



ชื่อหนังสือ
บาร์โค้ด
ISBN

กรรมวิธีการหล่อโลหะ
9789748322766
974-8322-76-9

FOUNDRY

กรรมวิธีการหล่อโลหะ

PROCESS

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

FOUNDRY

กระบวนการหล่อโลหะ

PROCESS

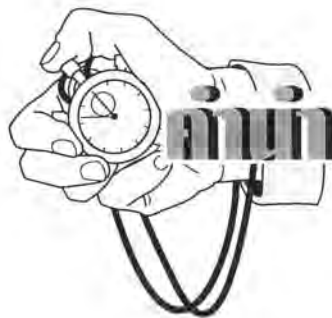
นิกร มหกรรมโกลา คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)
พิพัฒน์ สุจิตรธรรมกุล วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

— |

| —

— |

| —



หนังสือ **กรรมวิธีการหล่อโลหะ (Foundry Process)** รหัส ชก. 4311 จัดทำขึ้นมาเพื่อ
นักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างกลโรงงาน ช่างกลโลหะ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม เทคนิคอุตสาหกรรม
สาขางานรองหล่อโลหะ ระดับชั้น ปวช. 3 และ ปวส. 2 (ปวส. หลักสูตร 4 ปี) ซึ่งทาง
คณะผู้เรียบเรียงได้เขียนเนื้อหาให้ครอบคลุมหลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลและกรมอาชีวศึกษา
ของทั้งสองสถาบัน

อนึ่งหนังสือเล่มนี้สำเร็จได้ตามความตั้งใจต้องขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ ผศ. ฉัตรชัย
เจียรศิริญา อาจารย์พงษ์วุฒิ สิทธิพล อาจารย์สมศักดิ์ ประเสริฐสุข (หัวหน้าแผนกวิชาหล่อโลหะ)
และอาจารย์เทพนารินทร์ ประพันธ์พัฒน์ ที่ได้ให้คำแนะนำมาโดยตลอด

คณะผู้เรียบเรียง
นิกร มหกรรมโกลา
พิพัฒน์ สุจิตธรรมกุล

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. เข้าใจหลักการทำกระบวนชนิดต่างๆ 4. เข้าใจหลักการทำแบบหล่อด้วยทราย, ไล้แบบ 5. เข้าใจหลักการหลอมและการเทโลหะ
8. คำอธิบายรายวิชา	ศึกษาเกี่ยวกับการหล่อขึ้นงานเบื้องต้น อุปกรณ์เครื่องมือ หลักการทำกระบวนชนิดต่าง ๆ หลักการทำแบบหล่อด้วย ทราย ไล้แบบ การหลอมและการเทโลหะ



บทที่ 1	การหล่อขึ้นงานเบื้องต้น	7
1.1	การหล่อขึ้นงานเบื้องต้น	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	ทึบหล่อ	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, ไล่แบบ	57
4.1	ทรายหล่อ	57
4.2	ลักษณะของทรายหล่อ	59
4.3	คุณสมบัติของทรายหล่อที่ดี	60

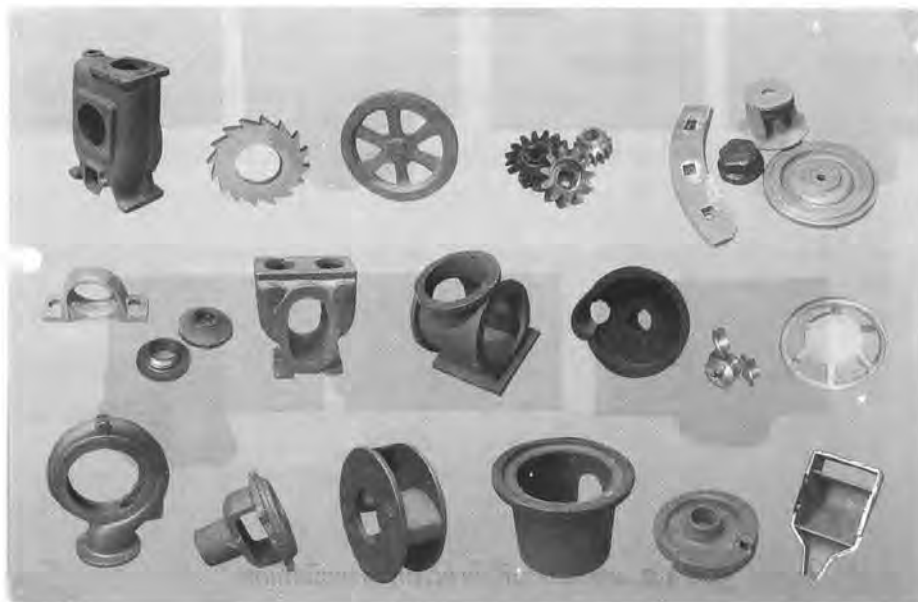
6 กรรมวิธีการหล่อโลหะ

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

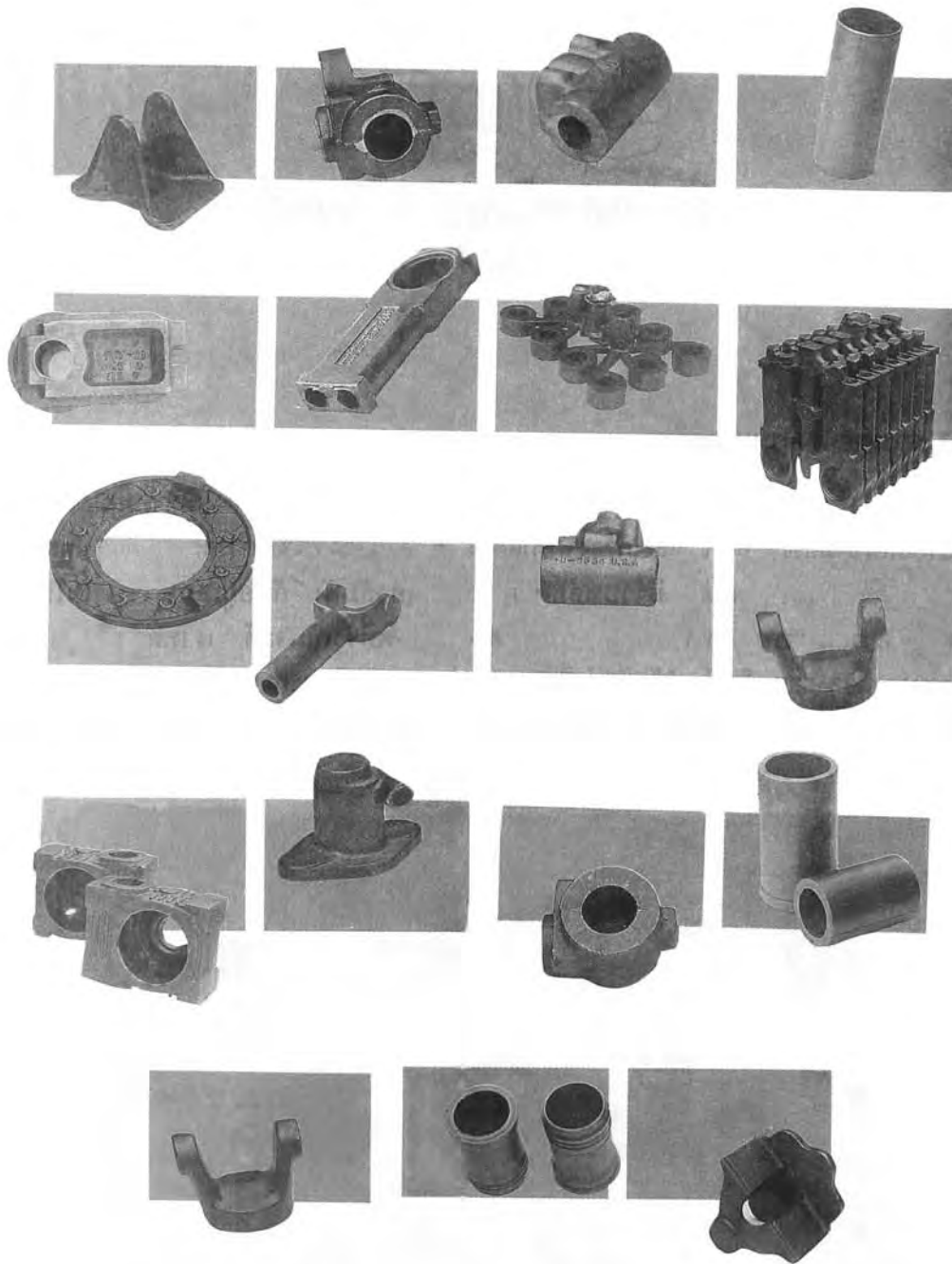
บทที่ 1การหล่อขึ้นงานเบื้องต้น

1.1 การหล่อขึ้นงานเบื้องต้น

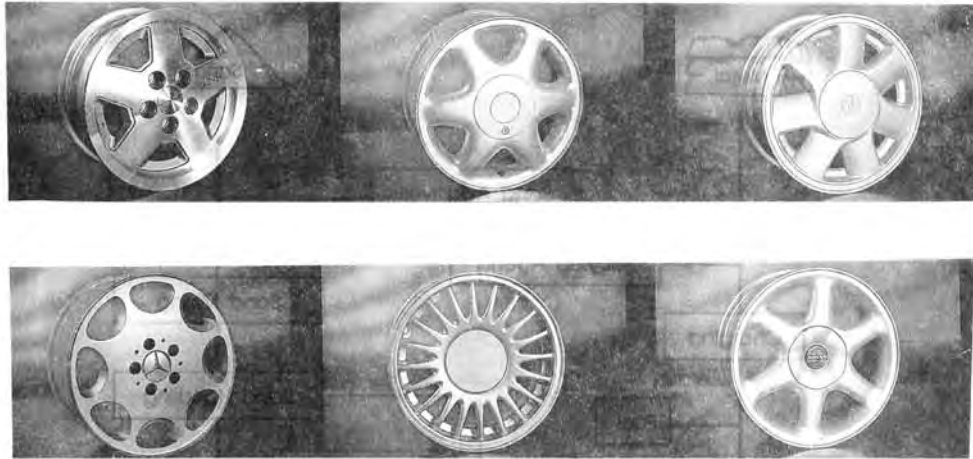
กรรมวิธีการหล่อโลหะ เป็นงานทางช่างที่มีความสำคัญมาก ยิ่งในทุกวันนี้มีสิ่งที่เป็นเกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องจักรกลต่าง ๆ ล้วนแล้วต้องทำการสร้างขึ้นมา และสำเร็จเป็นรูปร่างขึ้นมาได้ก็จะต้องมีงานหล่อเข้ามาเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอยู่เสมอ เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ทั้งในและต่างประเทศที่จำเป็นจะต้องมี เหล็กหล่อ สลักหล่อ เพื่องกระโหลกเพลลา ฯลฯ เป็นต้น ได้ถูกหล่อออกมาจากโรงงานหล่อโลหะก่อน แล้วจึงทำการจัดส่งไปยังโรงงานกลึง ไซ เจาะและพิตปรับแต่ง เพื่อทำการตกแต่งให้เป็นรูปร่างลักษณะออกมาตามที่เรานำไปใช้งาน



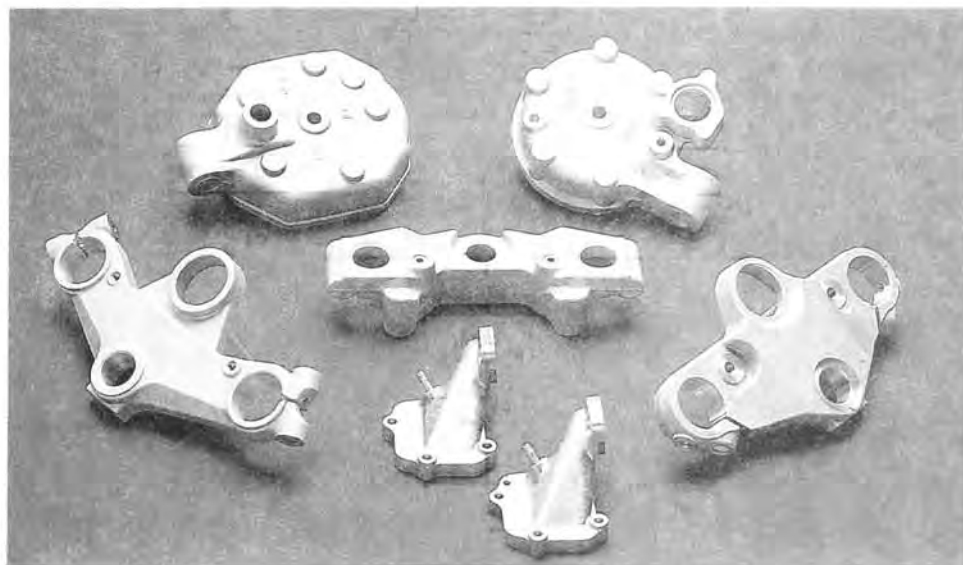
รูปที่ 1.1 ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากกรรมวิธีการหล่อโลหะ



รูปที่ 1.2 แสดงผลงานที่ได้จากวิธีการหล่อชนิดพิเศษ



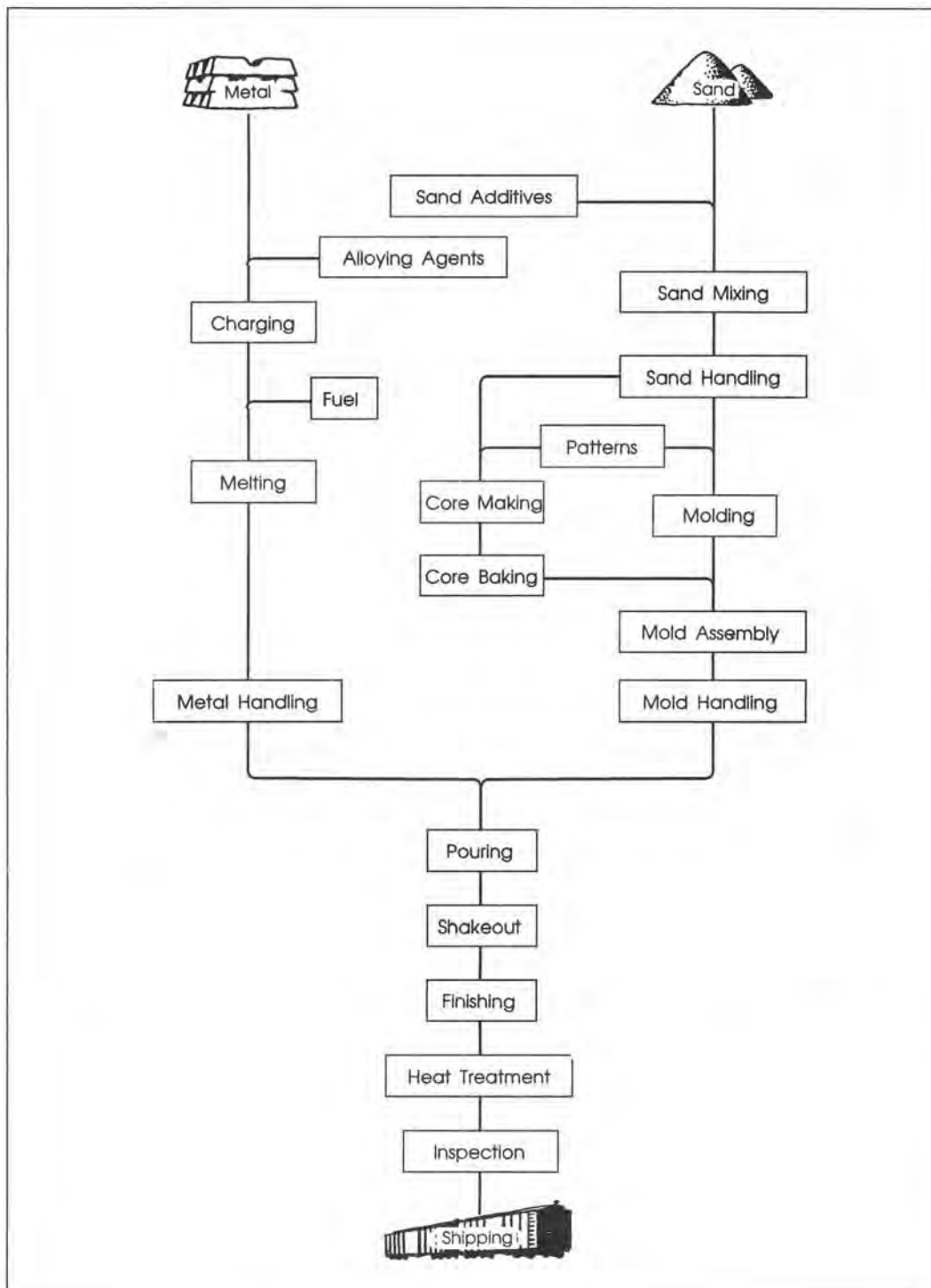
รูปที่ 1.3 ล้อรถยนต์ที่ผ่านกรรมวิธี Die Casting



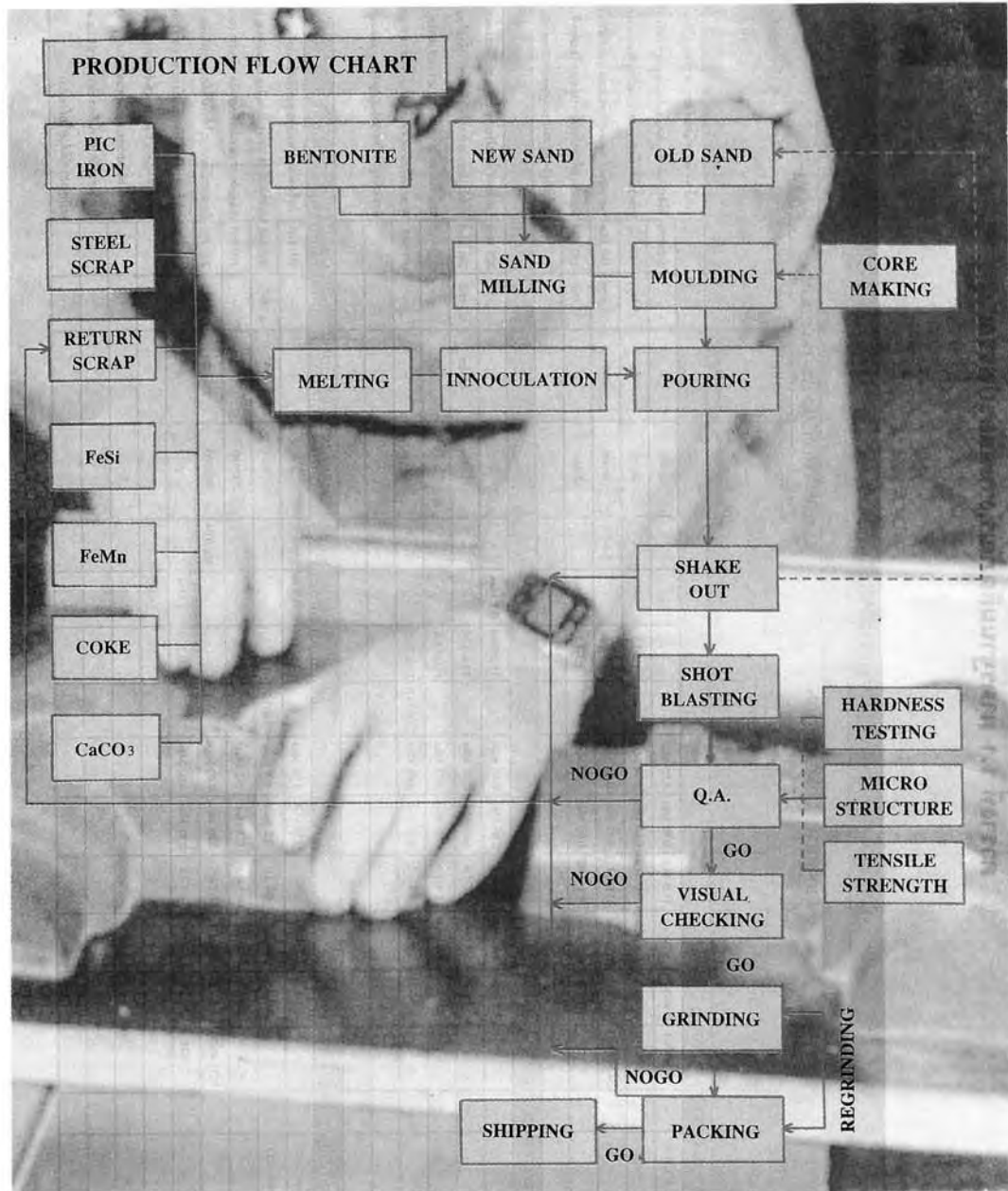
รูปที่ 1.4 แสดงชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ได้ออกมาจากการหล่อ

1.2 ความหมายของกรรมวิธีการหล่อโลหะ

กรรมวิธีการหล่อโลหะ (Foundry Processes) คือ การทำแบบหล่อ (Molds) การทำกระ-
 ส่วนงานหล่อ (Patterns) การเตรียมทรายหล่อ (Sands) การจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ใ
 งานหล่อ (Hand tools) การเตรียมและการหลอมละลายของโลหะที่จะทำการหล่อ (Melting) การทำ
 ความสะอาดโลหะที่ผ่านการหล่อ (Cleaning) รวมถึงการตรวจสอบชิ้นงานหล่อและการควบคุมคุณภาพ
 (Inspecting Testing and Quality Control in Foundries) และ ฯลฯ



รูปที่ 1.5 แผนผังกระบวนการหล่อโลหะทั่วไป

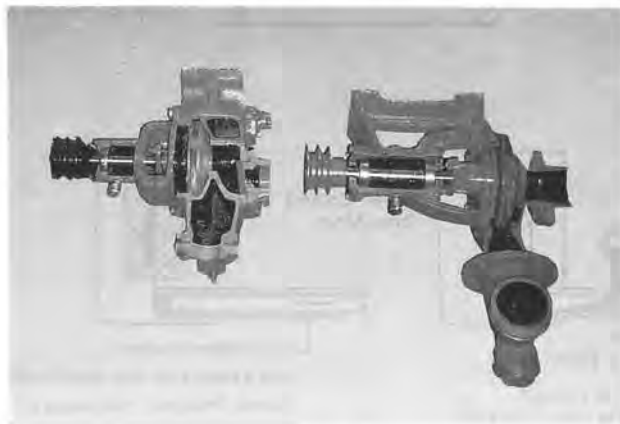


รูปที่ 1.6 Production Flow Chart

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)



CNC Machine

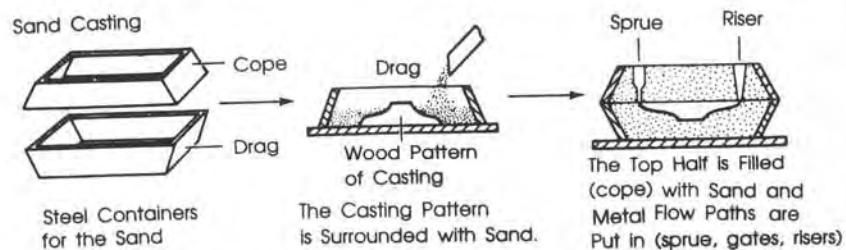


Product (Water Pump)

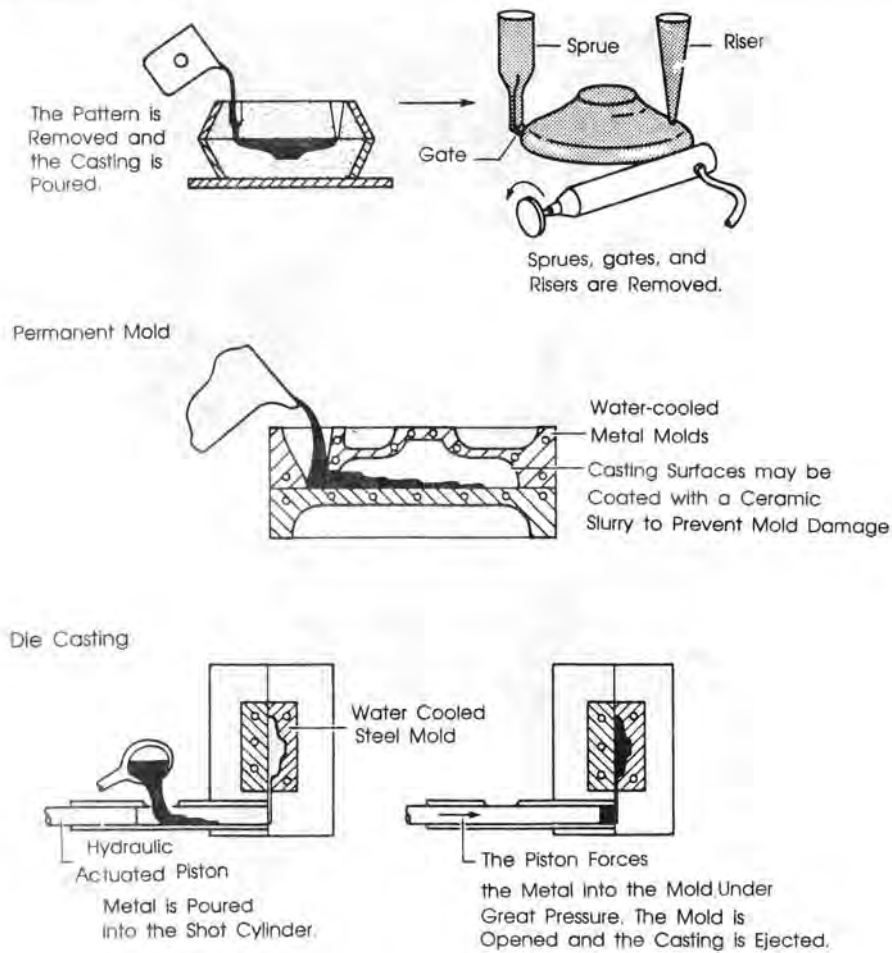
รูปที่ 1.7 เครื่องมือ เครื่องจักรที่ต้องใช้ร่วมกับกรรมวิธีหล่อโลหะ

1.3 ความสำคัญของกรรมวิธีการหล่อโลหะ

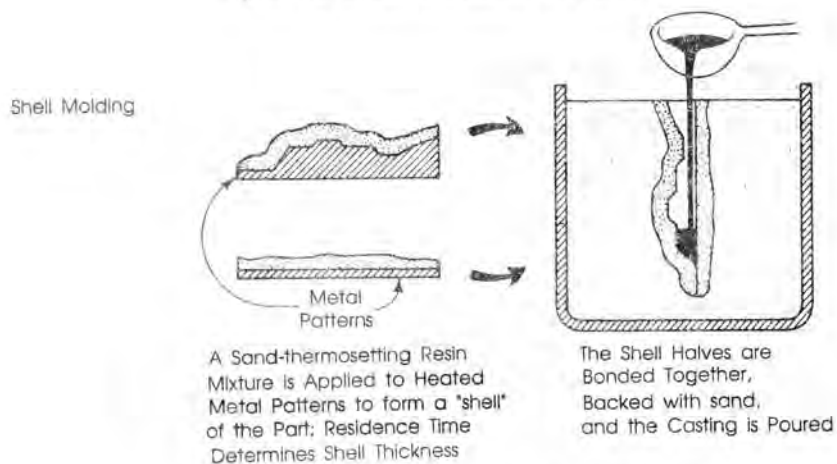
ชิ้นงานหล่อโลหะ คือชิ้นงานที่เราได้จากการเทน้ำโลหะที่กำลังหลอมละลายลงไปในโพรงของแบบหล่อ (Gavity) ที่ได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้าแล้ว หลังจากนั้นก็ปล่อยให้เย็นตัวลงมาจนถึงอุณหภูมิปกติ ก็จะได้รูปร่างของชิ้นงานหล่อที่มีลักษณะเหมือนกับโพรงแบบหล่อ (Gavity) นั้นเอง



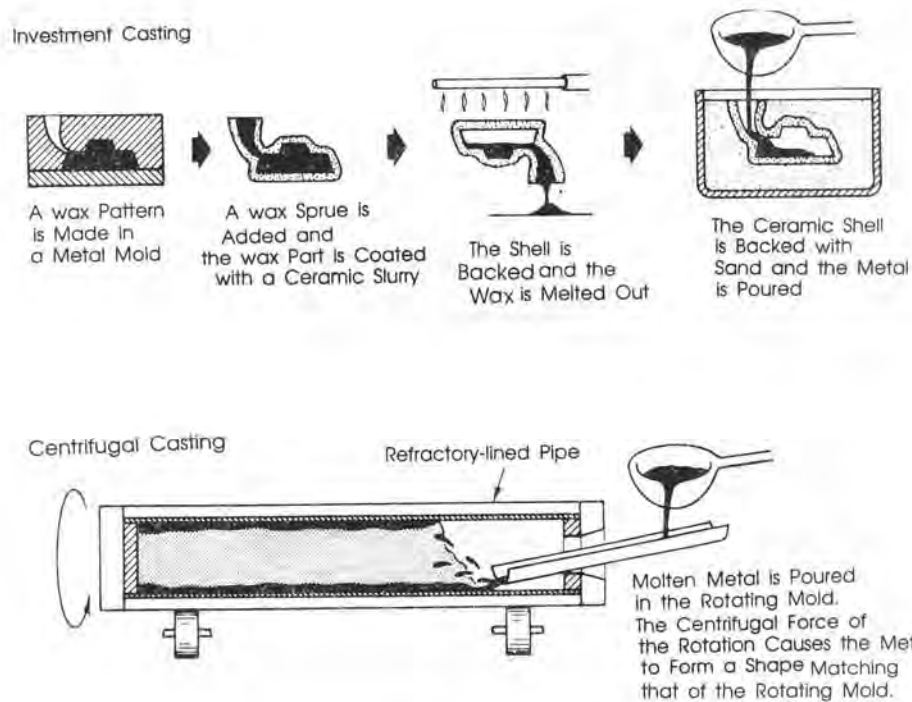
รูปที่ 1.8 ขบวนการหล่อแบบต่าง ๆ หลาย ๆ แบบ



รูปที่ 1.8 ขบวนการหล่อแบบต่าง ๆ (ต่อ)



รูปที่ 1.9 กรรมวิธีการหล่อโลหะชนิดพิเศษแบบต่าง ๆ

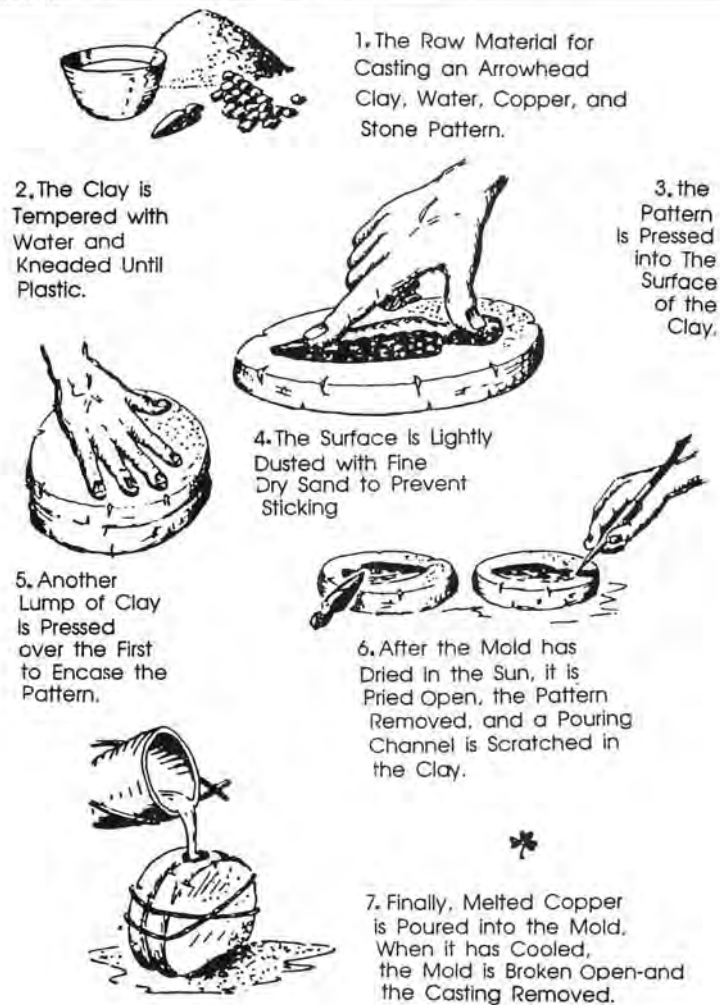


รูปที่ 1.9 (ต่อ)

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

1.4 ประวัติของกรรมวิธีการหล่อโลหะ

กรรมวิธีการหล่อโลหะ ได้มีการผลิตกันมาเป็นเวลานานมาแล้ว คือประมาณตั้งแต่ก่อน ปี ค.ศ. 200 มาแล้ว ซึ่งกรรมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในสมัยนั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสมัยปัจจุบันนี้ จะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งในหลักการที่สำคัญ ๆ นั้นยังเป็นไปในแนวเดิมอยู่ นั่นเอง ซึ่งในปัจจุบันได้มีผู้คิดค้นคว้า หาวิธีการใหม่ ๆ ที่ทันสมัยต่าง ๆ เพื่อนำมาประยุกต์เข้ากัน ให้มากขึ้นในวงการอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีผลถึงปริมาณในการผลิตได้ในครั้งละมาก ๆ ความสวยงามของผิวที่ได้ก็เรียบมากขึ้น ขนาดในการเผื่อต่าง ๆ ก็มีเพียงน้อยนิด อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงในด้านคุณสมบัติเชิงกลของโลหะให้ดีขึ้นมาเรื่อย ๆ และเรียงขนาดต่าง ๆ เช่น ขนาดเล็ก ๆ ขนาดใหญ่ก็สามารถทำได้เช่นกัน



รูปที่ 1.10 ขั้นตอนการหล่อแบบพื้นฐาน (ลูกศร)



Mould Mating

รูปที่ 1.11 แสดง Process Flow Chart



Cupola Furnace



Pouring



Inspection



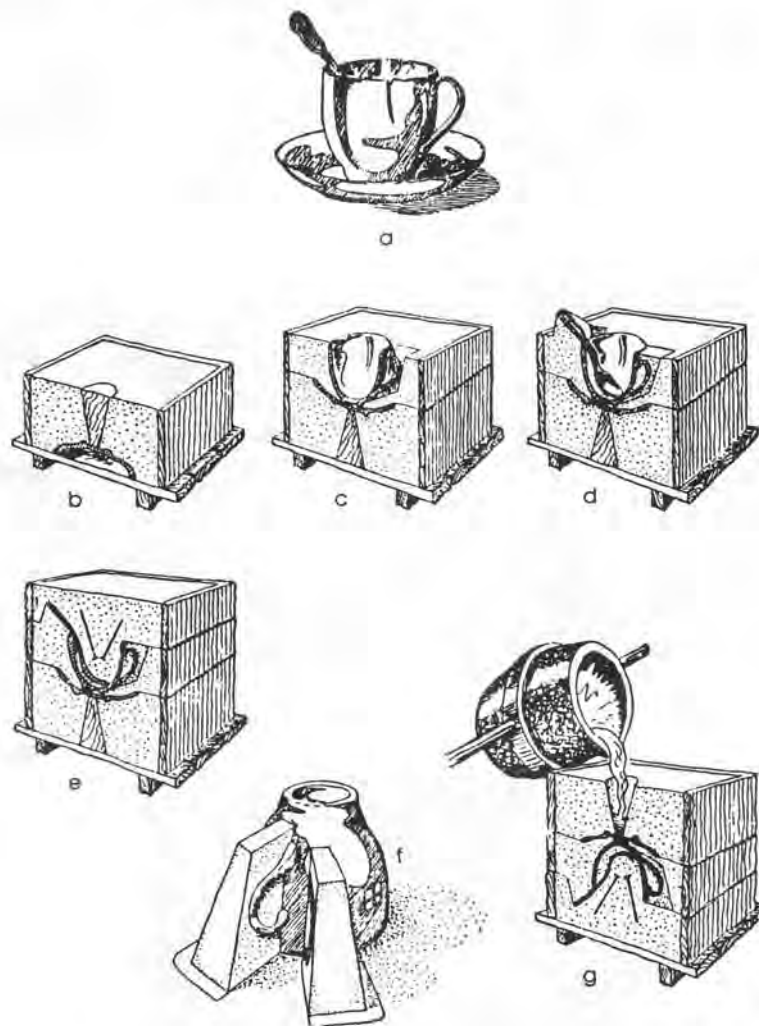
Finishing



Casting Product

รูปที่ 1.11 (ต่อ)

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



รูปที่ 1.12 แสดง Molds การหล่อด้วย ขี้ผึ้งและงานรองตามขั้นตอนโดยละเอียด

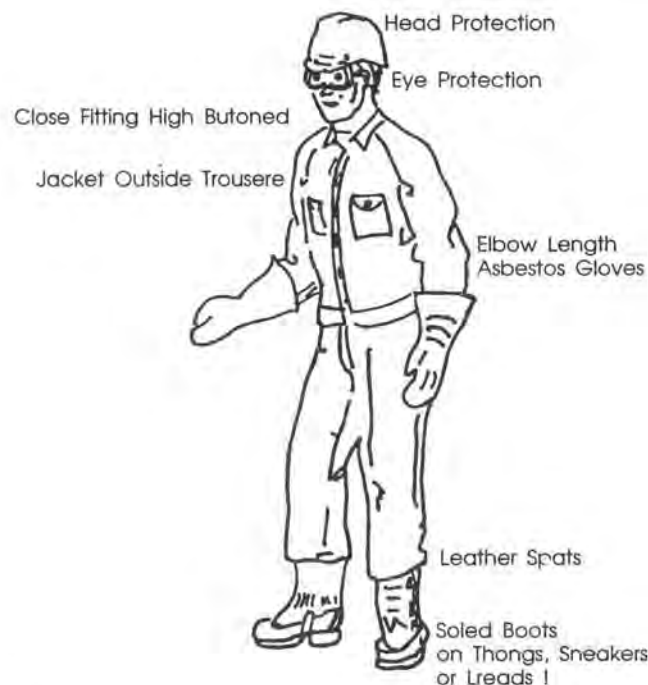
1.5 ความปลอดภัยในกรรมวิธีการหล่อโลหะ

1. จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายสวมใส่ทุก ๆ ครั้ง ที่ลงปฏิบัติงานหล่อ เช่น หน้ากากกรองอากาศ แวนตาป้องกันอันตราย หน้ากากกันความร้อน และรองเท้าเซฟตี้ (หัวเหล็ก และพื้นเสริมใยเหล็ก) เป็นต้น

2. ไม่สวมถุงมือหนังในขณะที่เทน้ำโลหะเป็นอันตราย เพราะน้ำโลหะอาจจะกระเด็นเข้าไปในถุงมือหนัง และอาจเกิดอันตรายแก่ผู้ยกเบ้าเทได้

3. ถ้าสก๊ตซ์ตะกรันหรือทำการซ่อมแซมเตา ก็ควรใส่ถุงมือหนังไว้ป้องกันอันตรายได้

4. ต้องใส่สนับแข้งเพื่อป้องกันการกระเด็นของน้ำโลหะร้อน ๆ



รูปที่ 1.13 แสดงอุปกรณ์สวมใส่เพื่อใช้ป้องกันอันตรายในขณะที่ทำงานด้านหล่อโลหะ

5. ก่อนเทน้ำโลหะต้องทำการอุ่นเบ้าเป็นเวลานาน ๆ ก่อนทุกครั้ง

6. การถือหรือยกเบ้าเพื่อนำไปเทต้องเดินไปข้างหน้าเสมอ ไม่ควรเดินถอยหลัง หรือวิ่ง จะเกิดอันตรายได้

7. ขณะทำการเทลงแบบต้องทิ้งระยะห่างจากแบบพอสมควร เพื่อป้องกันการระเบิด หรือกระเด็นจากน้ำโลหะมาถูกตัว หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายได้

8. อย่าถอดเครื่องนิรภัยจากเครื่องจักรโดยไม่จำเป็นเป็นอันขาด
9. ระวังอย่าให้ท่อพ่นลมหันเข้าหาใบหน้าตัวเองหรือเพื่อนร่วมงาน
10. ควรใช้ตะไบที่มีด้ามเรียบร้อย และสมบูรณ์ในการตกแต่งผิวงานหล่อ
11. หินเจียรระไนหรือล้อหินขัด ต้องตรวจตราดูความเรียบร้อยเสียก่อน เช่น สวิตช์ ปลั๊ก และสายไฟ เป็นต้น
12. ต้องคำนึงถึงคติที่ว่า “ปลอดภัยไว้ก่อน” เสมอ
13. อย่าหยอกล้อกันในขณะปฏิบัติงาน
14. บริเวณท่าแบบต้องจัดไว้ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย
15. ทรายนต้องไม่มีความชื้น หรือแห้งมากเกินไป
16. ทรายนอย่าทำการกระทุ้งจนแน่นเกินกำลัง เวลาที่จะระเบิดได้
17. เมื่อท่าแบบเสร็จสิ้นต้องตรวจตราดูว่า ทึบล่าง ทึบบน เหล็กทับแบบ แอ่งเท เรียบร้อยดีหรือไม่
18. เมื่อเกิดอุบัติเหตุควรแจ้งผู้คุมงานหล่อโดยทันที เพื่อหาทางแก้ไขและวางมาตรการป้องกันในครั้งต่อไป
19. ในการพลิกกลิ้งใส่แบบที่มีน้ำหนักมาก ๆ และขนาดใหญ่มาก ๆ ต้องทำให้ถูกวิธี หรืออาจจะใช้อุปกรณ์ช่วยยกก็ได้
20. ก่อนจับแผ่นรองใส่แบบ ควรสังเกตดูก่อนว่ายังร้อนอยู่หรือไม่ มิฉะนั้นจะทำให้มือพองได้



คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ใต้บนข้อที่ถูกที่สุด

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. โพรแบบหล่อ ตรงกับข้อใด

1. Gavity	2. Patterns
3. Cores	4. Sands
6. ใส่แบบ 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

24 กรรมวิธีการหล่อโลหะ

9. ขบวนการหล่อโลหะได้มีการทำกันมานานแล้วตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ.

- | | |
|--------|--------|
| 1. 200 | 2. 300 |
| 3. 400 | 4. 500 |

10. ขบวนการหลอมโลหะ ตรงกับข้อใด

- | | |
|---------------|-------------|
| 1. Molding | 2. Cleaning |
| 3. Inspecting | 4. Melting |