โครงการ จักรยานสี่คนปั่น

เสนอ

มาสเตอร์ ดอน วิภา

จัดทำโดย

1.นาย จรัญ	แซตูกู่	สาขางานโลหะการ	เลขที่ 1
2.นาย ชาติชาย	โชคสร้างทรัพย์	สาขางานโลหะการ	เลขที่ 2
3.นาย เสกสรรค์	สุวรรณพงศ์	สาขางานโลหะการ	เลขที่ 6

ระดับชั้น ปวช. 3 รหัสวิชา 2103-5001 รายวิชา โครการ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิค นครพนม

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องจักรยานสี่คนปั่นสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการได้แกมาสเตอร์สมสมัย เสวียววงษ์ และครูประจำสาขาวิชาโลหะการทุกท่านที่ให้คำ ปรึกษา แนะนำ ชี้แนะในการศึกษาค้นคว้าและแนะนำขั้นตอนและวิธีการจัดทำโครงการจนสำเร็จลุล่วงด้วยดีคณะผู้จัดทำจึงขอกราบ ขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอกราบพระคุณ ภราดา อาวุธ ศิลาเกษ ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านงบประมาณในการจัดทำโครงการครั้งนี้ตลอดจนได้ให้คำปรึกษาแนะนำการจัดทำโครงการจนประสบผลสำเร็จ

ขอกราบพระคุณ บิดา มารดาที่ให้กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนและสมาชิกในกลุ่มที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำโครงการครั้งนี้จนกระทั้งประสบความสำเร็จด้วยดี

นาย เสกสรรค์ สุวรรณพงศ์

หัวหน้าโครงการ

คำนำ

รายงานเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการ รหัส **2103-5001** คณะผู้จัดทำได้จัดทำโครงการเรื่องจักรยานสี่คนปั่นได้นำเสนอวิธีการและขั้นตอนการทำจักรยานสี่คนปั่นสมาชิกในกลุ่มหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน นักศึกษา หรือผู้สนใจในเรื่องจักรยานสี่คนปั่นหรือนำโครงการนี้ไปพัฒนาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและถ้ารายงานเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด
ก็ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นาย เสกสรรค์ สุวรรณพงศ์

หัวหน้าโครงการ

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ

หลักการและเหตุผล 1

วัตถุประสงค์ 1

เป้าหมาย 1

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3

ประเภทของเหล็กกล้า 8

การผลิตเหล็กอ่อน 10

เหล็กกล้า 15

ชนิดของเหล็กหล่อ 18

วิธีการเชื่อม 19

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ

การเตรียมการก่อนเริ่มโครงการ 20

การดำเนินงาน 20

การดำเนินงาน หลังสิ้นสุดโครงการ 20

บทที่ 4 การออกแบบและทดลอง

แบบแปลน 22

บทที่ 5 บทสรุป

สรุปการ 24

ปัญหาและอุปสรรค 24

ข้อเสนอแนะ 24

บรรณานุกรม 25

ภาคผนวก 26

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 วิธีการดำเนินงาน 2
ตารางที่ 2 งบประมาณ/ค่าใช้จ่าย 21
ตารางที่ 3 ตารางบันทึกการทดสอบประสิทธิภาพ 23

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 1 แบบแปลนด้านข้าง **22**

ภาพที่ 2 แบบแปลนด้านหน้า **22**

ภาพที่ 3 ตัดเหล็กทำโครงจักรยาน **27**

ภาพที่ 4 เชื่อมเบาะและพนักพิงหลัง **27**

ภาพที่ 5 เจียแต่งก่อนทำสี **27**

ภาพที่ 6 ตัดปรับปรุงเบาะนั่ง **27**

ภาพที่ 7 เจาะรูเพื่อร้อยน๊อต **27**

ภาพที่ 8 ถอดล้อเพื่อทำสีโครง **27**

ภาพที่ 9 เสร็จสมบูรณ์ **28**

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันในการเรียนการสอนรายวิชาภาคปฏิบัติตามหลักสูตรได้ระบุให้นักเรียนทุกคนต้องจัดทำโครงการก่อนจบด้วยเหตุผลดังกล่าวคณะผู้ทำโครงการจึงคิดประดิษฐ์รถจักรยานสี่คนปั่นขึ้นมาเพราะจากการสังเกตรถจักรยานที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเมืองไทยจะพบเห็นมากเฉพาะที่ปั่นเพียงคนเดียวเมื่อต้องการไปไหนหลายๆคนต้องใช้จักรยานหลายๆคันซึ่งจะทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการเดินทางกว้างและสิ้นเปลืองและเพื่อเป็นการลดมลพิษในอากาศ ลดการใช้น้ำมัน ประหยัดไฟฟ้า และเป็นการออกกำลังกายไปในตัวด้วย และเป็นการทดสอบวิชาที่เรียนมาให้มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจและใช้เป็นสื่อการสอนให้แก่นักเรียนรุ่นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างจักรยานสี่คนปั่นที่มีประสิทธิภาพ

1.2.2 เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิชาให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียนและชุมชน

1.3 เป้าหมาย

- เป้าหมายเชิงปริมาณ

รถจักรยานสี่คนปั่น จำนวน 1 คัน

-เป้าหมายเชิงคุณภาพ

สามารถใช้งานได้ แข็งแรงและมีประสิทธิภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ผู้เรียนได้นำความรู้มาปรับใช้ในการปฏิบัติงานจริง

1.4.2 ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สามารถแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น อันจะเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในการประกอบอาชีพเมื่อสำเร็จการศึกษา

1.5 วิธีดำเนินการ

กิจกรรม	เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555				เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2555				เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2555				เดือน มกราคม พ.ศ 2555				เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ 2555				เดือน มีนาคม พ.ศ 2555				หมายเหตุ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. ขั้นเตรียมการ - ประชุมและวางแผน - ศึกษาหาข้อมูล - จัดทำโครงการ - นำเสนอโครงการ																									
2. **ขั้นดำเนินการ** - จัดอุปกรณ์ - ลงมือปฏิบัติ - ทดสอบประสิทธิภาพ - ปรับปรุงแก้ไข - จัดรูปเล่ม - สร้างสื่อเพื่อนำเสนองาน																									
3. **ขั้นนำเสนอ** - ส่งรูปเล่มรายงาน - นำเสนอผลงานต่อคณะกรรมการ																									

ตารางที่ 1 วิธีดำเนินการ

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบ เป็นกิจกรรมของมนุษย์ ที่ควบคู่กับการดำรงชีวิต เพราะในการดำรงชีวิตของมนุษย์นั้น จะต้องมีการกำหนด มีการวางแผนเป็นขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้บังเกิดความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

2. นิยามของการออกแบบ

- กิจกรรมทางด้านการแก้ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอน (Archer)
- เป็นผลิตผลสัมพันธ์ ที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจ (Gregory)
- เป็นองค์ประกอบ (factor) ของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ที่มีเงื่อนไขที่นำสู่ตลาด เป็นการวาง แบบรูปร่างชิ้นส่วน เพื่อที่จะนำสู่ผู้ใช้ (Fan)
- คือการกระโดดจากปัจจุบันถึงอนาคต หรือเป็นการก้าวจากเก่าไปสู่ใหม่ (Page
- การค้นหาส่วนประกอบทางด้านกายภาพ (Body) อันถูกต้องของรูปธรรม และ โครงสร้าง (Alexander, 1950)
- เป็นการแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นข้อสรุปผลของความต้องการในสถานการณ์ชุดใดชุดหนึ่ง (Matchett ,1968)
- เป็นการแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นข้อสรุปผลของความต้องการ ในสถานการณ์ชุดใดชุดหนึ่ง
- การรู้จักวางแผนจัดตั้งขั้นตอนและรู้จักเลือกวัสดุวิธีการเพื่อทำตามที่ต้องการ โดยให้สอดคล้องกับรูปแบบ และคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด ตามความคิดสร้างสรรค์
- การปรับปรุงผลงานหรือสิ่งต่างๆที่มีอยู่แล้ว ให้เหมาะสมและมีความแปลกใหม่เพิ่มขึ้น
- กระบวนการที่สนองความต้องการในสิ่งใหม่ๆ ของมนุษย์ ซึ่งส่วนใหญ่เพื่อให้มีชีวิตอยู่รอด และมีความสะดวกสบายเพิ่มขึ้น

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดองค์ประกอบของงานออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์มีปัจจัย (Design factors) มากมายที่นักออกแบบที่ต้องคำนึงถึง แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเพียงปัจจัยพื้นฐาน 10 ประการ ที่นิยมใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสร้างสรรค์ผลงานเชิงอุตสาหกรรม ซึ่ง

มี ปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ และเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของงานออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่

3. หน้าที่ใช้สอย (Function)

ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้บริโภคต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในหนึ่งผลิตภัณฑ์นั้นอาจมีหน้าที่ใช้สอยอย่างเดียวหรือกลายหน้าที่ก็ได้ แต่หน้าที่ใช้สอยจะดีหรือไม่นั้น ต้องใช้งานไประยะหนึ่งถึงจะทราบข้อบกพร่อง ตัวอย่างเช่น

การออกแบบโต๊ะอาหารกับโต๊ะทำงาน โต๊ะทำงานมีหน้าที่ใช้สอยยุ่งยากกว่า มีลิ้นชักสำหรับเก็บเอกสาร เครื่องเขียน ส่วนโต๊ะอาหารไม่จำเป็นต้องมีลิ้นชักเก็บของ ระยะเวลาของการใช้งานสั้นกว่า แต่ต้องสะดวกในการทำความสะอาด

การออกแบบเก้าอี้ หน้าที่ใช้สอยเบื้องต้นของเก้าอี้คือใช้นั่ง ด้วยกิจกรรมต่างกัน เช่น เก้าอี้รับประทานอาหารลักษณะและขนาดต้องเหมาะสมกับโต๊ะอาหาร เก้าอี้เขียนแบบลักษณะและขนาดต้องเหมาะสมกับโต๊ะเขียนแบบ ถ้าจะเอาเก้าอี้รับแขกมาใช้นั่งเขียนก็คงจะเกิดการเมื่อยล้า ปวดหลัง ปวดคอ และนั่งทำงานได้ไม่นาน

การออกแบบมีดที่ในครัวนั้นมีอยู่มากกมายหลายชนิดตามการใช้งานเฉพาะเช่น มีดปอกผลไม้ มีดแล่เนื้อสัตว์ มีดสับกระดูก มีดหั่นผัก เป็นต้น ถ้าหากมีการใช้มีดอยู่ชนิดเดียวตั้งแต่แล่เนื้อ สับกระดูก หั่นผัก ก็อาจจะใช้ได้แต่จะไม่ได้ความสะดวกเท่าที่ควร หรืออาจจะได้รับอุบัติเหตุขณะใช้ได้ เพราะไม่ได้รับการออกแบบมาให้ใช้งานเป็นการเฉพาะอย่าง

4. ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or sales appeal)

ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีรูปทรง ขนาด สีสันสวยงาม น่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและได้ผลดี เพราะความสวยงามเป็นความพึงพอใจแรกที่คนเราสัมผัสได้ก่อนมักเกิดมาจากรูปร่างและสีเป็นหลัก การกำหนดรูปร่างและสีในงานออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น ไม่เหมือนกับการกำหนดรูปร่างและสีในงานจิตรกรรม ซึ่งสามารถที่จะแสดงหรือกำหนดรูปร่างและสีได้ตามความนึกคิดของจิตกร แต่ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น จำเป็นต้องยึดข้อมูลและ

กฎเกณฑ์ผสมผสานของรูปร่างและสีสัน ระหว่างทฤษฎีทางศิลปะและความพึงพอใจของผู้บริโภคเข้าด้วยกัน ถึงแม้ว่ามนุษย์แต่ละคนมีการรับรู้และพึงพอใจในเรื่องของความงามได้ไม่เท่ากัน และไม่มีกฎเกณฑ์การตัดสินใจใดๆ ที่เป็นตัวชี้ขาดความถูกความผิด แต่คนเราส่วนใหญ่ก็มีแนวโน้มที่จะมองเห็นความงามไปในทิศทางเดียวกันตามธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องประดับ ของที่ระลึก และของตกแต่งบ้านต่างๆ ความสวยงามก็คือหน้าที่ใช้สอยนั้นเอง และความสวยงามจะสร้างความประทับใจแก่ผู้บริโภคให้เกิดการตัดสินใจซื้อได้

5. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics)

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นต้องเข้าใจกายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับขนาด สัดส่วน ความสามารถและขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะต่างๆ ของผู้ใช้ การเกิดความรู้สึกที่ดีและสะดวกสบายในการใช้ผลิตภัณฑ์ ทั้งทางด้านจิตวิทยา(Psychology)และสรีระวิทยา(Physiology) ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะเพศ เผ่าพันธุ์ ภูมิลำเนา และสังคมแวดล้อมที่ใช้ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นข้อบังคับในการออกแบบ

การวัดคุณภาพทางด้าน กายวิภาคเชิงกล(ergonomics) พิจารณาได้จากการใช้งานได้อย่างกลมกลืนต่อการสัมผัส ตัวอย่างเช่น การออกแบบเก้าอี้ต้องมีความนุ่มนวล มีขนาดสัดส่วนที่นั่งแล้วสบาย โดยอิงกับมาตรฐานผู้ใช้ของชาวตะวันตกมาออกแบบเก้าอี้สำหรับชาวเอเชีย เพราะอาจเกิดความไม่พอดีหรือไม่สะดวกในการใช้งาน ออกแบบปุ่มบังคับ ด้ามจับของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ต้องใช้ร่างกายไปสัมผัสเป็นเวลานาน จะต้องกำหนดขนาด (dimensions) ส่วนโค้ง ส่วนเว้า ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างพอเหมาะกับร่างกายหรืออวัยวะของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ เพื่อทำให้เกิดความถนัดและความสะดวกสบายในการใช้ รวมทั้งลดอาการเมื่อยล้าเมื่อใช้ไป นานๆ

6. ความปลอดภัย (Safety)

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีพของมนุษย์ มีทั้งประโยชน์และโทษในตัว การออกแบบจึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินของผู้บริโภคเป็นสำคัญ ไม่เลือกใช้วัสดุ สี กรรมวิธีการผลิต ฯลฯ ที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือทำลายสิ่งแวดล้อม ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องแสดงเครื่องหมายเตือนไว้ให้ชัดเจนและมีคำอธิบายการใช้แนบมากับผลิตภัณฑ์ด้วย ตัวอย่างเช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ควรมีส่วนป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้จากความเมื่อยล้าหรือพลั้งเผลอ เช่น จาก

การสัมผัสกับส่วนกลไกทำงาน จากความร้อน จากไฟฟ้าดูด ฯลฯ จากการสัมผัสกับส่วนกลไกทำงาน จากความร้อน จากไฟฟ้าดูด ฯลฯ หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่ง่ายต่อการเกิดอัคคีภัยหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และควรมีสัญลักษณ์หรือคำอธิบายติดเตือนบนผลิตภัณฑ์ไว้ การออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก ต้องเลือกใช้วัสดุที่ไม่มีสารพิษเจือปน เผื่อป้องกันเวลาเด็กเอาเข้าปากกัดหรือออม ชิ้นส่วนต้องไม่มีส่วนแหลมคมให้เกิดการบาดเจ็บ มีข้อความหรือสัญลักษณ์บอกเตือน เป็นต้น

7. ความแข็งแรง (Construction)

ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีความแข็งแรงในตัว ทนทานต่อการใช้งานตามหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่กำหนดโครงสร้างมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติของวัสดุ ขนาด แรงกระทำในรูปแบบต่างๆ จากการใช้งาน ตัวอย่างเช่น การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่ดีต้องมีความมั่นคงแข็งแรง ต้องเข้าใจหลักโครงสร้างและการรับน้ำหนัก ต้องสามารถควบคุมพฤติกรรมการใช้งานให้กับผู้ใช้ด้วย เช่น การจัดท่าทางในการใช้งานให้กับผู้ใช้ด้วย เช่น การจัดท่าทางในการใช้งานให้เหมาะสม สะดวกสบาย ถูกสุขลักษณะ และต้องรู้จักผสมความงามเข้ากับชิ้นงานได้อย่างกลมกลืน เพราะโครงสร้างบางรูปแบบมีความแข็งแรงดีมากแต่ขาดความสวยงาม จึงเป็นหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องเป็นผู้ผสานสองสิ่งเข้ามาอยู่ในความพอดีให้ได้ นอกจากการเลือกใช้ประเภทของวัสดุ โครงสร้างที่เหมาะสมแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่กันไปด้วย

8. ราคา (Cost)

ก่อนการออกแบบผลิตภัณฑ์ควรมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ว่าเป็นกลุ่มใด อาชีพอะไร ฐานะเป็นอย่างไร ซึ่งจะช่วยให้นักออกแบบสามารถกำหนดแบบผลิตภัณฑ์และประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายได้ใกล้เคียงมากขึ้น การจะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมนั้น ส่วนหนึ่งอยู่ที่การเลือกใช้ชนิด หรือเกรดของวัสดุ และวิธีการผลิตที่เหมาะสม ผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ในกรณีที่ประมาณราคาจากแบบสูงกว่าที่กำหนดก็อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆ กันใหม่เพื่อลดต้นทุน แต่ทั้งนี้ต้องคงไว้ซึ่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น

9. วัสดุ (Materials)

การออกแบบควรเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านต่างๆ ได้แก่ ความใส ผิวมันวาว ทนความร้อน ทนกรด ด่างไม่ลื่น ฯลฯ ให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์นั้นๆ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึงความง่ายในการดูแลรักษา ความสะดวกรวดเร็วในการผลิต สั่งซื้อและคงคลัง รวมถึงจิตสำนึกในการรณรงค์ช่วยกันพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycle) ก็เป็นสิ่งที่นักออกแบบต้องตระหนักถึงในการออกแบบร่วมด้วย เพื่อช่วยลดกันลดปริมาณขยะของโลก

10. กรรมวิธีการผลิต (Production)

ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดควรออกแบบให้สามารถผลิตได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัดวัสดุ ค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่นๆ แต่ในบางกรณีอาจต้องออกแบบให้สอดคล้องกับกรรมวิธีของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม และควรตระหนักอยู่เสมอว่าไม่มีอะไรที่จะลดต้นทุนได้รวดเร็วอย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่าการประหยัดเพราะการผลิตทีละมากๆ

11. การบำรุงรักษาและซ่อมแซม (Maintenance)

ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดควรออกแบบให้สามารถบำรุงรักษา และแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้น ง่ายและสะดวกต่อการทำความสะอาดเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งควรมีค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ประเภท
เครื่องมือ เครื่องจักรกล เครื่องยนต์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่มีกลไกภายในซับซ้อน อะไหล่บางชิ้นย่อมมีการเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานหรือจากการใช้งานที่ผิดวิธี การออกแบบที่ดีนั้นจะต้องศึกษาถึงตำแหน่งในการจัดวางกลไกแต่ละชิ้น เพื่อที่จะได้ออกแบบส่วนของฝาครอบบริเวณต่างๆ ให้สะดวกในการถอดซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่ได้โดยง่าย นอกจากนั้นการออกแบบยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การใช้ชิ้นส่วนร่วมกันให้มากที่สุด โดยเฉพาะอุปกรณ์ยึดต่อการเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดมาตรฐานที่หาได้ง่าย การถอดเปลี่ยนได้เป็นชุดๆ การออกแบบให้บางส่วนสามารถใช้เก็บอะไหล่ หรือใช้เป็นอุปกรณ์สำรับการซ่อมบำรุงรักษาได้ในตัว เป็นต้น

12. ขนส่ง (Transportation)

ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง ความสะดวกในการขนส่ง ระยะทาง เส้นทางการขนส่ง (ทางบก ทางน้ำหรือทางอากาศ) การกินเนื้อที่ในการขนส่ง (มิติความจุ กว้าง ´ ยาว ´ สูง ของรถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุกทั่วไป ตู้บรรทุกสินค้า ฯลฯ) ส่วนการบรรจุหีบห่อต้อง

สามารถป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายของผลิตภัณฑ์ได้ง่าย กรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบนั้นมีขนาดใหญ่ อาจต้องออกแบบให้ชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ง่าย เพื่อทำให้หีบห่อมีขนาดเล็กลง
ตัวอย่างเช่น การออกแบบเครื่องเรือนชนิดถอดประกอบได้ ต้องสามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในตู้สินค้าที่เป็นขนาดมาตรฐานเพื่อประหยัดค่าขนส่งรวมทั้งผู้ซื้อสามารถทำการขนส่งและประกอบชิ้นส่วนให้เข้ารูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้โดยสะดวกด้วยตัวเอง

ประเภทของเหล็กกล้า

เหล็กกล้าเป็นเหล็กที่ถูกนำไปใช้ในงานต่างๆมากมาย ทั้งนี้เนื่องจากเหล็กกล้านั้น มีคุณสมบัติในการรับแรงต่างๆได้ดี เช่น แรงกระแทก (Impact Strength) แรงดึง (Tensile Strength) แรงอัด (Compressive Strength) และ แรงเฉือน (Shear Strength) ซึ่งธาตุผสมส่วนใหญ่จะเป็นทั้งโลหะและอโลหะ เช่น โมลิบดินั่ม ทังสเตน วาเนเดียม เป็นต้น โดยเหล็กกล้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

13. เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon steels) หมายถึง เหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนเป็นธาตุหลักที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อ
คุณสมบัติทางกลของเหล็ก และยังมีธาตุอื่นผสมอยู่อีก ซึ่งแบ่งเหล็กกล้าคาร์บอนออก
เป็น 3 ประเภท ดังนี้

13.1 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนไม่เกิน 0.25% นอกจากคาร์บอนแล้ว ยังมีธาตุอื่นผสม- อยู่ด้วย เช่น แมงกานีส ซิลิคอน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน แต่มีปริมาณน้อยเนื่องจาก หลงเหลือมาจากกระบวนการผลิต เหล็กประเภทนี้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรม และใน ชีวิตประจำวันไม่ต่ำกว่า 90% เนื่องจากขึ้นรูปง่าย เชื่อมง่าย และราคาไม่แพง โดยเฉพาะเหล็กแผ่นมีการนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น ตัวถังรถยนต์ ชิ้นส่วนยานยนต์ต่างๆ กระป๋องบรรจุอาหาร สังกะสีมุงหลังคา เครื่องใช้ในครัวเรือน และในสำนักงาน

13.2 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอน 0.2-0.5% มีความแข็งแรงและความเค้นแรงดึงมากกว่า เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่จะมีความเหนียวน้อยกว่า สามารถนำไปชุบแข็งได้ เหมาะกับ งานทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล รางรถไฟ เฟือง ก้านสูบ ท่อเหล็ก ไขควง เป็นต้น

13.3 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอน 0.5 - 1.5% มีความแข็งความแข็งแรงและความเค้น- แรงดึงสูง เมื่อชุบแข็งแล้วจะเปราะ เหมาะสำหรับงานที่ทนต่อการสึกหรอ ใช้ในการทำ เครื่องมือ สปริงแหนบ ลูกปืน เป็นต้น

13.4 เหล็กกล้าประสม (Alloys Steel)

หมายถึง เหล็กที่มีธาตุอื่นนอกจากคาร์บอน ผสมอยู่ในเหล็ก ธาตุบางชนิดที่ผสมอยู่ อาจมีปริมาณมากกว่าคาร์บอน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักในเหล็กก็ได้ธาตุที่ผสม ลงไปได้แก่ โมลิบดินั่ม แมงกานีส ซิลิคอน โครเมียม อลูมิเนียม นิกเกิล และวาเนเดียม เป็นต้นจุดประสงค์ที่ต้องเพิ่มธาตุต่างๆเข้าไปในเนื้อเหล็ก ก็เพื่อการทำให้คุณสมบัติของเหล็ก เปลี่ยนไปนั่นเองที่สำคัญก็คือ

1. เพิ่มความแข็ง
2. เพิ่มความแข็งแรงที่อุณหภูมิปกติและอุณหภูมิสูง
3. เพิ่มคุณสมบัติทางฟิสิกส์
4. เพิ่มความต้านทานการสึกหรอ
5. เพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน
6. เพิ่มคุณสมบัติทางแม่เหล็ก
7. เพิ่มความเหนียวแน่นทนต่อแรงกระแทก

เหล็กกล้าประสม แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

13.5 เหล็กกล้าประสมต่ำ (Low Alloy Steels)

เป็นเหล็กกล้าที่มีธาตุประสมรวมกันน้อยกว่า 8% ธาตุที่ผสมอยู่คือ โครเมียม นิกเกิล โมลิบดินั่ม และแมงกานีส ปริมาณของธาตุที่ใช้ผสมแต่ละตัวจะไม่มากประมาณ 1 - 2% ผลจากการผสมทำให้เหล็กสามารถชุบแข็งได้ มีความแข็งแรงสูง เหมาะสำหรับใช้
ในการทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น เฟือง เพลาข้อเหวี่ยง จนบางครั้งมีชื่อว่าเหล็กกล้า เครื่องจักรกล (Machine Steelsเหล็กกล้ากลุ่มนี้จะต้องใช้งานในสภาพชุบแข็งและอบ
ก่อนเสมอจึงจะมีค่าความแข็งแรงสูง

13.6 เหล็กกล้าประสมสูง (High alloy steels)

เหล็กกล้าประเภทนี้จะถูกปรับปรุงคุณสมบัติ สำหรับการใช้งานเฉพาะอย่าง ซึ่งก็จะมี ธาตุประสมรวมกันมากกว่า 8% เช่น เหล็กกล้าทนความร้อน เหล็กกล้าทนการเสียดสี และเหล็กกล้าทนการกัดกร่อน

โลหะประเภทเหล็กสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. เหล็กอ่อน (Wrought Iron)
2. เหล็กดิบ (Pig Iron)
3. เหล็กหล่อ (Cast Iron)
4. เหล็กกล้า (Steel)

13.7 เหล็กอ่อน (Wrought Iron)

เหล็กอ่อนเป็นเหล็กที่มีความบริสุทธิ์สูง ไม่นิยมนำมาใช้งานเพราะอ่อนเกินไป แต่เป็นที่นิยมของช่างตีเหล็ก เพราะตีให้ขึ้นรูปได้ง่าย เหล็กอ่อนนี้มีความบริสุทธิ์ ถึง 99.9%ซึ่งทางโลหะวิทยาเรียกเหล็กที่บริสุทธิ์นี้ว่า “Ferrite” เหล็กอ่อนถลุงได้จากเตาพุดเดิ้ล (Puddle Furnace) ซึ่งเป็นกรรมวิธีการผลิตเหล็กอ่อนที่เก่าแก่มากทีเดียว

14. การผลิตเหล็กอ่อน

กรรมวิธีในการผลิตเหล็กอ่อนมีอยู่ 2 วิธี ดังนี้

14.1 กรรมวิธีพุดเดิล (Puddle Process)

กรรมวิธีการผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้ ถูกคิดค้นขึ้นประมาณปี ค.ศ.1780 การผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้จะ อาศัยเตาพุดเดิล (Puddle Furnace) ลักษณะดังรูป 6.3 โดยการใส่เหล็กดิบลงไปที่บริเวณก้นเตา ซึ่งมีลักษณะคล้ายจานรองถ้วย ความร้อนที่ใช้ในการหลอมได้จากเปลวไฟที่อยู่เหนือก้นเตา ซึ่งมาจากห้องเผาไหม้ คล้ายกับของเตากระทะ ขณะที่เหล็กดิบกำลังหลอมละลายอยู่ ออกไซด์ของเหล็กจะไปรวมตัวกับแมงกานีส และซิลิกอน ในน้ำเหล็กกลายเป็นขี้ตะกรัน ส่วนคาร์บอนจะรวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)และจะถูกเผาไหม้ไป น้ำเหล็กจะเริ่มตกตะกอนในช่วงนี้ พนักงานคุมเตาจะทำการกวนน้ำเหล็กที่ตกตะกอนให้รวมตัวเป็นก้อนกลม จากนั้นจะนำออกจากเตาเพื่อกำจัดขี้ตะกรันออก แล้วนำไปรีด ออกมาเป็นแท่งเหล็กอ่อนที่เรียกว่า muck bar ซึ่งจะตัดเป็นท่อนสั้น ๆ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

เนื่องจากการผลิตเหล็กอ่อนด้วยกรรมวิธีพุดเดิ้ลนี้ ต้องอาศัยแรงงานคนมาก ดังนั้นเหล็กอ่อนที่ผลิตออกมาถึงมีราคาแพง ในปัจจุบันไม่นิยมใช้ทำการผลิต

กรรมวิธีพุดเดิ้ล (Puddle Process)

กรรมวิธีการผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้ ถูกคิดค้นขึ้นประมาณปี ค.ศ.1780 การผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้จะอาศัยเตาพุดเดิ้ล (Puddle Furnace) ลักษณะดังรูป 6.3 โดยการใส่เหล็กดิบลงไปที่บริเวณก้นเตา ซึ่งมีลักษณะคล้ายจานรองถ้วย ความร้อนที่ใช้ในการหลอมได้จากเปลวไฟที่อยู่เหนือก้นเตา ซึ่งมาจากห้องเผาไหม้ คล้ายกับของเตากระทะ ขณะที่เหล็กดิบกำลังหลอมละลายอยู่ ออกไซด์ของเหล็กจะไปรวมตัวกับแมงกานีส และซิลิกอน ในน้ำเหล็กกลายเป็นขี้ตะกรัน ส่วนคาร์บอนจะรวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)และจะถูกเผาไหม้ไป น้ำเหล็กจะเริ่มตกตะกอนในช่วงนี้ พนักงานคุมเตาจะทำการกวนน้ำเหล็กที่ตกตะกอนให้รวมตัวเป็นก้อนกลม ดังรูป 6.2 จากนั้นจะนำออกจากเตาเพื่อกำจัดขี้ตะกรันออก แล้วนำไปรีด ออกมาเป็นแท่งเหล็กอ่อนที่

เรียกว่า muck bar ซึ่งจะตัดเป็นท่อนสั้น ๆ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป เนื่องจากการผลิตเหล็กอ่อนด้วยกรรมวิธีพุดเดิ้ลนี้ ต้องอาศัยแรงงานคนมาก ดังนั้นเหล็กอ่อนที่ผลิตออกมาถึงมีราคาแพง ในปัจจุบันไม่นิยมใช้ทำการผลิต

14.2 ลักษณะของเตาพุดเดิ้ล

เตาพุดเดิ้ลเป็นของประเทศอังกฤษ ลักษณะเตาเป็นเตารูปยาว ข้างบนมีลักษณะเป็นอ่างกระทะที่ข้าง ๆ กระทะมีกองไฟสำหรับใช้ความร้อนตามมากับลมร้อนที่จะออกทางปล่องวัตถุดิบที่จะใส่ลงไปในเตา

- เหล็กดิบสีขาว
- เศษเหล็ก (เหล็กออกไซด์)
- ลมร้อน

14.3 กรรมวิธีแอสตัน (Aston Process)

กรรมวิธีการผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า กรรมวิธีไบเออร์ (Byers Process) ถูกคิดค้นขึ้นมาในปี ค.ศ. 1952 โดย เจมส์ แอสตัน ซึ่งมีความเห็นว่าการผลิตเหล็กอ่อนด้วยกรรมวิธีพุดเดิ้ล ต้องอาศัยแรงงานคนมาก และมีความยุ่งยากในการผลิตมาก ดังนั้น จึงได้ทำการพัฒนาการผลิตเหล็กอ่อนขึ้นใหม่ ซึ่งไม่ต้องอาศัยเตาพุดเดิ้ล

กรรมวิธีนี้ จะใช้น้ำเหล็กกล้าจากเตาเบสเซมเมอร์ ซึ่งยังไม่ได้ทำการขจัดออกซิเจน เป็นวัตถุดิบ โดยการเทน้ำเหล็กลงไปในน้ำ (Laddle)ซึ่งบรรจุขี้ตะกรันไว้ น้ำเหล็กและขี้ตะกรันจะทำปฏิกิริยากันอย่างรุนแรง เนื่องจากน้ำเหล็กมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของขี้ตะกรันมาก ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ทำให้น้ำเหล็กมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของขี้ตะกรันมาก ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ทำให้น้ำเหล็กและขี้ตะกรันรวมตัวกัน ทำให้กลายเป็นเหล็กอ่อน ต่อจากนั้นจะนำไปทำการรีดเป็นแท่งเหล็กอ่อน เหล็กอ่อนที่ได้จากกรรมวิธีแอสตันมีคุณภาพดีกว่าเหล็กอ่อนที่ได้จากกรรมวิธีพุดเดิ้ล

ส่วนผสมของเหล็กอ่อน

ธาตุที่ผสมอยู่ในเหล็กอ่อนประกอบด้วย คาร์บอน, แมงกานีส, ฟอสฟอรัส. ซัลเฟอร์, ซิลิกอน และมีขี้ตะกรันผสมอยู่ด้วย สำหรับปริมาณส่วนผสมของเหล็กอ่อน

15. คุณสมบัติของเหล็กอ่อน

เหล็กอ่อนมีคุณสมบัติทางกลที่ต่ำกว่าเหล็กกล้า โดยมีค่าความแข็งแรงทางแรงดึง ประมาณ 48,000 – 52,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีค่าความแข็ง 55 Rockwell scale B เหล็กอ่อนมีคุณสมบัติการยืดตัว (Ductility)สูง ดังนั้นจึงสามารถนำมาขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีตีขึ้นรูป (Forged)และนำมาเชื่อมได้ดีคุณสมบัติ

1. มีความบริสุทธิ์สูง
2. มีคาร์บอนไม่เกิน 1%
3. มีสแลกอยู่ในเนื้อเหล็ก
4. ตีขึ้นรูปได้ง่ายมาก
5. ตีเชื่อมปรานได้ดี
6. ทนต่อแรงกระแทกแบบกะทันหันได้ดียิ่ง ประโยชน์ ได้แก่
    - ใช้ทำโซ่
    - ใช้ทำขอเกี่ยว
    - ใช้ทำข้อต่อรถไฟ

เหล็กดิบ (Pig Iron) เหล็กดิบเป็นเหล็กที่ได้จากการนำสินแร่เหล็กมาทำการถลุง โดยการให้ความร้อนแก่สินแร่ ภายในเตาสูง (Blast Furnace) โดยการบรรจุวัตถุดิบ คือสินแร่เหล็ก (Iron Ore)ถ่านหิน (Coal) และหินปูน (Limestone)โดยใช้รถลากวัตถุดิบ (Skip Car) เป็นตัวช่วยดึงวัตถุดิบขึ้นไปสู่ปากเตาเพื่อบรรจุวัตถุดิบเข้าตาแล้วจุดถ่านหินที่อยู่ภายในเตาให้ลุกติดไฟ แล้วจึงเป่าลมให้เข้าไปในเตาเพื่อช่วยในการเผาไหม้ ความร้อนภายในเตาสูงประมาณ 1,600 –1,900 องศาเซลเซียส จนกระทั่งความร้อนสามารถถลุงสินแร่เหล็กที่อยู่ภายในเตาจนเป็นโลหะเหลว ซึ่งจะละลายไหลแทรกตัวอยู่ระหว่างช่องว่างของถ่านหิน ที่อยู่บริเวณก้นเตาโดยมีขี้ตะกรัน (Slag)ลอยอยู่บนส่วนบนของโลหะที่หลอมละลาย เจ้าหน้าที่จะเจาะเตาถลุงเพื่อให้ขี้ตะกรันที่ลอยอยู่บนน้ำเหล็กให้ไหลออกก่อน จากนั้นจึงจะเจาะให้น้ำเหล็กไหลออกจากเตาเหล็กที่ได้จากการถลุงแร่ เหล็กในเตาถลุงนี้เป็นเหล็กที่ยังไม่บริสุทธิ์มักเรียกว่าเหล็กดิบ (Pig Iron)เราจะนำเหล็กดิบที่ถลุงได้ส่วนหนึ่งไปหล่อเป็นแท่ง โดยเครื่องจักรอัตโนมัติ (Pig Molding Machine) เพื่อจะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำเหล็กกล้าหรือเหล็กหล่อในภายหลัง โดยนำเหล็กดิบที่ยังร้อนหลอมเหลวแล้วจะนำไปบรรจุลงในเบ้า (Ladle)แล้วนำไปผลิตเป็นเหล็กกล้าต่อไปในการถลุงสินแร่เหล็กนี้จะทำงานต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ประมาณ 5-6 ปี จึงจะหยุดทำการซ่อมแซมเตากันครั้งหนึ่ง

16. เหล็กดิบ (Pig Iron) เหล็กดิบผลิตขึ้นจากเตาสูง (Blast Furance) โดยการหล่อหลอมสินแร่เหล็กกับถ่านโค้กและหินปูน ซึ่งคุณภาพของเหล็กที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสินแร่ที่นามาใช้ในการหลอม

โดยปกติแล้วเหล็กดิบที่ผลิตได้จะมีธาตุต่าง ๆ ประสมอยู่โดยประมาณดังนี้

คาร์บอน (Carbon : C) 3-4%

ซิลิคอน (Silicon: Si) 1-3%

แมงกานีส (Manganese : Mn) 1%

ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P) 0.1-1%

กำมะถัน (Sulphur: S) 0.05-0.1%

เหล็กดิบจะมีความแข็งและเปราะ ดังนั้นจึงมีความแข็งแรง ความเหนียว ไม่มากนักและทนต่อแรงกระแทกได้น้อย เหล็กดิบส่วนมากจะถูกนำไปหล่อเป็นเหล็กชนิดต่างๆ เช่น เหล็กหล่อ และเหล็กกล้า เป็นต้น

ชนิดของเหล็กดิบ เหล็กดิบที่ผลิตได้จากเตาสูงมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดและนำมาใช้ประโยชน์ต่างกัน สามารถพิจารณาได้ดังนี้

- เหล็กดิบเบสิก (Basic Pig Iron)นำไปใช้การหล่อเหล็กกล้าและรีดขึ้นรูป
- เหล็กดิบเอซิด (Acid Pig Iron)นำไปใช้ในการหล่อเหล็กกล้า ผลิตเหล็กอ่อนและรีดขึ้นรูป
- เหล็กดิบฟอร์จิ้ง (Forging Pig Iron) นำไปใช้ในการผลิตเหล็กอ่อน เหล็กประสมและตีขึ้นรูป
- เหล็กดิบโรงหล่อ (Foundry Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเป็นเหล็กหล่อสีเทา และเหล็กหล่อประสม
- เหล็กดิบมัลลิเอเบิลหรือเหล็กดิบเหนียว (Malleable Pig Iron)นำไปใช้ในการหล่อเป็นเหล็กหล่อสีขาว เหล็กหล่อเหนียว (เหล็กหล่อมัลลิเอเบิล) และเหล็กหล่อเหนียวประสม (เหล็กหล่อมัลลิเอเบิลประสม)

อิทธิพลของธาตุที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบ ธาตุชนิดต่าง ๆ ที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบจะทำให้เหล็กดิบมีสมบัติดังนี้

16.1 คาร์บอน (Carbon: C) คาร์บอนมีอิทธิพลต่อจุดหลอมเหลวของเหล็ก คือจะทำให้จุดหลอมเหลวต่ำลงจึงทำให้เหล็กหลอมได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เหล็กแข็งขึ้นสามารถชุบแข็งได้ ความเหนียวและอัตราการขยายตัวลดลง สมบัติในการตีขึ้นรูปและการเชื่อมประสานลดลง

16.2 ซิลิคอน (Silicon: Si) ซิลิคอนในเนื้อเหล็กจะรวมตัวกับคาร์บอน เกิดเป็นซิลิคอนคาร์ไบต์ (Sic) ซึ่งมีความแข็งมาก ดังนั้นเหล็กที่มีซิลิคอนประสมอยู่มากเกินไปจะมีความเปราะและแตกหักง่าย สมบัติในการเชื่อมประสานและปาดผิวลดลง แต่ทำให้มีความคงทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

16.3 แมงกานีส (Manganese: M n) แมงกานีสที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบจะทำให้เหล็กมีความแข็งและทนต่อการสึกเหรอได้ดี และจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้นอยู่ด้วย

16.4 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P) ฟอสฟอรัสถ้ามีมากในสินแร่เหล็กจะทำให้การถลุงยากขึ้น และถ้ามีมากในเนื้อเหล็กจะทำให้เปราะหักง่ายที่อุณหภูมิเย็น แต่ถ้ามีน้อยจะช่วยให้สามารถหล่อได้บาง ๆ หลอมไหลได้ง่ายสะดวกในการเทลงแบบ

16.**5 กำมะถัน (Sulphur: S)** กำมะถันถ้ามีมากในเนื้อเหล็กจะทำให้เหล็กเปราะหัก ง่าย ณ ที่อุณหภูมิสูง ๆ ทำให้การหลอมไหลยากไม่สะดวกที่จะเทลงแบบ ดังนั้นการนำไปใช้งานที่อุณหภูมิสูง ๆ จึงไม่ดี

17. เหล็กกล้า (Steel)

เหล็กกล้า เป็นโลหะที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในปัจจุบัน เหล็กกล้ามีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.1-1.5%โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ทำให้เหล็กกล้ามีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เหล็กกล้าถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างมาก นอกจากปริมาณของธาตุคาร์บอนแล้ว ยังมีการผสมธาตุต่าง ๆ ในเนื้อเหล็กกล้าอีกด้วย เช่น โครเมียม นิกเกิล ทังสเตน วาเนเดียม โมลิบดีนัม เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กกล้าให้ดีขึ้น เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเฉพาะอย่าง เช่น ทนต่อุณหภูมิได้สูง ทนต่อการเสียดสี ทนต่อการกัดกร่อน มีความแข็งแกร่งสูงขึ้น เหล็กกล้าแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

17.1 เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel)

เหล็กกล้าคาร์บอน เป็นเหล็กที่มีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนเป็นหลัก อาจจะมีธาตุอื่นผสมอยู่ได้บ้างเล็กน้อย เช่น ซิลิคอน แมงกานีส กำมะถัน ฟอสฟอรัส เหล็กกล้าคาร์บอนแบ่งออกได้หลายชนิดตามปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเนื้อเหล็ก จะทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และนำไปใช้งานในลักษณะต่าง กัน เช่น

17.1.1 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel)

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ จัดได้ว่าเป็นเหล็กกล้าที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ในเนื้อเหล็กน้อยที่สุด คือ มีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.10 –0.30% โดยน้ำหนักกำหนดตามมาตรฐานอเมริกัน คือ AISI 1010 – 1030 กำหนดมาตรฐานเยอรมัน คือ St37เนื่องจากมีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่น้อย ทำ

ให้มีความแข็งแรงต่ำไม่สามารถนำไปทำการชุบแข็งได้ เหมาะสำหรับนำไปใช้งานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่นนำไปรีดเป็นแผ่น ทำถังบรรจุของเหลว นำไปทำเป็นเหล็กเส้นใช้ในงานก่อสร้าง

17.1.2 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เป็นเหล็กกล้าที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนเพิ่มขึ้นมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ คือมีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.31-0.55% โดยน้ำหนัก กำหนดตามมาตรฐานอเมริกัน คือ AISI 1031-1055 กำหนดตามมาตรฐานเยอรมัน คือ St 50 สามารถนำไปปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน โดยการนำไปชุบแข็ง (Hardening)คือนำชิ้นงานไปเผาให้ร้อนเพื่อให้เหล็กเปลี่ยนโครงสร้างเป็นออสเทนไนต์ (Austenite) ซึ่งการจะใช้อุณหภูมิสูงขนาดไหนขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ จากนั้นทำให้เย็นตัวลงโดยเร็ว เหล็กจะเปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาแทนไซต์ (Martensite)ซึ่งเหล็กจะมีความแข็งเพิ่มขึ้น เหล็กกล้าชนิดนี้นำไปใช้ผลิตชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่ต้องการความแข็งแรง เช่น เพลาส่งกำลัง เฟืองในเครื่องจักรต่าง ๆ

17.1.3 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)

เหล็กกล้าคาร์บอนสูง เป็นเหล็กกล้าที่ปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ในเนื้อสูงสุด คือมีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.56 –1.5%โดยน้ำหนัก กำหนดมาตรฐานอเมริกัน คือ AISI 1056 –1090 กำหนดมาตรฐานเยอรมัน คือ St170เป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงสูง นำไปผลิตเครื่องมือคมตัดต่างๆ เช่น มีดกลึง ดอกสว่าง ดอกคว้านละเอียด ดอกทำเกลียว ใบเลื่อย ตะไบ ซึ่งเครื่องมือคมตัดต่าง ๆ เหล่านี้ จะนำไปผ่านกระบวนการขึ้นรูป ตามขนาด และรูปร่าง แล้วนำชิ้นงานไปปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน โดยการนำไปชุบแข็ง (Hardening)ซึ่งจะทำให้งานมีความแข็งสูงมาก แต่เมื่อได้รับแรงกระแทกจะเปราะหักได้ง่าย

17.2 เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)

เหล็กกล้าผสม เป็นเหล็กกล้าที่ผสมธาตุหรือโลหะต่างๆ เช่น นิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม วาเนเดียม ทังสเตน ธาตุที่ปผสมเข้าไปนี้เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กกล้า เช่น ความแข็งแรง (Strength) ความทนต่อการกัดกร่อน (Corrosion)ทนต่อการเสียดสี (Wearresisting)

18. เหล็กหล่อ (Cast Iron)

เป็นวัสดุช่างที่จัดอยู่ในพวกโลหะ เหล็กหล่อเป็นวัสดุช่างที่สำคัญ เหล็กหล่อมีเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนค่อนข้างสูงจึงทำให้เหล็กหล่อมีความแข็ง การขึ้นรูปต้องนำไปหลอมแล้วเทลงแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเหล็กหล่อมีอยู่มากมาย เช่น ทำฐานเครื่องจักร ตัวเครื่องจักร รางเครื่องกลึง เสื้อสูบเครื่องยนต์ พลูเลย์สายพานชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

18.1 คุณสมบัติของเหล็กหล่อ

1. ผลิตจากเหล็กดิบสีเทา (มี Siสูง)
2. มีสารมลทินปนอยู่มาก
3. รับแรงดึง (Tensile) ไม่ดี
4. รับแรงอัด (Compressive) ได้ดี
5. จุดหลอมเหลวต่ำ
6. แม่เหล็กจะดูดผงเศษเหล็กได้น้อย
7. ไม่เป็นสปริงจะหักเปราะง่าย
8. ผลิตจากเตาคูโพลา
9. มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง 2-4%
10. การรวมของคาร์บอนอยู่ในรูปของกราไฟต์
11. ขึ้นรูปโดยการหลอมละลายแล้วเทลงในแบบ
12. การใช้งานมักนำไปทำพวกเหล็กโครงสร้าง
13. ผิวหยาบ เม็ดเกรนโตมองเห็นได้ชัด
14. ผงตะไบเหล็กจะทู่มีสีดำ
15. เมื่อเผาให้ร้อนจะเสียทรง เพราะจะยุบตัว

18.2 ชนิดของเหล็กหล่อ

18.2.1 เหล็กหล่อสีเทา (Gray Cast Iron)

เหล็กหล่อสีเทา หรือเหล็กหล่อธรรมดา มีสัญลักษณ์ GG เป็นเหล็กหล่อทั่ว ๆ ไป ซึ่งเกิดจากการหลอมเหล็กดิบสีเทา เศษเหล็กเหนียว ถ่านโค้ก หินปูน มีธาตุต่าง ๆ ประสมอยู่ เช่น

คาร์บอน 2 –4%

ซิลิคอน 1.8-2.5%

แมงกานีส 0.5-0.8%

กำมะถัน 0.3%

เมื่อทำการหลอมละลายเหล็กในเตาคิวโปล่าให้เป็นน้ำโลหะหลอมเหลวแล้วนำน้ำโลหะเหลวไปเทลงในแบบหล่อ ในขณะที่น้ำโลหะ ค่อย ๆ เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ ธาตุคาร์บอนที่มีอยู่ในเนื้อเหล็กจะตกผลึกเป็นคาร์บอนอิสระแทรกตัวในเนื้อเหล็กนั้น ซึ่งถ้าเราหักเหล็กหล่อดูเนื้อภายในจะมีลักษณะเป็นเม็ดโลหะ

หยาบสีเทาดำ เหล็กหล่อสีเทามีคุณสมบัติรับแรงสั่นสะเทือน (Damp Vibration)รับแรงกระแทก(Impact Strength)ทนต่อความล้า (Fatigue) และสามารถทำการตกแต่งด้วยเครื่องจักรกลได้ดี (Machine Ability) เหล็กหล่อสีเทาเหมาะที่จะนำไปผลิตโครงสร้างของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องไส เครื่องเจาะ แท่นระดับ ปากกาชับงานตะไบ ทั่งตีเหล็ก เสื้อสูบเครื่องยนต์ เฟืองต่าง ๆ

ข้อควรจำเมื่อปฏิบัติงานเกี่ยวกับเหล็กหล่อเหล็กหล่อผิวนอกจะแข็งมาก เวลาปาดผิวนอกจึงต้องใช้แรงมากกว่าปกติช่างจะต้องรู้จักระวัง ส่วนผิวภายในจะอ่อน ปาดออกได้ง่าย

คำศัพท์

1. GG	แปลว่า	เหล็กหล่อสีเทา
2. GH	แปลว่า	เหล็กหล่อแข็ง
3. GT	แปลว่า	เหล็กหล่อเหนียว
4. GTW	แปลว่า	เหล็กหล่อเหนียวสีขาว
5. GTS	แปลว่า	เหล็กหล่อเหนียวสีดำ
6. GGG	แปลว่า	เหล็กหล่อโนดูลาร์
7. GS	แปลว่า	เหล็กเหนียวหล่อ

19. วิธีการเชื่อมโลหะแบ่งออกได้ดังนี้

19.1 การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding)

คือการหลอมเหลวโลหะ แหล่งความร้อนที่ใช้เกิดมาจากการเผาไหม้ระหว่าง แก๊ส อะเซทีลีน ซึ่งเป็นแก๊สเชื้อเพลิง และแก๊สออกซิเจน อุณหภูมิของการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ให้ความร้อนสูง 3200?C และจะไม่มีเขม่าหรือควัน

19.2 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

การเชื่อมไฟฟ้า หรือ "อาร์ค" ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมเกิดจากประกายอาร์ค ระหว่างชิ้นงาน และลวดเชื่อมซึ่งหลอมละลายลวดเชื่อม เพื่อทำหน้าที่ประสานเนื้อโลหะเข้าด้วยกัน

19.3 การเชื่อมอัด (Press Welding)

คือ การประสานโลหะ 2 ชิ้น โดยใช้ความร้อน กับชิ้นงานในบริเวณที่จะทำการเชื่อม จากนั้นใช้แรงอัดส่วนที่หลอมละลายจนกระทั่งชิ้นงานติดกันเป็นจุด หรือเกิดแนวความร้อนที่ใช้ได้จากความต้านทานไฟฟ้า เช่น การเชื่อมจุด (Spot Welding)

19.4 การเชื่อม TIG (Tungsten Inert Gas Welding)

เป็นวิธีเชื่อมโลหะด้วยความร้อน ที่เกิดจากการอาร์คระหว่างลวดทังสเตน กับชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยปกคลุมบริเวณเชื่อม และบ่อหลอมละลายเพื่อไม่ให้บรรยากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยา

19.5 การเชื่อม MIG (Metal Inert Gas Welding)

เป็นกระบวนการเชื่อมที่สร้างความร้อน ระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้จะเป็นลวด

เชื่อมเปลือยที่ส่งป้อนอย่างต่อเนื่อง ไปยังบริเวณอาร์ค และทำหน้าที่เป็นโลหะเติมลงยังบ่อหลอมละลาย บริเวณบ่อหลอมละลายจะถูกปกคลุมไปด้วยแก๊สเฉื่อย เพื่อไม่ให้เกิดการรวมตัวกับอากาศ

19.6 การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged Arc Welding)

การเชื่อมใต้ฟลักซ์เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ได้รับความร้อนจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมเปลือยกับชิ้นงานเชื่อม โดยมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) ปกคลุมบริเวณอาร์ค และฟลักซ์ส่วนที่อยู่ใกล้ กับเนื้อเชื่อมจะหลอมละลายปกคลุมเนื้อเชื่อมเพื่อป้องกันอากาศภายนอกทำปฏิกริยากับแนวเชื่อม ส่วนฟลักซีที่อยู่ห่างจากเนื้อเชื่อมจะไม่หลอมละลาย และไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1 การเตรียมการก่อนเริ่มโครงการ

3.1.1 ประชุมวางแผนการดำเนินงาน

3.1.2 ศึกษาค้นคว้าวิธีการทำจักรยาน

3.1.3 แบ่งหน้าที่ในการทำงาน

3.1.4 เลือกประธานและกรรมการ

3.1.5 ตั้งชื่อโครงการให้สอดคล้องกับการปฏิบัติ

3.2 การดำเนินงาน

3.2.1 ออกแบบจักรยาน

3.2.2 จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์

3.2.3 เตรียมวัสดุตามแบบ

3.2.4 ประกอบขึ้นรูปจักรยาน

3.2.5 ทดสอบประสิทธิภาพ

3.2.6 ปรับปรุงแก้ไข

3.2.7 ทำสี

3.2.8 ทดลองใช้จักรยาน

3.2.9 สอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้จักรยาน

3.3 การดำเนินการหลังสิ้นสุดโครงการ

3.3.1 จัดทำรายงาน

3.3.2 นำเสนอผลงาน

งบประมาณ/ค่าใช้จ่าย

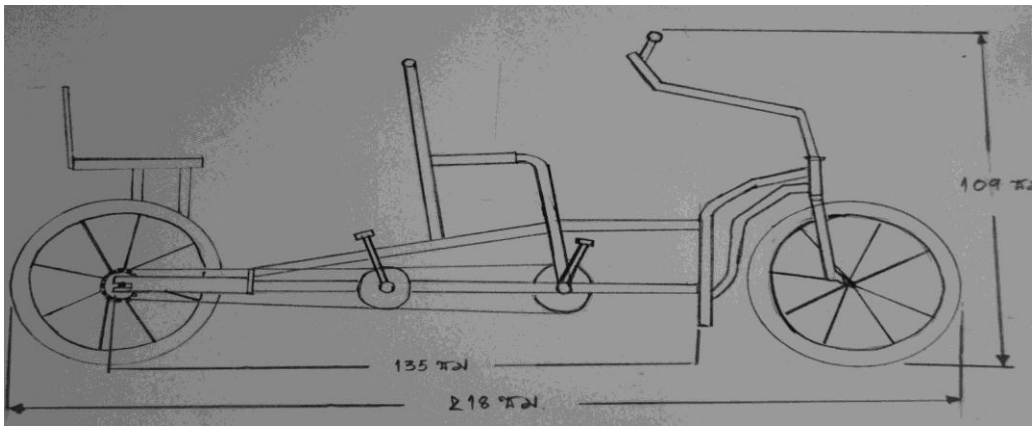
ลำดับ	รายการ	ราคา	จำนวน/หน่วย	ราคารวม	หมายเหตุ
1	บันไดจักรยาน	75	2 คู่	150	
2	โซ่จักยาน	50	4 เส้น	200	
3	ล้อจักรยาน	170	2 ล้อ	340	
4	ชุดเบรก	75	2 ชุด	150	
5	ฟรีหลัง	40	2 อัน	80	
6	ยางใน	55	4 เส้น	220	
7	เพลากลาง	40	2 แท่ง	80	
8	ถ้วยกลาง	10	8 ถ้วย	80	
9	สลัก	5	4 อัน	20	
10	เพลาหลัง	30	2 แท่ง	60	
11	ถ้วยลูกปืน	5	8 ถ้วย	40	
12	ลูกปืนตลับ	20	10 ตลับ	200	
13	จานโซ่	125	6 จาน	750	
14	ขอบล้อ	190	2 วง	380	
15	ซี่ล้อ	55	2 ชุด	110	
16	ดุมหน้ากลึง	135	2 อัน	270	
17	บู๊ตล้อหน้า	30	2 อัน	60	
18	ยางนอก	220	2 เส้น	440	
19	ยางรองขอบล้อ	5	2 เส้น	10	
รวม				3,240	

ตารางที่ 2 งบประมาณ/ค่าใช้จ่าย

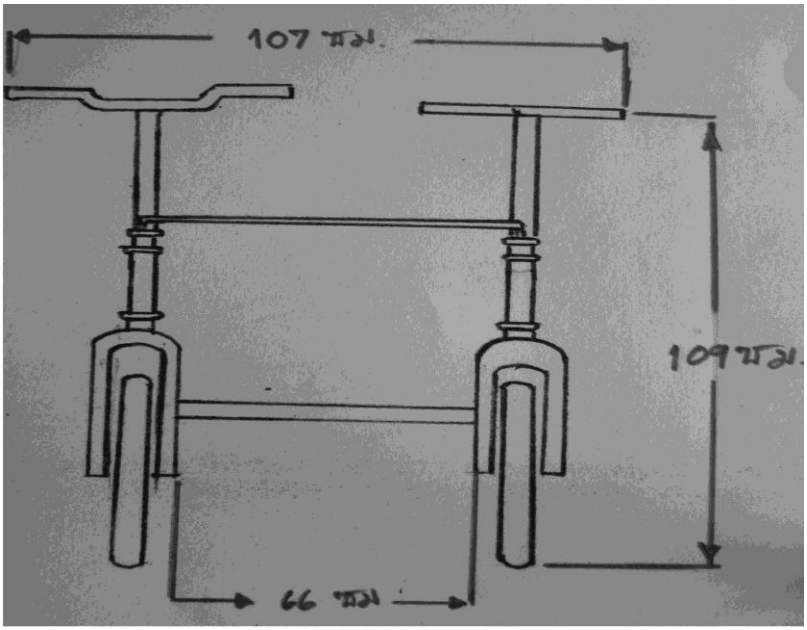
บทที่ 4

การออกแบบและทดลอง

4.1 แบบแปลน



ภาพที่ 1 แบบแปลนด้านข้าง



ภาพที่ 2 แบบแปลนด้านหน้า

ตารางบันทึกการทดสอบประสิทธิภาพ

ลำดับ	ผลการทดสอบ	วิธีแก้ไข	ผลการแก้ไข
1	ทดสอบการทำงานของล้อหน้าปรากฏว่าล้อหน้าไม่ตรงกัน	ทำตัวปรับล้อหน้า	ล้อหน้าตรงกันแล้วไปได้สะดวกขึ้น
2	ทดสอบความแข็งแรงของโครงจักรยานปรากฏว่ารับน้ำหนักไม่ค่อยไหว	เสริมโครงเหล็กเข้าไปอีก	มีความแข็งแรงมากขึ้น
3	บันไดจักรยานไม่แน่น	เชื่อมบันไดจักรยานติดกับเพลาจักรยาน	บันไดจักรยานแน่นขึ้น

ตารางที่ 3 ตารางบันทึกการทดสอบประสิทธิภาพ

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการ

ดำเนินงานการดำเนินงานเกิดความล่าช้าเนื่องจากการจัดหาอุปกรณ์ในการทำโครงการจักรยานปั่นคนเดียวได้ไม่ครบจึงทำให้ต้องเปลี่ยนเป็นจักรยานสี่คนปั่นและเวลาปฏิบัติงานเกิดความล่าช้าเนื่องจากอุปกรณ์ในการทำงานมีไม่ครบสำหรับทุกกลุ่มทำให้ต้องยืมอุปกรณ์กันไปๆมาๆและจักรยานที่ทำออกมารับน้ำหนักไม่ไหวเนื่องจากเหล็กบางจึงต้องเสริมโครงเหล็กเข้าไปเยอะทำให้ล้อรับน้ำหนักไม่ค่อยไหวเนื่องโครงเหล็กมีน้ำหนักค่อนข้างมากและเนื่องจากขอบล้ออ่อนตัวง่ายและล้อหน้าจักรยานไม่ตรงกันทำให้เวลาเข้าทางโค้งลำบากและมี่ปัญหาเลยทำตัวปรับล้อใส่และจากการสังเกตเวลาทดลองปั่นช่วงกลางวันจะร้อนเพราะมีแดดส่องเลยจัดทำโครงหลังคาใส่

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ล้อหน้าไม่ตรงกัน

5.2.2 ยางรับน้ำหนักไม่ไหว

5.2.3 เหล็กบางเกินไป

5.2.4 เวลาเข้าโค้งมีปัญหา

ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้เหล็กที่มีความหนากว่าเดิม
2. ขอบล้อความมีความแข็งแรงกว่าเดิม

บรรณานุกรม

http://www.lpnpm.co.th/th/knowledge.php

http://namtomza26.myreadyweb.com/page-4727.html

http://netra.lpru.ac.th/~weta/ch-2/index.html

http://www.maxsteelthai.com

ภาคผนวก

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

รูปภาพที่ 3 ตัดเหล็กทำโครงจักรยาน

รูปภาพที่ 4 เชื่อมเบาะและพนักพิงหลัง

รูปภาพที่ 5 เจียแต่งก่อนทำสี

รูปภาพที่ 6 ตัดปรับปรุงเบาะนั่ง

รูปภาพที่ 7 เจาะรูเพื่อร้อยน๊อต

รูปภาพที่ 8 ถอดล้อเพื่อทำสีโครง

รูปภาพที่ 9 เสร็จสมบูรณ์

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นาย จรัญ แซ่ตู่กู่

เกิดเมื่อวันที่ 10 มกราคม พุทธศักราช 2537

ที่อยู่ 75หมู่ 18 ต.วาวี อ. แม่สรวย จ. เชียงราย 57180

โทรศัพท์ 083-3581109 e-mail tor_jarun@hotmail.co.th

ระดับการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนศิริมาตย์เทวี อ. พาน จ. เชียงราย

มัธยมศึกษา โรงเรียนนุชนาถอนุสรณ์ อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย

ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขางานโลหะการ โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม

คติพจน์

ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั้น

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นาย เสกสรรค์ สุวรรณพงศ์

เกิดเมื่อวันที่ 13 มกราคม พุทธศักราช 2537

ที่อยู่ 28/1 หมู่ 4 ต. เวินพระบาท อ. ท่าอุเทน จ. นครพนม 48120

โทรศัพท์ 0883344749 e-mail **seksun95@gmail.com**

ระดับการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านเชียงยืน อ. ท่าอุเทน จ. นครพนม

มัธยมศึกษา โรงเรียนเชียงยืนวิทยา อ. ท่าอุเทน จ. นครพนม

ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขางานโลหะการ โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม

คติพจน์

สักวัน เราต้องได้ดี

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นาย ชาติชาย โชคสร้างทรัพย์

เกิดเมื่อวันที่ 26 เมษายน พุทธศักราช 2536

ที่อยู่ 112 หมู่ 15 ต. แม่ศึก อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ 50270

โทรศัพท์ 0810603340 e-mail ck_atchai@hotmail.com

ระดับการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านแม่หอย อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่

มัธยมศึกษา โรงเรียนแม่แจ่ม อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่

ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขางานโลหะการ โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม

คติพจน์

ทำวันนี้ให้ดีที่สุด