รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป. การลดของเสียในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

คะทซึยะ โฮโซดานิ. การแก้ปัญหาแบบคิวซี QC วิธีการแก้ปัญหาในงานตามแบบฉบับญี่ปุ่น. พิมพ์ครั้งที่ 3. แปลโดย วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2539.

ชัยรัตน์ ตรีรัสสพานิช. ระบบการบริหารการผลิตเพื่อควบคุมความสูญเสียในโรงงานผลิตแผ่นโฟมอีวี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ชนะ สุพัฒสร. การลดและควบคุมความสูญเสียในอุตสาหกรรมของเล่นไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ชิเกคิ สุชิยะ. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง การลดต้นทุนภายในโรงงาน. สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2541.

เซ็นซับบุโร่ คาตายามา. การลดต้นทุนการผลิตในสถานประกอบการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. แปลโดย ธาดา พฤฒิธาดา. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2539.

โซเฮ ฮิบิ. คู่มือปฏิบัติการลดต้นทุนในสถานประกอบการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. แปลโดย พลชัย ลิมวิภูวัฒน์ และคณะ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2532.

โทโมโซ โกบาตะ. 5G เพื่อการพัฒนาคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. แปลโดย ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์ และคณะ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.

นากาโยชิ นากาชิมา. กิจกรรม ZD (Zero Defect) การลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์. พิมพ์ครั้งที่ 4. แปลโดย ลัดดาวัลย์ มิ่งกมลรัตน์. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2539.

บัณฑิต ใจชื่น และสมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. งานเชื่อมโลหะ (Welding) 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2528.

มานะศิษฎ์ พิมพ์สาร. คู่มือการเชื่อม มิก-แม็ก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัทเอ็มแอนด์ดี จำกัด, 2542.

วันชัย ริจิรวนิช และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. การวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรมและงบประมาณ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

วารสาร KENSHU และวารสาร FQC. คิวซีเทคนิค ภาคทฤษฎีและชุด 76 คำถาม. พิมพ์ครั้งที่ 2. แปลโดย อัตถกร กลั่นความดี และคณะ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2528.

อรอุษา สรวารี. สารเคลือบผิว (สี วาร์นิช และแลกเกอร์). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

เอกสารประกอบการอบรมภายใน. ความรู้ในงานสี. กรุงเทพมหานคร : บริษัท นิปปอน เพนท์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2541.

ฮิโรยูกิ ฮาราโนะ; ทัทสึโอะ ทะกะฮิสะ และโตโม ซูจิยามะ. 5S เทคนิคการจัดการโรงงานอุตสาหกรรม. แปลโดย พฤติ บุญเกษมสันติ และคณะ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.เอเชียเพรส (1989), 2538.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.
ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตตัวถัง

ตารางที่ 1 รายงานค่าแรงงานในแต่ละแผนกผลิต

ปี 2541 เดือน	จำนวนวันทำงาน (วัน)	จำนวนพนักงาน (คน)	ค่าแรงงาน - แผนกตัวถังหม้อแห้ง			
			เวลาปกติ (บาท/เดือน)	ล่วงเวลา (บาท/เดือน)	รวมค่าแรง (บาท/เดือน)	คิดเป็นค่าแรง (บาท/ช.ม.คน)
มกราคม	20	6	37,636.00	1,961.00	39,597.00	41.25
กุมภาพันธ์	19	6	37,530.00	3,613.00	41,143.00	45.11
มีนาคม	22	6	37,380.00	2,138.00	39,518.00	37.42
เมษายน	18	6	37,830.00	-	37,830.00	43.78
พฤษภาคม	18	6	37,680.00	-	37,680.00	43.81
มิถุนายน	22	6	37,530.00	992.00	38,522.00	36.48
กรกฎาคม	22	6	37,530.00	-	37,530.00	35.54
สิงหาคม	20	6	38,320.00	-	38,320.00	39.92
กันยายน	23	6	35,827.00	-	35,827.00	32.45
ตุลาคม	21	5	33,479.00	-	33,479.00	39.86
พฤศจิกายน	21	5	33,310.00	-	33,310.00	39.65
ธันวาคม	20	5	33,480.00	-	33,480.00	41.83
รวม	246		437,512.00	8,704.00	448,218.00	
ค่าเฉลี่ย/เดือน	20.50	5.75	36,459.33	725.33	37,184.67	39.43

ปี 2541 เดือน	จำนวนวันทำงาน (วัน)	จำนวนพนักงาน (คน)	ค่าแรงงาน - แผนกตัวถังกลม			
			เวลาปกติ (บาท/เดือน)	ล่วงเวลา (บาท/เดือน)	รวมค่าแรง (บาท/เดือน)	คิดเป็นค่าแรง (บาท/ช.ม.คน)
มกราคม	20	22	145,238.00	15,347.00	160,583.00	45.82
กุมภาพันธ์	19	22	145,012.00	16,838.00	161,850.00	48.34
มีนาคม	22	22	144,870.00	10,929.00	155,799.00	40.24
เมษายน	18	22	145,298.00	8,897.00	152,193.00	48.04
พฤษภาคม	18	22	145,083.00	-	145,083.00	45.80
มิถุนายน	22	22	145,012.00	10,080.00	155,092.00	40.05
กรกฎาคม	22	21	138,692.00	-	138,692.00	37.52
สิงหาคม	20	20	126,242.00	-	126,242.00	40.08
กันยายน	23	17	117,310.00	-	117,310.00	37.50
ตุลาคม	21	17	117,310.00	-	117,310.00	41.07
พฤศจิกายน	21	17	117,310.00	-	117,310.00	41.07
ธันวาคม	20	17	117,310.00	-	117,310.00	43.13
รวม	246		1,606,663.00	59,891.00	1,666,574.00	
ค่าเฉลี่ย/เดือน	20.50	20.08	133,890.25	4,990.92	138,881.17	42.17

ตารางที่ 1 รายงานค่าแรงงานในแต่ละแผนกผลิต (ต่อ)

ปี 2541 เดือน	จำนวนวันทำงาน (วัน)	จำนวนพนักงาน (คน)	ค่าแรงงาน - แผนกตัวถังทั่วไป			
			เวลาปกติ (บาท/เดือน)	ล่วงเวลา (บาท/เดือน)	รวมค่าแรง (บาท/เดือน)	คิดเป็นค่าแรง (บาท/ช.ม.คน)
มกราคม	20	26	179,263.00	10,475.00	189,738.00	45.61
กุมภาพันธ์	19	26	178,921.00	16,760.00	195,681.00	49.51
มีนาคม	22	26	178,640.00	16,163.00	196,803.00	43.01
เมษายน	18	26	179,483.00	8,825.00	188,308.00	50.30
พฤษภาคม	18	26	175,488.00	-	175,488.00	46.87
มิถุนายน	22	24	165,290.00	2,414.00	167,704.00	39.70
กรกฎาคม	22	21	144,482.00	-	144,482.00	39.09
สิงหาคม	20	20	132,392.00	-	132,392.00	41.37
กันยายน	23	16	114,164.00	-	114,164.00	38.78
ตุลาคม	21	16	114,164.00	-	114,164.00	42.47
พฤศจิกายน	21	16	114,022.00	-	114,022.00	42.42
ธันวาคม	20	15	110,096.00	-	110,096.00	45.87
รวม	246		1,786,405.00	56,637.00	1,643,042.00	
ค่าเฉลี่ย/เดือน	20.50	21.50	148,867.08	4,719.75	153,586.63	43.56

ปี 2541 เดือน	จำนวนวันทำงาน (วัน)	จำนวนพนักงาน (คน)	ค่าแรงงาน - แผนกงานสี			
			เวลาปกติ (บาท/เดือน)	ล่วงเวลา (บาท/เดือน)	รวมค่าแรง (บาท/เดือน)	คิดเป็นค่าแรง (บาท/ช.ม.คน)
มกราคม	20	31	160,088.00	26,131.00	186,219.00	37.54
กุมภาพันธ์	19	30	156,875.00	23,943.00	180,818.00	39.65
มีนาคม	22	29	155,581.00	16,439.00	172,020.00	33.70
เมษายน	18	29	152,801.00	12,718.00	165,517.00	39.64
พฤษภาคม	18	26	148,826.00	444.00	149,270.00	37.02
มิถุนายน	22	27	144,302.00	3,590.00	147,892.00	31.12
กรกฎาคม	22	25	135,362.00	3,553.00	138,915.00	31.57
สิงหาคม	20	21	125,394.00	-	125,394.00	37.32
กันยายน	23	18	110,442.00	563.00	111,005.00	33.52
ตุลาคม	21	18	110,442.00	-	110,442.00	36.52
พฤศจิกายน	21	18	110,442.00	-	110,442.00	36.52
ธันวาคม	20	18	110,306.00	-	110,306.00	38.30
รวม	246		1,820,881.00	87,379.00	1,708,240.00	
ค่าเฉลี่ย/เดือน	20.50	24.33	135,071.75	7,281.58	142,353.33	35.67

ที่มา : รายงานยอดการจ่ายเงินเดือนพนักงาน แผนกบุคคลและฝึกอบรม ของโรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 2 รายงานปริมาณการผลิตตัวถัง ในขั้นตอนงานเชื่อม ประจำปี 2541

ชนิดตัวถัง	ขนาด KVA	ปริมาณการผลิตตัวถัง (ใบ) ในขั้นตอนการเชื่อม												
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
หม้อแห้ง	15	1				1			5			2		9
	20					2		1		5		3		11
	25	1		1				1					5	8
	40		2			2					5			9
	45	15					15							30
	80		1		1			2						4
	200	1	2		1	1		1	2	1		1		10
	300			2	1			3	2					8
	500			2	1			2						5
รวม		18	5	5	4	6	15	10	9	6	5	6	5	94
กลม	10		105	57				1		5				168
	30	636	382	293	303	159	518	325	207	62	178	250	54	3367
	75	2	113	2										117
รวม		638	600	352	303	159	518	326	207	67	178	250	54	3652
ทั่วไป	50	73	162	13	24	24	74	157	29	102	48	265	69	1040
	100	185	132	403	184	15	7	1	27	59	7	64	63	1147
	160		26	124		20	1		13	9	16	36	1	246
	250	5	20	25		215	1	1	39	2	35	28	5	376
	315	3	1	3		2	1	15	2	15	5	12	26	85
	400	1	6	5	1	2	1	5	9	18	14	12	9	83
	500	2	8	15	12	2	113	16	11	46	79	18	9	331
	630	3	2	2		2	2	6	2	6	3	3	1	32
	750		6	2	1	1		3	21			1	2	37
	800	4	3	2	2	3	5	1	2	3	5	7	3	40
	1000	6	7	2	5	12	6	1	6	6	3	9	2	65
	1250		1	3	4		2			1	4	1	4	20
	1500		4		2	3	13	2	2	1		1		28
	1600	2	4		2		1	1			1	2		13
	2000		1	7	3	1	3	2	1	1		2		21
	2500			1	4	1	1	1		5	1	2	2	18
	3000	1	2	8		1	1					1		14
	3150	1	1							2	1			5
รวม		286	386	615	244	304	232	212	164	276	222	484	196	3601

ที่มา : รายงานยอดการผลิต ฝ่ายผลิต ของโรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 3 รายงานปริมาณการผลิตตัวถัง ในขั้นตอนงานสี ประจำปี 2541

ชนิดตัวถัง	ขนาด KVA	ปริมาณการผลิตตัวถัง (ใบ) ในขั้นตอนงานสี												
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
หม้อแห้ง	15	1				1			5			2		9
	20					2		1		5		3		11
	25	1		1				1					5	8
	40		2			2					5			9
	45	15					15							30
	80		1		1			2						4
	200	1	2		1	1		1	2	1		1		10
	300			2	1			3	2					8
	500			2	1			2						5
รวม		18	5	5	4	6	15	10	9	6	5	6	5	94
กลม	10		105	57				1		5				168
	30	491	542	262	302	163	432	447	207	62	158	270	54	3390
	75	2	113	2										117
รวม		493	760	321	302	163	432	448	207	67	158	270	54	3675
ทั่วไป	50	62	158	22	23	22	77	142	50	100	17	251	116	1040
	100	142	116	387	240	11	21	10	20	48	15	47	73	1130
	160		7	143		20	1		7	15	15	37	1	246
	250	14	20	25		215	1	1	38	3	31	32	5	385
	315	3	1	3		2	1	5	12	15	5	12	26	85
	400	1	6	5	1	2	1		14	1	31	11	10	83
	500	3	8	15	11	3	100	29	11	23	96	24	9	332
	630	1	5	1		1	3	2	6	6	3	3	1	32
	750		6	1	2	1		3	13	8		1	2	37
	800	1	5	3	2	2	6	1	2	3	3	8	4	40
	1000	3	10	2	5	11	5	3		12		12	2	65
	1250		1	3	4		2		1	4		1	2	18
	1500	2	3	1	2	1	15	2	2	1		1		30
	1600	2	3	1	2		1	1			1	2		13
	2000	3	1	7	3	1	3	2		2		2		24
	2500			1	3	2	1	1		5	1	2	2	18
	3000		2	8	1		2						1	14
	3150		2							1	1	1		5
รวม		237	354	628	299	294	240	202	176	247	219	447	254	3597

ที่มา : รายงานยอดการผลิต ฝ่ายผลิต ของโรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 4 รายงานจำนวนปัญหางานแก้ไขตัวถัง ในขั้นตอนงานเชื่อม ประจำปี 2541

ชนิดตัวถัง	ลักษณะของปัญหา	ปริมาณงานตัวถังกลับคืนมาแก้ไข (ใบ) ในขั้นตอนการเชื่อม												
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
หม้อแห้ง	1.ระยะฐานไม่ได้ตามแบบ	7	2	2	1	1	1							14
	2.ระยะรูเจาะไม่ได้ศูนย์	3			1	1	2	1						8
	3.แนวเชื่อมหูยกไม่รอบ		1				2			1				4
	4.แนว Tack เชื่อมไม่สมบูรณ์		1				1		1					3
	5.ฝาถังโก่ง						1	1				1		3
	6.อื่น ๆ								1		1		1	3
รวมจำนวนงานกลับคืนมาแก้ไข		10	4	2	2	2	7	2	2	1	1	1	1	35
กลม	1.แนวเชื่อมมีเม็ดโลหะ	215	228	132	125	46	94	29	12	3	6	8	1	899
	2.แนวเชื่อมมีฟองอากาศ/ตามด	164	154	112	93	29	31	12	7	2	4	5	1	614
	3.แนวเชื่อมมีเศษลวด	35	36	18	39	7	29	16	6	1	2	3	1	193
	4.แนวเชื่อมเกิดอันเดอร์คัท		87			13	10	20	8	1	3			142
	5.รอย Tack เชื่อมไม่สมบูรณ์	17		3	5	10		10			3	4	2	54
	6.อื่น ๆ				3			6	2	1		5		17
รวมจำนวนงานกลับคืนมาแก้ไข		431	505	265	265	105	164	93	35	8	18	25	5	1919
ทั่วไป	1.แนวเชื่อมมีเม็ดโลหะ	117	175	321	156	105	50	31	19	25	13	18	7	1037
	2.แนวเชื่อมมีฟองอากาศ/ตามด	55	77	92	35	26	14	8	4	7	5	5	3	331
	3.แนวเชื่อมมีเศษลวด	50	31	46	20	19	26	15	5	18	12	21	6	269
	4.แนวเชื่อมหลอมไม่สมบูรณ์		18	12	14	18	5	5	6	5		13	5	101
	5.แนวเชื่อมเกิดอันเดอร์คัท	18			3			3	1		15	8	4	52
	6.อื่น ๆ		7					2	1	2		12	2	26
รวมงานกลับคืนมาแก้ไข		240	308	471	228	168	95	64	36	57	45	77	27	1816

ที่มา : รายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อม แผนกควบคุมคุณภาพ ของโรงงานตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 รายงานจำนวนปัญหางานแก้ไขตัวถัง ในขั้นตอนงานสี ประจำปี 2541

ชนิดตัวถัง	ลักษณะของปัญหา	ปริมาณงานตัวถังกลับคืนมาแก้ไข (ใบ) ในขั้นตอนงานสี												
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
หม้อแห้ง	1.สีถลอก	8	2	2	2	1	2	1	1					19
	2.สีเป็นเม็ด	4	1	1	1	2	3	1	1	1		1		16
	3.สีไม่ทั่ว	2		1		1	2	1	1					8
	4.สีย้อย	1	1							1				3
	5.อื่น ๆ							1			1			2
														0
รวมจำนวนงานกลับคืนมาแก้ไข		15	4	4	3	4	7	4	3	2	1	1	0	48
กลม	1.สีถลอก	113	196	115	98	22	36	30	9	2	3	5	1	630
	2.สีเป็นเม็ด	107	94	34	24	19	38	32	14	2	4	6		374
	3.สีไม่ทั่ว	20	53	21	19	6	9	6	2	1	1	1	1	140
	4.สีย้อย		12	6	5	3	5	1	1	2	2			37
	5.วาณิชนอง		8	4		5	3	2	1	1				24
	6.อื่น ๆ		4				3	2			1	1		11
รวมจำนวนงานกลับคืนมาแก้ไข		240	367	180	148	55	94	73	27	8	11	13	2	1216
ทั่วไป	1.สีไม่ทั่ว	58	117	193	95	26	15	13	6	5	2	4	1	533
	2.สีเป็นเม็ด	54	26	77	21	27	19	10	10	5	2	3	3	257
	3.สีถลอก	19	25	36	9	8		3	2	3	1	2	1	109
	4.สีย้อย	2	23	18		2	3	5						53
	5.วาณิชนอง	10		14	2	6						2	1	35
	6.อื่น ๆ				1	2					1	1		5
รวมงานกลับคืนมาแก้ไข		141	191	338	128	71	37	31	18	13	6	12	6	992

ที่มา : รายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อม แผนกควบคุมคุณภาพและแผนกผลิต ของโรงงานตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.
ข้อมูลเกี่ยวกับงานเชื่อม

ตารางที่ 1 ความสามารถในการเชื่อม ของกระบวนการเชื่อมโลหะแบบก๊าซคลุม

การถ่ายโอนโลหะ	แบบหยด	แบบลัดวงจร	แบบละออง	แบบมิก	แบบพัลส์
ก๊าซคลุม	CO_2	ก๊าซผสม $Ar+CO_2$ (5-25%)	ก๊าซผสม $Ar+O_2$ (1-5%)	Inert gas Ar หรือ He	Inert gas Ar หรือ He
วัสดุที่เชื่อมได้	เหล็กคาร์บอนต่ำ-ปานกลาง และเหล็กกล้าเจือต่ำกำลังสูง	เหล็กคาร์บอนต่ำ-ปานกลาง เหล็กกล้าเจือต่ำกำลังสูง และเหล็กกล้าไร้สนิมบางชนิด	เหล็กคาร์บอนต่ำ-ปานกลาง และเหล็กกล้าเจือต่ำกำลังสูง	อลูมิเนียม อลูมิเนียมเจือ นิกเกิลเจือ นิกเกิล ทองแดงเจือ ไททาเนียม และเหล็กไร้สนิม	อลูมิเนียม นิกเกิล และนิกเกิลเจือ
ความหนาวัสดุงานเชื่อม	เกจ 10 3.5 - 12.7 ม.ม. ไม่ต้องเตรียมรอยต่อ	เกจ 20 0.1 - 6.4 ม.ม. ถ้าเชื่อมงานหนาแนวตั้งและเหนือศีรษะจะประหยัดมาก	6.4 - 12.7 ม.ม. ไม่ต้องเตรียมรอยต่อ	เกจ 12 2.8 - 10.0 ม.ม. ไม่ต้องเตรียมรอยต่อ ถ้าหนากว่านี้ต้องเตรียมรอยต่อ	บาง - หนา ไม่จำกัด
ตำแหน่งแนวเชื่อม	แนวราบ และแนวระดับ	ทุกแนวเชื่อม	แนวราบ และแนวระดับ ถ้าใช้ลวดขนาดเล็กได้ทุกแนวเชื่อม	ทุกแนวเชื่อม	ทุกแนวเชื่อม
ข้อดี	ค่าก๊าซถูก ระยะซึมลึกมาก อัตราเคลื่อนหัวเชื่อมสูง	เชื่อมงานบางได้ดี ไม่ต้องทำความสะอาดมาก	ผิวเรียบสนิท ระยะซึมลึกมาก อัตราเคลื่อนหัวเชื่อมสูง	เชื่อมอโลหะได้หลายชนิด ไม่ต้องทำความสะอาดมาก	ใช้ลวดเชื่อมขนาดใหญ่ได้
ข้อเสีย	มีประกายโลหะมาก ต้องเคาะเม็ดโลหะออก	ถ้าเชื่อมงานหนามากจะไม่ประหยัด	แนวเชื่อมจำกัด เชื่อมงานได้ไม่หนาเกินไปนัก	ก๊าซราคาแพง	ก๊าซราคาแพง และเครื่องเชื่อมราคาแพง
ลักษณะตะเข็บเชื่อม	ผิวเรียบปานกลาง มีประกายโลหะมาก	ผิวเรียบสนิท มีประกายโลหะปานกลาง	ผิวเรียบสนิท มีประกายโลหะน้อยมาก	ผิวเรียบพอใช้ ตะเข็บเชื่อมบูน	ผิวเรียบสนิท
อัตราเร็วเคลื่อนหัวเชื่อม	ไม่เกิน 6.35 เมตร/นาที (250 นิ้ว/นาที)	มากกว่า 1.27 เมตร/นาที (50 นิ้ว/นาที)	ไม่เกิน 3.81 เมตร/นาที (150 นิ้ว/นาที)	ไม่เกิน 2.54 เมตร/นาที (100 นิ้ว/นาที)	ไม่เกิน 2.54 เมตร/นาที (100 นิ้ว/นาที)
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม	1.1, 1.6, 2.0, และ 2.4 ม.ม.	0.8, 0.9, และ 1.2 ม.ม.	0.9, 1.2, 1.6, และ 2.4 ม.ม.	0.8, 1.2, 1.6, และ 2.4 ม.ม.	1.6, 2.0, 2.4, และ 3.2 ม.ม.

ที่มา : คู่มือการเชื่อมมิก-แม็ก. หน้า 14-15.

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซคลุม

ชนิดก๊าซ	Ar	He	N_2	H_2	CO_2
น้ำหนักโมเลกุล	39.948	4.0026	28.0134	2.01594	44.011
จุดเดือดที่ 1 atm					
K	87.280	4.224	77.347	20.268	194.65
°C	-185.88	-268.94	-195.81	-252.89	-78.51
°F	-302.57	-452.07	-320.44	-423.19	-109.3
ความหนาแน่นที่					
21.1°C (70°F) 1 atm					
kg / m^3	1.656	0.1667	1.161	0.0841	1.833
lb / ft^3	0.1034	0.01041	0.07249	0.00525	0.1144
ปริมาตรจำเพาะที่					
21.1°C (70°F) 1 atm					
m^3 / kg	0.6039	5.999	0.8613	11.89	0.5455
ft^3 / lb	9.671	96.06	13.79	190.5	8.741
ความถ่วงจำเพาะที่					
21.1°C (70°F) 1 atm	1.3800	0.1389	0.9676	0.0700	1.5270
(อากาศ = 1)					
ความร้อนจำเพาะ(Cp) ที่					
21.1°C (70°F) 1 atm					
J / kg . K	521.3	5192	1041	1490	846.9
Btu / lb . °F	0.1246	1.241	0.2487	3.581	0.2024
ความร้อนจำเพาะ(Cv) ที่					
21.1°C (70°F) 1 atm					
J / kg . K	312.1	3861	742.2	1077	653.4
Btu / lb . °F	0.0746	0.7448	0.1774	2.575	0.1562

ที่มา : คู่มือการเชื่อมมิก-แม็ก. หน้า 64.

ตารางที่ 3 การเลือกอัตราการไหลของก๊าซคลุม ลิตรต่อนาที (l/min)

สำหรับการถ่ายโอนโลหะแบบลัดวงจร ที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม 0.8 มิลลิเมตร (0.035 นิ้ว)

โลหะงานเชื่อม	ชนิดก๊าซคลุม			
	Ar	CO_2	Ar + CO_2 (75% + 25%)	Ar + O_2 (O_2 ~ 1 - 5%)
อลูมิเนียม	17 (35)	-	-	-
แมงกานีส	17 (35)	-	-	-
เหล็กกล้าคาร์บอน	12 (25)	17 (35)	12 (25)	12 (25)
เหล็กกล้าเจือต่ำ	12 (25)	17 (35)	12 (25)	12 (25)
เหล็กกล้าไร้สนิม	12 (25)	17 (35)	-	12 (25)
นิกเกิล	17 (35)	-	-	-
นิกเกิลเจือ	17 (35)	-	-	-
ทองแดง	14 (30)	-	-	-
ทองแดงเจือ	14 (30)	-	-	-
ซิลิกอนบรอนซ์	12 (25)	-	-	12 (25)
อลูมิเนียมบรอนซ์	17 (35)	-	-	-
ฟอสเฟอบรอนซ์	12 (25)	-	-	12 (25)

ที่มา : คู่มือการเชื่อมมิก-แม็ก. หน้า 77.

ตารางที่ 4 อัตราส่วนผสมของอาร์กอนและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเปอร์เซ็นต์

ที่อัตราการไหลของก๊าซผสม ลิตรต่อนาที (l/min)

เปอร์เซ็นต์ผสม		อัตราการไหลของก๊าซผสม (l/min)													
%	%	10		11		12		13		14		15		16	
Ar	CO_2	Ar	CO_2	Ar	CO_2	Ar	CO_2	Ar	CO_2	Ar	CO_2	Ar	CO_2	Ar	CO_2
100	0	10	0	11	0	12	0	13	0	14	0	15	0	16	0
90	10	9	1	9.9	1.1	10.8	1.2	11.7	1.3	12.6	1.4	13.5	1.5	14.4	1.6
80	20	8	2	8.8	2.2	9.6	2.4	10.4	2.6	11.2	2.8	12	3	12.8	3.2
70	30	7	3	7.7	3.3	8.4	3.6	9.1	3.9	9.8	4.2	10.5	4.5	11.2	4.8
60	40	6	4	6.6	4.4	7.2	4.8	7.8	5.2	8.4	5.6	9	6	9.6	6.4
50	50	5	5	5.5	5.5	6	6	6.5	6.5	7	7	7.5	7.5	8	8
40	60	4	6	4.4	6.6	4.8	7.2	5.2	7.8	5.6	8.4	6	9	6.4	9.6
30	70	3	7	3.3	7.7	3.6	8.4	3.9	9.1	4.2	9.8	4.5	10.5	4.8	11.2
20	80	2	8	2.2	8.8	2.4	9.6	2.6	10.4	2.8	11.2	3	12	3.2	12.8
10	90	1	9	1.1	9.9	1.2	10.8	1.3	11.7	1.4	12.6	1.5	13.5	1.6	14.4
0	100	0	10	0	11	0	12	0	13	0	14	0	15	0	16

ที่มา : คู่มือการเชื่อมมิก-แม็ก. หน้า 79.

ตารางที่ 5 ข้อกำหนดรายละเอียดสำหรับการเชื่อมโลหะแบบก๊าซคลุม
ของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าเจือต่ำ ใช้การถ่ายโอนโลหะแบบลัดวงจร

1. สำหรับรอยเชื่อมฉาก และรอยเชื่อมชนหน้าฉากหรือรอยเชื่อมร่องบาก
2. ก๊าซคลุมคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซผสม 75%อาร์กอน กับ 25%คาร์บอนไดออกไซด์
3. ตำแหน่งแนวราบและแนวระดับเท่านั้น ถ้าเป็นแนวเชื่อมแนวตั้งหรือเหนือศีรษะควรลดกระแสเชื่อมลง
4. วิธีการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ หรืออัตโนมัติ

ความหนาวัสดุ (mm)	จำนวนเที่ยวเชื่อม	เส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม (mm)	แรงดันเชื่อม (V)	กระแสเชื่อม (A)	อัตราป้อนลวด (mm/s)	อัตราการไหลก๊าซคลุม (L/min)	อัตราเคลื่อนที่หัวเชื่อม (mm/s)
0.9	1	0.8	15 - 17	65 - 85	38 - 55	9	15 - 17
1.2	1	0.8	17 - 19	80 - 100	51 - 72	9	15 - 17
1.6	1	0.8	17 - 19	90 - 110	63 - 80	12	13 - 15
2.4	1	0.8	18 - 20	110 - 130	80 - 102	12	11 - 13
3.2	1	0.8	19 - 21	140 - 160	118 - 135	12	8 - 11
3.2	1	1.2	20 - 23	180 - 200	89 - 102	12	11 - 14
4.8	1	0.8	19 - 21	140 - 160	118 - 135	12	6 - 8
4.8	1	1.2	20 - 23	180 - 200	89 - 102	12	7.5 - 10
6.4	1	0.8	19 -21	140 - 160	118 - 135	12	4 - 6.5
6.4	1	1.2	20 - 23	180 - 200	89 - 102	12	5 - 7

ที่มา : คู่มือการเชื่อมมิก-แม็ก. หน้า 122.

ตารางที่ 6 น้ำหนักเนื้อโลหะเติมงานเชื่อม (หน่วย x 10^{-4} kg/m) ของลวดเชื่อมขนาดต่าง ๆ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม (mm)	โลหะหรือโลหะเจือ								
	อลูมิเนียม	บรอนซ์อลูมิเนียม 10%	บรอนซ์ซิลิกอน	ทองแดง	ทองแดงเจือนิกเกิล	นิกเกิล	แมกนีเซียม	เหล็กกล้าละมุน	เหล็กกล้าไร้สนิม
0.5	5.5	15.4	17.4	18.3	18.0	18.1	3.5	16.1	16.4
0.6	8.0	22.5	25.2	26.4	26.2	26.2	5.2	23.3	23.7
0.8	12.4	34.8	38.9	41.7	40.4	40.7	8.0	*36.1*	36.7
0.9	16.9	47.4	52.9	55.9	54.9	55.2	10.8	49.0	49.8
1.0	22.1	61.7	69.4	73.3	71.8	69.9	14.2	64.1	65.0
1.2	27.9	78.1	87.7	92.2	90.9	91.3	17.9	80.9	82.5
1.6	52.9	159.5	167.1	175.5	172.2	173.5	33.9	154.1	156.7
2.0	84.2	236.7	264.3	278.9	275.5	277.2	54.2	245.7	249.7
2.4	119.6	331.8	349.6	391.8	388.5	388.5	76.1	344.4	249.6
3.2	216.5	606.1	678.4	721.5	710.2	710.2	139.9	631.3	840.2
4.0	324.7	947.0	1057.1	1108.6	1136.4	1136.4	216.4	988.1	1010.1
4.8	473.5	1336.9	1515.2	1567.4	1567.4	1567.4	305.1	1377.7	1420.5
6.4	874.1	2392.3	2673.8	2840.9	2840.9	2840.9	561.2	2525.3	2525.3

ที่มา : คู่มือการเชื่อมมิก-แม็ก. หน้า 170.

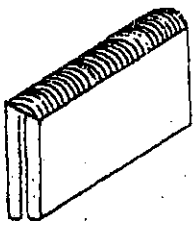
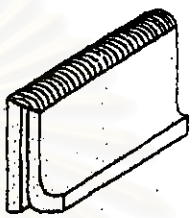
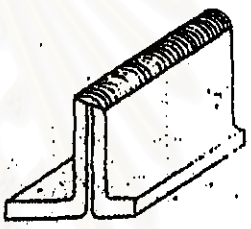
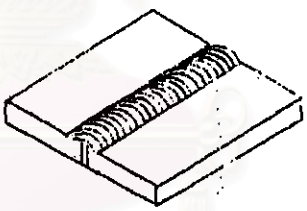
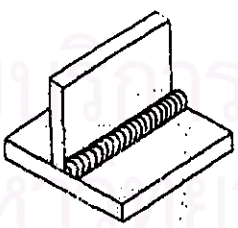
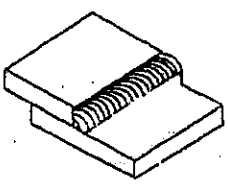
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ความยาวงานเชื่อมของตัวถัง

ลักษณะตัวถัง	ตำแหน่งแนวเชื่อม	ความยาวแนวเชื่อม		
		(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(เมตร)
ตัวถังหม้อแห้ง	เหล็กฉากโครงก้นถัง	= (50 x 2) x4	= 400	
100 KVA	เหล็กรางฐานตัวถัง	= (180 x 8) + (50 x 8)	= 1600	
		รวม	= 2000	~ 2.0
ตัวถังกลม	แผ่นตัวถัง	= H = 750	= 750	
30 kVA	ก้นถัง	= Pi x D = 3.1416 x 415	= 1304	
	หูแขวนเสา	= (70 x 2) x 2	= 280	
		รวม	= 2334	~ 2.5
ตัวถังทั่วไป	ก้นถัง	= (400 + 250 + 250) x 2	= 1800	
250 kVA	ครีบ - ขอบปาก	= (400 + 1200) x 2	= 3200	
	ครีบ - ก้นถัง	= (400 + 1200) x 2	= 3200	
	ครีบ - ครีบ	= 1000 x 4	= 4000	
			= 12200	~ 12.0

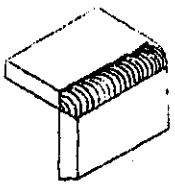
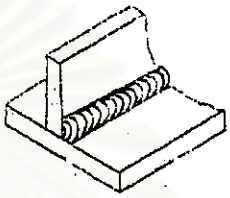
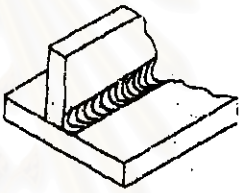
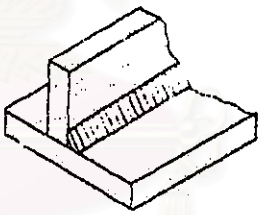
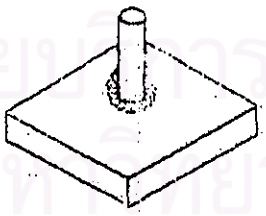
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 แนวเชื่อมและสัญลักษณ์ที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่

ลำดับที่	ชื่อรอยต่อของแนวเชื่อม	รูปลักษณะรอยต่อ	สัญลักษณ์
1	แนวต่อขอบตรง		
	แนวต่อขอบพับด้านเดียว		
	แนวต่อขอบพับ 2 ด้าน		
2	แนวต่อชน		
3	แนวต่อฉาก		
4	แนวต่อเกย		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

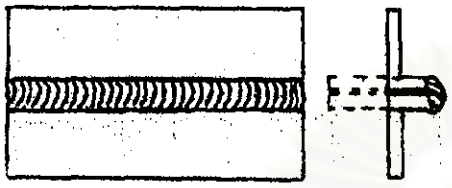
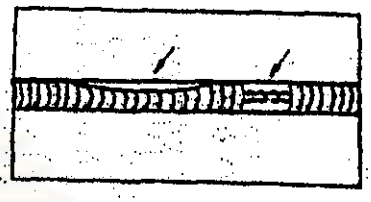
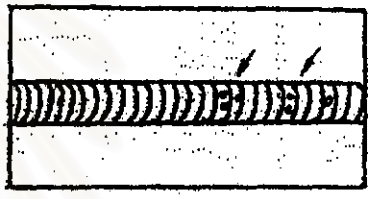
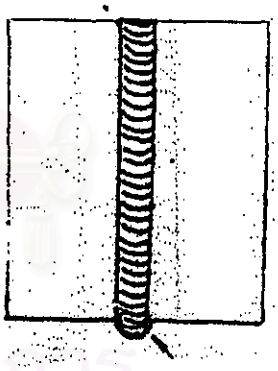
ตารางที่ 8 แนวเชื่อมและสัญลักษณ์ที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่ (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อรอยต่อของแนวเชื่อม	รูปลักษณะรอยต่อ	สัญลักษณ์
5	แนวต่อมุม		
6	แนวเชื่อมผิวนูน		
7	แนวเชื่อมผิวเว้า		
8	แนวเชื่อมผิวเรียบ		
9	แนวเชื่อมรอบ		
10	แนวเชื่อมเจียรทับ	----------	G

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ตัวอย่างงานเชื่อมที่มีคุณภาพและไม่มีคุณภาพ

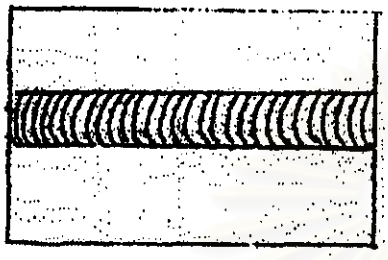
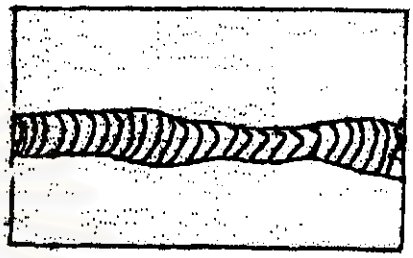
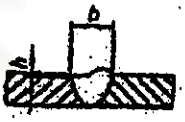
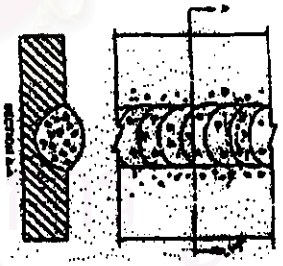
(1) แนวเชื่อมแบบต่อขอบ (Edge Joint)

แนวเชื่อมที่มีคุณภาพ	แนวเชื่อมที่ไม่มีคุณภาพ
	1. แนวเชื่อมไม่เต็มแนว  2. แนวเชื่อมเป็นฟองอากาศ  3. แนวเชื่อมย้อยที่จุดปลายแนวเชื่อม 

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ตัวอย่างงานเชื่อมที่มีคุณภาพและไม่มีคุณภาพ (ต่อ)

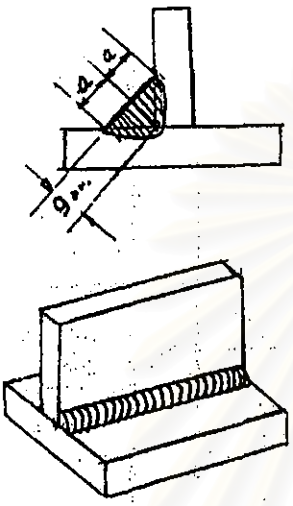
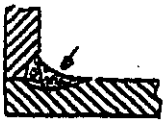
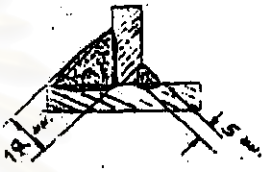
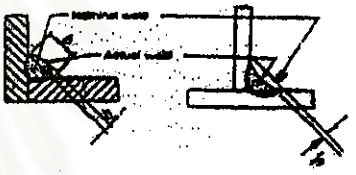
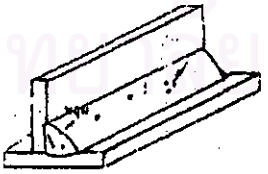
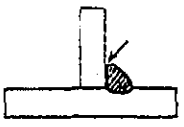
(2) แนวเชื่อมแบบต่อชน (Butt Joint)

แนวเชื่อมที่มีคุณภาพ	แนวเชื่อมที่ไม่มีคุณภาพ
	1. แนวเชื่อมกว้างไม่สม่ำเสมอ  2. แนวเชื่อมเอียง  3. แนวเชื่อมขอบแหว่ง (Undercut) 4. แนวเชื่อมมีเม็ดโลหะและเป็นฟองอากาศ 

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ตัวอย่างงานเชื่อมที่มีคุณภาพและไม่มีคุณภาพ (ต่อ)

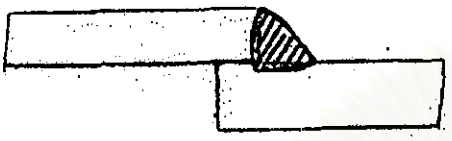
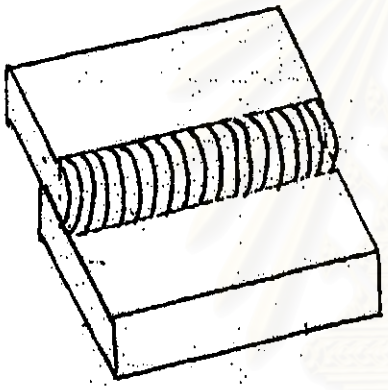
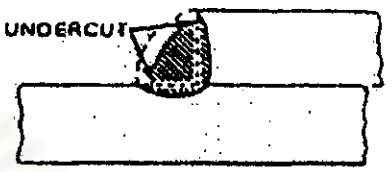
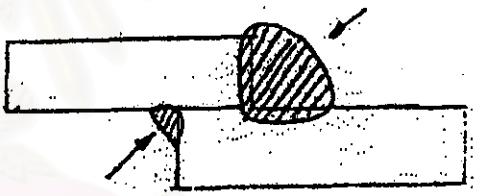
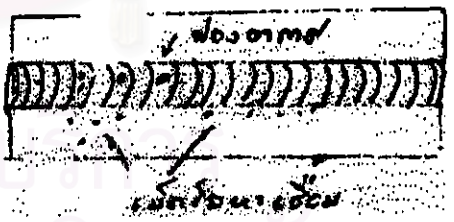
(3) แนวเชื่อมแบบต่อฉาก (T - Joint)

แนวเชื่อมที่มีคุณภาพ	แนวเชื่อมที่ไม่มีคุณภาพ
	1. แนวเชื่อมเอียงไปทางชิ้นงานหนึ่งมากเกินไป  2. แนวเชื่อมมีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป  3. แนวเชื่อมเว้าหรือนูนเกินไป  4. แนวเชื่อมขอบแหว่ง 5. แนวเชื่อมมีเม็ดโลหะ 6. แนวเชื่อมมีฟองอากาศ  7. แนวเชื่อมหลอมไม่สมบูรณ์ 

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างงานเชื่อมที่มีคุณภาพและไม่มีคุณภาพ

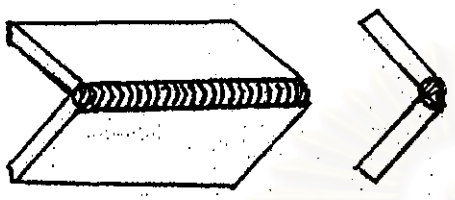
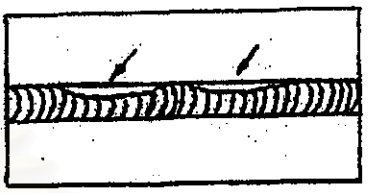
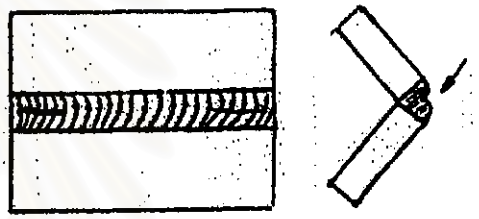
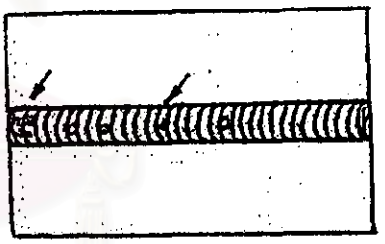
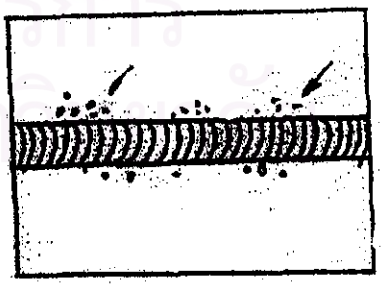
(4) แนวเชื่อมแบบต่อเกย (Lap Joint)

แนวเชื่อมที่มีคุณภาพ	แนวเชื่อมที่ไม่มีคุณภาพ
 	1. แนวเชื่อมขอบแหว่ง (Undercut)  2. แนวเชื่อมเอียงไปด้านใดด้านหนึ่งมากเกินไป 3. แนวเชื่อมเล็กหรือใหญ่เกินไป  4. แนวเชื่อมมีเม็ดโลหะ และ/หรือ ฟองอากาศ 

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างงานเชื่อมที่มีคุณภาพและไม่มีคุณภาพ

(5) แนวเชื่อมแบบต่อมุม (Corner Joint)

แนวเชื่อมที่มีคุณภาพ	แนวเชื่อมที่ไม่มีคุณภาพ
	1. แนวเชื่อมไม่เต็มแนว  2. แนวเชื่อมยุบตรงกลางแนว  3. แนวเชื่อมเป็นฟองอากาศ  4. แนวเชื่อมมีเม็ดโลหะ 

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.
ข้อมูลเกี่ยวกับงานสี

ตารางที่ 1 พื้นที่ผิวเคลือบของตัวถัง

ลักษณะตัวถัง	ตำแหน่งงาน	พื้นที่ผิวเคลือบ		
		(m^2)	ภายนอก (m^2)	ภายใน (m^2)
ตัวถังหม้อแห้ง 100 kVA	แผ่นตัวถัง หน้า-หลัง	= (1 x 1.1) x 2	= 2.20	
	แผ่นตัวถัง ซ้าย-ขวา	= (0.7 x 1) x 2	= 1.40	
	ก้นถัง	= (0.7 x 1.1)	= 0.77	
	ฝาถัง	= (0.7 x 1.1)	= 0.77	
		รวม	= 5.14	
			~ 5	~ 5
ตัวถังกลม 30 kVA	แผ่นตัวถัง	= Pi x D x H		
		= 3.1416 x 0.415 x .750	= 0.98	
	ก้นถัง	= Pi x (D / 2) ^{2}		
		= 3.1416 x (0.415 / 2) ^{2}	= 0.14	
	ฝาถัง	= Pi x (D / 2) ^{2}		
		= 3.1416 x (0.450 / 2) ^{2}	= 0.16	
		รวม	=1.28	
			~ 1.5	~ 1.5
ตัวถังทั่วไป 250kVA	ขอบปาก	= 2 [2 (0.040x0.480)		
		+ 2 (0.040x1.2)]	= 0.27	
	ก้นถัง	=2(0.250x0.400)		
		+ [(0.250+0.400+0.250) x 1.2]	= 1.28	
	ครีบด้านยาว	= [2HN$_1$ + (N$_1$-1)P +2E] x W		
	N$_1$ = 28	= [(2x0.400x28) + {(28-1)		
		x0.040} + (2x0.060)] x 0.900	= 21.24	
	ครีบด้านกว้าง	= [2HN$_2$ + (N$_2$-1)P +2E] x W		
	N$_2$ = 8	= [(2x0.400x8) + {(8-1)x0.040}		
		+ (2x0.060)] x 0.900	= 6.12	
		รวม	= 28.91	
			~ 30	~ 30

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของวาร์นิช

ชนิด	วาร์นิชเงา TOP DV-5
คุณลักษณะ	เป็นวาร์นิชเงาใสประเภทอัลคีดเรซิน ชนิดแห้งเร็ว มีความเงาสูง มีคุณสมบัติในการใช้งานดีเยี่ยม มีความทนทานต่อสภาพลม ฟ้า อากาศสูงมาก มีความทนทานต่อกรด ด่าง และ Gasoline มีความทนทานต่อความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 110 °C มีการยึดเกาะผิวโลหะดีมาก จึงเหมาะสำหรับใช้งานเคลือบผิวของโลหะ
ข้อมูลจำเพาะ	
สี	ใส
ความเงามัน	เงามากกว่า 100%
ความถ่วงจำเพาะ (ที่ 20 °C)	0.90 - 1.00
ความหนืด (ที่ 25 °C)	2:00 - 2:30 min / Ford Cup #2
ความยึดเกาะ	100 / 100
เนื้อสี (โดยปริมาตร)	45 - 50%
ข้อมูลการใช้งาน	
วิธีการเคลือบ	แปรงทาสี หรือ เครื่องพ่น
ความหนาของฟิล์มแห้ง	35 - 40 ไมครอน
เนื้อที่ที่ทาได้	พ่น 0.08 L/m^2
	แปรงทา 0.10 L/m^2
ระยะเวลาแห้ง (ที่ 30 °C)	
แห้งสัมผัสได้	20 - 30 นาที
แห้งทาทับได้	2 - 3 ชั่วโมง
แห้งใช้งานได้	8 - 10 ชั่วโมง
ทินเนอร์ที่ใช้ผสมเจือจาง	ทินเนอร์ T-0010
อัตราส่วนการผสมเจือจาง	พ่น วาร์นิชเงา 1 ส่วน ต่อทินเนอร์ 1 ส่วน
	แปรงทา วาร์นิชเงา 3 ส่วน ต่อทินเนอร์ 1 ส่วน
วิธีการเตรียมพื้นผิว	
	พื้นผิวที่จะทาหรือพ่น ต้องแห้งสะอาด ปราศจากฝุ่นละออง และคราบไขมัน ถ้าเป็นโลหะผิวของโลหะต้องไม่เป็นสนิม ถ้ามีสนิมจะต้องใช้กระดาษทรายขัดสนิมออกให้หมด ก่อนจะทาหรือพ่น

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของสีรองพื้น

ชื่อการค้า	โบเดแลค 1000 ลองออยล์ อาร์/แอล อาร์/โอ ไพรเมอร์
ชนิด	เป็นสีรองพื้นกันสนิมที่ทำจาก ลองออยล์ อัลคีด เรซิน กับ ผงสีเรดเลด และผงสีเหล็กออกไซด์
การใช้งาน	เป็นสีรองพื้นกันสนิมเอนกประสงค์ ใช้สำหรับตกแต่งทั้งภายในและภายนอกของชิ้นงานเหล็กและโลหะทั่วไป
คุณสมบัติพิเศษ	มีการยึดเกาะที่ดี ทนต่อสภาพอากาศได้ดี
ลักษณะที่ปรากฏ	สีด้าน
สี	สีน้ำตาลแดง
ระยะเวลาแห้ง (ที่ 30 °C)	สีแห้งที่ผิว 20 - 30 นาที สีแห้งแข็ง 4 ชั่วโมง สีแห้งทาทับได้ มากกว่า 16 ชั่วโมง
ความหนาของฟิล์มสี	25 - 30 ไมครอน ต่อ ครั้ง
ปริมาณการทาผิว	การพ่น 0.15 ลิตร ต่อ ตารางเมตร ต่อครั้ง การทา 0.20 ลิตร ต่อ ตารางเมตร ต่อครั้ง
ทินเนอร์	โบเดแลค 1000 ทินเนอร์ หรือ โบเดแลค 1000 ลองออยล์ ทินเนอร์
ขนาดบรรจุ	1 แกลลอน = 3.785 ลิตร 5 แกลลอน = 18.925 ลิตร
การเตรียมพื้นผิว	• พื้นผิวต้องสะอาดและแห้งสนิท ปราศจากฝุ่นละออง คราบสกปรก คราบไขมัน และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ • หลังจากทำความสะอาดพื้นผิวดีแล้ว ให้รีบเคลือบผิวทันทีด้วยสีรองพื้นที่กำหนดไว้ • สำหรับฟิล์มสีเก่า ให้ขูดออกให้หมดจนเห็นผิวเดิม จากนั้นให้ทำความสะอาดด้วยแปรงลวดหรือกระดาษทราย แล้วรีบทาสีทับทันที
การเตรียมสี	หลังจากคนสีให้เข้ากันดีแล้ว ควรเจือจางด้วยทินเนอร์ประมาณ 5% เมื่อต้องการเคลือบสีด้วยการทาแปรง และเจือจางประมาณ 10-15% เมื่อต้องการใช้เครื่องฟนสี
วิธีการเคลือบสี	แปรง ลูกกลิ้ง เครื่องฟนสี
หมายเหตุ	ค่าตัวเลขต่าง ๆ เป็นเพียงค่าเฉลี่ยสำหรับอ้างอิงเท่านั้น ตัวเลขใช้งานจริงอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของสีเคลือบเงา

ชื่อการค้า	โบเดแลค 1000 ลองออยล์ อาร์/เอส เกรย์
ชนิด	เป็นสีเคลือบเงาที่ทำจาก ลองออยล์ อัลคีด เรซิน
การใช้งาน	ใช้สำหรับตกแต่งทั้งภายในและภายนอกของชิ้นงาน ไม่ว่าจะเป็นไม้หรือเหล็ก ตลอดจนสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ หรืออยู่ริมทะเล
คุณสมบัติพิเศษ	ให้ฟิล์มสีที่มีความเงางาม มีการยึดเกาะที่ดี มีความทนทานต่อเชื้อราและสารเคมี สามารถเช็ดล้างทำความสะอาดได้ง่าย
ลักษณะที่ปรากฏ	เงา
สี	เทา
ระยะเวลาแห้ง (ที่ 30 °C)	สีแห้งที่ผิว ภายใน 1 ชั่วโมง สีแห้งแข็ง ภายใน 6 ชั่วโมง สีแห้งทาทับได้ มากกว่า 16 ชั่วโมง
ความหนาของฟิล์มสี	25 - 30 ไมครอน ต่อ ครั้ง
ปริมาณการทาผิว	การพ่น 0.12 ลิตร ต่อ ตารางเมตร ต่อครั้ง การทา 0.15 ลิตร ต่อ ตารางเมตร ต่อครั้ง
ทินเนอร์	โบเดแลค 1000 ทินเนอร์ หรือ โบเดแลค 1000 ลองออยล์ ทินเนอร์
ขนาดบรรจุ	1 แกลลอน = 3.785 ลิตร 5 แกลลอน = 18.925 ลิตร
การเตรียมพื้นผิว	• พื้นผิวต้องสะอาดและแห้งสนิท ปราศจากฝุ่นละออง คราบสกปรก คราบไขมัน และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ • พื้นผิวก่อนทาสี ควรมีการเคลือบสีรองพื้นที่เหมาะสมก่อน
การเตรียมสี	หลังจากคนสีให้เข้ากันดีแล้ว ควรเจือจางด้วยทินเนอร์ประมาณ 5% เมื่อต้องการเคลือบสีด้วยการทาแปรงหรือลูกกลิ้ง และเจือจางประมาณ 10% เมื่อต้องการใช้เครื่องพ่นสี
วิธีการเคลือบสี	แปรง ลูกกลิ้ง หรือ เครื่องพ่นสี
หมายเหตุ	ค่าตัวเลขต่าง ๆ เป็นเพียงค่าเฉลี่ยสำหรับอ้างอิงเท่านั้น ตัวเลขใช้งานจริงอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

ตารางที่ 5 ระเบียบการวิธีปฏิบัติงานเรื่อง การผสมสี สำหรับงานพ่นสี

1) ผู้ใช้

พนักงานในแผนกช่างสี

2) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. ถังเปล่า
2. ไม้กวนสี
3. ถ้วยตวง (ลิตร)
4. ถ้วยวัดความหนืดสี
5. นาฬิกาจับเวลา

3) ข้อควรระวัง

1. ทำการกวนสีให้เข้ากันทุกครั้ง ก่อนนำไปใช้งาน
2. ควรล้างเนื้อสีออกจาก เครื่องมือที่ใช้งาน ให้สะอาดทุกครั้ง เมื่อเลิกใช้งาน

4) คำสั่งปฏิบัติงาน

1. ทำการตวงสีและสารทำละลายด้วยถ้วยตวง ลงในถังเปล่าในอัตราส่วนการผสม ดังตาราง
2. กวนให้สีและสารละลายให้เข้ากันด้วยไม้กวนสี ประมาณ 3 นาที
3. ทำการวัดความหนืดสีด้วยถ้วยวัดความหนืดสี โดยใช้นิ้วอุดรูที่ก้นถ้วยวัดความหนืด แบ่งสีที่ผสมเรียบร้อยแล้วเทลงในถ้วยวัดความหนืดให้เต็ม เริ่มทำการจับเวลาพร้อมทั้งปล่อยนิ้วมือที่อุดรู ให้สีไหลออกจากถ้วยวัดความหนืดจนหมด ให้ได้อัตราการไหลของสี ดังตาราง

ประเภทของสี	อัตราผสมสี (ลิตร)			อัตราการไหลสี
	สี	น้ำมันผสมสี	ทินเนอร์	(วินาที/ถ้วย)
สีรองพื้น - แห้งเร็ว	1	-	1	16 ± 2
สีทับหน้า - แห้งเร็ว	1	-	1	13 ± 2
วานิช	4	1	-	21 ± 2
สีรองพื้น - แห้งช้า	4	1	-	21 ± 2
สีทับหน้า - แห้งช้า	4	1	-	35 ± 2

<u>หมายเหตุ</u>

กรณีค่าความหนืดของสีไม่ได้ตามที่กำหนด สามารถเติมสีหรือสารทำละลายได้ตามความเหมาะสม

ตารางที่ 6 ระเบียบการวิธีปฏิบัติงานเรื่อง การผสมสี สำหรับงานราดสี

1) ผู้ใช้

พนักงานในแผนกช่างสี

2) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. ถังเปล่า
2. ไม้กวนสี
3. ตะแกรงกรองสี
4. ถ้วยวัดความหนืดสี
5. นาฬิกาจับเวลา
6. เครื่องราดสี

3) ข้อควรระวัง

1. ทำการกวนสีให้เข้ากันทุกครั้ง ก่อนนำไปใช้งาน
2. ควรล้างเนื้อสีออกจาก เครื่องมือที่ใช้งาน ให้สะอาดทุกครั้ง เมื่อเลิกใช้งาน

4) คำสั่งปฏิบัติงาน

1. ทำการผสมสีและสารทำละลายลงในถังเปล่า ในอัตราส่วนการผสม ดังตาราง
2. กวนให้สีและสารละลายให้เข้ากันด้วยไม้กวนสี ประมาณ 3 - 5 นาที
3. นำสีที่ผสมไว้เทลงอ่างราดสีโดยผ่านตะแกรงกรองสี (รวมทั้งสีผสมที่เหลือจากการใช้งานด้วย)
4. เปิดปั๊มราดสีเพื่อกวนสีให้เข้ากันอีกครั้ง ประมาณ 11 นาที
5. ทำการวัดความหนืดสีด้วยถ้วยวัดความหนืดสี โดยใช้นิ้วอุดรูที่ก้นถ้วยวัดความหนืด แบ่งสีที่ผสมเรียบร้อยแล้วเทลงในถ้วยวัดความหนืดให้เต็ม เริ่มทำการจับเวลาพร้อมทั้งปล่อยนิ้วมือที่อุดรู ให้สีไหลออกจากถ้วยวัดความหนืดจนหมด ให้ได้อัตราการไหลของสี ดังตาราง

ประเภทของสี	อัตราผสมสี (กระป๋อง)			อัตราการไหลสี (วินาที/ถ้วย)
	สี	น้ำมันผสมสี	ทินเนอร์	
วานิช	3	1	-	19 ± 2
สีรองพื้น - แห้งช้า	3	1	-	19 ± 2
สีทับหน้า - แห้งช้า	3	1	-	24 ± 2

หมายเหตุ

1. หน่วยกระป๋องที่ใช้ในการผสมสี คือ กระป๋องขนาด 1 US แกลลอน (เท่ากับ 3.785 ลิตร)
2. กรณีค่าความหนืดของสีไม่ได้ตามที่กำหนด สามารถเติมสีหรือสารทำละลายได้ตามความเหมาะสม

ตารางที่ 7 ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง การพ่นสี

1) ผู้ใช้

พนักงานในแผนกช่างสี

2) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องพ่นสี
2. ห้องพ่นสี
3. แปรงทาสีหรือฟูกัน
4. สายลม
5. หัวเป่าลม
6. กระดาษทราย
7. อุปกรณ์บำรุงรักษาเครื่องพ่นสี เช่น น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

3) ข้อควรระวัง

1. ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลทุกครั้ง ก่อนปฏิบัติงาน
2. ควรตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงาน ให้ปราศจากคราบไขมันหรืออื่น ๆ ก่อนทำการพ่นสีทุกครั้ง
3. ถ้าสีที่ผสมค้างไว้เกิดการแข็งตัวของเนื้อสี ไม่ควรนำมาใช้งาน
4. ควรล้างเนื้อสีออกจาก เครื่องมือที่ใช้งาน ให้สะอาดทุกครั้ง เมื่อเลิกใช้งาน

4) คำสั่งปฏิบัติงาน

1. ต้องทราบก่อนว่าจะทำการพ่นงานอะไร ต้องใช้สีประเภทใด เพื่อเลือกใช้สีที่ผสมไว้ได้อย่างถูกต้อง
2. นำสีที่ผสมไว้แล้ว เทใส่เครื่องพ่นสี
3. ปรับความดันลมที่จะใช้ในการพ่นให้เหมาะสม ดังนี้

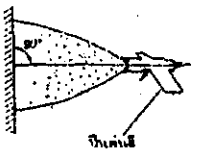
หน่วยความดันลม	สีแห้งช้าเร็ว	สีแห้งช้า / วาร์นิช	หมายเหตุ
bar	3.50	4.00	
Kg / cm^2	3.57	4.07	1.01325 bar = 1.03323 Kg / cm^2
Mpa	0.35	0.40	1.01325 bar = 0.101325 Mpa
Psi	50.80	58.00	1 Psi = 6.894757 Kpa

4. ถือปืนพ่นสีให้เป็นแนวตั้งฉากกับชิ้นงาน โดยมีระยะห่างจากชิ้นงาน ดังนี้
   - 15 - 20 เซนติเมตร สำหรับการพ่นสีแห้งเร็ว
   - 20 - 30 เซนติเมตร สำหรับการพ่นสีแห้งช้า / วาร์นิช
5. เริ่มต้นทำการพ่น โดยรักษาระยะห่างให้คงที่และแนวการเคลื่อนที่ให้ตั้งฉากกับชิ้นงานตลอดการพ่น
6. เมื่อพ่นสีจนสิ้นสุดแนว ให้ย้อนกลับมาพ่นใหม่โดยให้แนวพ่นใหม่เกยกันประมาณ 2 ใน 3 ของความกว้างของแนวพ่นเดิม
7. ตรวจดูความเงาของสีที่พ่น ถ้าสีด้านให้กลับมาพ่นเฉพาะจุดนั้น ๆ
8. ตรวจดูเครื่องพ่นสี ถ้ามีสีเหลือจากการพ่นให้เทใส่ภาชนะที่ใช้ผสมสี และปิดฝาให้เรียบร้อยแล้วทำการแยกเก็บ

ตารางที่ 7 ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง การฟันสี(ต่อ)

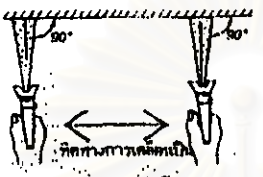
หมายเหตุ เทคนิคในการฟันสี มีดังนี้

1. ตั้งปืนฟ่นให้ตั้งฉากและเดินปืนให้ขนานกับ พื้นผิว ทำให้ฟิล์มสีที่ได้มีความหนาสม่ำเสมอ



ฟ่นสีได้หาก

ฟ่นสีไม่ได้ผล

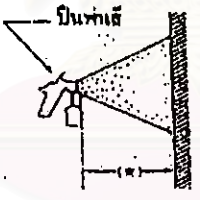


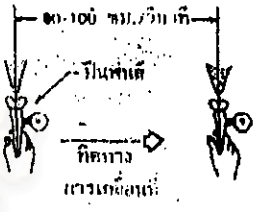
ขนานกับพื้นผิว

เอียงไม่ขนานกับพื้นผิว

2. เปลี่ยนระยะปืนตามชนิดของสีและกระบวนการฟ่นสี (ระยะปืน คือ ระยะทางระหว่างปลายกระบอกปืนฟ่นกับพื้นผิวงานที่ต้องการฟ่นสี)

- ถ้าระยะปืนสั้นเกินไป สีจะไหลย้อยและเกิดการรวมตัวของบรอนซ์เป็นจ้ำ ๆ
- ถ้าระยะปืนยาวเกินไป ทำให้ผิวหน้าของฟิล์มสีหยาบ
- ถ้าระยะปืนไม่สม่ำเสมอ ทำให้ฟิล์มสีมีความเงาและเฉดสีไม่สม่ำเสมอ

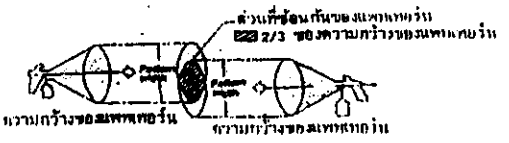




3. ปรับความเร็วของการเดินปืนฟ่นสีตามแนวตั้งและตามแนวนอนให้เหมาะสม ประมาณ 60 - 100 เซนติเมตรต่อวินาที

- ถ้าเดินปืนฟ่นช้าเกินไป ทำให้เกิดสีไหลย้อย
- ถ้าเดินปืนฟ่นเร็วเกินไป ทำให้ฟิล์มสีบาง
- ถ้าเดินปืนไม่สม่ำเสมอ ทำให้ฟิล์มสีมีความเงาและเฉดสีไม่สม่ำเสมอ

4. เดินปืนฟ่นให้ความกว้างของแพทเทอร์นซ้อนกันประมาณ 2/3 หรือมากกว่าจะทำให้ได้ฟิล์มสีที่เรียบและสม่ำเสมอทั้งพื้นผิวงาน ถ้าซ้อนกันน้อยกว่าที่กำหนดจะทำให้ฟิล์มสีมีความเงาและเฉดสีไม่สม่ำเสมอ สีไหลย้อย และสีเป็นจ้ำ ๆ



ตารางที่ 8 ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง การราดสี

1) ผู้ใช้

พนักงานในแผนกช่างสี

2) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. เครื่องฟนสี
2. ลายลม
3. หัวเป่าลม
4. เครื่องราดสี
5. ประแจถอดแผ่นกรอง
6. แปรงทาสีหรือฟูกัน
7. กระดาษกาว
8. กระดาษทราย
9. ตะไบ
10. แผ่นไม้อัด
11. อุปกรณ์บำรุงรักษาเครื่องพ่นสี เช่น น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

3) ข้อควรระวัง

1. ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลทุกครั้ง ก่อนปฏิบัติงาน
2. ควรตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงาน ให้ปราศจากคราบไขมันหรืออื่น ๆ ก่อนทำการพ่นสีทุกครั้ง
3. ควรล้างเนื้อสีออกจาก เครื่องมือที่ใช้งาน ให้สะอาดทุกครั้ง เมื่อเลิกใช้งาน

4) คำสั่งปฏิบัติงาน

1. ทำการเตรียมงานก่อน ดังนี้
   - ถ้าเป็นงานพ่น/ราดสีรองพื้น ให้ตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงานว่าปราศจากคราบไขมันหรืออื่น ๆ ก่อนทำการพ่น/ราดสีทุกครั้ง
   - ถ้าเป็นงานพ่น/ราดสีทับหน้า ให้นำชิ้นงานที่ทำสีรองพื้นเสร็จหลังจาก 16 ชั่วโมงไปแล้ว มาขัดผิวสีด้วยกระดาษทราย และเป่าลมทำความสะอาด
   - ปิดปากถังด้วยแผ่นไม้อัด เพื่อป้องสีเปรอะภายในตัวถัง
2. ต้องทราบก่อนว่าจะทำการพ่น/ราดสีงานอะไร ใช้สีประเภทใด เพื่อเลือกใช้สีที่ผสมไว้ได้อย่างถูกต้อง
3. นำสีที่ผสมไว้แล้ว เทใส่เครื่องพ่นสี และเครื่องราดสี
4. ทำการพ่นสีในบริเวณที่การราดสีไม่ทั่วถึง ได้แก่ ใต้ขอบปากถัง ใต้ครีบตัวถัง และใต้ฐานตัวถัง
5. นำชิ้นงานขึ้นแขวนเหนืออ่างราดสี เพื่อทำการราดสี
6. เมื่อราดสีเสร็จเรียบร้อย ให้รอสีหยดจากชิ้นงานประมาณ 5 นาที แล้วใช้แปรงทาสีปาดสีย้อยที่ด้านใต้ของชิ้นงาน
7. จากนั้นนำชิ้นงานลงพักไว้ในพื้นที่รอสีแห้ง แล้วรอให้สีแห้งอย่างน้อย 16 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปทำงานขั้นต่อไป

ตารางที่ 8 ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง การราดสี(ต่อ)

หมายเหตุ

เมื่อเลิกใช้งานเครื่องราดสีและอ่างราดสี ให้ปฏิบัติดังนี้

1. เปิดเครื่องเพื่อดูดสีออกจากอ่างราดสี เก็บใส่ในภาชนะแยกเก็บ เพื่อนำมาใช้งานต่อไปได้
2. เทน้ำมันผสมสีลงในอ่างราดสีประมาณ 5 ลิตร เดินเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อล้างปั๊มและอ่าง
3. ดูดน้ำมันผสมสีออกจากอ่างราดสี เก็บใส่ภาชนะเพื่อนำไปใช้ล้างเครื่องมือใช้งานอื่น ๆ ได้
4. ปิดเครื่องราดสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

นางสาวจิรชัตร เริงจารุพันธ์ เกิดวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2512 ที่อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2534 และเข้ามาศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2539

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย