



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ด มาอัดเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัสดุธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ช้างข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัสดุธรรมชาติ เช่น แกลบ ชี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน

2.2 ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง

3.2 การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น

3.3 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก

3.4 ค่าความร้อน

ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม

4. การบรรจุ

4.1 หากมีการบรรจุ ให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้ง และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้

4.2 น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุภัณฑ์แต่ละหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อผลิตภัณฑ์
- (2) ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ
- (3) น้ำหนักสุทธิ
- (4) เดือน ปีที่ทำ
- (5) ข้อเสนอแนะในการใช้
- (6) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ถ่านอัดแท่งที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวนไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 4. และข้อ 5. จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการใช้งาน ความชื้น และค่าความร้อน ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 6.2.1 แล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.2 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถ่านอัดแท่งต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.1 และข้อ 6.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

7. การทดสอบ

7.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ให้ตรวจพินิจ

7.2 การทดสอบการใช้งาน

ให้ทดสอบโดยการจุดตัวอย่างถ่านอัดแท่ง แล้วตรวจพินิจ

7.3 การทดสอบความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

7.4 การทดสอบค่าความร้อน

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

7.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม



ภาคผนวก ข

ผลการทดลอง

1. การเผาถ่านแกลบและถ่านเปลือกข้าวโพด

ตาราง ข-1 แสดงผลการทดลองซึ่งมวลของถ่านแกลบหลังการเผา โดยคำนวณมวลที่หายไปในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์มวลสด

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (hr)	มวล (กรัม)						SD	%มวลลดทอน
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย		
400	2	67.58	67.5	67.42	66.98	67.76	67.45	0.29	55.03
	3	67.24	67.45	67.12	67.08	67.26	67.23	0.14	55.18
	4	65.8	65.67	65.71	65.62	66.01	65.76	0.15	56.16
	5	65.54	65.62	65.48	65.24	65.61	65.50	0.15	56.33
500	2	63.88	63.64	63.79	63.81	63.79	63.78	0.09	57.48
	3	60.63	60.54	59.84	60.72	61.13	60.57	0.47	59.62
	4	59.9	58.93	59.87	59.97	60.12	59.76	0.47	60.16
	5	58.92	58.65	58.88	58.78	58.82	58.81	0.10	60.79
600	2	59.79	60.02	59.49	59.01	59.45	59.55	0.38	60.30
	3	58.01	58.35	57.98	58.12	58.24	58.14	0.16	61.24
	4	57.89	57.65	57.97	57.59	57.66	57.75	0.17	61.50
	5	57.49	57.24	56.97	57.23	57.56	57.30	0.24	61.80
700	2	59.17	58.98	59.27	59.02	59.08	59.10	0.12	60.60
	3	57.1	56.83	57.01	57.16	57.25	57.07	0.16	61.95
	4	56.78	56.56	56.88	56.63	56.81	56.73	0.13	62.18
	5	52.01	51.76	52.12	52.24	52.11	52.05	0.18	65.30

ตาราง ข-2 แสดงผลการทดลองซึ่งมวลของถ่านเปลือกข้าวโพดหลังการเผา โดยคำนวณมวลที่
หายไปในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์มวลลด

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (hr)	มวล (กรัม)						SD	%มวลลดทอน
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย		
400	2	21.77	21.59	21.65	21.7	21.56	21.65	0.08	69.07
	3	21.52	21.32	21.48	21.22	21.46	21.40	0.13	69.43
	4	17.54	17.24	17.61	17.43	17.71	17.51	0.18	74.99
	5	15.84	15.75	15.92	15.79	15.88	15.84	0.07	77.38
500	2	19.83	19.73	19.68	19.9	20.02	19.83	0.14	71.67
	3	19.75	19.43	19.62	19.81	19.77	19.68	0.15	71.89
	4	14.89	14.75	14.69	14.91	14.82	14.81	0.09	78.84
	5	14.29	14.37	14.42	14.22	14.39	14.34	0.08	79.52
600	2	19.45	19.52	19.65	19.56	19.38	19.51	0.10	72.13
	3	19.39	19.42	19.44	19.52	19.34	19.42	0.07	72.25
	4	13.53	13.48	13.6	13.68	13.53	13.56	0.08	80.62
	5	13.33	13.40	13.56	13.42	13.39	13.42	0.09	80.83
700	2	19.41	19.46	19.42	19.36	19.36	19.40	0.04	72.28
	3	19.33	19.21	19.48	19.43	19.43	19.38	0.11	72.32
	4	13.11	13.24	13.34	13.31	13.14	13.23	0.10	81.10
	5	12.74	12.98	12.82	12.78	12.77	12.82	0.09	81.69

2. การหาค่าพลังงานความร้อนของถ่านแกลบและถ่านเปลือกข้าวโพด

ตาราง ข-3 แสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านแกลบที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (hr)	ค่าพลังงานความร้อน (จูล/กรัม)						SD
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย	
400	2	18699	18400	18598	18339	18774	18562	188
	3	18884	18466	18734	18572	18861	18703	182
	4	19169	19531	19201	19333	19234	19294	146
	5	19443	19482	19381	19438	19346	19418	54
500	2	19826	19786	19114	19440	19298	19493	309
	3	19207	19570	19444	19455	19399	19415	132
	4	19527	19443	19611	19567	19420	19514	81
	5	19489	19209	19329	19612	19549	19438	165
600	2	19140	19191	18857	19204	19327	19144	174
	3	20008	19900	19861	19996	20101	19973	95
	4	19006	19101	19204	19425	19312	19210	166
	5	18968	18998	19006	19112	19027	19022	54
700	2	18108	18447	18265	18391	18199	18282	138
	3	19058	19156	19009	19201	19050	19095	80
	4	18332	18428	18389	18567	18591	18461	113
	5	18248	18375	18324	18426	18502	18375	97

ตาราง ข-4 แสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านเปลือกข้าวโพดที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (hr)	ค่าพลังงานความร้อน (จูล/กรัม)						SD
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย	
400	2	25451	25423	25501	25399	25386	25432	46
	3	26593	26537	26621	26529	26652	26586	53
	4	27566	27534	27576	27530	27500	27541	30
	5	27253	27277	27203	27349	27302	27277	54
500	2	27643	27757	27597	27572	27676	27649	73
	3	27956	27826	27999	27921	27824	27905	78
	4	28541	28563	28420	28482	28608	28523	73
	5	28253	28267	28245	28303	28334	28280	37
600	2	28187	28186	28206	28210	28251	28208	26
	3	28944	28857	28932	28900	28829	28892	49
	4	28449	28499	28568	28487	28657	28532	82
	5	28764	28720	28651	28692	28772	28720	50
700	2	27265	27202	27106	27237	27412	27244	111
	3	27387	27251	27355	27505	27476	27395	101
	4	27841	27700	27698	27881	27889	27802	96
	5	27747	27603	27631	27789	27811	27716	94

2.1 การทดสอบสมมติฐานแบบสองทางโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way

Analysis of Variance: ANOVA, F-test)

2.1.1 F-test ของค่าพลังงานความร้อนของถ่านกลบที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

ที่ค่าระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

H_o : ค่าเฉลี่ยของพลังงานความร้อนของถ่านกลบที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน

H_a : ค่าเฉลี่ยของพลังงานความร้อนของถ่านกลบที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ แตกต่างกัน

อย่างน้อย 1 คู่

ตาราง ข-5 แสดงค่าของพลังงานความร้อนของถ่านกลบที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (hr)	พลังงานความร้อน (J/g)						STDV (s_i^2)	$\bar{x} = \frac{n_i}{n} \bar{x}_i$	$n_i(\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$(n_i - 1)s_i^2$
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	$\bar{x}$				
400	2	18699	18400	18598	18339	18774	1856	188	1160	1380094	140982
	3	18884	18466	18734	18572	18861	18703	182	1169	737184	132015
	4	19169	19531	19201	19333	19234	19294	146	1206	212644	85563
	5	19443	19482	19381	19438	19346	19418	54	1214	546564	11674
500	2	19826	19786	19114	19440	19298	19493	309	1218	821847	381213
	3	19207	19570	19444	19455	19399	19415	132	1213	536691	69986
	4	19527	19443	19611	19567	19420	19514	81	1220	908339	26263
	5	19489	19209	19329	19612	19549	19438	165	1215	613288	109519
600	2	19140	19191	18857	19204	19327	19144	174	1196	15919	121683
	3	20008	19900	19861	19996	20101	19973	95	1248	3923430	36011
	4	19006	19101	19204	19425	19312	19210	166	1201	74695	110161
	5	18968	18998	19006	19112	19027	19022	54	1189	21239	11873
700	2	18108	18447	18265	18391	18199	18282	138	1143	3243144	76560
	3	19058	19156	19009	19201	19050	19095	80	1193	276	25747
	4	18332	18428	18389	18567	18591	18461	113	1154	1959224	51049
	5	18248	18375	18324	18426	18502	18375	97	1148	2537391	37460
รวม									19087	17531968	1427759

$$SSTr = \sum_{i=1}^{i=16} n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 = 17531968,$$

$$MSTr = \frac{SSTr}{k-1} = \frac{17531968}{16-1} = 1168799,$$

$$F = \frac{MSTr}{MSE} = \frac{1168799}{22309} = 52.39$$

$$SSE = \sum_{i=1}^{i=16} (n_i - 1) s_i^2 = 1427759,$$

$$MSE = \frac{SSE}{n-k} = \frac{17531968}{80-16} = 22309$$

$$F_{Critical} = 1.84 \text{ (จากตาราง } df = (16 - 1), (80 - 16) \text{)}$$

$F > F_{critical} \therefore$ ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_a นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของพลังงานความร้อนของถ่านแกลบที่เผา ณ อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญ

2.1.2 F-test ของค่าพลังงานความร้อนของถ่านเปลือกข้าวโพดที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

ที่ค่าระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ที่ค่าระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$
 H_0 : ค่าเฉลี่ยของพลังงานความร้อนของถ่านเปลือกข้าวโพดที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ไม่

แตกต่างกัน

แตกต่างกัน

H_a : ค่าเฉลี่ยของพลังงานความร้อนของถ่านเปลือกข้าวโพดที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

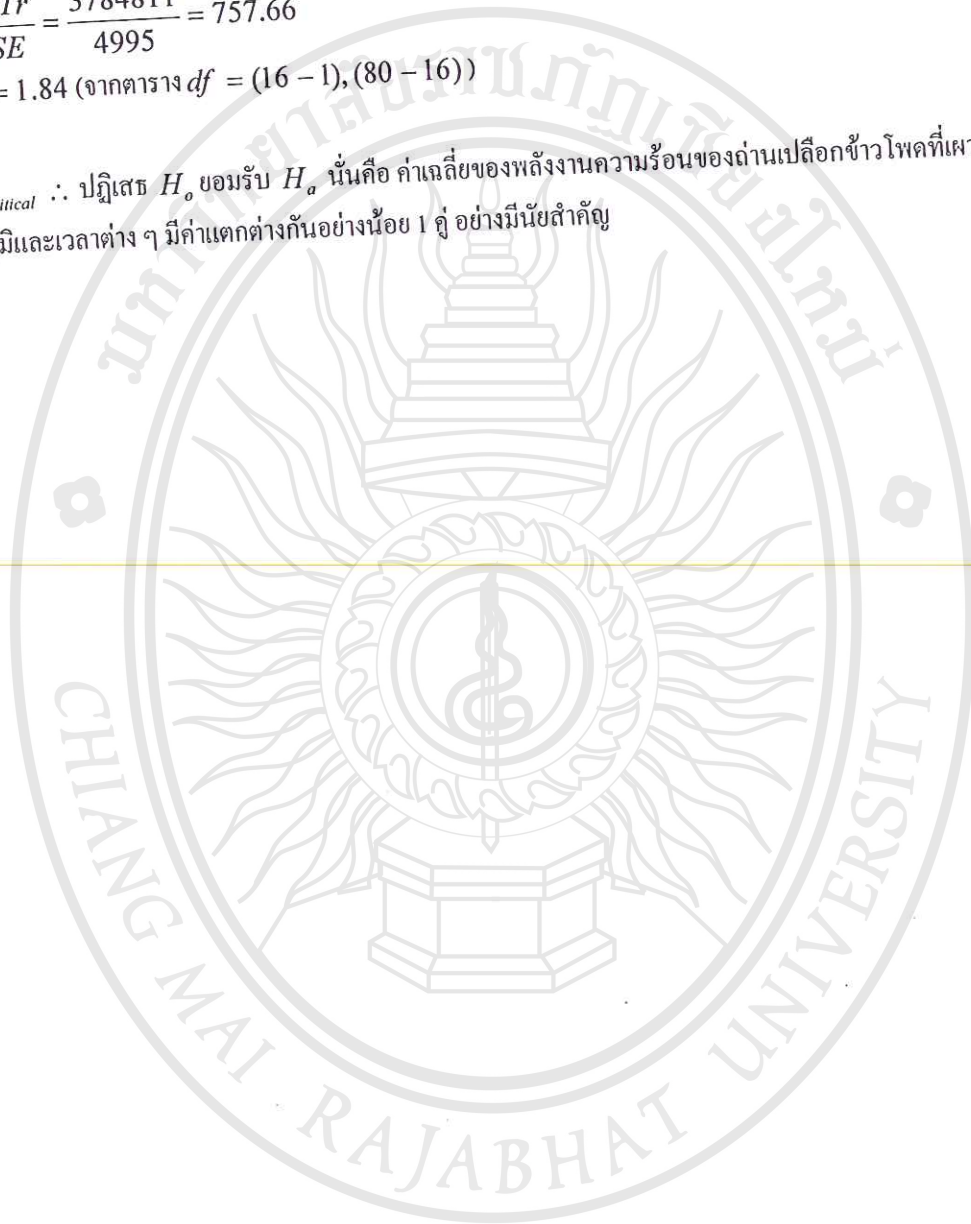
แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

ตาราง ข-6 แสดงค่าของพลังงานความร้อนของถ่านเปลือกข้าวโพดเผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (hr)	พลังงานความร้อน (J/g)						STDV (s_i^2)	$\bar{x} = \frac{n_i}{n} \bar{x}_i$	$n_i(\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$(n_i - 1)s_i^2$
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	$\bar{x}$				
400	2	25451	25423	25501	25399	25386	25432	46	1590	26437352	8408
	3	26593	26537	26621	26529	26652	26586	53	1662	6555698	11279
	4	27566	27534	27576	27530	27500	27541	30	1721	180975	3701
	5	27253	27277	27203	27349	27302	27277	54	1705	1033533	11861
500	2	27643	27757	27597	27572	27676	27649	73	1728	33990	21062
	3	27956	27826	27999	27921	27824	27905	78	1744	150945	24495
	4	28541	28563	28420	28482	28608	28523	73	1783	3131174	21439
	5	28253	28267	28245	28303	28334	28280	37	1768	1506731	5567
600	2	28187	28186	28206	28210	28251	28208	26	1763	1135500	2782
	3	28944	28857	28932	28900	28829	28892	49	1806	6739025	9561
	4	28449	28499	28568	28487	28657	28532	82	1783	3204402	26924
	5	28764	28720	28651	28692	28772	28720	50	1795	4884179	10185
700	2	27265	27202	27106	27237	27412	27244	111	1703	1186089	49521
	3	27387	27251	27355	27505	27476	27395	101	1712	566666	41061
	4	27841	27700	27698	27881	27889	27802	96	1738	24746	36551
	5	27747	27603	27631	27789	27811	27716	94	1732	1163	35309
รวม									27731	56772165	319705

$$\begin{aligned}
 SSTr &= \sum_{i=1}^{i=16} n_i (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2 = 56772165, & SSE &= \sum_{i=1}^{i=16} (n_i - 1) s_i^2 = 319705, \\
 MSTr &= \frac{SSTr}{k-1} = \frac{56772165}{16-1} = 3784811, & MSE &= \frac{SSE}{n-k} = \frac{319705}{80-16} = 4995 \\
 F &= \frac{MSTr}{MSE} = \frac{3784811}{4995} = 757.66 \\
 F_{Critical} &= 1.84 \text{ (จากตาราง } df = (16-1), (80-16))
 \end{aligned}$$

$F > F_{Critical} \therefore$ ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_a นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของพลังงานความร้อนของถ่านเปลือกข้าวโพดที่เผา ณ อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันอย่างน้อย 1 ถู้อย่างมีนัยสำคัญ



3. การหาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของถ่านอัดแท่ง

ตาราง ข-7 แสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านอัดแท่งจากถ่านแกลบและถ่านเปลือกข้าวโพด
และตัวประสาน

ถ่านแกลบ : ถ่านเปลือก ข้าวโพด	%	ค่าพลังงานความร้อน (จูล /กรัม)						SD
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย	
5:5	10%	22806	22886	22700	22956	22939	22857	106
	15%	22773	22700	22623	22869	22833	22760	100
	20%	22395	22487	22304	22337	22425	22390	72
6:4	10%	23661	23603	23692	23712	23691	23672	43
	15%	23596	23584	23623	23643	23502	23590	54
	20%	23122	23104	23142	23102	23189	23132	36
7:3	10%	24723	24733	24767	24648	24796	24733	56
	15%	24219	24183	24243	24285	24272	24240	41
	20%	23995	23981	24002	23986	23904	23974	40
8:2	10%	25148	25199	25158	25100	25126	25146	37
	15%	24748	24720	24779	24792	24701	24748	38
	20%	24560	24504	24594	24504	24512	24535	40
9:1	10%	26297	26278	26342	26212	26225	26271	53
	15%	25804	25839	25888	25801	25787	25824	41
	20%	25514	25443	25539	25598	25542	25527	56
10:0	10%	27339	27221	27239	27312	27324	27287	53
	15%	26137	26160	26145	26207	26121	26154	33
	20%	26057	26030	26008	26012	26091	26040	35

ตาราง ข-8 ค่าความชื้นของถ่านอัดแท่งจากถ่านเกลบและถ่านเปลือกข้าวโพดและตัวประสานในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

ถ่านเกลบ : ถ่านเปลือก ข้าวโพด	ตัวประสาน 10%			ตัวประสาน 15%			ตัวประสาน 20%		
	m_i (g)	m_r (g)	ความชื้น (%)	m_i (g)	m_r (g)	ความชื้น (%)	m_i (g)	m_r (g)	ความชื้น (%)
5:5	34.95	33.95	2.84	36.08	35.17	2.53	38.09	37.11	2.58
6:4	33.35	31.80	4.65	35.59	34.08	4.23	37.33	35.67	4.44
7:3	33.22	31.48	5.22	34.31	33.24	3.12	36.09	34.48	4.45
8:2	29.61	28.20	4.79	32.75	31.44	3.99	34.74	33.24	4.32
9:1	26.25	25.33	3.49	29.86	28.67	3.99	31.53	30.30	3.89
10:0	24.63	23.70	3.81	27.01	25.98	3.80	27.88	26.79	3.92

ตาราง ข-9 ค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งจากถ่านเกลบและถ่านเปลือกข้าวโพดและตัวประสานในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

ถ่านเกลบ : ถ่านเปลือก ข้าวโพด	ตัวประสาน 10%		ตัวประสาน 15%		ตัวประสาน 20%	
	มวล (g)	ความหนาแน่น (g/cm^3)	มวล (g)	ความหนาแน่น (g/cm^3)	มวล (g)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
5:5	34.95	2.75E-04	36.08	2.83E-04	38.09	2.99E-04
6:4	33.35	2.62E-04	35.59	2.80E-04	37.33	2.93E-04
7:3	33.22	2.61E-04	34.31	2.70E-04	36.09	2.84E-04
8:2	29.61	2.33E-04	32.75	2.57E-04	34.74	2.73E-04
9:1	26.25	2.06E-04	29.86	2.35E-04	31.53	2.48E-04
10:0	24.63	1.94E-04	27.01	2.12E-04	27.88	2.19E-04

ตาราง ข-10 ค่าดัชนีการแตกร่วนโดยวิธีทิ้งจากที่สูงของถ่านอัดแท่งจากถ่านเกลบและถ่านเปลือกข้าวโพดและตัวประสานในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

ตัวประสาน (โดยมวล)	ถ่านเกลบ : ถ่านเปลือก ข้าวโพด	m_i (g)	m_f (g)	$m_i - m_f$	ดัชนีการแตกร่วน
10%	5:5	35.14	22.10	13.04	0.63
	6:4	32.15	22.35	9.80	0.70
	7:3	30.92	25.77	5.15	0.83
	8:2	28.86	24.74	4.12	0.86
	9:1	26.45	23.21	3.24	0.88
	10:0	24.32	21.98	2.34	0.90
15%	5:5	37.34	30.90	6.44	0.83
	6:4	34.18	27.38	6.80	0.80
	7:3	32.88	27.47	5.41	0.84
	8:2	32.22	28.82	3.40	0.89
	9:1	29.89	27.12	2.77	0.91
	10:0	26.92	25.97	0.95	0.96
20%	5:5	35.50	31.59	3.91	0.89
	6:4	32.60	27.94	4.66	0.86
	7:3	32.86	28.75	4.11	0.87
	8:2	32.33	30.88	1.45	0.96
	9:1	32.00	30.81	1.19	0.96
	10:0	27.99	26.98	1.01	0.96

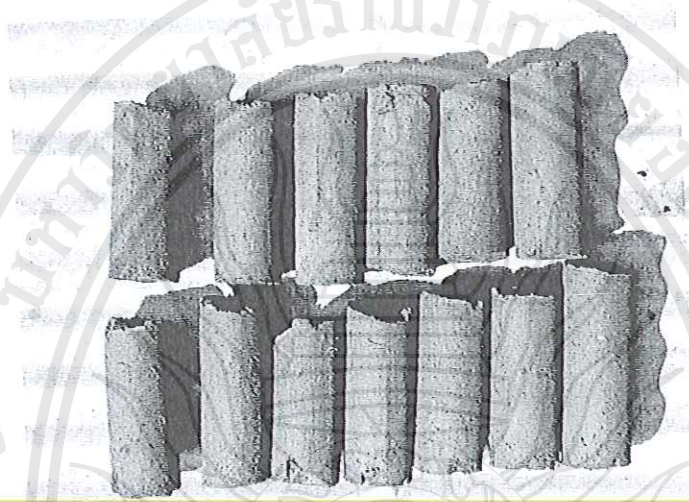
4. การหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของถ่านอัดแท่ง

ตาราง ข-11 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาในการต้มน้ำ ทุก ๆ 3 นาที

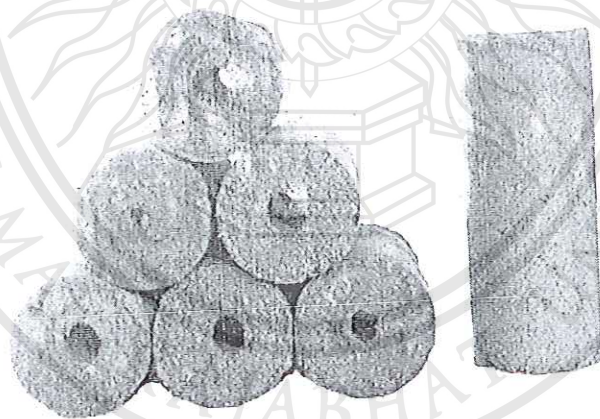
เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)
0	28	56	30	114	47
3	42	59	43	117	50
6	53	62	52	120	53
9	61	65	61	123	56
12	70	68	74	126	58
15	82	71	84	129	60
17	97	74	97	132	62
18	30	75	30	135	63
21	44	78	42	138	64
24	50	81	47	141	64
27	63	84	53		
30	72	87	60		
33	82	90	68		
36	97	93	77		
37	32	96	84		
40	41	98	96		
43	52	99	29		
46	62	102	33		
49	72	105	37		
52	84	108	41		
55	97	111	44		

ภาคผนวก ก

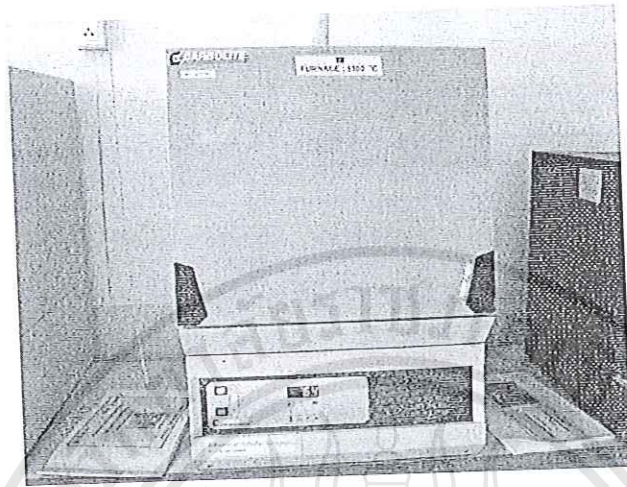
ภาพประกอบ



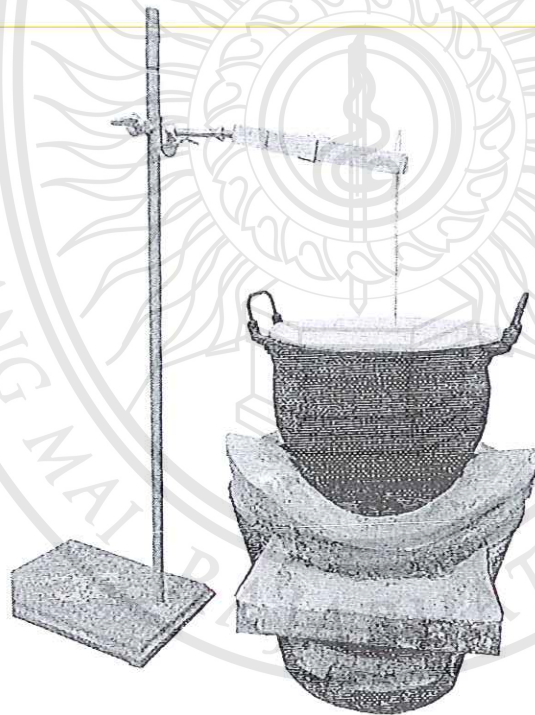
ภาพที่ ก.1 ด้านอัดแท่งที่ได้จากการวิจัย



ภาพที่ ก.2 ด้านอัดแท่งที่ได้จากการวิจัย



ภาพที่ ค.3 เตาเผาไฟฟ้า (Furnace: Carbolite RWF 11/13)



ภาพที่ ค.4 การทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน (Heat Utilization Efficiency)

ภาคผนวก ง

เอกสารมาตรฐาน ASTM

ความเป็นมาของ ASTM

ASTM (American Society for Testing and Materials) นับได้ว่าเป็น สมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่กำหนด และจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก สมาคม ASTM จัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1989 ทำหน้าที่ส่งเสริม สนับสนุน ทางด้านวิชาการ เพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และสาธารณชนทั่วไป โดยการพัฒนามาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับ ลักษณะและการทำงาน ของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบการใช้งาน

ASTM ถือได้ว่าเป็นสมาคมที่ใหญ่ที่สุดในโลก ในด้านของระบบการพัฒนามาตรฐาน ที่ใช้ โดยความสมัครใจ มาตรฐาน ASTM จัดขึ้น โดยมติของกรรมการวิชาการ เฉพาะสาขาวิชาต่างๆ ถึง 132 คณะ และมีการจัดพิมพ์มาตรฐานมากกว่า 9,800 เรื่อง ในแต่ละปี โดยมีสมาชิกที่ทรงคุณวุฒิทางวิชาการถึง 35,000 คน ประกอบด้วย ตัวแทนกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งองค์กรที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน ทำให้เชื่อได้ว่า มาตรฐาน ASTM นี้ ครอบคลุม วิชาการต่างๆ มากมาย และมีความละเอียด ลึกซึ้ง นอกจากนี้ มาตรฐาน ASTM ยังได้รับการพิจารณา ทบทวนปรับปรุง และแก้ไขเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ทันสมัยอยู่เสมอ

การจัดแบ่งมาตรฐาน ASTM

มาตรฐาน ASTM ที่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ และประกาศใช้เป็นมาตรฐาน สามารถแบ่งตามเนื้อหา ออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

Classification เป็นมาตรฐานของ ระบบการจัดการ และการจัดแบ่ง วัสดุผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบ หรือการใช้งาน ออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยคุณลักษณะ ที่เหมือนกัน เช่น แหล่งกำเนิด ส่วนประกอบ คุณสมบัติหรือประโยชน์ใช้สอย

Specification เป็นข้อกำหนดที่ระบุแน่นอน ถึงคุณลักษณะและสมบัติต่างๆ ที่ต้องการของ วัสดุ ผลิตภัณฑ์ ระบบหรือการใช้งาน ข้อกำหนดเหล่านี้ มักจะแสดงค่าเป็นตัวเลข และมีข้อจำกัดกำหนดไว้ พร้อมทั้งวิธีหาค่าเหล่านั้นด้วย

Terminology เป็นเอกสารมาตรฐาน ที่กำหนดคำนิยาม คุณลักษณะ คำอธิบายของศัพท์ต่างๆ เครื่องหมาย ตัวย่อ คำย่อที่ใช้ในมาตรฐานต่างๆ

Test method เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับกรรมวิธี ที่กำหนดให้ใช้ในการตรวจสอบ พิสูจน์วัด และปริมาณคุณภาพ คุณลักษณะ คุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของวัสดุ ระบบหรือการใช้งาน ซึ่งมีผลการทดสอบ ที่สามารถนำไปใช้ ในการประเมินค่าตามข้อกำหนด

Guide เป็นคำแนะนำ หรือทางเลือก ให้ผู้ใช้เลือกใช้เทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่ รวมทั้งสิ่ง ที่จะได้จากการประเมิน และการมาตรฐานที่ใช้นั้นๆด้วย

Practice เป็นวิธีการปฏิบัติเฉพาะ สำหรับงานเฉพาะอย่าง ได้แก่ การเขียนรายงาน การสุ่มตัวอย่าง ความแม่นยำ ความละเอียด การเลือก การเตรียม การประยุกต์ การตรวจสอบ ข้อควรระวังในการใช้ การกำจัดทิ้ง การติดตั้ง การบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้เครื่องมือทดสอบ นอกจากนี้ ASTM มีการจัดแบ่งมาตรฐานออกเป็นกลุ่มๆ เฉพาะเรื่อง โดยใช้ตัวอักษร เป็นสัญลักษณ์แทนกลุ่มของเนื้อเรื่อง เรียงตามลำดับดังนี้

A : Ferrous Metals

B : Nonferrous Metals

C : Cementitious, Ceramic, Concrete, and Masonry Materials

D : Miscellaneous Materials

E : Miscellaneous Subjects

F : Materials for Specific Applications

G : Corrosion, Deterioration, and Degradation of Materials

เดิม ASTM ได้แบ่งประเภทมาตรฐาน ตามลักษณะการกำหนดมาตรฐาน ออกเป็น 3 ชนิดคือ

Standards เป็นมาตรฐานที่จัดทำขึ้น ตามมติเอกฉันท์ของสมาชิก และผ่านการรับรองตามขั้นตอน และกฎของสมาคมฯ เรียบร้อยแล้ว

ES.(Emergency Standard) เป็นเอกสารที่จัดพิมพ์ตามความต้องการ เร่งด่วน แต่ยังไม่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ เพียงแต่ผ่านการพิจารณา ของคณะกรรมการบริหาร

P. (Proposal) เป็นเอกสารมาตรฐานที่พิมพ์เพื่อเผยแพร่ แนะนำ ก่อนที่จะพิจารณาลงมติให้ใช้เป็นมาตรฐาน

แต่ในปี ค.ศ. 1995 สมาคม ASTM ได้กำหนดให้ใช้ PS. (Provisional Standards) ซึ่งเป็นเอกสาร ที่ถูกจัดพิมพ์ขึ้นมา ใช้แทน ES. และ P.



ภาพที่ ค.3 เตาเผาไฟฟ้า (Furnace: Carbolite RWF 11/13)



ภาพที่ ค.4 การทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน (Heat Utilization Efficiency)

ภาคผนวก ง

เอกสารมาตรฐาน ASTM

ความเป็นมาของ ASTM

ASTM (American Society for Testing and Materials) นับได้ว่าเป็น สมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่กำหนด และจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก สมาคม ASTM จัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1989 ทำหน้าที่ส่งเสริม สนับสนุน ทางด้านวิชาการ เพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และสาธารณชนทั่วไป โดยการพัฒนามาตรฐาน ที่เกี่ยวข้อง กับ ลักษณะและการทำงาน ของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบการใช้งาน

ASTM ถือได้ว่าเป็นสมาคมที่ใหญ่ที่สุดในโลก ในด้านของระบบการพัฒนามาตรฐาน ที่ใช้ โดยความสมัครใจ มาตรฐาน ASTM จัดขึ้น โดยมติของกรรมการวิชาการ เฉพาะสาขาวิชาต่างๆ ถึง 132 คณะ และมีการจัดพิมพ์มาตรฐานมากกว่า 9,800 เรื่อง ในแต่ละปี โดยมีสมาชิกที่ทรงคุณวุฒิทางวิชาการถึง 35,000 คน ประกอบด้วย ตัวแทนกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งองค์กรที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน ทำให้เชื่อได้ว่า มาตรฐาน ASTM นี้ ครอบคลุม วิชาการต่างๆ มากมาย และมีความละเอียด ลึกซึ้ง นอกจากนี้ มาตรฐาน ASTM ยังได้รับการพิจารณา ทบทวนปรับปรุง และแก้ไขเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ทันสมัยอยู่เสมอ

การจัดแบ่งมาตรฐาน ASTM

มาตรฐาน ASTM ที่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ และประกาศใช้เป็นมาตรฐาน สามารถแบ่งตามเนื้อหา ออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

Classification เป็นมาตรฐานของ ระบบการจัดการ และการจัดแบ่ง วัสดุผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบ หรือการใช้งาน ออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยคุณลักษณะ ที่เหมือนกัน เช่น แหล่งกำเนิด ส่วนประกอบ คุณสมบัติหรือประโยชน์ใช้สอย

Specification เป็นข้อกำหนดที่ระบุแน่นอน ถึงคุณลักษณะและสมบัติต่างๆ ที่ต้องการของ วัสดุ ผลิตภัณฑ์ ระบบหรือการใช้งาน ข้อกำหนดเหล่านี้ มักจะแสดงค่าเป็นตัวเลข และมีข้อจำกัด กำหนดไว้ พร้อมทั้งวิธีหาค่าเหล่านั้นด้วย

Terminology เป็นเอกสารมาตรฐาน ที่กำหนดคำนิยาม คุณลักษณะ คำอธิบายของศัพท์ต่างๆ เครื่องหมาย ตัวย่อ คำย่อที่ใช้ในมาตรฐานต่างๆ

Test method เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับกรรมวิธี ที่กำหนดให้ใช้ในการตรวจสอบ พิสูจน์วัด และปริมาณคุณภาพ คุณลักษณะ คุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของวัสดุ ระบบหรือการใช้งาน ซึ่งมีผลการทดสอบ ที่สามารถนำไปใช้ ในการประเมินค่าตามข้อกำหนด

Guide เป็นคำแนะนำ หรือทางเลือก ให้ผู้ใช้เลือกใช้เทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่ รวมทั้งสิ่ง ที่จะได้จาก การประเมิน และการมาตรฐานที่ใช้นั้นๆด้วย

Practice เป็นวิธีการปฏิบัติเฉพาะ สำหรับงานเฉพาะอย่าง ได้แก่ การเขียนรายงาน การสุ่มตัวอย่าง ความแม่นยำ ความละเอียด การเลือก การเตรียม การประยุกต์ การตรวจสอบ ข้อควรระวังในการใช้ การกำจัดทิ้ง การติดตั้ง การบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้เครื่องมือทดสอบ นอกจากนี้ ASTM มีการจัดแบ่งมาตรฐานออกเป็นกลุ่มๆ เฉพาะเรื่อง โดยใช้ตัวอักษร เป็นสัญลักษณ์แทนกลุ่มของเนื้อเรื่อง เรียงตามลำดับดังนี้

A : Ferrous Metals

B : Nonferrous Metals

C : Cementitious, Ceramic, Concrete, and Masonry Materials

D : Miscellaneous Materials

E : Miscellaneous Subjects

F : Materials for Specific Applications

G : Corrosion, Deterioration, and Degradation of Materials

เดิม ASTM ได้แบ่งประเภทมาตรฐาน ตามลักษณะการกำหนดมาตรฐาน ออกเป็น 3 ชนิดคือ

Standards เป็นมาตรฐานที่จัดทำขึ้น ตามมติเอกฉันท์ของสมาชิก และผ่านการรับรองตามขั้นตอน และกฎของสมาคมฯ เรียบร้อยแล้ว

ES.(Emergency Standard) เป็นเอกสารที่จัดพิมพ์ตามความต้องการ เร่งด่วน แต่ยังไม่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ เพียงแต่ผ่านการพิจารณา ของคณะกรรมการบริหาร

P. (Proposal) เป็นเอกสารมาตรฐานที่พิมพ์เพื่อเผยแพร่ แนะนำ ก่อนที่จะพิจารณาลงมติให้ใช้เป็นมาตรฐาน

แต่ในปี ค.ศ. 1995 สมาคม ASTM ได้กำหนดให้ใช้ PS. (Provisional Standards) ซึ่งเป็นเอกสาร ที่ถูกจัดพิมพ์ขึ้นมา ใช้แทน ES. และ P.

การจัดพิมพ์ Annual book of ASTM standards

ASTM standards จัดพิมพ์รวมเล่มเป็นชุดประจำปี ใช้ชื่อว่า Annual book of ASTM standards มาตรฐานที่พิมพ์รวมเล่มนี้ ต้องผ่านการรับรองของสมาคมฯ มาแล้วอย่างน้อย 6 เดือน เมื่อใช้ไปครบทุก 5 ปี จะได้รับการพิจารณาทบทวนจาก คณะกรรมการวิชาการ ซึ่งอาจมีการปรับปรุงใหม่ มาตรฐานที่นำมาพิมพ์ ในแต่ละปี จึงมีทั้งเรื่องที่พิมพ์ซ้ำ รวมทั้งเรื่องใหม่ และเรื่องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งมีประมาณร้อยละ 30 ของเรื่องทั้งหมดในแต่ละเล่ม ผู้ใช้สามารถทราบว่ มาตรฐานนั้นๆ เป็นเรื่องเดิม หรือปรับปรุงใหม่ ได้จากปีที่กำกับอยู่ ทำยรหัสตัวอักษร ที่ ASTM กำหนดให้ใช้ สำหรับมาตรฐานแต่ละเรื่อง การจัดพิมพ์รวมเล่ม เอกสารมาตรฐาน ASTM นี้ จะรวม เรื่อง ประเภทเดียวกัน ไว้ในเล่มเดียวกัน และมีการพัฒนา จัดแบ่งเล่มใหม่อยู่เสมอ และในระหว่างปี ค.ศ. 1974-1982 Annual book of ASTM standards มี 47 เล่ม และเล่มที่ 48 เป็นครรขนี้รวม เอกสาร มาตรฐาน ASTM และในปี ค.ศ.1983 ได้ปรับปรุงรูปเล่มขึ้นใหม่ จำนวน 66 เล่ม โดยจัดเรื่องเป็น กลุ่มๆ รวม 16 กลุ่มดังนี้

Section 1 : Iron and Steel Products

Section 2 : Nonferrous Metal Products

Section 3 : Metals Test Methods and Analytical Procedures

Section 4 : Construction

Section 5 : Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels

Section 6 : Paints, Related Coatings, and Aromatics

Section 7 : Textiles

Section 8 : Plastics

Section 9 : Rubber

Section 10 : Electrical Insulation and Electronics

Section 11 : Water and Environmental Technology

Section 12 : Nuclear, Solar, and Geothermal Energy

Section 13 : Medical Devices

Section 14 : General Methods and Instrumentation

Section 15 : General Products, Chemical Specialities, and End Use Products

Section 00 : Index



การจัดพิมพ์เรื่องราว รายละเอียดของมาตรฐานในแต่ละเล่ม จะจัดเรียงลำดับ ตามรหัสตัวอักษร และตัวเลข ยกเว้นเล่มที่ 05.04, 11.01 และ 11.02 จะเรียงเรื่องตามกลุ่มวิชา และเล่มที่ 06.03 จะเรียงเรื่องตามกลุ่มคณะกรรมการ ที่กำหนดเรื่อง แต่อย่างไรก็ตาม ในแต่ละกลุ่ม ยังคงเรียงลำดับรหัสตัวอักษร และตัวเลข ที่กำกับประจำแต่ละเรื่อง ASTM ได้มีการจัดพิมพ์ และปรับปรุงรูปแบบของ Annual book of ASTM standards อยู่ตลอดเวลา

การค้นหาสารนิเทศจากเอกสารมาตรฐาน ASTM

เล่มที่ 00.01 เป็นดัชนีรวม ของเอกสารมาตรฐานทั้งหมด โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรก เป็นดัชนีหัวเรื่อง (subject index) ตอนหลังเป็น ดัชนีรหัส ตัวอักษร และตัวเลข ประจำเรื่อง มาตรฐาน (alphanumeric list) เรียงตามลำดับตัวอักษร และตัวเลขดัชนีหัวเรื่อง (subject index) ใช้ค้นหาหมายเลขมาตรฐาน ของเรื่องที่ต้องการ และเล่มที่ตีพิมพ์ เนื้อเรื่องเต็ม ของมาตรฐาน หมายเลขนั้นๆ

ตัวอย่าง:

Calcium chloride

calcium chloride, spec.,

D 98 (04.03)

ความหมาย : หมายเลขของมาตรฐาน ASTM เรื่อง Standard specification for calcium chloride คือ ASTM D 98 เนื้อเรื่องเต็ม ตีพิมพ์อยู่ใน Annual book of ASTM standards เล่มที่ 04.03

ดัชนีรหัสตัวอักษรและตัวเลขประจำเรื่องมาตรฐาน (alphanumeric list)

ใช้ค้นหารายละเอียดของมาตรฐาน หมายเลขที่ต้องการ ชื่อเรื่อง ปีที่ประกาศใช้ การปรับปรุงการยกเลิก ปีที่ยกเลิก การระบุหมายเลขมาตรฐาน ที่ใช้แทนหมายเลขมาตรฐาน ที่ถูกยกเลิก และเล่มที่ตีพิมพ์เนื้อเรื่องเต็ม ของมาตรฐานหมายเลขนั้นๆ

ตัวอย่างที่ 1 : D 1042-93

Test method for linear dimensional changes of plastic under accelerated service conditions 08.01

ความหมาย : มาตรฐาน ASTM หมายเลข D 1042 ประกาศใช้ปี ค.ศ. 1993

ชื่อเรื่อง : Test method for linear dimensional changes of plastics under accelerated service conditions

เนื้อเรื่องเต็มตีพิมพ์อยู่ใน Annual book of ASTM standards เล่มที่ 08.01

ตัวอย่างที่ 2 : D 1089

Discontinued 1984 ; Method of test for carbonyl

content of butadiene ; replace by D 4423

ความหมาย : มาตรฐาน ASTM หมายเลข D 1089 ยกเลิกเมื่อปี ค.ศ. 1984 โดยใช้หมายเลข D 4423

แทน

ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นสมาชิก ASTM จึงมีมาตรฐาน ASTM ครบชุดถึงปี 1997 วารสาร ASTM standardization news ซึ่งเป็น วารสารที่ลงข่าวความเคลื่อนไหว ในวงการ มาตรฐานและสิ่งพิมพ์อื่นๆ ของ ASTM บางเล่ม รวมทั้งบัญชีรายชื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ ที่ ASTM จัดพิมพ์เผยแพร่ นอกจากนี้ ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดให้มีบริการเกี่ยวกับเอกสาร มาตรฐาน ASTM ดังนี้

- แนะนำวิธีค้นหาสารนิเทศจาก เอกสารมาตรฐาน
- บริการคัดถ่ายเอกสารมาตรฐานทางจดหมาย
- บริการตรวจสอบหมายเลขมาตรฐานทางโทรศัพท์

ผู้ที่ต้องการเอกสารมาตรฐาน ASTM และบริการอื่นๆ สามารถใช้บริการได้ที่ ห้องสมุดกรม วิทยาศาสตร์บริการ กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารมาตรวิทยา และศูนย์สารนิเทศ วิทยาศาสตร์ (ชั้น 6) ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 หรือหมายเลขโทรศัพท์ 2460065, 2461387-95 ต่อ 384 ในเวลาราชการ