เอกสารอ้างอิง

1) กสิกรไทย, ธนาคาร. " สถานการณ์สิ่งทอไทย." สรุปข่าวธุรกิจ 12 (มกราคม 2524): 4-8.

2) Thai Exports and Thailand's Foreign. "Thailand trade index." Intertrade publications (Thailand), Bangkok, 1976.

3) ธนาคารแห่งประเทศไทย. ภาวะธุรกิจอุตสาหกรรม ครั้งแรกปี 2523. ฉบับพิเศษ หน่วยการอุตสาหกรรม ฝ่ายวิชาการ ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2523.

4) อัจฉราพร ไศละสูต และ ชิเงรุ วาตาเบ. วิศวกรรมสิ่งทอ. ญี่ปุ่น : สำนักพิมพ์ คินเมอิ, 2520.

5) ยูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอ, บริษัท. "คู่มือการฝึกอบรมช่างเครื่องทอผ้า." สมุทรปราการ : บริษัทยูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอ จำกัด, 2520.

6) เฉลิง จารุจินดา. ผู้จัดการโรงงานซ่อมสร้าง. บริษัทยูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอ จำกัด. สัมภาษณ์, 22 เมษายน 2525.

7) Gallagher, C.C. and knight, W.A. Group technology. London : Butterworth & Co. Ltd., 1973.

8) Kotler, Phillip. Marketing management, analysis planning and control. 3 rd ed. New Jersey: Prentice - Hall Inc., 1976.

9) จันทนา จันทโร และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

10) Moore, Tames M. Plant layout and design. 4 th ed., pp. 35-65, The macmillan Company, New York, 1970.

11) นุกูล ธรรมพิทักษ์กุล. การวางผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 2, หน้า 2-1, 2-7, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ, 2521.

12) สุรศักดิ์ นานานุกูล. การบริหารงานผลิต. หน้า 26-37, ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพ, 2527.

13) Amstead, B.H., Ostwald, Phillip F., and Begeman, Myron L. Manufacturing processes. 7th ed, pp. 333-669, John wiley & sons, New York, 1976.

14) ไฮน์ริช เกรลิงก์. หฤษฎีงานเครื่องมือกล. แปลโดย นุกูลศักดิ์ ใจจงกิจ. สหพันธ์ สาธารณรัฐเยอรมัน : บริษัท ซี ยอจ เวสเตอร์มานน์, 2507.

15) Wage, Herbert W. Manufacturing engineering. pp. 30-71, Mc Graw - Hill Book Company, INC., New York, 1973,

16) Society of Manufacturing Enginecrs. Tool and manufacturing engineers handbook. 3 rd ed, pp. 3-1, 28-64, Mc Graw-Hill Book Company, INC., New York, 1976,

17) Jain, R.K. Production technology. 3 rd ed, Khanna Publishers, Delhi, 1977.

18) Bultmann, W. "The determination of the working time of gear cutting work". Spinger Publisher, New York, 1960.

19) Bolz, Roger W. Metal engineering processes . pp. 154-325, Mc Graw-Hill Book Company, INC, New York, 1958.

20) Pollack, Herman W., Manufacturing and machine tool operations . pp. 364-368 , Prentice-Hall, INC., New Jersey, 1968.

21) Shubin, John A. and Madeheim, Huxley. Plant layout . pp. 17 - 54, Prentice-Hall, INC., New York, 1951.

22) Muther, Richard. Systematic layout planning . 2 nd ed., CBI Publishing Company, INC., Boston, 1973.

23) Central Japan Industries Association. "Role of factory management in productivity promotion", Research institute for international management Intercorporated,Japan, 1973.

24) Khanna, O.P., Industrial engineering and management . pp. 570-632 , Dhanpat Rai & SONS, Delhi, 1980.

25) Bullinger, Clarence E., Engineering economic analysis . 2 nd ed., pp. 17-151 , Mc Graw-Hill Book Company, INC., New York, 1950.

26) Shillinglaw, Gordon. Cost accounting analysis and Control. 3 rd ed, Richard D. Irwin, INC., Iillinois, 1962.

27) บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. "แนะนำบริการเงินกู้เพื่อการอุตสาหกรรม" เอกสารเผยแพร่, กรุงเทพมหานคร : บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

28) Taylor, A.H. and Shearing, H. Financial and Cost accounting for management. pp. 57-79 , 7 th ed, Macdonald & Evans limited, Great Britain, 1979.

29) Tarquin, Anthony J. and Blank, Leland T. Engineering economy. pp. 162-338, Mc Graw-Hill INC., New York, 1976.

30) วันชัย ริจิรวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. (หน้า 129-278) โรงพิมพ์นำอักษร, กรุงเทพฯ 2520.

31) Avner, Sidney H. Introduction to physical metallurgy. pp. 188 - 260, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1964.

ภาคผนวก ก.

ความหมายของคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในวงการทอผ้า

ภาคผนวก ก.

ความหมายของคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในวงการทอผ้า

Shuttle = กระสวย เป็นอุปกรณ์สำหรับพาด้ายพุ่งลอดผ่านช่องตระกอ เพื่อขัดกับด้ายยืนทอออกมาเป็นผ้า

Warp shed = ช่องตระกอ เป็นช่องที่ด้ายยืนแยกออกจากกันหน้าฟันหวี สำหรับให้กระสวยวิ่งลอดจากช่องกระสวยข้างหนึ่ง ไปยังอีกข้างหนึ่ง

Reed = ฟันหวี เป็นซี่ลวดที่จัดวางให้ห่างเป็นระยะเท่า ๆ กัน เหมือนหวี สำหรับให้เส้นด้ายยืนร้อยทะลุผ่านช่องหวี

Heald = ลวดตระกอ เป็นลวดที่มีรูสำหรับให้เส้นด้ายยืนร้อยผ่าน ทำให้เส้นด้ายยืนถูกดึงขึ้นหรือลงทุกครั้งที่เปิดตระกอ

Warp = ด้ายยืน เป็นด้ายที่เรียงตามแนวยาวของผ้า

End = เส้นด้ายยืน เป็นด้ายยืนที่เรียกนับเป็นเส้น

Side End or Selvedag= ด้ายริม เป็นด้ายยืนที่ทอออกมาเป็นริมผ้า อาจจะแตกต่างกับด้ายยืนธรรมดา คือเส้นด้ายโตกว่า หรือใช้เส้นคู่หรือร้อยตระกอต่างกัน ลายอาจจะไม่เหมือนกับเนื้อผ้า

Beam = ปีมหรือลูกกลิ้งด้ายยืน เป็นลูกกลิ้งที่ม้วนด้ายยืน เพื่อนำไปทอเป็นผ้า

Weft or Quill = หลอดด้ายพุ่ง เป็นหลอดสำหรับกรอด้ายพุ่ง เพื่อนำไปใส่ในกระสวย เมื่อตีกระสวยไปครั้งหนึ่ง ๆ กระสวยจะวิ่งลอดช่องตระกอพร้อมกับปล่อยด้ายพุ่งออกจากหลอดด้ายพุ่งด้วย

Drop Wire = แผ่นเบรคหรือใบเบรค เป็นแผ่นเหล็กบาง ๆ ที่ทำให้เครื่องหยุด เมื่อเส้นด้ายยืนที่ร้อยผ่านรูเกิดขาด

Fell of Cloth = จุดเริ่มต้นของเนื้อผ้า เป็น แนวตามขวางของด้ายพุ่ง เส้นที่เพิ่งถูกกระทบ ขัดกับด้ายยืน เป็นเนื้อผ้า

Counts = เบอร์ด้าย แยกออกได้เป็นดังนี้

1^s เป็นด้ายหนัก 1 ปอนด์ ยาว 840 หลา

60^s เป็นด้ายหนัก 1 ปอนด์ ยาว 840 x 60 หลา

Denier น้ำหนักคิดเป็นกรัมต่อความยาว 9,000 เมตร

Ne เป็นความยาวของด้าย 840 หลาต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์

Nm เป็นความยาวของด้าย 1,000 เมตร ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

O.F.C. = Zero Front Center คือ ศูนย์หน้าข้อเสือ

O.B.C. = Zero Back Center คือ ศูนย์หลังข้อเสือ

CC/C = Course Courte/cames คือ ข้อเสือช่วงสั้นของระบบตะกอแบบลูกเบี้ยว

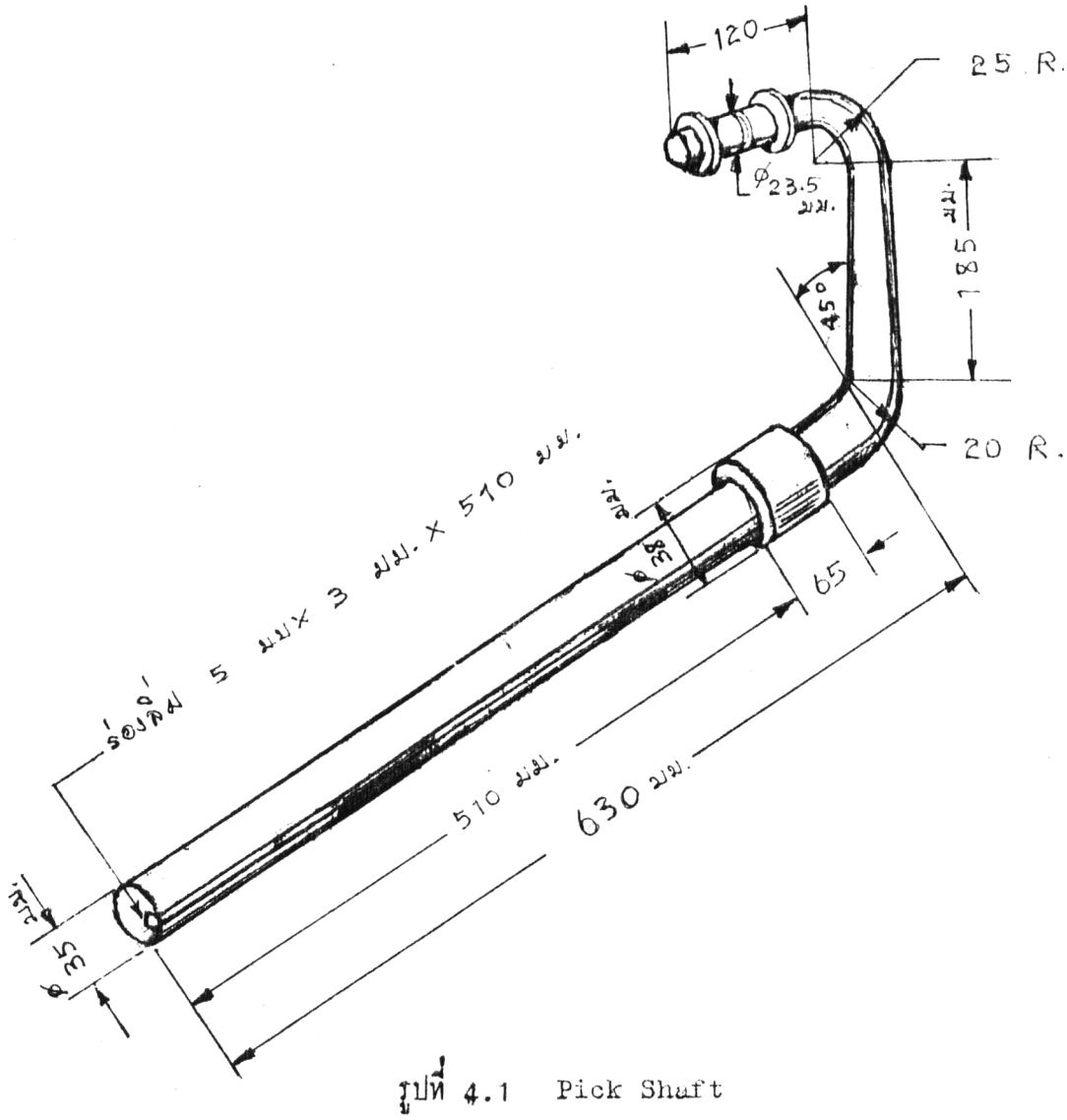
CM/C = Course moyenne/cames คือ ข้อเสือช่วงยาวปานกลางของระบบตะกอแบบลูกเบี้ยว

Cl/C = Course Longue/cames คือ ข้อเสือช่วงยาว ของระบบตะกอแบบลูกเบี้ยว

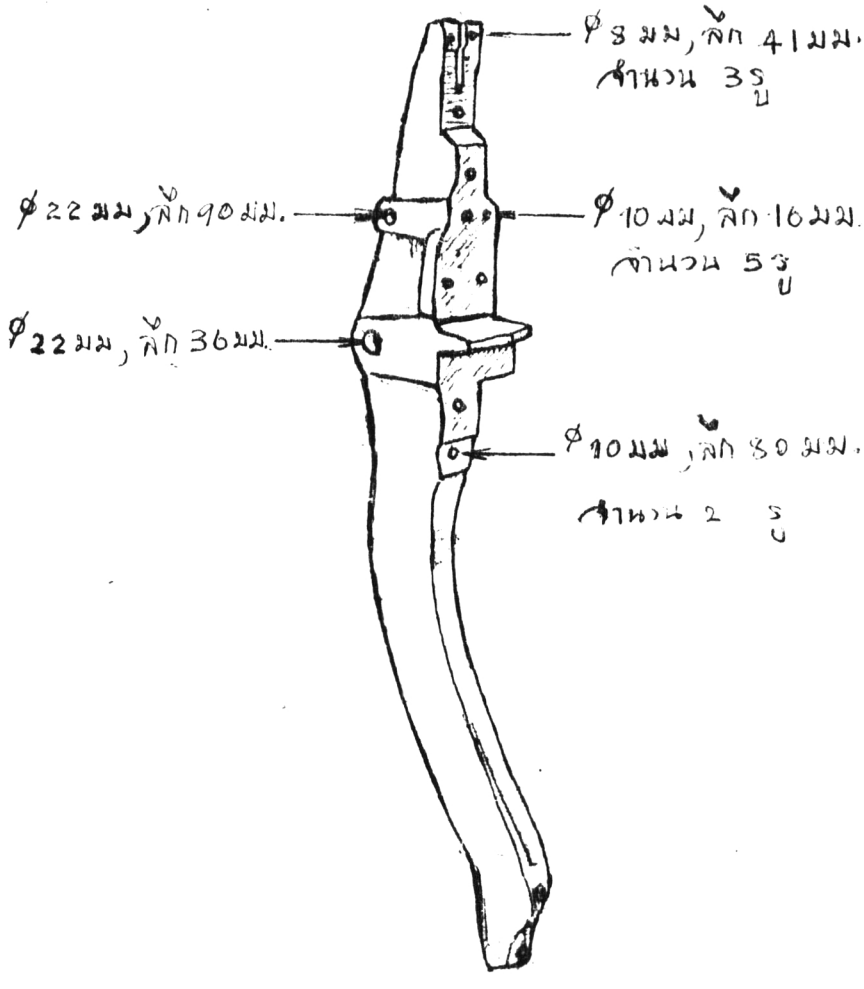
ที่มา คู่มือการฝึกอบรมช่างเครื่องทอผ้า บริษัทยูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอ จำกัด

ภาคผนวก ข.

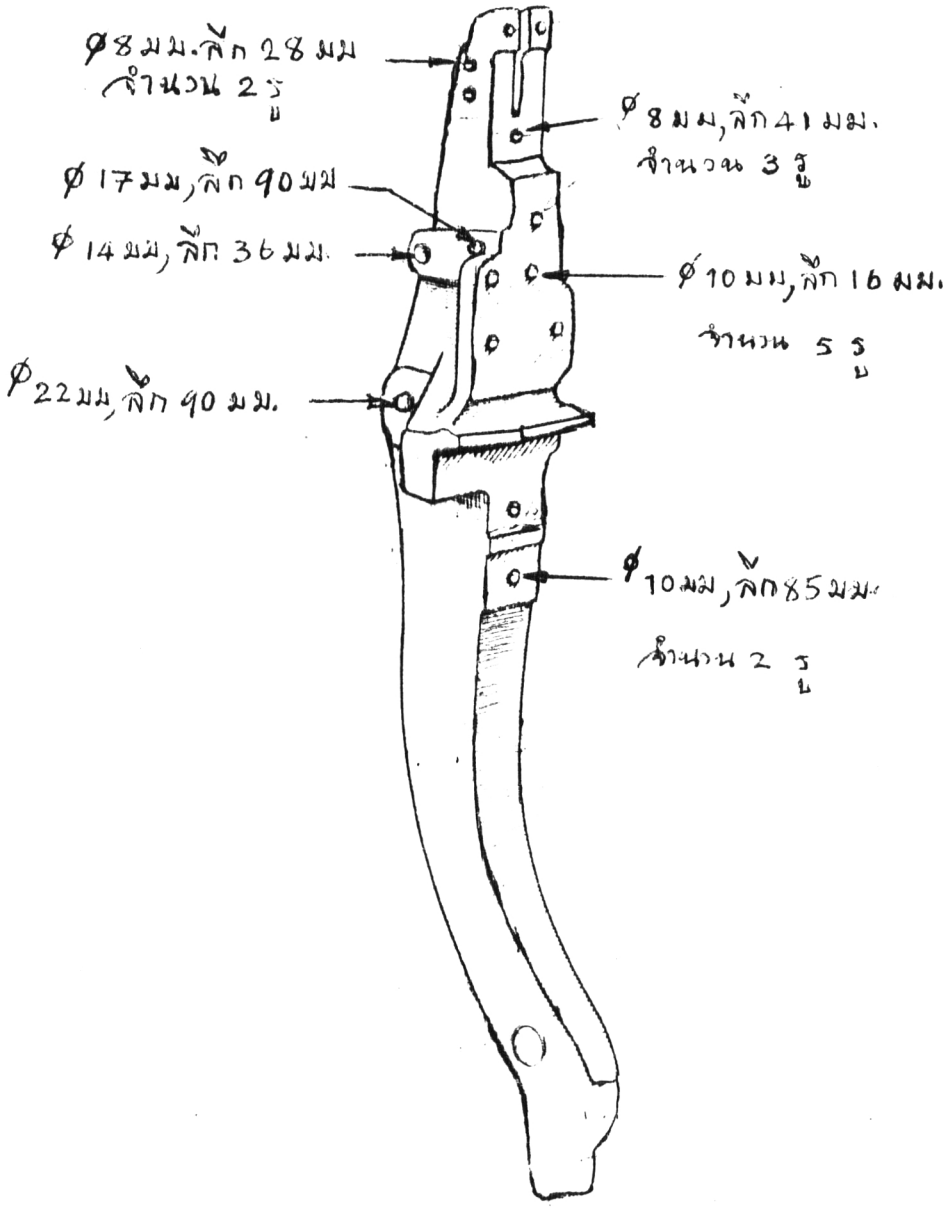
ข้อกำหนดและลักษณะเฉพาะของอะไหล่เครื่องจักรทอผ้า



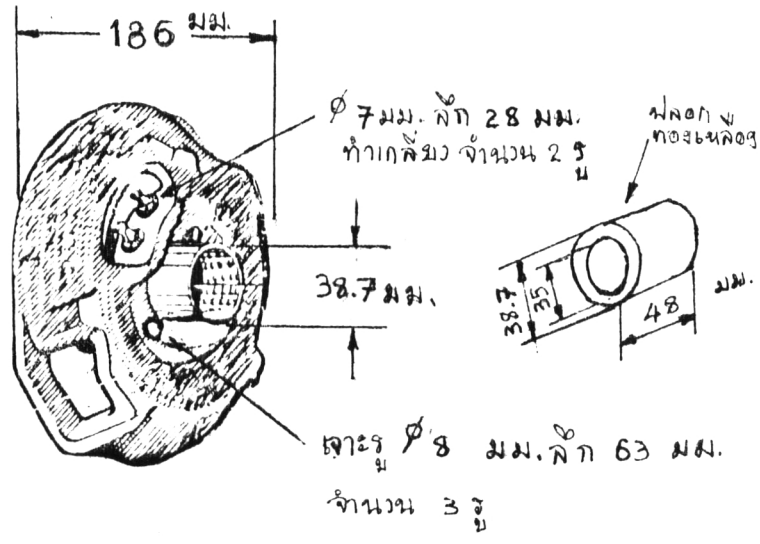
รูปที่ 4.1 Pick Shaft



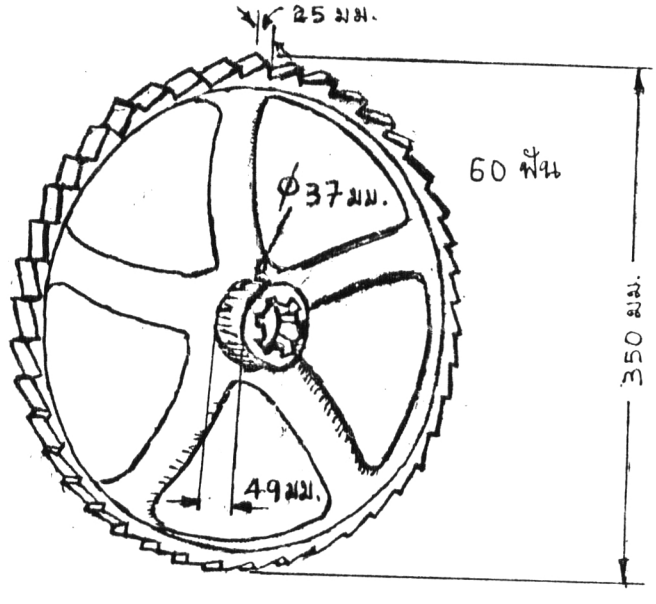
รูปที่ 4.2 Sword Battery Side



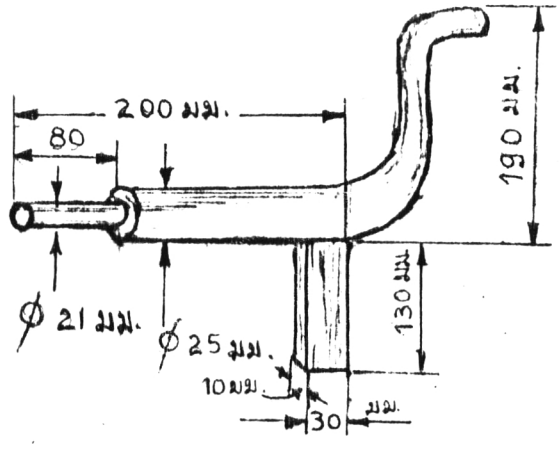
รูปที่ 4.3 Sword Feeler Side



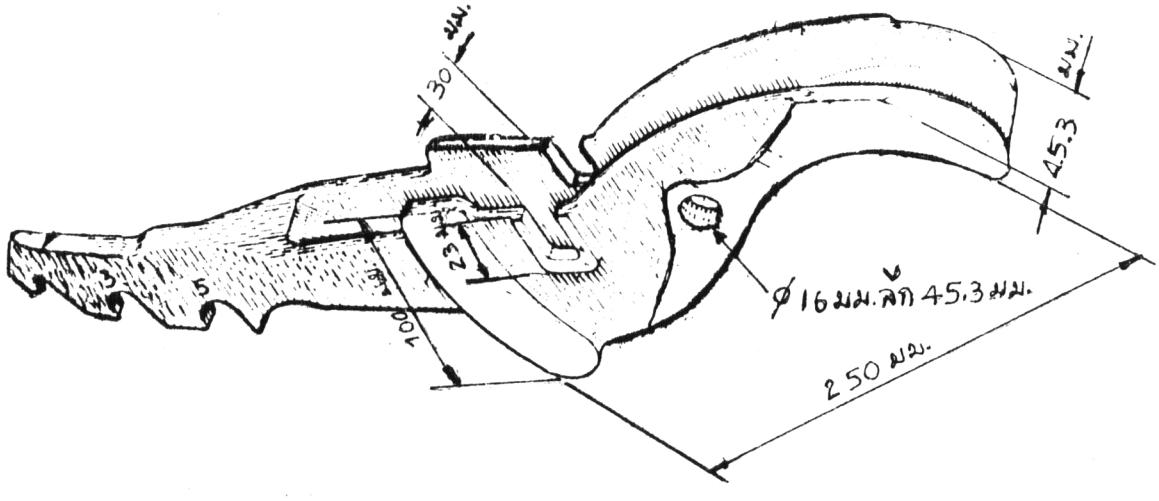
รูปที่ 4.4 Clutch finger guard sleeve



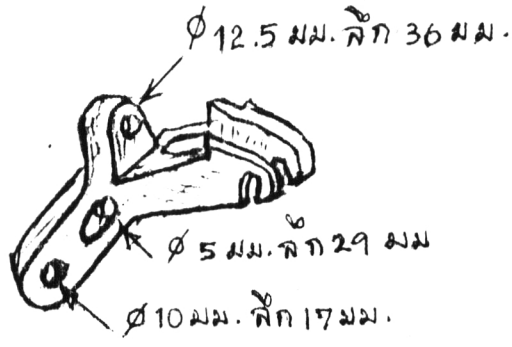
รูปที่ 4.5 Take-up ratchet wheel go teeth



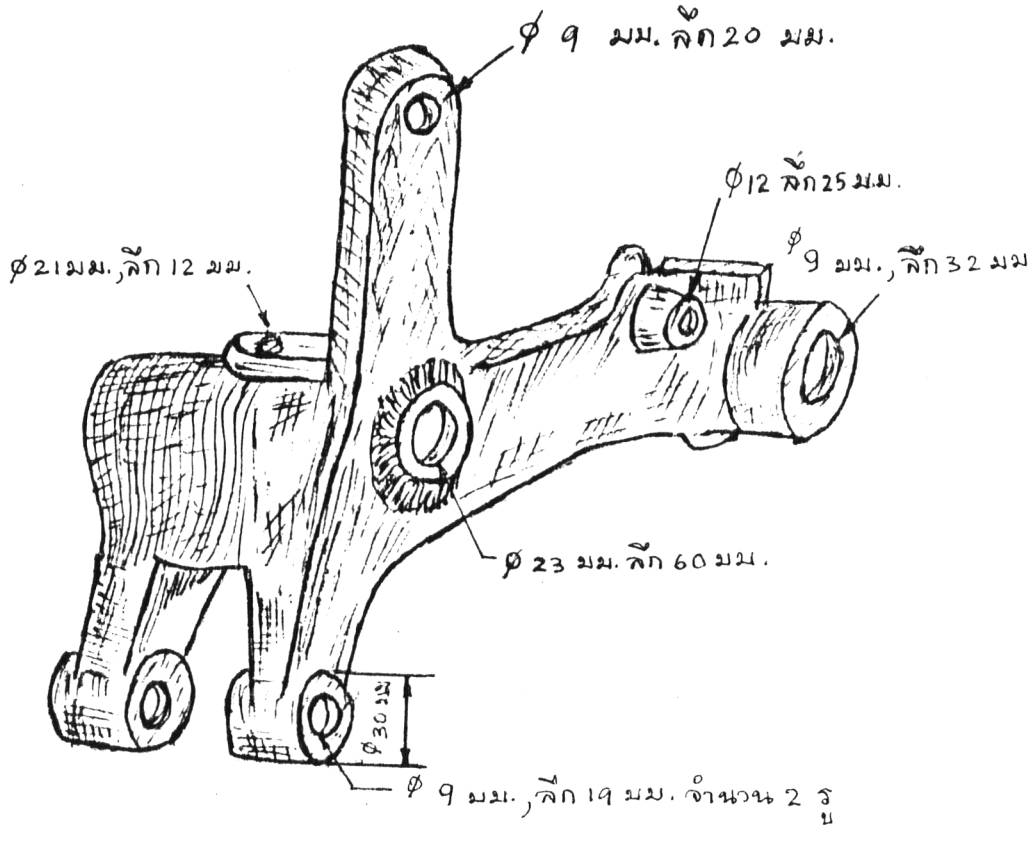
รูปที่ 4.6 Dagger



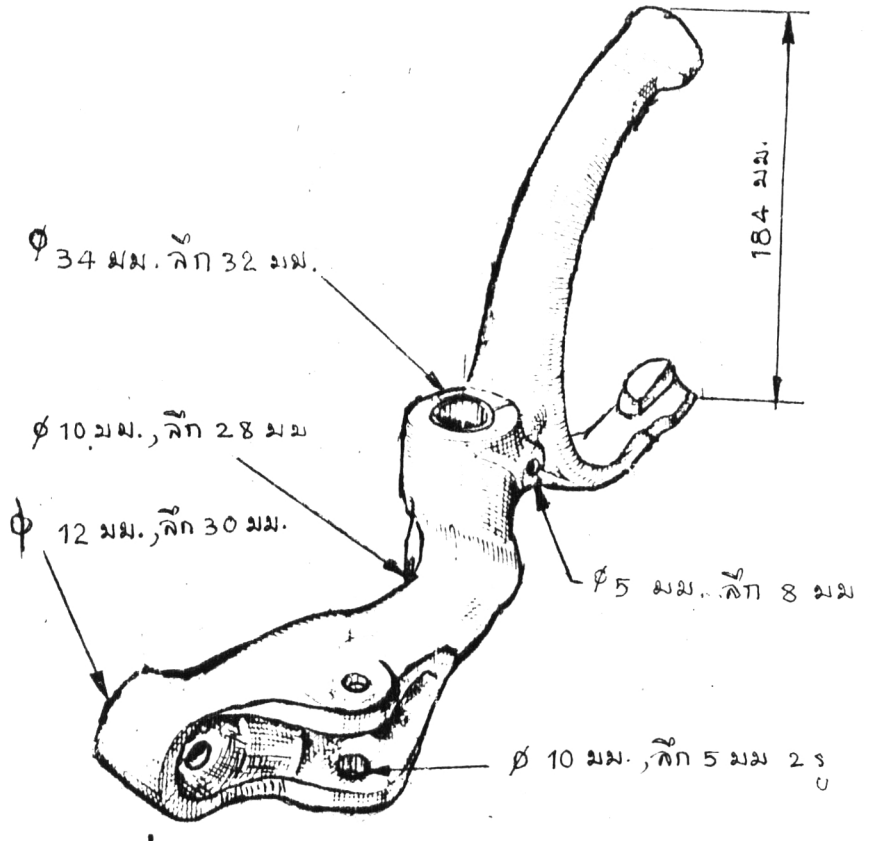
รูปที่ 4.7 Treadle lever for harnesses 1



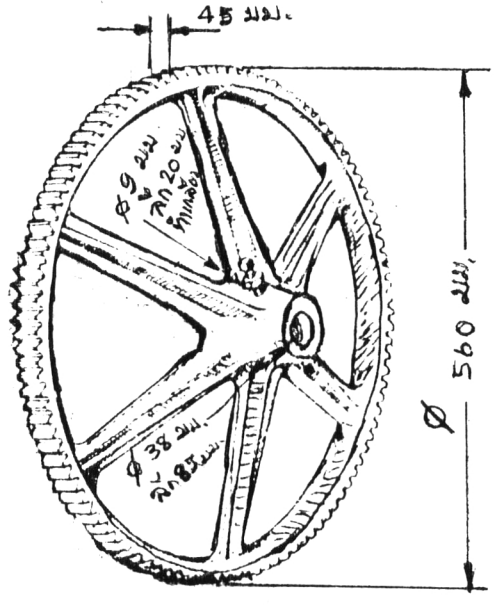
รูปที่ 4.8 Clutch finger



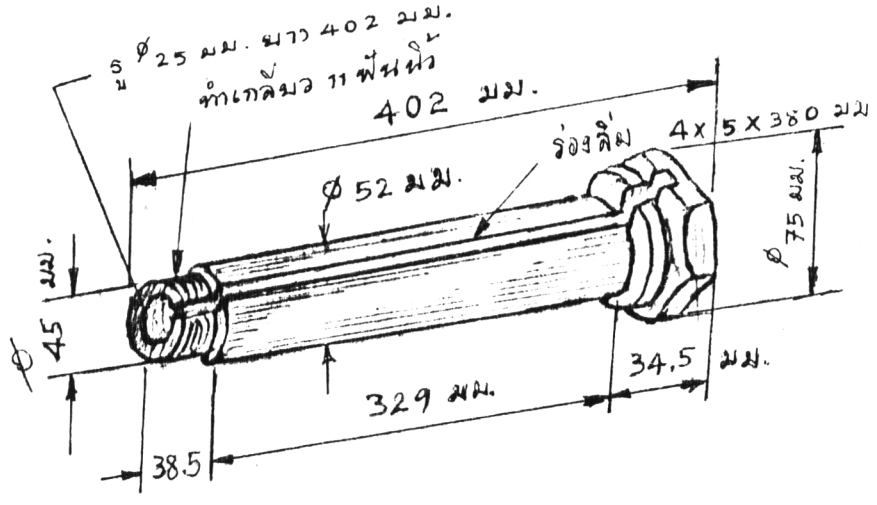
รูปที่ 4.9 Transferer



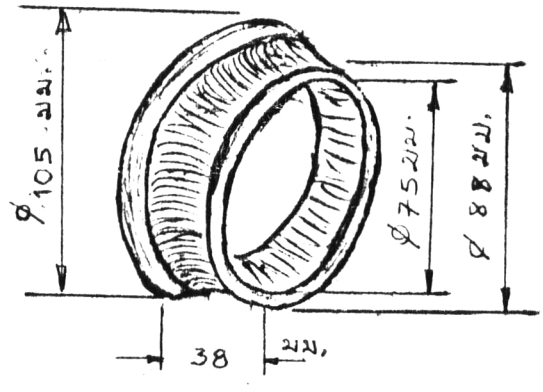
รูปที่ 4.10 Shipper arm fork



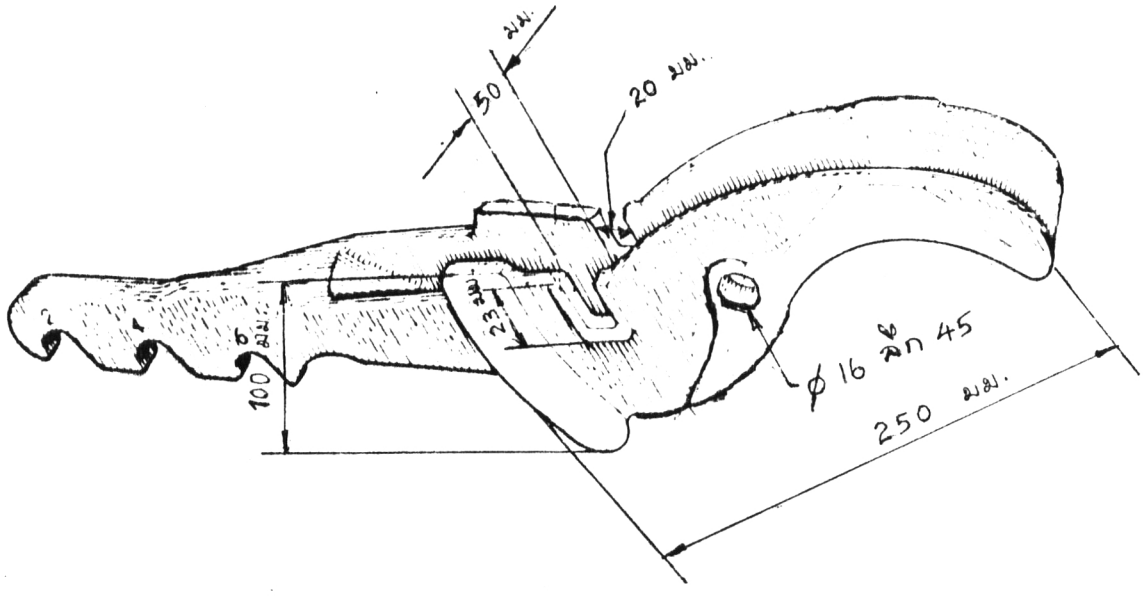
รูปที่ 4.11 Square shaft gear 40 mm.



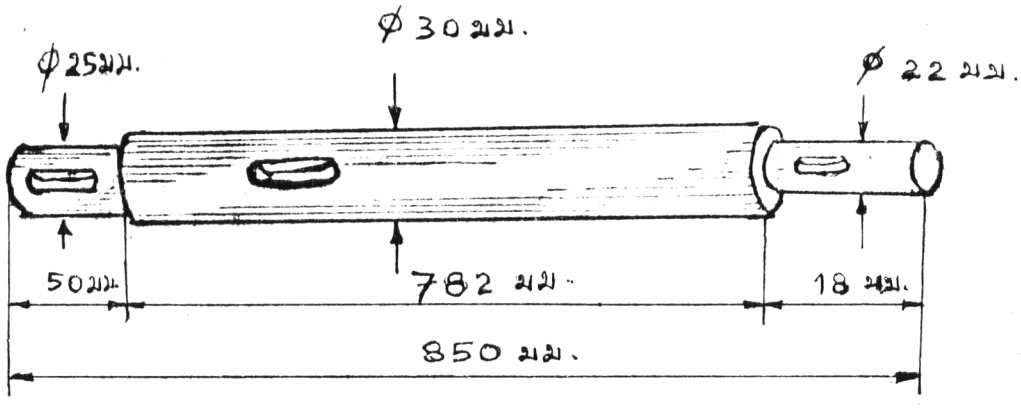
รูปที่ 4.12 Central cam bush



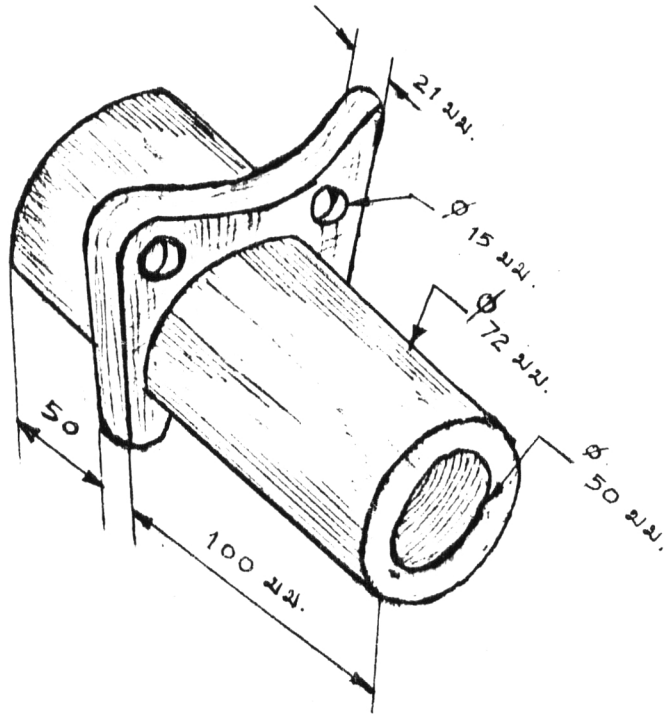
รูปที่ 4.13 Driving clutch cone



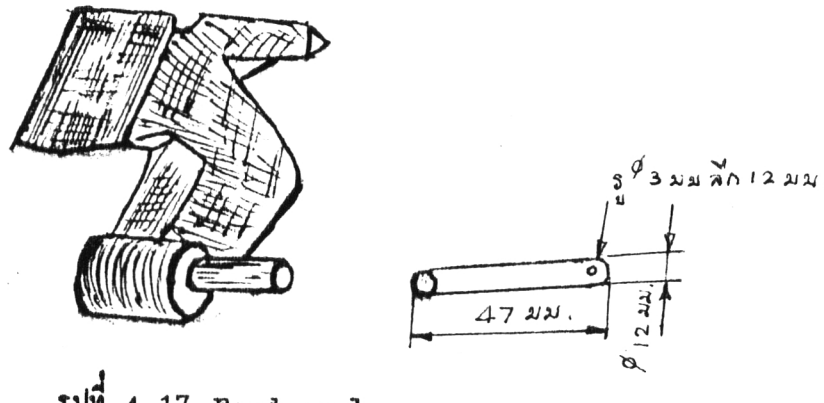
รูปที่ 4.14 Treadle lever for harnesses 2



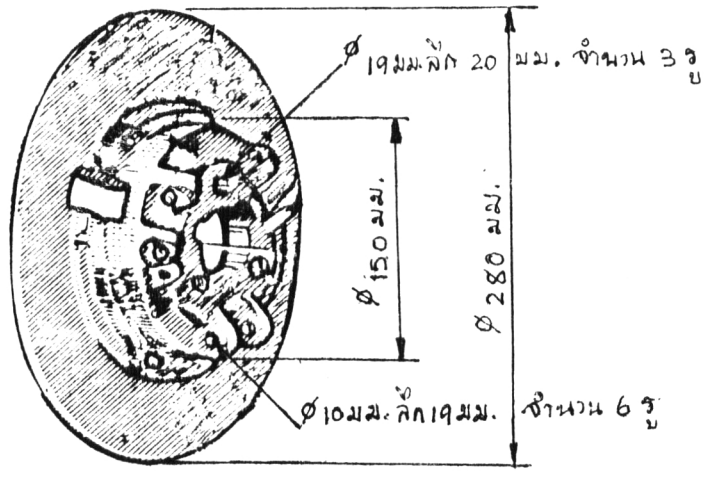
รูปที่ 4.15 Let-off worm shaft



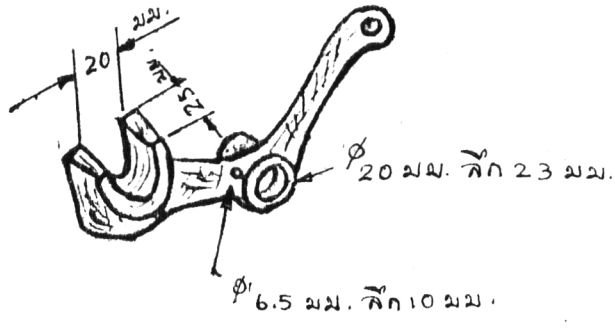
รูปที่ 4.16 Rocker shaft box



รูปที่ 4.17 Feed pawl

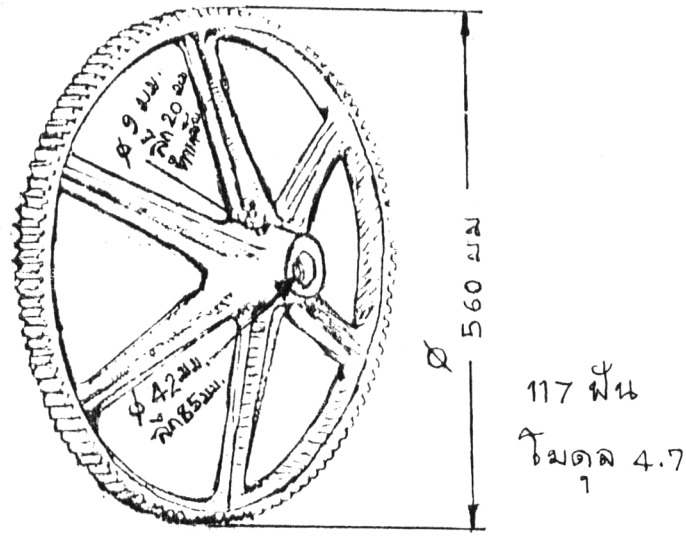


รูปที่ 4.18 Fixed driving clutch disc.

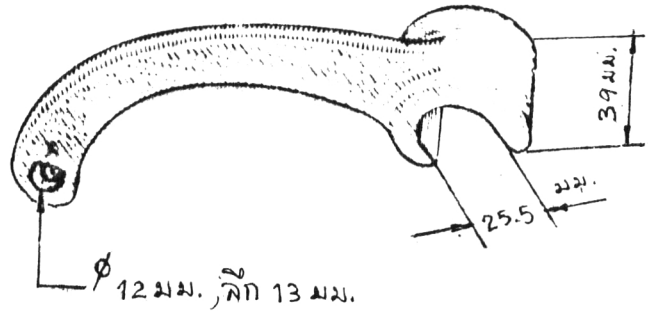


รูปที่ 4.19, 4.20 Guide roll bearing

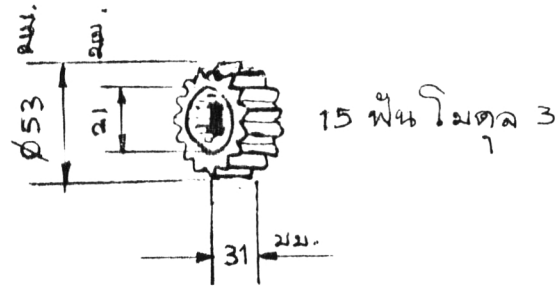
(Battery side & Feeler side)



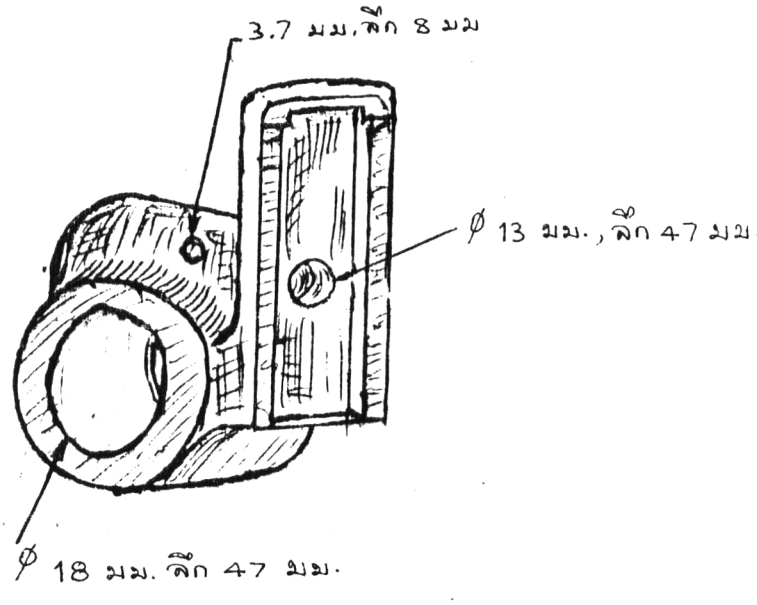
รูปที่ 4.21 Square shaft gear 45 mm.



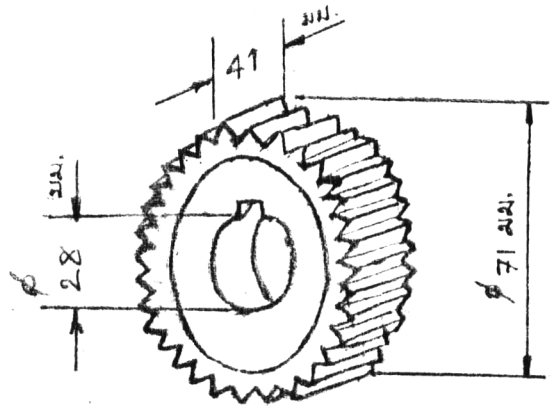
รูปที่ 4.22 Position treadle lever for harnesses 2



รูปที่ 4.23 Intermediate pinion

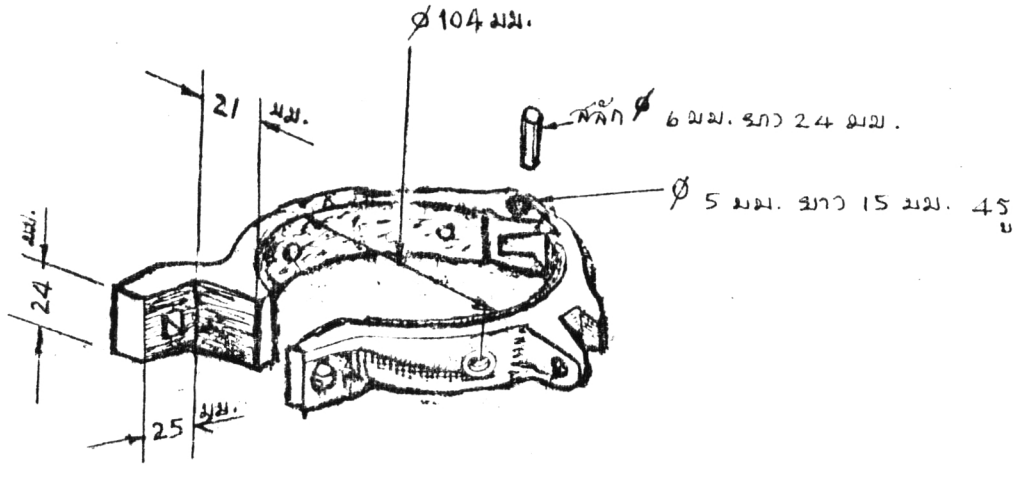


รูปที่ 4.24 Filling motion starting bar side bearing

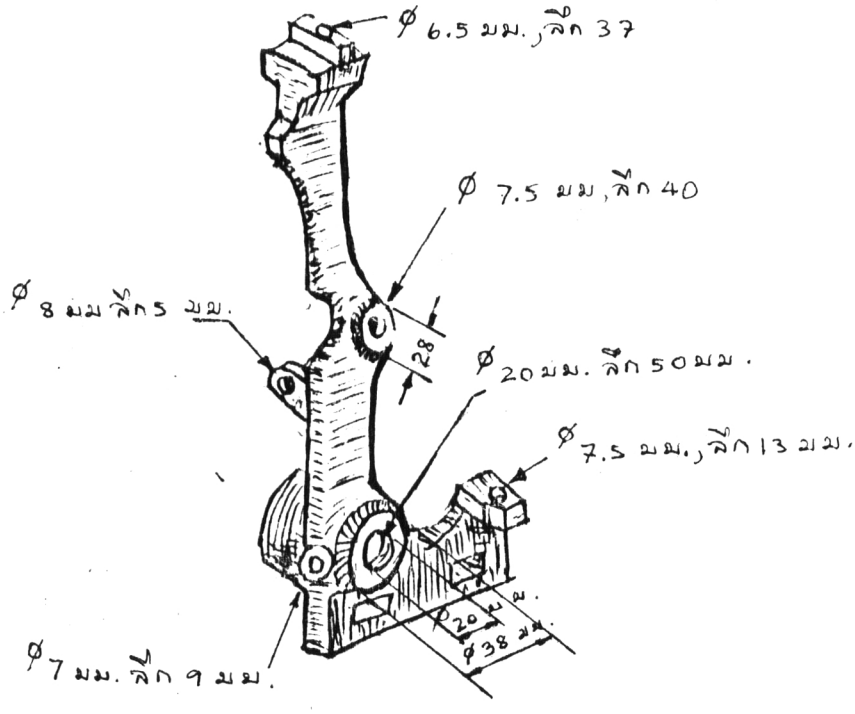


19 ฟันโมดุล 3.4

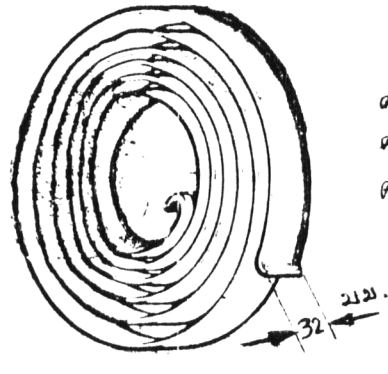
รูปที่ 4.25 Driving pinion



รูปที่ 4.26 Clamp friction collar

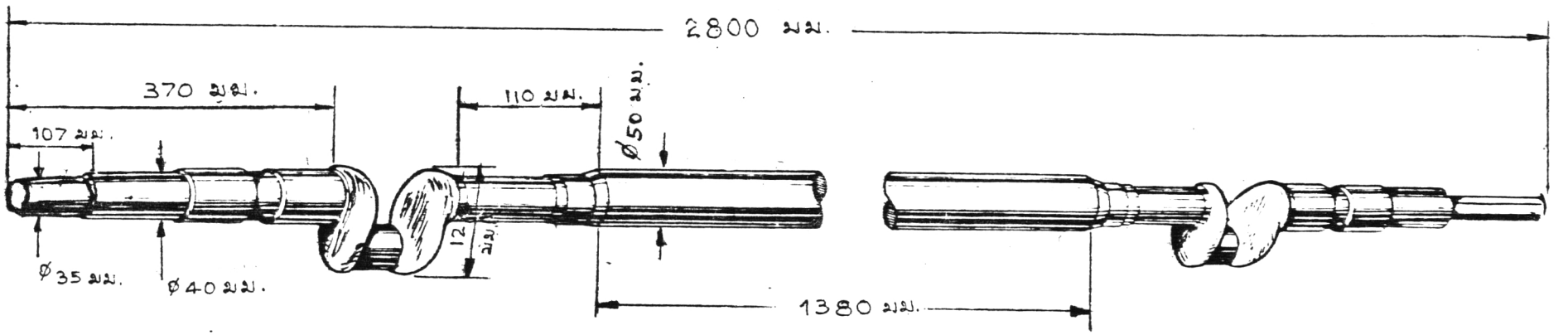


รูปที่ 4.27 Filling cam follower hub

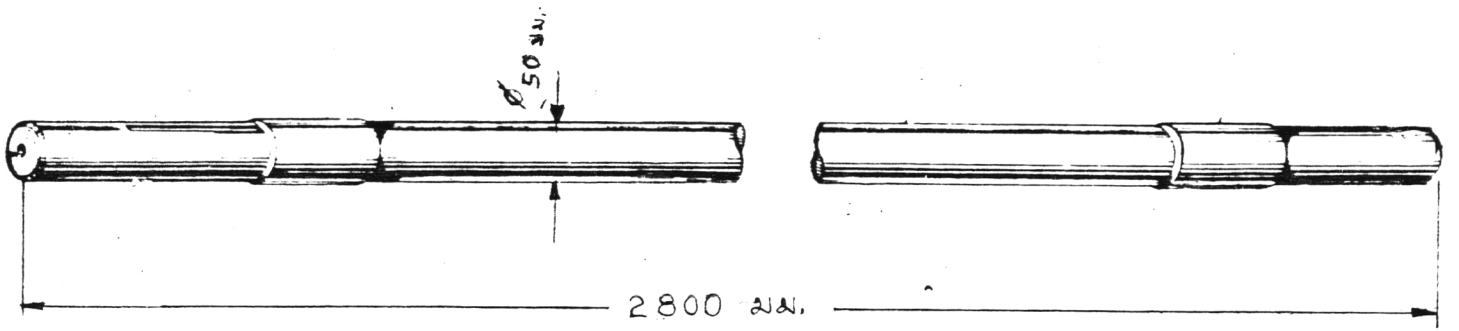


ความกว้าง 32 มม.
ความยาว 3,565 มม.
ความหนา 3 มม.

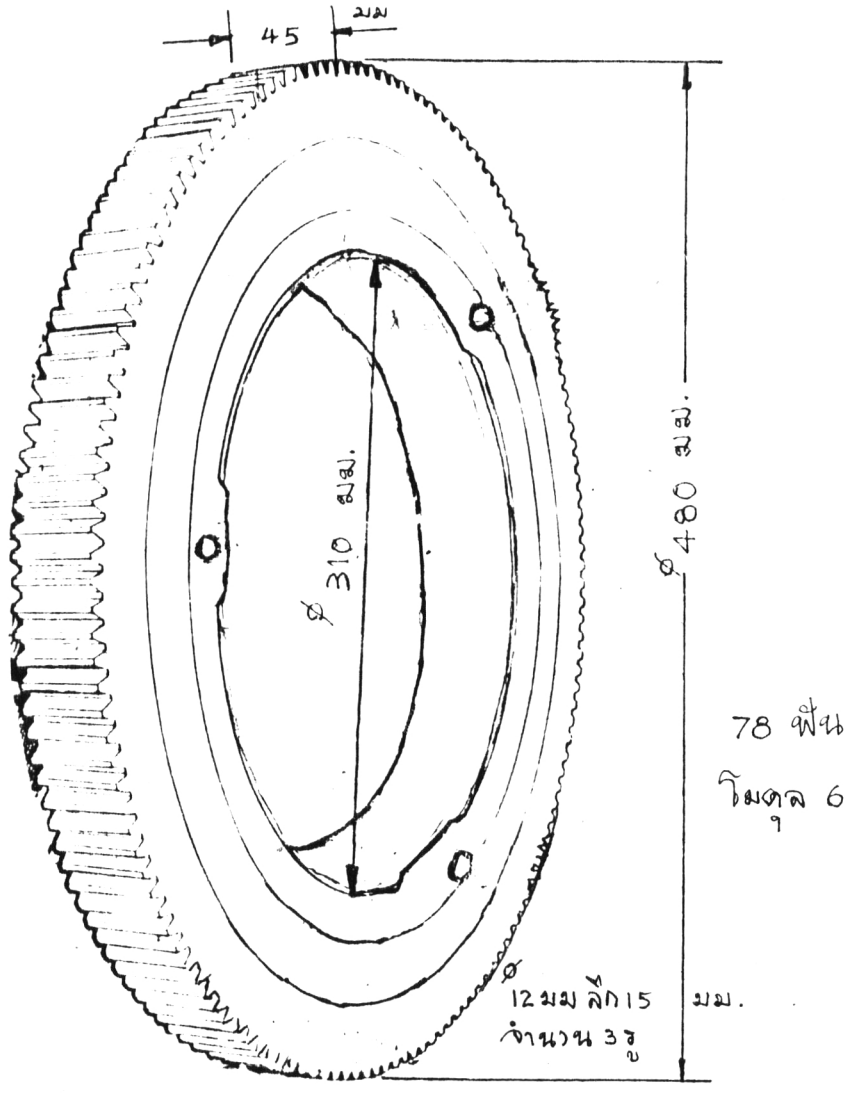
รูปที่ 4.28 Clock spring



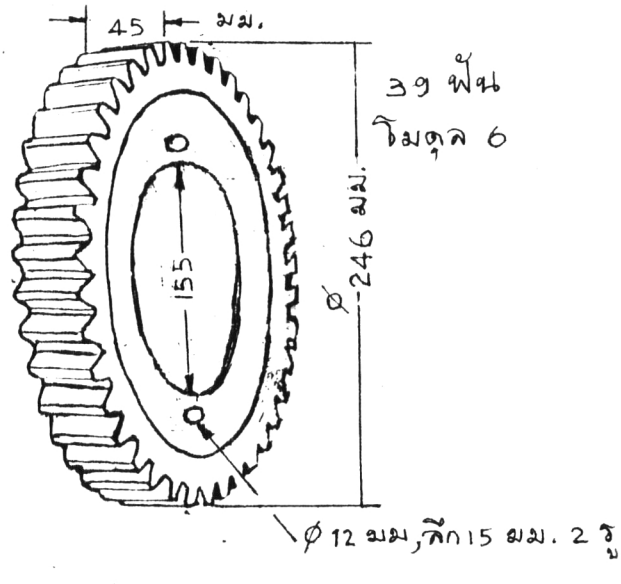
รูปที่ 4.29 Crank shaft with bearing



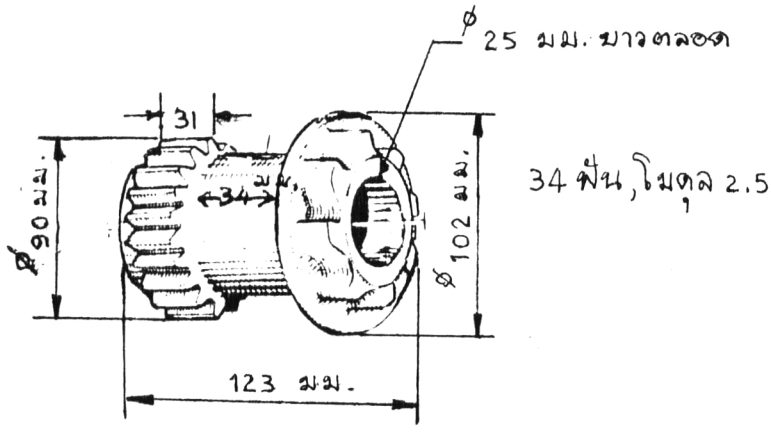
รูปที่ 4.30 Cam shaft



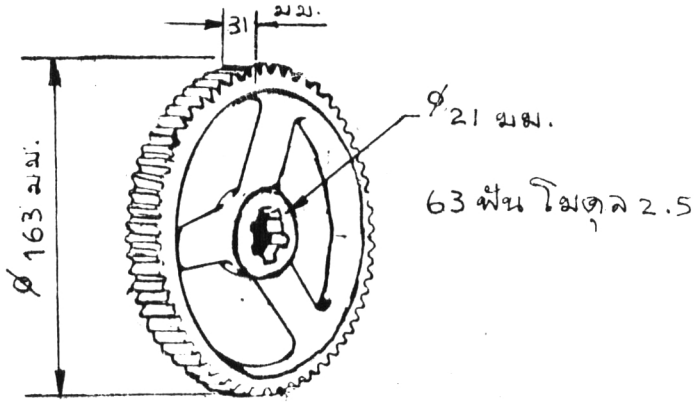
รูปที่ 4.31 Cam shaft driving gear wheel 1



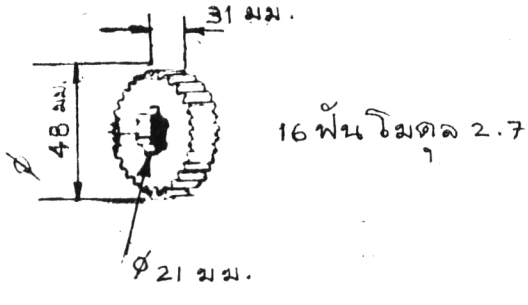
รูปที่ 4.32 Cam shaft driving gear wheel 2



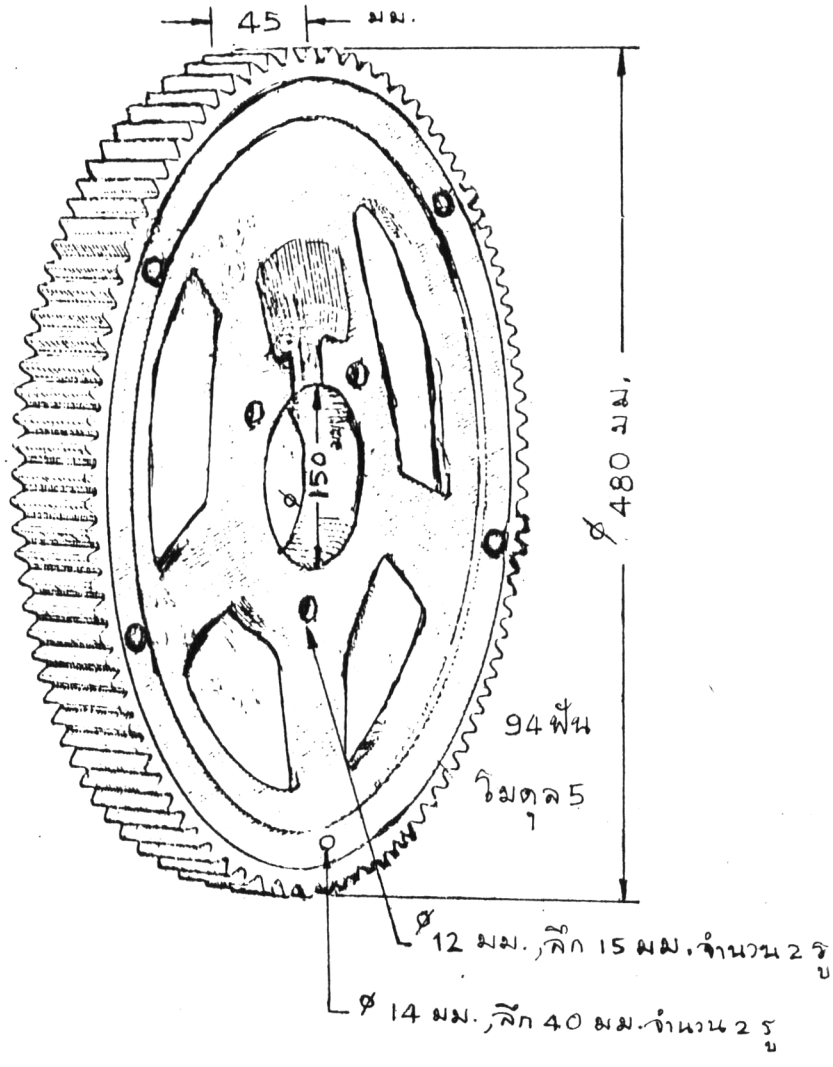
รูปที่ 4.33 Let-off worm wheel



รูปที่ 4.34 Intermediate gear



รูปที่ 4.35 Picking shaft pinion



รูปที่ 4.36 Cam shaft gear wheel

ภาพผนวก ค.

กรรมวิธีในการบำบัดด้วยความร้อนสำหรับโลหะ

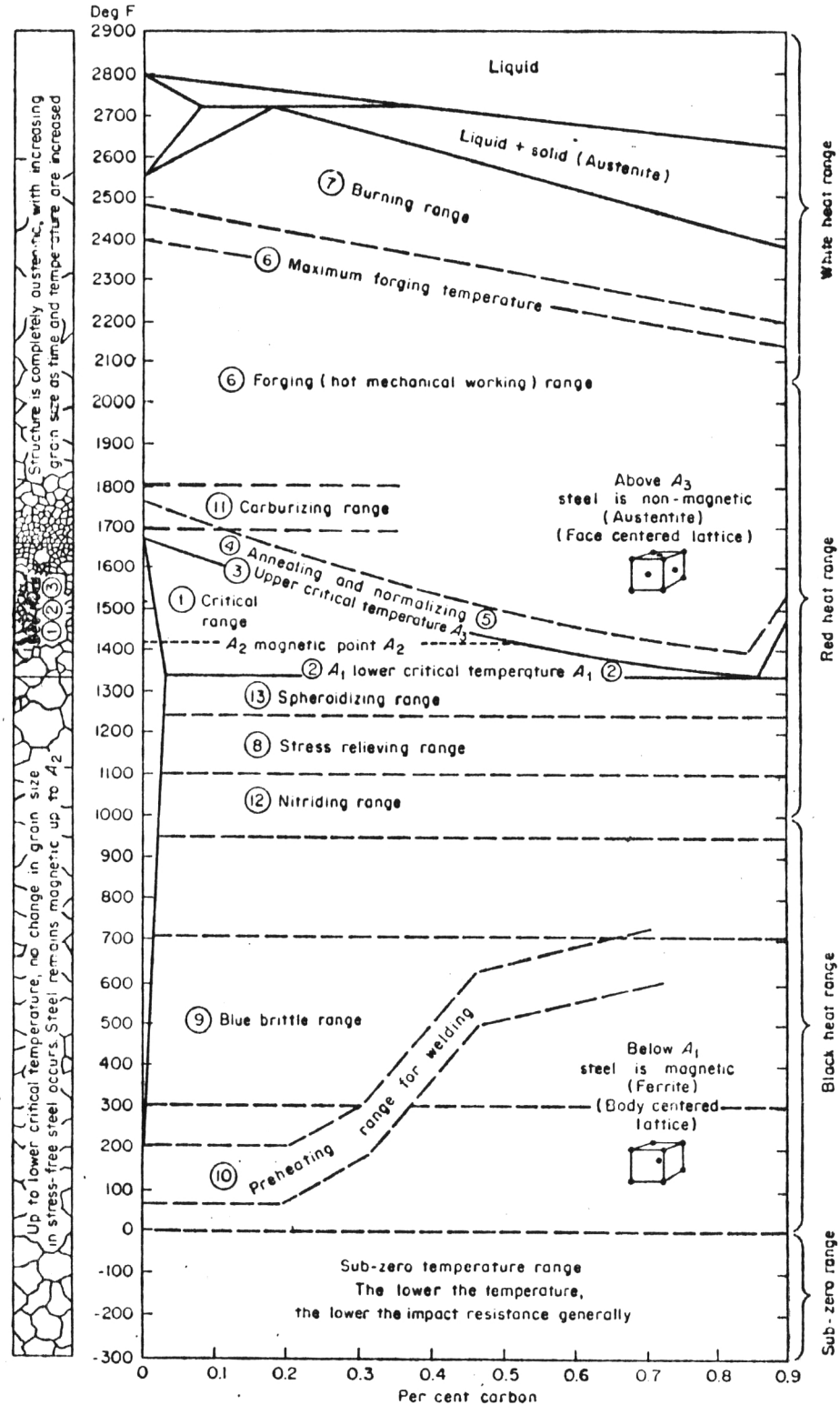
ภาคผนวก ค.

กรรมวิธีการบำบัดด้วยความร้อนสำหรับเหล็ก

การบำบัดด้วยความร้อน (heat treatment) ของเหล็ก คือขบวนการให้ความร้อน และความเย็นแก่โลหะ ในสภาพ solid state โดยจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางการกลของเหล็ก เพื่อให้มีความคงทนต่อการสึกหรอและเสียดสี (Wear resistance and abrasive) เพิ่มความแข็งของเหล็ก ทำให้เหล็กอ่อนตัวเพื่อง่ายแก่การขบแต่งด้วยเครื่องมือกล หรือเพื่อผ่อนคลายความเค้นภายใน(Internal stress relief) ในการทำ heat treatment เราจะต้องรู้เรื่องIron-carbon phase diagram และอัตราการเย็นตัว ซึ่งจะต่องทราบเปอร์เซนต์ส่วนผสมต่าง ๆ ของโลหะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปอร์เซนต์ของคาร์บอน กรรมวิธีในการบำบัดด้วยความร้อน(heat treatment process แบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด คือ

1. การชุบแข็ง (Hardening)
2. การชุบซ้ำ (Tempering)
3. การเผาคืนตัวกลางแจ้ง (Normalizing)
4. การเผาคืนตัวในเตาอบ (Annealing)
5. การอาบผิวแข็ง (Surface hardening)

1. <u>การชุบแข็ง</u> (Hardening) การชุบผิวแข็งของเหล็กจะเป็นการให้ความร้อนแก่เหล็กจำพวก medium high carbon และ alloy steel ภายในขอบเขตวิกฤติ (Critical point)ดูรูปที่ 10 ประกอบ) โดยให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนอยู่ภายในระยะ A_3 แล้วจึงทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วในQuenching media ซึ่งอาจจะเป็นน้ำหรือน้ำมันหรือน้ำเกลือก็ได้



รูปที่ 1 Portion of Iron-Carbon equilibrium diagram สำหรับการทำ heat treatment โลหะ

2. <u>การชุบน้ำ</u> (Tempering) เป็นกรรมวิธีที่ใช้สำหรับเหล็กที่ได้ผ่านการการชุบ (quenching) จะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแต่เปราะ ยังไม่สามารถที่จะนำไปใช้งานได้ จะต้องนำมาลดความเปราะให้หมดไปเพื่อเพิ่มความเหนียว (tonghness) ความต้านทานแรงดึง (tensile strength) ความสามารถในการยืดตัว(Ductility) กรรมวิธีในการชุบน้ำจะทำได้โดยการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานภายใต้จุดเปลี่ยนตัว คือระยะ A_1 แล้วทำให้เย็นลงโดยจุ่มลงในน้ำ หรืออาจจะปล่อยให้เย็นในอากาศธรรมดา ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานลดความเปราะลงและยังรักษาคุณสมบัติของความแข็งของชิ้นงานไว้ได้ (ดูรูปที่ 1 ประกอบ)

3. <u>การเผาคืนตัวกลางแจ้ง</u> (Normalizing) การเผาคืนตัวกลางแจ้งก็เพื่อที่จะจัดโครงสร้างของเหล็กใหม่ หลังจากผ่านการหล่อ (casting) การเชื่อม (Welding) และการตีขึ้นรูป (Forging) มาแล้ว เพื่อแก้รอยร้าว (crack) หลังจากเหล็กถูกเผาใหม่ในอุณหภูมิที่สูงให้กลับคืนสู่สภาพเดิม กรรมวิธีในการทำจะกระทำได้โดยการให้ความร้อนแก่เหล็กจนถึงจุดเหนือวิกฤต (A_3) และให้เลยไปอีกประมาณ 50-100 ^{o}C เพื่อให้ความร้อนที่จุดนี้จนทั่วถึงชิ้นงานแล้ว ก็นำออกมาปล่อยให้เย็นในอากาศปกติ(temperature room) อย่าให้ถูกลมและฝน ชิ้นงานที่ผ่านการตีขึ้นรูป การเชื่อม การหล่อ จำเป็นจะต้องผ่านกรรมวิธีของ Normalizing เสมอ

4. <u>การเผาคืนตัวในเตาอบ</u> (Annealing) การเผาคืนตัวในเตาอบก็เพื่อวัตถุประสงค์เพื่อลดความแข็งของเหล็กที่ได้ผ่านการรีด (Cold rolled) การดึง (drawing) เพื่อให้เหล็กมีความอ่อนตัวง่ายแก่การ machine และเพื่อผ่อนคลายความเค้น (stress relief) และเพื่อปรับปรุงขนาดของเม็ดผลึกของโครงสร้างของเหล็ก และเป็นการเพิ่มคุณสมบัติในทางไฟฟ้าและแม่เหล็ก กรรมวิธีในการเผาคืนตัวในเตาอบ จะกระทำได้โดยการให้ความร้อนแก่เหล็กให้มีอุณหภูมิเหนือจุดวิกฤติบน (A_3 ตามรูปที่ 1) และให้เลยจุดนี้ไปประมาณ 50 ^{o}F ที่อุณหภูมินี้ เม็ดผลึกของโครงสร้างจะเป็น Austenite grain และทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงต่อความหนาของชิ้นงาน 1 นิ้ว แล้วปล่อยให้เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ ในเตาอบ หรืออบไว้ในผงฝุ่นที่อมความร้อน (asbestos dust) หรือวัสดุจำพวกที่มีสภาพนำความร้อนต่ำ เมื่อ

เมื่อชิ้นงานผ่านกรรมวิธีนี้แล้ว จะทำให้ชิ้นงานมีสภาพเป็นโลหะที่อ่อน เพราะในขณะที่อุณหภูมิของชิ้นงานลดลงจากอุณหภูมิวิกฤติ (Critical temperature) อย่างช้า ๆ ก็จะทำให้ความแข็งของเหล็ก กลับกลายเป็นสภาพที่อ่อนตัว และมีคุณสมบัติเป็น Ferite ดังนั้นถ้าหากเหล็กที่ผ่านการชุบแข็งมาแล้ว เมื่อผ่านขบวนการ anealing ก็ได้ทำให้ความแข็งหมดสภาพไป

5. <u>การอาบผิวแข็ง</u> (Surface hardening) การอาบผิวแข็งโลหะมีอยู่ 4 วิธีด้วยกันคือ

5.1 Carbulizing

5.2 Nitriding

5.3 Cyaniding หรือ Salt bath

5.4 Flame hardening

สำหรับวิธีของ Carbulizing Nitriding และ Cyaniding นั้นเป็นกรรมวิธีที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมทางเคมีโดยการเพิ่มธาตุคาร์บอนเพิ่มเข้าไปในผิวงาน เพื่อเพิ่มความแข็ง ส่วนวิธีของ Flame hardening นั้นเป็นวิธีที่ไม่เปลี่ยนแปลงส่วนผสมทางเคมีที่ผิวงาน แต่ใช้ความร้อนและการ quenching

5.1. <u>คาร์บูไลซิ่ง</u> (Carbulizing) เป็นขบวนการเพิ่มธาตุถ่านคาร์บอนเข้าไปในผิวของเหล็ก เช่นเดียวกับการ hardening โดยการทำให้เหล็กที่เป็น Low carbon steel เปลี่ยนสภาพเป็น High carbon steel กรรมวิธีในการอบผิวแข็งด้วยธาตุคาร์บอน (Carbulizing) จะกระทำได้โดยให้ความร้อนแก่โลหะภายในจุดวิกฤติ ให้มีอุณหภูมิ 1382 ^{o}F - 1742 ^{o}F (750 - 950 ^{o}C) (ดูรูปที่ 1) แล้วนำชิ้นงานใส่ลงไปในกล่องที่บรรจุด้วย solid carbonancous ซึ่งได้แก่ ถ่านไม้ (charcoal) กับแบเรี่ยมคาบอเนต (barium carbonate) ผสมกัน แล้วเอากล่องนี้บรรจุเข้าไปในเตา (furnance) เมื่อได้ระยะเวลาพอสมควรแล้วก็นำออกจากเตาเปิดกล่องเอาชิ้นงานออกจุ่มลงไปในน้ำ เพื่อเป็น

การชุบแข็งในตัว เมื่อชิ้นงานเย็นตัวจะทำให้ผิวแข็งและทนต่อการเสียดสี มีอายุการใช้งานยาวนาน และถ้าหากชิ้นงานต้องการขนาดที่แน่นอน จะต้องนำไปเจียระไนอีกครั้งหนึ่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการอบจะขึ้นอยู่กับความต้องการความลึกของผิวมากน้อยเพียงใด ถ้าต้องการให้ผิวงานมีความแข็งลึกมากก็จะต้องใช้เวลายาวนาน วิธีเหมาะสำหรับโลหะที่มีส่วนผสมคาร์บอนไม่เกิน 0.2 %

5.2 <u>ไนไตรดิ่ง</u> (Nitriding) เป็นขบวนอาบผิวแข็งด้วยแก๊สแอมโมเนีย (Ammonia gas) ความลึกในการชุบผิวจะได้ 0.001 นิ้ว - 0.005 นิ้ว วิธีนี้จะกระทำได้ด้วยการให้ความร้อนแก่โลหะภายใต้จุดวิกฤติ (ใต้ A_1 ตามรูปที่ 1) โดยมีอุณหภูมิประมาณ 950 ^{o}F (510 ^{o}C) และทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้วนำชิ้นงานมาสัมผัสกับแก๊สแอมโมเนีย โดยไนโตรเจนจากแก๊สแอมโมเนียจะแทรกซึมเข้าไปในเหล็ก และเปลี่ยนสภาพผิวของเหล็กจากอ่อนให้กลายสภาพเป็นผิวแข็ง วิธีนี้เป็นวิธีที่จะสร้างความแข็งของเหล็กกับเหล็กผสม (alloy steel) ได้สูงสุดถึง 900 - 1100 บริเนล โดยเฉพาะโลหะประเภท alloy steel จะให้ความแข็งมากกว่า plain carbon steel วิธีนี้ลดการปิดงอ (bending) การแตกร้าว (crack) การเกิดคาบที่ผิวงาน (Scaling) ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากวิธีนี้ไม่ต้องมีการชุบ (quenching) ในน้ำหรือน้ำมัน กรรมวิธีชนิดนี้จะใช้สำหรับงานผลิตชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เพลา (shaft) เฟือง (gear) คลัทช์ (Clutchs) ต้นแบบ (mandrel) ปั๊ม (pump)

5.3 <u>ไซยาไนดิ่ง</u> (Cyaniding) กรรมวิธีชนิดนี้จะเป็นการแทรกซึมธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนเข้าไปในผิวงาน เพื่อเพิ่มความแข็งแก่ผิวงาน ชิ้นงานประเภท Low carbon steel จะเหมาะกับวิธีนี้ ความลึกที่ได้ในการอาบผิวแข็งจะอยู่ระหว่าง 0.005 - 0.025 นิ้ว กรรมวิธีในการทำ Cyaniding จะทำได้โดยการให้ความร้อนชิ้นงานก่อน (pre-heat) แล้วนำชิ้นงานจุ่มลงไปในอ่างเกลือ (Salt bath) เหลวที่กำลังหลอมละลายโดย Heater จากเตาไฟฟ้า มีอุณหภูมิประมาณ 1600 ^{o}F (850 ^{o}C) ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มชิ้นงานในอ่างเกลือจะขึ้นอยู่กับความต้องการผิวลึกมากน้อยแค่ไหน เมื่อหลังจากจุ่ม

ชิ้นงานลงในอ่างเกลือแล้ว จะต้องนำออกชุบในน้ำหรือน้ำมันเพื่อให้ผิวแข็ง ส่วนผสมของ Salt bath ได้แก่ NaCN 20-40 % ซึ่งจะให้ทั้งคาร์บอนและไนโตรเจน และ Na_2O_3 30 - 40 % ชิ้นงานที่ชุบแล้ว จะต้องนำไปทำ tempering อีกครั้ง

5.4 <u>การชุบผิวแข็งด้วยเปลวไฟ</u> (Flame hardening)
วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ได้เปลี่ยนแปลงส่วนผสมทางเคมีที่ผิวงาน แต่จะใช้เปลวความร้อนจาก Oxygen และ Acetylene และจะชุบ (quenching) ด้วยท่อพ่นน้ำหรือลม การควบคุมอุณหภูมิจะควบคุมได้โดยการควบคุมที่ท่อพ่นความร้อนและท่อพ่นน้ำ วิธีนี้จะชุบผิวแข็งของงานได้หลายชนิด เช่น เพลา (shaft) เฟือง(gear) และอุปกรณ์ของเครื่องยนต์ ชิ้นงานจะต้องหมุนได้รอบตัว เพื่อสะดวกแก่การให้ความร้อนแก่ชิ้นงานได้ทั่วถึง เหล็กที่จะนำมาชุบผิวด้วยวิธีนี้จะต้องมีคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.3 - 0.8 % ซึ่งจะให้ความลึกในการชุบโดยเฉลี่ย 0.1 นิ้ว แต่ถ้าเป็น alloy steel จะให้ความลึกได้มากกว่านี้ กรรมวิธีในการชุบด้วยวิธีนี้จะกระทำได้ด้วยการให้ความร้อนชิ้นงานด้วยเปลวไฟจาก Oxy-acetylene flame ให้ชิ้นงานมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงวิกฤติ (A_2) หลังจากนั้นทำการชุบ (quenching) ผิวอย่างรวดเร็วด้วยน้ำ (Water jet) หรืออากาศ (air jet) เมื่อผ่านขบวนการนี้แล้วจะต้องนำไปทำ tempening เพื่อคลายความเค้นภายในและแก้อย่างร้าวของชิ้นงาน

ภาคผนวก ง.

ตารางค่าความเร็วตัด และความเร็วป้อนกัดสำหรับเครื่องมือกลชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 1

เวลาโดยเฉลี่ยสำหรับmachine setup time

Machine	*Time, min*
Grinder, disk	15
Grinder, surface	15–30
Grinder, internal	45
Grinder, external	15–30
Grinder, centerless	30–45
Shaper	30–60
Borematic	45–60
Screw machine	45, each tool station
Vertical lathe	15, each tool setup
Turret lathe	15, each tool setup
Drill	15 + 5, each tool
Broach	30–60
Hobber	45
Gear grinder	45
Engine lathe	30–90
Tapping	30

Source: Manufacturing Engineering
by Herbert W.Wage

ตารางที่ 2

ค่าความเร็วตัดและอัตราป้อน

สำหรับงานกลึง วัสดุมีดกลึงชนิดCast alloy tools

Feed, 0.025–0.035 ipr				
Material	0.004–0.030-in.-deep cut, sfpm	0.030–0.093-in.-deep cut, sfpm	0.125–0.218-in.-deep cut, sfpm	Ceramic cut, sfpm
Cast iron	150	140	130	300–2,500
Soft steel	250	220	180	1,000–2,400
Heat-treated alloys	125	115	100	500–1,500
Hard steel, to Rockwell C 65				75–800
Stainless steel	225	200	180	600–1,500
Aluminum	1,250	1,100	950	
Brass	500	450	400	
Bronze, soft	200	175	150	
Bronze, hard	150	140	125	
Carbon-graphite				200–1,000
Tungsten				150–800
Stellite				60–600
Tantung				60–140
Hard rubber				To 1,000

Source: Manufacturing Engineering
by Herbert W.Wage

ตารางที่ 3

ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อน

สำหรับงานกลึง วัสดุมีดกลึงชนิดเหล็กรอบสูงและเหล็กคาร์ไบด์

Material	High-speed steel		Carbide tools		
	Sfpm	Feed	Sfpm	Feed	Grade
Steel Type:					
AISI 1113	225	0.009	675–900	0.017–0.024	C-6
AISI 1112, 1119	165	0.007	495–660	0.014–0.021	C-6
AMS 5010					
AISI 1116	155	0.007	465–620	0.013–0.020	C-6
AISI 1111, 1117, 1118	150	0.006	450–600	0.013–0.018	C-6
AISI 1144	140	0.006	420–560	0.012–0.017	C-6
AISI 1109, 1114, 1115, 1141, 1120, 1126, 1132	135	0.006	405–540	0.011–0.017	C-6
AISI 1016, 1019, 1022, 1145, 4017, 4023, 4024	130	0.006	390–520	0.011–0.017	C-6
AMS 5070					
AISI 1023, 1024, 1138, 4032, 5115, 5120	125	0.005	375–500	0.010–0.016	C-6
AISI 1010, 1012, 1015, 1017, 1018, 1020, 1025, 1027, 1045, 1046, 1137, 1140, 3130, 4028, 4037, 4130, 5132, 5135, 8630, 8632	120	0.005	360–480	0.010–0.015	C-6
AMS 5022, 5024, 5050, 5053, 5060, 5062, 5075, 5077, 6280, 6281, 6300, 6370					
AISI 1030, 1033, 1034, 1035, 1036, 1038, 1039, 1049, 1050, 1052, 1146, 1151, 2330, 3135, 4042, 5140, 8635, 8637, 8735	115	0.005	345–460	0.008–0.013	C-6
AMS 5080, 5082, 6282, 6320					
AISI 1006, 1008, 2317, 3115, 3120, 3140, 4027, 4047, 4053, 4137, 4140, 4608, 4615, 4620, 4621, 4640, 5145, 5147, 6145, 8615, 8617, 8620, 8622, 8640, 8641, 8642, 8720, 8740, 9437, 9440, 9442	110	0.005	330–440	0.009–0.014	C-6
AMS 6270, 6272, 6274, 6290, 6294, 6312, 6317, 6322, 6323, 6324, 6325, 6327, 6382, 6448					
AISI 1040, 1041, 1042, 1043, 3141, 3145, 4145, 4617, 5150, 5152, 8625, 8627, 8645, 8745, 9445, 9747	105	0.004	315–420	0.009–0.013	C-6
AMS 6292					
AISI 1330, 1335, 4150, 4317, 4320, 5160, 6150, 6152, 8647, 8650, 8653, 8750	100	0.004	300–400	0.008–0.012	C-6
AMS 6328					
AISI 1320, 1340, 2340, 4340, 5130, 6120, 8655	95	0.004	285–380	0.008–0.012	C-6
AMS 6412, 6415, 6418, 6470, 6480					
AISI 8660, 9254, 9255, 9763	90	0.004	270–360	0.008–0.012	C-6
AISI 1055, 1060, 1062, 1064, 2345, 2512, 2515, 2517, 3310, 4063, 4812, 4815, 9260, 9310, 9840	85	0.004	255–340	0.007–0.011	C-6
AMS 6240, 6250, 6253, 6260, 6342, 6475					
AISI 1065, 1066, 1070, 1074, 3316, 4068, 4119, 4125, 4817, 4820, 9261, 9262, 9315, 0317, 9845	80	0.003	240–320	0.007–0.010	C-6

Source: Manufacturing Engineering
by Herbert W.Wage

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Material	High-speed steel		Carbide tools		
	Sfpm	Feed	Sfpm	Feed	Grade
Steel Type (cont.):					
AMS 6242, 6263, 6264					
AISI 1078, 9850	75	0.003	225–300	0.006–0.008	C-6
AISI 1080, 1085, 1086, 1090, 1095, 5045, 5046, 50100	70	0.003	210–280	0.006–0.009	C-6
AMS 5132, 6442					
AISI 51100, 52100	65	0.003	195–260	0.006–0.008	C-6
AMS 6440					
Stainless Steel Type:					
201, 202, 204	75	0.005	R-150–250	0.005–0.015	C-2
			F-225–275	0.003–0.010	C-3
301, 302, 303, 304, 305, 308, 309,	75–90	0.005	R-125–200	0.020–0.040	C-2
310, 312, 314, 316, 317, 321, 325,			SR-175–300	0.005–0.020	C-2
327, 329, 330, 331, 334, 347, 348, 350			F-200–350	0.003–0.012	C-3
403, 405, 406, 410, 414, 416, 418,	75–90	0.005	R-150–250	0.020–0.035	C-5
420, 430, 501, 502			SR-200–400	0.005–0.025	C-7
			F-300–500	0.003–0.010	C-8
431, 440, 442, 443, 446	90–100	0.005	R-120–275	0.020–0.040	C-5
			SR-150–350	0.010–0.030	C-6
			F-210–350	0.003–0.010	C-7
Copper:	300–400	0.010	400–800	0.011–0.016	C-2
Tellurium copper					
Free-cutting brass					
Bronze bearing					
Free-cutting copper					
Bushing Bronzes:	225–325	0.009	300–600	0.008–0.012	C-2
High leaded brass					
Leaded gun metal					
Yellow Brass:	150–200	0.006	200–400	0.006–0.008	C-2
Naval brass					
Bronze:	75–100	0.005	100–200	0.005–0.008	C-2
Phosphor bronze					
Aluminum bronze					
Commercial bronze					
Gun metal					
Manganese bronze					
Copper silicon alloy					
Red brass					
Silicon brass					
Cast Iron:					
SAE 110	140	0.014–0.021	280–420	0.028–0.042	C-2
SAE 111	125	0.010–0.014	245–370	0.019–0.028	C-2
SAE 113, 120	105	0.009–0.014	215–320	0.018–0.028	C-2
SAE 114, 121, 122	75	0.006–0.009	150–220	0.012–0.018	C-2
Malleable Iron:					
SAE 32510	125	0.010–0.014	245–370	0.019–0.028	C-2
SAE 43010	105	0.009–0.014	215–320	0.018–0.028	C-2
SAE 48005, 60003	75	0.006–0.009	150–220	0.012–0.018	C-2
SAE 70002	60	0.005–0.008	115–175	0.010–0.013	C-2
Titanium:					
Pure	150–170	0.004–0.007	250–300	0.010–0.020	C-2
Alloy	30–60	0.004–0.007	120–160	0.008–0.015	C-2
Magnesium	2,000	0.010–0.030	5,000 up	0.015–0.030	C-2
Aluminum	150–225	0.015–0.030	5,000 up	0.015–0.030	C-2
Nylon	150–200	0.006	1,000 up	0.003–0.005	C-2
Teflon	200–500	0.001–0.008	1,000 up	0.003–0.005	C-2

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Material	High-speed steel		Carbide tools		
	Sfpm	Feed	Sfpm	Feed	Grade
Plastic:					
Thermoplastic, thermosetting			250–400	0.015–0.030	C-2
Bonded mica	42–50	0.004–0.008			
Vulcan fiber	300–700	0.006–0.020			
Glass base			100–500	0.005–0.010	C-2
Cotton base			600–1,000	0.010–0.015	C-2
Abrasives:			75–150	0.005–0.015	C-2
Tile					
Glass					
Marble					
Slate					
Transite					
Asbestos:			300–500	0.005–0.015	C-2
Hard rubber					
Tungsten	6–10	0.005	60–300	0.005–0.008	C-2
Zinc			250–400	0.005–0.060	C-2
Zirconium			80	0.010–0.020	C-2
Columbium	100–300	0.005–0.010			
Tantalum	100–300	0.005–0.010			
Uranium			125	0.010–0.017	C-2
Molybdenum:					
Pure			300–600	0.005–0.015	C-2
Arc cast			25–50	0.002	C-2
Inconel:					
700	8–15	0.005–0.010	20–30	0.005–0.010	C-2
X	10–25	0.008–0.015	25–50	0.008–0.015	C-2
Nimonic:					
80A and 90	10–20	0.008–0.015	30–50	0.008–0.015	C-2
Nickel			150–175	0.010–0.020	C-6
Monel			125–225	0.010–0.020	C-6
K Monel			100–200	0.010–0.020	C-6
KR Monel			125–250	0.010–0.020	C-6
Superalloys:					
Hastelloy X	18–21	0.007–0.011	68–88	0.009–0.016	R-C1, F-C3 SR-C2
Stellite alloy 6B, 6K			30–45	0.008–0.015	R-C1, F-C3 SR-C2
S-816			45–65	0.009–0.011	R-C1, F-C3 SR-C2
Waspalloy	12–16	0.014–0.018			R-C1, F-C3 SR-C2
René 41			35–60	0.010–0.015	R-C1, F-C3 SR-C2
Udimet 500			70–80	0.010–0.015	R-C1, F-C3 SR-C2

ตารางที่ 4

ค่าความเร็วตัด และช่วงป้อนเจาะ

สำหรับงานเจาะ

Material	Sfpm		Drill diam						
			1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4+
	HSS	Carbide	Feed, ipr						
Aluminum	300	1,000	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.014	0.016
Copper, brass	200–500	.....	0.005	0.007	0.010	0.014	0.018	0.020	
Naval brass	75–250	.....	0.005	0.010	0.016	0.016			
Phosphor bronze	50–125	.....	0.002	0.004	0.007	0.015			
Nickel	40–60	.....	0.002	0.003	0.004	0.006	0.009	0.013	0.015
Inconel	30–45	.....	0.002	0.003	0.004	0.006	0.008	0.008	0.008
K Monel	20–30	.....	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007	0.009	0.010
Superalloys	10–20	20–40	0.001	0.002	0.004	0.005	0.006	0.006	0.006
Titanium	30–50	.....	0.002	0.005	0.007	0.009	0.011	0.015	
Zinc	200–300	.....	0.001	0.002	0.004	0.005			
Molybdenum	30–35	.....	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007	0.010	
Uranium	80–125	.....	0.002	0.004	0.005	0.007	0.008	0.012	
Cast iron	75–110	140–200	0.004	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.025
Plastic (phenolic)	.....	100	0.001	0.001	0.003	0.005	0.008	0.015	0.025
Plastic (glass)	.....	50	0.001	0.001	0.003	0.005	0.008	0.015	0.025
Carbon steel	70–90	.....	0.002	0.003	0.005	0.006	0.010	0.012	0.016
Stainless steel	30–40	.....	0.002	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.014
Wood	.....	200	Hand						
Magnesium	75–400	.....	0.010	0.014	0.017	0.017	0.017	0.017	
Bakelite	200–500	.....	0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.025

Source: Manufacturing Engineering
by Herbert W.Wage

ตารางที่ 5

ค่าความเร็วไส และช่างป้อนไส

สำหรับงานไสนอน ไสยืน และงานไสระนาบ

Material	Sfpm	Feed, in. per stroke
Aluminum	200	0.030–0.050
Brass	150	0.050–0.060
Steel, cast iron	100	0.050–0.060
Alloy steel	50	0.030–0.050
Stainless steel	35	0.030–0.050

Source: Manufacturing Engineering
by Herbert W.Wage

ตารางที่ 6

ค่าความเร็วตัดและความเร็วป้อนกัด

สำหรับงานฮ็อบ

Material	Sfpm	Feed per flute
Aluminum	500	0.0015
Commercial brass	250	0.0015
Mild steel	100	0.002
Medium steel	75	0.002
Bronze	75	0.002
Drill rod	50	0.002
Monel	50	0.002
Stainless	50	0.002
Naval brass	150	0.002

Feed, ipr				
Pitch diam	Hob diam	Bakelite fiber	Brass, bronze	Steel
1½	8	0.186	0.140	0.093
2½	5	0.166	0.125	0.083
4	4	0.156	0.117	0.078
8	3	0.130	0.098	0.065
12	2¾	0.112	0.084	0.056
16	2½	0.096	0.072	0.048
20	2½	0.080	0.060	0.040
24	2½	0.076	0.057	0.038
30	2½	0.070	0.053	0.035
40	1⅞	0.060	0.045	0.030
50	1⅞	0.050	0.038	0.025

Source: Manufacturing Engineering
by Herbert W. Wage

ตารางที่ 7

ค่าความเร็วตัด ความเร็วป้อนกัด สำหรับงานกัด

วัสดุงาน	มีดกัดนอน b = 100 มม.				มีดกัดขน b = 70 มม.				งานมีดกัด b = 20 มม.			
	งานกัดหยาบ a = 5 มม.		งานกัดละเอียด a = 0.5 มม.		งานกัดหยาบ a = 5 มม.		งานกัดละเอียด a = 0.5 มม.		งานกัดหยาบ		งานกัดละเอียด a = 10 มม.	
	v	s'	v	s'	v	s'	v	s'	v	s'	v	s'
เหล็กกล้าไม่เจือ มีความเค้นสูงสุด 65 กก/มม.^{2}	17	100	22	60	17	100	22	70	18	100	22	40
เหล็กเจืออบเหนียว ความเค้นสูงสุด 75 กก/มม.^{2}	14	80	18	50	14	90	18	56	14	80	18	30
เหล็กเจืออบ เหนียวความ เค้นสูงสุด 100 กก/มม.^{2}	10	50	14	36	10	55	14	42	12	50	14	25
เหล็กหล่อ ความ แข็งสูงสุด 180 บริเนล	12	120	18	60	12	140	18	70	14	120	18	40
ทองเหลือง	35	70	35	60	36	100	55	150	36	150	55	75
โลหะเบา	200	200	250	100	200	250	250	110	200	200	250	100

วัสดุงาน	เพลามีดกัด b = 25 มม.				หัวชุดมีดกัด b = 150 มม.				ใบเลื่อยกัด b = 2.5 มม.		
	a = 5 มม.		a = 0.5 มม.		a = 5 มม.		a = 0.5 มม.		a = 10 มม.		
เหล็กกล้าไม่เจือ ความเค้นสูงสุด 65 กก/มม.^{2}	17	50	22	120	20	20	30	50	45	50	
เหล็กเจือ, อบเหนียว ความเค้นสูงสุด 75 กก/มม.^{2}	15	40	19	100	16	65	23	40	35	40	
เหล็กเจือ อบเหนียว ความเค้นสูงสุด 100 กก/มม.^{2}	13	20	17	65	14	30	18	80	25	30	
เหล็กหล่อ ความแข็งสูงสุด 180 บริเนล	15	60	19	120	16	100	24	90	35	50	
ทองเหลือง	35	80	55	120	50	200	60	125	350	200	
โลหะเบา	160	90	180	120	250	250	300	90	320	180	

v= ความเร็วตัด (ม./นาที)
s= ความเร็วป้อนกัด(มม./นาที)
b= ความกว้างรอยกัด
a= ความลึกรอยกัด

ที่มา: เกร์ลิงค์ทฤษฎีงานเครื่องมือกล แปลโดย บุญยศักดิ์ ใจจงกิจ

ตารางที่ 8

ค่าความเร็วตัดของมีดกัดงานกัดเหล็ก

Cutter diam, in.	Brinell hardness			
	160–180	180–220	220–300	300–420
	Cutter rpm			
4	600–420	570–400	515–360	430–300
6	400–280	380–266	340–238	285–200
8	300–210	285–200	260–182	215–150
10	240–168	230–161	205–143	170–119
12	200–140	190–133	170–119	140–98

SOURCE: Courtesy of Kennametal, Inc.

ตารางที่ 9

ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อน

สำหรับงาน end milling วัสดุมีดกัดชนิด Carbide tools

Material to be cut	Speeds, sfpm	Feed, ipm		
		Cutter diam, up to 3/16 in.	Cutter diam, 1/4–1/2 in.	Cutter diam, 1/2 in. and over
Carbon steels	90–250	1–4	2–10	3–10
Free-cutting steels	100–300	1–4	3–15	4–15
Nickel	90–250	1–4	2–12	4–12
Nickel chrome	80–250	1–4	2–12	4–12
Stainless steels	70–250	1–4	2–10	4–12
Cast iron	60–200	1–5	3–15	4–15
Malleable iron	60–200	1–5	3–15	4–15
Brass and bronze	100–300	2–6	4–20	6–20
Aluminum (alloys)	125–350	2–8	4–20	6–30
Zinc alloy	150–400	2–8	4–20	6–30
Copper	125–350	2–6	4–20	6–20
Hard rubber	150–500	3–12	4–30	6–40
Fiber	150–400	3–12	4–30	6–40
Plastics	200–600	3–15	6–40	10–50
Monel metal	100–250	2–10	4–20	6–30
Titanium	70–150	1–4	2–10	3–10
Magnesium	125–350	2–8	4–20	6–30

SOURCE: Courtesy of Kennametal, Inc.

ตารางที่ 10

จำนวนฟัน และจำนวนใบกัดของมีดที่หาได้

Plain high-speed steel milling cutters	
Diam of cutter, in.	*No. of teeth*
2	8
2¼	8
2½	8
2¾	8
3	8
3½	9
4	9
4½	10
Inserted-carbide-blade face mills	
Diam of cutter, in.	*No. of blades*
4¼	8
6	10
8	12
10	16
12	20

Source: Manufacturing Engineering
by Herbert W. Wage

ตารางที่ 11

ความเร็วตัดและอัตราป้อนกัดในงานไสเฟือง

Material	Sfpm	Feed, in. per stroke	
		Rough cut	Finish cut
Mild steel	75–85	0.010	0.008
Tool steel	40–50	0.010	0.008
Stainless steel	25–35	0.008	0.004
Hard steel Rockwell C 47	10–25	0.006	0.002
Brass	100	0.012	0.010
Bronze	45	0.010	0.008
Aluminum	200	0.012	0.010

Source:Maufacturing Engineering
by Herbert W.Wage

ตารางที่ 12

ค่าความเร็วตัดในงานแทงขึ้นรูป

Material	*Fpm*
Aluminum	50
Titanium	30
Copper	12–24
Monel, nickel	10–18
K Monel, Inconel	5–12
Waspalloy	15
Stainless steel	8–15
Brass, bronze, cast iron	40
Hard cast iron	20
Steel, free machining	30
Steel, medium	20
Steel, hard	10
Magnesium	60

Source:Manufacturing Engineering
by Herbert W.Wage

ตารางที่ 13

ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนกัดในงานรีมมิ่ง

Cutting time = $\frac{\text{length of cut}}{\text{feed} \times \text{rpm}}$

Material	Sfpm		Feed, in.	Stock allowance in hole, in.
	HSS	Carbide		
Aluminum	3,000	.....	0.007–0.010	0.006–0.016
Copper alloys	65–280	.....	0.007–0.010	0.008–0.016
Phosphor bronze	75	.....	0.007–0.010	0.008–0.016
Aluminum bronze	70	.....	0.010–0.018	0.008–0.012
Magnesium	400	.....	0.010–0.018	0.020–0.030
Nickel	30	.....	0.005–0.009	0.005–0.012
Inconel 700, nimonic	10	20–25	0.006–0.010	0.010
Stellite No. 6	.....	25–35	0.001–0.008	0.010
Titanium	.....	40	0.005–0.008	0.010
Stainless steel	30–90	.....	0.003–0.008	0.014–0.018
Carbon steel:				
SAE 1112	145	.....	0.007–0.010	0.016
1010	104	.....	0.005–0.007	0.016
1020	104	.....	0.004–0.006	0.016
1095	62	.....	0.003–0.004	0.016
Alloy steel:				
SAE 2512	75	.....	0.004–0.005	0.016
3310	75	.....	0.004–0.005	0.016
9310	96	.....	0.004–0.005	0.016
8617	96	.....	0.005–0.007	0.016
8740	96	.....	0.005–0.007	0.016
4130	104	.....	0.005–0.007	0.016
4135	102	.....	0.005–0.007	0.016
4140	96	.....	0.005–0.007	0.016
4337	78	.....	0.004–0.006	0.016
6150	87	.....	0.004–0.006	0.016
52100	57	.....	0.003–0.004	0.016
Plastics	75	90–180	0.004–0.020	0.004–0.015
Cast iron	100	200–370	0.014–0.022	0.004–0.015

Source: Manufacturing Engineering
by Herbert W. Wage

ประวัติผู้เขียน

นายสมบัติ โลหะศรี เป็นชาวจังหวัดแปดริ้ว เกิดที่ตำบลท่าไข่ อำเภอเมือง เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2498 สำเร็จการศึกษาชั้นปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับสอง สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จากวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา เมื่อปีการศึกษา 2522 เข้ารับการศึกษาในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2523 เคยผ่านการฝึกอบรมและปฏิบัติงานด้านช่างเครื่องมือกล (machine tool operators) เป็นเวลา 1 ปี จากโรงเครื่องมือกลผลิต กองผลิต โรงงานมักกะสัน การรถไฟแห่งประเทศไทย