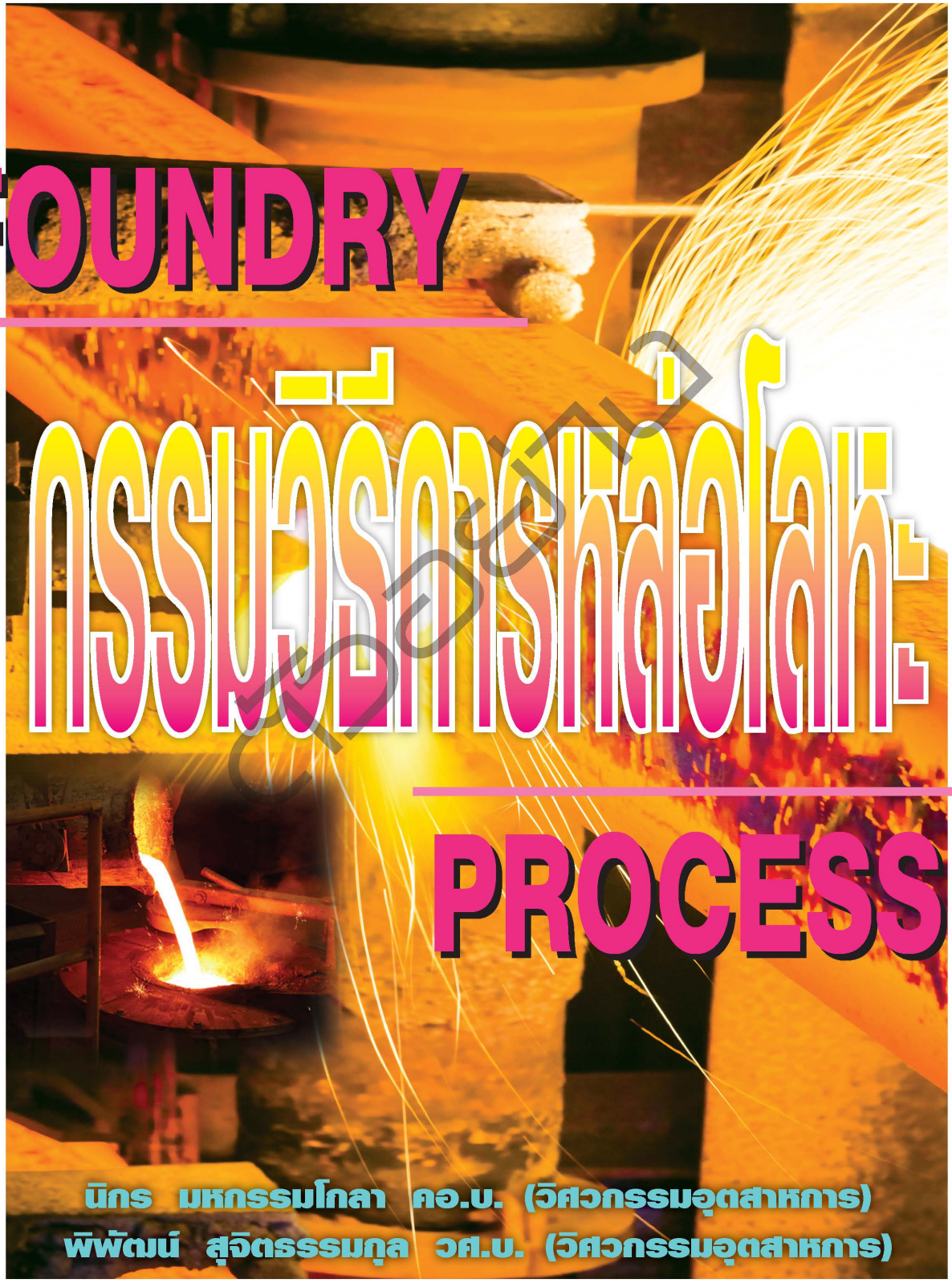
ชื่อหนังสือ กรรมวิธีการหล่อโลหะ
บาร์โค้ด 9789748322766
ISBN 974-8322-76-9



FOUNDRY PROCESS

กรรมวิธีการหล่อโลหะ

นิกร มหกรรมโกลา คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
พิพัฒน์ สุจิตธรรมกุล วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ตัวอย่าง

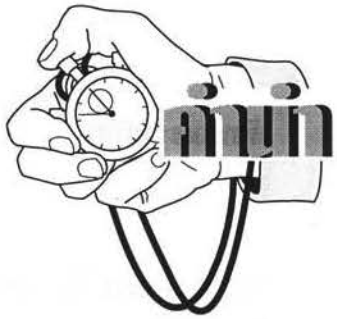
FOUNDRY

กรรมวิธีการหล่อโลหะ

PROCESS

ตัวอย่าง

นิกร มหกรรมโกลา คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
พิพัฒน์ สุจิตธรรมกุล วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)



หนังสือ **กรรมวิธีการหล่อโลหะ (Foundry Process)** รหัส ชก. 4311 จัดทำขึ้นมาเพื่อนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างกลโรงงาน ช่างกลโลหะ เทคโนโลยีอุตสาหการ เทคนิคอุตสาหกรรม สาขางานรองหล่อโลหะ ระดับชั้น ปวช. 3 และ ปวส. 2 (ปวส. หลักสูตร 4 ปี) ซึ่งทางคณะผู้เรียบเรียงได้เขียนเนื้อหาให้ครอบคลุมหลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลและกรมอาชีวศึกษาของทั้งสองสถาบัน

อนึ่งหนังสือเล่มนี้สำเร็จได้ตามความตั้งใจก็ต้องขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ ผศ. ฉัตรชัย เธียรหิรัญ อาจารย์พงษ์วุฒิ สิทธิพล อาจารย์สมศักดิ์ ประเสริฐสุข (หัวหน้าแผนกวิชาหล่อโลหะ) และอาจารย์เทพนารินทร์ ประพันธ์พัฒน์ ที่ได้ให้คำแนะนำมาโดยตลอด

คณะผู้เรียบเรียง
นิกร มหกรรมโกลา
พิพัฒน์ สุจิตธรรมกุล

ตัวอย่าง

ลักษณะรายวิชา

1. รหัสและชื่อ	ชก. 4311 กรรมวิธีการหล่อโลหะ (FOUNDRY PROCESS)
2. สภาพรายวิชา	วิชาชีพเลือกเฉพาะสาขาช่างกลโรงงาน
3. ระดับรายวิชา	ปวช. 3, ปวส. 4 ปี
4. พื้นฐาน	-
5. เวลาศึกษา	36 คาบ ต่อภาคเรียน 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 คาบ/สัปดาห์ และศึกษานอกเวลาอีก 2 คาบ/สัปดาห์
6. หน่วยกิต	2 (2-0-2)
7. จุดมุ่งหมายรายวิชา	1. เข้าใจเกี่ยวกับการหล่อขึ้นงานเบื้องต้น 2. เข้าใจวิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์งานหล่อ 3. เข้าใจหลักการทำกระสวนชนิดต่างๆ 4. เข้าใจหลักการทำแบบหล่อด้วยทราย, ไส้แบบ 5. เข้าใจหลักการหลอมและการเทโลหะ
8. คำอธิบายรายวิชา	ศึกษาเกี่ยวกับการหล่อขึ้นงานเบื้องต้น อุปกรณ์เครื่องมือ หลักการทำกระสวนชนิดต่าง ๆ หลักการทำแบบหล่อด้วยทราย ไส้แบบ การหลอมและการเทโลหะ

ตัวอย่าง

บทที่ 1 การหล่อชิ้นงานเบื้องต้น ——— 7

1.1 การหล่อชิ้นงานเบื้องต้น ——— 7

1.2 ความหมายของกรรมวิธีการหล่อโลหะ ——— 9

1.3 ความสำคัญของกรรมวิธีการหล่อโลหะ ——— 15

1.4 ประวัติของกรรมวิธีการหล่อโลหะ ——— 17

1.5 ความปลอดภัยในกรรมวิธีการหล่อโลหะ ——— 21

แบบฝึกหัดบทที่ 1 ——— 23

บทที่ 2 เครื่องมือ และอุปกรณ์งานหล่อ ——— 25

2.1 เครื่องมือทำแบบหล่อ ——— 25

2.2 หีบหล่อ ——— 31

แบบฝึกหัดบทที่ 2 ——— 35

บทที่ 3 กระสวนชนิดต่าง ๆ ——— 37

3.1 กระสวนงานหล่อ ——— 37

3.2 คุณสมบัติของกระสวน ——— 38

3.3 วัสดุที่นำมาใช้ทำกระสวน ——— 38

3.4 ชนิดของกระสวน ——— 42

3.5 การเผื่อของกระสวน ——— 51

3.6 การกำหนดสัญลักษณ์สีของกระสวน ——— 54

แบบฝึกหัดบทที่ 3 ——— 55

บทที่ 4 การทำแบบหล่อด้วยทราย, ไส้แบบ ——— 57

4.1 ทรายหล่อ ——— 57

4.2 ลักษณะของทรายหล่อ ——— 59

4.3 คุณสมบัติของทรายหล่อที่ดี ——— 60

ตัวอย่าง

4.4 ชนิดของทรายหล่อ ____ 60
4.5 การทดสอบทรายหล่อ ____ 67
4.6 ชนิดของโรงหล่อโลหะ ____ 75
4.7 ชนิดของแบบหล่อโลหะ ____ 82
4.8 ลักษณะของแบบหล่อโลหะ ____ 90
4.9 ไส้แบบ ____ 100
แบบฝึกหัดบทที่ 4 ____ 114

บทที่ 5 การหลอมและการเทโลหะ ____ 116

5.1 เตาหลอมโลหะ ____ 116
5.2 ระบบป้อนจ่าย ____ 132
5.3 การทำความสะอาดชิ้นงานหล่อโลหะ ____ 157
แบบฝึกหัดบทที่ 5 ____ 164

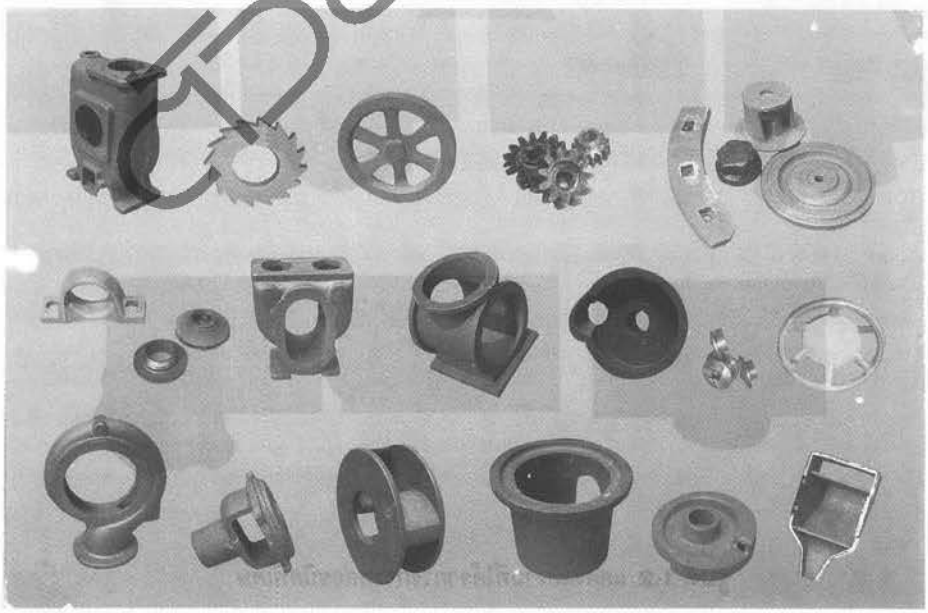
ภาคผนวก A - ข้อสอบปลายภาค วิชากรรมวิธีการหล่อโลหะ ____ **168**
ภาคผนวก B - แบบกระสวนในการฝึกภาคปฏิบัติ วิชากรรมวิธีการหล่อโลหะ ____ **191**
บรรณานุกรม ____ 271

ตัวอย่าง

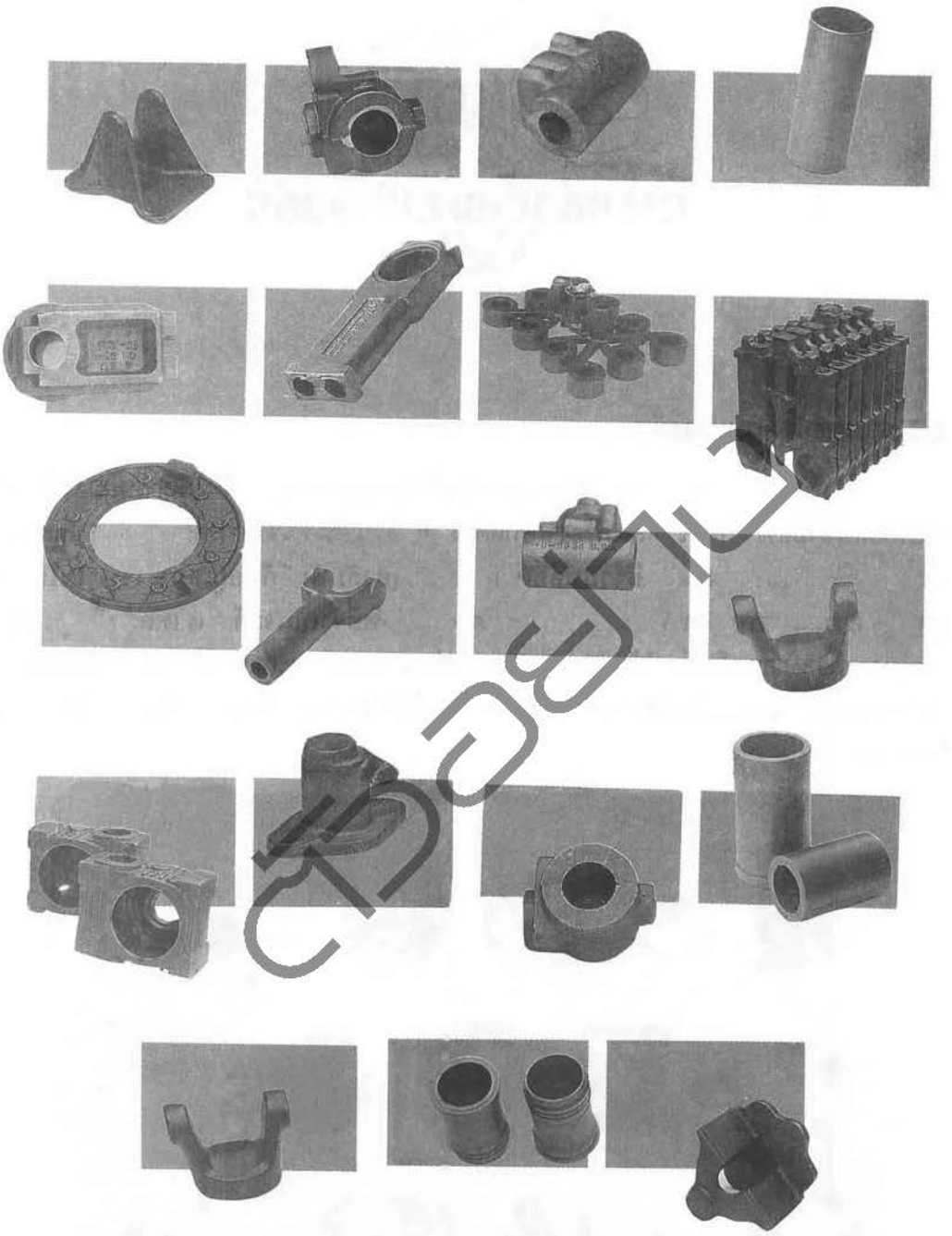
บทที่ 1
การหล่อชิ้นงานเบื้องต้น

1.1 การหล่อชิ้นงานเบื้องต้น

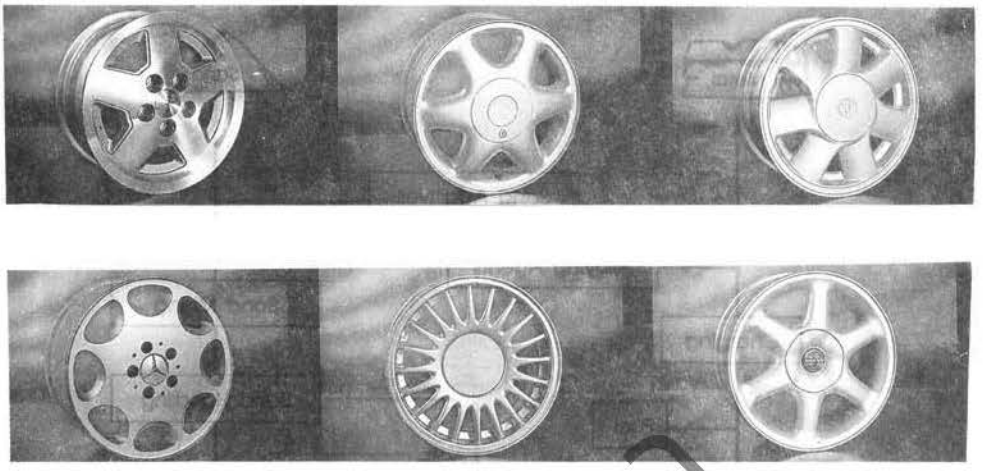
กรรมวิธีการหล่อโลหะ เป็นงานทางช่างที่มีความสำคัญมาก ยิ่งในทุกวันนี้มีสิ่งที่จำเป็นเกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องจักรกลต่าง ๆ ล้วนแล้วต้องทำการสร้างขึ้นมา และสำเร็จเป็นรูปร่างขึ้นมาได้ก็จะต้องมีงานหล่อเข้ามาเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอยู่เสมอ เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ทั้งในและต่างประเทศที่จำเป็นจะต้องมี เพลา เสื้อสูบ เฟือง กระโหลกเพลา ฯลฯ เป็นต้น ได้ถูกหล่อออกมาจากโรงงานหล่อโลหะก่อน แล้วจึงทำการจัดส่งไปยังโรงงานกลึง ไส เจาะและฟิตปรับแต่ง เพื่อทำการตบแต่งให้เป็นรูปร่างลักษณะออกมาตามที่เราจะนำไปใช้งาน



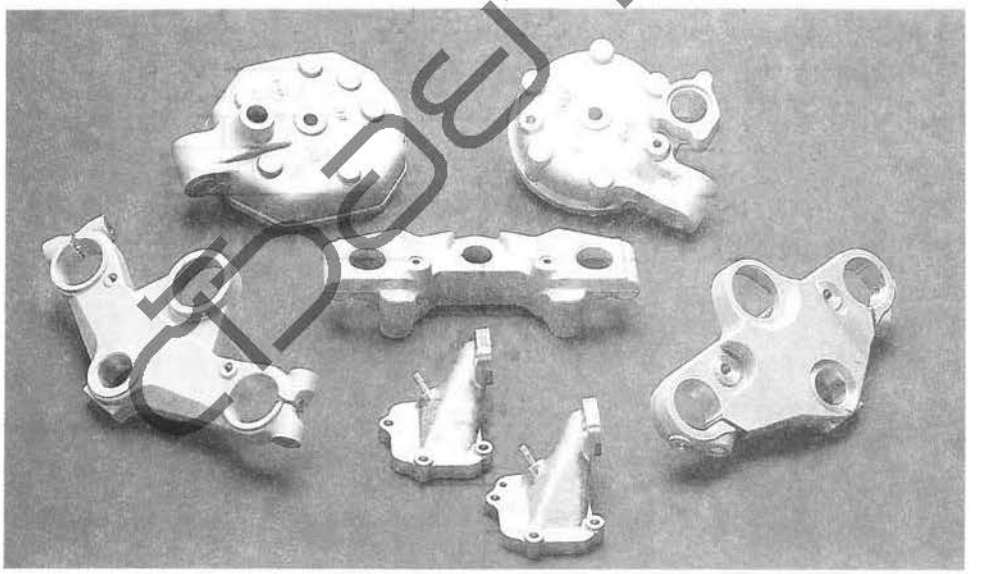
รูปที่ 1.1 *ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากกรรมวิธีการหล่อโลหะ*



รูปที่ 1.2 *แสดงผลงานที่ได้จากวิธีการหล่อชนิดพิเศษ*



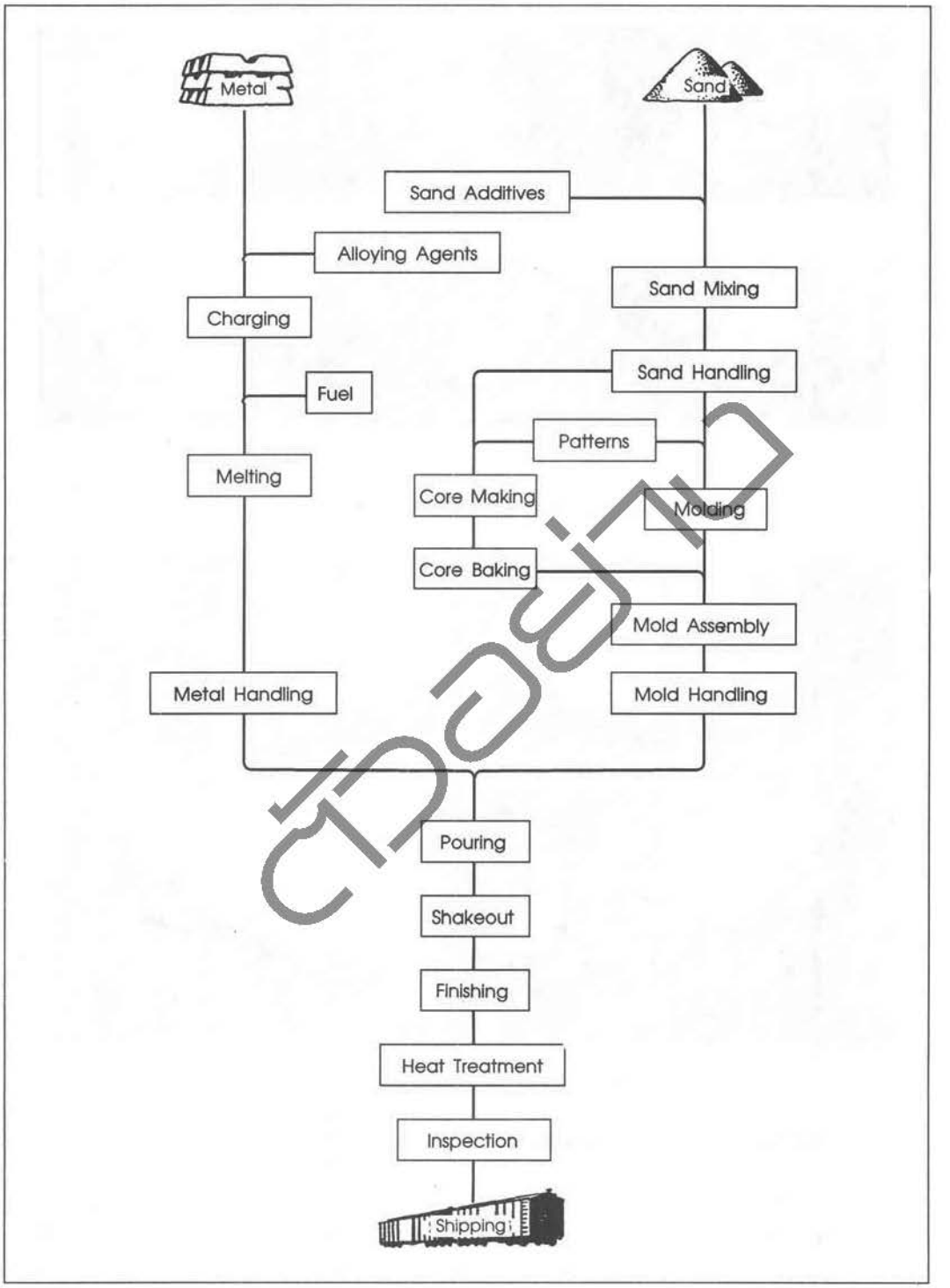
รูปที่ 1.3 *ล้อรถยนต์ที่ผ่านกรรมวิธี Die Casting*



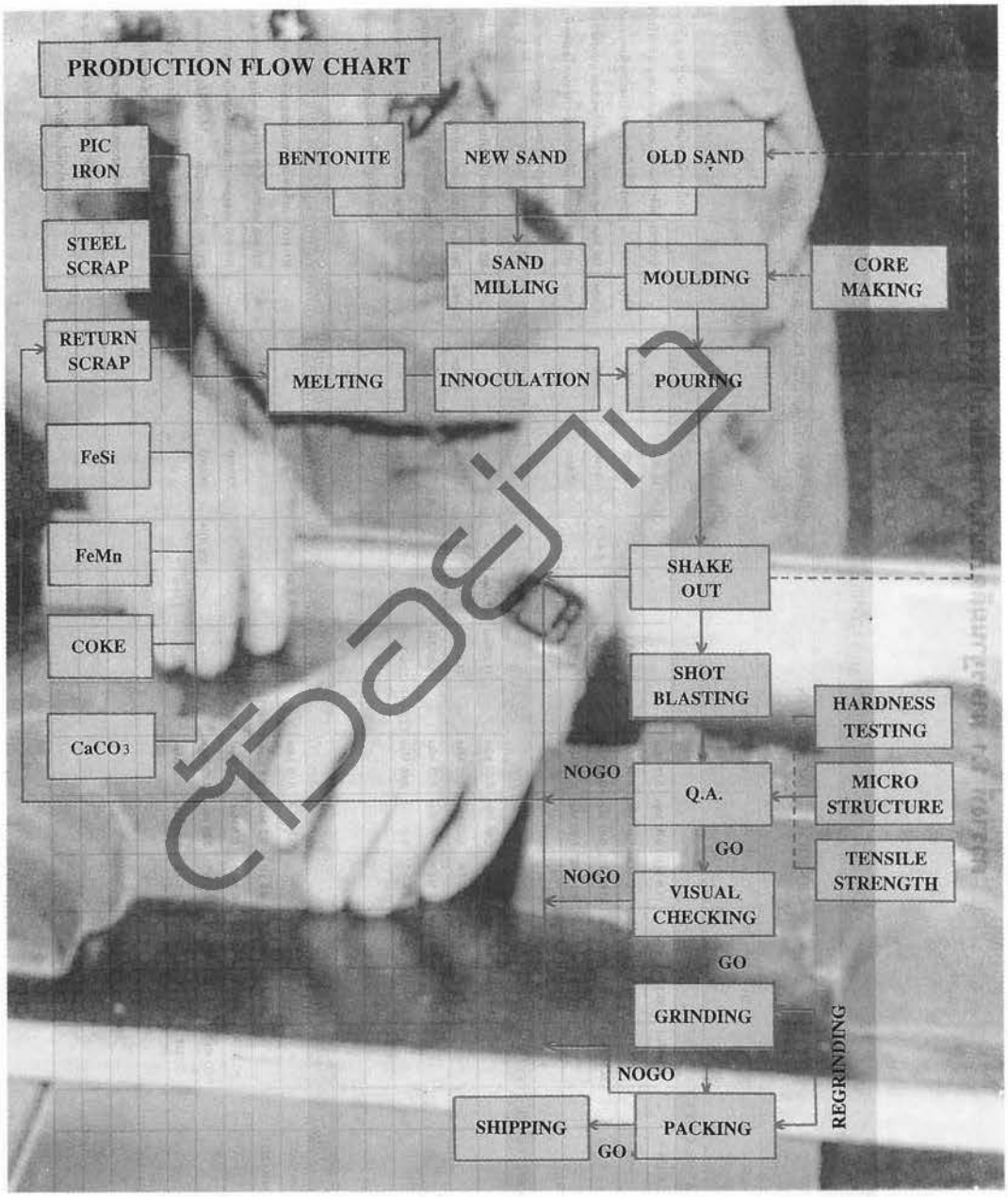
รูปที่ 1.4 *แสดงชิ้นส่วนรถมอเตอร์ไซด์ที่ได้จากงานหล่อ*

1.2 ความหมายของกรรมวิธีการหล่อโลหะ

กรรมวิธีการหล่อโลหะ (Foundry Processes) คือ การทำแบบหล่อ (Molds) การทำกระ-สวนงานหล่อ (Patterns) การเตรียมทรายหล่อ (Sands) การจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ในงานหล่อ (Hand tools) การเตรียมและการหลอมละลายของโลหะที่จะทำการหล่อ (Melting) การทำความสะ: าดโลหะที่ผ่านการหล่อ (Cleaning) รวมถึงการตรวจสอบชิ้นงานหล่อ และการควบคุมคุณภาพ (Inspecting Testing and Quality Control in Foundries) และ ฯลฯ



รูปที่ 1.5 *แผนผังขบวนการหล่อโลหะทั่ว ๆ ไป*



รูปที่ 1.6 *Production Flow Chart*

ตารางที่ 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์งานหล่อรูปพรรณ

STEEL CASTING SPECIFICATIONS มาตรฐานผลิตภัณฑ์งานหล่อรูปพรรณ																	
STANDARD				CHEMICAL COMPOSITION									MECHANIGAL PROPERTIES				MAIN OSAGE
TYPE E.M.I	ASTM	AISI	JIS	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr	%Mo	OTHER	TENSILE STRENGTH kg/mm² N-mm(Kg/mm²)	YIELD STRENGTH kg/mm² N-mm(Kg/mm²)	ELONGATION %	HARDNESS HB	(การใช้งาน(เหล็ก))
WEAR RESISTANCE STEEL CASTINGS																	เหล็กเหนียวชนิดนี้จัดอยู่ในประเภทใช้งานทนต่อการสึกกร่อน
EMISNnH-1	A-126	--	SCMnH-1	0.90-1.30	--	11.0-14.0	0.01 Max	0.03 Max	--	--	--	--	55 Min	--	--	160-220	ได้ดี(Wear resisting steels)เหมาะสำหรับใช้งานสร้างชิ้นส่วน
EMISMnH-11	--	--	SCMnH-11	0.90-1.30	0.8 Max	11.0-14.0	0.07 Max	0.04 Max	--	1.5-2.5	--	--	740(45)	390	20 Min	180 Min	อุปกรณ์ที่ใช้งานทนต่อแรงเสียดสีและแรงกระแทกสูง(Abration
EMISMnH-21	--	--	SCMnH-21	1.0-1.35	0.8 Max	11.0-14.0	0.05 Max	0.04 Max	--	2.0-3.0	--	0.4-0.7	740(40)	440	10 Min	180 Min	and impact forces) ชิ้นส่วน-อุปกรณ์ทั่วไปสำหรับเหล็ก
ACM	--	--	--	0.4-0.5	0.5 Max	0.4-0.60	0.03 Max	0.03 Max	--	2.5-3.5	0.5 Max	--	40 Min	--	35 Min	180 Min	ประเภทนี้คืออุปกรณ์-ชิ้นส่วนเครื่องย่อยหินเครื่องบดปั๊มน้ำที่ใช้สูบ
																	น้ำที่มีกรวดทรายผสมอยู่(Jewcrushers, grinding mills & pumps)
HEAT-WEAR RESISTANCE STEEL CASTINGS																	
EMISHW-1	--	--	--	1.7 Max	1.0 Max	1.0 Max	0.05 Max	0.04 Max		15.0 Max	0.5 Max	--	--	--	--	220 Max	เหล็กเหนียวประเภทนี้มีคุณสมบัติทนต่อความร้อนและการสึก
EMISHW-3	--	--	--	1.5-1.8	1.5 Max	0.8-1.0	0.05 Max	0.05 Max	--	11.0-12.0	--	--	75 Min	40 Min	20 Min	240 Max	กร่อนสูงเหมาะสำหรับใช้งานสร้างชิ้นส่วน-อุปกรณ์ที่ใช้งานใน
EMISHW-4	--	--	--	2.0-2.3	1.5 Max	0.8-1.0	0.05 Max	0.05 Max	--	11.0-12.0	--	--	--	--	--	--	กรณีที่มีแรงเสียดสีและความร้อนสูงควบคู่กันไป(Heat and
EMISHW-5	--	--	--	0.5-0.5	1.5-2.0	0.8-1.2	0.05 Max	0.05 Max	12.0-14.0	25.0-28.0	--	Cu5-8	--	--	--	460-600	Wear resistance)เช่นอุปกรณ์-ชิ้นส่วนพวกรางนำเข้าหรือราง
																	นำส่งเข้าสู่การรีด 500-1000(Entry and exit guides)
CAST IRON																	
EMISWC	With CAST	--	--	2.5-3.5	--	--	0.30 Max	0.03 Max	--	25-30	0.30-0.50	--	--	--	--	500-600	เหล็กหล่อสีเทามีคุณสมบัติถึงง่ายรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ทนต่อ
EMISNiH	NiHARD	--	--	3.0-3.5	0.6-0.8	0.8-1.0	0.2 Max	0.2 Max	4.0-5.0	1.5-2.5	--	--	--	--	--	500-600	แรงกดได้สูง (High damping capacity & high compressive
EMIFC		--	FC 20-30	3.0-3.5	1.8-2.3	0.6-0.8	0.2 Max	0.2 Max	--	--	--	--	200-300	--	--	200-260	strength) ส่วนเหล็กหล่อชนิด "สีขาว" (White cast iron)
EMIFCD		--	FCD 40-70	3.3-3.8	2.2-2.7	0.2-0.5	0.05 Max	0.02 Max	--	--	--	Mg 0.04	400-700	250-480	2-12	200-300	มีคุณสมบัติเหมาะใช้งานที่ต้องการทนต่อการเสียดสีสูง ทนต่อ
Cr2828			Cr2828	2.6-2.8	1.8-1.85	1.8-1.9	0.05 Max	0.02 Max	--	28.0-30.0	1.0 Max	--	50	--	--	550-600	การสึกหรอได้ดีในกรณีใช้งาน ณ อุณหภูมิปกติโดยทั่วไปเหล็ก
																	หล่อสีเทา(Grey Cast Iron)มีอัตราการยืดตัวหรือความเหนียวต่ำ
																	มีแรงดึงต่ำและคุณสมบัติทนต่อแรงกระแทกต่ำ เมื่อเปรียบเทียบ
																	กับคุณสมบัติเหล่านี้กับเหล็กเหนียว(Cast steel)เหล็กหล่อสีเทา
																	จะมีคุณสมบัติต่ำหรือด้อยกว่า

ตัวอย่าง

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

STEEL CASTING SPECIFICATIONS มาตรฐานผลิตภัณฑ์งานหล่อรูปพรรณ

STANDARD				CHEMICAL COMPOSITION									MECHANIGAL PROPERTIES				MAIN OSAGE (การใช้งานเหล็ก)
TYPE E.M.I	ASTM	AISI	JIS	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr	%Mo	OTHER	TENSILE STRENGTH N-mm²(Kg/mm²)	YIELD STRENGTH N-mm²(Kg/mm²)	ELONGATION %	HARDNESS HB	
CARBON STEEL CASTINGS																	
EMISC-42	--	1019	SC 42	0.15-0.23	0.3-0.6	0.5-0.8	0.05 Max	0.05 Max	--	--	--	--	412 (46) Min	206 (23) Min	21-35	130-160	เหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำใช้สำหรับสร้างชิ้นส่วนประเภทเฟือง
EMISC-46	--	1020	SC 46	0.15-0.27	0.3-0.5	0.5-0.8	0.05 Max	0.05 Max	--	--	--	--	451 (46) Min	226 (23) Min	19-30	130-160	ขับ แกนเพลาลูกเบี้ยว เพลาหมุน สลักยึด ฯลฯ
EMISC-49	A148 80-50	1020	SC 49	0.18-0.30	0.3-0.5	0.5-0.8	0.05 Max	0.05 Max	--	--	--	--	481 (49) Min	245 (25) Min	17-25	140-170	เหล็กเหนียวคาร์บอนปานกลาง เหมาะสำหรับใช้สร้างชิ้นส่วน
EMISC C-3	A148 90-50	1045	SCC-3	0.3-0.4	0.3-0.6	0.5-0.8	0.05 Max	0.05 Max	--	--	--	--	520-620(56-65)	265-373 (28-40)	13 Min	143-183	อุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทขนส่งต่าง ๆ สร้างชิ้นส่วน
EMISC C-5	A148 105-85	1050	SCC-5	0.4-0.5	0.3-0.6	0.5-0.8	0.05 Max	0.05 Max	--	--	--	--	620-690(60-70)	244-441 (30-45)	9 Min	163-201	อุปกรณ์เครื่องจักรกลและเครื่องมือสำหรับงานเครื่องมือกลและ
																	งานช่างทั่วไป
																	เหล็กเหนียวคาร์บอนสูงใช้สร้างชิ้นส่วนอุปกรณ์ประเภทต่างๆ
																	สำหรับอุตสาหกรรมประเภทขึ้นรูปต่างๆแบบขึ้นรูปโลหะ แบบตัด
																	โลหะตลอดจนชิ้นส่วนอุปกรณ์ และ เครื่องมือที่ใช้งานเกี่ยวกับ
																	งานขึ้นรูปโลหะ (Metal Forming dies and tools) ซึ่งโดยมาก
																	งานประเภทนี้ต้องการความแข็งสูง (High hardness)
ALLOY STEEL CASTINGS																	
EMISMn-1	--	--	SCMn-1	0.2-0.3	0.3-0.6	1.0-1.6	0.04 Max	0.04 Max	--	--	--	--	540-590(55-60)	275-390(228-40)	17 Min	143-170	เหล็กเหนียวเจือด้วยธาตุผสม(Alioying elements) เหมาะ
EMISMn-2	--	--	SCMn-2	0.25-0.35	0.3-0.6	1.0-1.6	0.04 Max	0.04 Max	--	--	--	--	590-640(60-65)	340-440(35-45)	16 Min	163-183	สำหรับใช้สร้างชิ้นส่วนที่ต้องการใช้งานในกรณีรับแรงบิดและแรง
EMISMn-3	A148 90-60	1043	SCMn-3	0.3-0.40	0.3-0.6	1.0-1.6	0.04 Max	0.04 Max	--	--	--	--	640-690(65-70)	370-490(38-40)	13 Min	170-197	เสียดสีสูง(High torsion and friction forces) เช่น ฟันเฟือง
EMISMn-5	A148 105-85	1050	SCMn-5	0.4-0.50	0.3-0.6	1.0-1.6	0.04 Max	0.04 Max	--	--	--	--	690-740(70-75)	390-540(40-55)	9 Min	183-212	ปรับความเร็วรอบชนิดต่างๆ (Gears and pinions)
EMISMnCr-2	--	--	SCMnCr-2	0.25-0.35	0.3-0.6	1.2-1.6	0.04 Max	0.04 Max	--	0.4-0.8	--	--	590-640(60-65)	370-440(38-45)	13-17	170-183	กระบอกไฮดรอลิกส์ต่างๆ อุปกรณ์ชิ้นส่วนรถแทรกเตอร์
EMISMnCr-3	--	--	SCMnCr-3	0.3-0.4	0.3-0.6	1.2-1.6	0.04 Max	0.04 Max	--	0.4-0.8	--	--	640-690(65-70)	392-490(40-50)	9-13	183-207	รถขุดดินและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในกิจการเกษตรกรรม
EMISMnCr-4	--	50-B-4	SCMnCr-4	0.35-0.45	0.3-0.6	1.2-1.6	0.04 Max	0.04 Max	--	0.4-0.8	--	--	690-740(70-75)	410-540(42-55)	10-15	200-210	(Agricultural machinery and equipment)
EMISMnM-3	--	--	SCMnM-3	0.3-0.4	0.3-0.6	1.2-1.6	0.04 Max	0.04 Max	--	0.2 Max	0.15-0.35	--	690-740(70-75)	390-490(40-50)	13 Min	183-212	
EMISCrM-3	A487 9-Q	4140	SCCrM-3	0.3-0.4	0.3-0.6	0.5-0.8	0.04 Max	0.04 Max	--	0.8-1.2	0.15-0.35	--	690-740(70-80)	440-540(45-60)	9 Min	201-217	

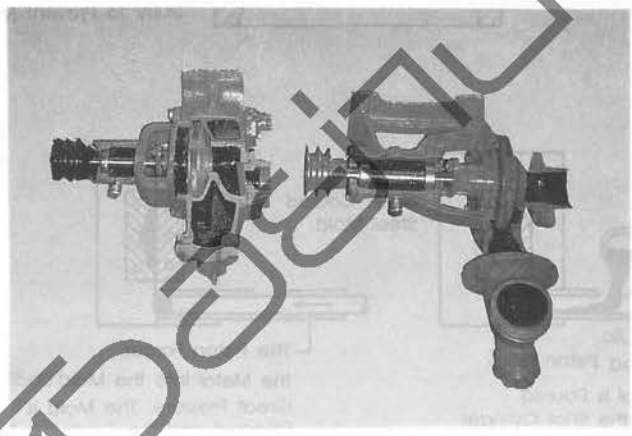
Obsolete

ตารางที่ 1.1 *(ต่อ)*

STEEL CASTING SPECIFICATIONS มาตรฐานผลิตภัณฑ์งานหล่อรูปพรรณ																	
STANDARD				CHEMICAL COMPOSITION									MECHANIGAL PROPERTIES				MAIN OSAGE (การใช้งานเหล็ก)
TYPE E.M.I	ASTM	AISI	JIS	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr	%Mo	OTHER	TENSILE STRENGTH 2 N-mm(Kg/mm 2)	YIELD STRENGTH 2 N-mm(Kg/mm 2)	ELONGATION %	HARDNESS HB	
EMISNCrM-2	A-487 10-N	4340	SCNCrM-2	0.25-0.35	0.3-0.6	0.9-1.5	0.04 Max	0.04 Max	1.6-2.0	0.3-0.9	0.15-0.35	--	780-880(79-89)	--	9 Min	223-269	เหล็กชนิดนี้มีคุณสมบัติทนทานต่อแรงเฉือน เหมาะสำหรับทำแม่พิมพ์ขึ้นรูป
EMISD-61	--	H-13	SKD-61	0.3-0.37	1.0 Max	0.5 Max	0.04 Max	0.04 Max	--	0.4-0.6	1.2-1.4	--	--	--	--	--	
EMISD-11	--	D-2	SKD-11	1.3-1.6	0.4 Max	0.6 Max	0.05 Max	0.05 Max	--	11.0-13.0	0.9-1.2	--	--	--	--	--	
CORROSION RESISTANCE STEEL CASTINGS																	
EMISS-1	(Aol) CA-15	410	SCS-1	0.15 Max	0.15 Max	1.0 Max	0.04 Max	0.04 Max	--	11.5-14.0	--	--	540-620(55)	343-451	18 Min	163-229	เหล็กชนิดมีคุณสมบัติทนทานการสึกกร่อนได้ดีกว่าเหล็กชนิดที่เป็นเหล็กเหนียวมีธาตุเจือโครเมี่ยม-นิกิล(Chromium-Nickel steels)มีโครงสร้างเนื้อโลหะประเภทออสเทนไนต์ (Austenitic Structure)ทนสนิมได้ดีมากโดยเฉพาะการใช้งานในบรรยากาศปกติ มีคุณสมบัติทนต่อสารละลายกรดเจือจางชนิดต่างๆ เหล็กเหนียวเจือชนิดโครเมี่ยม-นิกิลนี้ใช้งานแพร่หลายในการผลิต-สร้างชิ้นส่วนประเภทใบจักรเรือเดินทะเลต่างๆ และอุปกรณ์ชุดกลีบเทอร์ไบค์ของเครื่องยนต์กังหันชนิดต่างๆ (Turbide engines)
EMISS-12	(Aol) CF-20	302	SCS-12	0.20 Max	2.00 Max	2.0 Max	0.04 Max	0.04 Max	8.0-11.0	18.0-21.0	--	--	480(45)	206 Min	28 Min	179-241	
EMISS-14	CF 8M	316	SCS-14	0.08 Max	2.00 Max	2.0 Max	0.04 Max	0.04 Max	10.0-14.0	17.0-20.0	2.1-3.0	--	440(40)	186 Min	28 Min	183 Max	
EMISS-22	--	--	SCS-22	0.08 Max	2.00 Max	2.0 Max	0.04 Max	0.04 Max	10.0-14.0	17.0-20.0	2.0-3.0	--	440(40)	186 Min	28 Min	183 Max	
HEAT RESISTANCE STEEL CASTINGS																	
EMISH-2	(Aol) HC	--	SCH-2	0.4 Max	2.0 Max	1.0 Max	0.04 Max	0.04 Max	1.0 Max	25.0-28.0	--	--	540(35)	--	--	--	เหล็กประเภทนี้เหมาะสำหรับใช้งานสร้างชิ้นส่วน-อุปกรณ์ที่ทนต่อความร้อนเช่น อุปกรณ์เตาหลา เตาอบประเภทต่างๆ และอุปกรณ์-ชิ้นส่วนเครื่องจักรไอน้ำ หัวฉีดน้ำมันเตาหลาต่างๆ อุปกรณ์เตาอบ-ชุบแกลือ คะแกรงเตาเตาและเตาอบ-ชุบต่างๆ เหล็กชนิดนี้สามารถรักษาระดับความแข็งในการใช้งานได้ดีในระดับอุณหภูมิสูงถึง 1000 C°
EMISH-11	(Aol) HD	--	SCH-11	0.4 Max	2.0 Max	1.0 Max	0.04 Max	0.04 Max	4.0-6.0	24.0-28.0	--	--	580(60)	--	--	--	
EMISH-13	(Aol) HH	--	SCH-13	0.2-0.5	2.0 Max	2.0 Max	0.04 Max	0.04 Max	11.0-14.0	24.0-28.0	--	--	490(50)	235(24)	8 Min	--	
EMISH-17	(Aol) HE	--	SCH-17	0.2-0.5	2.0 Max	2.0 Max	0.04 Max	0.04 Max	8.0-11.0	26.0-30.0	--	--	530(55)	580(60)	5 Min	--	
EMISH-21	(Aol) HK30	312	SCH-21	0.25-0.35	1.75 Max	1.5 Max	0.04 Max	0.04 Max	19.0-22.0	23.0-27.0	--	--	440(45)	235(24)	8 Min	--	

Out of Scope

CNC Machine

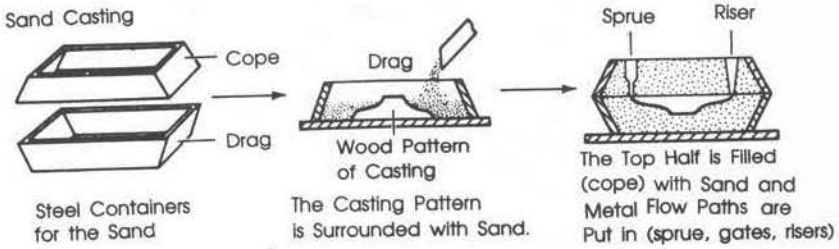


Product (Water Pump)

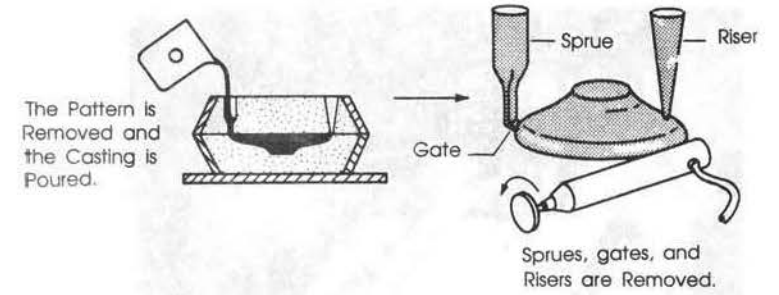
รูปที่ 1.7 *เครื่องมือ เครื่องจักรที่ต้องใช้ร่วมกับกรรมวิธีหล่อโลหะ*

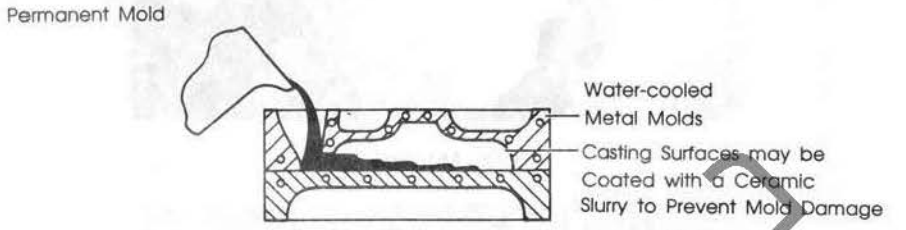
1.3 ความสำคัญของกรรมวิธีการหล่อโลหะ

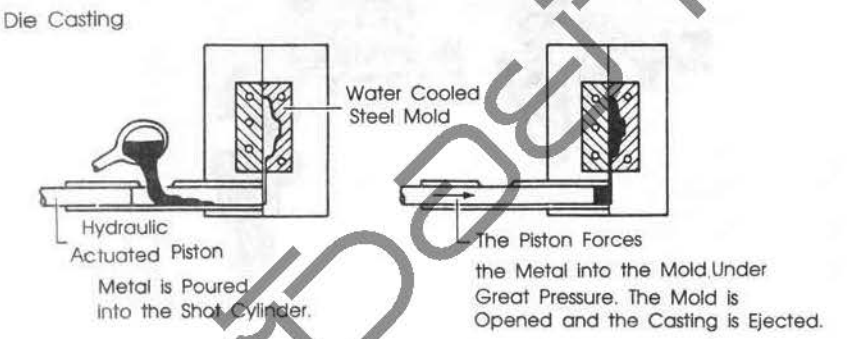
ชิ้นงานหล่อโลหะ คือชิ้นงานที่เราได้จากการเทน้ำโลหะที่กำลังหลอมละลายลงไปในโพรงของแบบหล่อ (Gavity) ที่ได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้าแล้ว หลังจากนั้นก็ปล่อยให้เย็นตัวลงมาจนถึงอุณหภูมิปกติ ก็จะได้รูปร่างของชิ้นงานหล่อที่มีลักษณะเหมือนกับโพรงแบบหล่อ (Gavity) นั่นเอง



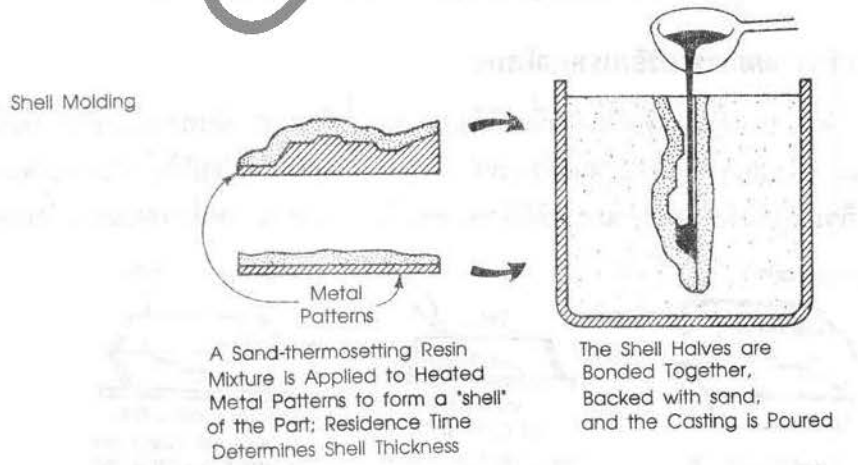
รูปที่ 1.8 *ขบวนการหล่อแบบต่าง ๆ หลาย ๆ แบบ*



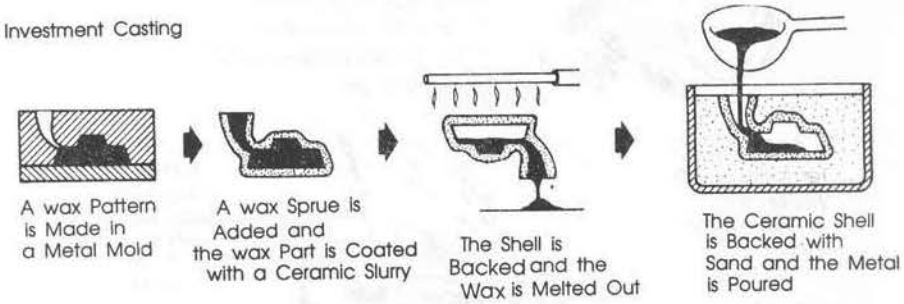


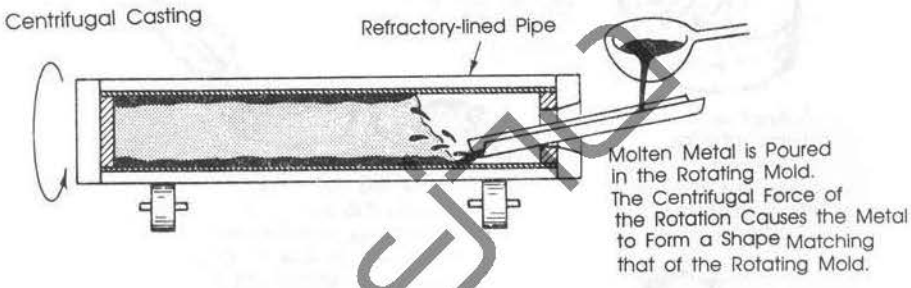


รูปที่ 1.8 *ขบวนการหล่อแบบต่าง ๆ (ต่อ)*



รูปที่ 1.9 *กรรมวิธีการหล่อโลหะชนิดพิเศษแบบต่าง ๆ*



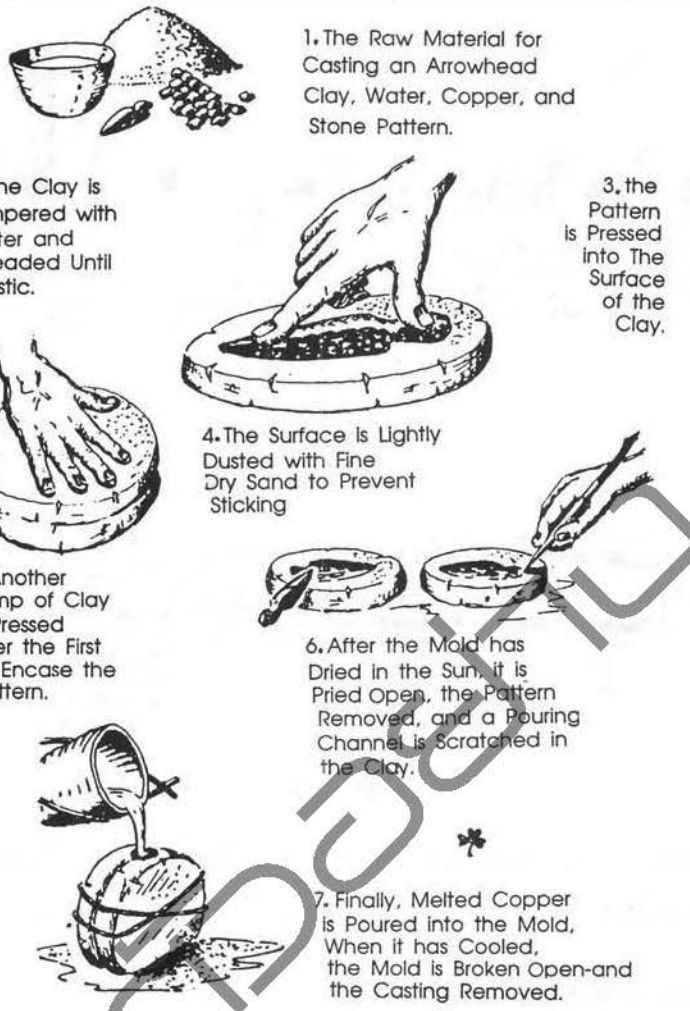


รูปที่ 1.9 *(ต่อ)*

โลหะหล่อจะทำการผลิตได้ตั้งแต่ หนัก 1 ปอนด์ไปจนถึง 1,000 กิโลกรัม หรือหลาย ๆ ตันก็ได้ และอาจจะมีส่วนผสมของโลหะในหลาย ๆ ชนิดก็ได้เช่นกัน

1.4 ประวัติของกรรมวิธีการหล่อโลหะ

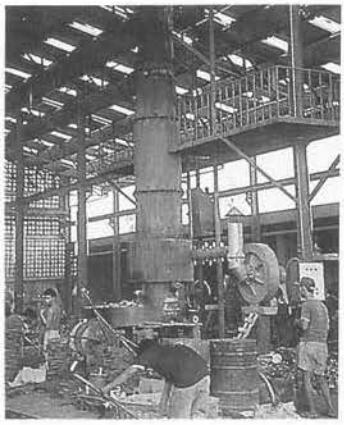
กรรมวิธีการหล่อโลหะ ได้มีการผลิตกันมาเป็นเวลานานมากแล้ว คือประมาณตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ. 200 มาแล้ว ซึ่งกรรมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในสมัยนั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสมัยปัจจุบันนี้ จะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งในหลักการที่สำคัญ ๆ นั้นยังเป็นไปในแนวเดิมอยู่นั่นเอง ซึ่งในปัจจุบันได้มีผู้คิดค้นคว้า หาวิธีการใหม่ ๆ ที่ทันสมัยต่าง ๆ เพื่อนำมาประยุกต์เข้ากันให้มากขึ้นในวงการอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีผลถึงปริมาณในการผลิตได้ในครั้งละมาก ๆ ความสวยงามของผิวที่ได้ก็เรียบมากขึ้น ขนาดในการเผื่อต่าง ๆ ก็มีเพียงน้อยนิด อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงในด้านคุณสมบัติเชิงกลของโลหะให้ดีขึ้นมาเรื่อย ๆ และเรียงขนาดต่าง ๆ เช่น ขนาดเล็ก ๆ ขนาดใหญ่ก็สามารถทำได้เช่นกัน



รูปที่ 1.10 *ขั้นตอนการหล่อแบบพื้นฐาน (ลูกศร)*

Mould Maring

รูปที่ 1.11 *แสดง Process Flow Chart*



Cupola Furnace

Pouring

Inspection

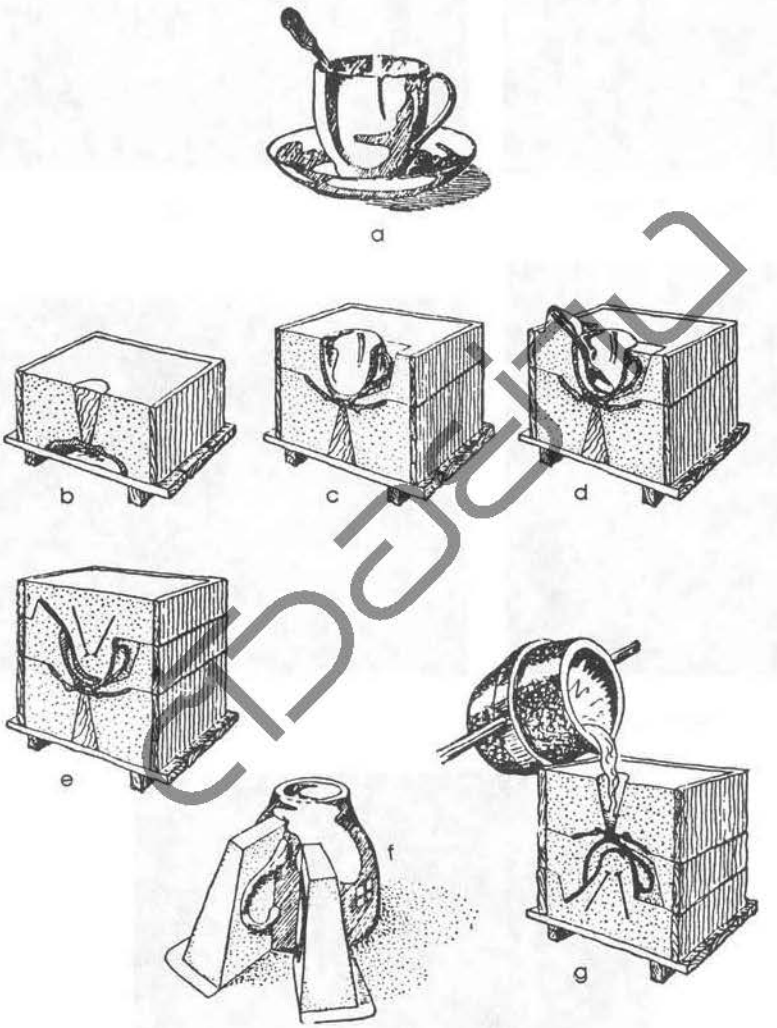
Finishing

Casting Product

รูปที่ 1.11 *(ต่อ)*

ตัวอย่าง

นอกจากนี้แบบหล่อ (Molds) ที่ใช้กันในปัจจุบันนั้นอาจทำจากโลหะ (Metals) ขี้ผึ้ง (Lost-Wax) พลาสติก (Thermoplastic หรือ Thermosetting) ปรอท (Hg) ปูนปลาสเตอร์ (Plaster) เซรามิค (Ceramics) โฟม (Polystyrene) และสารทนความร้อนชนิดอื่น ๆ อีกมากมายหลายชนิด เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการช่วยลดต้นทุนและได้ผลผลิตที่มีคุณภาพขึ้น



รูปที่ 1.12 *แสดง Molds การหล่อถ้วย ช้อนและจานรองตามขั้นตอนโดยละเอียด*

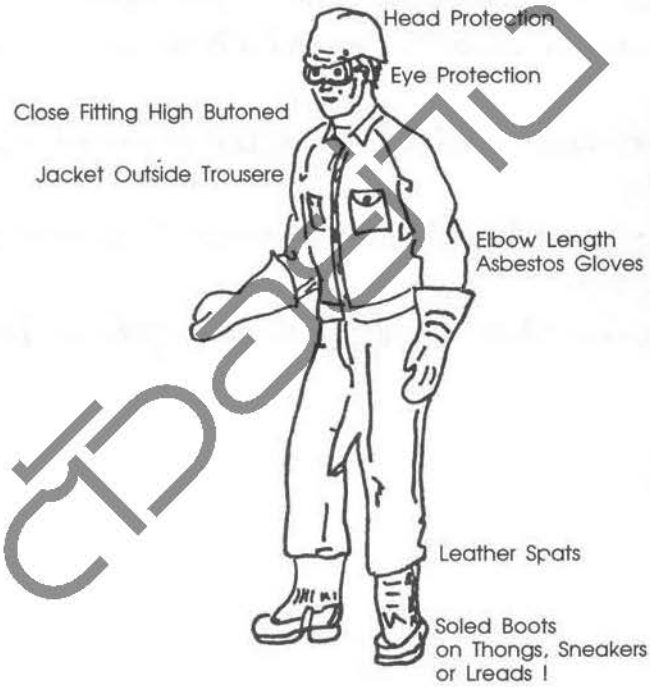
1.5 ความปลอดภัยในกรรมวิธีการหล่อโลหะ

1. จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายสวมใส่ทุก ๆ ครั้ง ที่ลงปฏิบัติงานหล่อ เช่น หน้ากากกรองอากาศ แว่นตาป้องกันอันตราย หน้ากากกันความร้อน และรองเท้าเซฟตี้ (หัวเหล็กและพื้นเสริมใยเหล็ก) เป็นต้น

2. ไม่สวมถุงมือหนังในขณะเทน้ำโลหะเป็นอันขาด เพราะน้ำโลหะอาจจะกระเด็นเข้าไปในถุงมือหนัง และอาจเกิดอันตรายแก่ผู้ยกเบ้าเทได้

3. ถ้าสกัดขี้ตะกรันหรือทำการซ่อมแซมเตา ก็ควรใส่ถุงมือหนังไว้ป้องกันอันตรายได้

4. ต้องใส่สนับแข้งเพื่อป้องกันการกระเด็นของน้ำโลหะร้อน ๆ



รูปที่ 1.13 *แสดงอุปกรณ์สวมใส่เพื่อใช้ป้องกันอันตรายในขณะทำงานด้านหล่อโลหะ*

5. ก่อนเทน้ำโลหะต้องทำการอุ่นเบ้าเป็นเวลานาน ๆ ก่อนทุกครั้ง

6. การถือหรือยกเบ้าเพื่อนำไปเทต้องเดินไปข้างหน้าเสมอ ไม่ควรเดินถอยหลัง หรือวิ่งจะเกิดอันตรายได้

7. ขณะทำการเทลงแบบต้องทิ้งระยะห่างจากแบบพอสมควร เพื่อกันการระเบิด หรือกระเด็นจากน้ำโลหะมาถูกตัว หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายได้

8. อย่าถอดเครื่องนิรภัยจากเครื่องจักรโดยไม่จำเป็นเป็นอันขาด

9. ระวังอย่าให้ท่อพ่นลมหันเข้าหาใบหน้าตัวเองหรือเพื่อนร่วมงาน

10. ควรใช้ตะไบที่มีด้ามเรียบร้อย และสมบูรณ์ในการตบแต่งผิวงานหล่อ

11. หินเจียระไนหรือล้อหินขัด ต้องตรวจตราดูความเรียบร้อยเสียก่อน เช่น สวิตช์ ปลั๊ก และสายไฟ เป็นต้น

12. ต้องคำนึงถึงคติที่ว่า "ปลอดภัยไว้ก่อน" เสมอ

13. อย่าหยอกล้อกันในขณะปฏิบัติงาน

14. บริเวณทำแบบต้องจัดไว้ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

15. ทรายต้องไม่มีความชื้น หรือแห้งมากเกินไป

16. ทรายอย่าทำการกระทุ้งจนแน่นเกินกำลัง เวลาเทจะระเบิดได้

17. เมื่อทำแบบเสร็จสิ้นต้องตรวจตราดูว่า หีบล่าง หีบบน เหล็กทับแบบ แอ่งเท เรียบร้อยดีหรือไม่

18. เมื่อเกิดอุบัติเหตุควรแจ้งผู้คุมงานหล่อโดยทันที เพื่อหาทางแก้ไขและวางมาตรการป้องกันในครั้งต่อ ๆ ไป

19. ในการพลิกกล่องไส้แบบที่มีน้ำหนักมาก ๆ และขนาดใหญ่มาก ๆ ต้องทำให้ถูกวิธี หรืออาจจะใช้อุปกรณ์ช่วยยกก็ได้

20. ก่อนจับแผ่นรองไส้แบบ ควรสังเกตดูก่อนว่ายังร้อนอยู่หรือเปล่า มิฉะนั้นจะทำให้มือพองได้

ตัวอย่าง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับบนข้อที่ถูกที่สุด

1. ขบวนการทำความสะอาดชิ้นงานหล่อ คือข้อใด
   1. Molding
   2. Cleaning
   3. Inspecting
   4. Melting
2. ขบวนการตรวจสอบชิ้นงานหล่อ ตรงกับข้อใด
   1. Molding
   2. Cleaning
   3. Inspecting
   4. Melting
3. กรรมวิธีในการทำแบบหล่อโลหะด้วยทราย มีความหมายตรงกับข้อใด
   1. Molding
   2. Cleaning
   3. Inspecting
   3. Melting
4. ขบวนการ Lost-Wax มีความหมายตรงกับข้อใด
   1. ใช้กระสวนขี้ผึ้งทำแบบ
   2. ใช้กระสวนโฟมทำแบบ
   3. ใช้กระสวนปูนปลาสเตอร์ทำแบบ
   4. ใช้กระสวนเซรามิคทำแบบ
5. โพรงแบบหล่อ ตรงกับข้อใด
   1. Gavity
   2. Patterns
   3. Cores
   4. Sands
6. ไส้แบบ ตรงกับข้อใด
   1. Molds
   2. Patterns
   3. Cores
   4. Sands
7. กระสวน ตรงกับข้อใด
   1. Molds
   2. Patterns
   3. Cores
   4. Sands
8. ทรายหล่อ ตรงกับข้อใด
   1. Molds
   2. Patterns
   3. Cores
   4. Sands

ตัวอย่าง

9. ขบวนการหล่อโลหะได้มีการทำกันมานานแล้วตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ.
   1. 200
   2. 300
   3. 400
   4. 500

10. ขบวนการหลอมโลหะ ตรงกับข้อใด
   1. Molding
   2. Cleaning
   3. Inspecting
   4. Melting

ตัวอย่าง

บทที่ 2
เครื่องมือและอุปกรณ์งานหล่อ

2.1 เครื่องมือทำแบบหล่อ

เครื่องมือทำแบบหล่อ (Hand Tools)

1. *ซองลม (Bellow)* ใช้สำหรับเป่าทรายหรือผงแกรไฟต์ภายในโพรงแบบหล่อ (Gavity)

2. *แปรงขนอ่อน (Brush)* ใช้ปัดสิ่งสกปรกออกจากกระสวน หรือใช้ปัดทรายออกจากหน้าผ่าระหว่างหีบบนกับหีบล่าง ซึ่งเป็นทรายแยกแบบ

3. *ขอเหล็กตักทราย (Lifter)* เหมาะสำหรับใช้ซ่อมแซมผิวหน้า หรือส่วนลึก ๆ ตามซอกมุมของแบบหล่อ หรือใช้ตักทราย หรือสิ่งสกปรกออกจากแบบหล่อ ส่วนใหญ่จะนิยมทำจากเหล็กแข็งแล้วงอปลายให้เป็นมุมฉาก

4. *ถุงฝุ่นผง (Dust Bag)* เป็นถุงใส่ผงแกรไฟต์ ทรายละเอียดหรือทรายแยกแบบ โรยตามผิวหน้าแบบ นิยมทำมาจากผ้าที่มีรูให้เม็ดทรายผ่านได้สะดวก

5. *เหล็กยึดทราย (Gaggers)* เป็นแท่งเหล็กแท่งแบนหรือกลมก็ได้ ที่ปลายข้างเดียวหรือปลายทั้ง 2 ข้าง นิยมดัดงอไว้ด้วย ใช้สำหรับยึดทรายส่วนบนของแบบหล่อให้ยึดติดแน่นอยู่ภายในหีบ ต้องทาน้ำโคลนก่อนใช้งานทุกครั้ง เพื่อผลในการยึดได้ดีนั่นเอง

6. *ช้อนใบไม้ (Heart and Square)* ลักษณะปลายด้านหนึ่งจะทำเป็นรูปใบไม้ ปลายอีกด้านที่เหลือจะทำเป็นลักษณะสี่เหลี่ยม หรือบางทีก็ทำลักษณะคล้ายหัวใจ นิยมใช้แต่งผิวแบบหล่อเมื่อทำการถอดกระสวนเสร็จเรียบร้อยแล้ว

7. *ที่กระทุ้งทรายแบบลิ่ม (Peen Rammer)* นิยมใช้กระทุ้งทรายตามซอก ตามมุมเล็ก ๆ

8. *ที่กระทุ้งทรายด้วยมือ (Hand Rammer)* นิยมใช้ทำแบบบนโต๊ะ ส่วนใหญ่จะมีขนาดสั้น ๆ

9. *ที่กระทุ้งทรายบนพื้น (Floor Rammer)* นิยมใช้ทำแบบขนาดใหญ่บนพื้นโรงหล่อ และมักจะมีขนาดยาวกว่าที่กระทุ้งทรายด้วยมือ

ตัวอย่าง

10. ตะแกรง (Hand Riddles) ตะแกรงลักษณะกลม มีกรอบ ทำด้วยโลหะหรือไม้ก็ได้ จะใช้ในการร่อนทราย

11. กระสวนรูเท (Sprue Pin) เป็นไม้กลม ๆ ผิวลาดเอียงลงมา ใช้วางในหีบหล่อชั้นบน (Cope) เมื่อใส่ทรายลงไปรอบ ๆ หลังจากกระทุ้งเสร็จก็ทำการดึงออก

12. ที่ตัดรูเท (Sprue Cutter) ลักษณะเป็นท่อทำด้วยยาง พลาสติก หรือเหล็กก็ได้ นิยมใช้แทงลงไปบนแบบหล่อชั้นบน (Cope) ตรงจุดที่จะวางตำแหน่งรูเท

13. กระป๋องพ่น (Spray Gun) เป็นที่พ่นขนาดพอเหมาะมือ ใช้สำหรับพ่นสารฉาบผิวให้แก่แบบ (Molds) หรือไส้แบบ (Cores)

14. ระดับน้ำ (Spirit Level) ใช้วัดระดับของผิวหน้า แบบหล่อ ให้ได้ระดับที่แน่นอน

15. เหล็กเสริมและตะปู (Sprigs and nails) ใช้ยึดทรายไม่ให้หลุดออกมาจากแบบ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายหรือใช้ยึดไส้แบบให้ติดอยู่กับแบบหล่อ

16. แปรงน้ำ (Swab) ใช้ทารอบ ๆ กระสวนก่อนที่จะทำการถอดออกจากแบบทราย หรือใช้ทารอบ ๆ กระสวนรูเทก่อนถอดออกจากหีบบน (Cope) บางทีใช้ทาผงแกรไฟต์ก็ย่อมได้เช่นกัน

17. เกียง (Trowels) ใช้ตกแต่งผิวหน้าแบบบริเวณที่กว้าง ๆ

18. พลั่ว (Shovel) ใช้ในการตักทรายและผสมทราย

19. เหล็กแทงรูไอ (Vent Wire) ใช้แทงบนแบบหล่อชั้นบนเพื่อให้เป็นรูให้ก๊าซหนีออกมาได้

20. แท่งปาดแบบ (Strike off Bar) นิยมทำมาจากไม้หรือเหล็ก เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวประมาณ 1 ฟุต ใช้ปาดทรายเพื่อให้ผิวแบบได้ระดับ

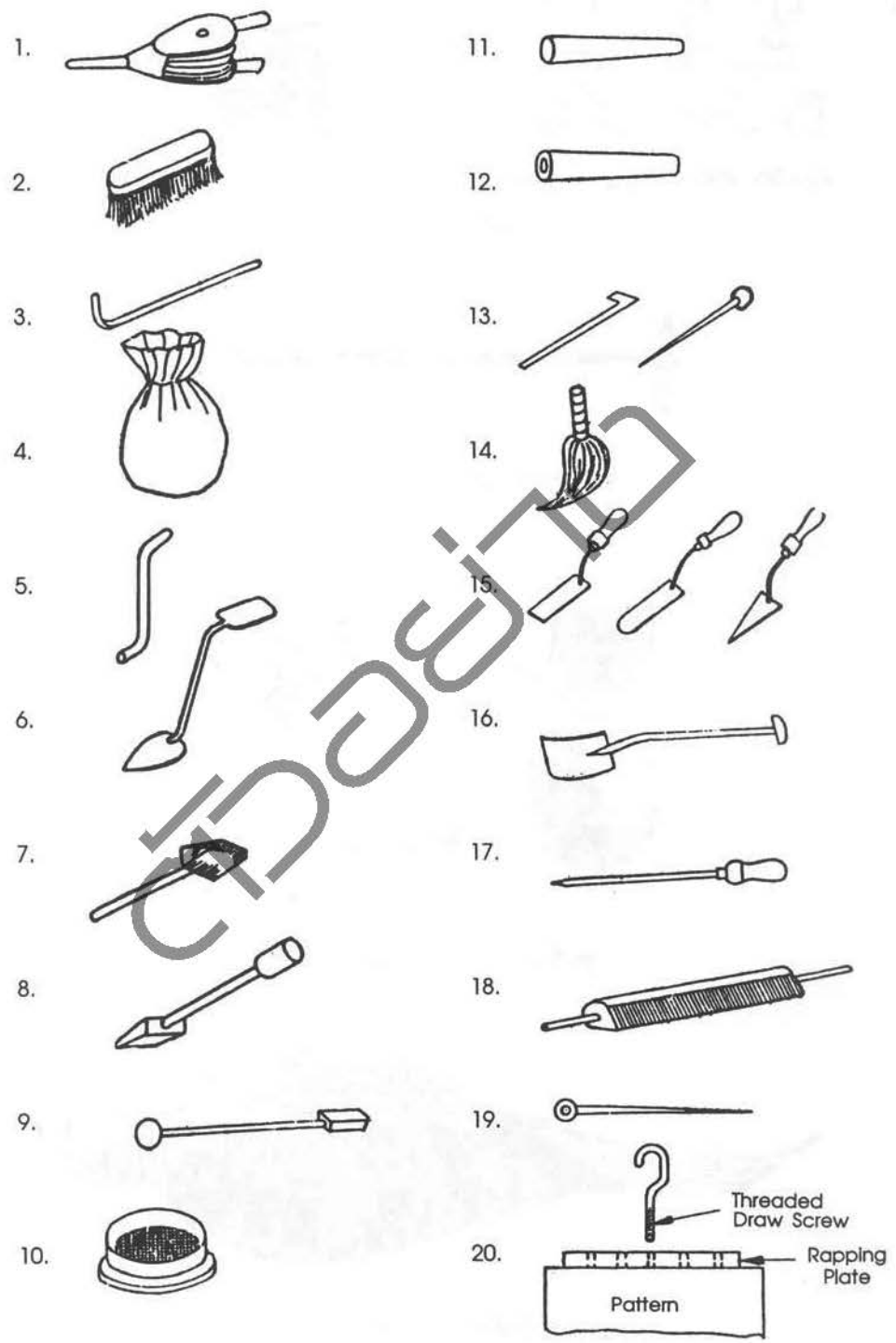
21. เหล็กถอดแบบ (Draw Spike) ทำปลายแหลมหรือลาดเรียว เพื่อใช้ในการถอดกระสวนออกจากแบบทราย (Molds)

22. ที่ถอดแบบขนาดใหญ่ ๆ (Draw Screws and Rapping Plate) ใช้สำหรับถอดกระสวนขนาดใหญ่ ๆ ออกจากแบบทราย (Molded Sand)

23. สลีค (Smoothers and Corner Slice) ลักษณะคล้ายกับเกียง นิยมใช้ในการแต่งผิวแบบไส้แบบของงานที่ใกล้จะเสร็จ

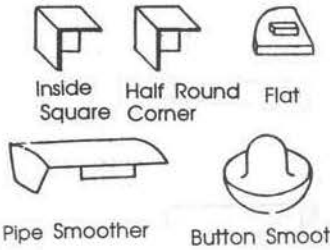
24. ที่ตัดทางเข้าน้ำโลหะ (Gate Cutter) เป็นแผ่นโลหะงอ ๆ ใช้ในการตัด Ingate เข้าสู่โพรงแบบหล่อ (Molded Sand)

ตัวอย่าง

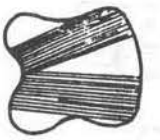


รูปที่ 2.1 *แสดงเครื่องมือแต่งแบบชนิดต่าง ๆ*

21.

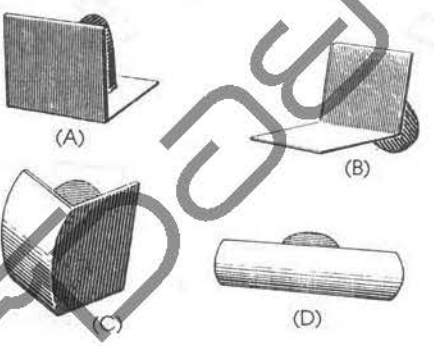


22.

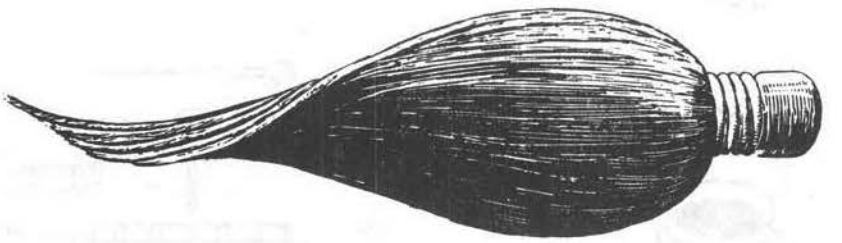


รูปที่ 2.1 *(ต่อ)*

รูปที่ 2.2 *เหล็กแทงรูไอ*

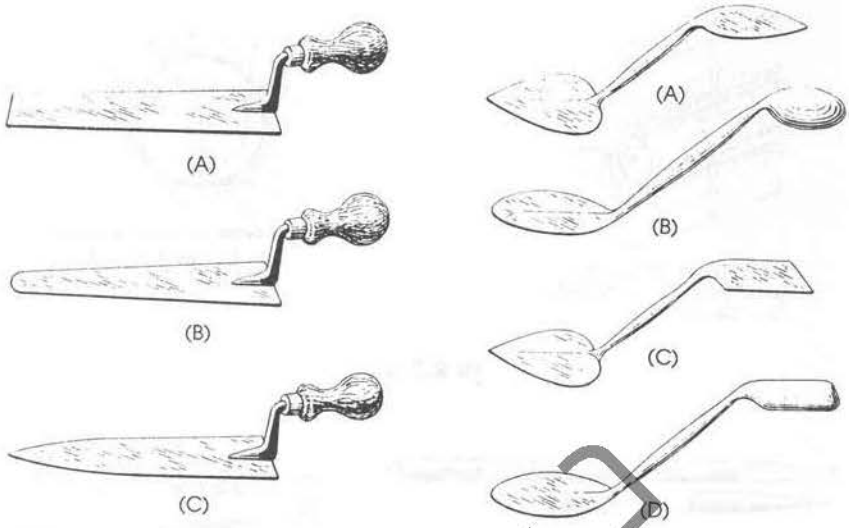


รูปที่ 2.3 *Square-Corner Sliks*

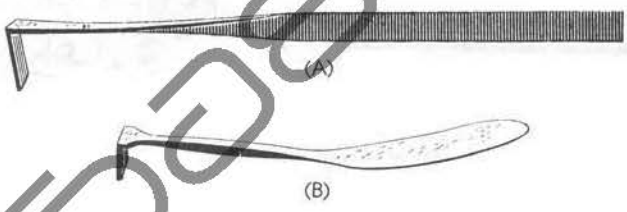


รูปที่ 2.4 *Floor Swab*

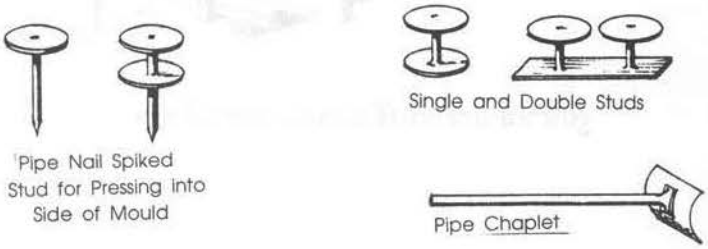
ตัวอย่าง



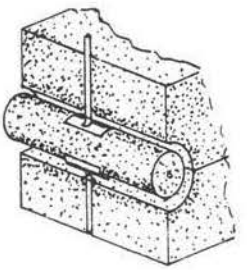
รูปที่ 2.5 *แสดงชนิดของเกียงแต่งแบบและช้อนหัวใจแบบต่าง ๆ*



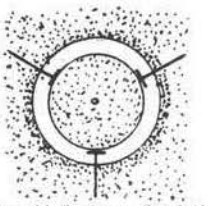
รูปที่ 2.6 *Lifters*



รูปที่ 2.7 *แสดง Molder's Bulb และการติดยึดไส้แบบ (Cores)*

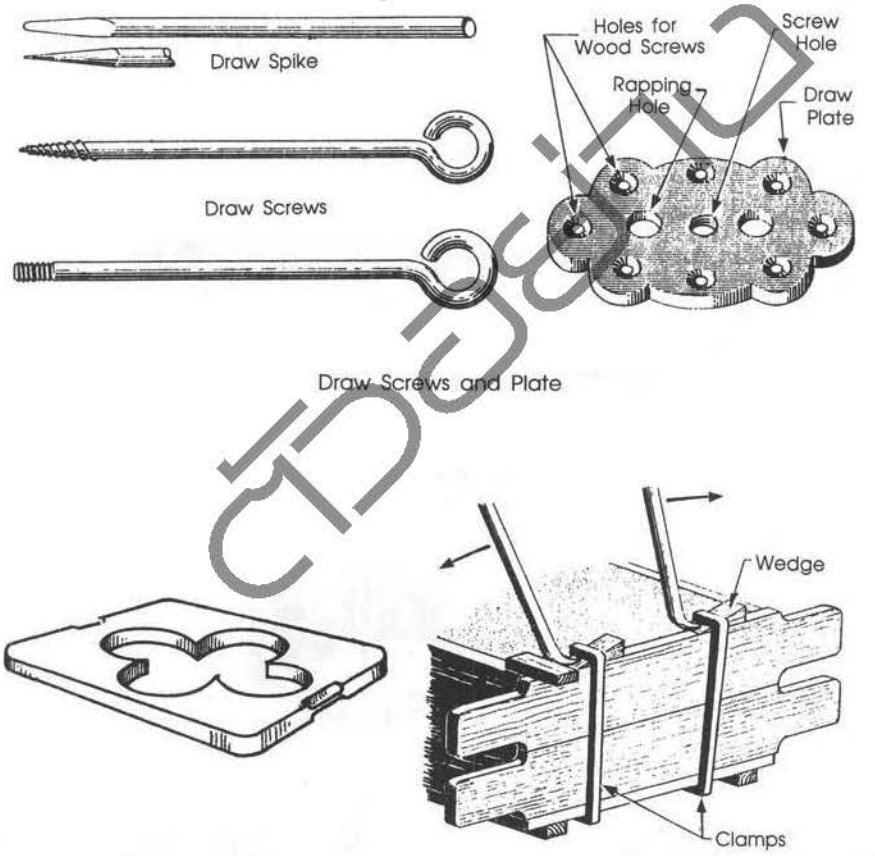


Cut-away of Mould to Show how Pipe Chaplets Can be Used

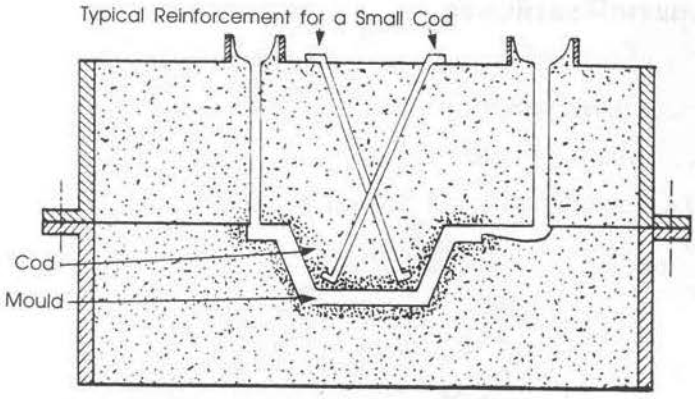


Pipe Nails (or spiked studs) Can be Used to Hold a Vertical Core

รูป 2.7 *(ต่อ)*



รูปที่ 2.8 *แสดงการใช้ C-Clamp ยึดช่วยหีบหล่อ*



รูปที่ 2.9 *แสดงการยึดแบบหล่อไว้มิให้พังในขณะเคลื่อนย้าย*

2.2 หีบหล่อ

วัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำหีบหล่อ (Flasks or Molding Boxes) มีดังนี้คือ

1. ไม้ หาได้ง่าย สะดวก ราคาถูก อายุสั้น
2. เหล็กหล่อ นิยมใช้มาก มีทั้งขนาดเล็กและใหญ่
3. เหล็กกล้า เหมาะสำหรับทำหีบสำเร็จรูป มีความแข็งแรงสูง ทนความร้อนสูง ราคาปานกลาง และมีน้ำหนักเบาะสะดวกในการยกหรือพลิกหีบหล่อ
4. ไฟเบอร์กลาส พลาสติกแข็ง ความแข็งแรงน้อย ราคาแพง ไม่ค่อยนิยมใช้กันนัก
5. อะลูมิเนียมผสม ความแข็งแรงสูง และมีน้ำหนักเบามาก จึงใช้อย่างสะดวกสบาย

1. หน้าที่ของหีบหล่อ หีบหล่อเป็นกล่องหรือภาชนะที่ใช้ใส่ทรายไว้ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยห่อหุ้มหรือช่วยพยุงทรายที่กำลังถูกกระทุ้งรอบ ๆ กระสวนไว้อีกที และจะมีหีบครอบแบบมาช่วยในกรณีที่ถอดหีบหล่อออกก่อนเทน้ำโลหะซึ่งหีบครอบแบบจะทำหน้าที่เป็นตัวครอบก้อนทรายไม่ให้เคลื่อนไหวหรือเกิดการพังในขณะเทน้ำโลหะ

2. ส่วนประกอบของชุดหีบหล่อ

2.1 หีบหล่อชั้นบน (Cope)

2.2 หีบหล่อชั้นกลาง (Cheek) ใช้ในกรณีที่มีกระสวนชนิดหลาย ๆ ชิ้น หรือทำหีบหล่อแบบหลาย ๆ ชิ้น

2.3 หีบหล่อชั้นล่าง (Drag)

2.4 กรอบ (Frame) ของหีบบนและหีบล่าง

2.5 ที่ยก (Handle) ของหีบบนและหีบล่าง

2.6 สลักนำศูนย์ (Guide Pin) ของหีบบนและหีบล่าง โดยส่วนใหญ่หีบชั้นล่างจะเป็นเดือยยื่นขึ้นไป และหีบชั้นบนนั้นจะทำรูไว้รับกับเดือยของหีบชั้นล่าง

ตัวอย่าง

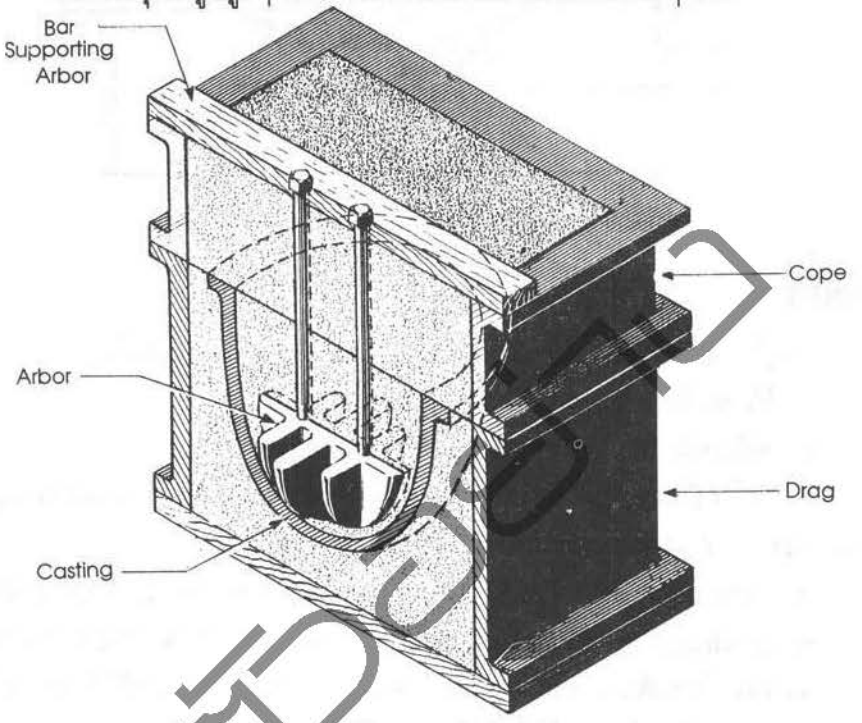
3. คุณสมบัติของหีบหล่อ

3.1 แข็งแรงพอที่จะทนทานต่อน้ำหนักที่ทรายถูกกระทุ้งลงมา

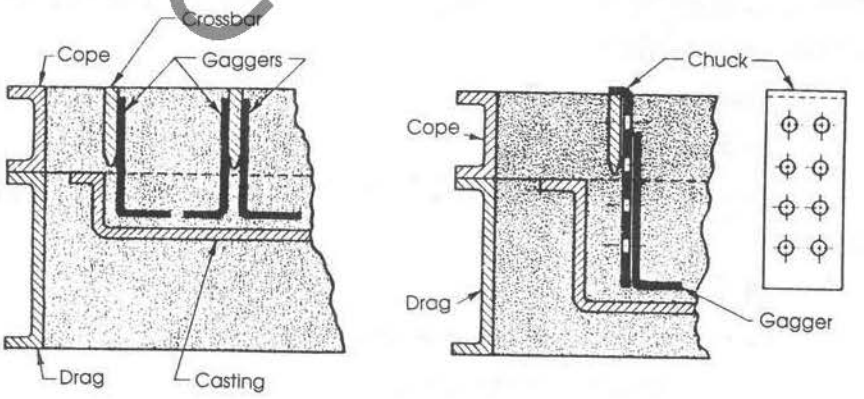
3.2 สามารถยึดทรายให้ทรงอยู่ได้ดี

3.3 เนื้อแน่น ไม่บิดตัว

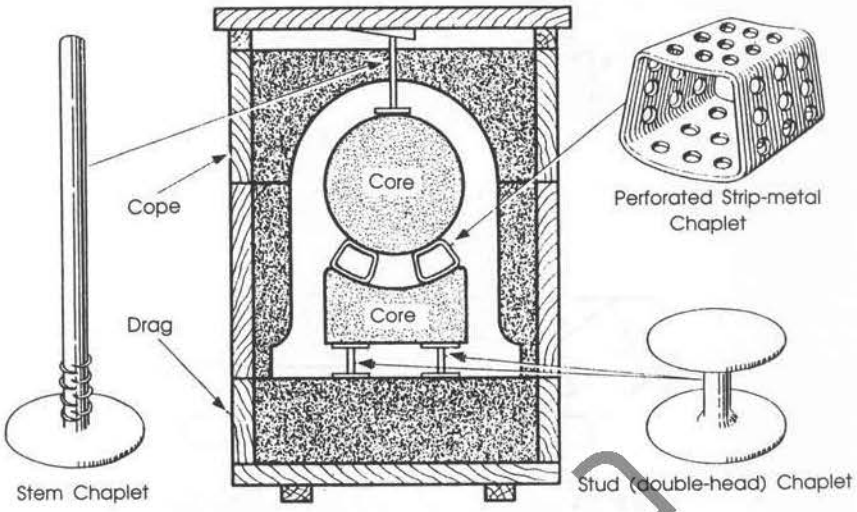
3.4 ทนอุณหภูมิสูงๆ ได้ดี รวมทั้งแรงดันของน้ำโลหะร้อนๆ ด้วย



รูปที่ 2.10 *แสดงการใช้ Arbor เข้าช่วยในหีบแบบหล่อทราย*



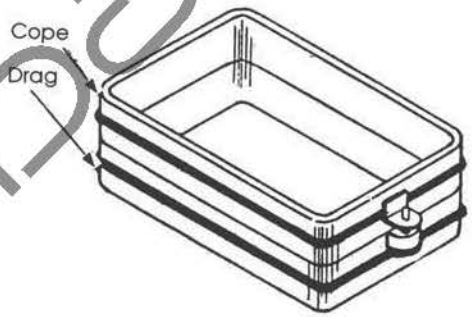
รูปที่ 2.11 *แสดงการใช้ Gaggers ช่วยในแบบหล่อ*



รูปที่ 2.12 *แสดงหีบหล่อที่ต้องใช้หีบเสริมแบบ*

4. ชนิดของหีบหล่อ

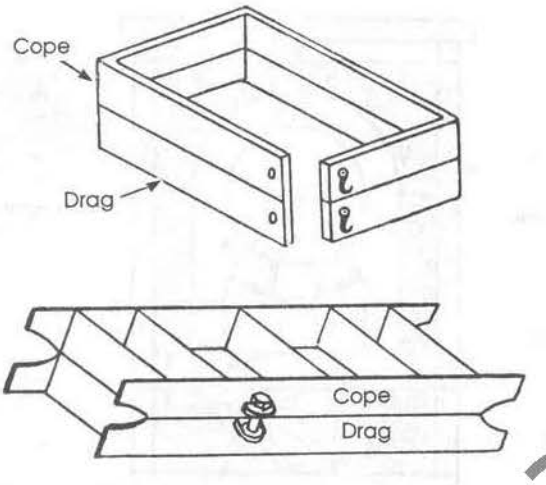
4.1 Box Flask เป็นหีบหล่อที่ทำจากไม้ (Wood) หรือจากโลหะ (Metal) ก็ได้ เหมาะสำหรับใช้ทำแบบหล่อขนาดเล็ก ๆ และขนาดปานกลาง



รูปที่ 2.13 *Box Flask*

4.2 Snap Flask ใช้ทำแบบหล่อธรรมดาก็ได้ หรือใช้กับขบวนการ CO_2-Process สามารถถอดหีบออกได้ เพราะที่มุมของหีบจะมีขอสับและบานพับปิด-เปิดติดไว้

4.3 Wooden Molding Boxs ใช้สำหรับผลิตงานขนาดใหญ่ โดยต้องทำแบบหล่อทรายขนาดใหญ่ตามกัน ตรงด้านข้างของหีบหล่อจะมีเดือยและรูเอาไว้ในการประกบหีบบนกับหีบล่าง ซึ่งเดือยและเหล็กที่เจาะรูไว้นั้นส่วนใหญ่จะทำมาจากเหล็กกล้า (Steels) ตรงกลางหีบหล่อจะมีการกั้นห้องไว้หลาย ๆ ห้อง ก็เพราะว่าตัวหีบมีขนาดใหญ่และยาวมาก จึงต้องช่วยเพิ่มความแข็งแรงของหีบหล่อในการยึดก้อนทรายหล่อได้ดีนั่นเอง



รูปที่ 2.14 *Snap Flask และ Wooden Molding Box*

ตัวอย่าง

แบบฝึกหัดบทที่ 2
เครื่องมือและอุปกรณ์งานหล่อ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับบนข้อที่ถูกที่สุด

1. Swab คือข้อใด
   1. แปรงขนอ่อน
   2. แปรงหางกระรอก
   3. ระดับน้ำ
   4. ถูกทั้ง 1 และ 2
2. Bellow คือข้อใด
   1. ถุงฝุ่นผง
   2. แปรงขนอ่อน
   3. ซองลม
   4. เกียง
3. ช่วยมิให้ทรายหล่อพังหรือแตกสลายก่อนเทน้ำโลหะ
   1. Sprigs
   2. Gaggers
   3. Draw Spike
   4. ถูกทั้ง 1 และ 2
4. หีบหล่อที่นิยมทำการแบ่งเป็นห้อง ๆ เพื่อช่วยจับเกาะยึดก้อนทรายไว้ไม่ให้พังก่อนกำหนด
   1. Wooden Molding Box
   2. Snap Flask
   3. Box Flask
   4. ถูกทั้ง 1 และ 2
5. Sprue Base มีความหมายตรงกับข้อใด
   1. Cup Well
   2. Base Well
   3. Buttom Well
   4. ถูกทุกข้อ
6. ใช้เป่าทรายหรือผงแกรไฟต์ ออกจากโพรงแบบหล่อ
   1. Bellow
   2. Brush
   3. Dust Bag
   4. Cleaner
7. ใช้ปัดสิ่งสกปรกออกจากกระสวน
   1. Bellow
   2. Brush
   3. Dust Bag
   4. Cleaner
8. เป็นถุงใส่ผงแกรไฟต์ หรือทรายแยกแบบเพื่อโรยผิวแบบ
   1. Bellow
   2. Brush
   3. Dust Bag
   4. Cleaner

ตัวอย่าง

9. ใช้ซ่อมแซมผิวหน้าแบบหรือตามส่วนลึก ๆ ของแบบ

1. Bellow
2. Brush
3. Dust Bag
4. Cleaner

10. ใช้เรียกชื่อแทนขอเหล็กตักทราย (Lifter)

1. Bellow
2. Brush
3. Dust Bag
4. Cleaner

ตัวอย่าง

ตัวอย่าง

นิกร มหกรรมโกลา คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
พิพัฒน์ สุจิตธรรมกุล วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
SKYBOOK COMPANY LIMITED
28, 30, 32 ซอยรังสิต - ปทุมธานี 16 ซอย 7
ถ.ประชาธิปัตย์ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130
โทรศัพท์ 0-2958-1125-7, 0-2567-5119 โทรสาร 0-2567-5105
www.skybook.co.th e-mail: sales@skybook.co.th

กรรมวิธีการหล่อโลหะ
ISBN : 974-8322-76-9