	

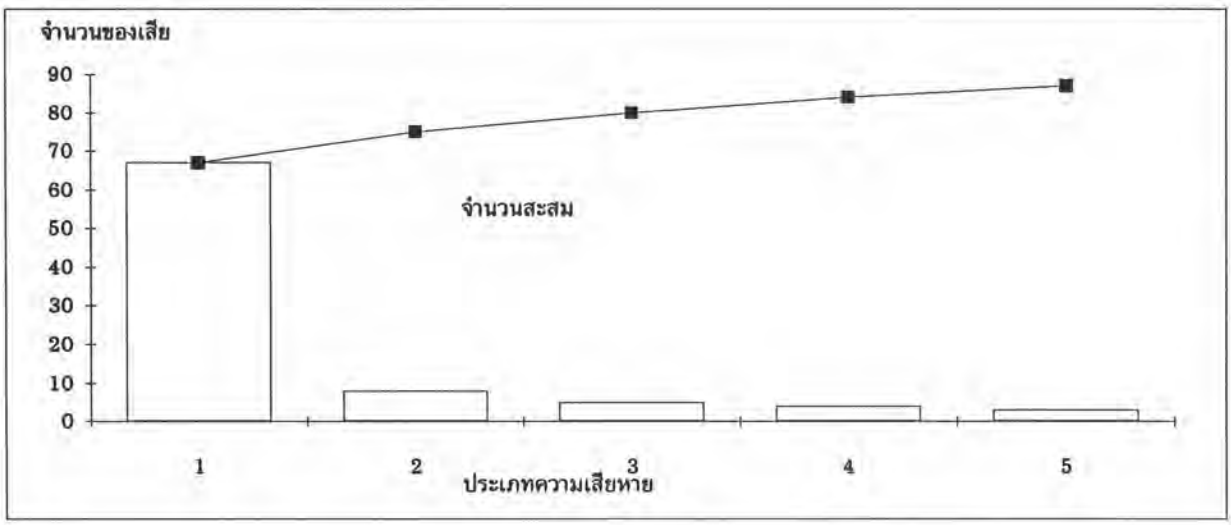


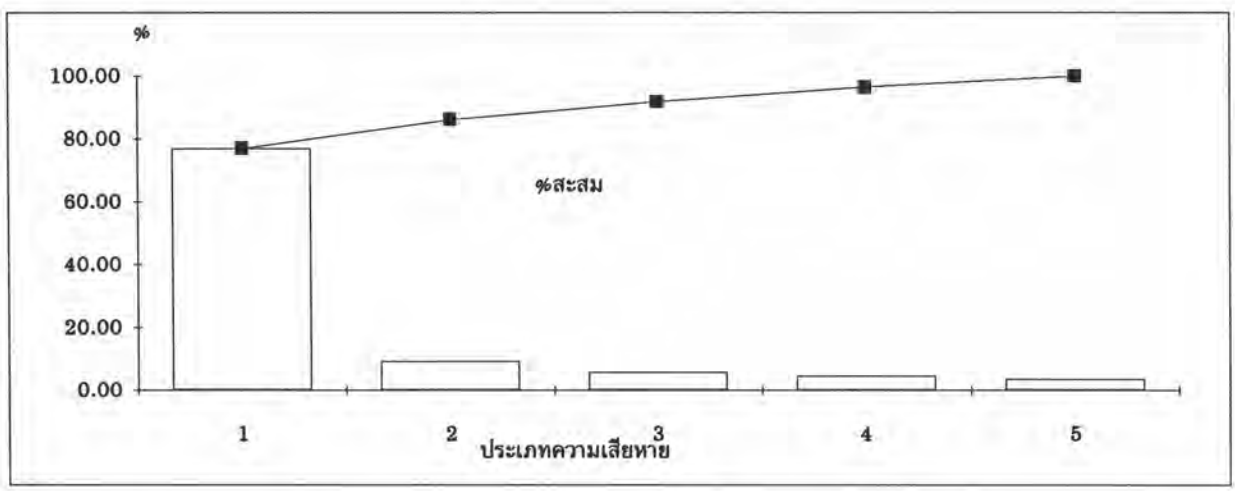


รูปแสดงแผนภูมิพาเรโตที่แสดงเป็นจำนวนและ%สะสมตามประเภทความเสียหายกล่องกระดาษลูกฟูก 6/2 กก.

ตารางแสดงจำนวนชิ้นและ%สะสมตามประเภทความเสียหายของกล่องกระดาษลูกฟูก 24/0.5 กก. 310

ประเภทความเสียหาย	จำนวนชิ้น	จำนวนสะสม	%แต่ละประเภท	%สะสม
1. การกดทับ	67	67	77	77
2. ถูกกระแทก	8	75	9.2	86.2
3. การลาดบิดเสียรูป	5	80	5.7	91.9
4. ถูกชน	4	84	4.6	96.5
5. อื่น ๆ	3	87	3.5	100
รวม	**87**		**100**	





รูปแสดงแผนภูมิพาเรโตแสดงจำนวนและ % สะสมตามประเภทความเสียหายกล่องขนาด 24/0.5 กก.

ภาคผนวก ค

การคำณวนปริมาณสารเคมีแต่ละชนิดที่ใช้ในการผลิตจารบี
จากเอกสารแสดงขั้นตอนการผลิต(ใบรายการวัสดุของผลิตภัณฑ์จารบี)

Product :Beacon EP2

1994 Sales volume :

Package size (kgs.)	Sales volume (tons)
180 kgs	317.4
15 kgs.	88.6
Total	406

Bill of Material :

Raw Material	Formulation wt%	Material used (tons)
12 Hydroxy Stearic Acid	10	40.6
Lithium Hydroxide	1.6	6.5
BP Glycerine	1.8	7.3
Phenyl Alpha Naphthylamine	1	4.1
Zinc Naphthenate	0.9	3.7
Elco 75A	1.7	6.9
Paranox 15	1.4	5.7
Stanco 600	30.55	124.0
Necton 78	40.8	165.6
Stanco 2500	10.25	41.6
Total	100	406

ข้อกำหนดคุณสมบัติ(SPECIFICATIONS)สารเคมีแต่ละชนิดในกลุ่ม A

PRODUCT	ANIMAL FAT			
ALTERNATIVE DESCRIPTION				
GOVERNMENT OR OTHER DESIGNATION				
SOURCE				HEALTH HAZARDS AND HANDLING PRECAUTIONS
	MIN. MAX.	MIN. MAX.	MIN. MAX.	METHODS OF TEST
Acid, Free Fatty (as Oleic Acid) Wt %	25			AM-S 160.31
Color, ASTM	5.0			D 1500
Moisture, Insolubles and Unsaponifiable Matter Wt %	2			AM-S 500.29
Odor	Not Objectionable			
Saponification Number mg KOH/g	190 210			D 94
Titer °C	37 41			AM-S 100.25

ข้อกำหนดคุณสมบัติ(SPECIFICATIONS)สารเคมีแต่ละชนิดในกลุ่ม B

PRODUCT	GLYCERINE			
ALTERNATIVE DESCRIPTION	GLYCEROL			
GOVERNMENT OR OTHER DESIGNATION				
SOURCE				HEALTH HAZARDS AND HANDLING PRECAUTIONS
	MIN. MAX.	MIN. MAX.	MIN. MAX.	METHODS OF TEST
Acid Value mg KOH/g	0.05			D 1258
Appearance	Clear, Free of Suspended Matter			
Boiling Point °C	290			
°F	554			PENDING
Chlorides (as Cl) ppm	10			PENDING
Color, Gardner	3			D 1544
Flash Point °C	174			
Cleveland Open Cup °F	345			D 92
Glycerol, Purity Wt %	96			PENDING
Gravity, Specific @ 60/60°F	1.25			D 891
Sulfates	NIL			PENDING

ข้อกำหนดคุณสมบัติ(SPECIFICATIONS)สารเคมีแต่ละชนิดในกลุ่ม C

PRODUCT	Azelaic Acid			
ALTERNATIVE DESCRIPTION	EMEROX 1110			
GOVERNMENT OR OTHER DESIGNATION				
SOURCE	Emery Industries Inc.			
	MIN. MAX.	MIN. MAX.	MIN. MAX.	METHODS OF TEST
Acid Value mg KOH/g	580 595			ASTM D 1980
Appearance	White Flakes			Visual
Melting Point °C	96 103			ASTM D 127
TYPICAL INSPECTIONS				
Flash Point, Cleveland Open Cup °C	198			ASTM D 92
Gravity, Specific @ 110°C	1.038			ASTM D 1480

ใบตรวจสอบการทดสอบรับสารเคมีแต่ละชนิดในกลุ่ม A

ใบตรวจสอบการทดสอบรับสารเคมี 12 HYDROXY STEARIC ACID

เลขที่ _____

ขนาดล็อต _____ หมายเลขล็อต _____ วันที่ _____

หมายเลขแบทช์ในล็อต _____ ชื่อผู้ตรวจสอบ _____

ขนาดล๊อต 200 หน่วยหีบห่อ ,ขนาดตัวอย่าง 6 หน่วยหีบห่อ

ลำดับ	การตรวจและการทดสอบ	Spec. min.,max.	Result min.,max.	ตรวจ	รวม
1	Acid no.(mgKOH/g)	175,185		𝍸	5
2	Hydroxyl Value(mgKOH/	147,		𝍸 ||	7
3	Iodine no. (g I2/100g)	,5		𝍸 𝍸	10
4	Melting Point ('c)	70,		||	2
5	Saponification no.(mgKOH/g)	180,192		|	1
6	Titer ('c)	70,75		||	2
จำนวนการไม่ได้คุณภาพ.....				รวม	27

รูปแสดงใบตรวจสอบการทดสอบสารเคมี12 HYDROXYL STEARIC ACID

ใบตรวจสอบการทดสอบรับสารเคมีแต่ละชนิดในกลุ่ม B

ใบตรวจสอบการทดสอบรับสารเคมี GLYCERINE

เลขที่ _____

ขนาดล็อต _____ หมายเลขล็อต _____ วันที่ _____

หมายเลขแบทช์ในล็อต _____ ชื่อผู้ตรวจสอบ _____

ขนาดล็อต 25 หน่วยหีบห่อ ,ขนาดตัวอย่าง 4 หน่วยหีบห่อ

		Spec.	Result		
ลำดับ	การตรวจและการทดสอบ	min.,max.	min.,max.	ตรวจ	รวม
1	Acid Value(mgKOH/g)	,0.05		𝍸	5
2	Boiling Point('F)	554,554		𝍸 ||	7
3	Chlorides (as Cl),ppm	,10		𝍸 𝍸	10
4	Color, Gardner	,3		||	2
5	Flash Point,Cleveland Open Cup('F)	345,345		|	1
6	Glycerol, Purity (wt%)	96,		||	2
7	Gravity,Specific @ 60/60'F	1.25,		|	1
จำนวนการไม่ได้คุณภาพ.....				รวม	28

รูปแสดงใบตรวจสอบการทดสอบสารเคมี GLYCERINE

ใบตรวจสอบการทดสอบรับสารเคมีแต่ละชนิดในกลุ่ม C

ใบตรวจสอบการทดสอบรับสารเคมี AZELAIC ACID

เลขที่ _____

ขนาดล็อต _____ หมายเลขล็อต _____ วันที่ _____

หมายเลขแบทช์ในล็อต _____ ชื่อผู้ตรวจสอบ _____

ขนาดล็อต 50 หน่วยหีบห่อ ,ขนาดตัวอย่าง 4 หน่วยหีบห่อ

ลำดับ	การตรวจและการทดสอบ	Spec. min.,max.	Result min.,max.	ตรวจ	รวม
1	Acid Value (mg KOH/g)	580,595		𝍸	5
2	Melting Point ('C)	96,103		||	2
3	Flash Point ,Cleveland Open Cup('C	198,198		|	1
4	Gravity, Specific @ 110'C	1.038,1.038		||	2
จำนวนการไม่ได้คุณภาพ.....				รวม	10

รูปแสดงใบตรวจสอบการทดสอบสารเคมี AZELAIC ACID

ภาคผนวก ง

มาตรฐานและวิธีการทดสอบคุณลักษณะผลิตภัณฑ์จาระบี

หัวข้อทดสอบ	ASTM Method
Acidity/Alkalinity (mgKOH)/g	D128
Appearance	Visual
Dropping (Deg.C)	D566
Oil Separation (%wt)	D1742
Slump & Leakage (g)	AMS210.30
Tiken ok Load (lb).	D2509
Viscosity @ 100 deg.C(Cst.)	D445

ระเบียบสำนักงานกลางมาตราชั่งตวงวัด
ว่าด้วยหลักเกณฑ์การตรวจสอบการแสดงปริมาณสุทธิของสินค้าหีบห่อและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้
พ.ศ. 2532

เพื่อให้การตรวจสอบวิธีการแสดงปริมาณสุทธิของสินค้าหีบห่อเป็นไปด้วยความถูกต้องเรียบร้อย มีความเหมาะสม และอยู่ในแนวทางเดียวกัน สำนักงานกลางมาตราชั่งตวงวัด โดยอาศัยอำนาจตามความในข้อ 3(6) แห่งประกาศกระทรวงพาณิชย์ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2532) ลงวันที่ 18 กันยายน 2532 เรื่อง กำหนดชนิดและวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าหีบห่อ จึงออกระเบียบกำหนดหลักเกณฑ์การตรวจสอบการแสดงปริมาณสุทธิของสินค้าหีบห่อและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ระเบียบนี้เรียกว่า "ระเบียบสำนักงานกลางมาตราชั่งตวงวัด ว่าด้วยหลักเกณฑ์การตรวจสอบการแสดงปริมาณสุทธิของสินค้าหีบห่อและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ พ.ศ. 2532"

ข้อ 2. ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2533 เป็นต้นไป

ข้อ 3. ให้ชักตัวอย่างสินค้าหีบห่อที่บรรจุสินค้าอย่างเดียวกันและแสดงปริมาณสุทธิไว้เท่ากัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการแสดงปริมาณสุทธิของสินค้าหีบห่อ ดังนี้

(1) สินค้าหีบห่อที่จะตรวจสอบมีจำนวนไม่เกิน 100 หีบห่อ ให้ชักตัวอย่างของสินค้าหีบห่อมาตรวจสอบร้อยละ 10 ของจำนวนสินค้าหีบห่อทั้งหมด

(2) สินค้าหีบห่อที่จะตรวจสอบมีจำนวนเกินกว่า 100 หีบห่อ ให้ชักตัวอย่างของสินค้าหีบห่อมาตรวจสอบเพิ่มขึ้นจาก (1) อีกเท่ากับร้อยละ 1 ของจำนวนสินค้าหีบห่อส่วนที่เกินกว่า 100 หีบห่อ

(3) เศษของจำนวนตัวอย่างหีบห่อที่จะชักมาตรวจสอบ ซึ่งคำนวณได้ตาม (1) และ (2) ให้นับเป็น 1 หีบห่อ

(4) ตัวอย่างของสินค้าหีบห่อที่ชักมาตรวจสอบตาม (1) (2) และ (3) รวมทั้งหมดไม่ให้เกิน 20 หีบห่อ

ข้อ 4. สินค้าที่ชักตัวอย่างมาตรวจสอบตามข้อ 3. จะมีผลผิดข้อหนึ่งข้อใดดังต่อไปนี้ไม่ได้

(1) ค่าเฉลี่ยของปริมาณสุทธิของสินค้าหีบห่อที่ชักตัวอย่างมาตรวจสอบรวมกันทั้งหมดตามข้อ 3 ต้องไม่ต่ำกว่าปริมาณสุทธิที่แสดงไว้

(2) ปริมาณสุทธิของสินค้าในแต่ละหีบห่อที่ชักตัวอย่างมาตรวจสอบตามข้อ 3 จะมีผลผิดไปจากปริมาณสุทธิที่แสดงไว้ได้เพียงภายในความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ตามข้อ 5

ข้อ 5. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ ตามข้อ 4(2) กำหนดไว้ดังนี้

(1) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ สำหรับสินค้าที่แสดงปริมาณเป็นมาตราชั่ง

ปริมาณที่แสดงบนฉลาก	ความคลาดเคลื่อนฝ่ายน้อย ร้อยละของปริมาณที่แสดง	ความคลาดเคลื่อนฝ่ายมาก ร้อยละของปริมาณที่แสดง
0 - 200 ก.	6	12
เกินกว่า 200 ก. - 1 กก.	3	6
เกินกว่า 1 กก.- 5 กก.	2	4
เกินกว่า 5 กก.- 50 กก.	1	2
เกินกว่า 50 กก. ขึ้นไป	0.5	1

(2) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ สำหรับสินค้าที่แสดงปริมาณเป็นมาตราตวง

ปริมาณที่แสดงบนฉลาก	ความคลาดเคลื่อนฝ่ายน้อย ร้อยละของปริมาณที่แสดง	ความคลาดเคลื่อนฝ่ายมาก ร้อยละของปริมาณที่แสดง
0 - 50 มล.	6	12
เกินกว่า 50 มล. - 500 มล.	3	6
เกินกว่า 500 มล. - 1 ล.	2	4
เกินกว่า 1 ล. - 5 ล.	1	2
เกินกว่า 5 ล. ขึ้นไป	0.5	1

(3) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้สำหรับสินค้าที่แสดงปริมาณเป็นมาตราวัด

ปริมาณที่แสดงบนฉลาก	ความคลาดเคลื่อนฝ่ายน้อย ร้อยละของปริมาณที่แสดง	ความคลาดเคลื่อนฝ่ายมาก ร้อยละของปริมาณที่แสดง
0 - 1 ม.	2	4
เกินกว่า 1 ม. ขึ้นไป	1	2

(4) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ สำหรับสินค้าที่แสดงปริมาณโดยนับเป็นหน่วย

ปริมาณที่แสดงบนฉลาก	ความคลาดเคลื่อนฝ่ายน้อย	ความคลาดเคลื่อนฝ่ายมาก
0 - 10 หน่วย	-	-
เกินกว่า 10 - 20 หน่วย	1 หน่วย	2 หน่วย
เกินกว่า 20 - 50 หน่วย	3 หน่วย	6 หน่วย
เกินกว่า 50 หน่วยขึ้นไป	4 หน่วย	8 หน่วย

ประกาศ ณ วันที่ 21 กันยายน 2532

(ลงชื่อ) สุคนธ์ กาญจนาลัย

(นางสาวสุคนธ์ กาญจนาลัย)

หัวหน้าสำนักงานกลางมาตราชั่งตวงวัด

สำเนาถูกต้อง

(นายสงษ์ศักดิ์ อำไพพรรณ)

นักวิชาการชั่งตวงวัด 6

ใบการตรวจสอบน้ำหนักบรรจุ

เลขที่ _____

หมายเลข BATCH _____ หมายเลข LOT _____ วันที่ _____

ชื่อผู้ตรวจสอบ _____ ผลิตภัณฑ์ _____

ขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม, ขนาดตัวอย่าง = 8, เลขจำนวนยอมรับ = 1

ลำดับ	น้ำหนักตรวจสอบ	มากกว่า	ต่ำกว่า	ผลตรวจสอบ
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

สรุปผลตรวจสอบ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

รูปแสดงใบตรวจสอบน้ำหนักบรรจุขนาด 50 กิโลกรัม

ภาคผนวก จ

																														330	
	แผนภูมิแก๊นท์ที่แสดงกำหนดช่วงเวลาที่สินค้ากลุ่ม A ต้องได้รับการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพ																														
	ประจำเดือน :	มกราคม 2538																													
	ชนิด,ขนาดบรรจุ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	BEACONEP2,180			X																											
	RONEX,180				X																										
	RONEX15					X																									
	BEACON Q2,180						X																								
	MUTI,180									X																					
	BEACON EP2,15										X																				
	FIBRAX280,180											X																			
	TOPAZ 2,180												X																		
	FIBRAX280,15													X																	
	BEACON Q2,15																X														
	BEACONEP1,180																	X													
	RUBY 3,180																		X												
	FIBRAX370,180																			X											
	TOPAZ 2,15																				X										
	BEACON 2,180																							X							
	RONEX,2																								X						
	TOPAZ 2,50																									X					
	BEACON 3,15																										X				
	GP,180																											X			

ภาคผนวก ฉ

วิธีทำการสอบเทียบเครื่องวัดอัตราการไหล (Flow Meter) โดยการใช้ Volumetric Prover Tank เป็น มาตราฐานอ้างอิง

การเตรียมการก่อนทำการสอบเทียบ :

1. ตรวจสอบความจุของ Prover Tank ให้เพียงพอที่จะรับปริมาตรของอัตราการไหลสูงสุดของมิเตอร์อย่างน้อย 1 นาที
2. ปรับ Prover Tank ให้ได้ระดับ
3. ทำให้ผนังภายในเปียกด้วยของเหลวที่จะทำการวัด จากนั้นระบายออก เมื่อ Prover Tank ว่างปล่อยทิ้งไว้ 30 วินาที
   หมายเหตุ เวลาที่ปล่อยทิ้งต้องคงที่เท่ากันตลอดทุกครั้ง
4. ไม่ควรทำการสอบเทียบในวันที่อากาศไม่ดี เช่น ฝนตก
5. การสอบเทียบพยายามจำลอง การปฏิบัติงานและเงื่อนไขการใช้งานของมิเตอร์ให้มากที่สุด
6. การสอบเทียบจะทำที่อัตราการไหลการใช้งานปกติ และที่อัตราการไหลหนึ่งในสี่ของอัตราการไหลสูงสุด

<u>วิธีการดำเนินการสอบเทียบมิเตอร์</u>

เมื่อ Prover Tank และมิเตอร์เตรียมพร้อมได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ ก็จะดำเนินการสอบเทียบโดยมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพภายใน Prover Tank
2. ปิดวาล์วระบายที่อยู่ใต้ท้อง
3. ตั้งชุด Register ของมิเตอร์ไว้ที่ศูนย์
4. ตั้งมิเตอร์ให้ได้ปริมาตรที่ต้องการ
5. เติมของไหลลงใน Prover Tank ที่อัตราการไหลที่ทดสอบ จนกระทั่งได้ตามปริมาตรที่กำหนดของ ไหลจะมีระดับอยู่ภายในช่วงสเกลวัดของ Prover Tank
6. อ่านและจดบันทึกปริมาตรของ Prover Tank จากสเกลวัด
7. อ่านและบันทึกปริมาตรของมิเตอร์

8. อ่านและบันทึกอุณหภูมิของของไหลภายใน Prover Tank โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีระยะห่างระหว่างสเกล 0.5°C (1°F)
9. หาและบันทึกค่า Prover Tank Volume และ Meter Volume Correction Factors
10. คำนวณปรับแก้ค่า Prover Tank Volume และ Meter Volume โดยใช้ค่า Correction Factors ที่คำนวณได้จากข้อ 9
11. ระบายของเหลวออกจาก Prover Tank
12. หาค่าความคลาดเคลื่อนปรากฏ (Apparent) ของมิเตอร์โดยนำค่าปริมาตรของมิเตอร์ที่อ่านได้หักออกจากปริมาตรใน Prover Tank
13. หาค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์โดยการหารค่าความคลาดเคลื่อนที่ปรากฏด้วยปริมาตรของ Prover Tank
14. ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 12 จนกระทั่งการสอบเทียบ 2 ครั้งที่ต่อเนื่องกัน มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในภายใน ± 0.05% แสดงถึงค่า Repeatability ที่ยอมรับได้
15. ถ้าผลลัพท์ของการทำการสอบเทียบ 2 ครั้ง มีค่าความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์มากกว่า ± 0.05% ทำการ ปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนลงมาใกล้เคียงศูนย์มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้
16. ทำการสอบเทียบซ้ำ จนกระทั่งได้การสอบเทียบ 2 ครั้งต่อเนื่องกันได้ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ภายใน ± 0.05%
17. ภายหลังจากมิเตอร์ได้รับการสอบเทียบได้ความละเอียดที่ถูกต้องทำการซีลด้วยลวดตะกั่วของกองชั่งตวงวัด กระทรวงพานิช ซึ่งควบคุมด้วยหมายเลข

    หมายเหตุ ถ้ามิเตอร์ไม่สามารถปรับ หรือปรับแล้วไม่ส่งผลดีขึ้น ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนเกิน ± 0.20% ให้หยุดการใช้งาน และทำการซ่อมหรือเปลี่ยนมิเตอร์ใหม่
18. แบบฟอร์มการบันทึกผลการสอบเทียบ แสดงในรูปที่ 1

METER PROVING REPORT
FOR
TANK PROVER METHOD

Date _____
Report No. _____ 333
Ambient Temp. _____

METER DATA

Meter No.	Serial No.	Model & Size	Temp.Compensated	Pulses/Unit Volume	Non-Reset Totalizer
			☐ Yes No ☐		

LIQUID DATA

Type	°API	R.Density	R.V.P.	Visc.	Flow Rate

PREVIOUS REPORT

MeterFactor	Flow Rate	Date	Non-Reset Totalizer

Metered Since Last Proving	

PROVER DATA

Nominal Volume @ Std. Conditions	Serial No.	Mat'l. of Constr.	Last Calib. Date

PROVING RUN DATA

	Temperature		Pressure		Prover Volume (Uncorrected)	Meter Volume		
	Meter	Prover	Meter	Prover		Final Reading	InitialReading	Difference
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

CALCULATIONS

	C_{ts}	C_{tl}	$C_{ts} \times C_{tl}$	Corrected ProverVolume	C_{tl}	C_{pl}	$C_{tl} \times C_{pl}$	Corrected Meter Volume
1								
2								
3								
4								
5								

METER FACTOR

	Range (Max.-Min.)

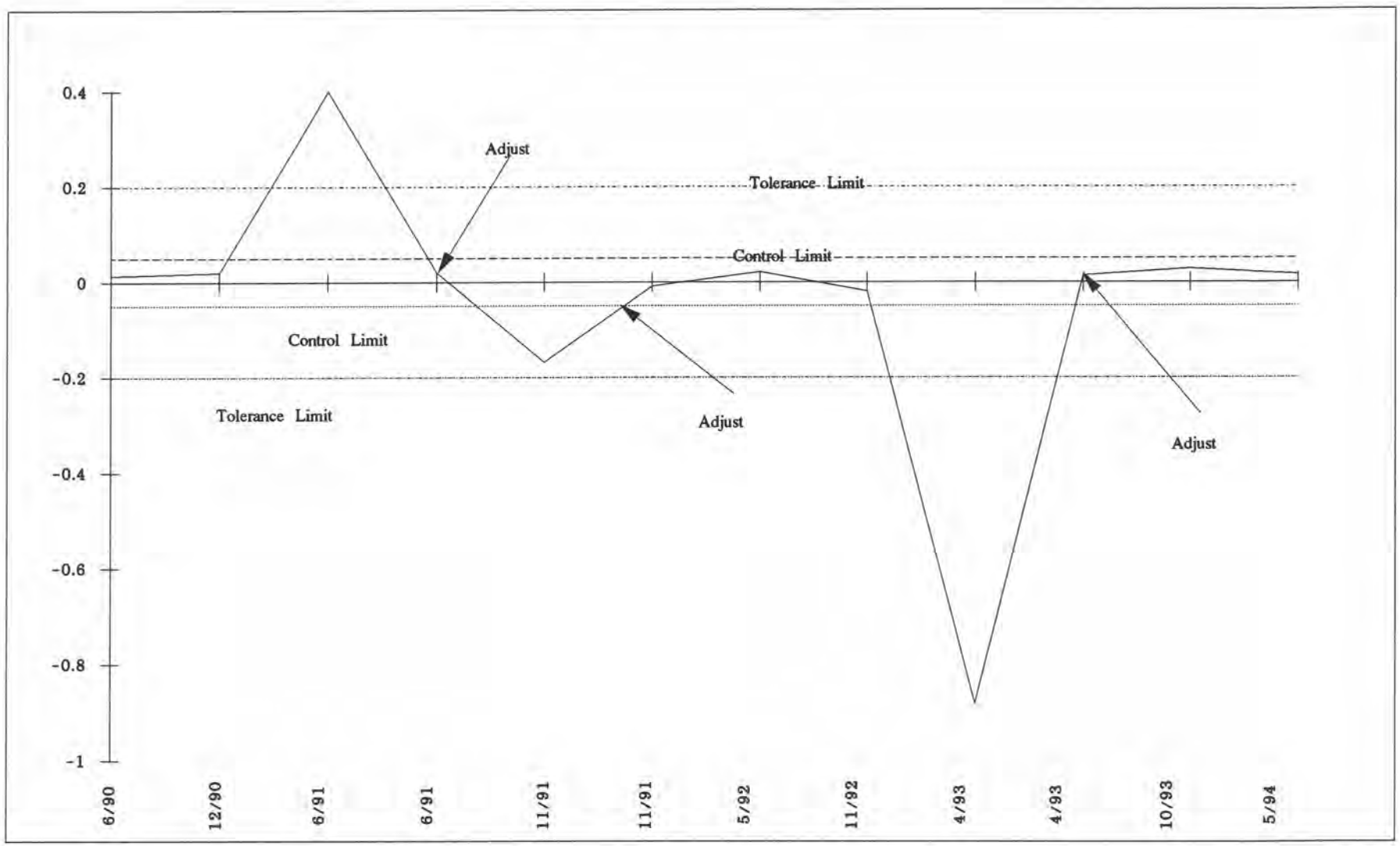
C_{ts} - Correction for temperature on steel
C_{tl} - Correction for temperature on liquid
C_{pl} - Correction for pressure on liquid

Average Meter Factor	
Change From Previous Avg.	

SIGNATURE	DATE	COMPANY REPRESENTED

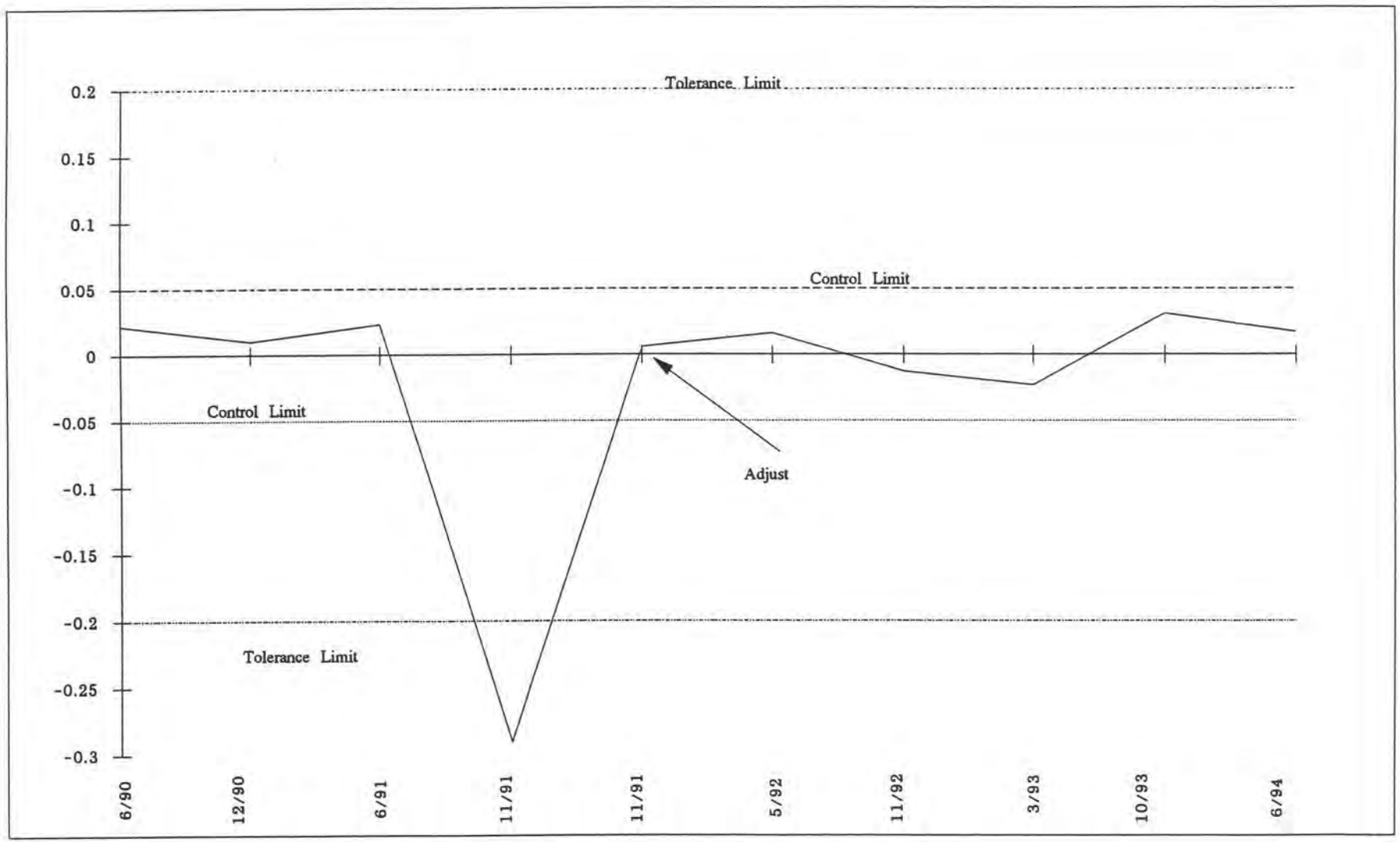
รูปที่ 1 แสดงแบบฟอร์มการสอบเทียบมิเตอร์

METER PERFORMANCE CHART



รูปที่ แสดง PERFORMANCE CHART ของมิเตอร์หมายเลข 8088

METER PERFORMANCE CHART



รูปแสดง PERFORMANCE CHART ของมิเตอร์หมายเลข 8157

O
มิเตอร์หมายเลข 8087 วันที่ทำการสอบเทียบล่าสุด : 28/5/94 วันที่กำหนดทำการสอบเทียบ : 28/8/94 อัตราการไหลทำการสอบเทียบ : 325 GPM น้ำมันหล่อลื่นทำการสอบเทียบ : STANCO 150 METER FACTOR : 1.00013
ลงชื่อหน่วยซ่อมบำรุง_____โทร_4589_ ลงชื่อหัวหน้าโรงงาน_____โทร_2624408_
พบสิ่งผิดปรกติแจ้งปรึกษาก่อนใช้งานทุกครั้ง

รูปแสดง ป้ายแสดงสถานะการสอบเทียบมิเตอร์หมายเลข 8087

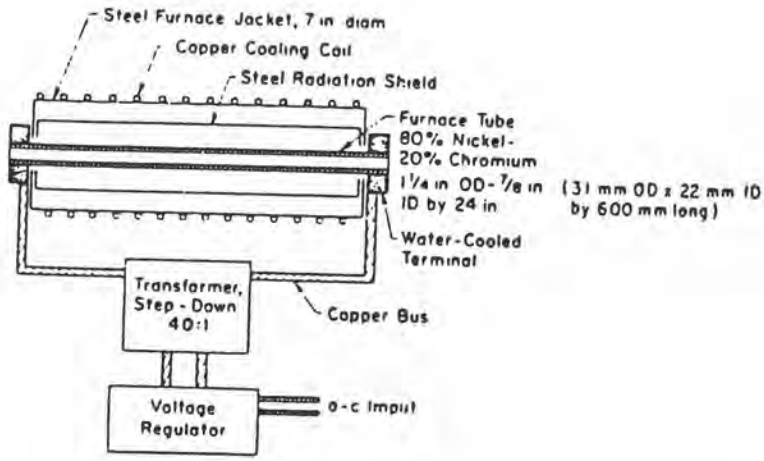
ภาคผนวก ช

IPTS - 68 Reference Temperature (จุดอ้างอิงอุณหภูมิมาตรฐาน IPTS 68)

Equilibium Point	K	°C
(จุดที่มีสภาวะคงที่ทางอุณหภูมิ)		
จุดไตรภาคของไฮโดรเจน	13.81	- 259.34
จุดสมดุลในสภาวะก๊าซและของเหลวของไฮโดรเจน	17.042	- 256.108
จุดเดือดของไฮโดรเจน	20.28	- 252.87
จุดเดือนของนีออน	27.102	- 246.048
จุดไตรภาคของออกซิเจน	54.361	- 218.789
จุดเดือนของออกซิเจน	90.188	- 182.962
จุดไตรภาคของน้ำบริสุทธิ์	273.16	0.01
จุดเดือนของน้ำบริสุทธิ์	373.15	100
จุดแข็งตัวของสังกะสี	692.73	419.58
จุดแข็งตัวของเงิน	1,235.08	961.93
จุดแข็งตัวของทอง	1,337.58	1,064.43
จุดแข็งตัวของคีบุก	505.1181	231.9681

อุณหภูมิของสาร ณ จุดต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้จะใช้เป็นจุดอ้างอิงมาตรฐาน (References) ในการสอบเทียบค่าของสากลของเครื่องมืออุณหภูมิ

(หมายเหตุ มาตรวัดเคลวินไม่ต้องเขียน *..K ให้กำหนดตัวอักษร K ตามหลังเช่น 273.13 K)



รูปแสดง เตาควบคุมอุณหภูมิ แบบท่อ

TABLE 8 Type J Thermocouples

NOTE—The maximum recommended temperature limit for Type J thermocouples is 760°C (1400°F) as specified in Table 2. Extension of the Type J tables beyond 1400°F gives temperature - electromotive force data to 1200°C (2192°F). This extension is a mathematical extrapolation based on limited calibration data and caution should be exercised in its use. The basis for the extended curve is discussed in *NBS Monograph 125*.

It should be noted that initial calibration tolerances Type J thermocouples (Table 1) do not apply above 760°C (1400°F).

EMF in Millivolts — Temperature in Degrees Celsius (IPTS 1968) — Reference Junctions at 0 C

DEG C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEG C
					THERMOELECTRIC VOLTAGE IN MILLIVOLTS							
-210	-8.096											-210
-200	-7.890	-7.912	-7.934	-7.955	-7.976	-7.996	-8.017	-8.037	-8.057	-8.076	-8.096	-200
-190	-7.659	-7.683	-7.707	-7.731	-7.755	-7.778	-7.801	-7.824	-7.846	-7.868	-7.890	-190
-180	-7.402	-7.429	-7.455	-7.482	-7.508	-7.533	-7.559	-7.584	-7.609	-7.634	-7.659	-180
-170	-7.122	-7.151	-7.180	-7.209	-7.237	-7.265	-7.293	-7.321	-7.348	-7.375	-7.402	-170
-160	-6.821	-6.852	-6.883	-6.914	-6.944	-6.974	-7.004	-7.034	-7.064	-7.093	-7.122	-160
-150	-6.499	-6.532	-6.565	-6.598	-6.630	-6.663	-6.695	-6.727	-6.758	-6.790	-6.821	-150
-140	-6.159	-6.194	-6.228	-6.263	-6.297	-6.331	-6.365	-6.399	-6.433	-6.466	-6.499	-140
-130	-5.801	-5.837	-5.874	-5.910	-5.946	-5.982	-6.018	-6.053	-6.089	-6.124	-6.159	-130
-120	-5.426	-5.464	-5.502	-5.540	-5.578	-5.615	-5.653	-5.690	-5.727	-5.764	-5.801	-120
-110	-5.036	-5.076	-5.115	-5.155	-5.194	-5.233	-5.272	-5.311	-5.349	-5.388	-5.426	-110
-100	-4.632	-4.673	-4.714	-4.755	-4.795	-4.836	-4.876	-4.916	-4.956	-4.996	-5.036	-100
-90	-4.215	-4.257	-4.299	-4.341	-4.383	-4.425	-4.467	-4.508	-4.550	-4.591	-4.632	-90
-80	-3.785	-3.829	-3.872	-3.915	-3.958	-4.001	-4.044	-4.087	-4.130	-4.172	-4.215	-80
-70	-3.344	-3.389	-3.433	-3.478	-3.522	-3.566	-3.610	-3.654	-3.698	-3.742	-3.785	-70
-60	-2.892	-2.938	-2.984	-3.029	-3.074	-3.120	-3.165	-3.210	-3.255	-3.299	-3.344	-60
-50	-2.431	-2.478	-2.524	-2.570	-2.617	-2.663	-2.709	-2.755	-2.801	-2.847	-2.892	-50
-40	-1.960	-2.008	-2.055	-2.102	-2.150	-2.197	-2.244	-2.291	-2.338	-2.384	-2.431	-40
-30	-1.481	-1.530	-1.578	-1.626	-1.674	-1.722	-1.770	-1.818	-1.865	-1.913	-1.960	-30
-20	-0.995	-1.044	-1.093	-1.141	-1.190	-1.239	-1.288	-1.336	-1.385	-1.433	-1.481	-20
-10	-0.501	-0.550	-0.600	-0.650	-0.699	-0.748	-0.798	-0.847	-0.896	-0.945	-0.995	-10
- 0	0.000	-0.050	-0.101	-0.151	-0.201	-0.251	-0.301	-0.351	-0.401	-0.451	-0.501	- 0
0	0.000	0.050	0.101	0.151	0.202	0.253	0.303	0.354	0.405	0.456	0.507	0
10	0.507	0.558	0.609	0.660	0.711	0.762	0.813	0.865	0.916	0.967	1.019	10
20	1.019	1.070	1.122	1.174	1.225	1.277	1.329	1.381	1.432	1.484	1.536	20
30	1.536	1.588	1.640	1.693	1.745	1.797	1.849	1.901	1.954	2.006	2.058	30
40	2.058	2.111	2.163	2.216	2.268	2.321	2.374	2.426	2.479	2.532	2.585	40
50	2.585	2.638	2.691	2.743	2.796	2.849	2.902	2.956	3.009	3.062	3.115	50
60	3.115	3.168	3.221	3.275	3.328	3.381	3.435	3.488	3.542	3.595	3.649	60
70	3.649	3.702	3.756	3.809	3.863	3.917	3.971	4.024	4.078	4.132	4.186	70
80	4.186	4.239	4.293	4.347	4.401	4.455	4.509	4.563	4.617	4.671	4.725	80
90	4.725	4.780	4.834	4.888	4.942	4.996	5.050	5.105	5.159	5.213	5.268	90
100	5.268	5.322	5.376	5.431	5.485	5.540	5.594	5.649	5.703	5.758	5.812	100
110	5.812	5.867	5.921	5.976	6.031	6.085	6.140	6.195	6.249	6.304	6.359	110
120	6.359	6.414	6.468	6.523	6.578	6.633	6.688	6.742	6.797	6.852	6.907	120
130	6.907	6.962	7.017	7.072	7.127	7.182	7.237	7.292	7.347	7.402	7.457	130
140	7.457	7.512	7.567	7.622	7.677	7.732	7.787	7.843	7.898	7.953	8.008	140
150	8.008	8.063	8.118	8.174	8.229	8.284	8.339	8.394	8.450	8.505	8.560	150
160	8.560	8.616	8.671	8.726	8.781	8.837	8.892	8.947	9.003	9.058	9.113	160
170	9.113	9.169	9.224	9.279	9.335	9.390	9.446	9.501	9.556	9.612	9.667	170
180	9.667	9.723	9.778	9.834	9.889	9.944	10.000	10.055	10.111	10.166	10.222	180
190	10.222	10.277	10.333	10.388	10.444	10.499	10.555	10.610	10.666	10.721	10.777	190
200	10.777	10.832	10.888	10.943	10.999	11.054	11.110	11.165	11.221	11.276	11.332	200
210	11.332	11.387	11.443	11.498	11.554	11.609	11.665	11.720	11.776	11.831	11.887	210
220	11.887	11.943	11.998	12.054	12.109	12.165	12.220	12.276	12.331	12.387	12.442	220
230	12.442	12.498	12.553	12.609	12.664	12.720	12.776	12.831	12.887	12.942	12.998	230
240	12.998	13.053	13.109	13.164	13.220	13.275	13.331	13.386	13.442	13.497	13.553	240
250	13.553	13.608	13.664	13.719	13.775	13.830	13.886	13.941	13.997	14.052	14.108	250
260	14.108	14.163	14.219	14.274	14.330	14.385	14.441	14.496	14.552	14.607	14.663	260
270	14.663	14.718	14.774	14.829	14.885	14.940	14.995	15.051	15.106	15.162	15.217	270
280	15.217	15.273	15.328	15.383	15.439	15.494	15.550	15.605	15.661	15.716	15.771	280
290	15.771	15.827	15.882	15.938	15.993	16.048	16.104	16.159	16.214	16.270	16.325	290
300	16.325	16.380	16.436	16.491	16.547	16.602	16.657	16.713	16.768	16.823	16.879	300
310	16.879	16.934	16.989	17.044	17.100	17.155	17.210	17.266	17.321	17.376	17.432	310
320	17.432	17.487	17.542	17.597	17.653	17.708	17.763	17.818	17.874	17.929	17.984	320
330	17.984	18.039	18.095	18.150	18.205	18.260	18.316	18.371	18.426	18.481	18.537	330
340	18.537	18.592	18.647	18.702	18.757	18.813	18.868	18.923	18.978	19.033	19.089	340
DEG C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEG C

TABLE 16 Type S Thermocouples
Temperature in Degrees Celsius (IPTS 1968)

EMF in Millivolts

Reference Junctions at 0 C

DEG C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEG C
	THERMOELECTRIC VOLTAGE IN MILLIVOLTS											
-50	-0.236											-50
-40	-0.194	-0.199	-0.203	-0.207	-0.211	-0.215	-0.220	-0.224	-0.228	-0.232	-0.236	-40
-30	-0.150	-0.155	-0.159	-0.164	-0.168	-0.173	-0.177	-0.181	-0.186	-0.190	-0.194	-30
-20	-0.103	-0.108	-0.112	-0.117	-0.122	-0.127	-0.132	-0.136	-0.141	-0.145	-0.150	-20
-10	-0.053	-0.058	-0.063	-0.068	-0.073	-0.078	-0.083	-0.088	-0.093	-0.098	-0.103	-10
- 0	0.000	-0.005	-0.011	-0.016	-0.021	-0.027	-0.032	-0.037	-0.042	-0.048	-0.053	- 0
0	0.000	0.005	0.011	0.016	0.022	0.027	0.033	0.038	0.044	0.050	0.055	0
10	0.055	0.061	0.067	0.072	0.078	0.084	0.090	0.095	0.101	0.107	0.113	10
20	0.113	0.119	0.125	0.131	0.137	0.142	0.148	0.154	0.161	0.167	0.173	20
30	0.173	0.179	0.185	0.191	0.197	0.203	0.210	0.216	0.222	0.228	0.235	30
40	0.235	0.241	0.247	0.254	0.260	0.266	0.273	0.279	0.286	0.292	0.299	40
50	0.299	0.305	0.312	0.318	0.325	0.331	0.338	0.345	0.351	0.358	0.365	50
60	0.365	0.371	0.378	0.385	0.391	0.398	0.405	0.412	0.419	0.425	0.432	60
70	0.432	0.439	0.446	0.453	0.460	0.467	0.474	0.481	0.488	0.495	0.502	70
80	0.502	0.509	0.516	0.523	0.530	0.537	0.544	0.551	0.558	0.566	0.573	80
90	0.573	0.580	0.587	0.594	0.602	0.609	0.616	0.623	0.631	0.638	0.645	90
100	0.645	0.653	0.660	0.667	0.675	0.682	0.690	0.697	0.704	0.712	0.719	100
110	0.719	0.727	0.734	0.742	0.749	0.757	0.764	0.772	0.780	0.787	0.795	110
120	0.795	0.802	0.810	0.818	0.825	0.833	0.841	0.848	0.856	0.864	0.872	120
130	0.872	0.879	0.887	0.895	0.903	0.910	0.918	0.926	0.934	0.942	0.950	130
140	0.950	0.957	0.965	0.973	0.981	0.989	0.997	1.005	1.013	1.021	1.029	140
150	1.029	1.037	1.045	1.053	1.061	1.069	1.077	1.085	1.093	1.101	1.109	150
160	1.109	1.117	1.125	1.133	1.141	1.149	1.158	1.166	1.174	1.182	1.190	160
170	1.190	1.198	1.207	1.215	1.223	1.231	1.240	1.248	1.256	1.264	1.273	170
180	1.273	1.281	1.289	1.297	1.306	1.314	1.322	1.331	1.339	1.347	1.356	180
190	1.356	1.364	1.373	1.381	1.389	1.398	1.406	1.415	1.423	1.432	1.440	190
200	1.440	1.448	1.457	1.465	1.474	1.482	1.491	1.499	1.508	1.516	1.525	200
210	1.525	1.534	1.542	1.551	1.559	1.568	1.576	1.585	1.594	1.602	1.611	210
220	1.611	1.620	1.628	1.637	1.645	1.654	1.663	1.671	1.680	1.689	1.698	220
230	1.698	1.706	1.715	1.724	1.732	1.741	1.750	1.759	1.767	1.776	1.785	230
240	1.785	1.794	1.802	1.811	1.820	1.829	1.838	1.846	1.855	1.864	1.873	240
250	1.873	1.882	1.891	1.899	1.908	1.917	1.926	1.935	1.944	1.953	1.962	250
260	1.962	1.971	1.979	1.988	1.997	2.006	2.015	2.024	2.033	2.042	2.051	260
270	2.051	2.060	2.069	2.078	2.087	2.096	2.105	2.114	2.123	2.132	2.141	270
280	2.141	2.150	2.159	2.168	2.177	2.186	2.195	2.204	2.213	2.222	2.232	280
290	2.232	2.241	2.250	2.259	2.268	2.277	2.286	2.295	2.304	2.314	2.323	290
300	2.323	2.332	2.341	2.350	2.359	2.368	2.378	2.387	2.396	2.405	2.414	300
310	2.414	2.424	2.433	2.442	2.451	2.460	2.470	2.479	2.488	2.497	2.506	310
320	2.506	2.516	2.525	2.534	2.543	2.553	2.562	2.571	2.581	2.590	2.599	320
330	2.599	2.608	2.618	2.627	2.636	2.646	2.655	2.664	2.674	2.683	2.692	330
340	2.692	2.702	2.711	2.720	2.730	2.739	2.748	2.758	2.767	2.776	2.786	340
350	2.786	2.795	2.805	2.814	2.823	2.833	2.842	2.852	2.861	2.870	2.880	350
360	2.880	2.889	2.899	2.908	2.917	2.927	2.936	2.946	2.955	2.965	2.974	360
370	2.974	2.984	2.993	3.003	3.012	3.022	3.031	3.041	3.050	3.059	3.069	370
380	3.069	3.078	3.088	3.097	3.107	3.117	3.126	3.136	3.145	3.155	3.164	380
390	3.164	3.174	3.183	3.193	3.202	3.212	3.221	3.231	3.241	3.250	3.260	390
400	3.260	3.269	3.279	3.288	3.298	3.308	3.317	3.327	3.336	3.346	3.356	400
410	3.356	3.365	3.375	3.384	3.394	3.404	3.413	3.423	3.433	3.442	3.452	410
420	3.452	3.462	3.471	3.481	3.491	3.500	3.510	3.520	3.529	3.539	3.549	420
430	3.549	3.558	3.568	3.578	3.587	3.597	3.607	3.616	3.626	3.636	3.645	430
440	3.645	3.655	3.665	3.675	3.684	3.694	3.704	3.714	3.723	3.733	3.743	440
450	3.743	3.752	3.762	3.772	3.782	3.791	3.801	3.811	3.821	3.831	3.840	450
460	3.840	3.850	3.860	3.870	3.879	3.889	3.899	3.909	3.919	3.928	3.938	460
470	3.938	3.948	3.958	3.968	3.977	3.987	3.997	4.007	4.017	4.027	4.036	470
480	4.036	4.046	4.056	4.066	4.076	4.086	4.095	4.105	4.115	4.125	4.135	480
490	4.135	4.145	4.155	4.164	4.174	4.184	4.194	4.204	4.214	4.224	4.234	490
500	4.234	4.243	4.253	4.263	4.273	4.283	4.293	4.303	4.313	4.323	4.333	500
510	4.333	4.343	4.353	4.362	4.372	4.382	4.392	4.402	4.412	4.422	4.432	510
520	4.432	4.442	4.452	4.462	4.472	4.482	4.492	4.502	4.512	4.522	4.532	520
530	4.532	4.542	4.552	4.562	4.572	4.582	4.592	4.602	4.612	4.622	4.632	530
540	4.632	4.642	4.652	4.662	4.672	4.682	4.692	4.702	4.712	4.722	4.732	540
550	4.732	4.742	4.752	4.762	4.772	4.782	4.792	4.802	4.812	4.822	4.832	550
560	4.832	4.842	4.852	4.862	4.873	4.883	4.893	4.903	4.913	4.923	4.933	560
570	4.933	4.943	4.953	4.963	4.973	4.984	4.994	5.004	5.014	5.024	5.034	570
580	5.034	5.044	5.054	5.065	5.075	5.085	5.095	5.105	5.115	5.125	5.136	580
590	5.136	5.146	5.156	5.166	5.176	5.186	5.197	5.207	5.217	5.227	5.237	590
DEG C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEG C

ภาคผนวก ซ

LIST A — Alphabetical List of ASTM Thermometers Covered By Standard E.1

NOTE—The specifications appear in numeric sequence in this standard.

Thermometer Name	Thermometer No.	
	°C	°F
Aviation fuel freezing point	114C	...
Bomb calorimeter	56C	56F
	116C	...
	117C	...
Brookfield Viscosity	122C	...
	123C	...
	124C	...
	125C	...
Butadiene boiling point range	52C	...
Cleveland open flash	11C	11F
Cloud and pour	5C	5F
Cloud and pour, low	6C	6F
Congealing point	54C	54F
Coolant (antifreeze) freezing point	....	75F
	...	76F
	119C	119F
Density wide range	12C	12F
Enclosed scale	115C	...
Engler viscosity	23C	...
	24C	...
	25C	...
Fuel rating	82C	82F
	83C	83F
	84C	84F
	85C	85F
	86C	86F
	87C	87F
Gas calorimeter, inlet	...	50F
Gas calorimeter, outlet	...	51F
General purpose—see partial immersion; precision		
Gravity	12C	12F
High aniline point	35C	35F
High distillation	8C	8F
High Pensky Martens	10C	10F
High softening point	16C	16F
Kinematic viscosity	28C	28F
	29C	29F
	...	30F
	43C	43F
	44C	44F
	45C	45F
	46C	46F
	47C	47F
	48C	48F
	72C	72F
	73C	73F
	74C	74F
	110C	110F
	118C	118F
	120C	...
	121C	...
	126C	126F
	127C	...
	128C	128F
	129C	129F
Loss on heat	13C	...
Low aniline point	33C	33F
Low cloud and pour	6C	6F
Low distillation	7C	7F
Low Pensky Martens	9C	9F
Low softening point	15C	15F
Medium aniline point	34C	34F
Oil in wax	71C	71F
Oxidation stability	22C	22F
Partial immersion (general use)	1C	1F
	2C	2F
	3C	3F
Petrolatum melting point	61C	61F
Precision	62C	62F
	63C	63F
	64C	64F
	65C	65F
	66C	66F
	67C	67F
	68C	68F
	69C	69F
	70C	70F
Reid vapor pressure	18C	18F
Saybolt viscosity	17C	17F
	18C	18F
	19C	19F
	20C	20F
	21C	21F
	22C	22F
	...	77F
	...	78F
	...	79F
	...	80F
	...	81F
	...	108F
	...	109F
Softening point (bitumen) wide-range	113C	113F
Solidification point	89C	...
	90C	...
	91C	...
	92C	...
	93C	...
	94C	...
	95C	...
	96C	...
	100C	...
	101C	...
Solidification point of benzene	112C	...
Solvents distillation	37C	...
	38C	...
	39C	...
	40C	...
	41C	...
	42C	...
	102C	...
	103C	...
	104C	...
	105C	...
	106C	...
	107C	...
Stability test of soluble nitrocellulose	26C	...
Stormer viscosity	49C	...
Tag closed tester, low range	57C	57F
Tag closed tester, high range	9C	9F
Tank	58C	58F
	59C	59F
	60C	60F
	97C	97F
	98C	98F
	130C	130F
Tar acids distillation	111C	...
Titer test	36C	...
Turpentine distillation	27C	...
Vegetable oil flash	88C	88F
Wax melting point	14C	14F
Weathering test	...	99F

LIST B — List of ASTM Thermometers by Temperature Range

Celsius (Centigrade) Range	Immersion, mm	Scale Error, max	ASTM Thermometer Number	Fahrenheit Range	Immersion, mm	Scale Error, max	ASTM Thermometer Number
Graduated in 0.01°C							
18.9 to 25.1°C	total	0.1	116C	...	...	...	...
23.9 to 30.1°C	total	0.1	117C	...	...	...	...
Graduated in 0.02°C				Graduated in 0.05°F			
4 to 6°C	total	0.04	112C	...	...	...	...
19 to 35°C	total	0.10	56C	66 to 95°F	total	0.20	56F
Graduated in 0.05°C				Graduated in 0.1°F			
−55.4 to −52.6°C	total	0.1	74C	−67.5 to −62.5°F	total	0.2	74F
−41.4 to −38.6°C	total	0.1	73C	−42.5 to −37.5°F	total	0.2	73F
−27.4 to −24.6°C	total	0.1	126C	−17.5 to −12.5°F	total	0.2	126F
−21.4 to −18.6°C	total	0.1	127C	...	...	...	...
−19.4 to −16.6°C	total	0.1	72C	−2.5 to +2.5°F	total	0.2	72F
−1.4 to +1.4°C	total	0.1	128C	29.5 to 34.5°F	total	0.2	128F
...	...	...	...	54 to 101°F	total	0.2	50F
18.6 to 21.4°C	total	0.1	44C	66.5 to 71.5°F	total	0.2	44F
...	...	...	...	69 to 116°F	total	0.2	51F
23.6 to 26.4°C	total	0.1	45C	74.5 to 79.5°F	total	0.2	45F
28.6 to 31.4°C	total	0.1	118C	83.5 to 88.5°F	total	0.2	118F
36.6 to 39.4°C	total	0.1	28C	97.5 to 102.5°F	total	0.2	28F
38.5 to 41.5°C	total	0.1	120C	...	...	...	...
48.6 to 51.4°C	total	0.1	46C	119.5 to 124.5°F	total	0.2	46F
52.6 to 55.4°C	total	0.1	29C	127.5 to 132.5°F	total	0.2	29F
58.6 to 61.4°C	total	0.1	47C	137.5 to 142.5°F	total	0.2	47F
80.6 to 83.4°C	total	0.1	48C	177.5 to 182.5°F	total	0.2	48F
91.6 to 94.4°C	total	0.1	129C	197.5 to 202.5°F	total	0.2	129F
...	...	...	...	207.5 to 212.5°F	total	0.2	30F
98.6 to 101.4°C	total	0.1	121C	...	...	...	...
133.6 to 136.4°C	total	0.15	110C	272.5 to 277.5°F	total	0.3	110F
Graduated in 0.1°C				Graduated in 0.2°F			
−51.6 to −34°C	total	0.1	43C	−61 to −29°F	total	0.2	43F
−45 to −35°C	total	0.4	122C	...	...	...	...
−38.3 to −30°C	100	0.2	119C	−37 to −22°F	100	0.4	119F
−38 to +2°C	total	0.1	62C	−36 to +35°F	total	0.2	62F
−35 to −25°C	total	0.4	123C	...	...	...	...
−25 to−15°C	total	0.2	124C	...	...	...	...
−15 to −5°C	total	0.2	125C	...	...	...	...
−20 to +10°C	76	0.1	89C	...	...	...	...
−10 to +5°C	total	0.1	52C	...	...	...	...
−8 to +32°C	total	0.1	63C	18 to 89°F	total	0.2	63F
0 to 30°C	76	0.1	90C	...	...	...	...
19 to 27°C	total	0.1	17C	66 to 80°F	total	0.2	17F
20 to 50°C	76	0.1	91C	...	...	...	...
25 to 55°C	total	0.1	64C	77 to 131°F	total	0.2	64F
34 to 42°C	total	0.1	18C	94 to 108°F	total	0.2	18F
38 to 82°C	79	0.1	14C	100 to 180°F	79	0.2	14F
40 to 70°C	76	0.1	92C	...	...	...	...
49 to 57°C	total	0.1	19C	120 to 134°F	total	0.2	19F
50 to 80°C	total	0.1	65C	122 to 176°F	total	0.2	65F
57 to 65°C	total	0.1	20C	134 to 148°F	total	0.2	20F
60 to 90°C	76	0.1	93C	...	...	...	...
75 to 105°C	total	0.1	66C	167 to 221°F	total	0.2	66F
79 to 87°C	total	0.1	21C	174 to 188°F	total	0.2	21F
80 to 110°C	76	0.1	94C	...	...	...	...
95 to 103°C	total	0.1	22C	204 to 218°F	total	0.2	22F
100 to 130°C	76	0.2	95C	...	...	...	...
120 to 150°C	76	0.2	96C	...	...	...	...
130 to 140°C	total	0.2	26C	...	...	...	...
Graduated in 0.2°C				Graduated in 0.5°F			
...	...	...	...	−65 to +5°F	100	1	76F
...	...	...	...	−55 to +40°F	35	0.4	99F
−38 to +42°C	50	0.2	33C	−36.5 to +107.5°F	50	0.5	33F
...	...	...	...	−35 to +35°F	100	0.5	75F
−20 to +102°C	total	0.1	12C	−5 to +215°F	total	0.25	12F
−2 to +52°C	100	0.2	37C	...	...	...	...
−2 to +68°C	45	0.2	36C	...	...	...	...
−2 to +80°C	total	0.2	15C	30 to 180°F	total	0.4	15F
18 to 28°C	90	0.1	23C	...	...	...	...
20 to 70°C	65	0.2	49C	...	...	...	...
20 to 100.6°C	total	0.2	54C	68 to 213°F	total	0.5	54F

LIST B *Continued*

Celsius (Centigrade) Range	Immersion, mm	Scale Error, max	ASTM Thermometer Number	Fahrenheit Range	Immersion, mm	Scale Error, max	ASTM Thermometer Number
24 to 78°C	100	0.2	38C	...	...	...	...
25 to 105°C	50	0.2	34C	77 to 221°F	50	0.5	34F
32 to 127°C	79	0.2	61C	90 to 260°F	79	0.5	61F
39 to 54°C	90	0.1	24C	...	...	...	...
48 to 102°C	100	0.2	39C	...	...	...	...
72 to 126°C	100	0.2	40C	...	...	...	...
90 to 170°C	50	0.4	35C	194 to 338°F	50	1	35F
95 to 105°C	90	0.1	25C	...	...	...	...
98 to 152°C	100	0.3	41C	...	...	...	...
95 to 155°C	total	0.2	67C	203 to 311°F	total	0.5	67F
...	...	...	...	245 to 265°F	total	0.5	77F
123 to 177°C	100	0.3	102C	...	...	...	...
...	...	...	...	270 to 290°F	total	0.5	108F
...	...	...	...	295 to 315°F	total	0.5	78F
145 to 205°C	total	0.2	68C	293 to 401°F	total	0.5	68F
145 to 205°C	76	0.4	100C	...	...	...	...
148 to 202°C	100	0.4	103C	...	...	...	...
...	...	...	...	320 to 340°F	total	0.5	109F
170 to 250°C	100	[A]	111C	...	...	...	...
173 to 227°C	100	0.4	104C	...	...	...	...
...	...	...	...	345 to 365°F	total	0.5	79F
198 to 252°C	100	0.6	105C	...	...	...	...
...	...	...	...	395 to 415°F	total	0.5	80F
...	...	...	...	445 to 465°F	total	0.5	81F
223 to 277°C	100	0.8	106C	...	...	...	...
248 to 302°C	100	1	107C	...	...	...	...
Graduated in 0.5°C				Graduated in 1°F			
−80 to +20°C	total	1	114C	...	...	...	...
−37 to +21°C	76	0.2	71C	−35 to +70°F	76	0.5	71F
−34 to +49°C	total	0.5	58C	−30 to +120°F	total	0.5	58F
−20 to +50°C	57	0.5	57C	−4 to +122°F	57	1	57F
−18 to +49°C	total	0.5	97C	0 to 120°F	total	0.5	97F
−18 to +82°C	total	0.5	59C	0 to 180°F	total	0.5	59F
−7 to +105°C	total	0.5	130C	20 to 220°F	total	1	130F
−5 to +110°C	57	0.5	9C	20 to 230°F	57	1	9F
−1 to +175°C	total	0.5	113C	30 to 350°F	total	1	113F
...	...	...	...	60 to 160°F	40	2	83F
16 to 82°C	total	0.5	98C	60 to 180°F	total	0.5	98F
...	...	...	...	75 to 175°F	249	2	84F
30 to 200°C	total	0.3	16C	85 to 392°F	total	0.5	16F
95 to 255°C	100	1	42C	...	...	...	...
147 to 182°C	76	0.5	27C	...	...	...	...
155 to 170°C	total	0.5	13C	...	...	...	...
...	...	...	...	300 to 400°F	40	2	87F
195 to 305°C	total	0.5	69C	383 to 581°F	total	1	69F
195 to 305°C	76	1	101C	...	...	...	...
295 to 405°C	total	0.5	70C	563 to 761°F	total	1	70F
Graduated in 1°C				Graduated in 2°F			
−80 to +20°C	76	[B]	6C	−112 to +70°F	76	[C]	6F
−38 to +50°C	108	0.5	5C	−36 to +120°F	108	1	5F
−15 to +105°C	30	1	82C	0 to 220°F	30	2	82F
−20 to +150°C	76	0.5	1C	0 to 302°F	76	1	1F
−5 to +300°C	76	1	2C	20 to 580°F	76	2	2F
−5 to +400°C	76	[D]	3C	20 to 760°F	76	[E]	3F
−2 to +300°C	total	[F]	7C	30 to 580°F	total	[G]	7F
−2 to +400°C	total	[H]	8C	30 to 760°F	total	[I]	8F
10 to 200°C	57	1	88C	50 to 392°F	57	2	88F
15 to 70°C	40	1	83C	...	...	...	...
25 to 80°C	249	1	84C	...	...	...	...
40 to 150°C	181	1	85C	100 to 300°F	181	2	85F
77 to 260°C	total	1	60C	170 to 500°F	total	1	60F
95 to 175°C	35	1	86C	200 to 350°F	35	2	86F
150 to 205°C	40	1	87C	...	...	...	...
Graduated in 2°C				Graduated in 5°F			
−6 to +400°C	25	[J]	11C	20 to 760°F	25	[K]	11F
90 to 370°C	57	[L]	10C	200 to 700°F	57	[M]	10F

[A] 0.4°C to 225°C; 0.6°C above 225°C.
[B] 1°C to −33°C; 2°C below −33°C.
[C] 2°F to −28°F; 4°F below −28°F.
[D] 1°C to 301°C; 1.5°C above 301°C.
[E] 2°F to 574°F; 3°F above 574°F.
[F] 0.5°C to 150°C; 1°C above 150°C.
[G] 1°F to 300°F; 2°F above 300°F.
[H] 1°C to 300°C; 1.5°C above 300°C.
[I] 2°F to 570°F; 3°F above 570°F.
[J] 2°C to 260°C; 4°C above 260°C.
[K] 5°F to 500°F; 7°F above 500°F.
[L] 1°C to 260°C; 2°C above 260°C.
[M] 2.5°F to 500°F; 3.5°F above 500°F.

TABLE Verification and Calibration Temperatures *Continued*

Temperature	Av Temp. of Emergent Mercury Column	Temperature	Av Temp. of Emergent Mercury Column	Temperature	Av Temp. of Emergent Mercury Column	Temperature	Av Temp. of Emergent Mercury Column
Thermometer 35F 194 to 338°F		Thermometer 36C −2 to +68°C		Thermometer 37C −2 to +52°C		Thermometer 38C 24 to 78°C	
212°F	158°F	0°C	25°C	0°C	25°C	25°C	25°C
250°F	145°F	15°C	25°C	15°C	25°C	40°C	25°C
285°F	134°F	30°C	25°C	30°C	25°C	55°C	25°C
320°F	122°F	45°C	25°C	50°C	25°C	75°C	25°C
338°F	116°F	65°C	25°C				
Thermometer 39C 48 to 102°C		Thermometer 40C 72 to 126°C		Thermometer 41C 98 to 152°C		Thermometer 42C 95 to 255°C	
50°C	30°C	75°C	30°C	100°C	30°C	100°C	30°C
65°C	30°C	90°C	30°C	115°C	33°C	150°C	35°C
80°C	30°C	105°C	30°C	130°C	35°C	200°C	40°C
100°C	30°C	125°C	30°C	150°C	35°C	250°C	45°C
Thermometer 43C −51.6 to −34°C		Thermometer 43F −61 to −29°F		Thermometer 44C 18.6 to 21.4°C		Thermometer 44F 66.5 to 71.5°F	
−50°C		−60°F		0°C		32°F	
−45°C		−50°F		20°C		68°F	
−40°C		−40°F		21°C		70°F	
−35°C		−30°F					
0°C		+32°F					
Thermometer 45C 23.6 to 26.4°C		Thermometer 45F 74.5 to 79.5°F		Thermometer 46C 48.6 to 51.4°C		Thermometer 46F 119.5 to 124.5	
0°C		32°F		0°C		32°F	
25°C		77°F		50°C		122°F	
26°C		79°F		51°C		124°F	
Thermometer 47C 58.6 to 61.4°C		Thermometer 47F 137.5 to 142.5°F		Thermometer 48C 80.6 to 83.4°C		Thermometer 48F 177.5 to 182.5°F	
0°C		32°F		0°C		32°F	
60°C		140°F		82.2°C		180°F	
61°C		142°F		83°C		182°F	
Thermometer 49C 20 to 70°C		Thermometer 50F 54 to 101°F		Thermometer 51F 69 to 116°F		Thermometer 52C −10 to +5°C	
20°C	25°C	every 5° from 55°F		every 5° from 70°F		−10°C	
35°C	25°C					0°C	
50°C	25°C					5°C	
70°C	25°C						
Thermometer 54C 20 to 100°C		Thermometer 54F 68 to 213°F		Thermometer 56C 19 to 35°C		Thermometer 56F 66 to 95°F	
20°C		70°F		every 1.5° from 19.5°C		every 2.5° from 67.0°F	
50°C		120°F					
75°C		170°F					
100°C		210°F					
Thermometer 57C −20 to +50°C		Thermometer 57F −4 to +122°F		Thermometer 58C −34 to +49°C		Thermometer 58F −30 to +120°F	
−20°C	25°C	−3°F	77°F	−30°C		−20°F	
0°C	25°C	32°F	77°F	0°C		32°F	
25°C	25°C	77°F	77°F	25°C		80°F	
50°C	25°C	122°F	77°F	45°C		120°F	
Thermometer 59C −18 to +82°C		Thermometer 59F 0 to 180°F		Thermometer 60C 77 to 260°C		Thermometer 60F 170 to 500°F	
0°C		32°F		100°C		212°F	
25°C		80°F		175°C		350°F	
55°C		130°F		255°C		490°F	
80°C		180°F					
Thermometer 61C 32 to 127°C		Thermometer 61F 90 to 260°F		Thermometer 62C −38 to +2°C		Thermometer 62F −36 to +35°F	
40°C	25°C	100°F	77°F	−37°C		−35°F	
60°C	25°C	150°F	77°F	−30°C		−15°F	
80°C	25°C	200°F	77°F	−20°C		0°F	
100°C	25°C	250°F	77°F	−10°C		15°F	
120°C	25°C			0°C		32°F	

TABLE Specification for ASTM Thermometers *Continued*

ASTM No.	52C-86	54C-86	54F-86	56C-86	56F-86
IP No.		18C	18F		
Name	Butadiene Boiling Point Range	Congealing Point		Bomb Calorimeter	
Reference Fig. No.	4	4		9	
Range	−10 to +5°C	20 to 100.6°C	68 to 213°F	19 to 35°C	66 to 95°F
For test at					
A Immersion, mm	total	total		total	
Graduations:					
Subdivisions	0.1°C	0.2°C	0.5°F	0.02°C	0.05°F
Long lines at each	0.5°C	1°C	1°F	0.1°C	0.1 and 0.5°F
Numbers at each	1°C	2°C	5°F	0.2°C	1°F
Scale error, max	0.1°C	0.2°C	0.5°F	0.10°C[Y]	0.20°F[Z]
Special inscription	ASTM 52C	ASTM 54C or 54F		ASTM 56C or 56F	
Expansion chamber:					
Permit heating to	100°C[W]	110°C	230°F	66°C	150°F
B Total length, mm	157 to 167	305 to 315		570 to 600	
C Stem OD, mm	6.0 to 6.5	6.0 to 8.0		7.0 to 8.0	
D Bulb length, mm	9 to 13	10 to 12		35 to 55	
E Bulb OD, mm	5.5 to } stem	4.5 to 6.0[MM]		7.0 to 8.0[BB]	
Scale location:					
Bottom of bulb to line at	−10°C	20°C	68°F	19°C	66°F
F Distance, mm	28 to 36	60 to 70		165 to 187	
G Length of graduated portion, mm	70 to 100[O]	170 to 215[O]		323 to 385[O]	
Ice-point scale:					
Range					
H Bottom of bulb to ice-point, mm					
Contraction chamber:					
I Distance to bottom, min, mm					
J Distance to top, max, mm				76	
Stem enlargement:					
K OD, mm					
L Length, mm					
M Distance to bottom, mm					

[O] Capillary clearances must conform to Section 8.
[W] Expansion chamber shall be of the long narrow type and there shall be not less than 10 mm of unchanged capillary between the base of the chamber and the top graduation.
[Y] Over any interval of 2°C the change in correction shall not exceed 0.02°C.
[Z] Over any interval of 5°F the change in correction shall not exceed 0.05°F.
[BB] The bulb diameter shall not be more than 0.5 mm greater than the stem.
[MM] Bulb shape ellipsoidal (see Fig. 2).

TABLE Specification for ASTM Thermometers *Continued*

ASTM No.	57C-86	57F-86	58C-86	58F-86	59C-86	59F-86
IP No.						
Name	Tag Closed Tester Low Range		Tank [AA]		Tank [AA]	
Reference Fig. No.	5					
Range	−20 to +50°C	−4 to +122°F	−34 to +49°C	−30 to +120°F	−18 to +82°C	0 to 180°F
For test at						
A' Immersion, mm	57		total		total	
Graduations:						
Subdivisions	0.5°C	1°F	0.5°C	1°F	0.5°C	1°F
Long lines at each	1°C	5°F	1°C	5°F	1°C	5°F
Numbers at each	5°C	10°F	5°C	10°F	5°C	10°F
Scale error, max	0.5°C	1°F	0.3°C	0.5°F	0.3°C	0.5°F
Special inscription	ASTM 57C or 57F 57 MM IMM		ASTM 58C or 58F		ASTM 59C or 59F	
Expansion chamber:						
Permit heating to	100°C	212°F	100°C	212°F	100°C	212°F
B Total length, mm	282 to 292		300 to 305 [CC]		300 to 305 [CC]	
C Stem OD, mm	6.0 to 7.0					
D Bulb length, mm	9 to 13		15 to 25		15 to 25	
E Bulb OD, mm	⅄stem		⅄stem		⅄stem	
Scale location:						
Bottom of bulb to line at	−20°C	−4°F	−34°C	−30°F	−18°C	0°F
F Distance, mm	75 to 90		75 to 90		65 to 80	
G Length of graduated portion, mm	143 to 177 [O]		165 to 205 [O]		175 to 210 [O]	
Ice-point scale						
Range						
H Bottom of bulb to ice-point, mm						
Contraction chamber:						
I Distance to bottom, min, mm						
J Distance to top, max, mm						
Stem enlargement:						
K OD, mm	7.5 to 8.5					
L Length, mm	2.5 to 5.0 [E]					
M Distance to bottom, mm	64 to 66					

[E] The length of the enlargement, and the distance from the bottom of the enlargement to the bottom of the bulb shall be measured with the test gage shown in Fig. 1.

[O] Capillary clearances must conform to Section 8.

[AA] Special finish, see 6.2.2.

[CC] The stem shall be of the lens front type. The cross section of the stem shall be such that it will pass through a 8.0-mm ring gage but will not enter a 5.0-mm slot gage. A minor diameter of 4 mm is permissible provided that the major diameter is not less than 7 mm.

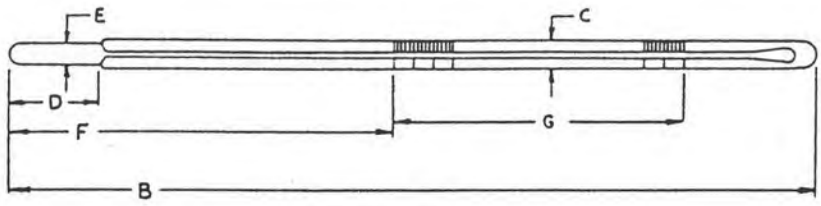


FIG. 4

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายสมศักดิ์ อ.ก้องเกียรติ เกิดเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2505 ที่จังหวัดกรุงเทพฯจบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2527และได้เข้าศึกษาต่อปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2535 ปัจจุบันเป็นพนักงานบริษัท เอสโซ่แสตนดาร์ด ประเทศไทย จำกัด ตำแหน่งหัวหน้าแผนกฝ่ายขายปลีกนอกสถานีบริการน้ำมัน