สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

STUDY AND DEVELOPMENT ON EXTRUDER FOR COIL FORMING

T073620

สุรศักดิ์ บัวจันทร์

SURASAK BUACHAN

QW.
ส854ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....73620
วัน,เดือน,ปี..26 ก.ค. 2550

b.11801591
i.....

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT ON EXTRUDER FOR COIL FORMING

SURASAK BUACHAN

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL PULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสาระนิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา
นักศึกษา	สุรศักดิ์ บัวจันทร์
รหัสประจำตัว	46069409
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เพื่อให้มีประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในด้านความสม่ำเสมอและความรวดเร็วในการผลิตเส้นดิน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ ผู้ปฏิบัติงานภายในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามประกอบการทดลองใช้เครื่องรีดเส้นดิน เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องรีดเส้นดิน โดยใช้สถิติค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยสรุปว่า เครื่องรีดเส้นดินที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี เหมาะสำหรับการใช้งานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา ในด้านความสม่ำเสมอของเส้นดิน การเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์ ความสะดวกสบายการบำรุงรักษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดิน อยู่ในเกณฑ์ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thematic Paper Title	Study and Development on Extruder for Coil Forming
Student	Mr.Surasak Buachan
Student ID.	46069409
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2006
Thematic Paper Advisor	Associate Professor Dr. Nirat Soodsang

ABSTRACT

The research is having objective to study and develop the machine for prepare material in ceramic industry, for smooth and quick operation.

The twenty person who works in ceramic from Bang Sai Supplementary Occupation and Releted Techniquses, test the machine and fill in form is the instrument of the research, and assess by percentile, Mean , and Standard Deviation

The summarize of research, the machine is suitable for ceramic industry. The quick and smooth materiol from the machine increase production, The machine is convenient to service. And the expert pointed, the operation of machine in good level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สาระนิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์ อาจารย์ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำสาระนิพนธ์ ทำให้สาระนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้อย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการ รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร และรองศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ ที่เสียสละเวลามาดำเนินการสอบสาระนิพนธ์และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล รองศาสตราจารย์อายุวัฒน์ สว่างผล อาจารย์ธีรวัลย์ วรรธโนทัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภกา ปาลเปรม และอาจารย์พนม เสมาทอง ที่เสียสละเวลาในการให้ความรู้ ให้คำแนะนำตรวจสอบและประเมินเครื่อง พร้อมทั้งเสนอแนะข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้ปฏิบัติงานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร ในการประเมินความคิดเห็น พร้อมข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณนายบรรจงศักดิ์ พิมพ์ทอง ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ตลอดมา

คุณประโยชน์ใด ๆ ของสาระนิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้เป็นแนวทางเพื่อการศึกษาแก่ผู้ที่สนใจสามารถนำไปศึกษาประยุกต์ใช้ ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นต่อไปอีกได้

สุรศักดิ์ บัวจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 สมมติฐานการวิจัย.....3

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....4

1.6 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6

2.1 ประเภทของดินที่ใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา.....6

2.2 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาด้วยวิธีต่าง ๆ 15

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องอัดและเครื่องรีด.....28

2.4 การออกแบบเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา.....29

2.5 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องรีดเส้นดิน..... 34

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....49

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 52

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 52

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 52

3.3 การตรวจสอบและการทดสอบเครื่องมือ..... 53

3.4 ขั้นตอนดำเนินการออกแบบ..... 53

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 55
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 55

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 57
4.1 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นและความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน การผลิตเครื่องปั้นดินเผา 57
4.2 ผลการวิเคราะห์การประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต 60
4.3 ผลการวิเคราะห์การทดลองใช้เครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา โดยผู้ปฏิบัติงานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา 61

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 62
5.1 สรุปผลการวิจัย 62
5.2 อภิปรายผล 63
5.3 ข้อเสนอแนะ 64

บรรณานุกรม 65

ภาคผนวก 66
ภาคผนวก ก 67
ภาคผนวก ข 75
ภาคผนวก ค 86

ประวัติผู้เขียน 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะเนื้อดินจำแนกตามปริมาณ.....7
2.2 ลักษณะทางกายภาพของฟีโนลิค.....46
4.1 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ปฏิบัติงาน.....57
4.2 แสดงจำนวนและค่าร้อยละความคิดเห็นและความต้องการใช้เครื่องรีดเส้นดิน.....59
4.3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้ารการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต.....60
4.4 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานการผลิตเครื่องปั้นดินเผา.....61

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ดินจอมปลวก	10
2.2 ดินท้องนา	10
2.3 ดินชายน้ำ – ท้องร่อง	11
2.4 ขั้นตอนการขึ้นรูปแบบอิสระและผลิตภัณฑ์	16
2.5 การเตรียมดินเพื่อขึ้นรูปแบบแผ่น	17
2.6 การคลึงดินให้เป็นแผ่น	18
2.7 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แบบแผ่น	18
2.8 การใช้แม่พิมพ์กดดินที่เตรียมไว้	19
2.9 ชิ้นงานที่ได้จากการกดแม่พิมพ์	19
2.10 การคลึงดินให้เป็นเส้นเพื่อการขึ้นรูปแบบขด	20
2.11 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบขด	21
2.12 ขั้นตอนการขึ้นรูปแบบหล่อ	22
2.13 ผลิตที่ได้จากการขึ้นรูปแบบหล่อ	23
2.14 ขั้นตอนการขึ้นรูปแบบแป้นหมุน	24
2.15 ผลิตภัณฑ์ที่ได้การขึ้นรูปแบบแป้นหมุน	25
2.16 ขั้นตอนการขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด	26
2.17 เครื่องมือที่ใช้รีดดินให้เป็นเส้น	26
2.18 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบสาน	27
2.19 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบสาน	27
2.20 เครื่องเตรียมดินขนาดใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม	29
2.21 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	35
2.22 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น	36
2.23 วงจรเรียงกระแสบริดจ์	36
2.24 เฟืองที่ใช้ในการผลิตเครื่องรีดเส้นดิน	37
2.25 ลักษณะฟันเฟืองที่เรียงเป็นแนวตรง	37
2.26 ไดโอด	38
2.27 ไดโอดและคาปาซิเตอร์	39
2.28 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C)	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.29 มอเตอร์ไฟฟ้าเฟสเดียว	40
2.30 มอเตอร์ 3 เฟส	41
2.31 มอเตอร์ยูนิเวอร์เซล	41
2.32 การเกิดแรงคลื่นไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	42
2.33 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า	42
3.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา	56
ค 1 ภาพแบบร่าง (SKETCH DESIGN)	87
ค 2 ภาพเขียนแบบเกลียวและหัวรีด	88
ค 3 ภาพเขียนแบบเฟือง	89
ค 4 ภาพเขียนแบบกระบอกบรรจุดิน	90
ค 5 ภาพเขียนแบบรูปด้านข้างเครื่องรีดเส้นดิน	91
ค 6 ภาพเขียนแบบรูปตัดเครื่องรีดเส้นดิน	92
ค 7 ภาพเขียนแบบ ISOMETRIC	93
ค 8 ภาพ PERSPECTIVE	94
ค 9 ภาพขยายส่วนต่าง ๆ ของเครื่องรีดเส้นดิน	95
ค 10 ภาพต้นแบบเครื่องรีดเส้นดิน	96
ค 11 ภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินและทอลองเพื่อหาประสิทธิภาพ	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เมื่อกล่าวถึงเรื่องเครื่องปั้นเดินเผาในสายตาของคนโดยทั่วไป มักจะเข้าใจและมองเพียงว่าการทำภาชนะเครื่องใช้ ถ้วย ชาม (Pottery) รูปปั้น (Figvrines) แจกัน โอ่ง เพียงเท่านั้น บางคนก็มองในแง่ผลิตภัณฑ์ทางศิลป์ ซึ่งมีไว้สำหรับตกแต่งให้สวยงาม หรือโบราณวัตถุอันมีค่าทางประวัติศาสตร์ที่เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ หรือตู้โชว์เท่านั้น ความจริงแล้วเครื่องปั้นดินเผา มิได้หมายความเฉพาะตามที่กล่าวข้างต้น ได้รวมถึงผลิตภัณฑ์นานาชนิดที่ทำจากดินและหิน โดยผ่านกรรมวิธีการเผา (Firing process) ทำให้มีความแข็งแกร่ง (Strengh) มีความทนทาน หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากอนินทรีสาร อโลหะ (Inorganic Non metallic materials) ซึ่งได้แก่ แร่ธาตุดินหรือต่าง ๆ นั้นเอง ในสมัยโบราณกรีกเรียกว่า เคราอส (Keramos) แปลว่าสิ่งที่ถูกเผา (Burntstuff) ซึ่งมีความหมายในทำนองเดียวกันตรงกับภาษาอังกฤษว่า เซรามิกส์ (Ceramics) ซึ่งนับว่ามีความสำคัญและมีคุณประโยชน์อย่างยิ่ง การที่มนุษย์ได้นำเอาประโยชน์จากการศึกษา ค้นคว้าการวิจัย และผลผลิตทางเซรามิกส์ ซึ่งมีคุณสมบัติแข็งแกร่งเป็นพิเศษทนต่อกรด-ด่าง การเสียดสี ความร้อนสูง มาใช้ในโครงสร้างต่าง ๆ อย่างกว้างขวางและมี คุณค่าอย่างยิ่งซึ่งไม่เคยปรากฏมาก่อน เช่น โครงการอวกาศ (Space flight) เครื่องมือสื่อสาร ดาวเทียม เครื่องมือคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (ทวี พรหมฤกษ์. 2523 : 1)

การทำเครื่องปั้นดินเผาในสมัยแรก ตามข้อสันนิษฐานประมาณกันว่าอยู่ในราว 1500 B.C ก่อนคริสตกาล จากการศึกษาค้นคว้าได้พบหลักฐานผลิตภัณฑ์ประเภทอิฐ ซึ่งมีใช้ในการก่อสร้างในสมัยโบราณขึ้นครั้งแรกในประเทศบาบิโลเนีย (Babylonia) และประเทศเอสซีเรีย อียิปต์ ประเทศแถบเอเชีย ซึ่งพอเป็นหลักฐานยืนยันชี้ให้เห็นความเจริญของอารยธรรม วัฒนธรรมของชนชาติต่าง ๆ

เครื่องปั้นดินเผาถูกมนุษย์คิดสร้างสรรค์ขึ้นมาเพื่อใช้สอยกับชีวิตประจำวันในครอบครัวและชุมชนใกล้เคียงเพื่อตอบสนองอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด โดยแสดงออกมาเป็นรูปทรงศิลปะ โดยเริ่มจากเครื่องปั้นดินเผาเนื้อดินธรรมดา จนกระทั่งถึงเครื่องปั้นดินเผาเนื้อแกร่ง ตามสภาพความเป็นอยู่ของท้องถิ่นหรือความนิยมของสังคมนั้น ๆ และเครื่องปั้นดินเผาสามารถสื่อถึงประวัติศาสตร์ของชุมชน ชนชาติ โดยกำหนดให้มีลักษณะ รูปแบบ เรื่องราว แสดงศิลปะที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลายุคสมัย ทั้งสามประการนี้เป็นตัวแปรสำคัญต่อการกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงด้านคุณค่าและความเหมาะสม ตลอดจนค่านิยมอันเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเหตุนี้งานศิลปะหลายสาขาจึงถูกสร้างขึ้นมาเพื่อคุณค่าของตัวเองในบางยุค บางยุคก็สร้างเพื่อศาสนา เพื่อกษัตริย์ เพื่อชีวิต เครื่องปั้นดินเผาจึงแตกต่างกันไปตามถิ่นกำเนิด ในเรื่องรูปแบบวิธีการ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ซึ่งเป็นส่วนปลีกย่อย แต่ในความคิดส่วนใหญ่ จะเป็นการสร้างสรรค์เพื่อชีวิตมากกว่าที่จะสร้างในด้านอื่น เครื่องปั้นดินเผามีรูปลักษณะเด่นตามถิ่นกำเนิดที่ส่งผลออกมาทางด้านรูปแบบ วิธีการให้ผู้ดูทราบถึงถิ่นที่มา สถานภาพทางสังคมและเศรษฐกิจในสมัยนั้น ๆ จนกลายเป็นเอกลักษณ์ของที่นั้น ๆ (ประสบ ลี้เหมือดภัย. 2543 : 3)

ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา (Forming Process) กรรมวิธีการผลิตหรือการขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผา นับว่ามีความจำเป็นและสำคัญ ผู้ผลิตต้องมีความชำนาญ มีความรู้ ความเข้าใจตลอดจนเทคนิคต่าง ๆ ที่ช่วยในการผลิต ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน กล่าวคือ วิธีการขึ้นรูปแบบขด (Press method) วิธีการขึ้นรูปแบบแป้นหมุน (Throwing method) วิธีการขึ้นรูปแบบรีด (Extrusion method) วิธีการขึ้นรูปทรงต่าง ๆ (Shaping method) วิธี การขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อ (Costing method) (ทวี พรหมฤกษ์. 2523 : 20)

จากวิธีการขึ้นรูปทรงต่าง ๆ (Shaping method) หมายถึง การขึ้นรูปโดยวิธีการใช้มือ (Hand Forming) และเป็นที่นิยมใช้ ได้แบ่งวิธีการขึ้นรูปหลายวิธีด้วยกัน คือ การขึ้นรูปแบบอิสระ (Free form method) การขึ้นรูปแบบแผ่น (Slab method) การขึ้นรูปแบบใช้พิมพ์กด (Hand press method) วิธีการขึ้นรูปแบบขด (Coil method) ได้มีการพัฒนาให้เข้ากับสังคม โดยนำเส้นดินที่ได้มาสานแทนการขดแบบสมัยก่อน การสานเส้นดินจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงามอ่อนช้อย ประณีต บ่งบอกถึงความวิจิตรบรรจงให้กับผู้ที่ได้พบเห็นหรือมิใช่ครอบครองงานสานเส้นดินยังเป็นศิลปะที่บอกถึงเรื่องราวความเป็นอยู่และสถานภาพในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสานเส้นดิน ในการผลิตเส้นดินเป็นผลิตภัณฑ์นั้นจะมีการผลิตด้วยมือเป็นหลัก เมื่อนำมาจำหน่ายให้กับผู้บริโภคและได้ผลตอบรับจากผู้บริโภคมากขึ้น ต่อมาได้มีการส่งเสริมอาชีพอิสระให้คนที่สนใจเสน่ห์ของการสานเส้นดิน ทำเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เพื่อเพิ่มรายได้เลี้ยงครอบครัว จนมีความต้องการผลิตภัณฑ์งานสานเส้นดินมากขึ้น การสานเส้นดินเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยมือไม่เพียงพอต่อผู้บริโภค เพราะต้องใช้แรงงานคนและเวลาในการผลิตมาก ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงไม่ค่อยมีผู้ บริโภครายใดที่จะผลิตผลิตภัณฑ์สานจากเส้นดินครั้งละมาก ๆ ได้ ผลิตภัณฑ์งานสานเส้นดินมีความต้องการสูงขึ้นเรื่อย ๆ และการหาแรงงานคนก็หายากขึ้นทุกวัน จึงมีผู้คิดออกแบบสร้างเครื่องมือที่ได้มาซึ่งเส้นดิน แทนแรงงานคนที่มีอยู่เดิมที่ใช้ วิธีการคลึงนวดดินให้เป็นเส้น เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณการผลิตให้มากขึ้น โดยได้คิดออกแบบสร้างกระบอกรีดดิน (Extruding gun) แบบสามารถเปลี่ยนหัวเพิ่มขนาดรูเพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตให้มาก

จากการที่ได้หารือกับกลุ่มปฏิบัติงานในศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จังหวัดอยุธยาที่ผลิตผลิตภัณฑ์งานสานเส้นดิน โดยใช้กระบอกรีดเส้นดินก็บอกว่าสะดวกขึ้น ผลิตงานเพิ่มมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นกว่าเดิม แต่เส้นดินที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอ เพราะการรีดเส้นดินแต่ละครั้งต้องใช้แรงอัดจากแรงคน และแต่ละคนก็มีแรงไม่เท่ากันเส้นดินที่ได้จึงไม่ค่อยสม่ำเสมอ มีฟองอากาศในเส้นดิน เป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เข้าสู่ขบวนการเผาเกิดการแตกหักเสียหาย และการรีดเส้นดินในแต่ละครั้งต้องใช้แรงงานคนที่มีความชำนาญ จึงทำให้การผลิตได้น้อยไม่ทันต่อความต้องการของตลาด

จากสภาพปัญหาและเหตุผลดังกล่าว เป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาค้นคว้าหาวิธีพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน โดยนำหลักการของการใช้กระบอกรีดเส้นดิน มาผนวกกับเทคนิคกลไกของเครื่องเตรียมดินขนาดใหญ่ (Extrusion Auger) โดยใช้การสำรวจจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมในปัจจุบัน มาเป็นตัวกำหนดขนาดของเครื่องรีดเส้นดิน ที่คิดพัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยคำนึงถึงประโยชน์หลาย ๆ ด้าน เช่น เน้นความสะดวกสบายในการปฏิบัติงาน มีระยะเวลาในการผลิตเส้นดินที่รวดเร็วกว่าเครื่องเดิม เส้นดินที่ได้ไม่ มีฟองอากาศ ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินนี้ จะเน้นเรื่องของการออกแบบและพัฒนาอย่างมีหลักการและสร้างสรรค์ จนกลายเป็นผลงานที่ดีและมีคุณภาพ ด้วยสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นหากใช้กระบวนการคิดและออกแบบที่ถูกต้อง เชื่อมั่นได้ว่าผลงานครั้งนี้จะสามารถตอบสนองความต้องการที่แท้จริง และสอดคล้องกับเทคโนโลยีในกระบวนการต่าง ๆ อย่างเหมาะสม สร้างให้เกิดแนวคิดใหม่เพื่อเป็นต้นแบบและการพัฒนาต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาสร้างเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

1.3 สมมติฐานการวิจัย

เครื่องรีดเส้นดินแบบใหม่มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยและพัฒนา "เครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา" ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิด คือ

1.4.1 กรอบแนวคิดในด้านการพัฒนา คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์ขั้นต้นเป็นจุดเริ่มต้นของการสังเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูลและนำผลของการวิเคราะห์ข้อมูล จะเป็นตัวกำหนดความต้องการผลิตภัณฑ์ด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านใช้สอยที่มีความชัดเจนขึ้น (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2545 : 194) จากกรอบแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยได้สรุปแนวทางในการพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินไว้ด้วยกัน 2 ประการ คือ

1.4.1.1 การออกแบบมุ่งประโยชน์ใช้สอยเพื่อให้สามารถใช้งานได้ และสามารถดำเนินการผลิตได้

1.4.1.2 การสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์เพื่อทดลอง

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยโดยมีตัวแปร ประชากร กลุ่มตัวอย่าง ที่จะทำการศึกษาดังนี้

1.5.1 การศึกษาตัวแปร

1.5.1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ เครื่องรีดเส้นดินสำหรับผลิตงานเครื่องปั้นดินเผา

1.5.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพในการใช้งาน ขณะปฏิบัติงานของเครื่อง รีดเส้นดินที่ใช้ ในการผลิตเส้นดิน

1) ความเร็วในการผลิตเส้นดิน

2) ความสม่ำเสมอของเส้นดิน

1.5.2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

1.5.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ อาจารย์หัวหน้าแผนก อาจารย์ประจำแผนก ช่างศิลป์ ช่างชำนาญการ นักเรียน ของศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จังหวัดอยุธยา จำนวน 150 คน

1.5.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ปฏิบัติงานที่ใช้เครื่องรีดเส้นดินในการปฏิบัติงานเครื่องปั้นดินเผา โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้ประชากรที่มีอยู่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

1.6 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 การพัฒนาและสร้าง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่มีการกำหนดทิศทาง มีการวางแผนการดำเนินงาน ซึ่งทิศทางที่กำหนดขึ้นจะต้องเป็นสิ่งที่ดีและมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

1.6.2 สถานประกอบการ หมายถึง สถานที่ประกอบกิจการการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ทำจากเส้นดินที่ใช้เทคโนโลยีและกระบวนการผลิต อุปกรณ์ในการผลิตเส้นดินและเครื่องปั้นดินเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.3 การออกแบบ หมายถึง กระบวนการคิดค้น การเสนอแนะ การจัดระเบียบเพื่อที่จะดำเนินการแก้ไขปัญหา และเพื่อสนองประโยชน์ทั้งตนเองและในสังคม

1.6.4 ดิน หมายถึง เนื้อดินปั้นที่ผ่านการเตรียมพร้อมที่จะนำไปขึ้นรูปทรงผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีแบบขดและสาน เช่น ดินขาว ดินเหนียว ดินผสม เป็นต้น

1.6.5 ปราศจากฟองอากาศในเส้นดิน หมายถึง เส้นดินที่ได้จากเครื่องรีดเส้นดินนี้จะไม่มีฟองอากาศที่เป็นตัวทำให้เกิดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการเผา

1.6.6 ความสม่ำเสมอของเส้นดิน หมายถึง ขนาดของเส้นดินที่รีดจากเครื่องรีดเส้นดินจะมีขนาดที่เท่ากันตลอดทั้งเส้น สามารถตรวจสอบได้จากการตัดเส้นดินแล้วนำมาวัดด้วยเครื่องวัดมาตรฐาน

1.6.7 ความเร็ว หมายถึง ความสามารถในการทำงานด้วยความต่อเนื่องของเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

1.6.8 ความสะดวกสบายในการใช้งาน หมายถึง ระบบการทำงานของเครื่องรีดเส้นดินที่ไม่ซับซ้อน ง่ายในการเคลื่อนย้ายเพราะเครื่องมีขนาดเล็ก

1.6.9 การลดความสูญเสีย หมายถึง เส้นดินที่รีดออกมาไม่มีการแตกหักหรือขาดง่ายเพราะไม่สูญเสียความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินโครงการนั้นจะต้องทำการศึกษาข้อมูล จากเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถสรุปเนื้อหาทั้งหมด และเพื่อนำไปวิเคราะห์สร้างแนวทางในการออกแบบพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผาซึ่งจะมีเนื้อหาที่จะต้องศึกษาส่วนสำคัญต่าง ๆ ได้แก่

2.1 ประเภทของดินที่ใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

2.2 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาด้วยวิธีต่าง ๆ

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องอัดและเครื่องรีด

2.4 การออกแบบเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

2.5 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องรีดเส้นดิน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประเภทของดินที่ใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

การสร้างสรรค์งานเครื่องปั้นดินเผาแม้จะมิได้กำหนดรูปทรง เพียงปล่อยให้ความงามทางโครงสร้างพบกับความงามของเนื้อหา บังเกิดรูปทรงด้วยตัวของมันเอง ในที่สุดสิ่งเหล่านี้ก็จะกลายเป็นระบบสำหรับตัวมันเอง เมื่อเราตั้งวัตถุประสงค์ระบบจะเป็นตัวตั้งจุดมุ่งหมายให้เราได้จัดทำทุกอย่างไปตามธรรมชาติของมันโดยให้ทุกอย่างได้ลงตัวอย่างเหมาะสมในระบบ แต่เราต้องรู้ว่าเนื้อดินปั้นและวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมนั้นคืออะไร เป็นส่วนไหนหรือ ส่วนหนึ่งของอะไร มีธรรมชาติเป็นอย่างไร นับว่าสำคัญมากสำหรับการจะสร้างสรรค์งานเครื่องปั้นดินเผา

2.1.1 กำเนิดของดิน ดินเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตงานเครื่องปั้นดินเผา ดินมีความเหนียว มีการอ่อนตัว เมื่อถูกน้ำ มีความแข็งเมื่อแห้ง หรือเมื่อถูกเผาอยู่ในตัวมันเอง ดินเกิดจากการแปรสภาพของหิน หรือเกิดจากการสลายตัว โดยการกระทำของน้ำหรือสภาวะอากาศเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติที่ต่อเนื่องตลอดเวลา หรือปฏิกิริยาทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวเคมี ดิน ในความหมายทางธรณีวิทยา คือ เม็ดแร่ และส่วนแตกแยกชิ้นเล็กชิ้นน้อยของเม็ดแร่และหิน ซึ่งยึดจับตัวกันอยู่ไม่แน่นนัก ดินกำเนิดจากการผุพังของหิน ผสมเข้ากับพวกอินทรียวัตถุต่าง ๆ จนกลายเป็นดิน กระบวนการสร้างดินจะใช้เวลานานหลายร้อยปีถึงพันปี ตามหลักของวิชาปฐพีวิทยา (Pedology or Soil Science)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ส่วนประกอบของดิน ส่วนประกอบที่สำคัญของดิน มีดังนี้

1) อนินทรีย์วัตถุ ได้แก่ ส่วนที่เกิดจากชิ้นเล็กชิ้นน้อยของแร่และหินต่าง ๆ ที่ผุพังและสลายตัวโดยทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวเคมี

2) อินทรีย์วัตถุ ได้แก่ ส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อย ผุพังหรือสลายตัวของเศษเหลือของพืช สัตว์ที่ทับถมกันอยู่ในดิน

3) น้ำ ได้แก่ น้ำที่อยู่ในดินหรือที่อยู่ในช่องว่างของเนื้อดิน

4) อากาศ ได้แก่ ก๊าซซึ่งมีอยู่มากมาย ได้แก่ ไนโตรเจนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

2.1.3 ลักษณะเนื้อดิน หมายถึง ความหยาบ ความละเอียดของเนื้อดิน โดยขึ้นอยู่กับปริมาณของอนุภาคที่เป็นส่วนประกอบในเนื้อดินนั้น ๆ จำแนกอนุภาคได้เป็น 3 ขนาด คือ

1) ทราย คือ อนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.05 – 2.00 มม.

2) ทรายละเอียด คือ อนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.002 – 0.05 มม.

3) ดินเหนียว คือ อนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.002 มม.

ลักษณะเนื้อดินจำแนกตามปริมาณของทราย ทรายละเอียดและดินเหนียว ตามเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักในชนิดของดินนั้น ๆ จะประกอบด้วยอัตราส่วน ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ลักษณะเนื้อดินจำแนกตามปริมาณ

ชนิดของเนื้อดิน	% ทราย	% ทรายละเอียด	% ดินเหนียว
ดินทราย (Sand)	80	10	10
ดินร่วนทราย (Sand Loam)	65	20	15
ดินเหนียวร่วน (Clay Loam)	33 ½	33 ½	33 ½
ดินร่วน (Loam)	40	40	20
ดินเหนียวตะกอน (Silt Clay)	10	45	45
ดินร่วนตะกอน (Silt Loam)	17	70	13
ดินเหนียว (Clay)	10	10	80

2.1.4 ชนิดและคุณสมบัติทางกายภาพ ดินมีหลายชนิดจึงมีความแตกต่างกันไปในเรื่องของสี ในเรื่องของโครงสร้าง ตลอดจนต่างกันในเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี เช่น มีความเหนียวต่างกัน มีปริมาณซิลิกา (SiO_2) ต่างกัน จึงอาจจำแนกดินออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.1 ดินขาว (Kaolin, China Clay) หมายถึง ดินที่มีสีขาว ซีดจาง หรือขาวหม่นเนื้อดินหยาบ มีความเหนียวน้อยการนำมาขึ้นรูปโดยตรงจะยากแก่การทรงตัว จึงต้องนำไปผสมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้ผลิตงานเครื่องปั้นดินเผา เป็นดินที่หดตัวน้อย มีความทนไฟสูง 1800° เซลเซียส ดินขาวเท่าที่พบมีแหล่งเกิดในที่ราบสูงหรือภูเขา ซึ่งแต่เดิมเป็นแหล่งแร่หินฟันม้า ซึ่งผุพังโดยบรรยากาศ และในที่สุดเหลือเป็นดินขาวอยู่ ณ ที่นั้น มีความแตกต่างกันไปตามโครงสร้างและสูตรทางเคมี แม้จะเรียกชื่อเป็นแร่ดินต่าง ๆ แต่ก็มีส่วนประกอบเคมี เป็นสูตรพื้นฐาน คือ $(OH)_4Al_2Si_2O_5$ มีขั้นตอนของปฏิกิริยาต่าง ๆ ในกระบวนการเกิดดินขาว ดังนี้

$KA\,Si_3O_8 + H_2O \dashrightarrow HAISi_3O_8 + KOH$ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (Hydrolysis)

$HAISi_3O_8 \dashrightarrow HALSiO_4 + 2SiO_2$ ปฏิกิริยาละลายตัวในซิลิกา (Desilication)

$2HAISiO_4 + H_2O \dashrightarrow (OH)_4Al_2Si_2O_5$ ปฏิกิริยาการรวมตัวกับน้ำ (Hydrtion)

$KalSi_3O_8$ = หินฟันม้าชนิดโพแทส (Potash Feldspar)

$(OH)_4Al_2Si_2O_5$ = ดินขาว (Kaolin)

ส่วนประกอบทางเคมีของดินขาว ในผลึกที่บริสุทธิ์ของดินขาวมีส่วนประกอบทางเคมี คือ $(OH)_4Al_2Si_2O_5$ หรือ Al_2O_3, 2SiO, $2H_2O$ หรือ 39.8% Al_2O_3, 46.3% SiO_2, 13.9% H_2O ดินขาวที่พบในแต่ละแหล่งมีส่วนประกอบแตกต่างกันไป เนื่องด้วยเหตุผล 2 ประการ

1) ในโครงสร้างของดินขาวมีการแทนที่กันของโมเลกุลที่มีประจุบวก

2) ในโครงสร้างของดินขาวมีสารประกอบอื่นปะปนอยู่ ได้แก่ Quartz, Feldspar, Rutile, Pyrite, Tourmaline, Zircon, Hematite, Magnetite, Fluorite และ Muscovite

คุณสมบัติทางกายภาพของดินขาว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาไว้ เพื่อสามารถคาดการณ์ทำนายได้ในการใช้งานแต่ละครั้ง ตลอดจนการสร้างสรรค์ผลงานแต่ละครั้งที่ต้องการใช้ดินขาวเป็นส่วนผสมให้ได้ดีพอสมควร เพราะขนาดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากอันหนึ่ง ด้วยมีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในด้านความเหนียว การ หดตัวเมื่อแห้ง กล่าวคือ ดินเม็ดละเอียดจะให้ความเหนียวมากกว่า และหดตัวเมื่อแห้งมากกว่าดินเม็ดหยาบ รูปร่าง อนุภาคของดินขาวมีรูปร่างเป็นแผ่นหกเหลี่ยม มีขนาดจาก 0.05 – 10 ไมครอน โดยเฉลี่ยจะมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.5 ไมครอน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอนุมูลคุณสมบัตินี้มีน้อยมาก เพราะในดินขาวมีการแทนที่กันของพวกอนุมูลบวกในโครงสร้างน้อยมาก โดยเฉพาะผลึกดินขาวที่บริสุทธิ์จะไม่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนอนุมูลได้เลย มันจะแลกเปลี่ยนได้เมื่อยังเป็นผลึกที่ไม่สมบูรณ์ คุณสมบัติเมื่อแห้ง การหดตัวเมื่อแห้งของดินขาวล้วน ๆ ไม่จำเป็นต้องสนใจนัก เพราะเนื้อดินมักประกอบด้วยเนื้อแร่หลายอย่าง จึงกล่าวได้ว่าเนื้อดินปั้นละเอียด ๆ มีการหดตัวมากกว่าเนื้อดินหยาบเมื่อปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง ความแข็งแรงเมื่อแห้งคุณสมบัติข้อนี้สำคัญมาก โดยเฉพาะเมื่อจำเป็นต้องนำดินขาวไปใช้ในเนื้อดินปั้นที่ไม่มีเนื้อดินเหนียวอยู่เลย เพราะดินขาวจะเป็นตัวช่วยให้ผลงานดิบมีความแข็งแรงมากน้อยเพียงใดได้ คุณสมบัติหลังการเผาดินมีการหดตัวมาก หลังการเผาจึงไม่ควรใช้ดินขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้วน ๆ เป็นเนื้อดินปั้น เพราะเมื่อเผาแล้วจะหดตัวประมาณ 20 % (ประสพ ลี้เหมือดภัย. 2543 : 274)

2.1.4.2 ดินเหนียว (Surface clay OR. Low Temp. OR Red burning clay) ดินเหนียวทั่วไป ได้แก่ ดินที่พบในธรรมชาติที่แปรสภาพมาจากการเปลี่ยนแปลงของดินขาวหรือดินเหนียวขาว หรือเปลี่ยนแปลงมาจากแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ผุพังรวมทั้งซากพืช ซากสัตว์ที่ทับถมกันมาช้านาน เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานภาพจากดินเดิมมาเป็นดินใหม่ ในแหล่งที่มีสารประกอบของธาตุใดมากที่สุด ก็จะมีคุณสมบัติ และสีของดินตามสารประกอบของธาตุนั้น ๆ ไปด้วย ดินเหนียวทั่วไป ที่กล่าวถึงนี้เป็นดินที่เกิดในชั้น Secondary ซึ่งเกิดจากการพัดพาโดยกระแสลมหรือน้ำ (Transported by wind or water) จากแหล่งที่เปลี่ยนแปลงสภาพไปยังแหล่งอื่น จึงเป็นดินที่มีความเหนียวมากเมื่อผสมกับน้ำ สามารถขึ้นรูปได้โดยไม่ต้องอาศัยดินอื่นช่วย เม็ดดินจะมีความละเอียด เมื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์จะแข็งตัวช้า ดินชั้น Secondary ที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ได้แก่

1) ดินเหนียว (Surface clay OR Low Temp. OR Red burning clay)

2) ดินทนไฟ (Fire Clay)

แหล่งกำเนิดดินเหนียวทั่วไป (Sources of clay) บางแหล่งนิยมนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทเทอราคอตต้า (Terracotta) เป็นดินที่พบทั่วไปในที่ราบลุ่ม เกิดจากการไหลตัวลงสู่ที่ราบต่ำของดินชั้น Primary แล้วทับถมปะปนกับซากพืช ซากสัตว์ ดินเหล่านี้เวลานำมาใช้ต้องแยกสิ่งเจือปนออกให้หมดเสียก่อน โดยวิธีการล้าง การทุบแห้ง หรือการแทงและสีดิน เป็นต้น จะมีความทนไฟค่อนข้างต่ำคือประมาณ 100 – 1100 เซลเซียสและสามารถดูดซึมน้ำ (Absorption water) หลังเผาประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเผาจะปรากฏสีน้ำตาลแดง (Red – brown color) ที่เนื้อผลิตภัณฑ์ (John Dickerson. 1974 : 17)

ประเภทของดินเหนียวทั่วไป (Kind of Surface clay) จัดเป็นดินที่เกิดได้ตั้งแต่ชั้นผิวดิน จนถึงลึกลงไปจากผิวหน้าดินสามารถแบ่งประเภทของดินเหนียวได้ตามลักษณะแหล่งเกิดดังนี้

- ดินจอมปลวก ลักษณะเป็นดินที่มีความเหนียวและปนทรายมาก เมื่อนำมาใช้ต้องทุบป่นเพื่อให้ย่อยเป็นผง แล้วร่อนผงดินนำมาผสมกับน้ำ แล้วนวดขึ้นรูป ไม่นิยมล้างแยกสิ่งเจือปนด้วยน้ำ เพราะมีความแข็งจับผลึกกันแน่นมาก และจัดเป็นดินทนไฟที่ใช้ในการทำเตาเผา โดยการเจาะจอมปลวกให้เป็นเตา นิยมกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 ดินจอมปลวก

- ดินท้องนา ลักษณะเป็นดินที่มีความเหนียวและมีทรายเจือปนน้อย ก่อนนำมาใช้เป็นวัตถุดิบต้องขุดเปิดผิวหน้าดินออก เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่เป็นอินทรีย์วัตถุดิบ (Organic matter) เช่น รากไม้ ใบไม้ ตลอดจนซากสัตว์หรืออนินทรีย์วัตถุ (Inorganic matter) เช่น เม็ดกรวด ทราย หิน การล้างเพื่อแยกสิ่งเจือปนออกจากเนื้อดิน นิยมกระทำกันหลายวิธี ตามสภาพท้องถิ่น เช่น แยกโดยวิธีตากแห้งแล้วทุบป่น หรือโดยวิธีแทงดินแล้วสีด้วยของมีคม หรือ นำไปแช่น้ำแล้วกวนให้เป็นโคลน ฯลฯ

ภาพที่ 2.2 ดินท้องนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ดินชายน้ำ – ท้องร่อง ลักษณะเป็นดินที่มีความเหนียวต่างกันตามสภาพท้องถิ่น โดยทั่วไปมักพบว่าดินที่ทับถมกันอยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง เช่น บ่อน้ำ ร่องสวนนาน ๆ จะมีความเหนียวมากกว่าดินที่อยู่ในธารน้ำไหล การล้างเพื่อแยกสิ่งเจือปน นิยมล้างด้วยน้ำ เพราะเป็นดินที่เหลวและอ่อนตัวอยู่แล้ว

ภาพที่ 2.3 ดินชายน้ำ - ท้องร่อง

- ดินดาน ลักษณะเป็นดินที่มีความเหนียวน้อย หรือไม่เหนียวเลย เกิดจากการทับถมกันของดินชนิดต่าง ๆ มาช้านาน จนรวมตัวกันกลายสภาพเป็นหินใหม่ แต่ยังไม่แข็งมากเกินไป สามารถนำมาบดย่อยเป็นดินเชื้อ (Grog) แทนทรายละเอียดได้

- ดินจากภูเขาไฟ ลักษณะของดินจากเถ้าภูเขาไฟ เป็นดินที่มีความเหนียวมาก เป็น 3 เท่าของดินเหนียวทั่วไป เกิดจากการแปรภาพของเถ้าลาวา (Lava) ที่ถูกพ่นออกมาจากภูเขาไฟ (Decomposed Volcanic glass or ash) นิยมนำมาใช้ผสมกับเนื้อดินปั้น (Clay Bodies) และน้ำเคลือบ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความเหนียวให้แก่เนื้อดินอื่น ๆ (Used to increase the plasticity of other clays and the adhesiveness of glazes) ซึ่งเหมาะแก่การผสมเนื้อดินที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ลักษณะของดินประเภทนี้คือ มีสีเทาเมื่อถูกน้ำจะมีความเหนียวมากและลื่นมือ มีชื่อเรียกตามภาษาสากลว่า Bentonite ปกติจะใช้ประมาณ 1 เปอร์เซนต์สำหรับเนื้อดินทั่วไป และประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์สำหรับดินที่มีทรายเจือปน (Clay plus Sand) (Felix Singer. 1963 : 30)

การตรวจสอบดินเหนียวทั่วไป (Testing of surface caly) การตรวจสอบดินเหนียวทั่วไป เรามีวิธีการตรวจสอบหลายวิธีเช่น วิธีสังเกตแหล่งเกิดกล่าวคือ ถ้าเกิดจากจอมปลวกหรือชายน้ำ จะพบว่าเป็นดินเหนียวทั้งสิ้น แต่ถ้าเกิดตามท้องนาหรือเชิงเขาต้องสังเกตจากบ่อน้ำหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอ่งน้ำในแหล่งนั้น ถ้ามีน้ำขังใสเย็นและไม่แห้งเร็วในฤดูแห้ง สันนิษฐานได้ว่าเป็นดินที่มีความเหนียวค่อนข้างมาก เพราะสามารถขังน้ำไว้ได้โดยไม่ซึมลงใต้ดิน อย่างไรก็ตาม ก่อนนำดินเหนียวทั่วไปมาใช้ ต้องมีการตรวจสอบอีกครั้งด้วยการเผาในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ กล่าวคือ ถ้าเป็นดินเหนียวที่เหมาะกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผา จะต้องมีจุดหลอมละลายระหว่าง 100–1300° เซลเซียส และมีความแข็งแรงเมื่อแห้งระหว่าง 143.6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (A well prepared Earthenware body had a transverse strength when air dried of 143.6 Ib/in + 2.5 % (10.1 kg/cm^2) (อายุวัฒน์ สว่างผล. 2541 : 99-102)

2.1.5 การทดสอบเกี่ยวกับเนื้อดินปั้น

2.1.5.1 ความเหนียวของดิน (Plasticity) ดินทุกประเภทที่ใช้ในการสร้างรูปทรงต่าง ๆ จะด้วยวิธีการใดก็ตาม ความเหนียวของดินเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างรูปทรง โดยธรรมชาติดินจะมีความเหนียวเมื่อมีน้ำผสมอยู่ ส่วนจะเหนียวมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดดิน เม็ดดินที่ละเอียดมากย่อมจะให้ความเหนียวสูง ให้ความแข็งแรงเมื่อแห้ง (Green Strength) การทดสอบความเหนียวเบื้องต้น คือ นำเนื้อดินมาคลึงเป็นเส้นกลมขนาดเท่าดินสอหรือประมาณเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 ซม. แล้วงอโค้งเป็นรูปวงแหวน สังเกตผิวโค้งรอบนอกมีการแตกร้าวหรือไม่ หากมีรอยแตกแสดงว่าความเหนียวของเนื้อดินยังไม่เหมาะสมที่จะใช้งาน ต้องแก้ไข โดยการเพิ่มพวกอินทรีย์สาร หรือเติมน้ำส้มลงไป หรือจะใช้วิธีหมักดิน ซึ่งจะช่วยให้เนื้อดินปั้นเกิดความเหนียวดีขึ้น การทดสอบความเหนียวโดยวิธีคำนวณ เป็นวิธีการทดสอบหาปริมาณของน้ำที่ช่วยให้เนื้อดินเกิดความเหนียว ให้เราสามารถสร้างรูปทรงได้ตามที่ต้องการ โดยวิธีการทดสอบ ดังนี้

1) นำดินไปตากแห้งแล้วบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30 คือ ตะแกรงที่มี 30 ช่องต่อตารางนิ้ว

2) นำดินไปชั่งให้ได้จำนวน 500 กรัม ใส่บนกระจกที่เตรียมไว้

3) ตวงน้ำจำนวน 500 ซีซี. นำไปผสมกับดินผงที่เตรียมไว้ เติมน้ำทีละน้อย ใช้เกรียงคนให้ทั่วถ้ายังไม่พอก็เติมน้ำลงไปอีกทีละน้อยจนกว่าจะเพียงพอจำนวนน้ำที่เติมให้บันทึกไว้ทุกครั้ง

4) นวดดินจนกระทั่งสามารถใช้สร้างรูปทรงได้

5) คำนวณตามสูตร

การคำนวณตามสูตร

$$\text{จำนวนเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว} = \frac{\text{จำนวนน้ำหนักของน้ำ}}{\text{จำนวนน้ำหนักของดินแห้ง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักของน้ำหาได้จากน้ำหนักของดินเปียกลบด้วยน้ำหนักของดินแห้ง หรือน้ำ 1 C.C เท่ากับน้ำหนัก 1 กรัม ภายหลังการนวดดินปั้นได้แล้วทดสอบโดยการคลึงให้เป็นเส้น ถ้ายาวมากก็แสดงว่าเหนียวมาก เพราะดินถ้าขาดความเหนียวไม่สามารถคลึงให้เป็นเส้นยาวได้

2.1.5.2 การหดตัวของดิน (Shinkage) การหดตัวเมื่อแห้งและหลังการเผาเป็นคุณสมบัติของดินทุกประเภท แต่เนื้อดินปั้นหากมีการหดตัวมากย่อมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการแตกงอและบิดเบี้ยว เมื่อใช้ในการสร้างงานดินยิ่งมีความเหนียวมากก็ย่อมมีการหดตัวมากอย่างที่สุดเป็นเงาตามตัว โดยมาตรฐานดินที่ใช้สร้างงานจะหดตัวระหว่าง 1 – 15% เมื่อตากแห้งจะหดตัวระหว่าง 8 – 12 % หรืออาจถึง 13 – 24 % เมื่อนำไปเผาดิบและจะหดตัวระหว่าง 15 – 20 % ถ้านำไปเผาเคลือบ ยิ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหญ่ก็ยิ่งมีการหดตัวมาก การช่วยให้เนื้อดินมีการหดตัวน้อยลงต้องเติมดินเชื้อ ประมาณ 20 – 30% จะช่วยลดการแตกงอ การบิดเบี้ยวเสียหายลงได้มาก เช่น ดินปากเกร็ดชาวบ้านนิยมผสมทรายเพื่อควบคุมการหดตัวของดิน ตลอดจนลดความเสียหาย

1) การทดสอบการหดตัวของดินเมื่อตากแห้ง (Test for Drying Strinkage) การทดสอบความเหนียวของเนื้อดิน เพื่อให้เราสามารถปรับเนื้อดินสำหรับการสร้างรูปทรงได้ตามต้องการ ให้มีการคงรูปเมื่อตากแห้ง เมื่อเผาดิบ และเมื่อเผาเคลือบนั้น มีวิธีทดสอบดินเมื่อตากแห้งโดยปฏิบัติ ดังนี้

- นวดดินที่แห้งแล้วทำเป็นแท่งตันยาว 14 ซม. กว้าง 4 ซม. หนา 1 ซม.
- บนผิวดินแท่งตันทำเครื่องหมายเป็นเส้นตรงให้มีความยาว 10 ซม.
- นำแท่งดินไปผึ่งให้แห้ง
- คำนวณตามสูตร

การคำนวณตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวดิน} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก-ความยาวของดินแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

ดินเมื่อแห้งควรหดตัวไม่เกิน 8 – 10 % ถ้าหดมากกว่านี้ต้องแก้ไข

2) การทดสอบการหดตัวของดินเมื่อทำการเผา เป็นการทดสอบที่ต่อเนื่องจากการทดสอบการหดตัวของดินเมื่อแห้ง โดยเนื้อดินชนิดเดียวกันมีวิธีทดสอบการหดตัวของดินเมื่อทำการเผา ดังนี้

- นำแท่งดินแห้งที่เตรียมไว้วัดความยาว แล้วนำไปเผาตามอุณหภูมิที่กำหนด
- วัดความยาวแท่งดินหลังทำการเผา
- คำนวณตามสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวของดินตากแห้งเมื่อเผา} = \frac{\text{ความยาวที่ตากแห้งแล้ว-ความยาวที่เผาแล้ว}}{\text{ความยาวที่ตากแห้งแล้ว}} \times 100$$

เปอร์เซ็นต์ของการหดตัวของดินเปียกที่ผ่านการเผาและการตากแห้ง จะเป็นดังนี้

$$\frac{\text{ความยาวของดินเปียก-ความยาวของดินที่เผาแล้ว}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

2.1.5.3 การดูดซึมน้ำของดินหรือความพรุนตัวของดิน (Porosity) การดูดซึมน้ำของดินหรือความพรุนตัวของดินเป็นคุณสมบัติหนึ่ง ที่จะบอกให้เราทราบถึงการเผาถึงจุดสุกตัวหรือไม่ (Vitrification) ด้วยการทดสอบจากดินที่ได้ผ่านการเผาแล้วแต่ยังไม่ได้เคลือบ โดยชั่งน้ำหนักก่อน จึงแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน แล้วนำมาชั่งดูอีกครั้งถ้าการดูดซึมหรือความพรุนตัวมีมากน้ำหนักจะเพิ่มมากขึ้น ถ้าการดูดซึมน้อยน้ำหนักก็จะเพิ่มเพียงเล็กน้อย เนื้อดินปั้นที่ถือเป็นมาตรฐานทั่วไปตามชนิดของดินที่ใช้งาน ดังนี้

1) เนื้อดินปั้นชนิดเอิร์ทเทนแวร์ มีความพรุนตัวระหว่าง 4 – 10 %
2) เนื้อดินปั้นชนิดสโตนแวร์ มีความพรุนตัวระหว่าง 1 – 6 %
3) เนื้อดินปั้นชนิดปอร์ซเลน มีความพรุนตัวระหว่าง 0 – 3 %

มีวิธีการทดสอบการดูดซึมน้ำหรือความพรุนตัวของดิน ดังนี้

- ทำดินให้เป็นแท่งขนาด 5 x 5 x 10 ซม. จำนวน 3 แท่ง แต่ละแท่งเผาในอุณหภูมิที่ต่างกัน
- ชั่งน้ำหนักแต่ละแท่งเก็บรายละเอียดไว้
- นำแท่งดินต้มน้ำที่จุดน้ำเดือดประมาณ 2 ชั่วโมง
- ทำให้แห้งแล้วนำไปชั่งถือเป็นจุดอิ่มตัว
- คำนวณตามสูตร

การคำนวณตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ดินเผาดูดน้ำ} = \frac{\text{จุดอิ่มตัว-แทงดินเผาที่แห้งแล้ว}}{\text{แท่งดินเผาที่แห้งแล้ว}} \times 100$$

สรุป เครื่องปั้นดินเผาจะมีประสิทธิภาพหรือไม่เพียงใด ขึ้นอยู่กับการนำวัตถุดิบกับส่วนผสมที่นำมาใช้ทำเนื้อดินปั้นในแต่ละชนิด เนื้อดินปั้นที่ได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมมานี้จะเป็นเพียงความรู้พื้นฐานส่วนน้อยในความก้าวไกลทางวิชาการที่มากกว่านี้ของเนื้อดินปั้น เนื้อหาที่ได้กล่าวมาจึงเป็นเพียงจุดเริ่มต้นเพื่อการศึกษาเนื้อดินปั้นให้กว้างขวาง ลึกซึ้ง และก้าวให้ไกลออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทางด้านวัสดุศาสตร์ด้วยการศึกษาค้นคว้า การยอมรับ การแก้ไขปรับปรุง และวิธีการทดสอบต่างๆ เพื่อการพัฒนาเรื่องเนื้อดินปั้นต่อไป (ประสพ ลี้เหมือดภัย 2541 : 307)

2.2 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาด้วยวิธีต่าง ๆ

เพราะความเปลี่ยนแปลงทางสังคมวิทยามีผลให้สังคมมนุษย์ สิ่งแวดล้อมของมนุษย์ เกิดการคิดค้นแสวงหาแนวทางใหม่อยู่เสมอ การอยู่ร่วมกัน ความเชื่อ ตลอดจนค่านิยมของมนุษย์ก็พลอยเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์และบทบาทของเครื่องปั้นดินเผาต้องเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเป็นเช่นนี้เสมอมา ยุคแล้วยุคเล่า

การสร้างสรรค์งานเครื่องปั้นดินเผา จึงมิใช่การมุ่งเน้นแต่เพียงด้านวัสดุอย่างเดียวดุจคนคนหนึ่งย่อมประกอบด้วยวัตถุธาตุหลายชนิดในแง่ของวิทยาศาสตร์ แล้วรวมกันเป็นรูปธรรมอันได้แก่ กายและมีจิตวิญญาณเป็นนามธรรมที่สัมพันธ์กัน ก่อให้เกิดการกระทำ เกิดความเป็นอยู่ที่งดงามตาพร้อมกันไปทั้งร่างกายและจิตใจ การสร้างสรรค์รูปทรงตามแนวคิด มีหลายวิธี เช่น การปั้นแบบอิสระ การขึ้นรูปแบบแผ่น การขึ้นรูปแบบใช้พิมพ์กด การขึ้นรูปแบบขด การขึ้นรูปแบบหล่อ การขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด และการขึ้นรูปแบบใช้แป้นหมุน ส่วนจะใช้การสร้างสรรค์แบบใดนั้น มีข้อควรคำนึงอยู่ว่าบนเส้นทางการสร้างสรรค์งานที่มีอยู่หลายแบบหลายวิธีนี้ แต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสมสำหรับการสร้างรูปทรง เป็นการเฉพาะที่แตกต่างกันออกไป บางวิธีเหมาะสมกับการสร้างสรรค์งานฝีมือ บางวิธีก็เหมาะสมกับงานที่ต้องการเรื่องราวทางปรัชญาความคิดจึงเป็นเครื่องที่ผู้สร้างสรรค์งานจะต้องพิจารณาเลือกใช้โดยเหมาะสม ส่วนใหญ่แล้วผู้คนจะรู้จักงานเครื่องปั้นดินเผาแค่เพียงรูปทรง 3 มิติ ที่ลักษณะเป็นเครื่องใช้ในครัวเรือน หรือเครื่องประดับงานสถาปัตยกรรม ซึ่งผสมผสานกับงานจิตรกรรม ประติกรรม บนรูปทรงของตัวมันเอง ที่สามารถมองเห็นได้รอบด้าน การสร้างสรรค์ไม่ว่าจะใช้กรรมวิธีใด ล้วนมีจุดมุ่งหมายอันควรตระหนักตรงกันอยู่อย่างหนึ่ง คือ เพื่อคุณค่าของงานเพราะเครื่องปั้นดินเผาจัดเป็นสื่อทางศิลปะชนิดหนึ่งที่สามารถปลุกเร้าอารมณ์ของผู้ดูให้รับรู้ถึงความสุนทรีย์บนรูปทรงในเรื่องของน้ำหนัก ช่องว่าง ความนูน ความเว้า สี หรือพื้นผิว นอกจากนี้ เครื่องปั้นดินเผายังสามารถทำให้ผู้ดูเกิดความรู้สึกประทับใจ และเป็นเหมือนสมุดบันทึกที่ทำให้ระลึกถึงบุคคลหรือเหตุการณ์สำคัญ ๆ ในอดีต เช่น การศึกษาประวัติศาสตร์ สภาพสังคมวิทยา เศรษฐกิจ ศิลปกรรม และสกุลช่างในยุคนั้น ๆ ที่มีความรู้ความสามารถอย่างสูงในด้านวิศวกรรม เคมี และฟิสิกส์ ที่นำไปใช้กับงานเครื่องปั้นดินเผา

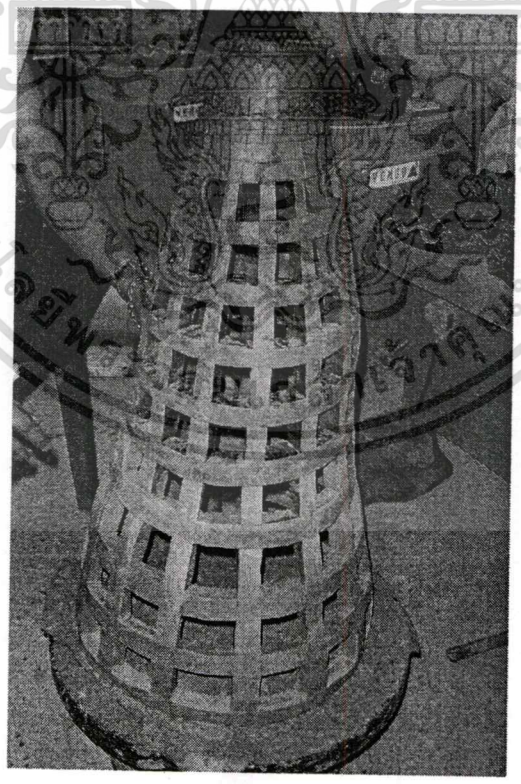
2.2.1 การปั้นแบบอิสระ (Free Form Method) การปั้นแบบอิสระเป็นวิธีที่ตรงไปตรงมามากที่สุด สำหรับการสร้างรูปทรงเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกเหมาะกับงานที่เป็นประเภทศิลปกรรม เพราะเปิดโอกาสให้ผู้สร้างสรรค์ได้ใช้ความคิดอย่างเสรี อิสระต่อวิธีการสร้างสรรค์กับงานตามที่ตานถนัด โดยอาศัยเครื่องมือเพียงเล็กน้อยก็สามารถสร้างสรรค์งานได้แต่ดินที่ใช้ในการปั้นมักมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหดตัวสูง เป็นสาเหตุให้เกิดการแตก งอ บิดเบี้ยว อันเกิดจากการหดตัวของเนื้อดินเมื่อแห้งจากการผึ่ง จากการเผา ทางแก้ไขสำหรับดินที่จะใช้ในการปั้นอิสระ กระทำได้โดยเติมดินเชื้อ คือ ดินที่ผ่านการเผาดิบแล้วนำมาบดในขนาดต่าง ๆ ตามที่ต้องการประมาณ 20-30 % นวดให้ได้ที่แล้วทดสอบด้วยการปั้นเป็นเส้นกลม ๆ ยาว ๆ ขนาดเท่าดินสอดำหรือปากกาหมึกแห้ง จับโค้งเป็นวงแหวน ถ้าดินที่โค้งงอไม่แตกร้าวก็เป็นอันใช้ได้ และจะช่วยควบคุมการทรงตัว ตลอดจนลดการแตกร้าวเสียหายลงได้มาก การปั้นอิสระมี 2 วิธีด้วยกัน คือ

1) นำดินที่เตรียมได้ที่แล้วมาปั้นเป็นก้อนกลมโตตามความต้องการ ใช้หัวแม่มือบีบหรือกดให้เป็นรูปทรงตามต้องการ พยายามปั้นให้มีความหนาใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการ หรือจะสร้างสรรค์ลักษณะประติมากรรมก็ได้เช่นกันทั้งสองกรณีนี้ เมื่อดินหมาดหรือเริ่มแข็งตัวบ้างแล้วจึงทำการแต่งด้วยเครื่องมือหรือต่อเติมส่วนประกอบอื่น ๆ ได้อีกในช่วงนี้จนเป็นที่พอใจ

2) นำดินที่เตรียมได้ที่แล้วมาปั้นให้เป็นก้อนกลม ก้อนสี่เหลี่ยม หรือรูปทรงกระบอกตามที่ต้องการแล้ว ใช้เครื่องมือขุดหรือเจาะให้เกิดความหนาบาง หรือรูปทรงจนได้ความงามตามเหมาะสม ปล่อยให้แห้งแล้วแต่งให้เรียบร้อย ถ้าหากเป็นภาชนะก็ต้องทำขาหรือก้นให้เรียบร้อย เพราะเมื่อนำไปเคลือบจะช่วยให้ไม่ติดชั้นวาง



ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการขึ้นรูปแบบอิสระและผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

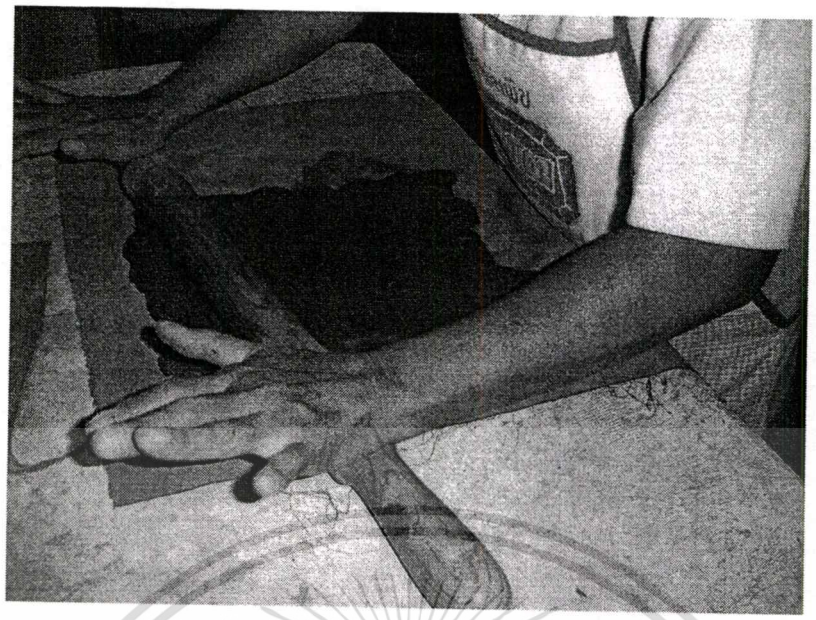
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การขึ้นรูปแบบแผ่น (Slab Method) การเตรียมดินใช้ดินแบบเดียวกับเนื้อดินที่ใช้ในการปั้นแบบอิสระ นำดินมาทำให้เป็นแผ่นก่อนแล้วจึงนำมาประกอบเป็นรูปทรงต่าง ๆ เหมาะสำหรับงานที่มีจุดประสงค์ให้เป็นรูปลักษณะเรขาคณิตและรูปทรงที่แปลก ๆ

วิธีการขั้นแรกก็คือ รีดดินด้วยลูกกลิ้งบนแผ่นปูนปลาสเตอร์ หรือบนแผ่นพื้นเรียบที่มีผ้าดิบหรือผ้าขาวบางชุบน้ำหมาด ๆ รองเพื่อกันดินติดพื้น ความหนาของดินขึ้นอยู่กับขนาดของงานที่จะทำโดยปรับตามความเหมาะสมด้วยไม้ขนาบที่เป็นตัวรองลูกกลิ้ง เมื่อรีดดินได้ความหนาตามที่ต้องการแล้วใช้เครื่องมือตัดดินตามแนวคิดที่วางไว้ จึงนำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยดินนั้นจะต้องมีลักษณะหมาด ๆ เพื่อให้มีการทรงตัวที่ดี การประสานกันของดินต้องใช้น้ำดิน หรือบางทีเรียกว่า น้ำสลิป เป็นตัวประสานเชื่อมรอยต่อให้ติดสนิท ไม่ว่าจะสร้างสรรค์เป็นรูปทรงอะไรก็ตาม หากการทรงตัวยังไม่ดีพอควรใช้เศษดินค้ำพยุงไว้ก่อน เมื่อมีการทรงตัวดีแล้วจึงนำไปผึ่งให้แห้ง ทั้งนี้ ถ้าเป็นภาชนะทรงกลม สี่เหลี่ยม ต้องคว่ำไว้บนแผ่นปลาสเตอร์ เพื่อมิให้เกิดการบิดตัวหรือบิดเบี้ยว หากมีฝาก็ควรปิดฝาหรือประกบฝาเข้าด้วยกัน ถ้าแยกฝาและตัวจะทำให้เกิดการหดตัวบิดเบี้ยวได้ง่าย และใช้ร่วมกันไม่ได้เพราะการหดตัวของฝาและตัวไม่สัมพันธ์กัน

ภาพที่ 2.5 การเตรียมดินเพื่อขึ้นรูปแบบแผ่น

73620
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



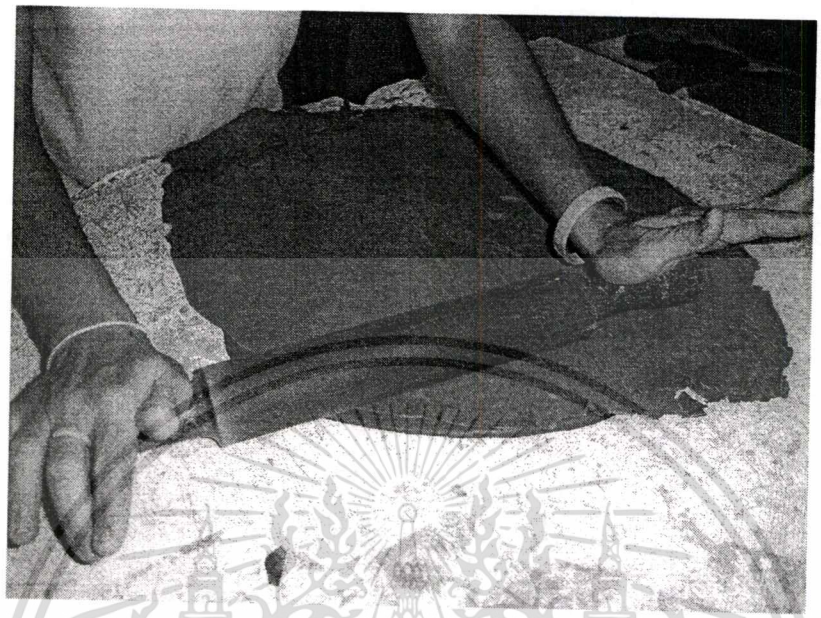
ภาพที่ 2.6 การคลึงดินให้เป็นแผ่น

ภาพที่ 2.7 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แบบแผ่น

2.2.3 การขึ้นรูปแบบใช้พิมพ์กด (Hand Pressing) การเตรียมดินใช้วิธีการเดียวกับวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ส่วนความเหนียวนั้นพอปานกลาง นอกจากนี้การเตรียมแม่พิมพ์นั้นอาจมีได้ทั้งที่เป็นปูนปลาสเตอร์หรือดินเผา โดยที่แม่พิมพ์นี้ไม่ควรให้เปียกชื้นเช่นเดียวกับแม่พิมพ์ที่ใช้ในการหล่อน้ำดิน ทั้งนี้เพื่อให้แม่พิมพ์มีส่วนช่วยในการซึมซับน้ำจากเนื้อดินได้ดี แม่พิมพ์ที่ใช้อาจมีทั้งแบบชิ้นเดียวหรือสองชิ้น กรณีแม่พิมพ์ชิ้นเดียวจะต้องนวดดินให้เป็นแผ่นตามต้องการก่อนอื่น แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาวางในแม่พิมพ์ ใช้นิ้วกดดินให้แนบกับแม่พิมพ์โดยทั่ว ปรับแต่งให้เรียบร้อยก่อนแล้ว จึงปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งก่อนนำออกจากพิมพ์ ซึ่งจะได้ผลงานตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2.8 การใช้แม่พิมพ์กดดินที่เตรียมไว้

ภาพที่ 2.9 ชิ้นงานที่ได้จากการกดแม่พิมพ์

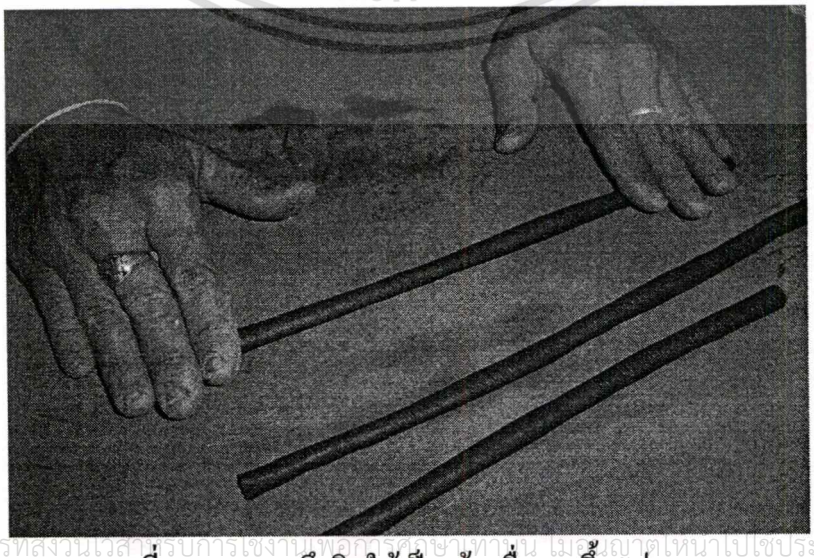
พิมพ์สองชั้น กรรมวิธีในการดำเนินการก็คงเหมือนกันกับวิธีการของพิมพ์ชิ้นเดียว แต่แบบสองชิ้นใช้ในสองกรณี กรณีแรกใช้เพื่อการสร้างสรรค์งานที่มีความหนาแน่นอนในจำนวนมาก ๆ เช่น จาน ชาม โดยจะมีพิมพ์นอกและพิมพ์ใน แรกสุดนำดินแผ่นวางลงบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์นอก ใช้นิ้วกดดินให้แนบกับแม่พิมพ์โดยทั่ว แล้วกดแม่พิมพ์ในลงไป ให้ขอบพิมพ์สนิทกับพิมพ์นอก ปล่อยทิ้งไว้ให้หมาด ๆ จวนแห้งจึงแยกพิมพ์เอาผลงานนั้นออกมาแต่งเพิ่มความสมบูรณ์เรียบร้อยให้กับงาน

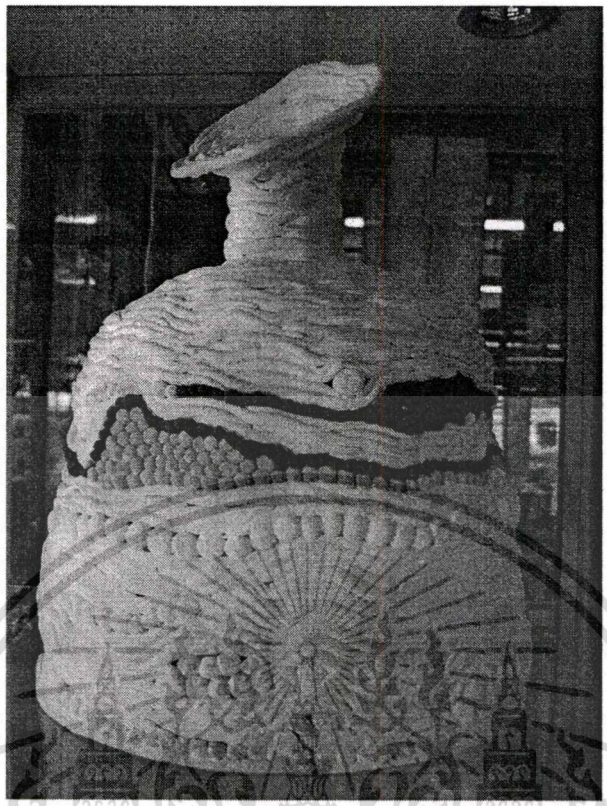
กรณีที่สอง ใช้กับงานที่มีลักษณะลอยตัว เช่น แจกัน หรืองานประติมากรรมอื่น ๆ ซึ่งแม่พิมพ์ถูกกำหนดเป็นสองชิ้นหรือสองซีก อาจจะเป็นด้านหน้ากับด้านหลัง หรือด้านซ้ายกับด้านขวาแต่ถ้าเป็นงานใหญ่ ในแต่ละซีกนั้นจะประกอบด้วยพิมพ์ชิ้นเล็ก ๆ หลายชิ้น วางอยู่ในพิมพ์ครอบอีกทีหนึ่ง ทั้งนี้ก็เพื่อให้การถอดแบบหรือเอาผลงานออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย วิธีการนั้นก็จะเป็นเช่นเดิม เพียงแต่เมื่อดินที่ถูกกดลงในพิมพ์ทั้งสองซีก ร่อนออกจากพิมพ์แล้วจะถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยใช้น้ำดินเป็นตัวประสานก็จะทำให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการ

2.2.4 การขึ้นรูปแบบขด (Coil Method) การขึ้นรูปแบบขดเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมาแต่โบราณกาล โดยแพร่หลายเพราะสามารถสร้างงานเครื่องปั้นดินเผาได้ดี ตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ ขั้นแรกของวิธีการ ก็คือ ทุบดินให้เป็นแผ่น ตัดให้กลมหรือสี่เหลี่ยม ฯลฯ ในขนาดที่ต้องการแล้วคลึงดินให้เป็นเส้นกลมยาวสม่ำเสมอกัน เส้นผ่าศูนย์กลางแล้วแต่ขนาดของงานตามเหมาะสม นำไปขดบนก้นหรือฐานที่ตัดเตรียมไว้ โดยใช้น้ำดินประสานรอยต่อรอบ ๆ พร้อมกันใช้นิ้วกดและบีบดินให้เชื่อมประสานเข้าด้วยกันอย่างแน่นสนิท ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ทุกครั้งที่ขดดินซ้อนกันแต่ละชั้น ควบคู่กันไปกับการบังคับรูปทรง กระทั่งได้ความสูงและขนาดตามต้องการ จึงแต่งผิวให้เรียบร้อย และปล่อยให้แห้งเองอย่างช้า ๆ เพื่อมิให้แตกหรือร้าวได้ง่าย ในงานชิ้นใหญ่ ๆ เช่น โอ่งน้ำ ไม่อาจขึ้นรูปให้แล้วเสร็จในคราวเดียวได้ เพราะดินจะยังรับน้ำหนักตัวเองได้ไม่ดีพอต้องแบ่งทำขดเป็นสองตอนหรือสามตอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดที่ใหญ่และมีน้ำหนักมากน้อยเพียงใด เมื่อทำดินขดไว้แล้วต้องปล่อยให้ดินเริ่มแข็งตัวบ้าง โดยเฉพาะในท่อนล่างที่ต้องรับน้ำหนักมาก แล้วจึงนำดินที่ขดแต่ละท่อนมาเชื่อมต่อกันภายหลัง



ภาพที่ 2.10 การคลึงดินให้เป็นเส้นเพื่อการขึ้นรูปแบบขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบขด

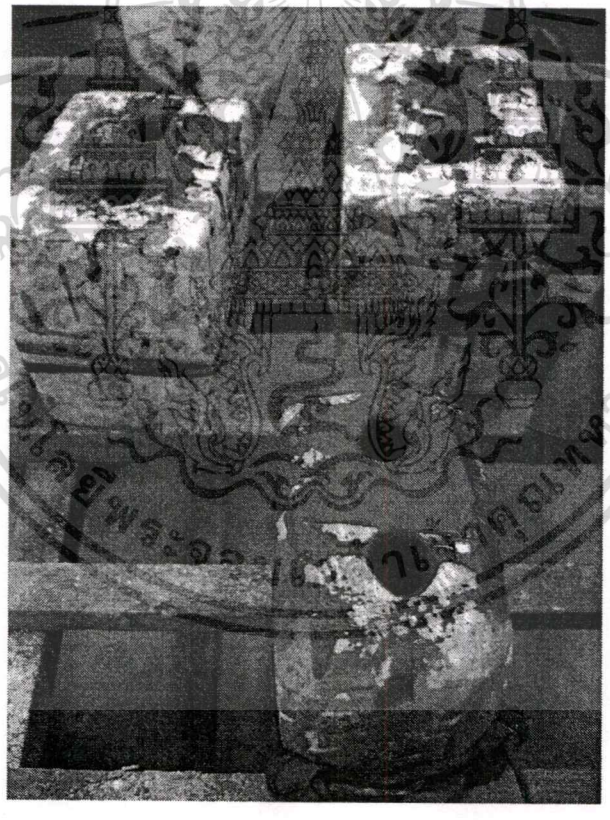
2.2.5 การขึ้นรูปแบบหล่อ (Slip Casting) การขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อนี้ต้องอาศัยพิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์เช่นกันกับการใช้พิมพ์กดเป็นหลักแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์นี้จะต้องแห้งสนิท เพราะจะเป็นตัวการที่ทำหน้าที่ดูดน้ำจากสลิปให้แห้ง และคงรูปตามแบบที่ต้องการต่อไป การขึ้นรูปโดยวิธีหล่อนี้ ทำให้สามารถทำงานที่เหมือน ๆ กันได้หลายชิ้น แต่จะไม่มากนัก เพราะพิมพ์จะดูดซึมน้ำเข้าไว้ในการหล่อแต่ละครั้ง กล่าวคือ การหล่อครั้งแรก ๆ จะได้ผลงานเร็วมากทีเดียว แต่จะช้าลงโดยลำดับของการหล่อครั้งหลัง ๆ

สิ่งสำคัญของการหล่อ คือ น้ำสลิป เพราะน้ำสลิปดีก็ทำให้การสร้างสรรค์งานบรรลุจุดมุ่งหมายโดยง่าย ดังนั้น น้ำสลิปที่ดีจะต้องไม่ตกตะกอนง่าย เนื้อดินลอยตัวดีในขณะที่ทำการหล่อ และมีลักษณะเป็นสายยามเทลงแม่พิมพ์ เมื่อแห้งแล้วการหดตัวจะต้องไม่มากนัก การเตรียมน้ำสลิปที่ดีเพื่อใช้ในการหล่อโดยประมาณดังนี้ ดินแห้งที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงร่อนเบอร์ 100 – 80 แล้ว จำนวน 100 ส่วน เติมน้ำ 35 – 40 % เติมสารโซเดียมซิลิเกตลงไป 2 – 3 หยด กวนให้เข้ากันจะทำให้เนื้อดินลอยตัว (Deflocculation) ได้ดี การขึ้นรูปแบบวิธีหล่อที่นิยมทำกันมีอยู่ 2 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การหล่อแบบกลาง (Drain Casting) หมายถึง การหล่อให้ผลงานนั้นกลาง โดยการเทน้ำสลิปลงไปในแม่พิมพ์จนเต็ม สังเกตดูการก่อตัวของน้ำสลิปที่กำลังเกาะพิมพ์ หากเห็นว่ามีความหนาตามต้องการแล้ว จึงค่อย ๆ เทน้ำสลิปออกจากแม่พิมพ์และคว่ำไว้จนหมดน้ำสลิป เพื่อให้ผิวภายในเรียบไม่ขรุขระ พิมพ์ที่ใช้อาจเป็นพิมพ์ชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นก็ได้ นิยมหล่องานประเภทแจกัน ถ้วย ที่มีปากเล็ก ๆ ตลอดจนงานประเภทประติมากรรมลอยตัวทั่ว ๆ ไป

2) การหล่อแบบตัน (Solid Casting) หมายถึง การหล่อแบบเทน้ำสลิปลงไปให้เต็มแม่พิมพ์ให้เต็ม แล้วไม่ต้องเทน้ำสลิปออก แม่พิมพ์ที่ใช้หากเป็นงานประติมากรรมเล็ก ๆ จะไม่มีพิมพ์ใน แต่ถ้าหากเป็นจานชามที่ปากกว้าง หรือเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ จะมีพิมพ์ในลอยแขวนไว้ตรงกลางเป็นตัวกำหนดความหนาของงานนั้น ๆ และจะให้ผลเหมือนกับการหล่อกลวง ในเรื่องการกำหนดความหนา แต่การหล่อตันนี้จะให้ความเรียบร้อยของผิวงานด้านใน และความหนาที่สม่ำเสมอดีกว่าวิธีหล่อกลวง



ภาพที่ 2.12 ขั้นตอนการขึ้นรูปแบบหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.13 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบหล่อ

2.2.6 การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน (Throwing Method) การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมกันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แป้นหมุนเป็นเครื่องมือที่มีการวิวัฒนาการและพัฒนาการมาโดยลำดับอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ใช้มือหมุน เท้าถีบ หมุนด้วยสายพานแต่ใช้แรงมือหมุนทำงาน กระทั่งปัจจุบันหมุนด้วยมอเตอร์พลังไฟฟ้า ในอัตราความเร็วประมาณ 80 รอบ/นาที ทำให้สะดวกและรวดเร็ว แต่ไม่ว่าแป้นหมุนจะพัฒนามาแล้วเช่นไรก็ตาม ทั้งแป้นหมุนแบบเดิมและปัจจุบันก็ยังถูกใช้ร่วมกันได้มาโดยตลอด ดินที่ใช้ในการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนนี้ นอกจากจะต้องมีความเหนียวแล้วยังต้องผสมวัสดุอื่นอีก เช่น หินแก้ว หินฟันม้า โดยให้มีความเหนียวที่พอดี เพราะหากเหนียวมากก็อาจทำให้แตกง่าย ควรเพิ่มวัสดุจำพวกสารละลาย เช่น หินฟันม้า หรือทัลก์ หรือฟริต หรือดินเหนียว หรือดินเชื้อ จะช่วยให้ทรงตัวได้ดี ทั้งนี้ต้องผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 80 ใช้ผสมประมาณ 8-10 % ส่วนความเหนียวเติมเบนเทอไนต์ประมาณ 2% ถ้าเติมมากก็ทำให้แตกได้ง่ายเช่นกัน สำหรับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน มีกระบวนการดังนี้

1) นำดินที่เตรียมได้ที่แล้ว วางลงบนแป้นกดอัดดินให้เกาะแน่นและดันขึ้นลงหลาย ๆ ครั้งด้วยมือทั้งสอง ข้อศอกและแขนต้องไม่แกว่ง ความเร็วของแป้นหมุนช่วงนี้ต้องใช้ความเร็วสูง วางมือให้ได้ศูนย์ และใช้น้ำช่วยทำให้มือและดินเปียกอยู่เสมอ

2) ขึ้นรูปกรวย (Coning Up) เมื่อตั้งดินได้ศูนย์ดีแล้ว ใช้มือขวาประกบมือซ้าย ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิ้วมือเกยประสานกัน และใช้มือทั้งสองกดดิน รัดปลายนิ้วทั้งสองเข้าหากัน รูดขึ้นช้า ๆ ดินจะเป็นรูปกรวยจากการถูกรีด

3) เปิดก้นหลุม (Forming The Bottom) ใช้หัวแม่มือกดดินให้ลึกลงตรงศูนย์กลาง แต่อย่าให้ลึกจนถึงแป้นหมุน แล้วค่อย ๆ เปิดดินด้วยการบีบให้เปิดกว้างออกเป็นหลุมลึก และใช้น้ำหยดอยู่เสมอเพื่อให้ดินลื่นไม่ติดมือ

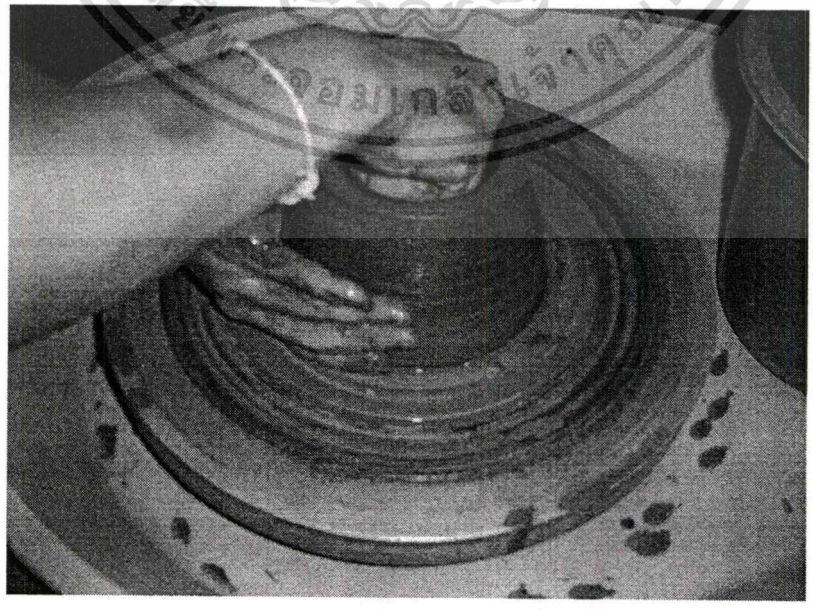
4) เปิดปากบนให้กว้าง (Opening Up) ใช้นิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือบีบรัดผนังดินให้ปากกว้างออก ประคองขอบด้วยมืออีกข้างหนึ่ง เพื่อกันไม่ให้เสียทรง

5) ดึงรูปทรง (Drawing Up) ใช้มือทั้งสองดึงดินขึ้น โดยนิ้วมือข้างหนึ่งกดผนังด้านในนิ้วมืออีกข้างหนึ่งประคองด้านนอก ให้ระดับนิ้วมือซ้ายและนิ้วมือขวาเข้าร่องนิ้วตรงกัน รูดดินขึ้นเป็นทรงกระบอก

6) รีดผนังให้บางลงและสูงขึ้น (Thining) กระทำด้วยวิธีการเดียวกันกับการดึงรูปทรงแต่ใช้ปลายนิ้วข้างหนึ่งกดต่ำกว่าปลายนิ้วของอีกข้างหนึ่ง แล้วรีดช้า ๆ ก็จะได้รูปทรงกระบอกที่มีผนังบางลงตามต้องการ

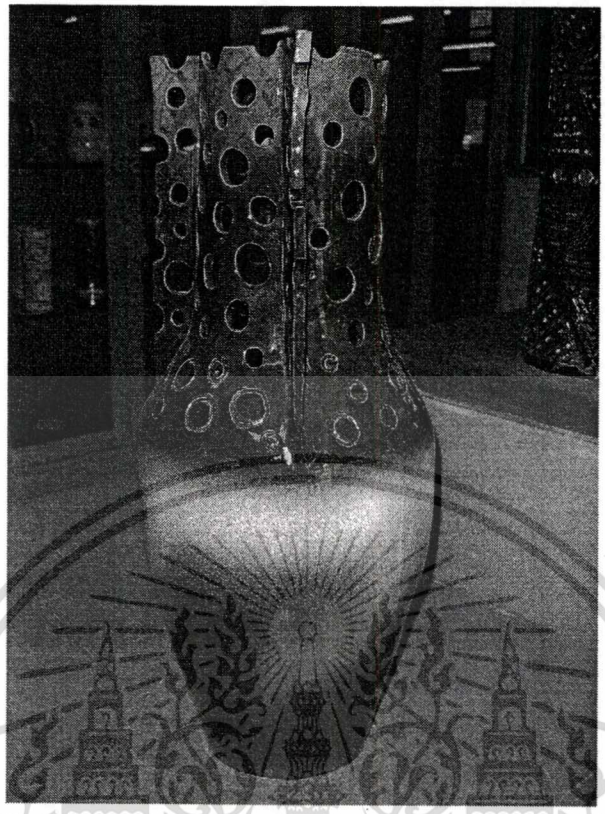
7) จัดรูปทรง (Forming) การจัดรูปทรงเพื่อให้ได้ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ โดยการใช้นิ้วมือข้างหนึ่งสอดเข้าภายใน และมืออีกข้างหนึ่งประคองอยู่ภายนอก ใช้นิ้วประคองกดและดันด้วยความระมัดระวัง ให้ได้รูปทรงตามต้องการ

8) ขั้นตกแต่งหรือขั้นสำเร็จ (Finishing) การตกแต่งขั้นสำเร็จนี้ ต้องรอให้ดินหมาดก่อนจึงใช้เครื่องมือขูดแต่งผิว แล้วใช้ฟองน้ำลูบให้เรียบอีกครั้งก็ใช้ได้สำหรับการสร้างสรรค์รูปทรงด้วยแป้นหมุน



ภาพที่ 2.14 ขั้นตอนการขึ้นรูปแบบแป้นหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

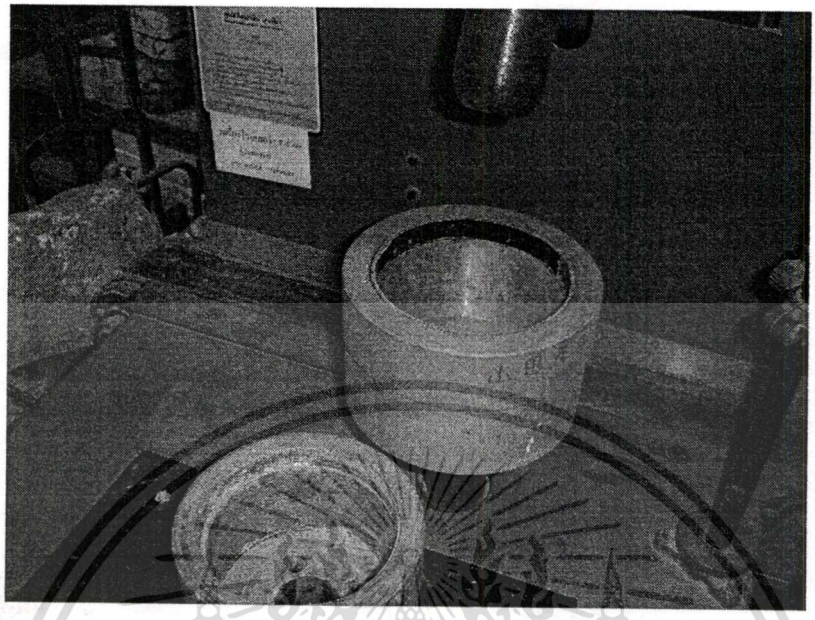


ภาพที่ 2.15 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบแป้นหมุน

2.2.7 การขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด (Jigger Method) การขึ้นรูปด้วยใบมีดนี้ เป็นการผลิตแบบมาตรฐานอุตสาหกรรม เพราะสามารถผลิตได้รวดเร็วและจำนวนมาก ส่วนใหญ่ใช้ผลิต จาน ชาม ถ้วย การขึ้นรูปอาศัยแม่พิมพ์และใบมีดตามรูปร่างลักษณะของงาน นอกจากนี้ก็อาศัยแป้นหมุนที่มีความเร็วประมาณ 120 รอบต่อนาที มีแขนสำหรับติดใบมีด พิมพ์ที่เป็นแบบทำด้วยปูนปลาสเตอร์ เลือกทำได้ทั้งสองลักษณะ คือ ทั้งพิมพ์นอกหรือพิมพ์ในส่วนใบมีดนั้นจะใช้คู่กับแม่พิมพ์ใดก็ตาม ใบมีดที่สร้างด้วยเหล็กนี้จะทำหน้าที่ในทางตรงกันข้ามกับแม่พิมพ์เสมอในการขูดดิน เช่น ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์นอก ใบมีดจะทำหน้าที่ขูดดินเป็นรูปแบบภายในพร้อมกับเป็นตัวกำหนดความหนาไปด้วย ถ้าต้นแบบเป็นแม่พิมพ์ภายใน จะต้องสร้างใบมีดสำหรับทำหน้าที่ขูดดินภายนอกให้เป็นรูปแบบภายนอกเมื่อแป้นหมุน

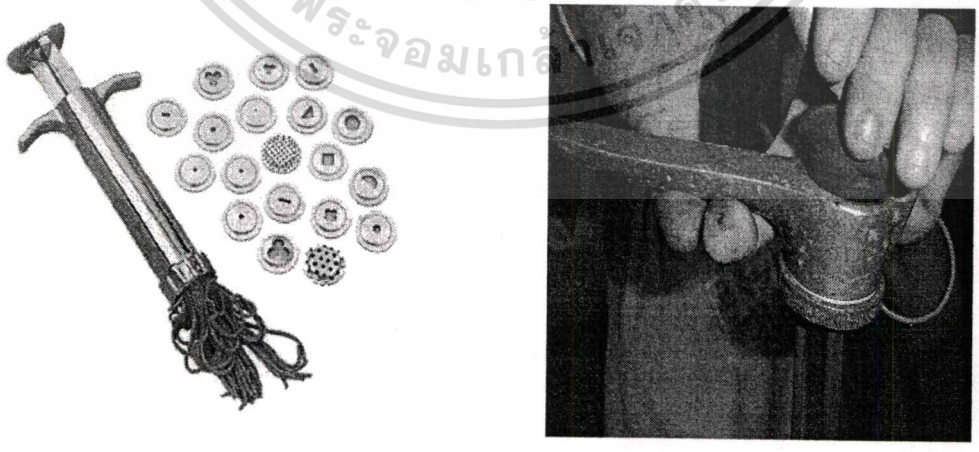
สำหรับวิธีการ หากเป็นการขึ้นรูปแบบภายนอก เตรียมดินเป็นแผ่น อัดลงไปบนแม่พิมพ์ ที่วางอยู่แล้วบนแป้นหมุน เมื่อแป้นหมุนกดใบมีดลงไป ก็จะได้รูปแบบตามรูปร่างของแม่พิมพ์ ส่วนการขึ้นรูปภายใน แม่พิมพ์จะเป็นตัวสร้างรูปแบบภายนอก ส่วนใบมีดก็จะทำหน้าที่สร้างรูปแบบภายใน ทั้งนี้ให้เตรียมดินเป็นก้อนกลม ๆ อัดลงในแม่พิมพ์ กดใบมีดลงไปในขณะที่แป้นหมุน ดินจะถูกอัดและขูดตามแบบของใบมีด ซึ่งทำให้ได้ผลงานทางความลึกตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



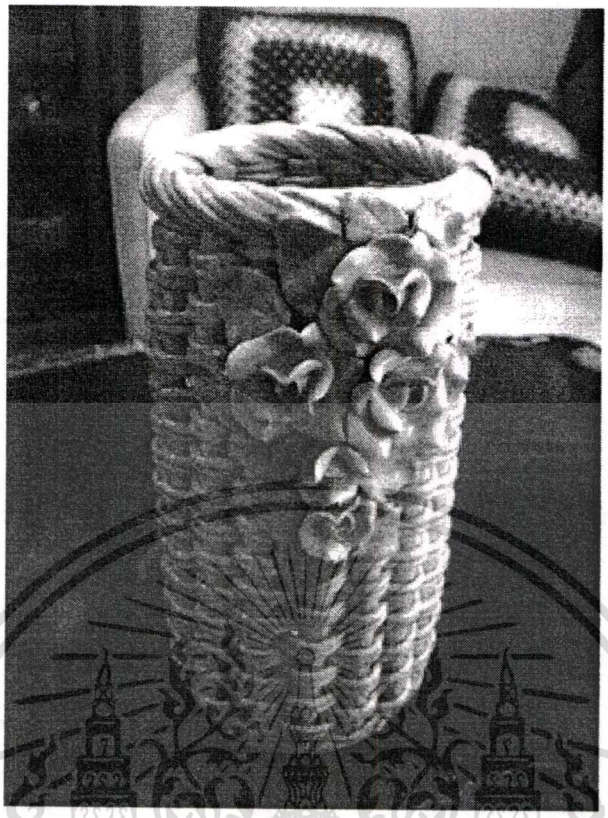
ภาพที่ 2.16 ขั้นตอนการขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด

2.2.8 การขึ้นรูปด้วยวิธีการสาน วิธีนี้ให้ลวดลายของการทับกันหรือสานกันของเส้นดินที่สวยงาม โดยเริ่มจากการคลึงดินเหนียวให้เป็นเส้นเสียก่อน แล้วนำน้ำดินประสานรอยต่อแล้วนำมาวางทับในลักษณะต่าง ๆ กัน จากนั้นจึงกดทับเส้นดินที่สานกันให้แน่น ทิ้งชิ้นงานที่ทำไว้ให้แห้ง

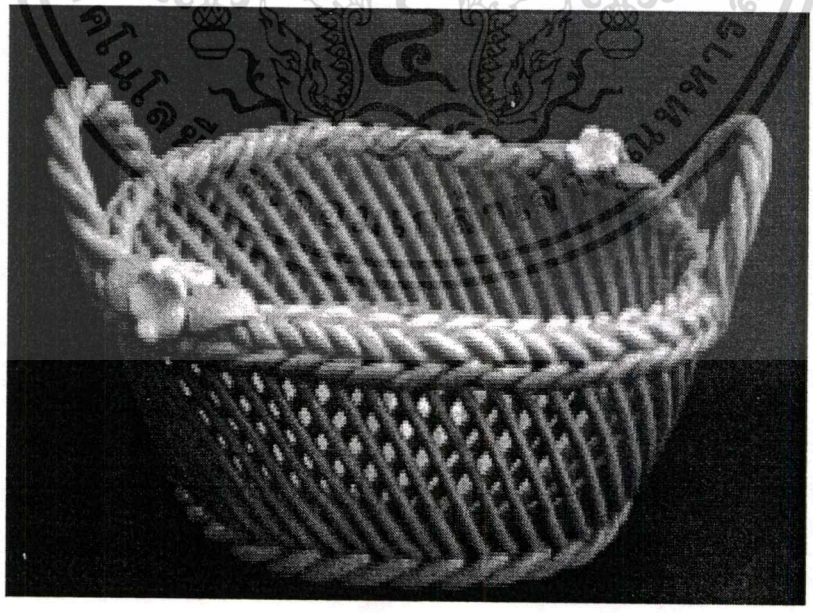


ภาพที่ 2.17 เครื่องมือที่ใช้รีดดินให้เป็นเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.18 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบสาน



ภาพที่ 2.19 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องอัดและเครื่องรีด

โรงงานเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้ดินเผามากทุกวัน จะต้องมีเครื่องนวดดินเพื่อความสะดวกในการเตรียมดิน เพราะถ้านวดดินด้วยมือหรือนวดด้วยเท้าจะเสียเวลามาก และเตรียมดินไม่ทันต่อความต้องการของระบบการผลิตที่ใช้เครื่องจักร โดยปกติการนวดดินแข็งบ้างอ่อนบ้างให้เข้ากันดีต้องนำผ่านเข้าเครื่องนวดถึง 2 ครั้ง แต่ถ้าเป็นดินที่อัดออกมาเป็นแผ่นจากเครื่องบีบน้ำออกมาจากดินก็จะนวดเพียงครั้งเดียว เครื่องรีดดินในโรงงานภายในเครื่องมีระบบการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การบดผสมแบบธรรมดาด้วยใบมีดหมุนในช่วงแรก แล้วเข้าเครื่องบดแบบดูดไล่อากาศออกจากเนื้อดินระบบสูญญากาศออกจากเนื้อดิน เนื้อดินที่ได้ถูกอัดเป็นแท่งทรงกระบอกสามารถนำไปใช้ขึ้นรูปได้ทันทีเครื่องนวดดินระบบสูญญากาศมีหลายขนาดให้เลือก ตามอัตราการผลิตซึ่งคิดเป็นตันต่อชั่วโมงในโรงงานทำอิฐหรือกระเบื้องมุงหลังคาใช้เครื่องนี้สำหรับการขึ้นรูป คือ รีดดินออกมาตามหน้าตัดของแบบที่ทำไว้ แล้วตัดเป็นแผ่นหรือเป็นก้อนด้วยเครื่องตัดดิน ก้อนดินที่ได้หากนำไปขึ้นรูปผิดทิศทาง อาจทำให้ดินแยกออกเป็นขด

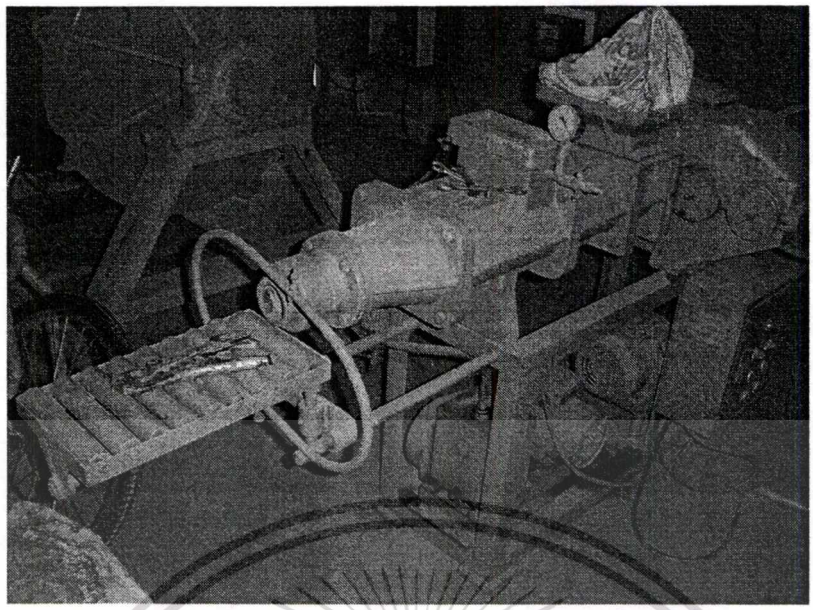
2.3.1 หลักการทำงานและการใช้งาน

เครื่องรีดดิน มี 2 ชนิดตั้งและชนิดนอน ชนิดตั้งประกอบด้วยถังเหล็กกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 นิ้วขึ้นไป และสูงหรือยาวประมาณ 15 นิ้วขึ้นไป ตรงกลางถังมีเพลาเหล็กติดใบมีดเหล็กสลับกันรอบตลอดเพลา ส่วนล่างหรือส่วนท้ายของถังจะมีช่องกลมเป็นทางให้ดินไหลออก เส้นผ่านศูนย์กลางของช่องนี้มีขนาด 1/4 หรือ 1/3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวถังเมื่อใส่ดินที่นวดแล้วลงไปในถังแล้วเดินเครื่องให้เลาหมุนใบพัดที่ติดกับเพลาจะทำหน้าที่กวนดินและ อัดไล่อากาศซึ่งแทรกซึมอยู่ในดินปั้น ทำให้เนื้อดินแน่นเป็นเนื้อเดียวกันไหลออกมาเป็นแท่งกลม ๆ ทางช่องตอนล่างหรือตอนท้ายของหัวรีด จึงสามารถนำดินไปใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่อไป เครื่องรีดดินที่ใช้รีดดินออกเป็นเส้นเพื่อใช้ในงานผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาวิธีแบบขดและสานในปัจจุบันที่ต้องใช้แรงมนุษย์เป็นตัวรีดเพียงอย่างเดียว

1) แบบที่ใช้ความดันของลมอัดในการรีดดิน (Piston Extrusion) เนื้อดินที่ใช้รีดต้องมีความละเอียดมาก ส่วนใหญ่นิยมใช้ผลิตท่อร้อยสาย อุปกรณ์ไฟฟ้า (Electronic) ต่าง ๆ เป็นต้น

2) แบบสว่าน (Augers) เหมือนกับ Pug mill แต่เป็นเครื่องมือรีดดินขนาดใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถผลิตได้ในปริมาณมาก (Mass product) ความเร็วรอบประมาณ 20-25 R.P.M. เช่น อิฐทนไฟชนิดเนื้อดินมีความเหนียวมาก การผลิตอิฐโปร่งที่กำลังเป็นที่นิยมในการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.20 เครื่องเตรียมดินขนาดใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.4 การออกแบบเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

2.4.1 หลักการออกแบบที่สัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หลักการออกแบบเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ใช้ภายในศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จังหวัดอยุธยา สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ผู้ศึกษามุ่งเน้นในเรื่องการออกแบบที่สัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วย (นิรัช สุดสังข์. 2543 : 9-10)

1) การออกแบบที่สัมพันธ์กับวัสดุและกระบวนการผลิต
2) การออกแบบที่สัมพันธ์กับหน้าที่ใช้สอย
3) การออกแบบที่สัมพันธ์กับความต้องการของผู้บริโภค
4) การออกแบบที่มีคุณค่าทางความงาม

2.4.2 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจในขั้นสุดท้าย โดยมีจุดมุ่งหมายที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ว่าใกล้จุดมุ่งหมายหรือความคิดรวบยอด (Concept) เพียงใด การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เพื่อประกอบการออกแบบประกอบด้วย (ธีรชัย สุขสด. 2544 : 151 – 176)

1) ด้านกายวิภาคเชิงกล (Human Engineering)
2) ด้านการตลาด (Marketing Analysis)
3) ด้านเชิงเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ (Comparative Product Analysis)
4) ด้านหุ่นจำลอง (Prototype and Model Analysis)
5) ด้านกายภาพ (Physical Analysis)
6) ด้านของประโยชน์ใช้สอย (Functional Analysis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ด้านสมรรถนะและสัดส่วนผู้ใช้ (Ergonomics Analysis)

8) ด้านผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (Scientific Analysis)

9) ด้านหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Analysis)

10) ด้านอุตสาหกรรมเทคนิคในการผลิต (Technology Application)

11) ด้านความงาม (Aesthetic)

12) ด้านวิศวกรรม (Engineering Analysis)

2.4.3 กลศาสตร์เครื่องจักรกลความคิดและข้อมูลพื้นฐาน

2.4.3.1 ความคิดขั้นมูลฐาน (สมชัย นรเศรษฐ์โศภน. 2533 : 7)

1) คินิแมติก (Kinematic) คินิแมติคของเครื่องจักร คือการศึกษาถึงการเครื่องที่สัมพันธ์ของชิ้นส่วนเครื่องจักรต่าง ๆ เช่น การขจัด (Displacement) ความเร็ว (Velocity) และความเร่ง (Acceleration)

2) ไดนามิค (Dynamic) ไดนามิคของเครื่องจักรเกิดจากการกระทำของแรงบนชิ้นงานส่วนเครื่องจักรและแรง เท่านั้นมีผลทำให้ชิ้นส่วนเหล่านั้นเกิดการเคลื่อนที่

3) เครื่องจักร (Machine) คือ กลไกที่ใช้สำหรับแปรสภาพ หรือถ่ายเทพลังงานบางครั้งหมายถึงกลุ่มวัตถุที่อยู่กับที่ และเคลื่อนที่จำนวนหนึ่งซึ่งประกอบกันอยู่ระหว่างต้นกำลังและงานที่ทำ เพื่อทำหน้าที่แปลงสิ่งหนึ่งไปเป็นอีกสิ่งหนึ่ง มอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่แปรสภาพพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกลใน ขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแปรสภาพพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนลูกสูบแต่ละลูก ก้านสูบแต่ละก้าน และเพลาข้อเหวี่ยงแต่ละเพลาก็ทำหน้าที่ดังเครื่องจักร สำหรับถ่ายเทพลังงาน พลังงานที่ให้แก่เครื่องยนต์ก็คือผลคูณของแรงที่กระทำบนหัวลูกสูบ เคลื่อนไปพลังงานนี้ถูกถ่ายเทให้กับเพลาข้อเหวี่ยง ปรากฏเป็นพลังงานกลออกจากเครื่องยนต์ ในรูปของผลคูณของทอร์ค (Torque) กับมุมของเพลาที่หมุนไป

4) คินิแมติกไดอะแกรม (Kinematic diagram) ในการศึกษาถึงการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนเครื่องจักรนั้นจะต้องเขียนโครงร่างของชิ้นส่วนต่าง ๆ เฉพาะขนาดซึ่งมีต่อการพิจารณาการเคลื่อนที่เท่านั้น และกำหนดให้เป็นเครื่องต่อ 1 ข้อเหวี่ยง และเพลาข้อเหวี่ยงเป็นเครื่องต่อ 2 ก้านสูบเป็นเครื่องต่อ 3 และลูกสูบเป็นเครื่องต่อ 4 เครื่องต่อ (Link) เป็นชื่อกำหนดให้กับชิ้นส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีการเคลื่อนไหวสัมพันธ์กับส่วนอื่น ๆ ด้วยเหตุที่แบริ่ง และผนังกระบอกสูบไม่มีการเคลื่อนไหวสัมพันธ์กัน จึงถือว่าเป็นเครื่องต่อเดี่ยว ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่อยู่กับที่และรองรับส่วนเคลื่อนที่ เราเรียกว่า โครง (Frame) แสดงด้วยเครื่องต่อ 1 พิจารณาตำแหน่งของก้านสูบตามตำแหน่งมุมของข้อเหวี่ยงที่กำหนดให้มาตำแหน่งของมุม ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) กลไก (Mechanism) คินิแมติค เซน (Kinematic chain) เป็นกลุ่มของเครื่องต่อที่ต่อเข้าด้วยกัน หรือถูกจัดให้อยู่ในลักษณะ ซึ่งยอมให้มีการเคลื่อนที่สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กลไกก็คือ คินิแมติค เซน ที่ถูกบังคับ หมายความว่า การเคลื่อนที่ของเครื่องต่ออันใดอันหนึ่งจะมีการเคลื่อนที่ที่แน่นอน และสามารถทำนายการเคลื่อนที่ของเครื่องต่ออื่นแต่ละอันได้ เมื่อเครื่องต่อใดเคลื่อนที่ เครื่องต่ออันอื่น ๆ แต่ละอันจะไม่ถูกบังคับให้เคลื่อนที่ ในลักษณะที่สามารถทำนายล่วงหน้าได้อย่างแน่นอนการจัดเรียงของเครื่องต่อลักษณะนี้เรียกว่า คินิแมติค เซน ที่ไม่ถูกบังคับ ซึ่งไม่ถือว่าเป็นกลไก (Mechanism) เครื่องจักร คือ กลไกซึ่งถ่ายแรง จะเป็นเครื่องจักรต่อเมื่อส่งแรงไปยังลูกสูบใดลูกสูบหนึ่ง และถูกถ่ายเทไปตามก้านสูบ และข้อเหวี่ยง เพื่อทำให้เพลาข้อเหวี่ยงหมุน มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรแต่มักมีคำถามว่ามอเตอร์ไฟฟ้าเป็นกลไกหรือไม่อันที่จริงเป็นกลไกที่มีเครื่องต่อสี่ชิ้นในมอเตอร์

6) อินเวอร์ชั่น (Inversion) เครื่องต่อต่าง ๆ ที่ประกอบกันอยู่ในลักษณะของคินิแมติค เซน ถ้าเราให้เครื่องต่าง ๆ ในจำนวนทั้งหมดอันใดอันหนึ่ง สิ่งสำคัญที่พึงสังเกตคือการเคลื่อนไหวสัมพันธ์ระหว่างเครื่องต่อไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

7) การเคลื่อนที่เชิงระนาบ (Plane motion) วัตถุจะมีการเคลื่อนที่เชิงระนาบ ถ้าทุกจุดของวัตถุเคลื่อนที่ขนานกับระนาบอ้างอิง (Reference plane) ระนาบอ้างอิงนี้เรียกว่าระนาบการเคลื่อนที่การเคลื่อนที่เชิงระนาบแบ่งออกเป็นการเคลื่อนย้าย (Translation) การหมุน (Rotation) และการเคลื่อนย้ายรวมกับการหมุน

8) การเคลื่อนย้าย วัตถุจะมีการเคลื่อนที่แบบการเคลื่อนย้ายถ้าวัตถุนั้นเคลื่อนที่โดยที่แนวเส้นตรง บนวัตถุเคลื่อนขนานกับตำแหน่งเดิมเสมอ การเคลื่อนที่ของวัตถุเดียวกันนี้ซึ่งทุกจุดของวัตถุเคลื่อนที่ไปเป็นแนวเส้นตรง เรียกว่า การเคลื่อนย้ายเป็นเส้นตรง เช่น ลูกสูบ ส่วนการเคลื่อนที่แบบการเคลื่อนที่ไปเป็นแนวเส้นตรง เรียกว่า การเคลื่อนย้ายเป็นเส้นตรง เช่น ลูกสูบ ส่วนการเคลื่อนที่แบบการเคลื่อนย้ายที่จุดบนวัตถุเคลื่อนไปเป็นเส้นโค้ง เรียกว่า การเคลื่อนย้ายเป็นเส้นโค้ง (Curvilinear Translation) เช่น ก้านต่อระหว่างล้อรถจักรไอน้ำ

9) การหมุน เป็นการเคลื่อนที่ซึ่งทุกจุดบนวัตถุ นั้นมีระยะจากเส้น ซึ่งตั้งฉากกับระนาบของการเคลื่อนที่ คงที่ เส้นตั้งฉากดังกล่าวคือแกนของการหมุน และจุดต่าง ๆ บนวัตถุจะมีทางเดินเป็นวงกลมรอบแกนนี้ เช่น ข้อเหวี่ยงจะเคลื่อนที่แบบการหมุน ถ้าโครงของเครื่องถูกยึดอยู่กับที่

10) การเคลื่อนย้ายและการหมุน ชิ้นส่วนเครื่องจักรจำนวนมากที่มีการเคลื่อนที่แบบการเคลื่อนย้าย และการหมุน ในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) การเคลื่อนที่เชิงวงก้นหอย (Helical motion) วัตถุที่เคลื่อนที่ไปโดยที่จุดทุกจุดบนวัตถุนั้น หมุนรอบแกนในระยะที่แน่นอน และในเวลาเดียวกันที่เคลื่อนที่ขนานกับแกนที่มีลักษณะเป็นวงก้นหอยหรือเป็นเกลียว เรียกว่า การเคลื่อนที่เชิงวงก้นหอย เช่น การเคลื่อนที่ของน็อตไปตามความยาวของสกรู เป็นต้น

12) การเคลื่อนที่เชิงทรงกลม (Spherical motion) วัตถุจะเคลื่อนที่เชิงทรงกลม เมื่อจุดทุกจุดบนวัตถุเคลื่อนที่เป็นสามมิติรักษาระยะที่จากจุดที่อยู่กับที่จุดใดจุดหนึ่ง เช่น ข้อต่อแบบบอลล์และซอกเก็ต (Ball-And-Socket) ถ้าซอกเก็ตหรือก้านถูกยึดอยู่กับที่อันใดอันหนึ่งก็จะเคลื่อนที่เชิงทรงกลม

13) ไซเคิล พีเรียด และเฟสของการเคลื่อนที่ (Cycle) Period and Phase of Motion) ไซเคิลของการเคลื่อนที่ คือ วงรอบของการเคลื่อนที่ของกลไก จะเคลื่อนที่ครบรอบเมื่อข้อเหวี่ยงหมุนไปหนึ่งรอบ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบหนึ่งวงรอบ คือ พีเรียดในระหว่างไซเคิล

14) เวคเตอร์ (Vectors) มีปริมาณ (Quantities) อยู่สองแบบที่ใช้ในวิชากลศาสตร์คือ ปริมาณสเกลาร์ (Scalar Quantities) หมายถึง ปริมาณที่มีเฉพาะขนาดเท่านั้น เช่น ระยะทาง, พื้นที่, ปริมาตรและเวลา เช่น การขจัดความเร็ว ความเร่ง เป็นต้น

2.4.4 การหาความเร็วโดยใช้ศูนย์กลางเฉพาะกาล และส่วนประกอบของเวคเตอร์ (สมชัย นรเศรษฐ์โศภน. 2533 : 77-85)

2.4.4.1 หาความเร็วเชิงเส้นโดยใช้ศูนย์กลางเฉพาะกาล ในการหาความเร็วเชิงเส้นโดยใช้ศูนย์กลางเฉพาะกาลจะต้องจดจำหลักมูลฐานต่อไปนี้ไว้

1) ขนาดความเร็วเชิงเส้นของจุดในวัตถุหมุนเป็นปฏิภาคโดยตรงกับรัศมีการหมุนของจุดนั้น ๆ รัศมีการหมุนของจุดคือ ระยะจุดนั้นถึงศูนย์กลางเฉพาะกาลของเครื่องต่อซึ่งจุดนั้นตั้งอยู่

2) ความเร็วเชิงเส้นของจุดมีทิศทางตั้งฉากกับรัศมีการหมุนของจุด

3) ศูนย์กลางเฉพาะกาลเป็นจุดร่วมของวัตถุสองชิ้น และมีความเร็วเชิงเส้นเท่ากันทั้งขนาดและทิศทาง

2.4.4.2 ความเร็วในระบบเครื่องต่อผสม เราสามารถจำแนกกลไกออกได้เป็นกลไกธรรมดาและกลไกผสม (Compound Mechanism) กลไกธรรมดาประกอบด้วยเครื่องต่อสามหรือสี่ เครื่องต่อกลไก นอกเหนือจากนี้กลไกที่ประกอบด้วยเครื่องต่อมากกว่าสี่เครื่องต่อขึ้นไป คือ กลไกผสม กลไกผสมทั่ว ๆ ไปเกิดจากการรวมเอากลไกธรรมดาเข้าด้วยกัน

2.4.5 การหาความเร็วในกลไกโดยใช้ความเร็วสัมพันธ์ (สมชัย นรเศรษฐ์โศภน. 2533 : 77-85)

1) ความเร็วเชิงเส้น เป็นการแสดงวิธีใช้ความเร็วสัมพัทธ์ในการหาความเร็วของกลไก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ความเร็วเชิงมุมของเครื่องต่อเกร็ง เท่ากับความเร็วสัมพันธ์ของจุดใด ๆ สองจุดบนเครื่องต่อ หารด้วยระยะทางระหว่างจุดทั้งสอง เมื่อระยะทางระหว่างจุดสองจุดในวัตถุเกร็งคงที่ ความเร็วของจุดใด ๆ หนึ่งที่สัมพันธ์กับอีกจุดหนึ่งบนเครื่องต่อเดียวกันจะต้องตั้งฉากกับเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างจุดทั้งสอง ดังนั้นการเคลื่อนที่ของจุด ๆ หนึ่งสัมพันธ์กับอีกจุดหนึ่งเป็นการเคลื่อนแบบการหมุน

3) ความเร็วของจุดบนวัตถุกลิ้ง

4) ความเร็วในระบบเครื่องต่อซับซ้อน มีลักษณะคือถ้าเมื่อไรก็ตามที่เครื่องต่อในกลไกมีศูนย์กลางการหมุน ไม่อยู่กับที่เราจะเรียกเครื่องต่อนั้นว่าเครื่องต่อลอย เช่น ก้านต่อในระบบเครื่องต่อสี่ชิ้นส่วน เป็นต้น

2.4.6 ความเร่งในกลไก การหาความเร่งเชิงเส้นเฉพาะกาล และความเร่งเชิงมุมเฉพาะกาล ความเร่งเป็นสิ่งที่ควรสนใจเพราะความเร่งมีผลต่อแรงเฉื่อย (Inertia forces) ซึ่งมีผลกระทบกับความเค้นในชิ้นส่วนเครื่องจักรภาระที่รองรับการสั่นสะเทือน และเสียงตามมาในภายหลังการวิเคราะห์หาความเร่งของกลไกวิเคราะห์ได้คล้ายกับการวิเคราะห์ความเร็วคือใช้หลักการรวมความเร่งสัมพันธ์ทางเวคเตอร์

2.4.7 แรงสถิติในกลไก แรงในเครื่องจักรนั้นเกิดจากแหล่งต่าง ๆ กัน เช่น แรงเนื่องจากน้ำหนักของชิ้นส่วนเครื่องจักรแรงจากส่วนประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ แรงจากการรับภาระและแรงที่เกิดจากการถ่ายเทพลังงานรวมทั้งแรงเนื่องจากความฝืด แรงเฉื่อย แรงในสปริง แรงกระทบกระแทกและแรงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในการออกแบบเครื่องจักรขั้นสุดท้ายจะต้องพิจารณาถึงแรงทั้งหมดที่เกิดเหล่านี้ ว่าจะไม่ทำให้เกิดการชำรุดเสียหายในการวิเคราะห์แรงสถิติซึ่งกระทำบนชิ้นส่วนเครื่องจักรนั้นเราจะถือว่าแรงเฉื่อยที่เกิดจากการเร่งมีค่าน้อยมาก จนกระทั่งไม่จำเป็นต้องนำมาคำนึงถึงได้ถ้าหากนำเอาแรงเฉื่อยเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เรียกว่า การวิเคราะห์แรงไดนามิค (Dynamic forces) เอาแรงเฉื่อยเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเรียกว่า การวิเคราะห์เครื่องจักรต่าง ๆ มักมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับแรงสถิต (Static forces)

1) การส่งแรงในเครื่องจักร (Transmission of force in a machine) จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เกี่ยวกับคำนิยามของเครื่องจักรไว้ว่าเป็นกลไกที่ใช้ถ่ายแรงแรงในเครื่องจักร ถูกถ่ายเทผ่านชิ้นส่วนต่าง ๆ ซึ่งเชื่อมโยงซึ่งกันและกันอยู่ โดยแรงจะถ่ายเทจากเครื่องต่อหนึ่งไปยังอีกเครื่องจักรมีการหล่อลื่นอย่างดีแรงเนื่องจากความฝืดน้อยมาก เมื่อเทียบกับแรงอื่นและไม่ต้องนำมาคิดได้ประกับเพลา (Journal bearing) หรือจุดต่อสลักนั้นประกบกับเพลา หรือสลักสวมพอดีอยู่กับรูในเครื่องต่อแรงบนสลักจะกระทำตั้งฉากกับผิวสลัก ดังนั้นแรงลัพธ์ F จะพาดผ่านศูนย์กลางสลักตลับลูกปืนกลม เนื่องจากแรงกระทำตั้งฉากกับผิวสัมผัสในจุดสัมผัสดังนั้นแรงลัพธ์ F จะพาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านศูนย์กลางสลักตลับปืนกลม เนื่องจากแรงในรูปกระทำตั้งฉากกับผิวสัมผัสในจุดสัมผัสดังนั้น แรงลัพธ์ F จึงกระทำผ่านศูนย์กลางของตลับลูกปืนหรือแบริ่ง

2) กลไกสไลเดอร์-แครงค์ (Slider-crank mechanism) ซึ่งเกิดจากความดันของแก๊สกระทำบนลูกสูบโมเมรต์หรือทอร์ค T_2 ที่กระทำบนข้อเหวี่ยง 2 โดยเพลาที่ O_2 นั้น เพื่อรักษาสมดุลของกลไกในการวิเคราะห์แรงของปัญหาทั้งหมดต่อไปนี้ จะใช้วิธีเขียนรูปวัตถุอิสระของแต่ละเครื่องต่อหรือหลาย ๆ เครื่องต่อร่วมกันเป็นวัตถุอิสระ ในรูปวัตถุอิสระวัตถุจะอยู่อย่างโดดเดี่ยวมีแรงและโมเมนต์ภายนอก กระทำบนวัตถุถ้ามีตัวไม่ทราบค่าไม่เกินสามก็สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยสมการการสมดุล แต่ถ้ามีตัวไม่ทราบค่ามากกว่าสามบนวัตถุอันเดียวกันจะต้องพิจารณาการสมดุลของวัตถุอื่นร่วมด้วยจึงจะแก้ปัญหาได้

2.4.8 แรงเฉื่อยในเครื่องจักร แรงอัดเนื่องมาจากความเร่งนั้นเรียกว่า แรงเฉื่อย (Inertia forces) หรือแรงไดนามิค (Dynamic forces) ในการวิเคราะห์แรงเฉื่อยจะต้องใช้ความรู้ในเรื่องของความเร่ง โดยทั่วไปเครื่องต่อในกลไกจะอยู่ภายใต้แรงทั้งสองแบบ คือ แรงสถิตและแรงเฉื่อยในเครื่องจักรความเร็วสูงแรงเฉื่อย ซึ่งเกิดจากความเร่งจะมีค่ามากกว่าแรงสถิตมาก ในเครื่องกังหันแก๊สแรงเฉื่อยที่เกิดจากความไม่สมดุลของโรเตอร์เพียงเล็กน้อยที่กระทำบนแบริ่งที่รองรับโรเตอร์นั้นจะมีค่ามากกว่าน้ำหนักของโรเตอร์หลายเท่าในกรณีดังกล่าว จะต้องพิจารณาถึงแรงเฉื่อยในขณะออกแบบเครื่องจักรด้วย สำหรับเครื่องกับแรงสถิตินั้นถ่ายเทผ่านเครื่องต่อของกลไกไปอย่างไร และมีผลอย่างไรเกิดขึ้นกับโครง ดังนั้นจึงเรียกการวิเคราะห์แรงทั้งสองรวมกันว่าการวิเคราะห์แรงสมบูรณ์

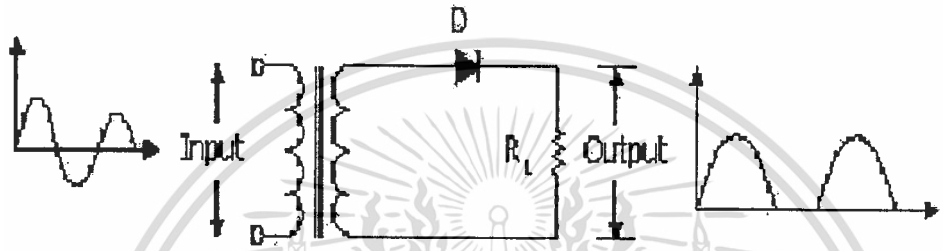
สรุป การออกแบบเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผาเหมือนการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปสิ่งที่ควรคำนึงถึง คือการออกแบบที่สัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สัมพันธ์กับวัสดุและกระบวนการผลิต หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย ความต้องการของผู้บริโภค คุณค่าทางความงาม นอกจากนี้การออกแบบเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ควรที่จะมีการศึกษาเรื่องกลศาสตร์เครื่องจักรกลความคิดและข้อมูลพื้นฐาน เช่น เรื่องเครื่องจักร, กลไก, การหมุน และแรงของเครื่องจักร เป็นต้น สิ่งที่ได้ทำการศึกษาเหล่านี้ จะเป็นประโยชน์ต่อโครงสร้างของเครื่องรีดเส้นดิน จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการนำไปใช้ในการพัฒนาการออกแบบเครื่องรีดเส้นดิน

2.5 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องรีดเส้นดิน

2.5.1 วงจรเรียงกระแส เป็นวงจรที่ทำการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งมีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า 2 ทิศทาง ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง นั่นคือ ทำให้การไหลของกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในทิศทางเดียว สำหรับวงจรเรียงกระแสสามารถแบ่งออกได้ 3 แบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

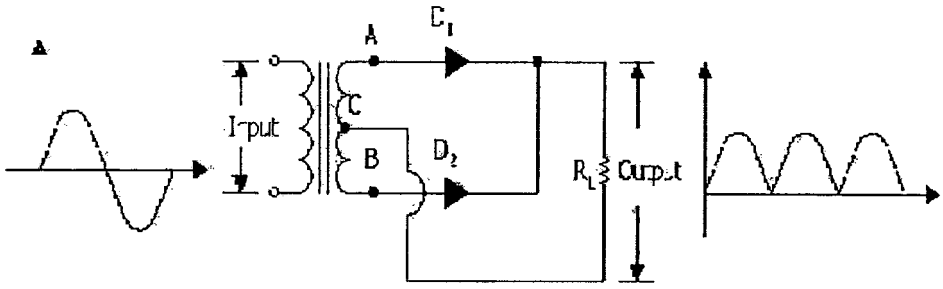
1) วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น การสร้างวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นทำได้โดยการต่อไดโอดให้อยู่ระหว่างหม้อแปลงไฟฟ้าและโหลด สำหรับช่างของครึ่งบวกของแรงดันไฟฟ้าจากด้านทุติยภูมิจะทำให้ขั้วอาโนดของไดโอดได้รับแรงดันไฟฟ้าเป็นบวก ดังนั้นไดโอดจึงอยู่ในสภาวะ ON ในกรณีนี้ไดโอดจะเป็นตัวทำให้ช่วงครึ่งบวกของแรงดันไฟฟ้าจากด้านทุติยภูมิไปปรากฏคร่อมที่โหลด ส่วนในช่วงซีกลบของแรงดันจากด้านทุติยภูมิจะทำให้ขั้วของอาโนดของไดโอดได้รับแรงดันไฟฟ้าที่เป็นลบดังนั้นไดโอดจึงอยู่ในสภาวะ OFF ซึ่งในกรณีนี้จะไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอด ส่งผลให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าไปปรากฏคร่อมที่โหลด



ภาพที่ 2.21 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

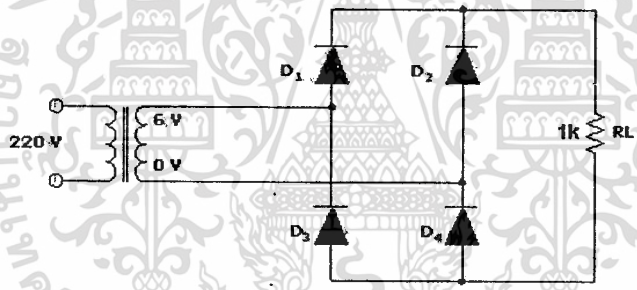
2) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น เนื่องจากการกรองสัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าที่เรียบขึ้นนั้นทำได้ยาก ทั้งนี้เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ส่งผ่านไปยังโหลดเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของแต่ละสัญญาณอินพุตเท่านั้น ดังนั้นในส่วนนี้จะเป็นการทำความรู้จักกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น ซึ่งใช้ไดโอด 2 ตัว ในการที่จะส่งผ่านช่วงครึ่งคลื่นของสัญญาณทั้งสองไปยังโหลด โดยให้ไหลผ่านไปในทิศทางเดียวกัน วงจรเรียงกระแสแบบเซ็นเตอร์ แท็ป ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดที่มีเซ็นเตอร์แท็ป และไดโอด 2 ตัว โดยส่วนที่เป็นเซ็นเตอร์แท็ปของขดลวดทุติยภูมิจะต่อลงกราวด์เพื่อให้เกิดความต่างเฟสกันถึง 180 องศา ระหว่างสัญญาณที่ออกมาจากส่วนบนและส่วนล่างของขดลวดทุติยภูมิ เมื่อสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามาอยู่ในช่วงครึ่งบวกการทำงานของวงจร โดยสัญญาณแรงดันไฟบวกที่ปรากฏส่วนบนของขดลวดทุติยภูมิจะมีผลทำให้ไดโอดอยู่ในสภาวะ ON ในขณะที่แรงดันไฟลบจะไปปรากฏที่ส่วนล่างของขดลวดทุติยภูมิจะอยู่ในสภาวะ OFF การทำงานของวงจรในลักษณะนี้จะทำให้กระแสอิเล็กตรอนไหลจากเซ็นเตอร์แท็ปไปยังโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.22 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

2) วงจรเรียงกระแสบริดจ์ โดยการทำงานของวงจรเมื่อได้รับสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามาอยู่ในช่วงครึ่งคลื่นบวก การทำงานของวงจร โดยสัญญาณแรงดันไฟบวกที่ป้อนเข้ามาส่วนบนของวงจรบริดจ์จะส่งผลทำให้ไดโอดอยู่ในสภาวะ ON จึงทำให้อิเล็กตรอนจาก ส่วนล่างของวงจรบริดจ์ซึ่งเป็นแรงดันไฟลบไหลผ่านโหลด



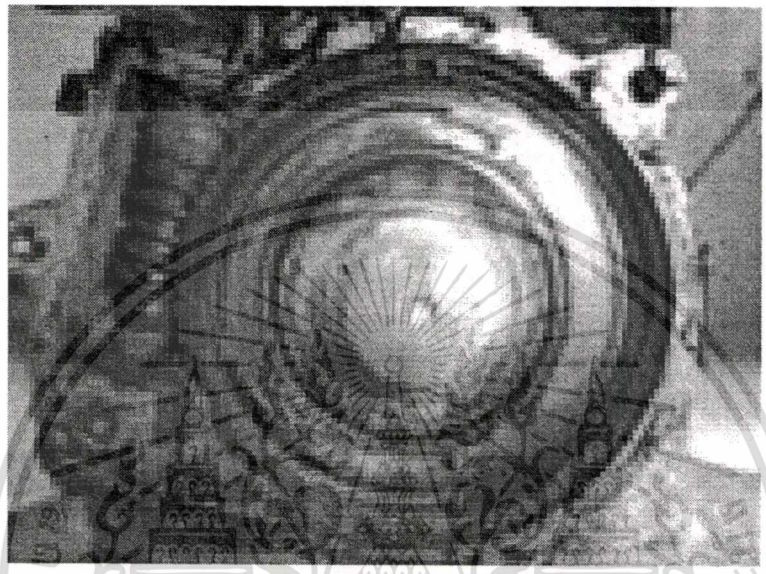
ภาพที่ 2.23 วงจรเรียงกระแสบริดจ์

2.5.2 เฟือง การถ่ายทอดการหมุนจากต้นกำลังนั้น ทำได้หลายวิธี เช่น ด้วยการใช้สายพานโซ่ ล้อความฝืด เป็นต้น ล้อความฝืดก็คือ ล้อสองล้อที่ถูกกดให้ติดกันเมื่อล้อหนึ่งหมุน หรือเป็นล้อขับก็จะทำให้อีกล้อหนึ่งหมุนไถล การส่งกำลังจึงไม่แน่นอน เพื่อที่จะแก้ไขข้อเสียเหล่านี้จึงได้มีการนำเอาฟันเฟืองมาติดไว้ที่ผิวของล้อโดยรอบล้อ จึงมีลักษณะเป็นล้อฟันเฟือง ซึ่งต่อ ๆ มาเราจึงเรียกว่า “เฟือง” ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถส่งกำลังหรือถ่ายทอดการหมุนได้แม่นยำเที่ยงตรงและไม่มีการลื่นไถล

การผลิตเฟืองเพื่อใช้ในด้านการค้านั้น ทำได้หลายวิธี เช่น การหล่อ การปั๊มขึ้นรูป การแปรรูปด้วยเครื่องจักร และการทำโมลต์พลาสติก เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีนั้น ผู้ผลิตจะต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิต จำนวนที่ผลิต แล้วมาเลือกว่าวิธีไหนจึงจะเหมาะสมและประหยัดที่สุด ส่วนการผลิตเฟืองเพื่อทำต้นแบบซึ่งจะผลิตจำนวนไม่มาก ดังเช่นที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผลิตเฟืองเพื่อทำต้นแบบอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้นถึงแม้ว่าจะมีข้อจำกัด

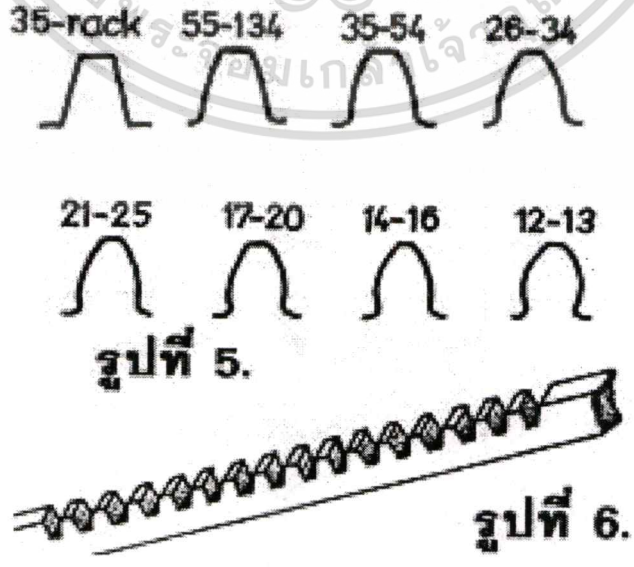
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องจักรและเรื่องชนิดของใบมีดกัดเฟือง แต่อย่างไรก็ตามได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่มีอยู่ผลิตเฟืองขึ้นใช้โดยมีขั้นตอนการผลิตดังจะได้กล่าวต่อไป ก่อนที่จะทราบขั้นตอนการผลิตเฟืองนั้น ควรจะได้รู้จักลักษณะรูปร่างของฟันเฟือง และระบบของเฟืองเสียก่อนว่า ฟันเฟืองที่จะผลิตนั้นมีลักษณะอย่างไร มีฟันกี่ฟันเฟือง เพราะลักษณะรูปร่างของฟันเฟืองนั้นมีหลายชนิด



ภาพที่ 2.24 เฟืองที่ใช้ในการผลิตเครื่องรีดเส้นดิน

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนของฟันเฟือง เช่น เฟืองที่มีจำนวน 12 – 13 ฟัน ก็จะมีลักษณะเป็นฐานคอด และฐานฟันเฟืองจะตรงเมื่อจำนวนฟันมีจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ จนมากที่สุด คือ เฟืองสะพาน (Rack gear) ซึ่งเป็นเฟืองที่มีฟันเรียงเป็นแนวเส้นตรง



ภาพที่ 2.25 ลักษณะฟันเฟืองที่เรียงเป็นแนวตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟืองที่จะสามารถขับกันได้ต้องมีขนาดของฟันเฟืองเท่ากันเท่านั้น ซึ่งขนาดของฟันนี้มีการวัดเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเมตริกและระบบอังกฤษ ระบบเมตริกนั้นจะวัดขนาดเป็นมิลลิเมตรเราเรียกเฟืองระบบนี้ว่า เฟืองโมดูล (Module) ขนาดของโมดูลเฟือง จะมีค่าซึ่งกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ส่วนระบบอังกฤษจะวัดขนาดเป็นนิ้ว เรียกเฟืองระบบนี้ว่า เฟืองดีพี (DP=Dtametral Pitch) ฉะนั้นการซื้อหาเฟือง หรือผลิตเฟืองนั้นต้องทราบลักษณะรูปร่างของเฟืองและระบบของเฟืองเสียก่อนว่าใช้ชนิดไหน และรูปร่างเป็นอย่างไร ส่วนในด้านการผลิตนั้น จะต้องทราบอีกว่าถ้าจะกัดเฟืองขึ้นใช้ วัสดุควรเป็นอะไรจึงจะเหมาะสม และประการสุดท้ายคือ การเลือกมีดกัดเฟืองจะกัดเฟืองขึ้นใช้วัสดุควรเป็นอะไรจึงจะเหมาะสมและประการสุดท้ายคือ การเลือกมีดกัดเฟือง (gear cutter) จะต้องเป็นมีดกัด ที่มีรูปทรงเหมือนร่องของฟันเฟืองในระบบนั้น ๆ ด้วย

สำหรับขั้นตอนการผลิตเฟืองโดยวิธีกัดเฟืองด้วยเครื่องกัดนั้น พอจะสรุปวิธีการต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

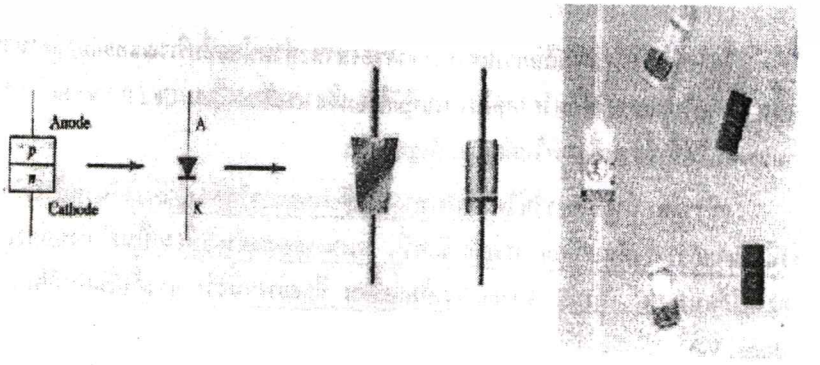
2.5.2.1 การนำชิ้นงานกลึงปอก เพื่อให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเฟืองตามต้องการ

2.5.2.2 นำชิ้นงานที่ปอกแล้วไปเข้าเครื่องกัดเฟือง เพื่อกัดเซาะฟันเฟืองตามระบบของเฟืองนั้น ๆ

2.5.2.3 นำชิ้นงานที่ได้ถูกเซาะฟันเฟืองแล้วมาตัดเพื่อให้ได้ขนาดความหนาของเฟืองตามต้องการ

วิธีการดังกล่าวนี้เป็นวิธีที่ผลิตเฟืองชนิดเฟืองตรงเท่านั้น ส่วนเฟืองชนิดอื่น ๆ จะมีวิธีแตกต่างออกไป อย่างไรก็ตามเฟืองตรงจะเป็นเฟืองที่รู้จักและใช้กันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และของเล่นเด็กจะใช้เฟืองตรงเป็นส่วนประกอบ

2.5.3 ไดโอด เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ p-n สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียว ไดโอดประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด (Anode ; A) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด p และ แคโธด (Cathode ; K) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด n



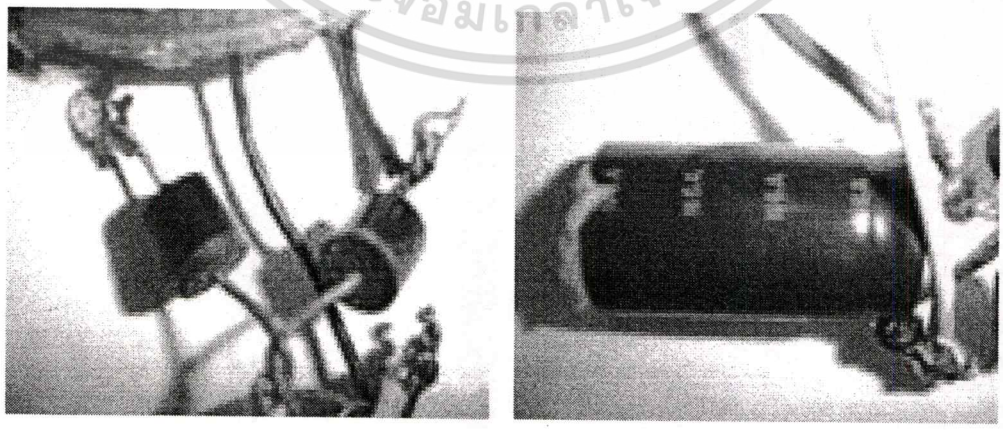
ภาพที่ 2.26 ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ไดโอดวาแรกเตอร์หรือวาริแคป (Varactor or Varicap Diode) เป็นไดโอดที่มีลักษณะพิเศษ คือ สามารถปรับค่าคาปาซิแตนซ์เชื่อมต่อ (Ct) ได้โดยการปรับค่าแรงดันไบอัสกลับไดโอดประเภทนี้มีโครงสร้างเหมือนกับไดโอดทั่วไป ขณะแรงดันไบอัสกลับ (Reverse Bias Voltage ; Vr) มีค่าต่ำ Depletion Region จะแคบลงทำให้ Ct ครบรอบต่อมีค่าสูง แต่ในทางตรงข้ามถ้าเราปรับ Vr ให้สูงขึ้น Depletion Region จะขยายกว้างขึ้น ทำให้ Ct มีค่าต่ำ จากลักษณะดังกล่าว เราจึงนำวาริแคปไปใช้ในวงจรปรับความถี่ เช่น วงจรจูน ความถี่อัตโนมัติ (Automatic Fine Tunning ; AFC) และวงจรกรองความถี่ ซึ่งปรับช่วงความถี่ได้ตามต้องการ (Variable Bandpass Filter) เป็นต้น

2) แอลอีดี (Light Emitting Diode ; LED) เป็นไดโอดที่ใช้สารประเภทแกลเลี่ยมอาร์เซ็นไนต์ฟอสไฟต์ (Gallium Arsenide Phosphide ; GaAsP) หรือสารแกลเลี่ยมฟอสไฟต์ (Gallium Phosphide ; GaP) มาทำเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด p และ n แทนสาร Si และ Ge สารเหล่านี้มีคุณลักษณะพิเศษ คือ สามารถเรืองแสงได้ เมื่อได้รับไบอัสตรง การเกิดแสงที่ตัว LED นี้เราเรียกว่า อิเล็กโทรลูมินิเซนต์ (Electroluminescence) ปัจจุบันนิยมใช้ LED แสดงผลในเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องคิดเลข, นาฬิกา เป็นต้น

3) โฟโตไดโอด (Photo Diode) เป็นไดโอดที่อาศัยแสงจากภายนอกผ่านเลนซ์ซึ่งฝังตัวอยู่ระหว่างรอยต่อ p-n เพื่อกระตุ้นให้ไดโอดทำงานการต่อโฟโตไดโอดเพื่อใช้งานจะเป็นแบบไบอัสกลับ ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการให้โฟโตไดโอดทำงานในทันทีทันใด แต่ต้องการให้ไดโอดทำงานเฉพาะเมื่อมีปริมาณแสงสว่างมากพอตามที่กำหนดเสียก่อน กล่าวคือ เมื่อเลนซ์ของโฟโตไดโอดได้รับแสงสว่างจะเกิดกระแสรั่วไหล ปริมาณกระแสรั่วไหลนี้เพิ่มขึ้นตามความเข้มของแสง

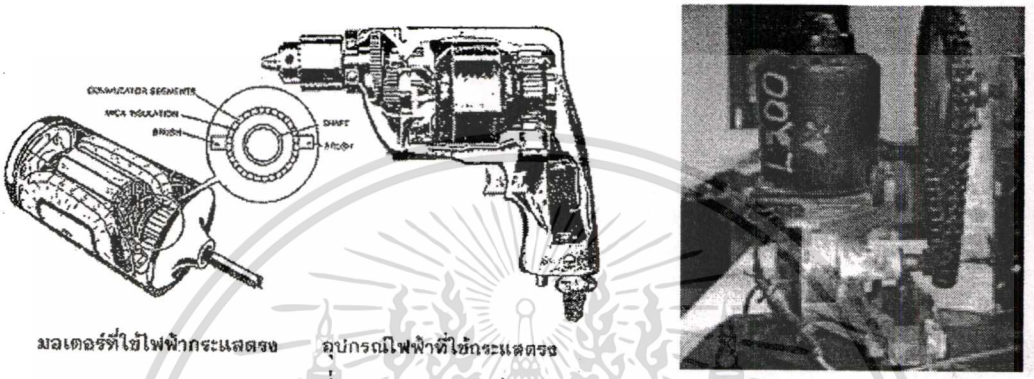


ภาพที่ 2.27 ไดโอดและคาปาซิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 มอเตอร์ คือ เครื่องมือสำหรับเปลี่ยนจากพลังไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเป็นตัวหมุนให้กำลังแก่อุปกรณ์ที่ต้องการแรงขับเคลื่อน เช่น มอเตอร์ที่ใช้ในลิฟท์ เครื่องสูบน้ำ เครื่องทำความร้อน มอเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.5.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C) มอเตอร์ชนิดนี้ส่วนมากใช้กับเครื่องเล่นเด็ก อุปกรณ์ที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เช่น ที่ปัดน้ำฝนของรถยนต์ มอเตอร์สตาร์ทรถยนต์ สว่านไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 2.28 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C)

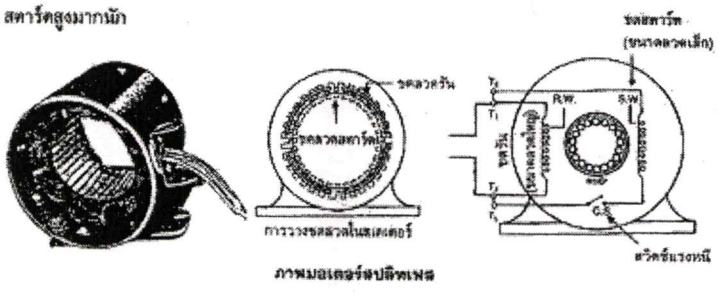
2.5.4.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating current Motar) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า เอ ซี มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมีหลายแบบ หลายชนิด แต่ละชนิดใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในลักษณะต่าง ๆ กันไป

1) มอเตอร์ไฟฟ้าเฟสเดียว (Singlephase Motor) ที่นิยมใช้กันทั่วไป มีดังนี้

- มอเตอร์สปลิทเฟส (split phase Motor) เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กและไม่ต้องการแรงสตาร์ทสูงมาก

- มอเตอร์คาปาซิเตอร์ (Capaciter Motor) มอเตอร์ชนิดนี้ต้องการแรงสตาร์ทสูง นิยมใช้กับเครื่องสูบน้ำเครื่องกลึงไม้ เครื่องกลึงเหล็ก เครื่องซักผ้า

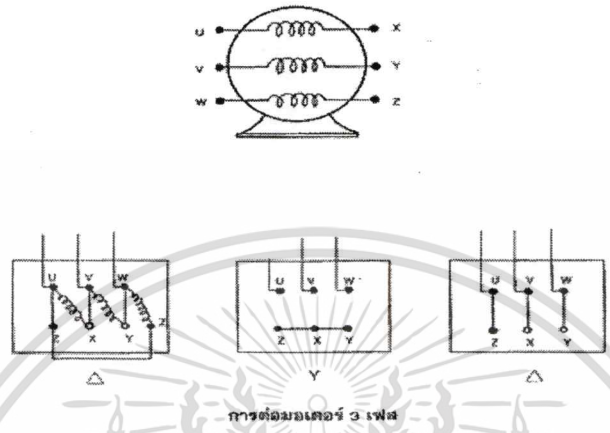
- มอเตอร์เชดเคดโปล (Shaded Pole Motor) มอเตอร์ชนิดนี้ ใช้กับเครื่องไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น พัดลมขนาดเล็ก เครื่องเล่นจานเสียง เครื่องเล่นเทปต่าง ๆ



ภาพที่ 2.29 มอเตอร์ไฟฟ้าเฟสเดียว

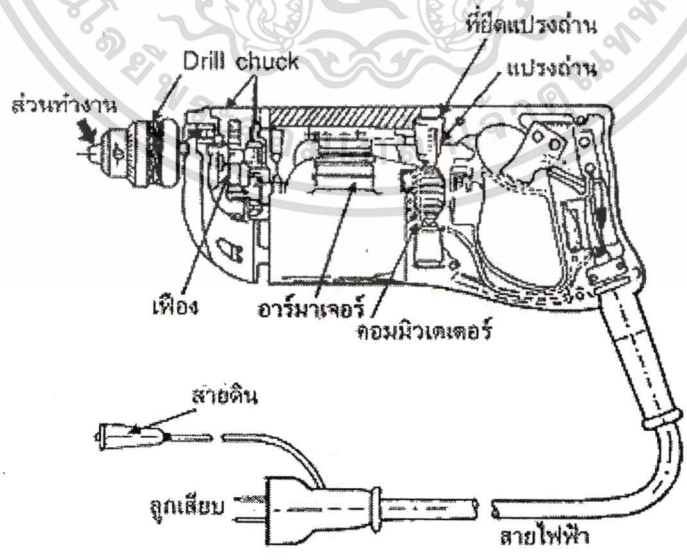
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มอเตอร์ 3 เฟส (Three Phase Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในการอุตสาหกรรม เพราะมีโครงสร้างง่ายกว่ามอเตอร์ไฟฟ้าเฟสเดียว แต่จะต้องใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส ให้กำลังสูงกว่ามอเตอร์เฟสเดียว นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่



ภาพที่ 2.30 มอเตอร์ 3 เฟส

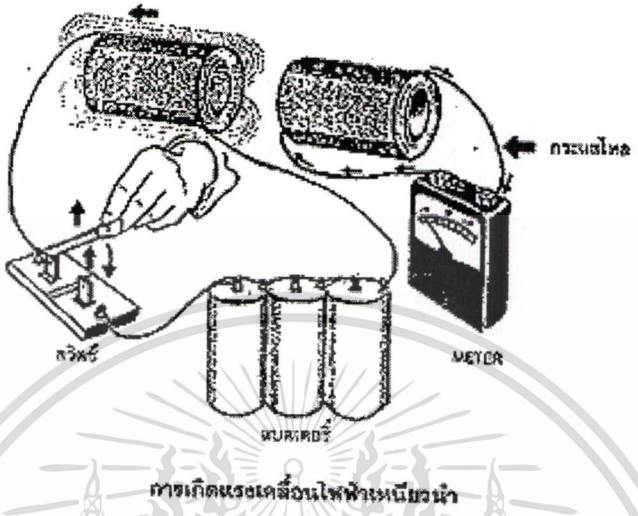
2.5.4.3 มอเตอร์ยูนิเวอร์เซล (Universal Motor) เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น มอเตอร์จักรเย็บผ้า มอเตอร์สว่านไฟฟ้าแบบมือถือ มอเตอร์เครื่องผสมอาหาร เป็นต้น มอเตอร์ชนิดนี้มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อใช้กับโหลดหนักมอเตอร์จะหมุนช้า ถ้าใช้กับโหลดเบามอเตอร์จะหมุนเร็ว ดังนั้น มอเตอร์ชนิดนี้จะต้องต่อแกนเพลามอเตอร์ไว้กับโหลดตลอดเวลา เช่น สว่านไฟฟ้าแบบมือถือ มอเตอร์จักรเย็บผ้า เป็นต้น



ภาพที่ 2.31 มอเตอร์ยูนิเวอร์เซล

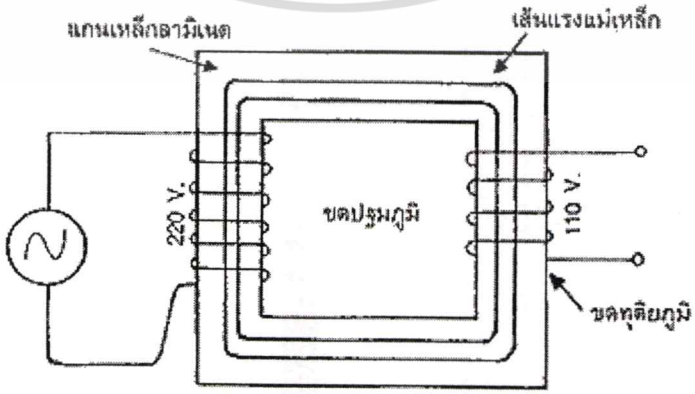
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 หม้อแปลง คือ อุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำ หลักการถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กในบริเวณขดลวดตัวนำไฟฟ้าแล้ว จะเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น



ภาพที่ 2.32 การเกิดแรงคลื่นไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า ประกอบด้วย แท่นเหล็กบาง ๆ รูปสี่เหลี่ยมตรงกลางเป็นช่องว่างที่เรียกว่าลามิเนตวางซ้อนกันหลาย ๆ แผ่น แผ่นเหล็กที่ใช้ทำจากเหล็กผสม ซิลิกอน ผิวนอกฉาบด้วยวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า เช่น กาว หรือเชลแลคก์แผ่นเหล็กที่วางซ้อนกันนี้พันด้วยขดลวด 2 ขด ซึ่งมีจำนวนรอบได้เท่ากัน ขดที่ต่อกับไฟฟ้ากระแสสลับเรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดที่ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเรียกว่า ขดลวดทุติยภูมิ ถ้าจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิมากกว่าจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ เรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้าลง แต่ถ้าจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิน้อยกว่าจำนวนขดลวดทุติยภูมิ เรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้าขึ้น



ภาพที่ 2.33 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 โลหะเหล็ก แร่เหล็กพบอยู่มากมายหลายแห่งในโลก ประกอบกับการถลุงเหล็กก็กระทำได้ไม่ยากนัก เครื่องจักร เครื่องมือ ตลอดจนอุปกรณ์ทางช่างกลต่าง ๆ ส่วนมากทำด้วยเหล็กทั้งสิ้น เหล็กเป็นโลหะที่มีราคาไม่แพงนัก ชาติที่ยิ่งเจริญจะยิ่งใช้เหล็กมากขึ้น คือ เอาการใช้เหล็กเป็นเครื่องวัดความเจริญ วัสดุที่เกี่ยวกับเหล็กที่ใช้ในอุตสาหกรรมจะแยกออกเป็นสองชนิดใหญ่ ๆ คือ เหล็กกล้าหรือเหล็กเหนียวและเหล็กหล่อ เหล็กกล้านั้นเหนียวสามารถดึงออกเป็นเส้นและตีขึ้นรูปได้ ส่วนเหล็กหล่อนั้นดึงและตีขึ้นรูปไม่ได้ แต่ก็สามารถหลอมเหลวแล้วเทลงเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ โลหะเหล็กมีหลายชนิด ตามปกติจะหล่อเป็นแท่ง (Ingot) หรือรูปร่างอื่น ๆ ตามความต้องการ โลหะเหล็กจะมีคุณสมบัติทางกายภาพต่างกัน เนื่องจากส่วนผสมของคาร์บอนต่างกันออกไป

2.5.6.1 เหล็กอ่อน (Wrought Iron) เป็นโลหะเหล็กชนิดหนึ่งซึ่งมีคาร์บอนน้อยกว่า 0.1% และมีขี้ตะกรันกระจัดกระจายปนอยู่ 1 – 3% ได้เริ่มมีการผลิตเหล็กชนิดนี้มาหลายศตวรรษแล้ว ด้วยกรรมวิธีการผลิตแบบต่าง ๆ เหล็กอ่อนซึ่งผลิตนี้ตามปกติจะมีคาร์บอนน้อยกว่า 0.03% ซิลิคอน 0.13% กำมะถันน้อยกว่า 0.02% ฟอสฟอรัสประมาณ 0.18% และแมงกานีสน้อยกว่า 0.1%

ประโยชน์โลหะประเภทนี้จะตันเป็นส่วนใหญ่ใช้ในงานผลิตท่อและงานอื่น ๆ ที่ต้องการเคลือบผิวเพื่อใช้ป้องกันสนิม เช่น ต่อเรือ รางรถไฟ ในไร่นา และโรงกลั่นน้ำมันต่าง ๆ ข้อดีของเหล็กชนิดนี้ที่นอกเหนือจากความคงทนต่อการกัดกร่อน คือ เชื่อมประสานได้ง่ายมีความเหนียวสูง และสามารถนำไปเคลือบผิวได้เป็นอย่างดี

2.5.6.2 เหล็กกล้า (Steel) เป็นโครงสร้างที่เกิดจากการผสมของเหล็กคาร์บอนและธาตุอื่น ๆ ซึ่งจะมีความแข็งมากเมื่อนำไปทำการอบชุบ ภายในเนื้อเหล็กกล้าจะไม่มี ขี้ตะกรันผสมอยู่เลยและสามารถจะนำไปหล่อรีด (rolled) ได้เป็นอย่างดี คาร์บอนถือว่าเป็นส่วนผสมที่สำคัญที่จะมีผลทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้นและมีความแข็งแรงมากขึ้น เหล็กกล้าเป็นโลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่น ๆ รวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่าง ๆ ที่สลับซับซ้อนได้โดยตรงก็ตาม แต่ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง (Ingot) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำท่อ เหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือรูปร่างอื่นอื่นไป เหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1) เหล็กกล้าคาร์บอน (Plain Carbon Steels) สามารถแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ภายในคาร์บอน เป็นธาตุที่มีความสำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าคาร์บอนจะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุเหล็ก เหล็กกล้าชนิดนี้จะแยกเป็นรหัสตัวเลข เช่น 10 xx เลขสองตัวแรกจะหมายถึง ชนิดเหล็กกล้าคาร์บอน เลขตัวที่ 3 และ 4 หมายถึง ส่วนผสมของคาร์บอน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 1 / 100 เช่น 1035 steel หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งมีคาร์บอนผสมอยู่ 0.35% นอกจากนี้อาจมีธาตุอื่น ๆ อีกแต่มีปริมาณน้อยมากจนไม่มีผลต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพของเหล็ก เหล็กกล้าคาร์บอนเป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเพียงอย่างเดียวเป็นส่วนผสมที่สำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้ว มักมีแมงกานีส ซิลิคอน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัสผสมอยู่เล็กน้อย เหล็กกล้าคาร์บอนแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- เหล็กกล้าผสมคาร์บอนต่ำ ซึ่งเรียกกันว่า เหล็กกล้าอ่อนหรือเหล็กกล้าเหนียว มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมประมาณ 0.10 – 0.30 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผลิตชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ทั่วไป ง่ายต่อการขึ้นรูปจึงเหมาะสมกับการทำผลิตภัณฑ์เครื่องประดับ สกรู นอต และสลักเกลียวต่าง ๆ

- เหล็กกล้าผสมคาร์บอนปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมประมาณ 0.30 – 0.60 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ทำขวาน เฟือง เป็นต้น

- เหล็กกล้าผสมคาร์บอนสูง มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมประมาณ 0.60 ถึง 1.30 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผลิตเครื่องมือขนาดเล็กงานที่ต้องทนต่ออุณหภูมิสูงและต้องการความแข็ง เช่น มีด ครก สว่านดอกทำเกลียว เป็นต้น

2) เหล็กกล้าผสม (Alloy Steels) เหล็กกล้าผสมนี้ใช้กับงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งจะเพิ่มส่วนผสมโลหะแต่ละชนิดลงไปเพื่อความเหมาะสมกับการ นำไปใช้งาน ได้แก่

- นิกเกิล ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและต้านทานต่อการกัดกร่อน
- โครเมียม ช่วยเพิ่มความแข็ง ความเหนียวและทนทานต่อการเสียดทาน
- แมงกานีส ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและช่วยให้ง่ายต่อการอบชุบ
- ซิลิคอน ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในเนื้อโลหะเหมาะสำหรับงานสปริง
- ทังสเตน ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อความร้อน
- โมลิบดีนัม ช่วยเพิ่มความเหนียวและความแข็ง
- วาเนเดียม ช่วยเพิ่มความละเอียดของเม็ดเกรนทำให้มีความเหนียวสูง

เหล็กกล้าผสม ซึ่งมีประมาณ 15% ของเหล็กกล้าที่ผลิตได้ทั้งหมดจะถูกนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง เพราะมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากเหล็กกล้าแบบอื่น ๆ ถึงแม้ว่าเหล็กกล้าผสมจะมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนเหมือนกัน แต่ก็พอจะสรุปคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

- นำไปปรับปรุงความเหนียวได้โดยไม่ทำให้ความเค้นแรงดึงต่ำลง
- สามารถนำไปทำให้แข็งโดยการจุ่มน้ำมัน หรืออากาศ แทนการจุ่มน้ำได้ ทำให้มีโอกาสแตกหรือบิดงอน้อย
- สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ ณ อุณหภูมิสูง ๆ ได้
- สึกหรือถูกกัดกร่อนได้น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสม
- มีคุณสมบัติทางโลหะวิทยาที่ดี เช่น มีเม็ดเกรนละเอียด

เหล็กกล้าผสมสามารถแบ่งย่อยไปได้อีก 2 ประเภท ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Low alloys ส่วนผสมต่าง ๆ รวมกันน้อยกว่า 8.0%

2) High alloys ส่วนผสมต่าง ๆ รวมกันมากกว่า 8.0%

ประโยชน์เหล็กกล้าผสม เป็นเหล็กที่มีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่ นอกจากคาร์บอนที่สำคัญมีโครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม ทังสเตน วาเนเดียม แมงกานีส ฯลฯ สามารถแบ่งเป็น 6 ชนิดใหญ่ คือ

1) เหล็กกล้าที่มีแอลลอยผสมต่ำและทนแรงดึงสูง

2) เหล็กกล้าใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร

3) เหล็กกล้าทำเครื่องมือ

4) เหล็กสเตนเลส

5) เหล็กทนความร้อน

6) เหล็กที่ใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำเส้นลวด เหล็กเส้น เหล็กแผ่น ท่อเหล็ก หรือเหล็กรูปร่างต่าง ๆ ทำได้โดยการนำเอาแท่งเหล็กกล้าผสมไปเผาให้ร้อนแล้วนำไปรีด นำไปอัด หรือนำไปดึงให้ได้รูปต่าง ๆ ตามที่ต้องการ แท่งเหล็กนี้จะหล่อไว้เป็นแท่ง ๆ ในแบบ แบบที่หล่อแท่งอาจจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือหน้าตัดรูปวงกลมก็ได้ น้ำหนักของเหล็กแท่งอาจจะมีตั้งแต่สามร้อยปอนจนถึง 25 ตัน

2.5.7 **พลาสติก** แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.5.7.1 เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosettings) คือ พลาสติกที่มีรูปทรงถาวรเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน (Heat) และแรงอัด (Pressure) หรือผ่านกรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อพลาสติกเหลว (Casting) จะนำไปหลอมละลายนำกลับมาใช้ใหม่อีกไม่ได้ เปรียบเสมือนไข่เมื่อนำไปทำให้สุกแล้วจะทำให้เหลวเหมือนเดิมอีกไม่ได้ ในประเทศอังกฤษเรียกเทอร์โมเซตติ้งอีกชื่อหนึ่งว่า ดูโรพลาสติก (Duroplastics) เทอร์โมเซตติ้งมีหลายชนิด ที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไปมีดังต่อไปนี้

1) ฟีโนลิค (Phenolic) พลาสติกชนิดนี้รู้จักดีในชื่อ เบกเกลไลท์ (Bakelite) ถูกค้นพบโดย DR.Leo Hendrik Baekeland และถูกจดทะเบียนลิขสิทธิ์ในปี ค.ศ. 1909 มีชื่อทางเคมีว่า Phenol - Formaldehyde มีปริมาณการใช้สูงสุด (Work Horse) ในพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติ้ง มีคุณสมบัติเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักปานกลาง มี ถ.พ. 1.25-1.55 มีความแข็งที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงได้พอสมควร แต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบิดงอได้น้อย ในระยะแรกฟีโนลิคจะมีเฉพาะสีเข้มเช่นน้ำตาลแก่ และสีดำเท่านั้นและทึบแสง แต่ในปัจจุบันสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทึบแสงฝ้าและใส มีทั้งชนิดขึ้นรูปโดยการใช้แรงอัดและความร้อนและชนิดหล่อเย็น คุณสมบัติทางไฟฟ้าอยู่ในขั้นดีทั้งไฟฟ้าความถี่สูงและต่ำ ฟีโนลิคหลายชนิดทนไฟอาร์คไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟีโนลิคทนความร้อนในภาวะปกติประมาณ 350-360 °F หากผสมวัตถุทนความร้อนบางชนิดจะทนได้ถึง 400 °F ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำหรือเย็นจะใช้ได้ดี ฟีโนลิคเป็นตัวนำความร้อนที่เลว ติดไฟได้ช้าและดับเอง คุณสมบัติทางเคมี พอ ๆ กับพลาสติกชนิดอื่น ๆ คือ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนกรดอ๊อกซิไดซิ่งและด่างแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ ไขมัน น้ำมัน ฯลฯ ได้ การใช้ประโยชน์นิยมใช้ทำด้ามมือจับ หูหม้อ หูกะทะ ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ถาดบรรจุสารเคมี ตู้ทีวี ฯลฯ ในรูปของเหลวใช้เป็นวัตถุประสานกันสารเคมีและกาวไม้อัดกันน้ำ สามารถทำเป็นโฟมได้ ซึ่งจะขยายตัวได้ถึง 300 เท่า โฟมฟีโนลิคนิยมทำเป็นทุ่นลอยน้ำใช้ในงานต่าง ๆ และใช้เสริมความแข็งแรงในปีกเครื่องบิน

ตารางที่ 2.2 ลักษณะทางกายภาพของฟีโนลิค

ลักษณะทางกายภาพ ของ PHENOLIC MOLDING COMPOUNDS	
กรรมวิธีการผลิต	Compression, Transfer
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300-410 F
ความหดตัวหลังการผลิต	0.004-0.009 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.32-1.45
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	20.9-17.8
ทนแรงดึง	1,000-11,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	24,000-38,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.25-0.65
ความแข็ง	M 100 – M 120
ทนความร้อนโดยปกติ	350 – 360 F
ทนกรด	ดีมาก ยกเว้นกรด Oxidizing Acids
ทนด่าง	พอใช้ (ถูกทำลายโดยด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดีมาก
ทนแสงแดด	จะมีสีคล้ำแต่คุณสมบัติทางกายภาพยังคงที่

2) โพลิเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester Resin) เร้ารู้จักโพลีเอสเตอร์เรซิ่นดี ในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส เพราะกว่า 80 % ของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ทำจาก โพลีเอสเตอร์ ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ.1942 ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยนำมาทำเป็นเครื่องใช้ทางการทหาร ต่อมาจึงนิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นอย่างแพร่หลาย ซึ่งในปี ค.ศ. 1967 มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการใช้ถึง 495 ล้านปอนด์ มีทั้งเทอร์โมเซตติ้งและเทอร์โมพลาสติค ชื่อคล้องกันแต่โครงสร้างผิดกัน

แอลคีด (Alkyds) เป็นโพลีเอสเตอร์เรซิ่นชนิดเทอร์โมเซตติ้งชนิดหนึ่ง นิยมนำไปใช้ทำเคลือบ (Enamel) สีน้ำมัน แลคเคอร์และน้ำยาเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ อย่างกว้างขวางนอกจากนั้นยังใช้ทำเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย คุณสมบัติ โพลีเอสเตอร์เรซิ่นมี ถ.พ. ระหว่าง 1.1-1.5 หากเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสจะมี ถ.พ. ระหว่าง 1.5-2.28 ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสรับแรงดึง แรงอัด และแรงบิดงอได้ดีผิวหน้ามีความแข็งพอสมควรถูกแดดจะซีด ทนสภาพอากาศภายนอกได้ดีมีสีต่าง ๆ มากมาย มีความหดตัวเล็กน้อย แต่มากกว่า อีพอกซี่ โพลีเอสเตอร์เรซิ่นเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทนกรดด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนสารละลายชนิด Chlorinated Solvents เช่น คาร์บอนเตทตาคลอไรด์ อาซีโทน ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสทนความร้อนได้ระหว่าง 250 – 350 °F นำไปหล่อเป็นผลิตภัณฑ์แล้วติดไฟได้ช้าและดับเอง การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสมากที่สุด เช่น เรือ รถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องบิน ถังบรรจุของเหลว ลังบรรจุของ ท่อของเหลว เฟอร์นิเจอร์ ส่วนประกอบในอาคาร เช่น ช่องให้แสง แผงกันแดด หลังคา ที่พักป้ายรถเมล์ ฯลฯ นอกจากนั้น โพลีเอสเตอร์เรซิ่นยังนิยมทำผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ เช่น พระพุทธรูป ตุ๊กตา รูปสัตว์ ผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียม ผลิตภัณฑ์งาช้างเทียม ผลิตภัณฑ์หยกเทียม ผลิตภัณฑ์เซรามิคเทียม ผลิตภัณฑ์แก้วเทียม (Bio Plastic) กระดุม สีโป้ว ฯลฯ โพลีเอสเตอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติกนิยมใช้ทำเป็นเส้นใยใช้ทอเป็นเสื้อผ้า (Dacron) ในรูปฟิล์มใช้ทำฟิล์มไมล่าร์ (Mylar) ซึ่งใสเหนียว และใช้ทำเทปบันทึกเสียง เป็นฉนวนไฟฟ้าดี จึงนิยมทำฉนวนขดลวดไฟฟ้า (Coilinsulation) และสลอทไลเนอร์ (Slot Liners) ในมอเตอร์

3) ซิลิโคน (Silicone) พลาสติกชนิดนี้ได้ถูกค้นคว้าโดยนักเคมี ชาวเยอรมัน ในปี ค.ศ. 1870 และถูกค้นคว้าต่อในประเทศอังกฤษ ในราวปี ค.ศ. 1900 ซึ่งการค้นคว้าดังกล่าวให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับซิลิโคน จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1930 ในสหรัฐอเมริกา บริษัทเยนเนอรอลอีเลคตริค (Corning Glass Works) ได้ร่วมกันค้นคว้าต่อจนประสบความสำเร็จผลิตออกมาเพื่อใช้ทำอุตสาหกรรมได้ คุณสมบัติ ซิลิโคนเป็นพลาสติกที่หนักชนิดหนึ่งมี ถ.พ. ระหว่าง 1.6 – 2.0 มีใช้ทั้งรูปของเหลวและคงรูป รับแรงดึงและแรงอัดแรงบิดงอได้ปานกลาง ทึบแสง สามารถทำเป็นสีได้ แต่ไม่จำเป็นเพราะซิลิโคนถูกนำไปใช้งานจริง ๆ มากกว่าส่วนตกแต่ง แสงแดดมีปฏิกิริยาน้อยมาก คุณสมบัติทางไฟฟ้าของซิลิโคนดีมาก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทั้งกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำและความถี่สูง ซิลิโคนทนความร้อนและความเย็นได้ดีใช้ได้ในอุณหภูมิ –150 °F ถึง 600 °F ถ้าผสมใยแก้วหรือวัตถุทนความร้อนอื่นทนความร้อนได้ถึง 900 °F ซิลิโคนติดไฟช้ามาก แต่เป็นตัวนำความร้อนได้ดีในพวกพลาสติกด้วยกัน คุณสมบัติทางเคมี ซิลิโคนทนกรดและด่างได้เกือบทุกชนิด มีคุณสมบัติไม่ติดง่ายไม่ว่าจะเป็นพลาสติก ยาง ไม้หรือโลหะ จึงเหมาะ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำเป็นน้ำยาถอดแบบ (Release Agent) การใช้ประโยชน์ ซิลิโคนถูกนำไปใช้ทำยางแม่แบบชนิดทนความร้อน ยางขอบบานปิดเปิดในยานอวกาศ คอนกรีตอ่อนซึ่งใช้ปูพื้นขอบสระน้ำเพื่อกันเลื่อน เส้นขาวบนพื้นถนน การประสานตู้กระจกใส่ปลา ฯลฯ ในรูปของแข็งใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า นอกจากนั้นซิลิโคนยังใช้ทำเป็นน้ำยาถอดแบบในอุตสาหกรรมหลายประเภท

2.5.7.2 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก หลังจากนำไปหล่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้วเปรียบเสมือนน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนก็จะละลายกลายเป็นน้ำ และเมื่อทำให้เย็นน้ำจะแข็งตัวกลับเป็นน้ำแข็งได้อีกไม่มีที่สิ้นสุด เรียก "Plastics With a Memory" (ควรเปรียบเทียบเป็นขี้ผึ้งจะเห็นได้ชัดเจนกว่า ที่เปรียบเทียบเป็นน้ำแข็งแต่เพราะหนังสือเล่มนี้แปลจากหนังสือของ The Society of Plastics Industry, Inc. จึงต้องรักษาคำจำกัดความเดิมของเขาไว้ ผิดถูกประการใด ขอให้ผู้อ่านเป็นผู้พิจารณาเอง) เทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไป ได้แก่

1) แอสเซทอล (Acetal) เป็นเทอร์โทพลาสติกที่ถูกคิดค้นในปี ค.ศ. 1906 แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- Acetal Homopolymer Resins
- Acetal Copolymer Resins

ลักษณะโดยทั่วไปจับลื่นคล้ายเทียนไข ผิวมีลักษณะคล้าย โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) สามารถใช้ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้โดยไม่จำกัด เนื้อโปร่งแสง (Translucent) คุณสมบัติเหนียว ทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก แข็งแรง ทนสารเคมี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ ใช้ได้ดีทั้งอุณภูมิสูงกว่าจุดน้ำเดือด (212-225 °F) และจุดต่ำกว่าศูนย์ (-40 °F) แอสเซทอลนับเป็น Engineering Plastic ที่ดีมากชนิดหนึ่ง การใช้ประโยชน์ พลาสติกพวกนี้ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้แทนชิ้นส่วนโลหะที่หล่อโดยวิธีดายคาสท์ (Die Casting) นอกจากนั้นยังใช้ทำชิ้นส่วนในรถยนต์ และเครื่องจักรกล เช่น คาบูเรเตอร์ เกียร์ แบริ่ง บูช ลูกกลิ้ง ชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวและเสียดทาน นอกจากนั้นยังใช้ทำเป็นขวดบรรจุสเปรย์อีกด้วย

2) อะคริลิค (Acrylic) หรือ Polymethylmethacrylate และรู้จักกันดีในชื่อการค้าคำว่าเพลคซิกล๊าส (Plexiglas) ลูไซท์ (Lucite) โพลีกล๊าส (Polyglas) ฯลฯ ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมใน ส.ร.อ. ปี ค.ศ. 1936 อะคริลิคได้ถูกนำไปผสมกับพลาสติกชนิดอื่น เช่น สไตรีน (Styrene) บ้าง พีวีซี (P.V.C.) บ้าง เกิดเป็นพลาสติกชนิดใหม่ เช่น Methyl Methacryate – Styrene เป็นต้น คุณสมบัติ เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่ง แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วนง่าย (ชนิดพิเศษแข็งแรงมาก) ทนแสงอุลตราไวโอเลทได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทนสารเคมีได้พอสมควร ไม่ควรให้ถูกน้ำมันเบนซิน, อาซีโทน, คลอโรฟอร์ม, สเปรย์น้ำหอมและพวกกรดอ๊อกซิไดซิ่ง (Oxidizing Acids) ชนิดเข้มข้น อะคริลิคยังทำเป็นสีต่าง ๆ ได้มีทั้งชนิดใส ฝ้าและทึบแสง เมื่อจับจะรู้สึกอุ่นและสบายมือ การใช้ประโยชน์ นิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้านร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา กระจกแว่นตา เลนซ์ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ ถาดและถ้วย บรรจุของเหลวชนิดใส ฯลฯ ในรูปเส้นใยใช้ทำพรมและพ่นสีรถยนต์ ในขณะนี้ประเทศไทยมีโรงงานผลิตแผ่นอะคริลิคหลายแห่ง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 การศึกษาหลักการทำงานทางด้านเทคนิคกลไกที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบเครื่องรีดเส้นดิน

กรณีศึกษา (Case Study)

2.6.1.1 กรณีที่ 1 การชำรุดของเพลาส่งกำลัง (Transmission shaft)

1) ประวัติการใช้งาน (Background) Shaft ทำงานโดยมีลักษณะ Load แบบ Bearing สวมเป็น Bearing ชนิด Taper roller bearing การประกอบ Bearing จะให้ Inner race สวมแน่น (Fit) กับ Shaft โดยการให้ความร้อน Bearing เกิดการขยายตัว ก่อนการประกอบเข้ากับ shaft ตัวนี้ผ่านการใช้งานมาแล้ว 1 ครั้ง และ shaft ขาดชำรุดในการใช้งานครั้งที่ 2

2) การทดสอบและผลการทดสอบ (Test and result) Shaft ทำจาก Low alloy steel ตามมาตรฐาน AISI 4340 ผ่านการทำ Quenched & Tempered มีความแข็งประมาณ 280 – 330 HV โครงสร้างจุลภาคเป็น Tempered martensite ไม่พบการซ่อมผิวจากการเชื่อมหรือ Plating mode การชำรุดชนิด Reverse torsional fatigue โดยมีจุดเริ่มต้นบริเวณผิว shaft ในลักษณะ Transverse shear plane และขยายตัว (Propagated) ในทิศทาง 45 degree กับแนวแกน (Axial) ของทั้ง 2 ทิศทาง (หมุนตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา) จากผลการนำชิ้นส่วนบริเวณจุดเริ่มแตกร้าวไปทำ micro – examination พบว่า Microstructure จุดดังกล่าวเป็น UTM (Un temperes martensite) มีความแข็งประมาณ 680 – 700 HV

3) สรุปผลการวิเคราะห์ จุดเริ่มเกิดจากผิวที่มีความแข็งสูงมาก จากการตรวจสอบพบว่าในการถอด Bearing ออกจาก Shaft ใช้วิธี เซาะ (Arc air gouging) ซึ่งในขณะถอดออกลวดเซาะได้กระทบถูกผิวของ Shaft ทำให้เกิดความร้อนสูงมากจากผลของการ Arc ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำ Shaft มี Hardenability สูงมากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเฉพาะจุดจาก เดิม Tempered martensite เป็น tempered martensite) ซึ่งง่ายต่อการเกิด Cold cracking , มีความเปราะสูง (Brittle) , ความเหนียวต่ำ (Toughness) Fatigue resistance ต่ำและเป็นจุดที่เกิดการเริ่มต้นของรอยร้าว

4) การแก้ไขและการป้องกันการชำรุด (failure prevention and management)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตรวจสอบประวัติของ Shaft ที่เป็นลักษณะเดียวกัน ว่ามีการถอดเปลี่ยน Bearing วิธีเดียวกันหรือไม่

- ตรวจสอบรอยร้าวด้วยวิธี NDT (Nondestructive testing) เช่น MT, PT, UT กับ shaft ที่มีการถอด เปลี่ยน Bearing ด้วยวิธีเชาะ

- เมื่อพบรอยร้าวควรดำเนินการวางแผนติดตามด้วย NDT หรือวางแผนหยุดเครื่องจักรเพื่อถอดเปลี่ยน ก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการชำรุดเสียหาย

- ศึกษาวิธีการถอดเปลี่ยน Bearing ที่ไม่ให้เกิดผลกระทบกับ shaft

2.6.1.2 กรณีที่ 2 การชำรุดของ เพลาส่งกำลัง (Transmission shaft)

1) ประวัติการใช้งาน (Background) Shaft ทำงานโดยมีลักษณะ Load แบบ rotating bending) มี Bearing สวมกับ Shaft ใกล้ Fillet โดยมี Spacer เป็นตัวจัดระยะ Shaft ตัวนี้ผ่านการใช้งานมาแล้ว 1 ครั้ง และ Shaft ขาดชำรุดในการใช้งานครั้งที่ 2

- การทดสอบและผลการทดสอบ (Test and result) Shaft ทำจาก Low alloy steel ตามมาตรฐาน AISI 4140 ผ่านการทำ Quenched & Tempered ผิวที่ทิศทาง 45 Degree กับแนวแกน (Axial) จากผลการนำชิ้นส่วนบริเวณจุดเริ่มไปทำ Microexamination พบว่าผิวมีการซ่อมโดยวิธีการเชื่อมบริเวณผิวมี Micristructure เป็น Acicular ferrite และ Primary ferrite มีความแข็ง 220 – 240 HV พบ HAZ มี Microstructure เป็น Martensite มีความแข็งประมาณ 400 – 590 HV

สรุป จุดเริ่มเกิดบริเวณ Fillet ของ Shaft และเป็นบริเวณขอบของแนวเชื่อมที่เป็น HAZ ซึ่งจุดดังกล่าวเป็นจุดที่มี High Stress Concentration เป็นผลรวมของ Mechanical notch (fillet) และ Welding Notch (Metallurgical notch (HAZ , cold cracking) วัสดุที่ใช้ทำ shaft มี Hardenability สูงมากจุดดังกล่าวจึงมีความเปราะสูง (Brittle) ความเหนียวต่ำ (Toughness) , Fatigue Resistance ต่ำ

(ที่มาของข้อมูล : www.geocities.com/Research Triangle/Facility/4743/mechanical.html)

2.6.2 อายุวัฒน์ สว่างผล (2547 :บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการศึกษาสำรวจอาชีพช่างปั้นดินเผาประเภทต่าง ๆ ในจังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดตาก การวิจัยครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามระหว่างปีการศึกษา 2539-2546 จากจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ผู้ประกอบอาชีพช่างปั้นดินเผาในจังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดตาก ยังดำเนินการอยู่จนถึงปัจจุบัน ลักษณะการประกอบอาชีพจะมีลักษณะผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีใหม่กับภูมิปัญญาชาวบ้านที่สืบทอดกันมาอย่างต่อเนื่อง ช่างปั้นดินเผาในจังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดตาก ส่วนมากจะเป็นคนหนุ่มคนสาว จึงนิยมที่จะนำเครื่องมือกลเข้ามาช่วยเพิ่มผลผลิตเพื่อให้ทันต่อความต้องการของผู้บริโภค จะไม่มุ่งผลิตแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่อยเป็นค่อยไป กระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทต่าง ๆ ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามความเจริญของเทคโนโลยีและเปลี่ยนแปลงกระบวนการตามความต้องการของตลาด เช่น การนำวัตถุดิบมาผลิตเครื่องปั้นดินเผา นิยมที่จะนำดินสำเร็จรูป (Compound Clay) มาผลิตผลิตภัณฑ์แทนการนำวัตถุดิบมาเตรียมเนื้อดินปั้นเองซึ่งต้องลงทุนสูง ปัจจุบันมีการนำผลิตภัณฑ์ที่เป่าดิบแล้วตกแต่งเขียนลาย เคลือบสี ตกแต่งบนเคลือบเป็นต้น

2.6.3 อารยา งามขำศรีวิบูล (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องทากาวสำหรับปิดกล่องบรรจุภัณฑ์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องทากาวสำหรับปิดกล่องบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในเรื่องของความเร็ว ปริมาณการใช้กาวและลดความสูญเสียของชิ้นงาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านต่าง ๆ จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นต้นแบบการพัฒนาเครื่องทากาว ข้อมูลการทดสอบการทากาวปิดกล่องบรรจุภัณฑ์ และแบบประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพวัดความคิดเห็น 4 ด้าน คือ ด้านการออกแบบอุตสาหกรรม ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ด้านไฟฟ้า ด้านอุตสาหกรรมการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์

ผลการวิจัยสรุปว่า

1. ผลการเปรียบเทียบเวลา และการใช้ปริมาณกาวพบว่าวิธีการแบบใหม่โดยการใช้เครื่องทากาว แตกต่างจากวิธีการแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t = 9.81, P = .000)

2. ผลการเปรียบเทียบสมมติฐานการสูญเสียชิ้นงาน แตกต่างจากวิธีการแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. การประเมินประสิทธิภาพเครื่องทากาวจากแบบประเมิน 4 ด้าน โดยรวมอยู่ในระดับที่ดี ถึงที่ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการพัฒนาเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดิน โดยศึกษาเอกสารและรวบรวมแนวคิดพฤติกรรมของผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา ตลอดจนความต้องการของกระบวนการการผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

ดังนั้น ในการศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาโครงการออกเป็น 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย
3.3 การตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือ
3.4 ขั้นตอนการดำเนินการออกแบบ
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ในระดับต่าง ๆ เช่น ระดับอาจารย์ หัวหน้าแผนก อาจารย์ประจำแผนก ช่างศิลป์ ช่างชำนาญการ นักเรียน ในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จังหวัดอยุธยา โดยผู้วิจัยกำหนดจำนวนประชากรไว้ประมาณ 150 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ประชากรที่ใช้เครื่องรีดเส้นดินในการปฏิบัติงานสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Ramdom Sampling) ซึ่งจำนวนของกลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์กับขนาดของจำนวนประชากร ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น โดยศึกษาจากทฤษฎี เอกสารและผลงานที่เกี่ยวข้องโดยมีกระบวนการ ดังนี้

- ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สร้างแบบสอบถามโดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงแล้วทำมาประยุกต์พัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้

- นำแบบสอบถามที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาผู้ควบคุมโครงงาน ช่วยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ แล้วนำมาให้ผู้ทรงคุณวุฒิช่วยตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงถูกต้องและชัดเจนในเนื้อหาของแบบสอบถาม

3.3 การตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือ

ผู้วิจัยมีวิธีการตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามที่ปรับปรุงจนสมบูรณ์ถูกต้องแล้วนำมาเสนอ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิช่วยตรวจสอบแบบสอบถามเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของคำถามในแต่ละข้อเพื่อให้มีความสอดคล้องเที่ยงตรงถูกต้องกับวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
   ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. รองศาตราจารย์ อายุวัฒน์ สว่างผล โปรแกรมวิชาเซรามิกส์
   คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
   มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
3. รองศาสตราจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล อาจารย์ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม
   คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ขั้นตอนดำเนินการออกแบบ

ผู้วิจัยมีขั้นตอนดำเนินการออกแบบดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องรีดเส้นดิน โดยได้แนวความคิดจากเครื่องมือ เครื่องจักรที่มีอยู่จริง นำมาพัฒนาให้มีความสามารถผลิตเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ที่ใช้ในงานหัตถกรรมขนาดเล็ก เพื่อทดแทนพลังงานคน

3.4.2 เขียนแบบเข้าขนาดสัดส่วนจริง

3.4.3 นำแบบเข้าสู่กระบวนการผลิต

3.4.4 สร้างต้นแบบขนาดเท่าจริง เพื่อนำไปทดสอบในขั้นตอนของการวิจัยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ขั้นพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

นำเครื่องรีดเส้นดินที่สร้างเท่าขนาดของจริงมาทำการทดสอบในด้านความเร็วของเครื่องและความสม่ำเสมอของเส้นดิน ตรวจเช็คสภาพความสมบูรณ์ในทุกส่วนของเครื่องรีดเส้นดิน โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยการสังเกต และบันทึกภาพในทุกขั้นตอนของการทดสอบเก็บไว้เป็นหลักฐาน พร้อมภาพเส้นดินที่ได้แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เข้าสู่กระบวนการการผลิตขั้นต่อไป ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมไว้เพื่อนำไปอธิบายผลของการวิจัยในครั้งนี้

3.5.2 ขั้นทดสอบเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา โดยผู้วิจัยใช้แบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ที่ปรับปรุงจนสมบูรณ์แล้วมาประกอบกับเครื่องรีดเส้นดินที่สร้างขึ้น นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิตช่วยประเมิน โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. รองศาตราจารย์ อายุวัฒน์ สว่างผล โปรแกรมวิชาเซรามิกส์
   คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
   มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
2. รองศาสตราจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล อาจารย์ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม
   คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศุภกา ปาลเปรม อาจารย์ประจำสาขาวิชาเครื่องเคลือบดินเผา
   คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
4. อาจารย์ธีรวัลย์ วรรธโนทัย คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี
5. อาจารย์พนม เสมาทอง อาจารย์ประจำแผนกเครื่องเคลือบดินเผา ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร

จากนั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ นำสู่การวิเคราะห์เพื่อนำผลจากการวิเคราะห์มาสรุป เพื่อปรับปรุงให้สมบูรณ์มากขึ้นแล้วนำไปทดสอบขั้นต่อไป

3.5.3 ขั้นทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการ นำเครื่องรีดเส้นดินที่ผ่านการทดสอบการใช้งานสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผาแล้ว ไปให้ผู้ปฏิบัติงานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผาภายในศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จำนวน 20 คน ทดสอบใช้งานรีดเส้นดินเพื่อผลิตเครื่องปั้นดินเผา แล้วสัมภาษณ์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น พร้อมข้อเสนอแนะอื่น ๆ ลงในตอนท้ายของแบบสอบถาม เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดิน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการถ่ายภาพของผู้ใช้ในขณะใช้เครื่องรีดเส้นดินไว้เป็นหลักฐาน แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่ออธิบายผลของการวิจัย

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลในการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นทดสอบการใช้งานเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา นำเสนอโดยหลักฐานภาพถ่ายในแต่ละขั้นตอนของการทดสอบ พร้อมคำอธิบายและเอกสารรับรองผลการทดสอบการใช้งานเครื่องรีดเส้นดิน

ขั้นหาประสิทธิภาพจากผู้ใช้ คำตอบที่ได้จากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดบันทึกลงโดยการลงรหัสด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อนำไปประมวลผลในการวิเคราะห์ตีความแล้วนำเสนอผลของการวิจัยในรูปแบบตารางพร้อมอธิบายผลของการวิจัย

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติ

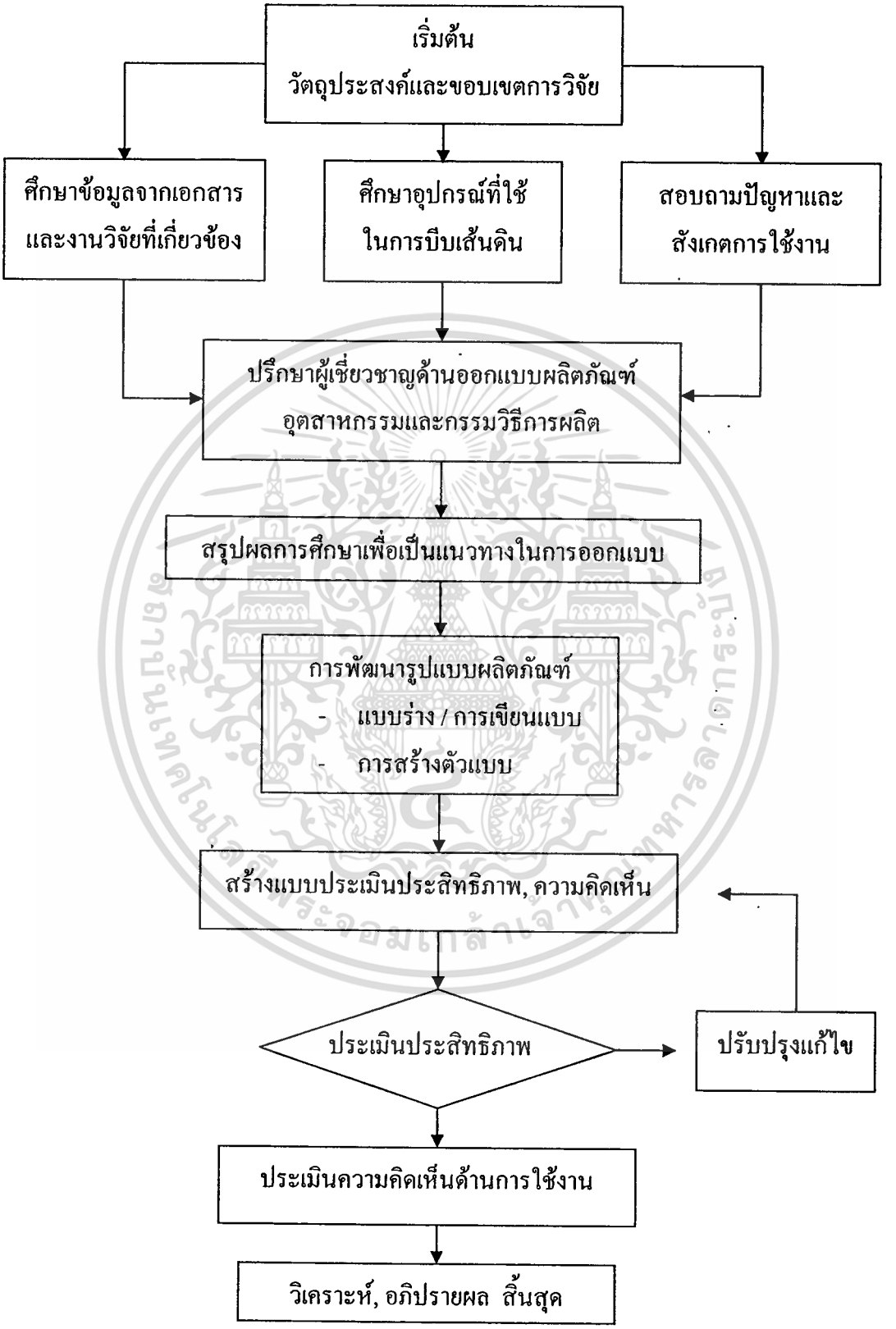
- ค่าร้อยละ (Percentage)
- ค่าเฉลี่ย (Mean)
- ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
- ค่าทีกรณีกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (One – Samples test)

การแบ่งความหมายค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี
2.50 – 3.49	หมายถึง	ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ภายในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา ศูนย์ศิลปาชีพบางไทรนั้น ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นและความต้องการของผู้ปฏิบัติงานการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

4.2 ผลการวิเคราะห์การประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต

4.3 ผลการวิเคราะห์การทดลองใช้เครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา โดยผู้ปฏิบัติงานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา

4.1 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นและความต้องการของผู้ปฏิบัติงานการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นและความต้องการของผู้ปฏิบัติงานการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ปฏิบัติงาน

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	13	65
หญิง	7	35
2. อายุผู้ปฏิบัติงาน		
20 - 25 ปี	9	45
26 - 30 ปี	4	20
31 - 35 ปี	6	30
36 - 40 ปี	1	5
41 - 45 ปี	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
3. วุฒิการศึกษา		
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	1	5
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	5	25
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	7	35
ระดับปริญญาตรี	4	20
ระดับปริญญาโท	2	10
อื่น ๆ โปรดระบุ	1	5
4. สถานะภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม		
อาจารย์หัวหน้าแผนก	1	5
อาจารย์ประจำแผนก	2	10
ช่างผู้ชำนาญการ	8	40
นักเรียน	9	45
5. ประสบการณ์ในการปฏิบัติหน้าที่		
1 - 3 ปี	8	40
3 - 6 ปี	9	45
6 - 9 ปี	1	5
9 - 12 ปี	-	-
มากกว่า 15 ปี	2	10
รวม	**20**	**100**

จากตารางที่ 4.1 พบว่าผู้ปฏิบัติงานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผาส่วนมากคือ เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 65 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 35 โดยมีอายุระหว่าง 20- 25 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45 และน้อยที่สุดคือ ระหว่างอายุ 36- 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 5 ผู้ปฏิบัติงานมีวุฒิการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35 และน้อยที่สุดอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 5 ซึ่งผู้ปฏิบัติงานส่วนมากเป็นนักเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45 และน้อยที่สุดคือ อาจารย์หัวหน้าแผนก คิดเป็นร้อยละ 5 มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานการผลิตเครื่องปั้นดินเผาในระหว่าง 3-6 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45 และน้อยที่สุดคือ ระหว่าง 6-9 ปี คิดเป็นร้อยละ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนและค่าร้อยละความคิดเห็นและความต้องการใช้เครื่องรีดเส้นดิน

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. เคยใช้เครื่องรีดเส้นดินหรือเครื่องจักรที่มีส่วนเกี่ยวข้อง		
เคย	18	90
ไม่เคย	2	10
2. การใช้เครื่องรีดเส้นดินเพื่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผา		
เห็นด้วยมาก	19	95
ไม่เห็นด้วย	1	5
3. การใช้เครื่องรีดเส้นดินจะทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น		
มาก	15	75
ไม่ค่อยแน่ใจ	5	25
ไม่มั่นใจ	-	-
อื่น ๆ โปรดระบุ	-	-
4. ภายในแผนกมีการพัฒนาสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์		
ควรมี	20	100
ไม่ควรมี	-	-
5. ปัญหาในการผลิตเส้นดิน		
อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีไม่เหมาะสม	2	10
วิธีการผลิตเส้นดิน	5	25
อุปกรณ์ที่นำมาประยุกต์ไม่น่าใช้งาน	10	50
อื่น ๆ โปรดระบุ	3	15
6. การใช้เครื่องรีดเส้นดินเพื่อลดแรงในการทำงาน		
เห็นด้วยมาก	20	100
ไม่เห็นด้วย	-	-
7. สามารถเพิ่มการผลิตได้มากขึ้น		
เห็นด้วยมาก	18	90
ไม่เห็นด้วย	2	10
รวม	**20**	**100**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผู้ปฏิบัติงานเคยใช้เครื่องรีดเส้นดินหรือเครื่องจักรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา (ร้อยละ 90) และเห็นด้วยกับการใช้เครื่องรีดเส้นดินในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา (ร้อยละ 95) ซึ่งมีผู้ปฏิบัติงานส่วนมากที่เห็นด้วยกับการใช้เครื่องรีดเส้นดินจะทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ร้อยละ 75) โดยอยากให้มีการพัฒนาสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (ร้อยละ 100) แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออุปกรณ์ที่นำมาประยุกต์ไม่น่าใช้งาน (ร้อยละ 50) การใช้เครื่องรีดเส้นดินเพื่อลดแรงในการทำงาน (ร้อยละ 100) ซึ่งมีผู้เห็นด้วยเป็นจำนวนมาก เช่นเดียวกับสามารถเพิ่มการผลิตได้มากขึ้น (ร้อยละ 90)

4.2 ผลการวิเคราะห์การประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต

ผลการวิเคราะห์การประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต (N = 5)

ที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	การออกแบบสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย	4.20	0.83	ดี
2	การออกแบบสนองประโยชน์ผู้ใช้	4.20	0.44	ดี
3	การออกแบบสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของสถานที่ใช้งาน	4.00	0.70	ดี
4	การเคลื่อนย้ายเพื่อการปฏิบัติงาน	3.80	0.83	ดี
5	เส้นดินปราศจากฟองอากาศ	4.40	0.54	ดี
6	การช่วยลดแรงในการใช้งาน	3.80	0.44	ดี
7	ความรวดเร็วในการผลิตเส้นดิน	4.20	0.44	ดี
8	เพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์	3.80	0.44	ดี
9	ความยากง่ายในการดูแลรักษาความสะอาด	4.40	0.54	ดี
10	ความปลอดภัยต่อการใช้	4.40	0.89	ดี
	สรุปผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ	4.12	0.13	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์พบว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิตอยู่ในเกณฑ์ระดับดี 10 ประเด็น คือ การออกแบบสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย การออกแบบสนองประโยชน์ผู้ใช้ การออกแบบสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของสถานที่ใช้งาน การเคลื่อนย้ายเพื่อการปฏิบัติงาน เส้นดินปราศจากฟองอากาศ การช่วยลดแรงในการใช้งาน ความรวดเร็วในการผลิตเส้นดิน เพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์ ความยากง่ายในการดูแลรักษาความสะอาด ความปลอดภัยต่อการใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์การทดลองใช้เครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา โดยผู้ปฏิบัติงาน ในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานการผลิตเครื่องปั้นดินเผา เปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่าเฉลี่ยระดับดี (3.50)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
1. ลักษณะของเครื่องรีดเส้นดินเหมาะสมกับการใช้งานแผนกเครื่องเคลือบดินเผา	3.70	0.47	1.90*	0.07
2. ความรวดเร็วในการผลิตเส้นดิน	3.35	0.48	-1.37	0.18
3. ความพึงพอใจหลังจากการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา	3.75	0.63	1.75*	0.09
4. ความสะดวกสบายในการใช้งาน	3.80	0.76	1.74*	0.09
5. การลดความสูญเสียของเส้นดิน	3.85	0.67	2.33*	0.03
6. ความเชื่อมั่นในความปลอดภัยขณะใช้งาน	3.85	0.67	2.33*	0.03
7. ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแผนกเครื่องเคลือบดินเผา	3.60	1.14	0.39*	0.70
8. ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4.10	0.71	3.73*	0.00
9. การเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์	4.10	0.71	3.73*	0.00
10. ความสม่ำเสมอของเส้นดิน	3.90	0.71	2.49*	0.02
ความคิดเห็นโดยรวม	3.80	0.44	3.02*	0.00

*P < 0.05 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์พบว่าผู้ปฏิบัติงานมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการทดลองใช้เครื่องรีดเส้นดินในด้านต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 3.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.44 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา จากวิธีการดำเนินการและการศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ นั้น ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

เครื่องรีดเส้นดินแบบใหม่มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

5.1.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ปฏิบัติงานในระดับอาจารย์หัวหน้าแผนก อาจารย์ประจำแผนกช่างศิลป์ ช่างชำนาญการ นักเรียนภายในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จำนวน 20 คน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

1. ต้นแบบเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา
2. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ แบบสอบถามเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต
3. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ แบบสอบถามความต้องการใช้เครื่องรีดเส้นดิน

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลเอกสารและแหล่งข้อมูลต่าง ๆ นำข้อมูลมาประกอบการออกแบบเครื่องรีดเส้นดิน
2. สร้างต้นแบบ และแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำต้นแบบ และแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงาน ด้านการใช้งานสำหรับการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงาน โดยการประเมินใช้ค่าสถิติร้อยละ

2. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยการประเมินใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

3. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินความต้องการของผู้ปฏิบัติงานด้ารการผลิตเครื่องปั้นดินเผา โดยการใช้ค่าค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

1. การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต อยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.12, S.D = 0.13)

2. การประเมินความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงาน ความต้องการในการใช้เครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา อยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 3.80, S.D = 0.33)

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายไว้ดังนี้

1. การทดสอบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต คือ การออกแบบสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอยโดยสะดวกในการเคลื่อนย้ายเพื่อการปฏิบัติงาน และปลอดภัยในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องและเป็นไปตามแนวความคิดของ มนตรี ยอดบางเตย (2534 : 72-73) ซึ่งกล่าวไว้ทั้งหมด 7 ด้าน โดยผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบแนวความคิด 3 ด้าน ดังนี้

- ด้านหน้าที่ใช้สอย หมายถึง มีความสามารถทำการรีดเส้นดินให้สม่ำเสมอ รวดเร็วในการทำงานที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้งาน

- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน หมายถึง มีระบบกลไก ขนาด โครงสร้าง และการควบคุมที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ด้านความปลอดภัย หมายถึง มีลักษณะการใช้งานที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน

2. การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงาน คือ เส้นดินที่ผลิตได้มีความสม่ำเสมอ เกิดความรวดเร็วในการผลิตเส้นดิน ทำให้เพิ่มการผลิตเครื่องปั้นดินเผาได้มากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ด้านการศึกษาเครื่องรีดเส้นดิน นอกจากจุดประสงค์ที่จะนำมาใช้สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผาแล้ว อาจเป็นแนวทางในการวางแผน เพื่อให้สามารถใช้เครื่องได้ตามสถานที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานด้านการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

2. การศึกษาด้านการออกแบบ สิ่งที่นักออกแบบต้องคำนึงถึงโดยเรียงลำดับความสำคัญ คือ ด้านการใช้วัสดุอย่างมีคุณค่าเพื่อนำมาสร้างเครื่องจักรที่ใช้แทนพลังงานคน, ด้านการผลิต, ด้านโครงสร้าง, ความแข็งแรงและปลอดภัย ทั้งนี้ผู้วิจัย หมายถึง นักออกแบบมีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงหลักการออกแบบขั้นพื้นฐานเป็นอย่างดี ทั้งในด้านประโยชน์ใช้สอยด้านความสอดคล้องกับสัดส่วนของร่างกายมนุษย์

3. ด้านการผลิตรวมถึงชุดควบคุมการทำงานของเครื่องรีดเส้นดิน โดยการใช้มอเตอร์ควรจะเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของงานที่ใช้เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับเครื่องรีดเส้นดิน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. การพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน ควรมีอุปกรณ์เสริมเพื่อลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานกับเครื่อง โดยเพิ่มอุปกรณ์สำหรับดันเนื้อดินเพื่อทดแทนส่วนของมือและลางลำเรียงเส้นดินเพื่อรองเส้นดินที่ผลิตได้

2. การพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน ควรมีการปรับความเร็วของการผลิตเส้นดินและออกแบบหัวรีดให้สามารถใช้ได้กับการทำผลิตภัณฑ์อื่น เช่น หูถ้วยกาแฟ มือจับภาชนะอื่น ๆ และควรใช้หัวรีด เกลียวและกระบอก ที่ทำจากสแตนเลสเพื่อมิให้เกิดสนิมเข้าไปปะปนกับเนื้อดินทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ทวี พรหมฤกษ์. 2523. **เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ธีรชัย สุขสด. 2544. **การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพ : โอเดียนสโตร์.

นภัทร วัจนเทพินทร์. 2538. **งานไฟฟ้าทั่วไป**. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์.

นิรัช สุดสังข์. 2543. **การออกแบบอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : โครงการตำราคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปรีชา ครูเกษตร. **เครื่องผลิตเครื่องขนมจีน**. มปท. 2542 .

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. **เซรามิกส์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2535.

พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2545. **วิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย.

มนตรี ยอดบางเตย. 2538. **ออกแบบผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์.

ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ. **อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา**. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. ม.ป.ป..

สมชัย นรเศรษฐ์โศภน. 2533. **กลศาสตร์เครื่องจักรกล**. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : Japan Internation Cooperation Agency (JICA).

สุชาติ กิจพิทักษ์. 2540. **งานโลหะแผ่นเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : เม็ดทราย พริ้นติ้ง.

อรทัย ยอดจิตต์. 2542. **โครงการออกแบบปรับปรุงชุดเครื่องปั้นดินเผาตกแต่ง ญี่ปุ่น**. ม.ป.ท..

อายุวัฒน์ สว่างผล. 2535. **การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ด้วยมือ**. ม.ป.ท..

อายุวัฒน์ สว่างผล. 2536. **เซรามิกส์เบื้องต้น**. กำแพงเพชร : สำนักพิมพ์สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร.

www.geocities.com/Research Triangle/Facility/4743/mechanical.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ข หนังสือราชการที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ค ภาพการออกแบบ พัฒนาเครื่องรีดเส้นดินและทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา
สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต

สำหรับ : ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต

คำชี้แจง แบบประเมินประสิทธิภาพชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 แบบประเมินประสิทธิภาพ

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งเป็นการศึกษาโครงการสารนิพนธ์ในระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ศึกษาโครงการใคร่ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผล เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดิน ดังกล่าวมา ณ โอกาสนี้

นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

สำหรับ : ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต

ตอนที่ 1 แบบประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับความคิดเห็นตามความคิดเห็นของท่าน โดยผู้ศึกษาโครงการได้กำหนดตัวเลขระดับความคิดเห็นดังนี้

5 หมายถึง ระดับดีมาก

4 หมายถึง ระดับดี

3 หมายถึง ระดับปานกลาง

2 หมายถึง ระดับน้อย

1 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

แบบประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิต

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	การออกแบบสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย					
2	การออกแบบสนองประโยชน์ผู้ใช้					
3	การออกแบบสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของสถานที่ใช้งาน					
4	การเคลื่อนย้ายเพื่อการปฏิบัติงาน					
5	เส้นดินปราศจากฟองอากาศ					
6	การช่วยลดแรงในการใช้งาน					
7	ความรวดเร็วในการผลิตเส้นดิน					
8	เพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์					
9	ความยากง่ายในการดูแลรักษาความสะอาด					
10	ความปลอดภัยต่อการใช้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็น และความต้องการของผู้ปฏิบัติงานการผลิตเครื่องปั้นดินเผา
การพัฒนาและการสร้างเครื่องรีดเส้นดินสำหรับการผลิตเครื่องปั้นดินเผา
สำหรับ : ผู้ปฏิบัติงานเครื่องเคลือบดินเผา ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้ สร้างขึ้นเพื่อศึกษาข้อมูลประกอบการพัฒนาและการสร้างเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผาภายในศูนย์ศิลปาชีพบางไทร การผลิตเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งการศึกษาดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาเครื่องรีดเส้นดินดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

การศึกษาในครั้งนี้จะสำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความร่วมมือของท่านในการตอบแบบสอบถาม และผู้ศึกษาโครงการใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ข้อมูลครบถ้วนทุกข้อ และถูกต้องตามสภาพความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ของข้อมูล ที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการออกแบบ ให้มีประสิทธิภาพสามารถสนองประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

แบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและความต้องการใช้เครื่องรีดเส้นดินสำหรับการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

ตอนที่ 3 แบบประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องรีดเส้นดินของงานเครื่องปั้นดินเผา

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ผู้ศึกษาโครงการดังกล่าวหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 สถานะภาพลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงใน ( ) หรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ตามความเป็นจริง มีทั้งหมด 5 ข้อ

1. เพศ

   ( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

   ( ) 20 – 25 ปี ( ) 26 – 30 ปี

   ( ) 31 – 35 ปี ( ) 36 – 40 ปี

   ( ) 41 – 45 ปี

3. วุฒิการศึกษา

   ( ) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ( ) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

   ( ) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ) ระดับปริญญาตรี

   ( ) ระดับปริญญาโท ( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

4. สถานะภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

   ( ) อาจารย์หัวหน้าแผนก ( ) อาจารย์ประจำแผนก

   ( ) ช่างผู้ชำนาญการ ( ) นักเรียน

5. ท่านมีประสบการณ์ในการปฏิบัติหน้าที่การผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาระยะเวลาเท่าใด

   ( ) 1 – 3 ปี ( ) 3 – 6 ปี

   ( ) 6 – 9 ปี ( ) 9 – 12 ปี

   ( ) มากกว่า 15 ปี (โปรดระบุ.....ปี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและความต้องการในการใช้เครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา สำหรับผู้ปฏิบัติงานแผนกเครื่องเคลือบดินเผา

---

1. ท่านเคยใช้เครื่องรีดเส้นดิน หรือเครื่องจักรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาหรือไม่

   ( ) เคย ( ) ไม่เคย

2. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร ในการใช้เครื่องรีดเส้นดินภายในศูนย์ศิลปาชีพบางไทร เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

   ( ) เห็นด้วยมาก ( ) ไม่เห็นด้วย

3. ท่านคิดว่าการใช้เครื่องรีดเส้นดินนั้นจะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

   ( ) มาก ( ) ไม่ค่อยแน่ใจ

   ( ) ไม่มั่นใจ ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4. ท่านคิดว่า ภายในศูนย์ศิลปาชีพบางไทรควรมีการพัฒนาการสร้างเครื่องมือ หรืออุปกรณ์สำหรับการผลิตเส้นดินเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาหรือไม่

   ( ) ควรมี ( ) ไม่ควรมี

5. จากข้อที่ 4 ท่านมีปัญหาในการผลิตเส้นดิน คือ

   ( ) อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีอยู่ ไม่เหมาะสมกับการใช้งานผลิตเส้นดิน

   ( ) วิธีการผลิตเส้นดิน ทำให้ไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน

   ( ) อุปกรณ์ที่นำมาประยุกต์ใช้ไม่น่าใช้งาน

   ( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

6. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร สำหรับการใช้เครื่องรีดเส้นดินเพื่อช่วยลดแรงในการทำงาน

   ( ) เห็นด้วยมาก ( ) ไม่เห็นด้วย

7. ท่านใช้เครื่องรีดเส้นดินแล้วสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากยิ่งขึ้น

   ( ) เห็นด้วยมาก ( ) ไม่เห็นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 แบบประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องรีดเส้นดินสำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ลักษณะของเครื่องรีดเส้นดินเหมาะสมกับการใช้งานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา					
2	ความรวดเร็วในการผลิตเส้นดิน					
3	ความพึงพอใจหลังจากการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในแผนกเครื่องเคลือบดินเผา					
4	ความสะดวกสบายในการใช้งาน					
5	การลดความสูญเสียของเส้นดิน					
6	ความเชื่อมั่นในความปลอดภัยขณะใช้งาน					
7	ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแผนกเครื่องเคลือบดินเผา					
8	ความสะดวกในการบำรุงรักษา					
9	การเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์					
10	ความสม่ำเสมอของเส้นดิน					

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม .....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
หนังสือราชการที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 3256 วันที่ ๙ สิงหาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ด้วย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 3256 วันที่ ๙ สิงหาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ บุญสนอง รัตนสุนทรากุล

ด้วย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3256

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ สิงหาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ อายุวัฒน์ สว่างผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

สวนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / **3948** วันที่ 15 กันยายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์วัสดุและการผลิตในระบบอุตสาหกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล

ด้วย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3948

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

18 กันยายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์วัสดุและการผลิตในระบบอุตสาหกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภกา ปาลเปรม

ด้วย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

(ผศ.สุภกา ปาลเปรม)
27 กันยายน 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3948

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 กันยายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์วัสดุและการผลิตในระบบอุตสาหกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์อายุวัฒน์ สว่างผล

ด้วย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3948

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 กันยายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์วัสดุและการผลิตในระบบอุตสาหกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ธีรวัลย์ วรรธโนทัย

ด้วย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3948

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 กันยายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์วัสดุและการผลิตในระบบอุตสาหกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์พนม เสมาทอง

ด้วย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน สำหรับงานเครื่องปั้นดินเผา"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☑ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
-3 พ.ย. 2549	0601005463
วันยื่นคำขอ	

สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ

ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์
ประเภทผลิตภัณฑ์

วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
เครื่องรีดเส้นดิน

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์
เลขที่ 024 หมู่ 2 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง
จังหวัดกำแพงเพชร 62000

3.1 สัญชาติ	ไทย
3.2 โทรศัพท์	0-5579-8039, 08-1114-2145
3.3 โทรสาร	0-5579-8039
3.4 อีเมล์	-

4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☐ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. ตัวแทน(ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)

5.1 ตัวแทนเลขที่	
5.2 โทรศัพท์	
5.3 โทรสาร	
5.4 อีเมล์	

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์
เลขที่ 024 หมู่ 2 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร
เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

8.การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9.การแสดงการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ

12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย
/ ก. แบบพิมพ์คำขอ 2 หน้า
/ ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ 3 หน้า
/ ค. ข้อถือสิทธิ 1 หน้า
/ ง. รูปเขียน 2 รูป 2 หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์
☐ รูปเขียน – รูป – หน้า
☐ ภาพถ่าย – รูป – หน้า
/ ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ 1 หน้า

14.เอกสารประกอบคำขอ
☐ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☐ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16.ลายมือชื่อ (☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน)
นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

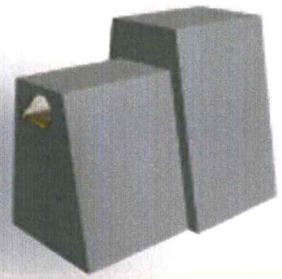
ภาคผนวก ค
ภาพการออกแบบ พัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน และทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ

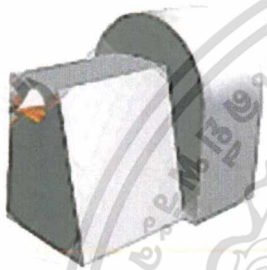
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

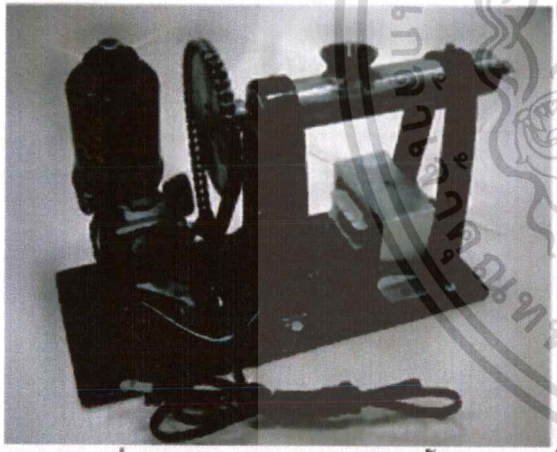
การพัฒนาเครื่องรีดดิน
IDEA DEVELOPMENT

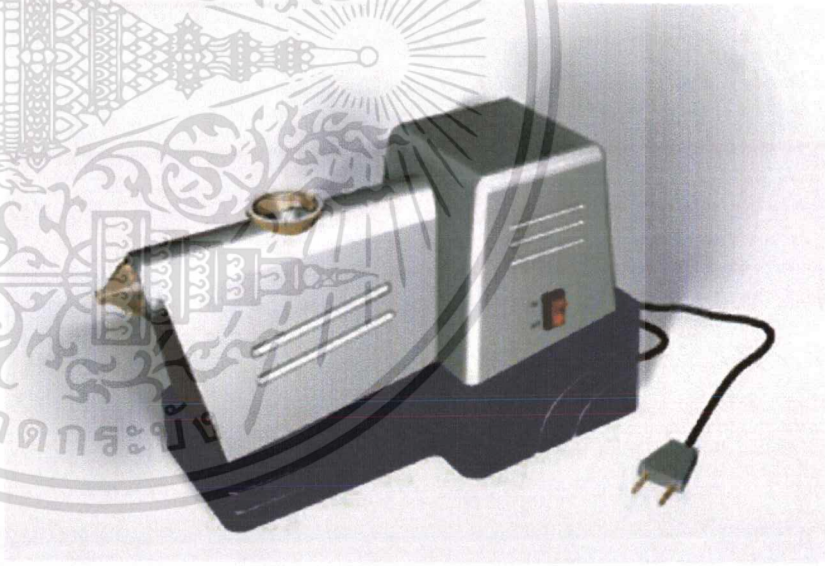
presentation
เครื่องรีดดิน

① ② ③



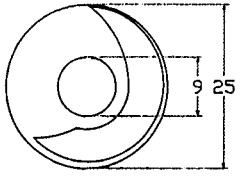




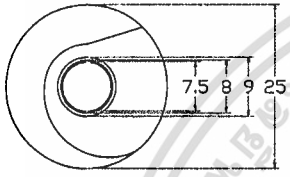


- การพัฒนาเครื่องรีดดินจากแนวความคิดเดิมให้มีระบบการใช้งานให้ง่ายขึ้น โดยนำมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน เพื่อทำให้เกิดเส้นดิน

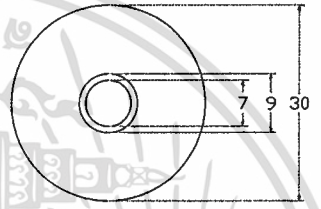
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



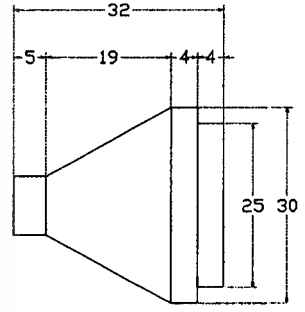
FRONT VIEW



BACK VIEW



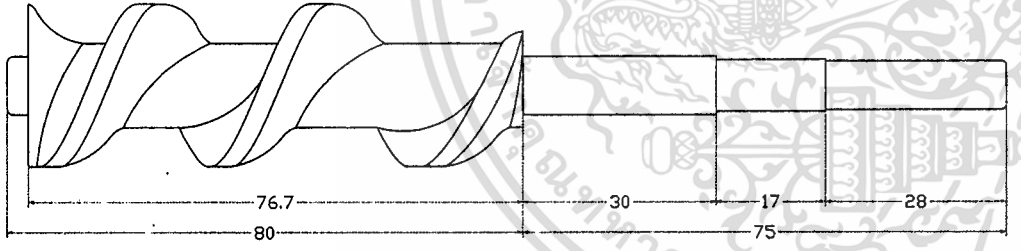
FRONT VIEW



SIDE VIEW

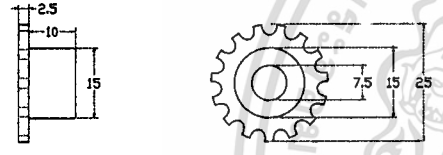
เกลียวรีดดิน

หัวรีดดิน



SIDE VIEW

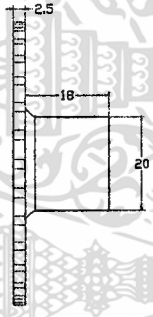
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		



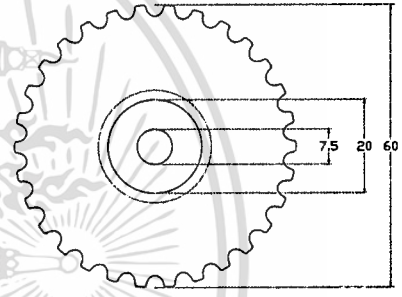
SIDE VIEW

BACK VIEW

เฟืองเล็ก



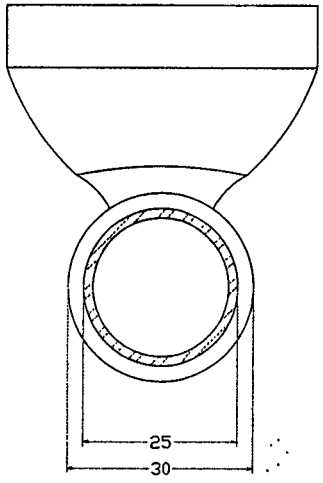
SIDE VIEW



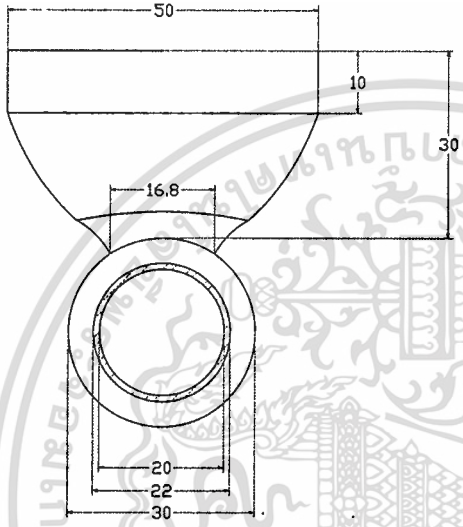
BACK VIEW

เฟืองใหญ่

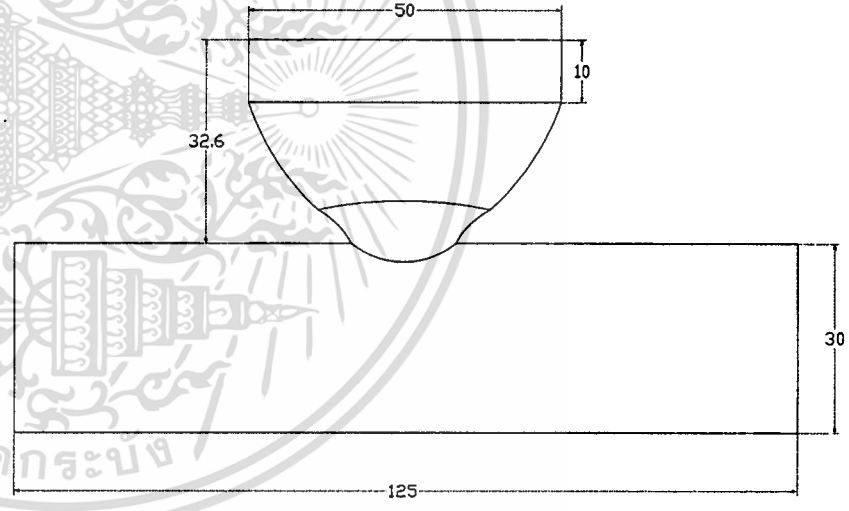
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		



FRONT VIEW

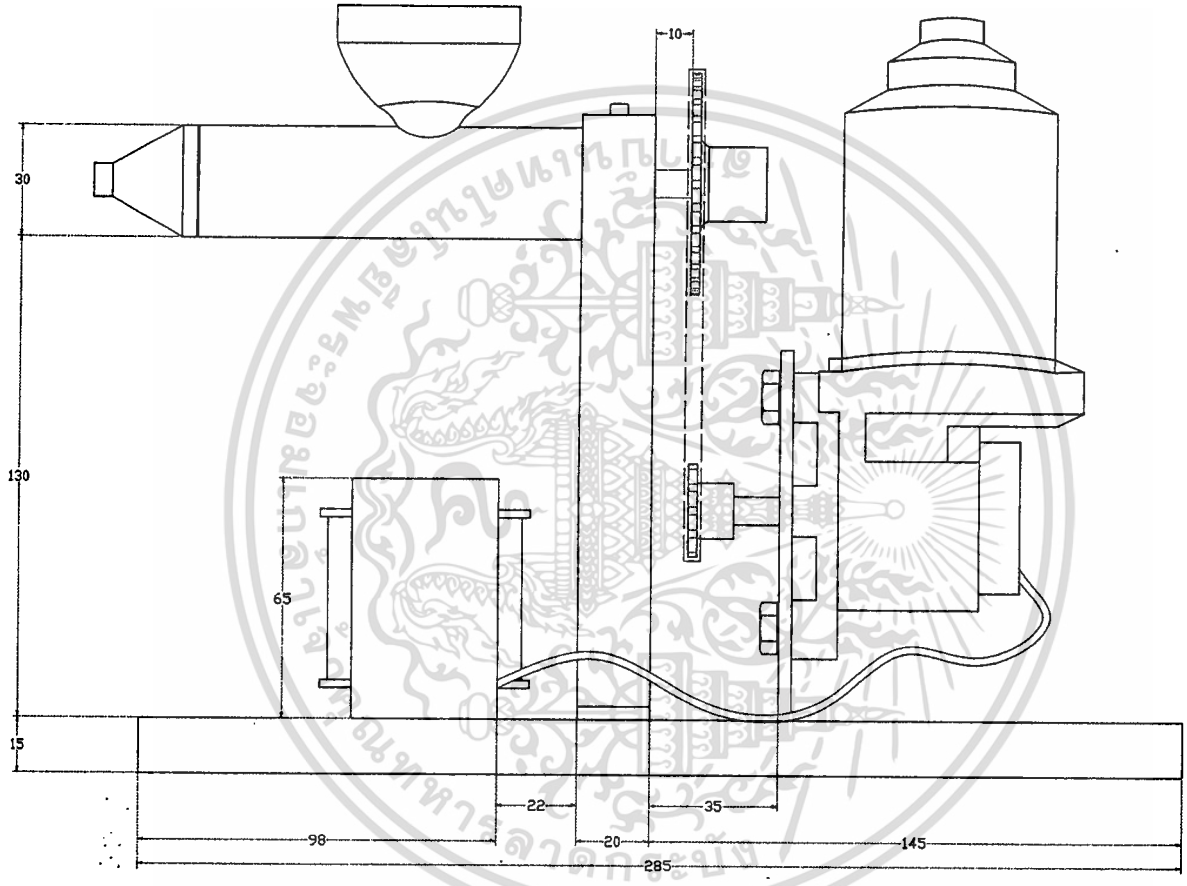


BACK VIEW



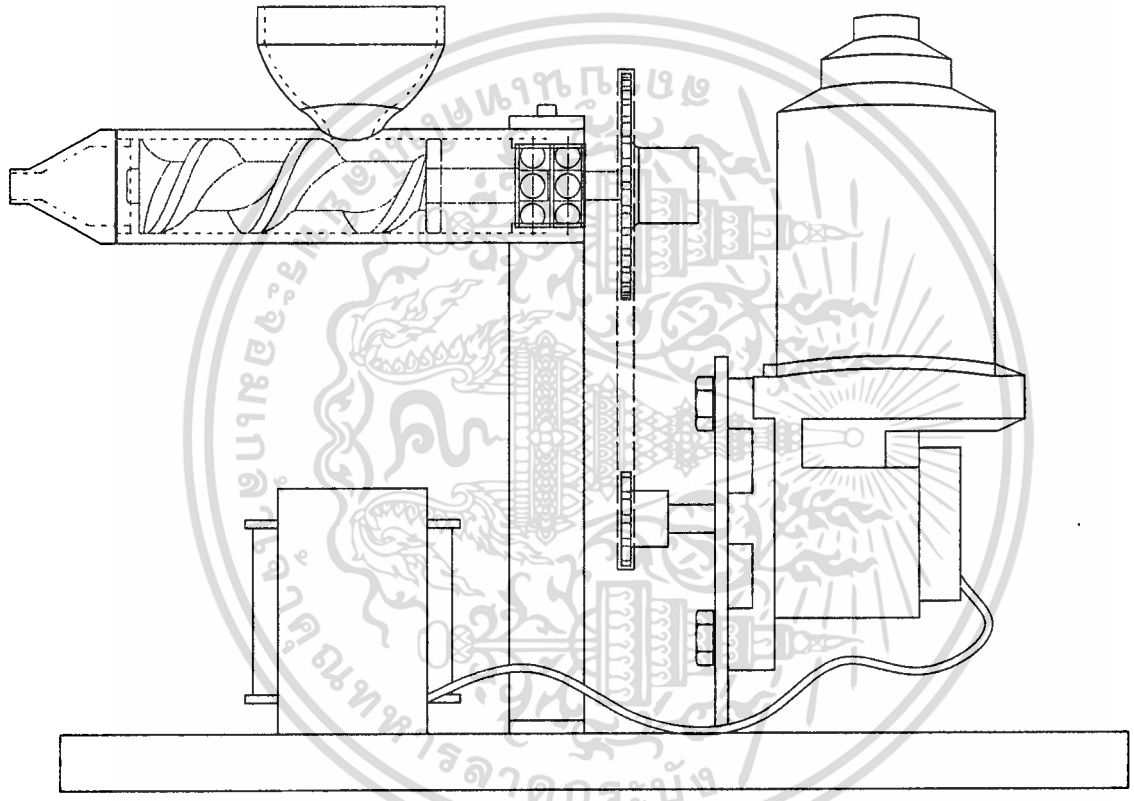
SIDE VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย -	DRAWING No.
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		



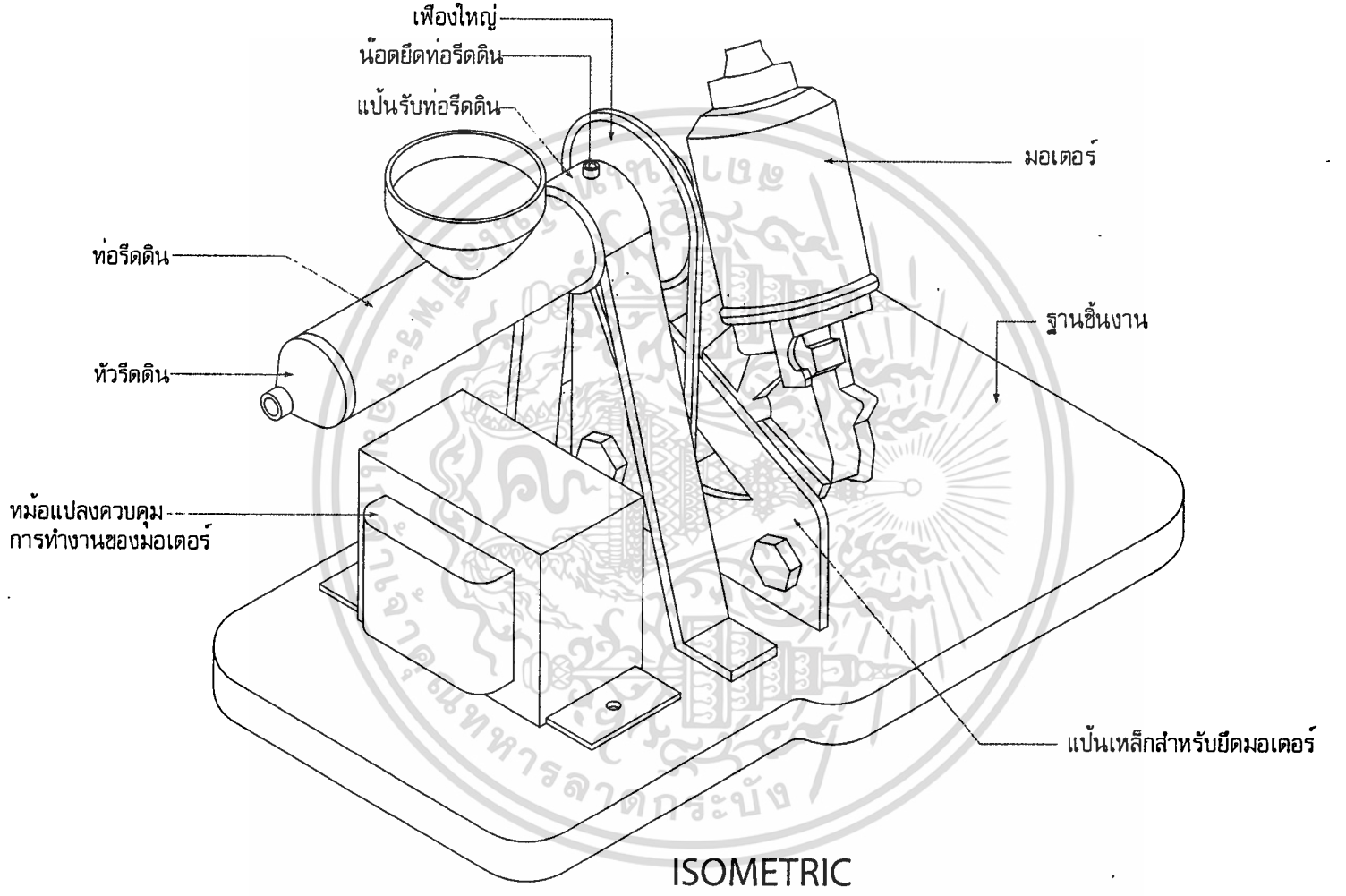
DIMENSION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		



SECTION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		



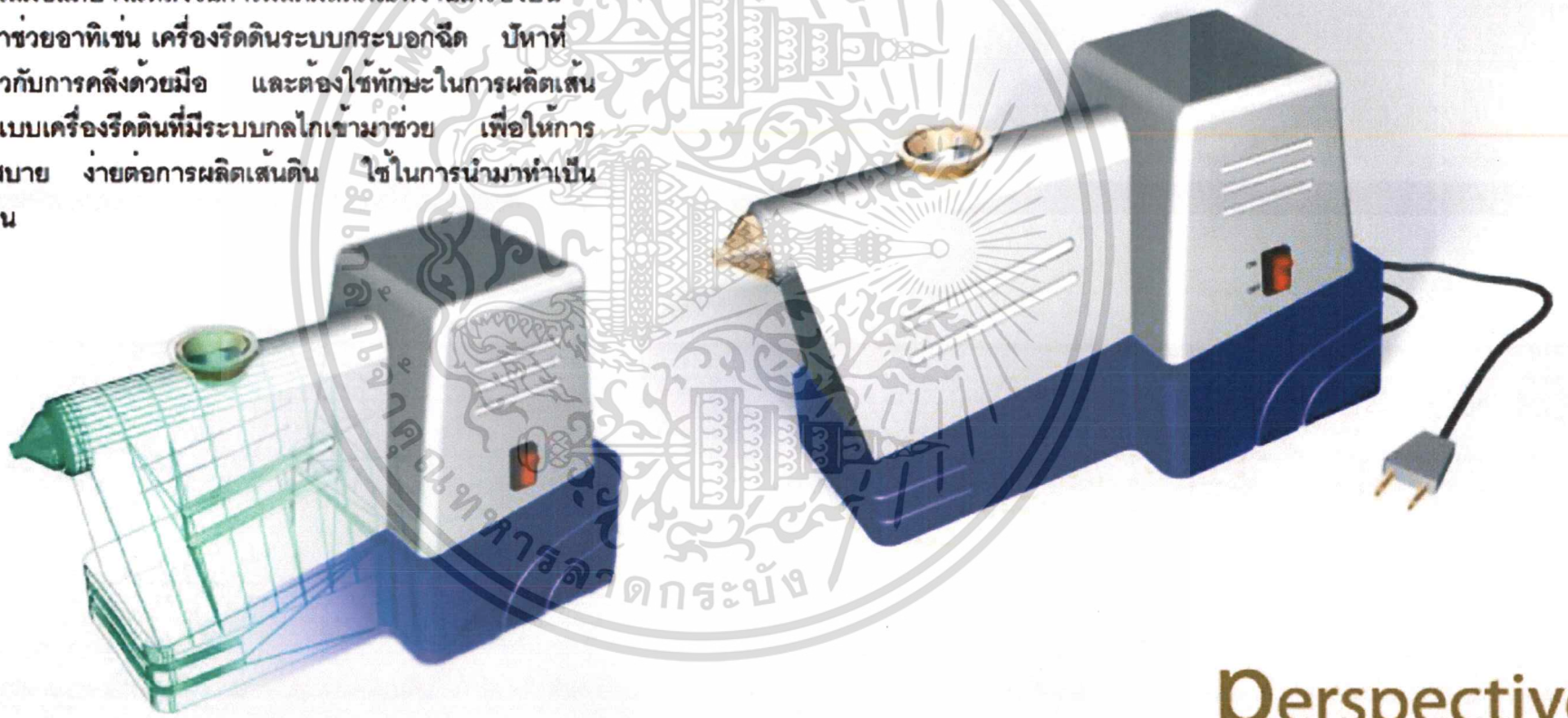
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		

การพัฒนาเครื่องรีดดินสำหรับงานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา
DEVELOPMENT ON EXTRUDER FOR COIL FORMING

presentation

DESIGN CONCEPT

การออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดดินขึ้นมา สืบเนื่องจากงานจริงที่ได้ประสบเครื่องรีดดินให้เป็นเส้นเพื่อใช้ในงานขดสานเครื่องปั้นดินเผา พบปัหา คือ การคลึงเส้นที่ได้ไม่สม่ำเสมอแต่บางแหล่งในการผลิตผลิตภัณฑ์งานเครื่องปั้นดินเผาได้นำเครื่องมือมาช่วยอาทิเช่น เครื่องรีดดินระบบกระบอกฉีด ปัหาที่พบก็ยังเป็นลักษณะเดียวกับการคลึงด้วยมือ และต้องใช้ทักษะในการผลิตเส้นดินสูง ผู้วิจัยจึงคิดออกแบบเครื่องรีดดินที่มีระบบกลไกเข้ามาช่วย เพื่อให้การรีดดินเกิดความสะดวกสบาย ง่ายต่อการผลิตเส้นดิน ใช้ในการนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์แบบขดและสาน



Perspective

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

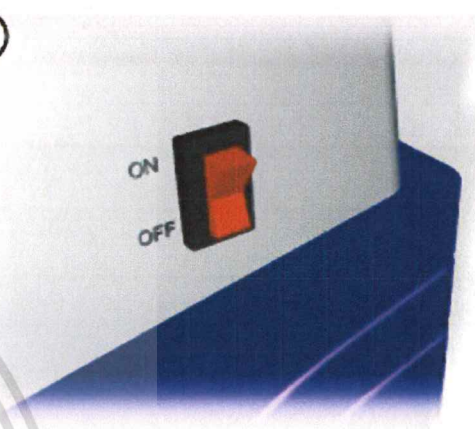
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวขันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		

DETAIL CONCEPT

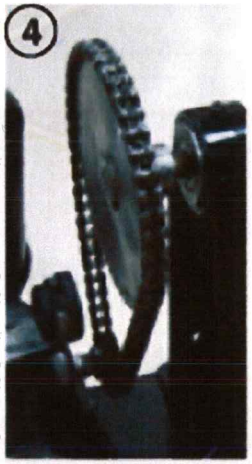
presentation

1. หัวรีดเส้นดิน สามารถถอดปรับเปลี่ยนได้ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2. ช่องสำหรับใส่ดิน

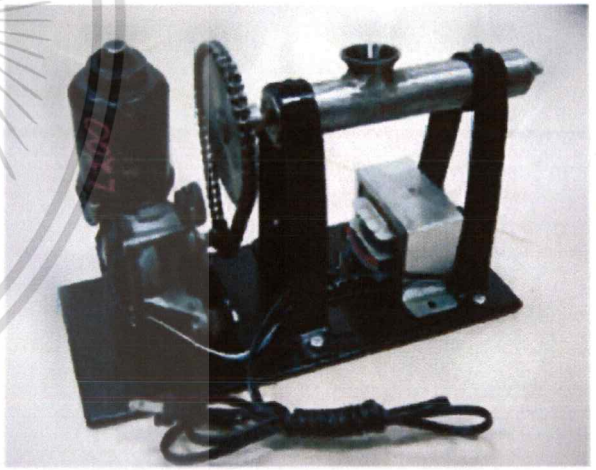


3. สวิทช์ ปิด-เปิด สำหรับใช้ควบคุมการทำงาน ของเครื่องรีดดิน



4. เฟืองสำหรับขับเคลื่อนเกลียว ของเครื่องรีดดิน

5. กระบอกและช่องใส่ดิน



6.โครงสร้างภายในเครื่องรีดดิน

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)

สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		

เครื่องรีดดิน

presentation

Perspective

ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

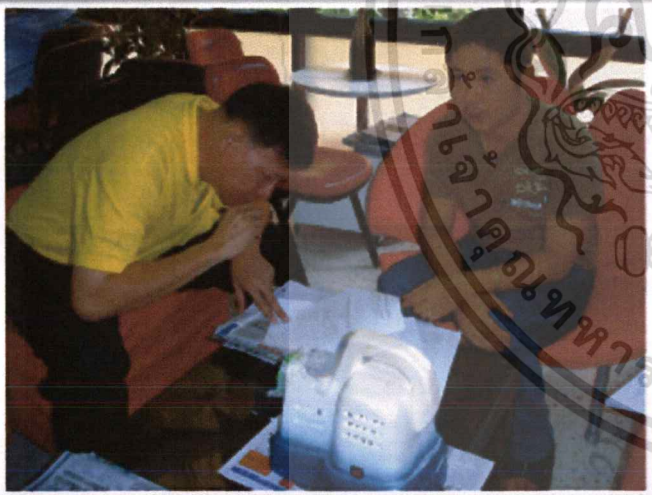
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุวศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		

ภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน และทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

presentation

นำแบบเครื่องรีดดินที่ออกแบบให้อาจารย์ในแผนกเครื่องเคลือบ

ขั้นตอนแสดงแบบและอธิบายหลักการทำงาน

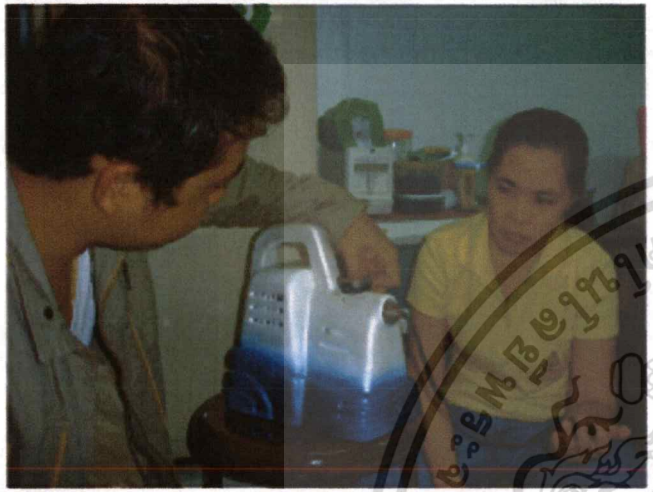


การประเมินผลด้านแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญ

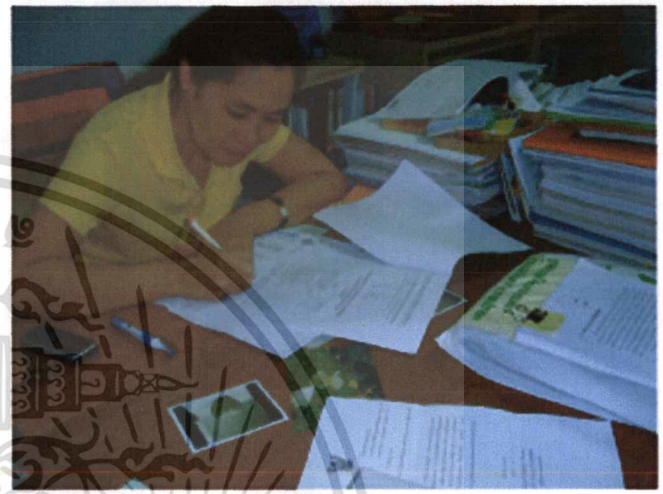
ที่มาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการเผยแพร่ในรูปแบบของวิทยานิพนธ์ออนไลน์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของวิทยานิพนธ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน และทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

presentation



ทดลองรีดเส้นดินให้ผู้เชี่ยวชาญดูการทำงาน



ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลการทดสอบการใช้งาน

ขั้นตอนแสดงแบบและอธิบายหลักการทำงาน

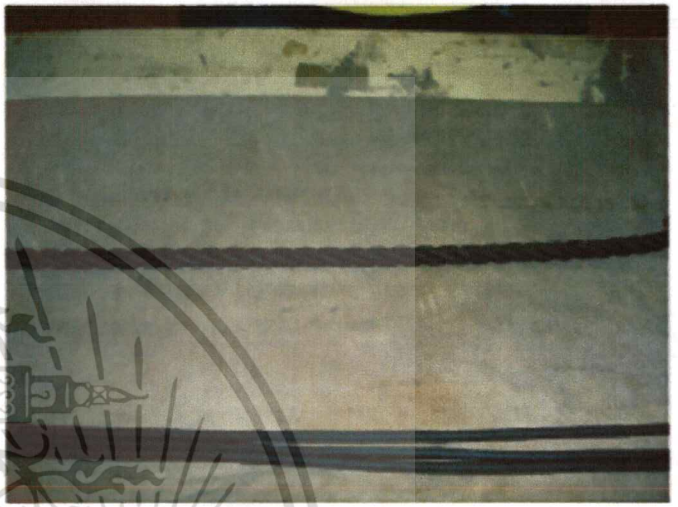
สาธิตวิธีการใช้งาน

ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No. Picture 02
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		

ภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน และทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

presentation



ขั้นตอนการทำเส้นดินที่ได้จากเครื่องรีดแล้วนำมาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการสานเส้นดิน

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสานเส้นดิน

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)

สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุวศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No.
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		Picture 03

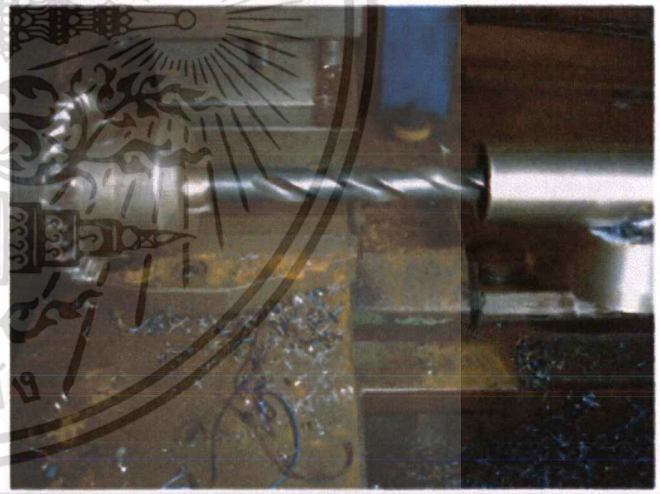
ภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน และทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

presentation

การกลึงกระบอกรีดดินในส่วนด้านซ้ายเพื่อใส่ตลับลูกปืน

การวัดขนาดกระบอกที่กลึงเพื่อให้สามารถใส่ตลับลูกปืนได้

เกลียวและหัวรีดเมื่อกลึงเสร็จ



แสดงการเจาะกระบอกรีดด้วยดอกสว่าน

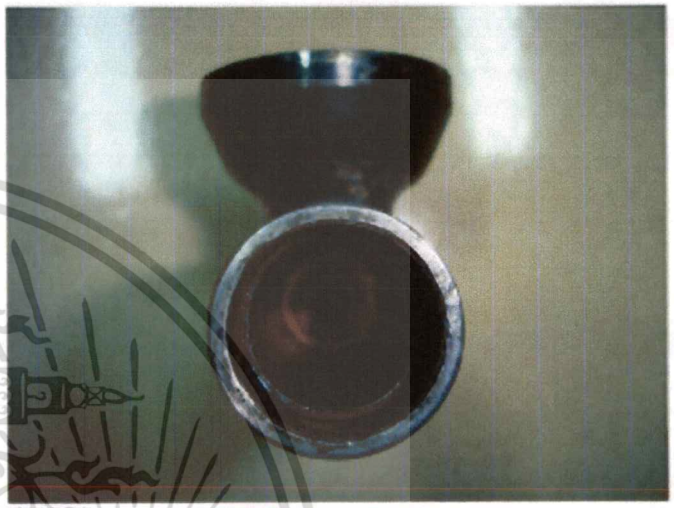
ภาพที่ปรากฏในวิทยานิพนธ์นี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	สาระนิพนธ์ (THEMATIC PAPER)		
	สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2547	ผู้วิจัย นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์	SCALE
	หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	ควบคุมงานโดย	DRAWING No. Picture 04
	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		

ภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน และทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

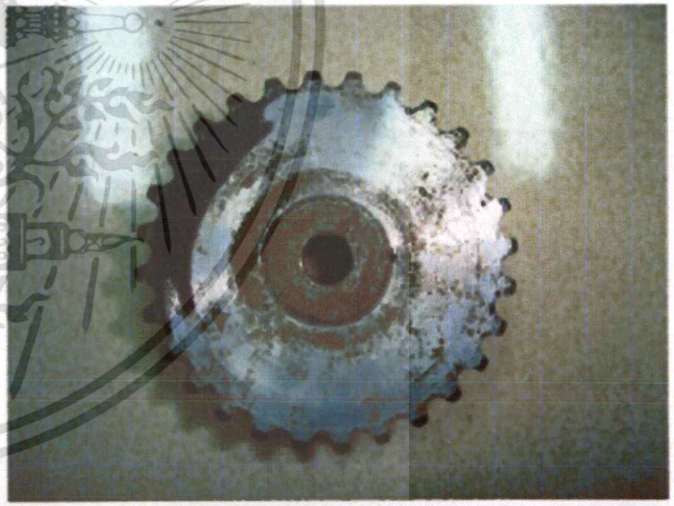
presentation

เกลียวที่ใช้เป็นตัวบีบดิน



รูปด้านหน้ากระบอกรีดดิน

รูปด้านหลังกระบอกรีดดินพร้อมตลับลูกปืน



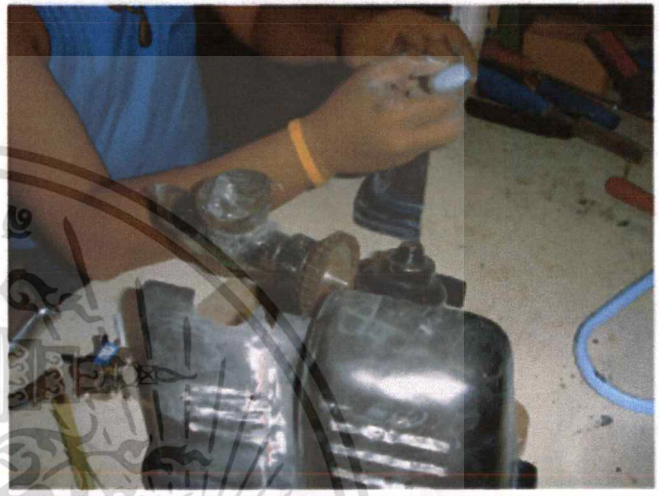
เฟืองขับเกลียวรีดดิน

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ในทางที่ผิดกฎหมาย ห้ามนำไปใช้ในทางการค้า ห้ามดัดแปลงเนื้อหา ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน และทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

presentation

ขั้นตอนการสร้างเกราะคลอบตัวผลิตภัณฑ์



การตัดต่อประกอบด้วยกาวร้อน

ขั้นตอนการขัดแต่งเกราะคลอบตัวผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการทดลองประกอบ

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดเส้นดิน และทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

presentation

ขั้นตอนการขัดแต่งฐานเครื่องรีดดิน

ขั้นตอนการประกอบเกราะคลอบตัวผลิตภัณฑ์เข้าด้วยกัน

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ในทางที่ผิดกฎหมาย ห้ามนำไปใช้ในทางการค้า ห้ามดัดแปลงเนื้อหาไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์นี้ ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายสุรศักดิ์ บัวจันทร์
วัน เดือน ปีเกิด	24 กุมภาพันธ์ 2515
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	24 หมู่ 2 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร
สถานที่ทำงาน	ร้าน ส ศิลป์ (ธุรกิจส่วนตัว)
ตำแหน่ง	ผู้จัดการ
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2541 สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศิลปศาสตร์ คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้