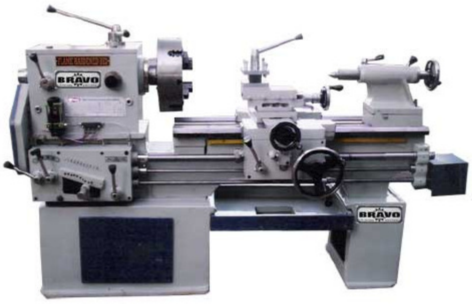
MACHINE TOOLS



HTUN MTINT HTAY (M.E., MECHANICAL)

Revision (1) Dated: 09-Aug-2015

မာတိကာ

Chapter (1) Fundamental of machine tools ……………………………………………………….3 ~ 7

Chapter (2) Lathe machine……………………………………………………………………………8 ~33

Chapter (3) Milling machine………………………………………………………………………..34~45

Chapter (4) Drilling machine………………………………………………………………………..46~49

Chapter (5) Shaping machine…………………………………………………………………………..50

Chapter (6) Hobbing machine……………………………………………………………………..51~56

Chapter (7) Introduction to CNC Machines………………………………………………..57~62

CHAPTER (1)
FUNDAMENTAL OF MACHINE TOOLS

1.1. Safety Precaution of Machine Tools Operation

စက်ပစ္စည်းများနှင့် အလုပ်လုပ်ရာတွင် အန္တရာယ်များလှပါသည်။ ကိုယ်ကိုင်တွယ်မည့်စက်က ဘယ်လိုအန္တရာယ်ပေးနိုင်သလဲ၊ ဘယ်လိုကာကွယ်ရမလဲ ဆိုတာ သိထားဖို့လိုအပ်ပါသည်။

- ❖ ပထမဦးဆုံးအရေးတကြီးသိထားရန်လိုအပ်သည်မှာ အရေးပေါ်ကိစ္စများအတွက် စက်ကို မည်ကဲ့သို့ အမြန်ဆုံးရပ်ရမည်ကို သိထားရန် ဖြစ်ပါသည်။ အရေးပေါ်ရပ်ရမည့်ခလုတ်အား မည်သည့်အရာနှင့်မှ ကွယ်မနေပါစေနှင့်။
- ❖ စက်တွင်တပ်ဆင်ထားသော အကာအရံများကို ကိုယ့်သဘောနှင့်ကိုယ် ပြုပြင်ပြောင်းလဲ တပ်ဆင်ရန် မကြိုးစားပါနှင့်။
- ❖ ပျက်စီးချို့ယွင်းနေသော စက်များကို မသုံးပါနှင့်။ သေသေချာချာပြင်ပြီးမှ သုံးပါ။
- ❖ စက်ကို ပုံမှန်ကြွခိုင်ရေး လုပ်ရပါမည်။ စက်ကို သုံးပြီးတိုင်း သန့်ရှင်းရေးလုပ်ပါ။
- ❖ တွင်ခုံသုံးရာတွင် အဝတ်အစားသေသေသပ်သပ် ဝတ်ရပါမည်။ လည်ပတ်နေသော Chuck နှင့် မထိတွေ့ပါစေနှင့်။
- ❖ တွင်ခုံလည်ပတ်ရာမှထွက်လာသော သံစများကို လက်နှင့်ဖယ်ထုတ် ခြင်းထုတ်ခြင်းမျိုး မလုပ်ပါနှင့်။
- ❖ တွင်ခုံမောင်းနှင်ပြီး ဘေးမှာရှိသောလူများနှင့် စကားပြောဆိုခြင်း မလုပ်ပါနှင့်။ အလုပ်ထဲမှာပဲ အာရုံစိုက် ထားရပါမည်။
- ❖ ဖောက်စက် Drilling machine ကို သုံးရာတွင် ပစ္စည်းကို ညှပ်ခုံ Vice မှာ သေချာညှပ်ပြီးမှ စက်စတင် လည်ပတ်ပါ။
- ❖ စက်ရပ်ပြီးနောက် လည်ပတ်နေသော Chuck ကို ရပ်ဖြင့်ဖမ်းပြီး ရပ်တာမျိုးမလုပ်ပဲ စက်ရပ်သွားတဲ့ အထိ စောင့်ပါ။
- ❖ စက်ဖြင့်အလုပ်လုပ်ရာတွင် မေ့သွားတာမျိုး မဖြစ်ပါစေနဲ့။ အမြဲ သတိနဲ့ လုပ်ပါ။
- ❖ ဆောက်သွားများ စက်ကိရိယာများကို စနစ်တကျ သိမ်းဆည်းပါ။
- ❖ အမြင့်နေရာများတွင် သိုလှောင်ပါက ပြုတ်ကျမလာအောင် စနစ်တကျ သိမ်းဆည်းပါ။
- ❖ အန္တရာယ်ကင်းစွာ လုပ်တတ်ဖို့က အရေးကြီးပါသည်။ ပိုပြီး နားလည်စေရန် နောက်ရေးမည့်အခန်းတိုင်းတွင် လိုအပ်သလို SAFETY PRECAUTION ကို ထည့်သွင်း ရေးသားသွားပါမည်။

1.2. Fundamental of Machine Tools

Machine Tools တွေကို Mother of machines ဟု တင်စားခေါ်ဝေါ်ကြပြီး အခြားစက်တွေ ဖြစ်ပေါ်လာအောင် ၄င်းစက်တွေကို အခြေခံပြီး တည်ဆောက်ရသောကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။

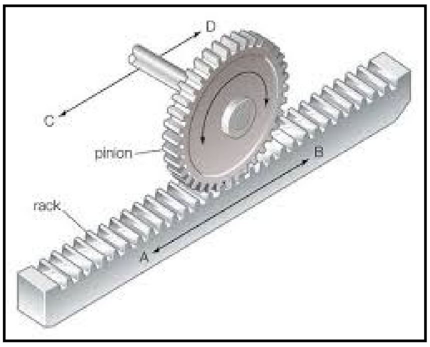
Machine Tools တွေကို အသုံးပြုပြီး Machining စက်စားခြင်း၊ Forming ပုံသွင်းခြင်းများ လုပ်ရပါသည်။ Machine Tools အခြေခံစက်များမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည်။

(1) Lathe Machine
(2) Milling Machine
(3) Drilling Machine
(4) Shaping Machine (Shaper)
(5) Broaching Machine
(6) Hobbing Machine
(7) Grinding Machine
(8) Bench Saw Machine
(9) Sheet Metal Shearing Machine
(10) Planer
(11) CNC Machines (Computer Numerical Control Machines)
  (A) CNC Lathe
  (B) CNC Milling
  (C) CNC Cutting
  (D) CNC Drilling

1.3. Basic Construction of Machine Tools

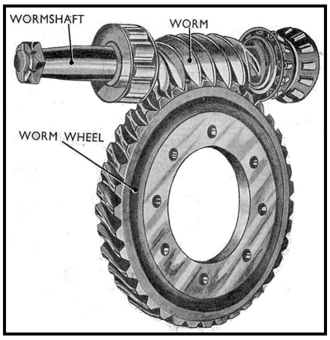
1.3.1. Rack and Pinion

ဂီယာသွားကို အဖြောင့်လိုက်ဖေါ်ထားသော ဗားတစ်ခုကို Rack ဟုခေါ်ပြီး ပတ်ပတ်လည်ဂီယာသွား ဖေါ်ထားလျှင် Pinion ဟုခေါ်ပါသည်။ Rack and Pinion ကို လည်ပတ်သောအားမှ ရွေလျားသောအားပြောင်း ချင်ရင်ဖြစ်စေ၊ ရွေလျားသောအားမှ လည်ပတ်သောအားပြောင်းချင်ရင်ဖြစ်စေ အသုံးပြုပါသည်။ ၎င်းနည်းတွင် လည်ပတ်သောဦးတည်ချက်နဲ့ ရွေသွားသောဦးတည်ချက်အတူတူဖြစ်ပါသည်။ ပုံတွင် ဂီယာကို D ဘက်လှည့် ပါက B ဘက်ကို ရွေ့သွားမည်ဖြစ်ပြီး ဂီယာကို C ဘက်လှည့် ပါက A ဘက်ကို ရွေ့သွားမည်ဖြစ်ပါသည်။



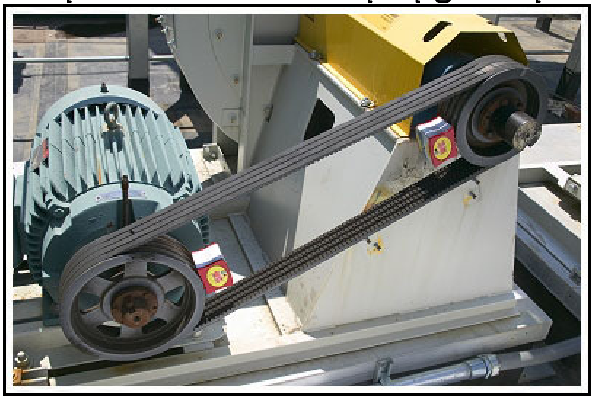
1.3.2. Worm and worm wheel (gear)

Worm ဆိုသည်မှာ ဂီယာနှင့် ချိတ်ဆက်နိုင်ရန် ဒီဇိုင်းဖြင့်သေချာခုတ်ထားသော Shaft တစ်ချောင်း ဖြစ်ပြီး worm wheel ကတော့ ဂီယာအမျိုးအစားတစ်ခု ဖြစ်ပါသည်။ ၎င်းကို လည်ပတ်အား ၉၀ ဒီဂရီပို့ချင်တဲ့ နေရာတွေမှာ အသုံးပြုပါသည်။ ဂီယာအချိုးပေါ်မူတည်ပြီး လည်ပတ်နှုန်းပြောင်းလဲပါသည်။ ဥပမာ worm wheel က ဂီယာအသွား (၄၀) ရှိပါက Worm Shaft ကို အပတ်(၄၀) လှည့်မှ worm wheel က တစ်ပတ်အပြည့် လည်မည်ဖြစ်ပါသည်။



1.3.3. Pulley and Belt Drive

Machine tool တော်တော်များများကို လျှပ်စစ်မော်တာဖြင့် မောင်းနှင်ပြီး ရရှိလာသော စက်မှုစွမ်းအားကို Pulley and Belt Drive ကို သုံးပြီး အားပို့ဆောင်ပါသည်။



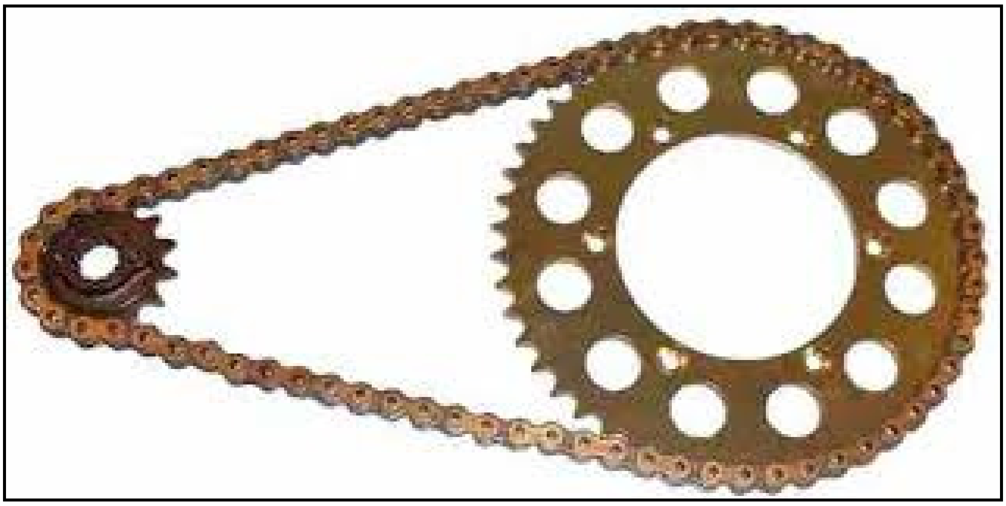
1.3.4. Square Thread and Handwheel

ငှင်းနည်းသည် စက်တော်တော်များများတွင် မပါမဖြစ် အသုံးပြုသည့်နည်း ဖြစ်ပါသည်။ ပုံတွင် Power Lead Screw ပုံဖြစ်ပြီး Square Thread နဲ့ အတွင်းရစ် ရစ်ထားသော နှစ်ခြမ်းပြုလုပ်သော ပစ္စည်းတွေကို တွဲဖက်သုံးပါသည်။ တွင်ခုံတွင် Carriage ကို အော်တိုသွားလိုပါက သည်နည်းကို အသုံးပြုပါသည်။

အထက်ပါပုံတွင် Square Thread and Handwheel ကို အခြေခံပြီး တည်ဆောက်ထားပါသည်။ Handwheel ကို လှည့်သောအခါ Square Thread သည် ရှေ့ကိုတိုးသွားပါသည်။ ပြောင်းပြန်လှည့်လျှင် နောက်ပြန်ဆုတ်လာပါသည်။

1.3.5. Chain and Spocket

ငှင်းနည်းသည် စက်ဘီးတွင် အသုံးပြုသည့်နည်းအတိုင်း ဖြစ်ပါသည်။

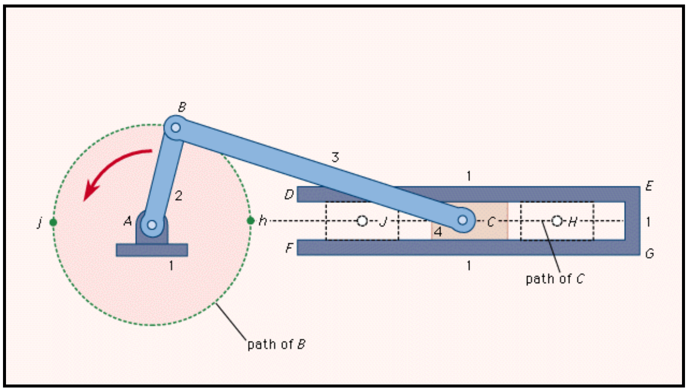


1.3.6. Bevel Gears

Bevel gear ကို ဒေါင်းလိုက်လည်ပတ်အားကနေ ရေပြင်ညီလည်ပတ်အား၊ အပြန်အလှန်အားဖြင့် ရေပြင်ညီလည်ပတ်အားကနေ ဒေါင်းလိုက်လည်ပတ်အားကို ပြောင်းပေးရန် အသုံးပြုပါသည်။

1.3.7. Reciprocating Motion

Reciprocating Motion ဆိုသည်မှာ လည်ပတ်အားကနေ ရှေ့နောက်ရွေ့နိုင်သောအားကို ပြောင်းလဲပေးသော နည်းစနစ်ဖြစ်ပြီး Power Saw Machine ကဲ့သို့သောစက်များတွင် အဓိက အသုံးပြုပါသည်။

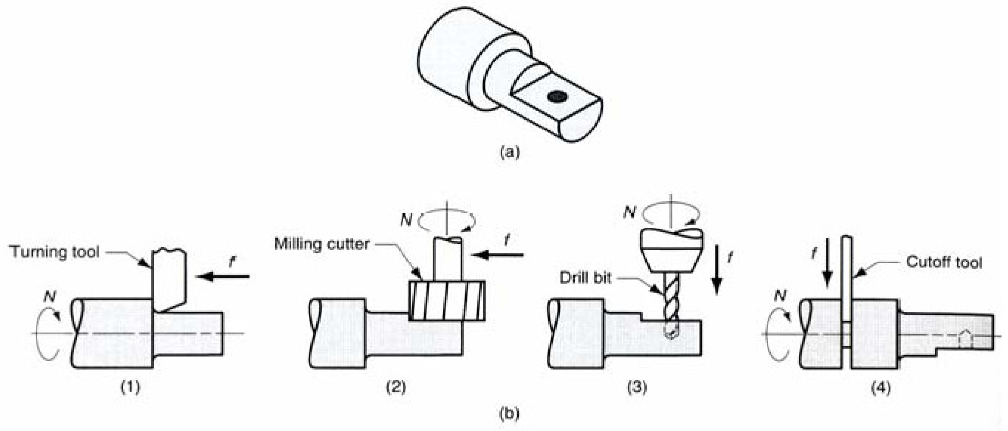


အထပ်ပါပုံသည် Reciprocating Motion ကို အသုံးပြုထားသော Horizontal Band Saw Machine ဖြစ်ပါသည်။

1.4. Sample Machining

Machining centers and Turning centers

- Automatic tool changing
- Pallet shuttles
- Automatic workpart positioning



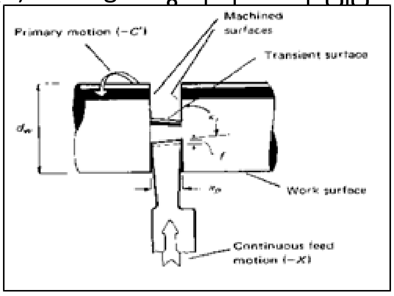
ပုံတွင်ပြထားသော ပစ္စည်းလေးလုပ်ဖို့ စက်သုံးမျိုး သုံးရပါမည်။ ပထမဆုံး လိုအပ်သော လုံးပတ်ရအောင် တွင်ခုံပေါ်တင်ပြီး Turning စားရပါမည်။ လိုအပ်သောလုံးပတ်ရပါက Milling machine ပေါ်တင်ပြီး Cutter နဲ့ စားရပါမည်။ လိုအပ်သော အပေါက်ဖောက်ရန် Drilling machine ပေါ်တင်ပြီး Drill နဲ့ ဖောက်ရပါမည်။ နောက်ဆုံး တွင်ခုံပေါ် ပြန်တင်ပြီး Cutting Tool နဲ့ဖြတ်လိုက်သောအခါ လိုချင်သော ပစ္စည်းလေး ရရှိပါသည်။

CHAPTER (2)
LATHE MACHINE
(တွင်ခုံ)

Lathe machine ကို တွင်ခုံလို့ခေါ်ပြီး လူအများ ရင်းနှီးကျွမ်း ဝင်တဲ့စက်အမျိုးအစားဖြစ်ပြီး မြန်မာနိုင်ငံတွင်တွင်ကျယ်ကျယ် အသုံးပြုကြပါသည်။

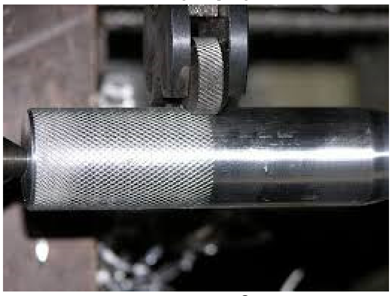
2.1. တွင်ခုံနှင့် ဘာတွေလုပ်နိုင်သလဲ။

(1) Cutting = တွင်ခုံကို အသုံးပြုပြီး သံထည်များ ဖြတ်နိုင်ခြင်း၊



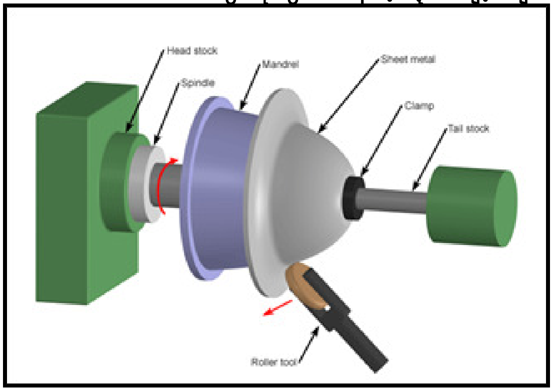
(2) Sanding = တွင်ခုံတွင် Work piece ကို တပ်ဆင်ပြီး Sand Paper ဖြင့် အချောသတ်နိုင်ခြင်း

(3) Knuling = တွင်ခုံတွင် Work piece ကို တပ်ဆင်ပြီး Knuling Tool ဖြင့် အကွက်ဖေါ်နိုင်ခြင်း၊

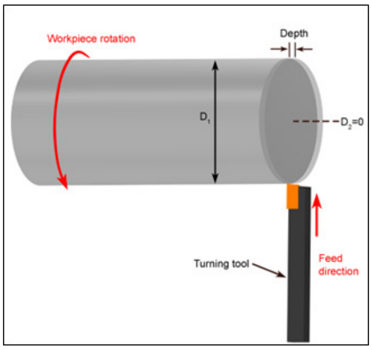


(4)Drilling = တွင်ခုံတွင် Work piece ကို တပ်ဆင်ပြီး Drill Bit ဖြင့် အပေါက် ဖောက်နိုင်ခြင်း၊

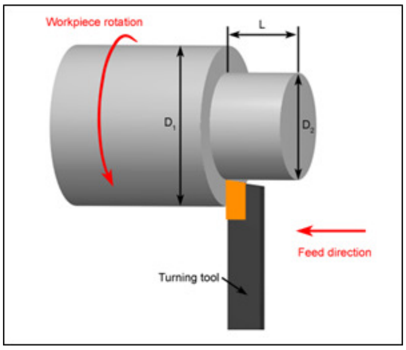
(5) Deformation= တွင်ခုံတွင် ဒန်ကဲ့သို့ ပျော့ပျောင်းသောအရာတပ်ဆင်ပြီး လိုအပ်သလို ပုံဖေါ်နိုင်ခြင်း၊



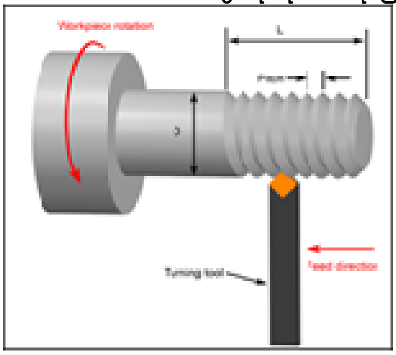
(6) Facing = တွင်ခုံတွင် Work piece ကို တပ်ဆင်ပြီး မျက်နှာပြင်ညှိခြင်း၊



(7) Turning = တွင်ခုံတွင် Work piece ကို တပ်ဆင်ပြီး လုံးဝန်းသွားအောင် သေးငယ်သွားအောင် လုပ်နိုင်ခြင်း၊

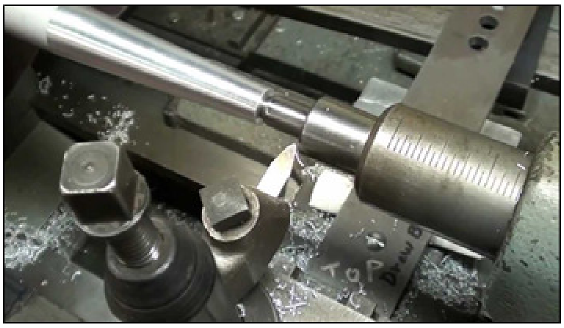


(8) Threading = တွင်ခုံကို အသုံးပြုပြီး အတွင်းရစ် အပြင်ရစ်များ ရစ်နိုင်ခြင်း၊

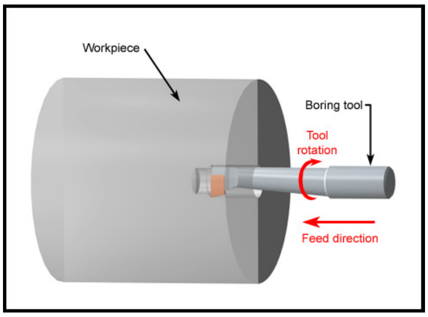


(9) Tapering = တွင်ခုံတွင် Work piece ကို တပ်ဆင်ပြီး Taper Shaft များခုတ်စား နိုင်ခြင်း၊

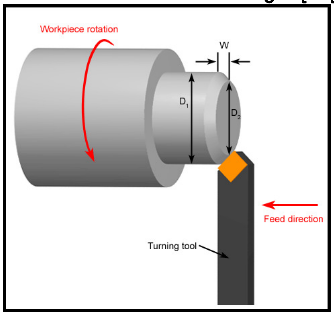
မှတ်ချက်။ ။ တေပါဆိုသည်မှာ Shaft ရဲ့ လုံးပတ်ကြီးရာမှ သေးသွားခြင်း ဖြစ်ပါသည်။



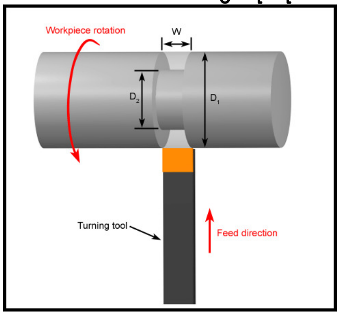
(10) Boring = တွင်ခုံကို အသုံးပြုပြီး အတွင်းပေါက် ချဲ့ခြင်း၊



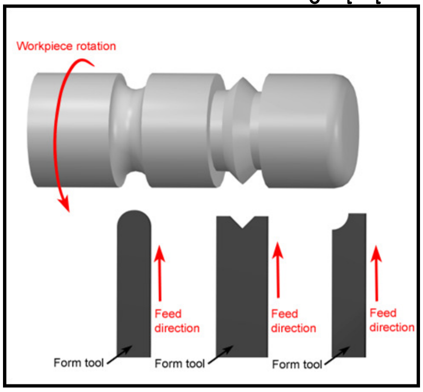
(11) Chamfering = တွင်ခုံကို အသုံးပြုပြီး စောင်းသိမ်းခြင်း၊



(12) Groving = တွင်ခုံကို အသုံးပြုပြီး မြောင်းဖော်ခြင်း၊



(13) Grove Forming = တွင်ခုံကို အသုံးပြုပြီး မြောင်းဖော်ခြင်း၊ ပုံစံထုတ်ခြင်း၊



(14) General Machining = တွင်ခုံကို အသုံးပြုပြီး လုပ်ငန်းတော်တော်များများကို အခြား အပိုကိရိယာများ တပ်ဆင်ပြီး အသုံးပြုနိုင်ပါသေးသည်။

ဥပမာ – လျှပ်စစ်မော်တာ ကွိုင်းပတ်တာမျိုးကို အနေးလည်ပြီး သုံးတာမျိုး ရှိပါသည်။

မှတ်ချက်။ ။ပုံမှန်မဟုတ်သော လုပ်ငန်းများကို တွင်ခုံသုံးပြီး လုပ်ချင်ပါက တွင်ခုံကို အထူးကျွမ်းကျင်ဖို့ လိုအပ်ပါသည်။

2.2. တွင်ခုံဆိုင်ရာ အခေါ်အဝေါ်များနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ

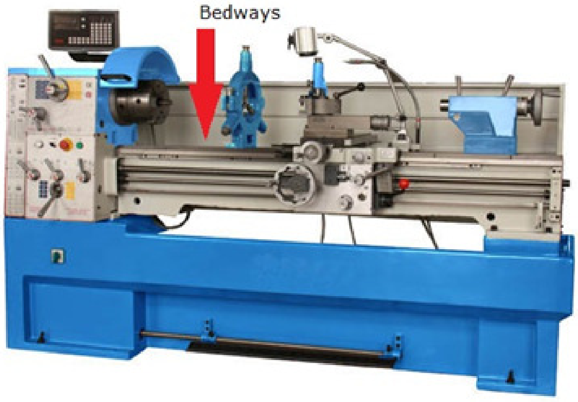
(1) Headstock = တွင်ခုံ၏ ခေါင်းပိုင်း

ဟတ်စတောတွင် အဓိကမောင်းနှင်ပေးသော မော်တာ၊ Workpiece ညှပ်ရန် Chuck, မော်တာကနေ Chuck ထိ လည်ပတ်အားကို ပို့ဆောင်ပေးသော ဂီယာများ၊ တွင်ခုံ လည်ပတ်နှုန်းကို အနှေးအမြန်လုပ်ပေးသော ဂီယာဘောက်များ ပါဝင်ပါသည်။

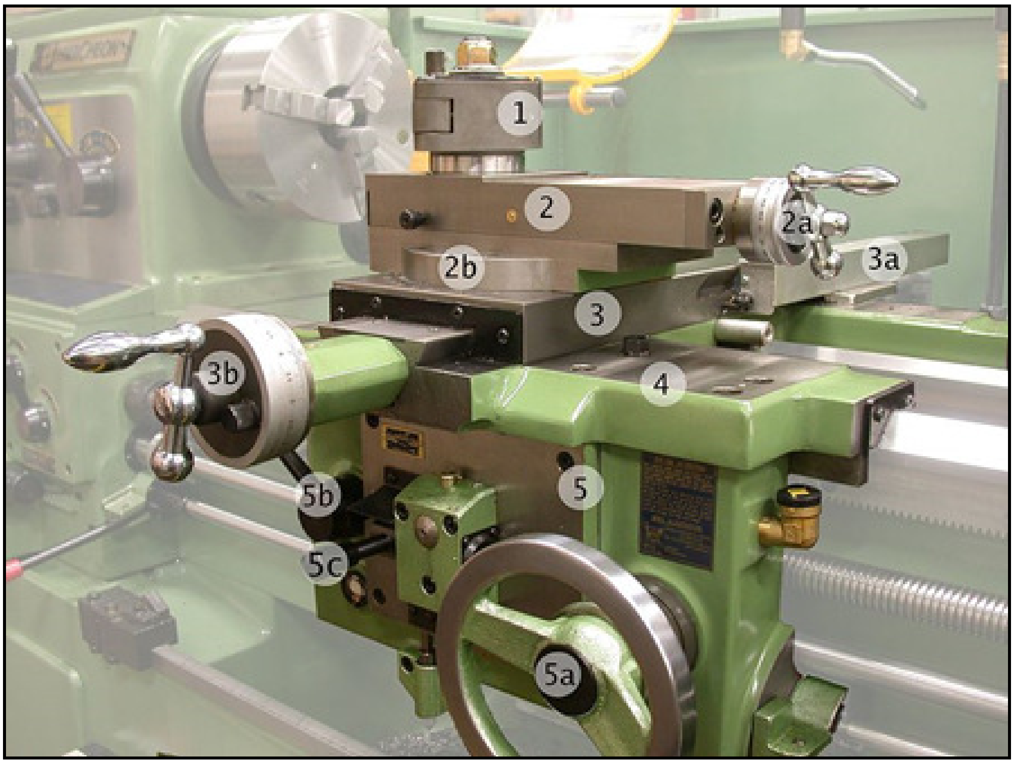
(2)Chuck = Workpiece ညှပ်ရန်

ချပ်ခေါင်းတွင် 3 Jaw Chuck, 4 Jaw Chuck ဆိုပြီး နှစ်မျိုးရှိပါသည်။ 3 Jaw Chuck ကို လုံးဝန်းသော Workpiece များကို အလွယ်တကူညှပ်ရန်ဖြစ်ပြီး 4 Jaw Chuck ကို လေးထောင့်နဲ့ ပုံမှန်မဟုတ်သော Workpiece များကို ညှပ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ Chuck တွင် Workpiece ညှပ်ပုံကို အသေးစိတ် ဖော်ပြပါမည်။

(3)Bedways = တွင်ခုံတွင် ခုတ်စားမည့် ဆောက်သွား သွားမည့်လမ်းကြောင်း

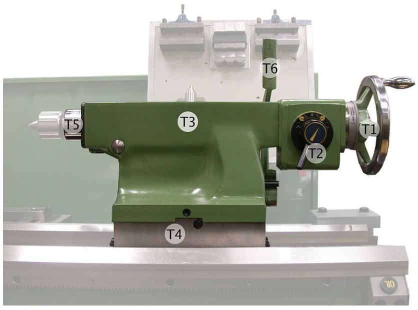


(4) Carriage = တွင်ခုံတွင် ကယ်ရိုတ်သည် ခုတ်စားမည့် ဆောက်သွားကို ထိန်းချုပ်ခြင်း၊ အော်တို ရွေ့သွားနိုင်ခြင်း၊ ခေါက်တုံ့ခေါက်ပြန် သွားနိုင်ခြင်း၊ ဆောက်သွားကို အတိအကျ ရွှေ့တိုးနောက် ဆုတ် လုပ်နိုင်ခြင်း စသည့် လုပ်ငန်းတွေ တော်တော်များများ လုပ်နိုင်ရန် တည်ဆောက်ထားပါသည်။



(1) Toolpost ဆောက်သွားတတ်ရန်၊ (2) Compound Rest or Top Slide ဆောက်သွား ကို Spindle နဲ့အပြိုင်အတိအကျရွှေ့တိုးနောက်ဆုတ် လုပ်နိုင်ရန်၊ (2b) Compound Rest or Top Slide ကို ဒီဂရီအတိအကျစောင်းနိုင်ရန်၊ (3) Cross Slide ဆောက်သွား ကို Spindle ထောင့်မှန်ကျ အတိအကျရွှေ့တိုး နောက်ဆုတ်လုပ်နိုင်ရန်၊ (4) Saddle, (5) Apron, (5a) Handwheel သည် Carriage တခုလုံးကို ရွှေလျား သွားနိုင်ရန် ဖြစ်ပါသည်။

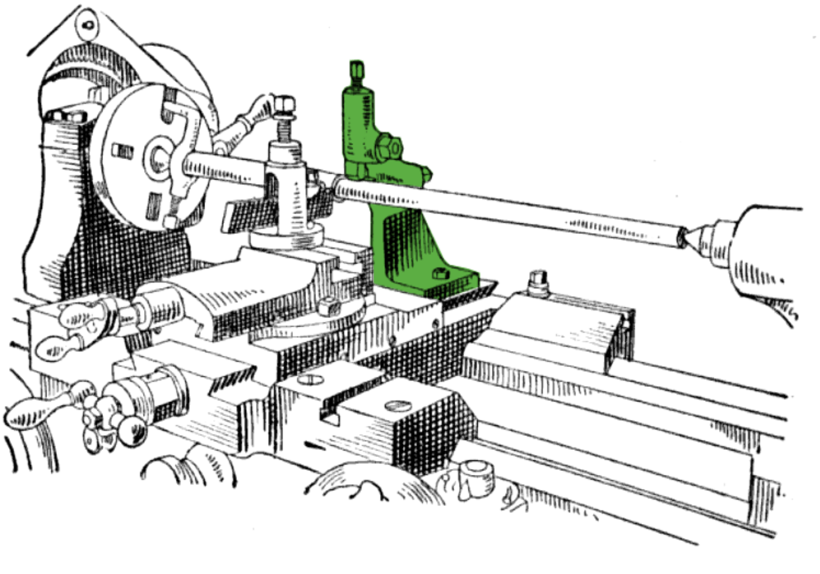
(5) Tailstock = တေးစတော့ကို ဟက်စတော့နဲ့ဆန့်ကျင်ဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားပြီး အပေါက်ဖောက်ရန် Drill Bit တပ်ဆင်ရန်၊ Center mount တပ်ဆင်ရန်နှင့် အခြား Tool များ တပ်ဆင်ရန် ဖြစ်ပါသည်။



ပုံတွင် T5 သည် Spindle ဖြစ်ပြီး ရှေ့တိုးနောက်ဆုတ်လုပ်ရန် T1 Handwheel ကို လှည့်ပေး ရပါမည်။ Spindle အတွင်းပိုင်းကို Taper လုပ်ထားပြီး Drill Bit တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ T6 Clamp ကို အသုံးပြုပြီး Tailstock ကို Bed ပေါ်မှာ ကြိုက်တဲ့ နေရာမှာ ထားနိုင်ပါသည်။ T4 ကတော့ Spindle ကို Headstock နဲ့ Offset လုပ်ချင်ရင် အသုံးပြုပါသည်။ Shaft တစ်ချောင်းကို Taper ခုတ်ချင်ရင် T4 ကို အသုံးပြုပါသည်။

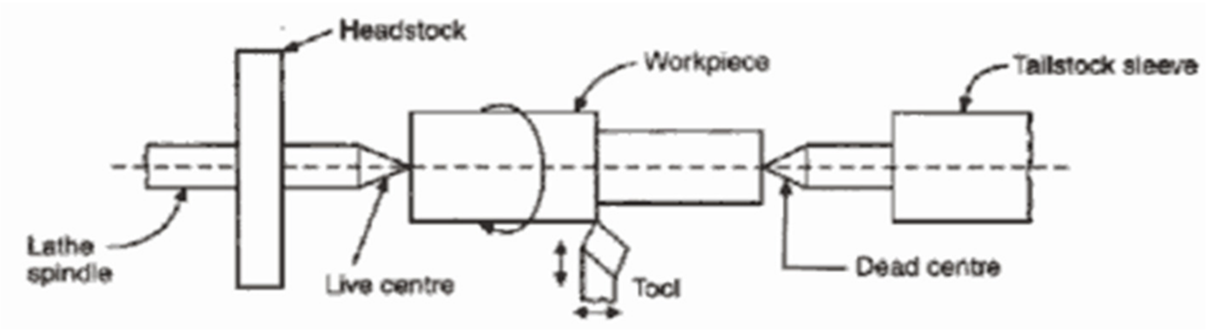
(6) Steady = စတယ်ဒီကို ရှည်လျားသော Shaft များခုတ်စားရာတွင် Bed ပေါ်မှာ တပ်ဆင် အသုံးပြုပါသည်။

(7) Follower Rest = ဖော်လိုဝါရက်ကို Carriage ပေါ်မှာ တပ်ဆင် အသုံးပြုပါသည်။

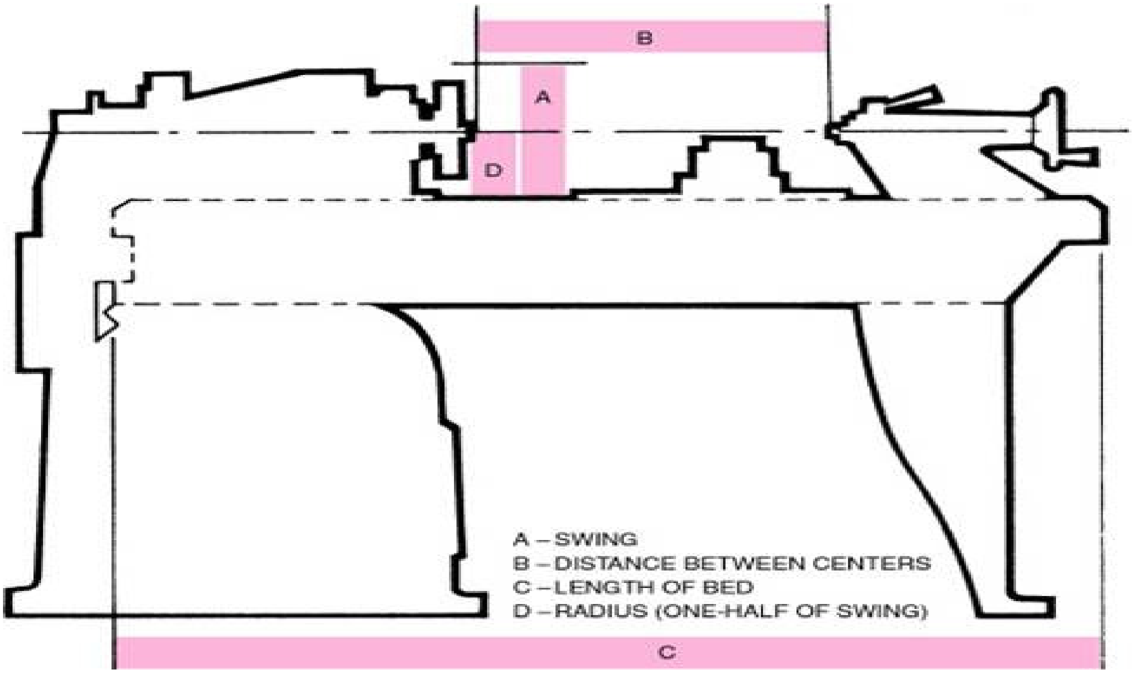


2.3. တွင်ခုံ၏ အခြေခံသဘောတရား

တွင်ခုံဆိုသည်မှာ ခုတ်စားလိုသော သတ္တုကို ဟက်စတော့နဲ့ တေးစတော့ကြား တွင်တပ်ဆင်ပြီး (ပစ္စည်းသေးပါက ဟက်စတော့မှာ တပ်ဆင်ပြီး) လည်ပတ်စေပါ သည်။ ခုတ်စားလိုသော အပိုင်းကို ဆောက်သွားဖြင့် အတိအကျ ခုတ်စားစေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။



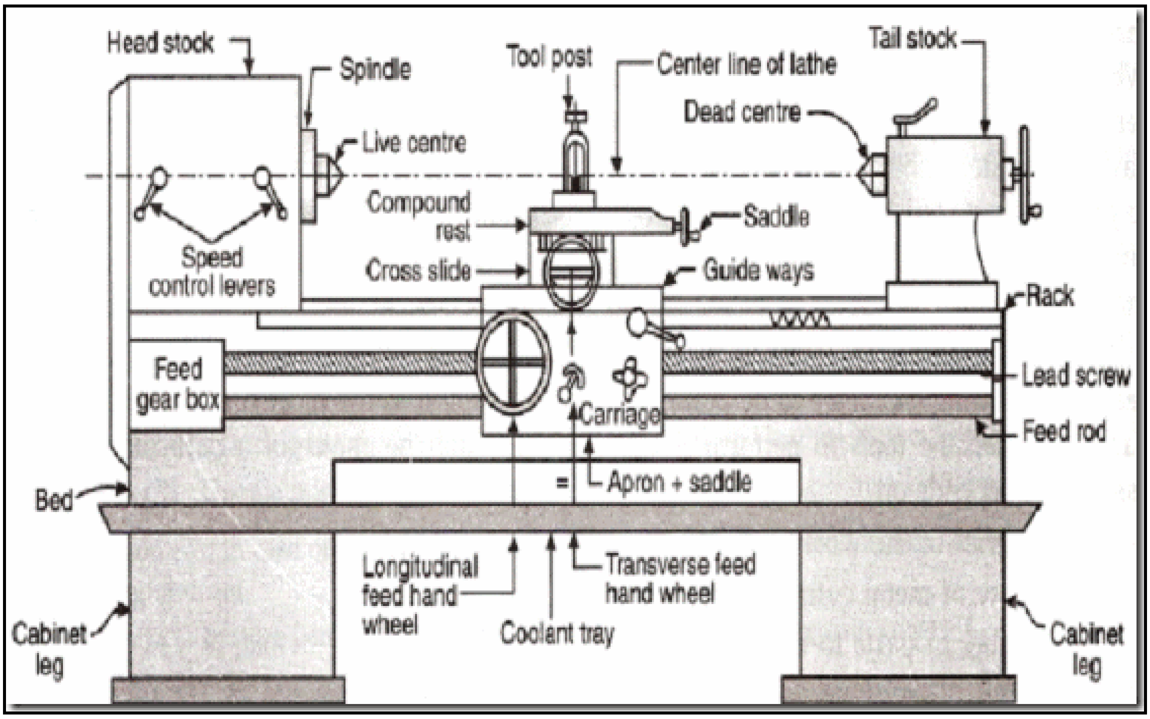
2.4. တွင်ခုံ၏အခြေခံအတိုင်းအတာ



တွင်ခုံတစ်လုံး၏ အတိုင်းအတာများကို အဓိကအားဖြင့် အောက်ပါအတိုင်း တိုင်းတာပါသည်။

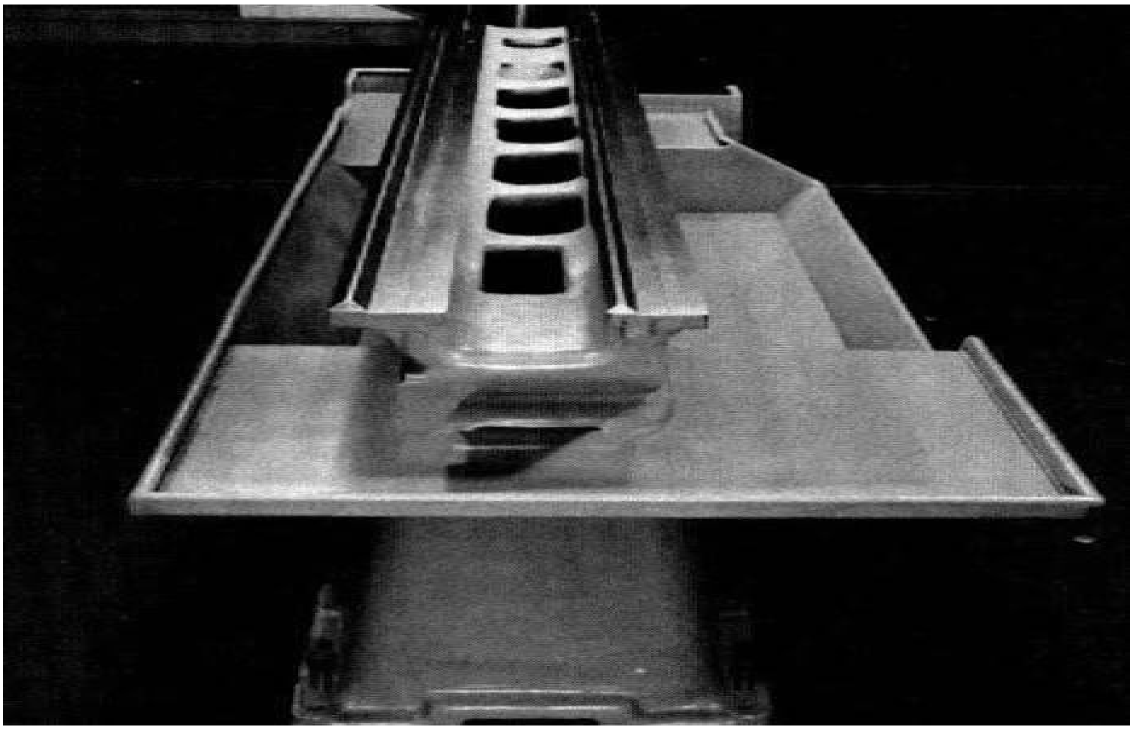
A = Swing (တွင်ခုံပေါ်တွင် မခုတ်စားခင် အကြီးဆုံးတင်နိုင်သော ပမာဏ)၊
B = Distance between centers (တွင်ခုံပေါ်တွင် အရှည်ဆုံးတင်နိုင်သော ပမာဏ)၊
C = Length of bed (Bed ၏ အရှည်)၊
D = Radius (one-half of swing)

2.5. တွင်ခုံ၏အဓိက အစိတ်အပိုင်းများ



2.5.1. Bed and ways

တွင်ခုံ၏ဘက်ကို သွန်းသံဖြင့် သွန်းလောင်းထားပြီး ဘက်ပေါ်မှာ ကယ်ရိတ်ပြေး ဖိုရယ်၊ တေးစတော့ တင်ဖို့ရယ် ဖြစ်ပါသည်။

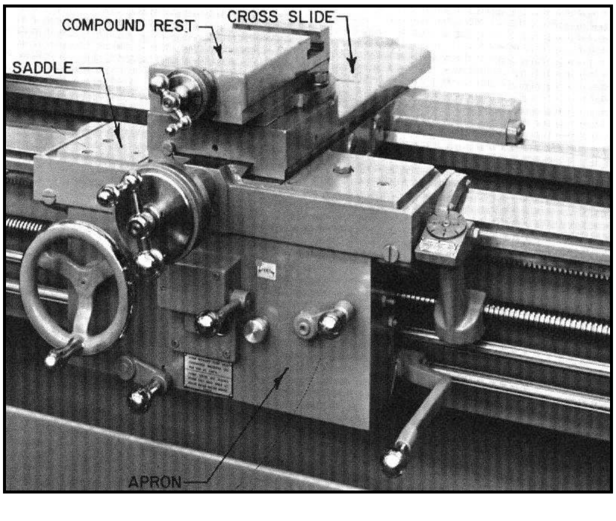


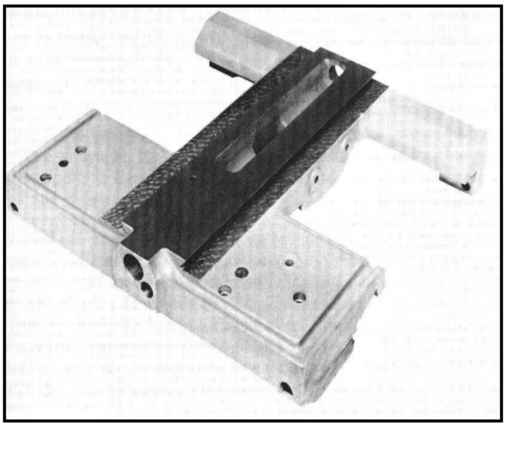
2.5.2. Headstock and Spindle

ဟက်စတော့သည် တွင်ခုံ၏ဘက်ဖက်ခြမ်းတွင်ရှိပြီး လေးထောင့်သတ္တုပုံး ဖြစ်ပါသည်။ စပန်ဒယ်ရှပ်ကို ဘယ်ယာရင်ဖြင့် တည်ဆောက်ထားပြီး အနေးအမြန် ပြောင်းလဲနိုင်သော လီဘာများ ရှိပါသည်။ စပန်ဒယ်ရှပ်တွင် (Chuck) ချပ်ကို တပ်ဆင် ထားပြီး Precision Thrust Bearing ဖြင့် တည်ဆောက်ထားပါသည်။

2.5.3. Carriage and Saddle

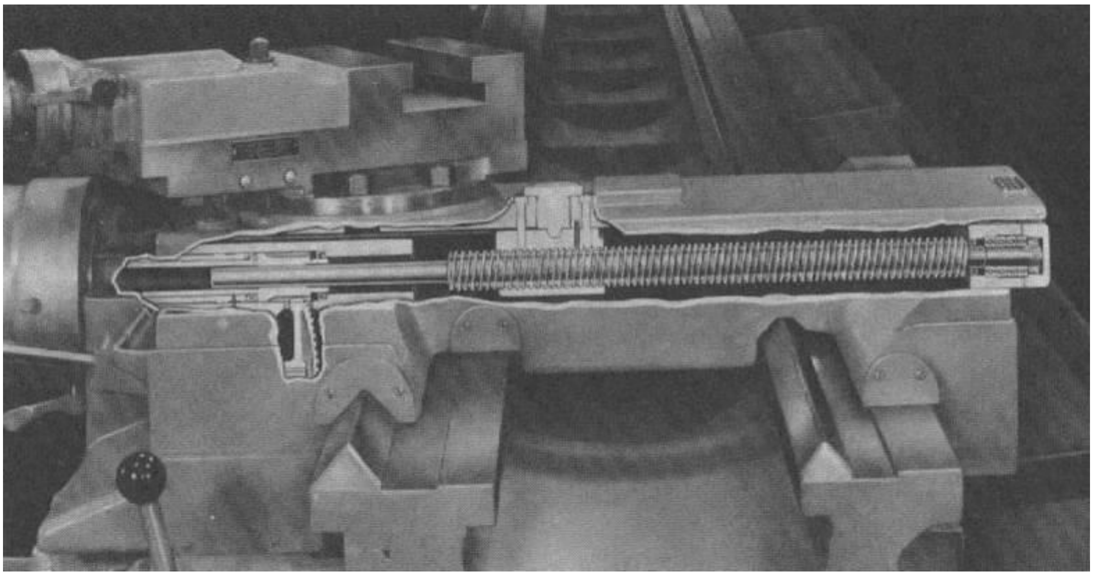
Cross slide, Compound slide နှင့် Toolpost တို့ကို ကယ်ရိတ်ပေါ်တွင် တည် ဆောက်ထားပြီး လက်ဖြင့်လှည့်ပြီး သွားခြင်း၊ အလိုအလျောက် (Power feed) သွား ခြင်း လုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။





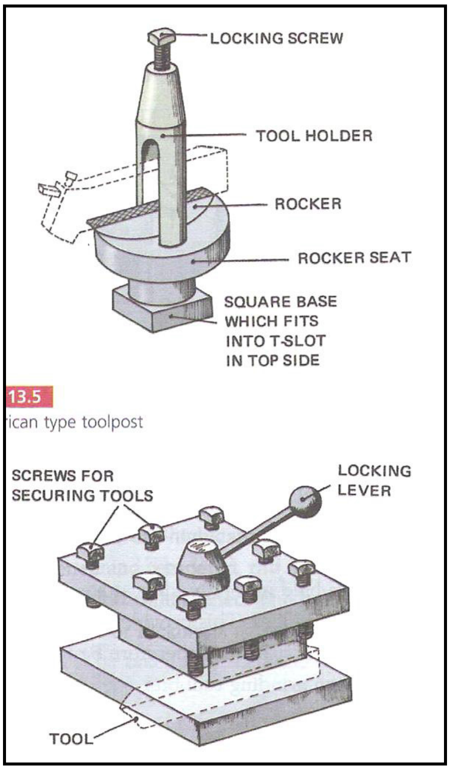
2.5.4. Cross slide and compound

ခရော့ဆလိုက်ဆိုသည်မှာ ဘက်ပေါ်တွင် ထောင်မှန်ကျ သွားလာနိုင်အောင် တည်ဆောက်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ကွန်ပေါင်းဆလိုက်သည် ခရော့ဆလိုက်ပေါ်တွင် တည်ဆောက်ထားပြီး လှည့်နိုင်အောင် တည်ဆောက်ထားပါသည်။



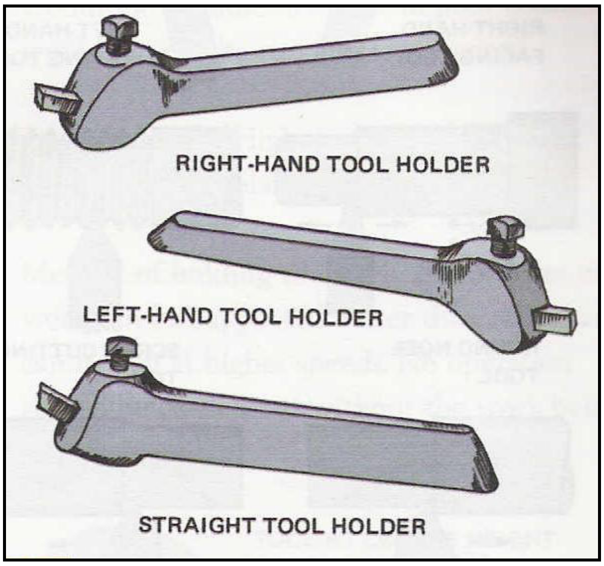
2.5.5. Toolpost and tools

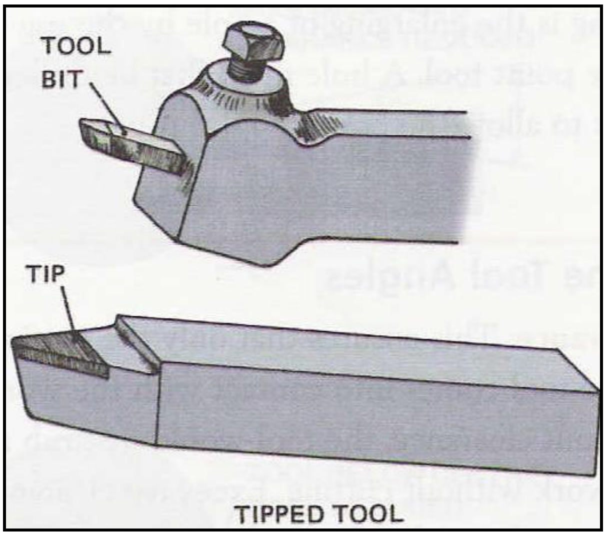
တူးပို့တွင် Cutting Tool ကို တပ်ဆင်ပါသည်။

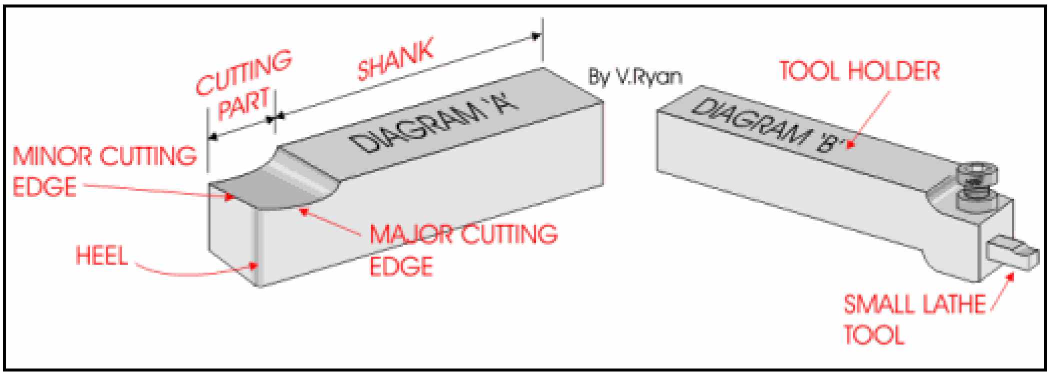


2.5.6. Cutting Tool

လုပ်ငန်းပေါ်မူတည်ပြီး ဆောက်သွား ရွေးတတ်ရပါမည်။ ဆောက်သွားတုန်းနေပါက ကျောက်စက်နဲ့ သွေးရပါမည်။

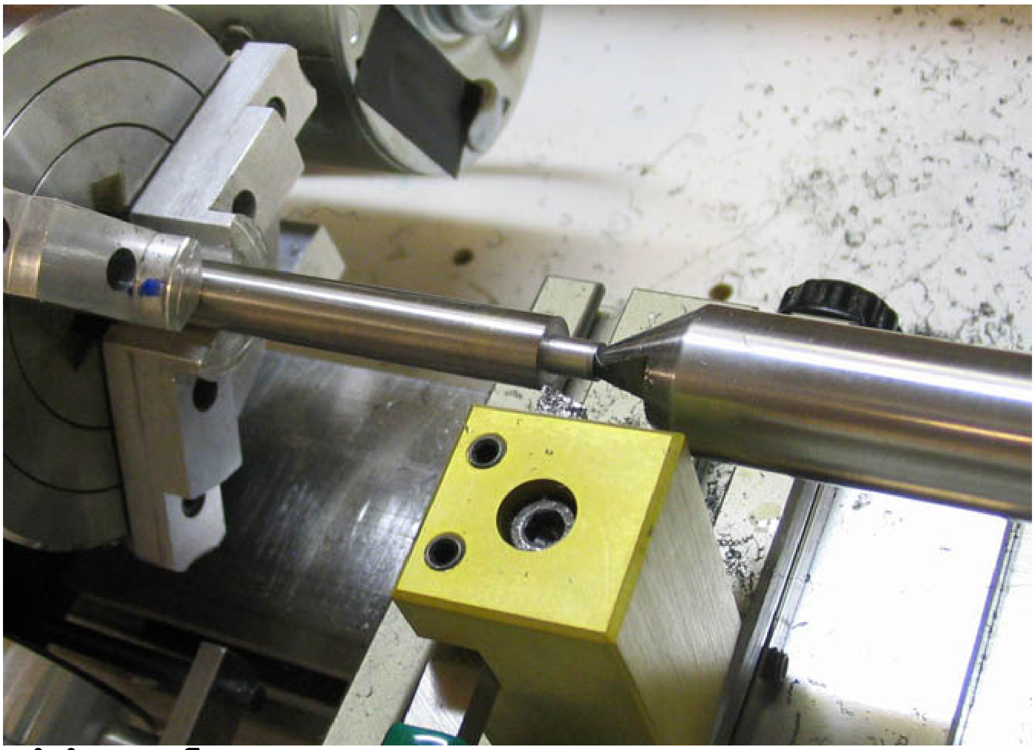






2.5.7. Lathe Center

လိပ်စန်တာနှစ်မျိုးရှိပါသည်။ Rotating Center နှင့် Dead Center တို့ဖြစ်ပြီး ရိုတိတ်တီးစန်တာက ပစ္စည်းနှင့်အတူလိုက်လည်ပြီး ဒက်စန်တာက ပစ္စည်းနှင့်အတူ မလည်ပဲ တွန်းပေးထားပါသည်။



ဒက်စန်တာအသုံးပြုပုံ

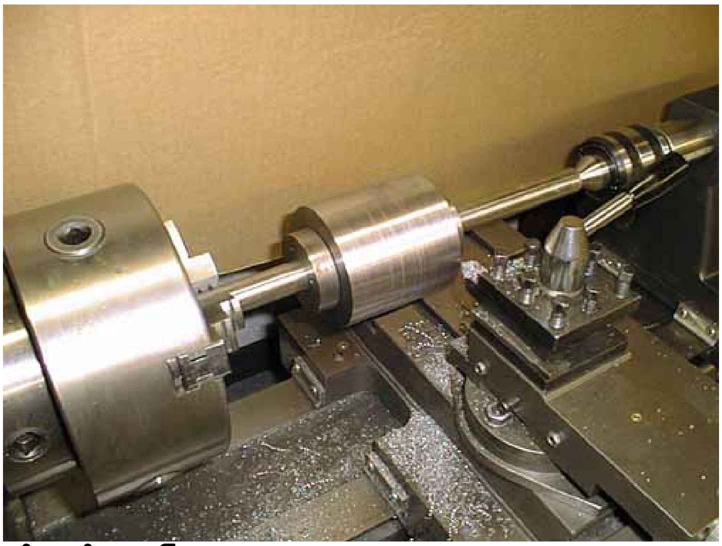
2.5.7. Lathe Dog

လိပ်ဒေါ့ကို ချပ်တွင်ထိန်းထားသော ပစ္စည်းကို ကူထိန်းပေးရန် သုံးပါသည်။

လိပ်ဒေါ့အသုံးပြုပုံ

2.5.8. Mandrel

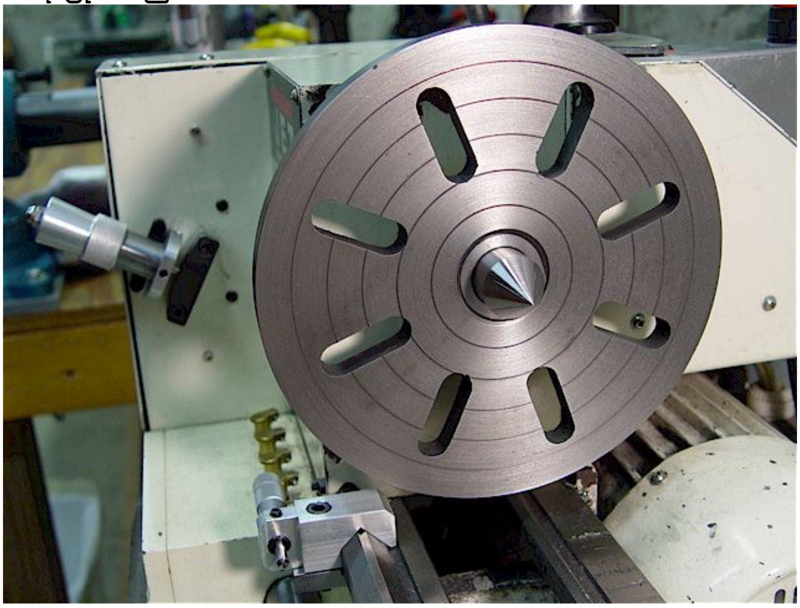
မန်ဒရယ်ကို အပေါက်ပါသောပစ္စည်းများကို တွင်ခုံပေါ်တင်ရန် အသုံးပြုပါ သည်။

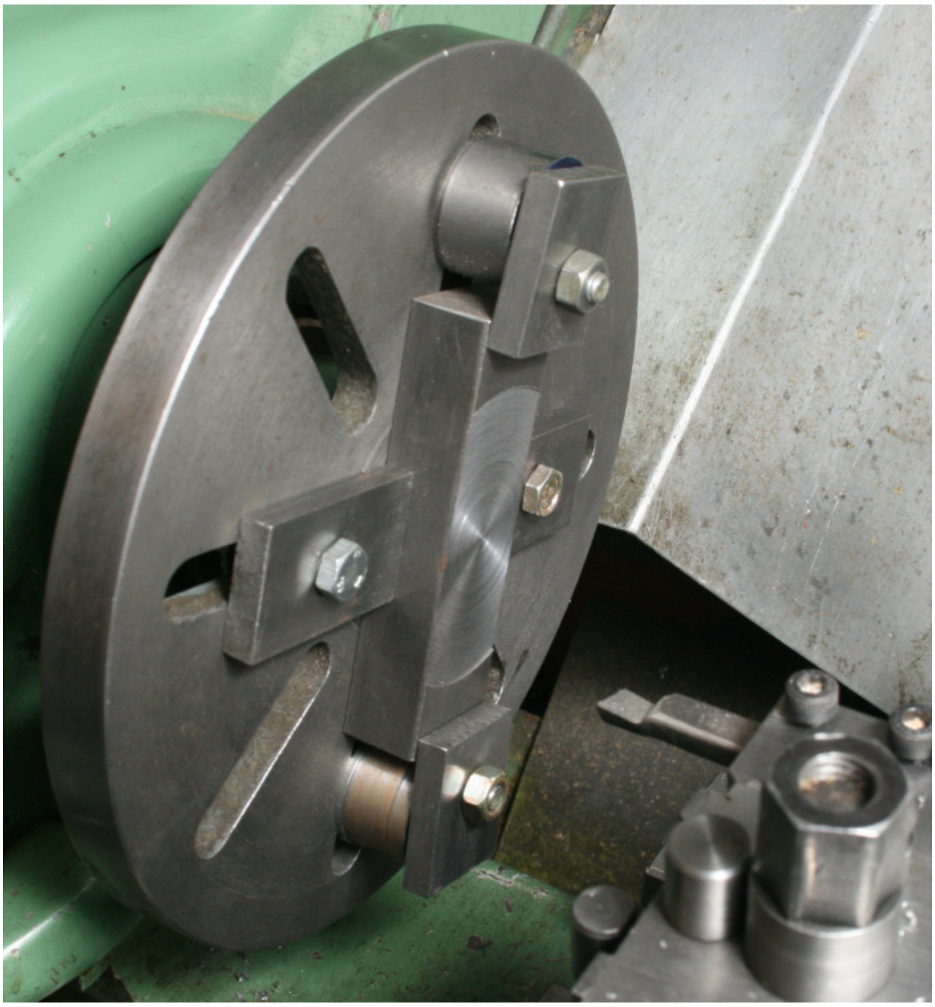


မန်ဒရယ်အသုံးပြုပုံ

2.5.9. Face Plate

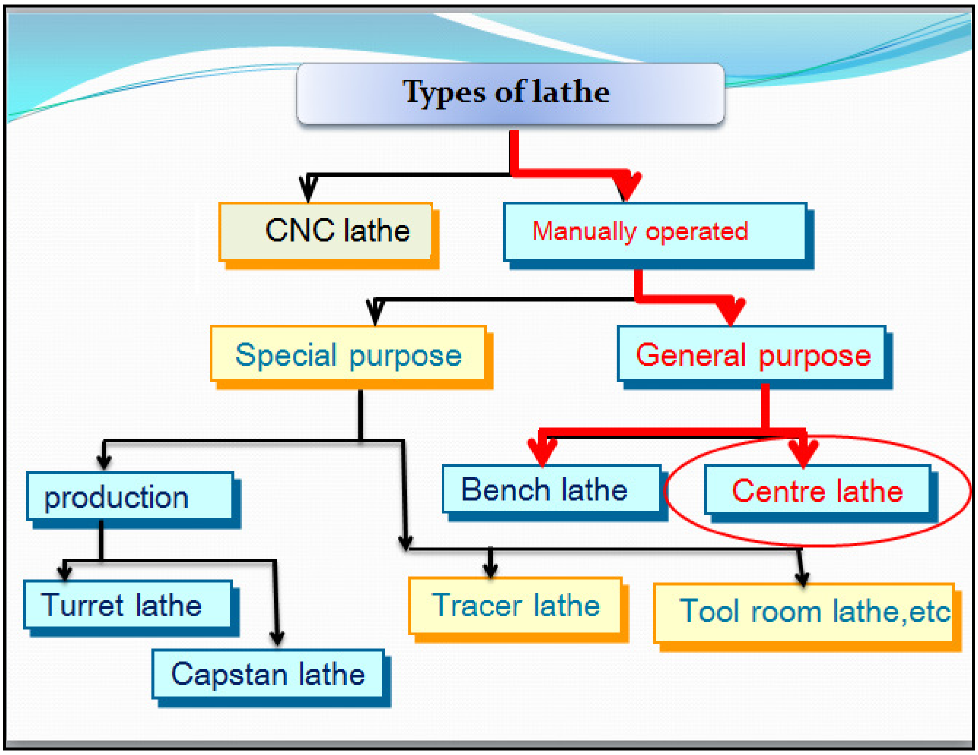
ဖေ့ပလိပ်ကို ချပ်တပ်သည့်နေရာတွင် ပုံမှန်မဟုတ်သောပစ္စည်း များကို တွင်ခုံပေါ်တင်ရန် အသုံးပြုပါသည်။





ဖေ့ပလိပ်အသုံးပြုပုံ

2.6. Type of lathe (တွင်ခုံအမျိုးအစားများ)



တွင်ခုံအမျိုးအစားများကို CNC Lathe နဲ့ Manual Lathe ဆိုပြီး နှစ်မျိုးအကြမ်းခွဲနိုင်ပါသည်။ Manual Lathe ကို ထပ်ခွဲထားတာ အမျိုးအစားများ ကွဲ သွားပေမဲ့ အခြေခံသဘောတရားကတော့ အတူပင်ဖြစ်ပါသည်။ CNC Lathe ဆိုသည်မှာ တွင်ခုံကို ကွန်ပျူတာဖြင့် ထိန်းချုပ်မောင်းနှင်ခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

2.6.1. Center Lathe

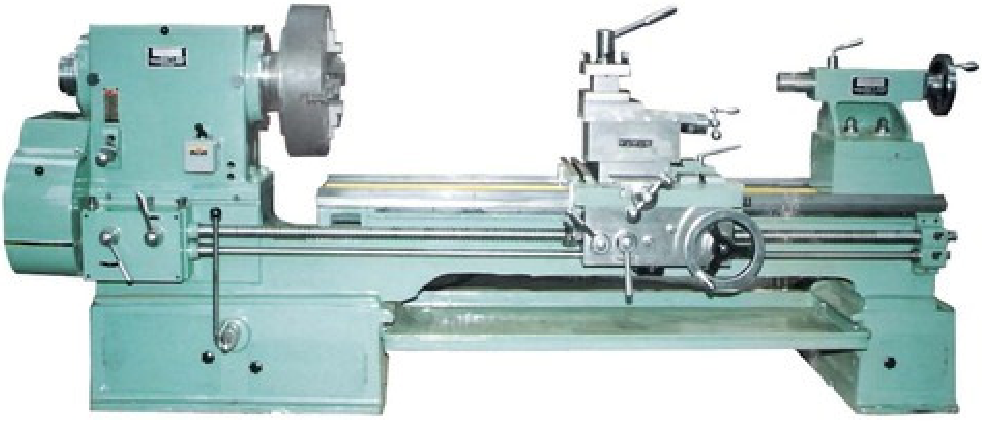
- Most frequently used lathe (အသုံးများသော တွင်ခုံအမျိုးအစား)
- Heavy duty (လုပ်ငန်းခွင်သုံး တွင်ခုံအမျိုးအစား)
- power drive for most tool movements (အော်တိုလုပ်နိုင်အောင် ပြုလုပ်ထား)
- Size range 12”x24” to 24”x48” - can be larger (1’ x 2’ ကနေ 2’ x 4’ ထက်ကြီး)

2.6.2. Bench Lathe

- A bench top model usually of low power
- used to make precision machine small work pieces

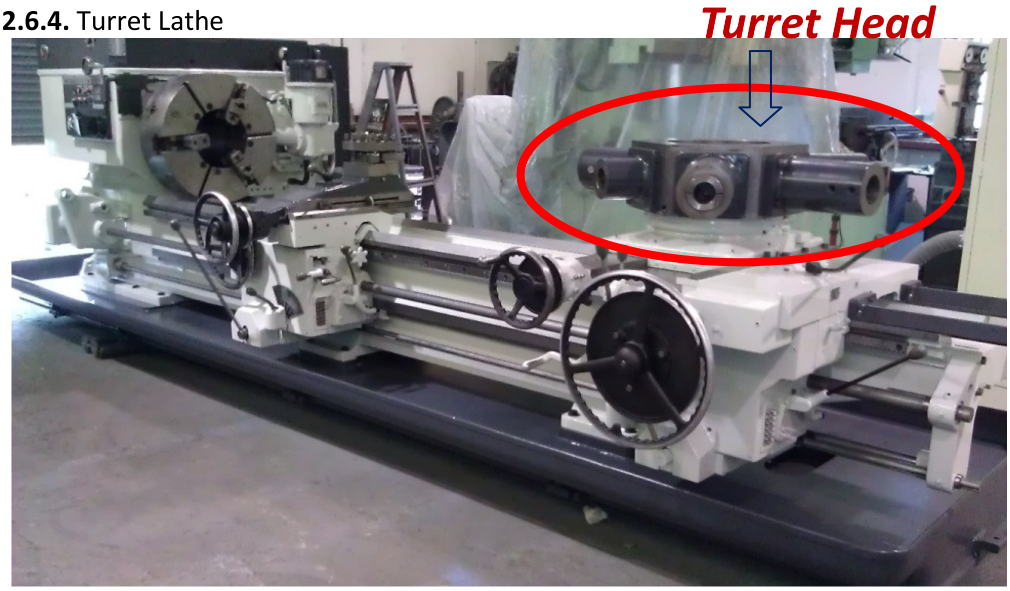
❖ ပါဝါနည်းပြီး အလွန်တိကျရန်လိုအပ်သော လုပ်ငန်းသော အလုပ်များလုပ်နိုင်ပါသည်။

2.6.3. Tool room lathe



- Look like engine lathe (အင်ဂျင်လိပ်နဲ့ ပုံစံတူ)
- Greater accuracy (ပိုပြီး တိကျ)
- More versatility (ပိုပြီး လွယ်ကူ)
- Wider range of speeds and feeds (ကြီးမားသော လုပ်ငန်းကို လျှင်မြန်စွာ လုပ်နိုင်)

2.6.4. Turret Lathe



Capable of performing multiple cutting operations on the same workpiece

- ✓ Turning
- ✓ Boring
- ✓ Drilling
- ✓ Thread cutting
- ✓ Facing

Turret lathes are very versatile

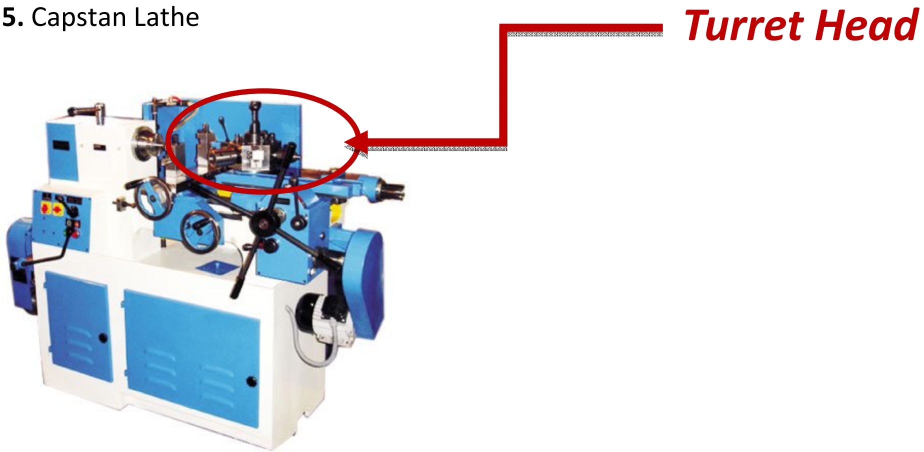
Types of turret lathes

- Ram-type: ram slides in a separate base on the saddle
- Saddle type:
  - more heavily constructed
  - Used to machine large workpeiceces

It is production lathe
Hex turret replaces tailstock
Multiple tools set to machine part
High production rates
Still may require some operator skill

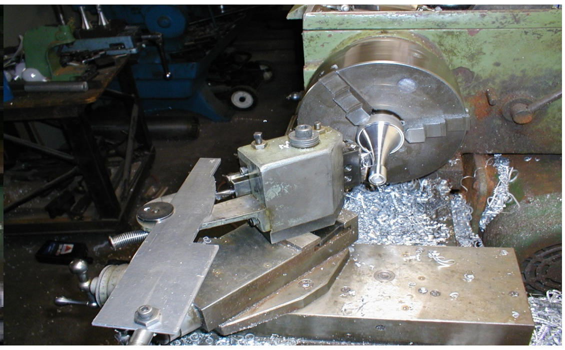
Turret Lathe တားရပ်လိပ်ဆိုသည်မှာ ကုန်ထုတ်စက်ရုံများတွင် လျှင်မြန်လွယ်ကူစွာ မောင်းနှင်နိုင်သော တွင်ခုံအမျိုးအစား ဖြစ်ပါသည်။

2.6.5. Capstan Lathe



- It is production lathe
- Used for light duty work pieces
- Small in size as compared to turret lathe
- It also have turret that replaces tailstock
- Multiple tools set to machine part
- Still may require some operator skill

2.6.6. Tracer/copy lathe

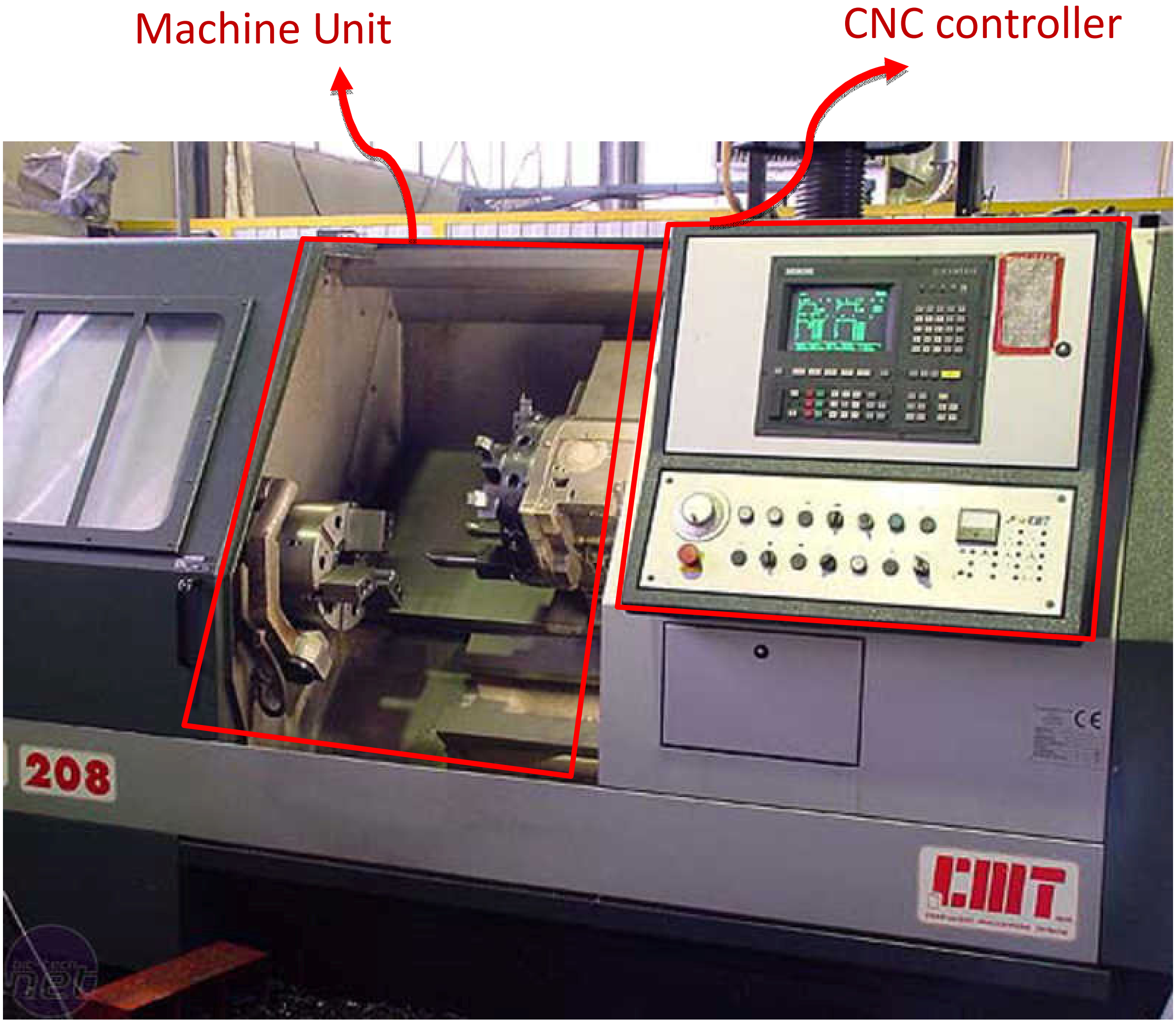


- Hydraulic attachment used to copy the shape of a part from a master.
- lathe that has the ability to follow a template to copy   a shape or contour.
- Machine tools with attachments
- Capable of turning parts with various contours
- A tracer finger follows the template and guides the cutting tool

2.6.7. Automatic lathe

An automatic lathe is a lathe (usually a metalworking lathe) whose actions are controlled automatically. Although all electronically controlled (CNC) lathes are automatic, they are usually not called by that name, as explained under "General nomenclature". The first kinds of automatic lathes were mechanically automated ones.

2.6.7. CNC lathe



- Computer controlled
- Wide variety of process capability
- multiple axis
- Indexing and contouring head
- On- line and off- line programming available
- Computer Numerical Controls (CNC)
- Equipped with one or more turrets
- Each turret is equipped with a variety of tools
- Performs several operations on different surfaces of the work piece

2.7. How to Change a Lathe Chuck (ချပ် Chuck ကို ဘယ်လိုပြောင်းလဲတတ်ဆင်သလဲ)

တွင်ခုံတွင် လုပ်ငန်းအနေအထားပေါ်မူတည်ပြီး ချပ် (Chuck) ကို ပြောင်းလဲတတ်ဆင်ဖို့ လိုအပ်ပါ သည်။ ဝပ်ရှော့ထဲမှာ တွင်ခုံတွေအများကြီးရှိပြီး တချို့စက်တွေကို 3 jaw chuck ကို တပ်ထားပြီး တချို့စက်တွေ ကို 4 jaw chuck တပ်ထားပါက ချပ် (Chuck) ကို ပြောင်းလဲတတ်ဆင်ဖို့ မလိုပဲ သုံးချင်သလို သုံးနိုင်ပါသည်။ တွင်ခုံတစ်လုံးပဲရှိပြီး လုပ်ငန်းပေါင်းစုံလုပ်နေပြီဆိုပါက Chuck ကို ပြောင်းလဲတတ်ဆင်ဖို့ လိုအပ်ပါသည်။

2.7.1. Safety for Lathe Chuck Changing

စက်ကို တခုခုလုပ်တော့မယ်၊ ပြုပြင်မယ်ဆိုရင် အရင်ဆုံး ပါဝါအဝင်ဖြစ်တဲ့ မော်တာအဝင်က မိန်းကို ချထားရပါမည်။ တယောက်ယောက်က Start / Stop lever ကို ထိမိရင် စက်လည်မည်မဟုတ်တဲ့အတွက် အန္တရာယ်ကင်းစွာ အလုပ်လုပ်နိုင်ပါသည်။ အားလုံးပြီးပြီ ဆိုပါက မိန်းကို ပြန်တင်နိုင်ပါသည်။ အကယ်၍ မိန်းနေရာနှင့် တွင်ခုံနေရာချင်း ဝေးနေပါက Main box ကို သော့ခတ်ထားရပါမည်။

2.7.2. Changing a Lathe Chuck

(1) Pick the right key chuck that fits the screw heads to release them.

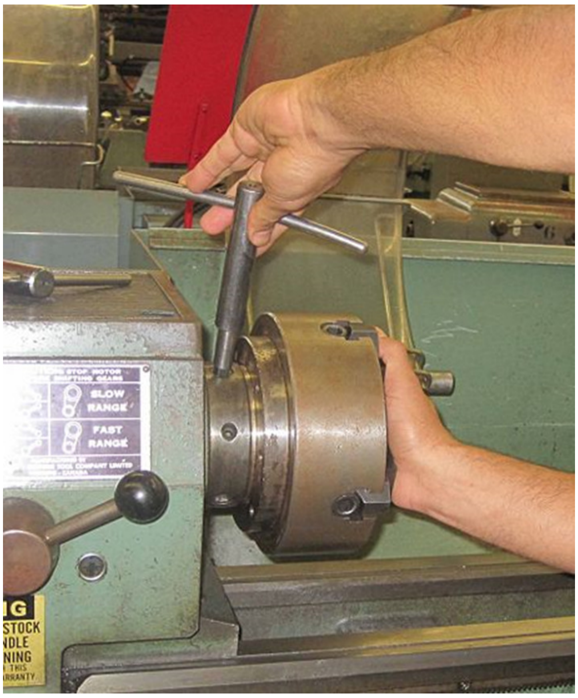
တွင်ခုံတွင် ချပ် (Chuck) ကို ပြောင်းလဲတတ်ဆင်ဖို့အတွက် chuck key ကို အသုံးပြုရပါမည်။

(2) Using two hands loosen the screws.

Chuck key ကို အသုံးပြုပြီး လက်နှစ်ဖက်ဖြင့် စကူကို လှည့်ဖြုတ်ရပါမည်။

(3) Hold the chuck with the right hand and start releasing the screws with the left hand by turning the key counterclockwise and lining up the screws lines with the chuck lines.

Chuck ကို ညာဖက်လက်နဲ့ကိုင်ထားပြီး ဘယ်ဖက်လက်နဲ့ စကူကို လျှော့ပြီး အပြင်ဆွဲထုတ်ပါ။

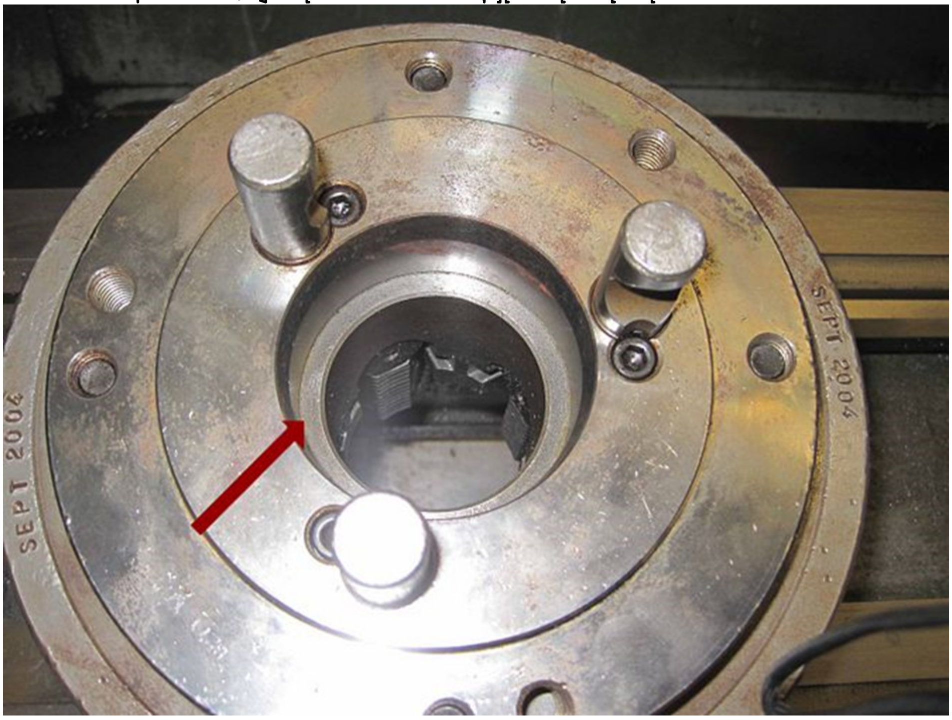


(4) After lining up the screws, pull the chuck with two hands towards the Tail-stock.

စကူတွေ ဖြုတ်ပြီးရင် လက်နှစ်ဖက်ဖြင့် ချပ်ကို ဆွဲဖြုတ်လိုက်ပါ။

(5) To put the other one, with a brush wipe the chuck slot to collect dirt and chips that will eventually clog the chuck.

နောက်တပ်မဲ့ချပ်ကို မတပ်ခင် သန့်ရှင်းရေးအရင်လုပ်ပါ။

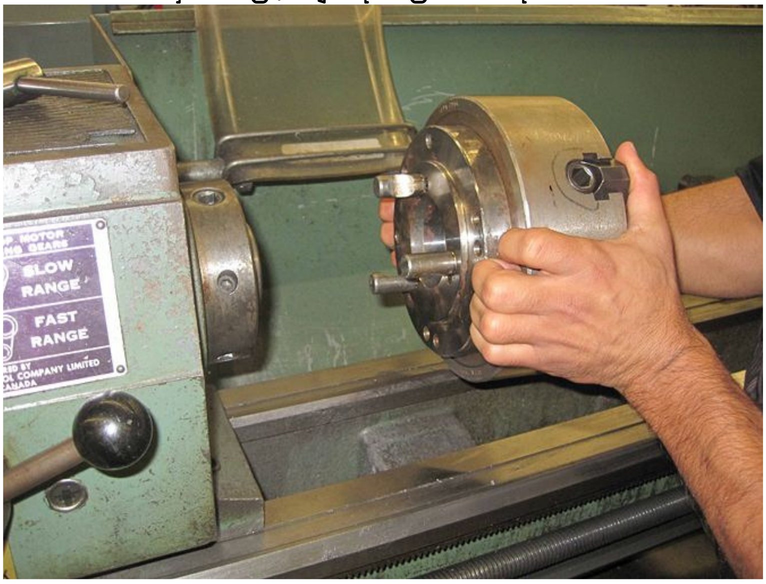


(6) Wipe the spindle to make sure it does not contain chips or dirt.

နောက်တပ်မဲ့ချပ်ကို မတပ်ခင် တွင်ခုံမှာ ကျန်ခဲ့တဲ့ ချပ်တပ်မဲ့နေရာကိုလည်း သန့်ရှင်းရေးအရင်လုပ်ပါ။

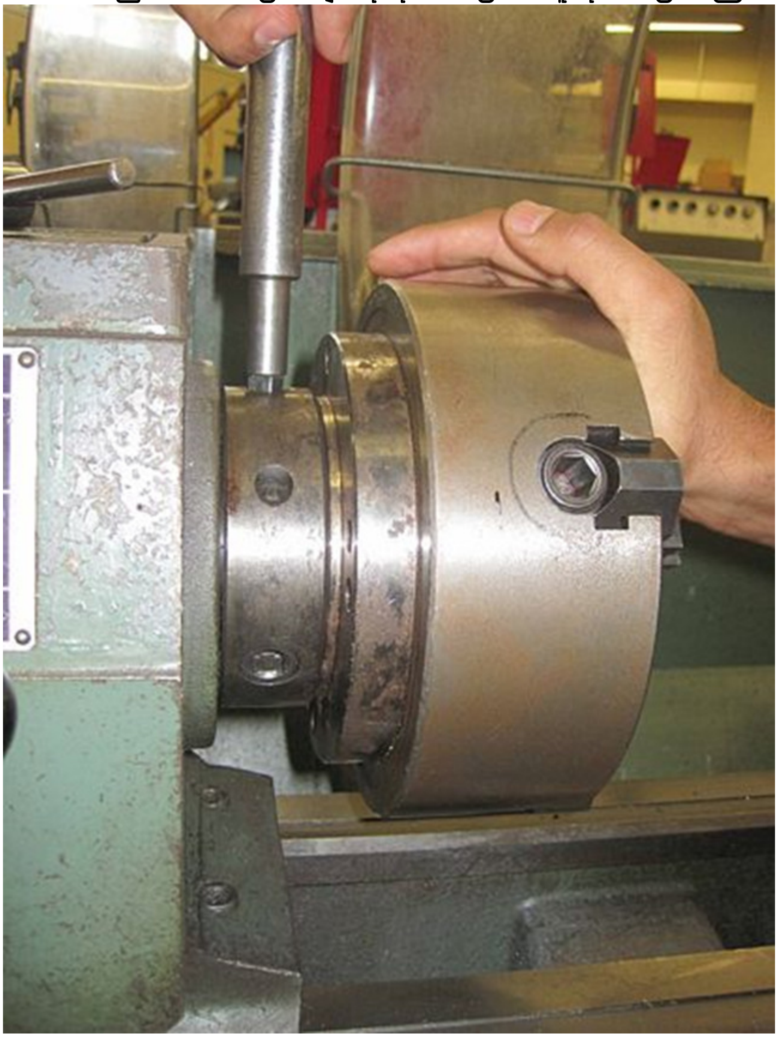
(7) With two hands, put the chuck back.

လက်နှစ်ဖက်ဖြင့် ချပ်ကို မပြီး တပ်လိုက်ပါ။



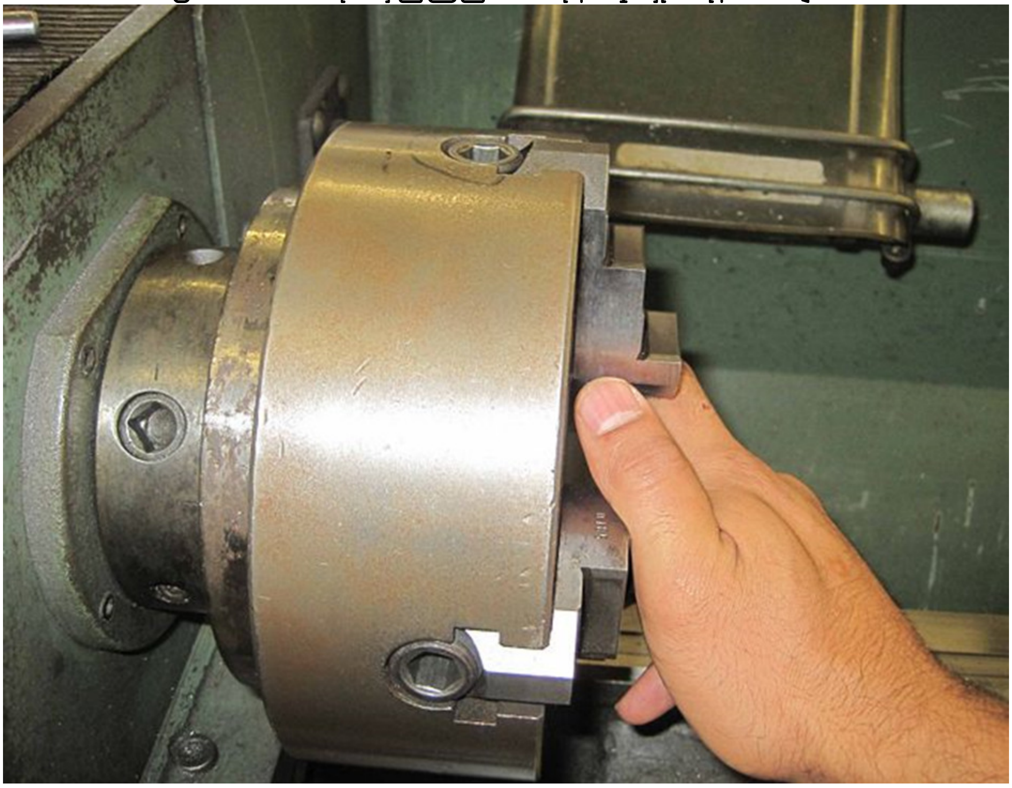
(8) Hold the chuck with the right hand and tighten the screws easily by turning the key clockwise.

ညာဖက်လက်ဖြင့် ချပ်ကိုကိုင်ထားပြီး စကူကို ကီးဖြင့် ကြပ်လိုက်ပါ။



(9) Using both hands, go through each screw and tighten it really good.
လက်နှစ်ဖက်ဖြင့် ကီးကိုကိုင်ပြီး တင်းတင်းကြပ်ကြပ် ကြပ်လိုက်ပါ။

(10) Rotate the spindle with your hand to make sure it is not vibrating.
လက်ဖြင့် spindle ကို လှည့်ကြည့်ပါ။ တုန်ခါမှုမရှိစေရန် သေချာစစ်ဆေးပါ။

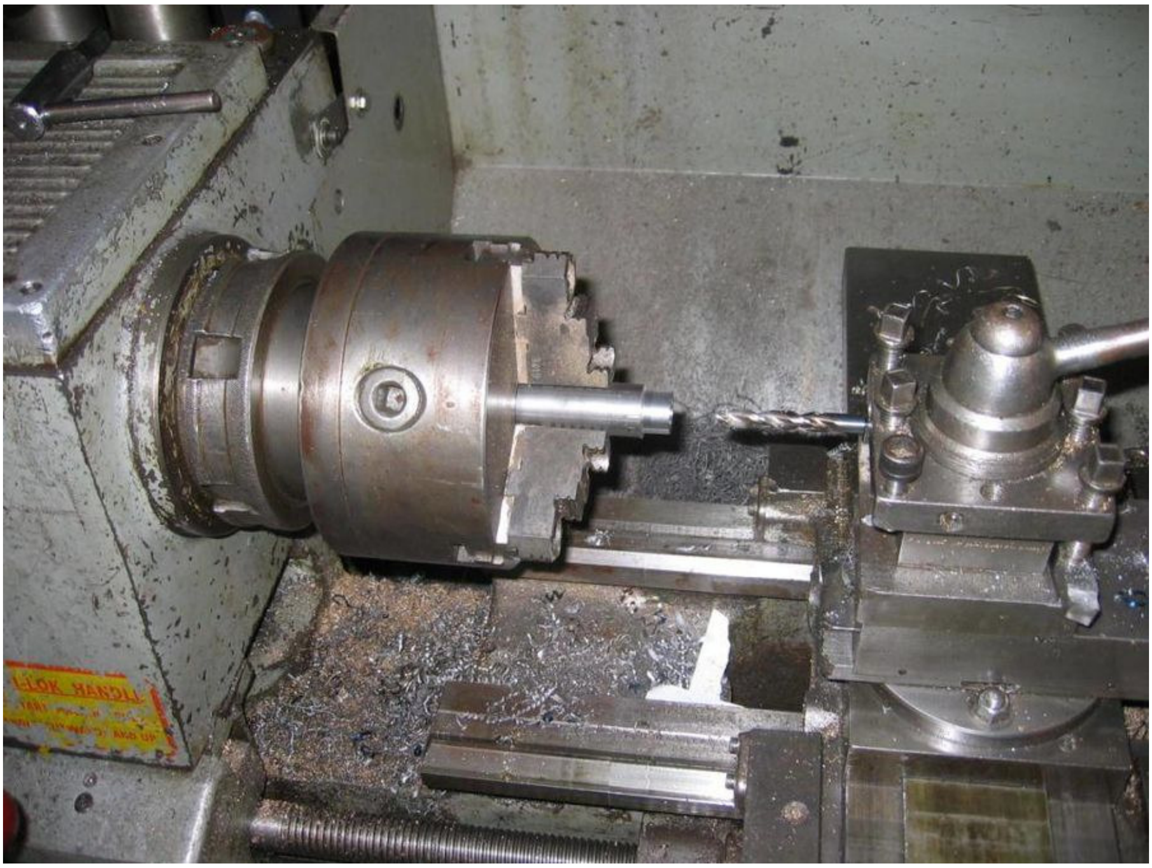


အထက်တွင် ဖော်ပြခဲ့တဲ့အတိုင်း ချပ်ပြောင်းလဲတပ်ဆင်တာဟာ လွယ်ကူမြန်ဆန်ပါသည်။ ဘယ်လိုလုပ်ရမလဲ သိဖို့ပဲ လိုအပ်ပါသည်။ မှန်ကန်တဲ့ လက်ကိုင်တူးတွေ သုံးဖို့တော့ လိုအပ်ပါသည်။

2.8. How to Drill Holes on an Engine Lathe Using the Carriage

တွင်ခုံရဲ့ ကယ်ရိတ်မှာ Drill တပ်ပြီး အပေါက်ဖောက်နည်း

ပုံမှန်အားဖြင့် တွင်ခုံမှာ အပေါက်ဖောက်ချင်ရင် တေးစတော့မှာ Drill တပ်ပြီး အပေါက်ဖောက် ပါသည်။ အခုနည်းကတော့ တူးပိုမှာ Drill bit တပ်ပြီး အပေါက်ဖောက်ခြင်း ဖြစ်ပါသည်။



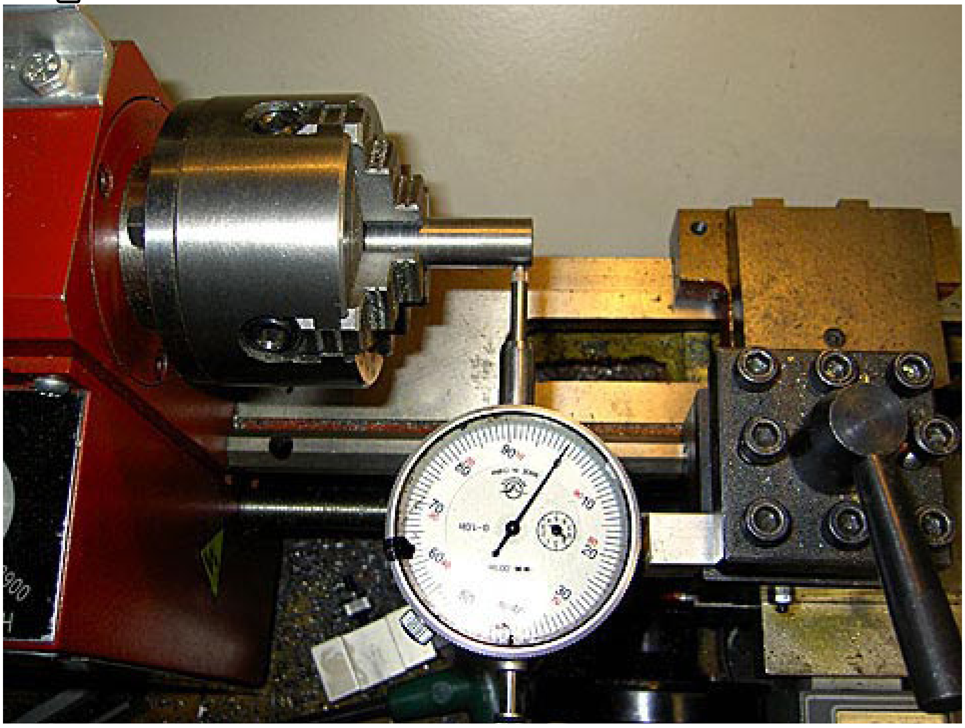
အထက်ပါပုံတွင် အပေါက်ဖောက်လိုသော ပစ္စည်းသည် လုံးဝန်းသဖြင့် 3 Jaw chuck မှာ တပ်ဆင်ပါသည်။ Drill bit ကို တူးပိုမှာ တပ်ဆင်ပါ။ Carriage, Cross slide, Compound slide တွေသုံးပြီး တူးကို ရွှေနိုင်သဖြင့် တေးစတော့မှာ တပ်တာထက် ပိုပြီးလွယ်ကူပါသည်။ အခြားကောင်းမွန်တဲ့ လုပ်ငန်းတွေ လုပ်နိုင်ပါသည်။

2.8.1. (3) Jaw chuck အသုံးပြုပုံ

(3) Jaw chuck ကိုလုံးဝန်းသော ပစ္စည်းများ တွင်ခုံပေါ်တွင် အလွယ်တကူ တင်နိုင်ရန် အသုံးပြုပါ သည်။ chuck key ဖြင့် လှည့်လိုက်ပါက Jaw သုံးခုသည် အတူတူတကွ ဖွင့်ပေးခြင်း ကြပ်ပေးခြင်း လုပ်သဖြင့် ဖြုတ်ရ တပ်ရ လွယ်ကူပါသည်။ အားနည်းချက်က လုံးဝန်းသော ပစ္စည်းများသာ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

2.9. (4) Jaw Chuck Set up

(4) Jaw chuck ကိုလုံးဝန်းသော ပစ္စည်းများ၊ ပုံမမှန်သော ပစ္စည်းများ တွင်ခုံပေါ်တွင် တင်နိုင်ရန် အသုံးပြုပါသည်။ chuck key ဖြင့် လှည့်လိုက်ပါက Jaw တစ်ခုချင်းကပဲ အလုပ်လုပ်ပါသည်။



Indicator set against work in a 4-jaw chuck. A magnetic base works as well to hold the indicator.

(4) Jaw chuck ကို ပုံတွင် ပြထားသည့်အတိုင်း အခြေတွင် သံလိုက်ဓာတ်ပါသော Indicator ဖြင့် ချိန်ညှိရပါသည်။ တွင်ခုံကျွမ်းကျင်သူတစ်ယောက်အနေနဲ့ ဘာမှ မကြာပေမဲ့ စတင်လေ့လာသူတွေကတော့ အခက်တွေ့တတ်ပါသည်။ လွယ်ကူစေရန် ရှင်းပြပါမည်။ ပစ္စည်းကို မတင်ခင်မှာ Jaw လေးခုကို အရင်ချိန်ပါ။ ပစ္စည်းအရွယ်အစားပေါ်မူတည်ပြီး Jaw လေးခုကို ဟထားပါ။ ပစ္စည်းထည့်ပြီး ဂျောတွေကို မျက်နှာချင်းဆိုင် ချပ်ကီးဖြင့် လှည့်ပြီး ကြပ်ပေးပါ။ ဘယ်ဂျောကို ဘယ့်လောက်ကြပ်လိုက်ပြီလဲ မှတ်ထားပါ။ ညီတူညီမျှကြပ် ပေးပါ။ နောက်ဆုံး အင်ဒီကေတာဖြင့် ချိန်ပြီး ကြပ်ပေးပါ။ စားမည့်တူးနဲ့ ဂျောတွင်တပ်ထားသော ပစ္စည်းနဲ့ အနီးကပ်ထားပြီး လက်ဖြင့် ချပ်ကို လှည့်ပြီး ချိန်ကြည့်ပါ။ Alignment မှန်မမှန် ချက်ချင်း သိနိုင်ပါသည်။

ကျွမ်းကျင်မှုပေါ်မူတည်ပြီး (4) Jaw chuck ချိန်တာ နည်းလမ်းတွေ ကွာနိုင်ပါသည်။ နောက်ဆုံးတော့ (4) Jaw chuck ထဲမှာ ပစ္စည်းကို center ကျနေဖို့က လိုရင်းဖြစ်ပါသည်။ ကျွမ်းကျင်ရာ လိမ္မာဆိုတဲ့ မြန်မာစကားပုံလိုပါပဲ တွင်ခုံနဲ့ လုပ်ကိုင်ပါများသူသည် တွင်ခုံကျွမ်းကျင်လာမှာပါပဲ။

CHAPTER (3)
MILLING MACHINE

3.1. Introduction to Milling Machine (မိတ်ဆက်)

Milling Machine ဆိုသည်မှာ စက်စားခြင်း (Machining) တွင် အတော်အသုံးဝင်သော စက်အမျိုးအစားဖြစ်ပါသည်။ တွင်ခုံမှာက ခုတ်စားခံရမည့် ပစ္စည်းက လည်ပတ်နေပြီး ဆောက်သွားက စားပေးခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ မေးလင်းမှာတော့ ခုတ်စားခံရမည့် ပစ္စည်းက ရွှေလျားအစားခံရပါသည်။ မေးလင်းစက်များကို တွင်ခုံတဲ့အတူ အခြေခံစက်စားမှုတွေအတွက် မရှိမဖြစ်စက်အမျိုးအစား ဖြစ်ပါသည်။

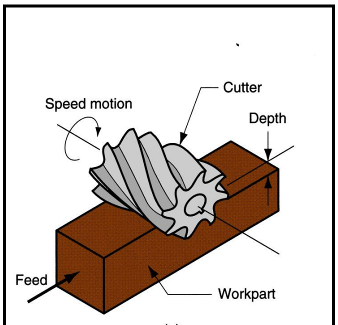
3.2. Milling machine နဲ့ ဘာတွေ လုပ်လိုရပါသလဲ။

(1) Peripheral Milling

Cutter axis parallel to surface being machined
Cutting edges on outside periphery of cutter

ဒီစက်စားနည်းကတော့ Cutter က သူ့ဝန်ရိုးမှာ ရေပြင်ညီလည်ပတ်နေပြီး Workpiece ကို ခုတ်စားစေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

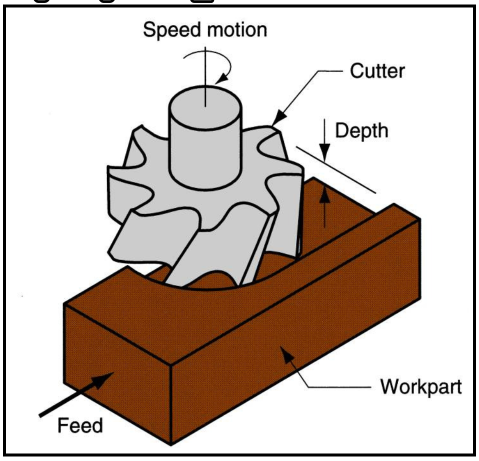
မှတ်ချက်။ ။Workpiece ဆိုသည်မှာ ခုတ်စားလိုသောအရာ
Cutter ဆိုသည်မှာ ခုတ်စားသောအရာ Cutting Tools



(a)

(2) Face Milling

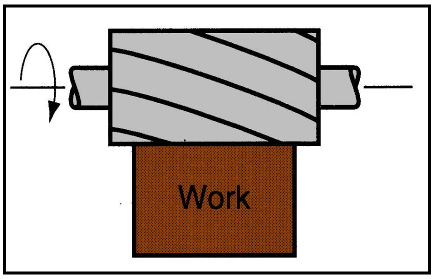
Cutter axis perpendicular to surface being milled
Cutting edges on both the end and outside periphery of the cutter
ဒီစက်စားနည်းကတော့ Cutter က သူ့ဝန်ရိုးမှာ ဒေါင်လိုက်လည်ပတ်နေပြီး Workpiece ကို ခုတ်စားစေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။



(3) Slab Milling

Basic form of peripheral milling in which the cutter width extends beyond the workpiece on both sides

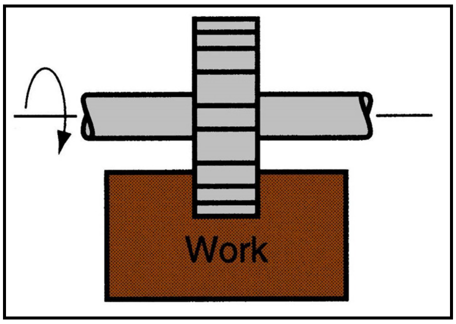
ဒီစက်စားနည်းကတော့ Cutter က သူ့ဝန်ရိုးမှာ ရေပြင်ညီလည်ပတ်နေပြီး Workpiece ကို ခုတ်စားစေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။



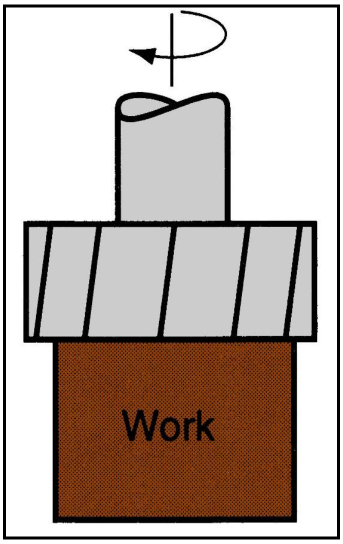
(3) Slotting

Width of cutter is less than workpiece width, creating a slot in the work.

ဒီစက်စားနည်းကတော့ Cutter က Workpiece ထက်သေးငယ်ပြီး Slot မြောင်းဖော်ရာတွင် သုံးပါသည်။

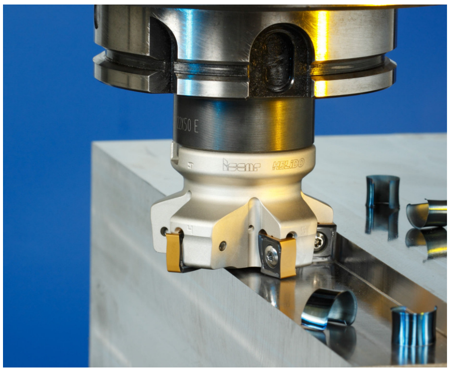


(4) Conventional Face Milling
Cutter overhangs work on both sides.
ဒီစက်စားနည်းကတော့ Cutter က Workpiece ထက်ကြီးပြီး မျက်နှာပြင်စားစေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။



(5) High speed face milling using indexable inserts

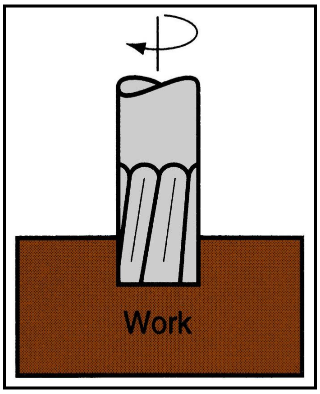
ဒီစက်စားနည်းကတော့ High Quality Cutter ကို အသုံးပြုပြီး Workpiece မျက်နှာပြင်စား စေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ စက်စားပြီး မျက်နှာပြင်သည် အရည်အသွေးကောင်းကို ရရှိပါသည်။



(6) End Milling

Cutter diameter is less than work width, so a slot is cut into part.

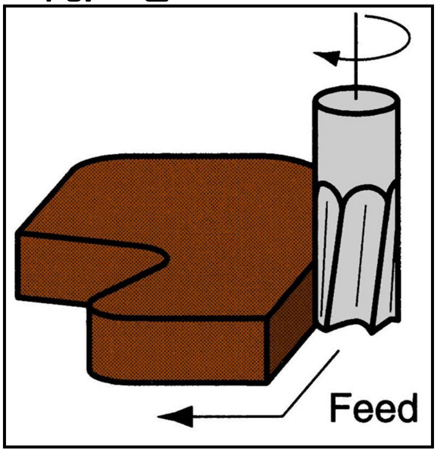
End Milling စက်စားနည်းကတော့ အသုံးများပြီး Workpiece မျက်နှာပြင်ပေါ်မှာ slot ဖော်ချင်သောအခါ အသုံးပြုပါသည်။ Cutter ကတော့ end mill အသုံးပြုပါသည်။



(7) Profile Milling

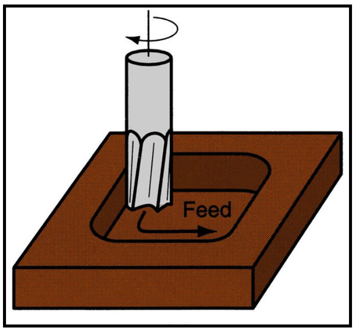
Form of end milling in which the outside periphery of a flat part is cut.

Profile Milling စက်စားနည်းကတော့ Workpiece မျက်နှာပြင်ပေါ်မှာ လိုအပ်သလို ပုံဖော်ချင်သောအခါ အသုံးပြုပါသည်။ Cutter ကတော့ end mill အသုံးပြုပါသည်။



(8) Pocket Milling
Another form of end milling used to mill shallow pockets into flat parts.

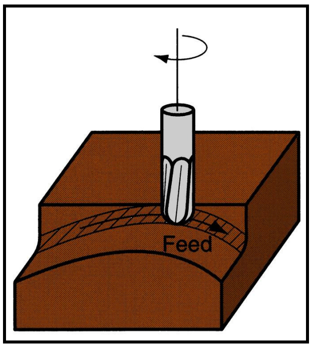
Pocket Milling စက်စားနည်းကတော့ Workpiece မျက်နှာပြင်ပေါ်မှာ shallow pockets ပုံဖေါ်ချင်သောအခါ အသုံးပြုပါသည်။ Cutter ကတော့ end mill အသုံးပြုပါသည်။



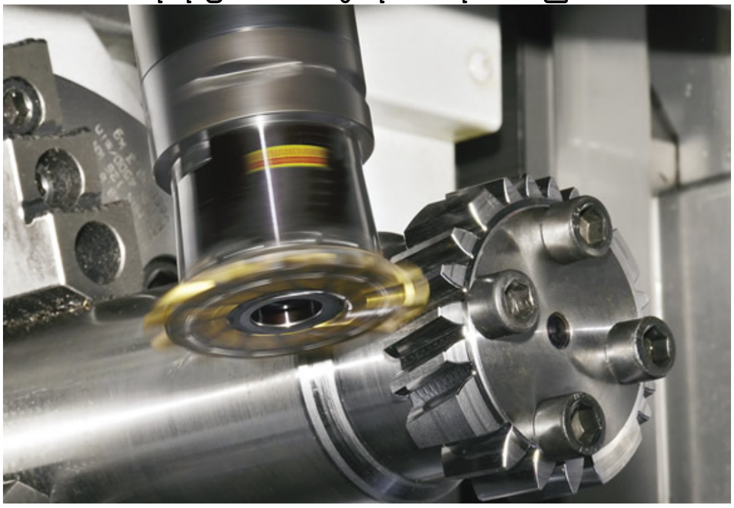
(9) Surface Contouring

Ball-nose cutter fed back and forth across work along a curvilinear path at close intervals to create a three dimensional surface form.

ဒီစက်စားနည်းကတော့ end mill ကို အသုံးပြုပြီး Workpiece မျက်နှာပြင်ကို လိုအပ်သလိုစား စေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ စက်စားပြီး မျက်နှာပြင်သည် အရည်အသွေးကောင်းကို ရရှိပါသည်။

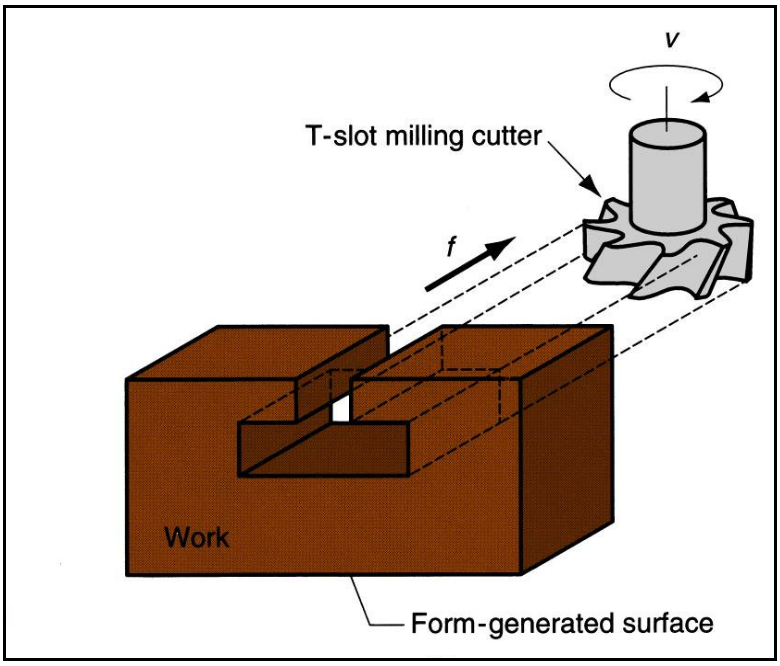


(10) Gear Production
မေးလင်းစက်ကိုသုံးပြီး ဂီယာတွေ ခုတ်စားနိုင်ပါသည်။



(11) T-slot Milling

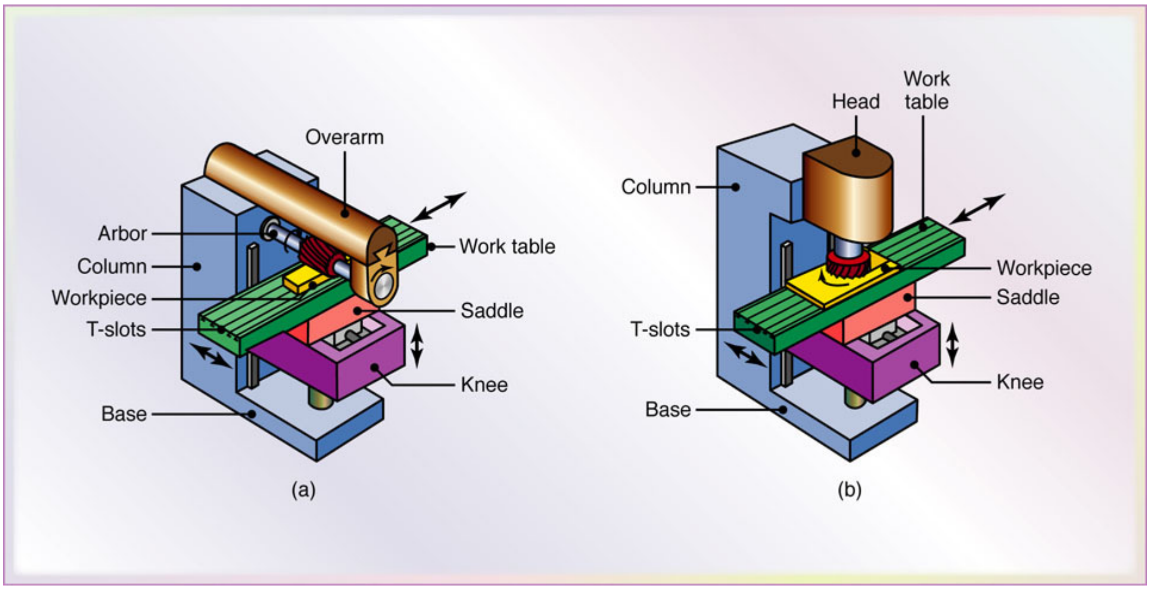
မေးလင်းစက်ကိုသုံးပြီး အခြားစက်အသစ်တွေ ထုတ်လုပ်တဲ့အခါမှာ သုံးပါသည်။ ပထမအန်းမေး end mill ကိုသုံးပြီး slot အရင်ဖော်ရပါသည်။ ပြီးမှ T-slot milling cutter သုံးပြီး T-slot ဖေါ်ခြင်း ဖြစ်ပါသည်။



3.3. Type of Milling Machine (မေးလင်းစက်အမျိုးအစားများ)

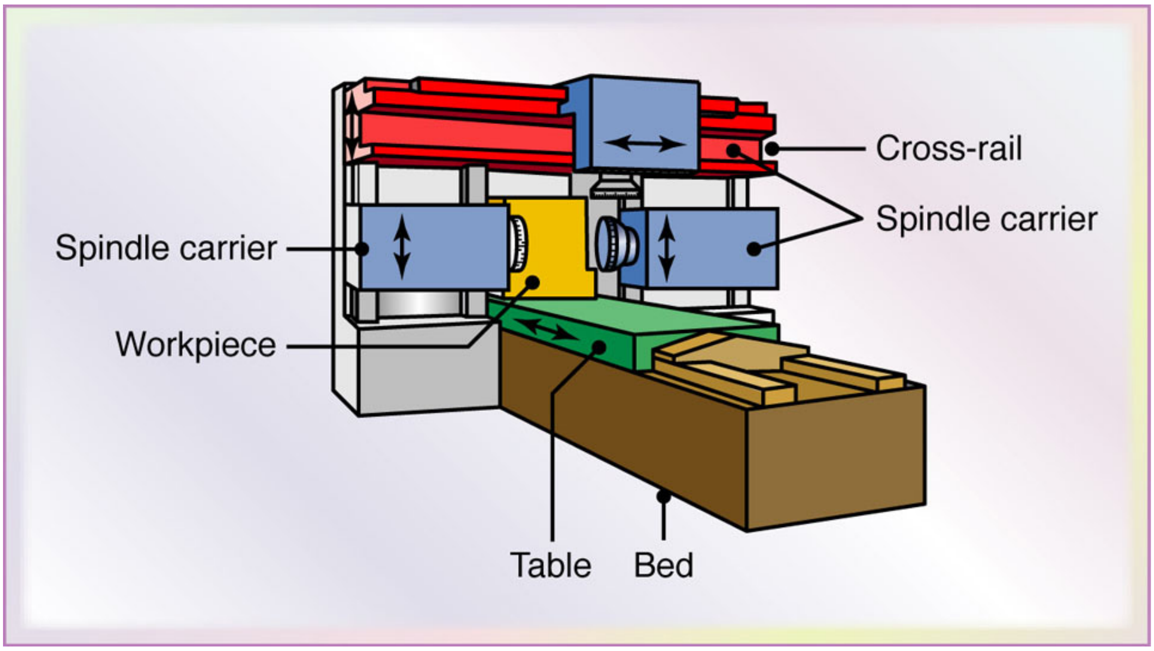
(1) Column-and-Knee Type Milling Machines

Schematic illustration of
(a) a horizontal-spindle column-and-knee type milling machine and
(b) vertical-spindle column-and-knee type milling machine.



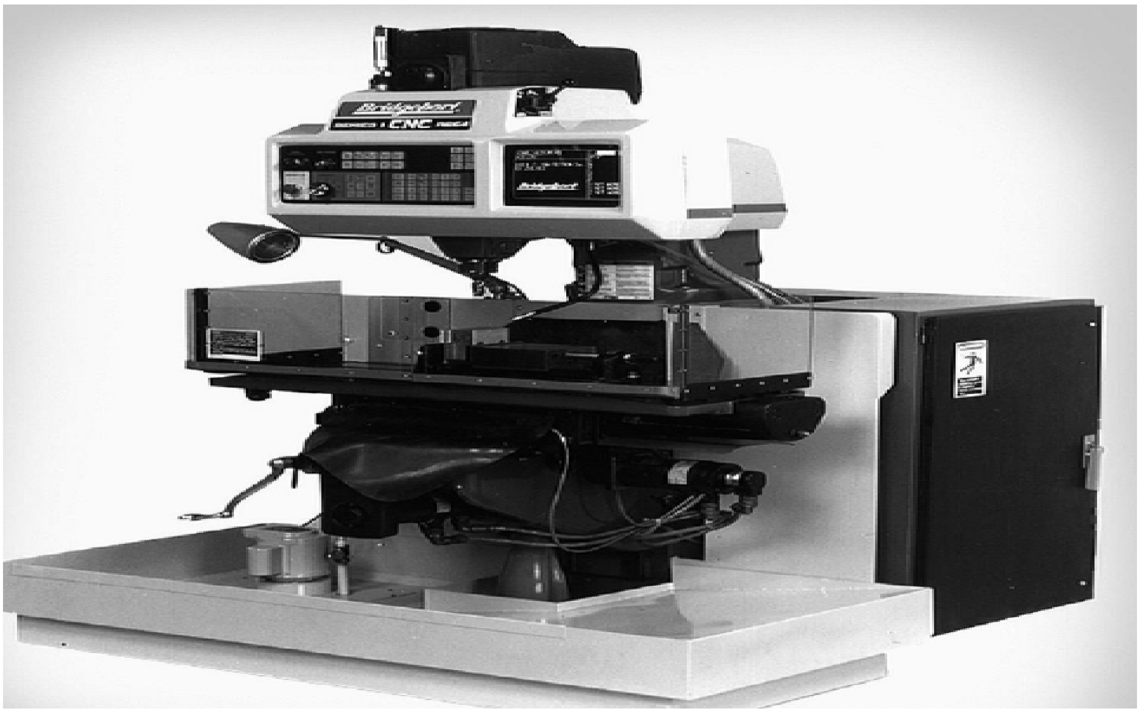
(2) Bed-type Milling Machine

Schematic illustration of a bed-type milling machine.



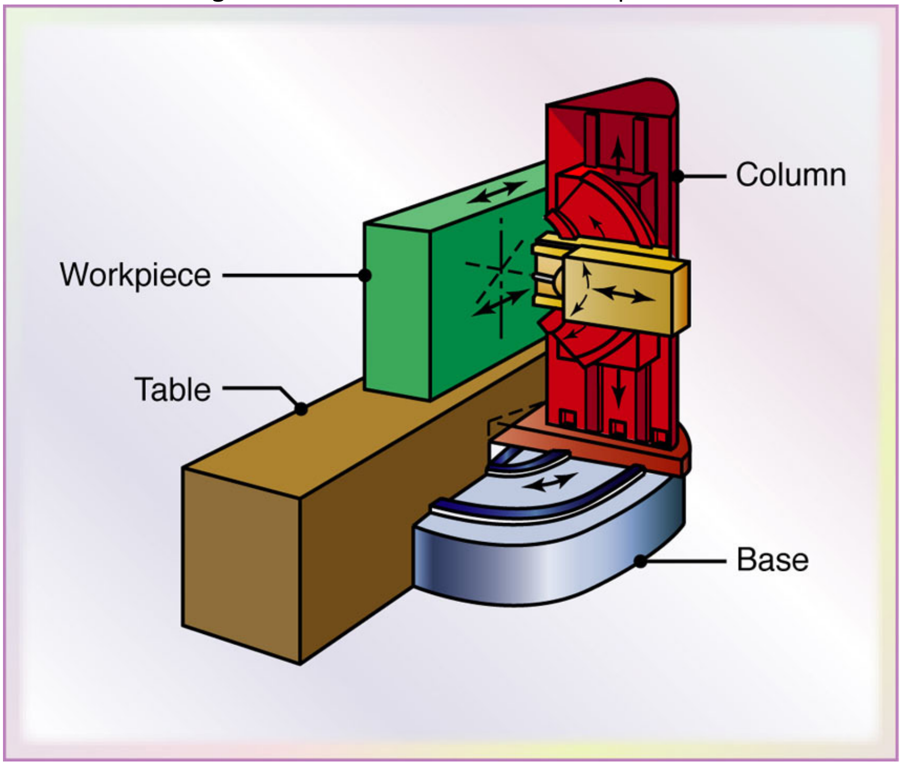
(3) CNC Vertical-Spindle Milling Machine

A computer numerical-control (CNC) vertical-spindle milling machine. This machine is one of the most versatile machine tools. The original vertical-spindle milling machine used in job shops is still referred to as a “Bridgeport”, after its manufacturer in Bridgeport, Connecticut.



(4) Five-Axis Profile Milling Machine

Schematic illustration of a five-axis profile milling machine. Note that there are three principal linear and two angular movements of machine components

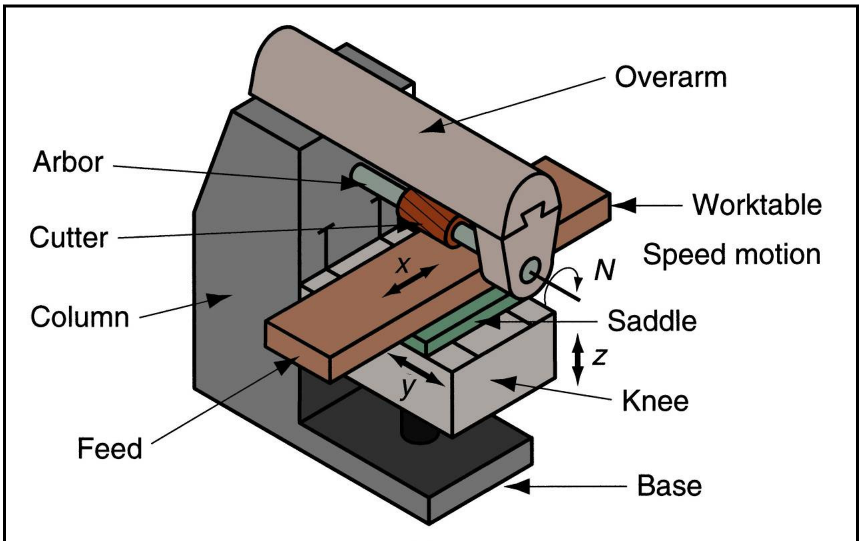


3.4. Horizontal Milling Machine

Horizontal Milling Machine တွင် အဓိကပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများမှာ

(1) Overarm

အိုဗာအမ်းဆိုတာ Cutter တပ်ဖို့ Arbor ကို ထိန်းထားပေးဖို့ ဖြစ်ပါသည်။



(a)

(2) Arbor

အာဗာဆိုတာ Cutter တပ်ဆင်ဖို့ဖြစ်ပြီး လည်ပတ်အားကို မော်တော်ကနေ ရယူပါသည်။

(3) Cutter

ကပ်တာဆိုတာ ခုတ်စားမည့် Cutting Tool ဖြစ်ပြီး လိုအပ်သလို ပြောင်းလဲတပ်ဆင် ခုတ်စားရပါသည်။

(4) Column

ကော်လန်ဆိုတာ မေးလင်းစက်တစ်ခုလုံးကို ထိန်းထားတဲ့နေရာဖြစ်ပြီး အထဲတွင် မော်တာတပ်ဆင်ထားပါသည်။

(5) Base

ဘေ့ဆိုတာ မေးလင်းစက်တစ်ခုလုံးကို အောက်ခြေမှ ထိန်းထားပါသည်။

(6) Worktable

ဝါ့တေဗယ်ဆိုတာ ခုတ်စားလိုသော Workpiece တင်ဖို့ဖြစ်ပြီး အပေါ်အောက်၊ ဘေးတိုက်၊ ရှေ့နောက်၊ အင်ဂျင်နီယာလို X axis, Y axis, Z axis အတိုင်း သွားနိုင်ပါသည်။

(7) Saddle

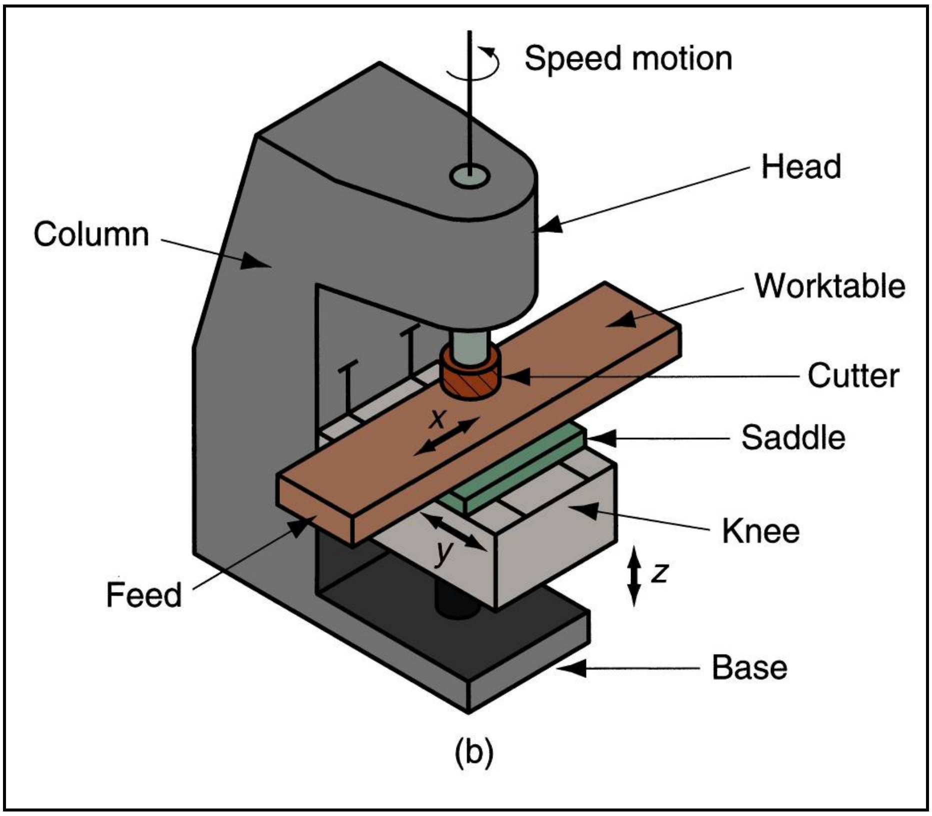
ဆက်ဒယ်ဆိုတာ ဝါ့တေဗယ်ကို X axis အတိုင်း သွားနိုင်အောင် လုပ်ထားပါသည်။

(8) Knee

နီးဆိုတာ ဝါ့တေဗယ်ကို Y axis & Z axis အပေါ်အောက်၊အတွင်းအပြင် အတိုင်း သွားနိုင်အောင် လုပ်ထားပါသည်။

3.5. Vertical Milling Machine

ဗာတီကယ်မေးလင်းစက်ကတော့ Cutting Tool ကို Vertical အတိုင်း တပ်ဆင်ထားပါ သည်။ အခြားအစိတအချက်တွေကတော့ Horizontal Milling Machine နဲ့ အတော်တူပါသည်။



3.6. Milling Tools and Cutters

There are a variety of mills used, the most common being face mills and end mills
- ◦ End mills are either HSS or have indexable inserts
- ◦ End Mills come in a variety of geometries
  - Plain End Mills
  - Shell End Mills
  - Hollow End Mills

မေးလင်းစက်နဲ့တွဲပြီး သုံးတဲ့ Tool တွေ၊ Cutter တွေ အမျိုးအစားများစွာရှိပြီး အဓိကအားဖြင့် face mills and end mills တို့ ဖြစ်ပါသည်။ end mills ကို ထပ်ခွဲရင် Plain End Mills, Shell End Mills, Hollow End Mills တို့ ဖြစ်ပါသည်။

3.6.1. End Mill Geometry

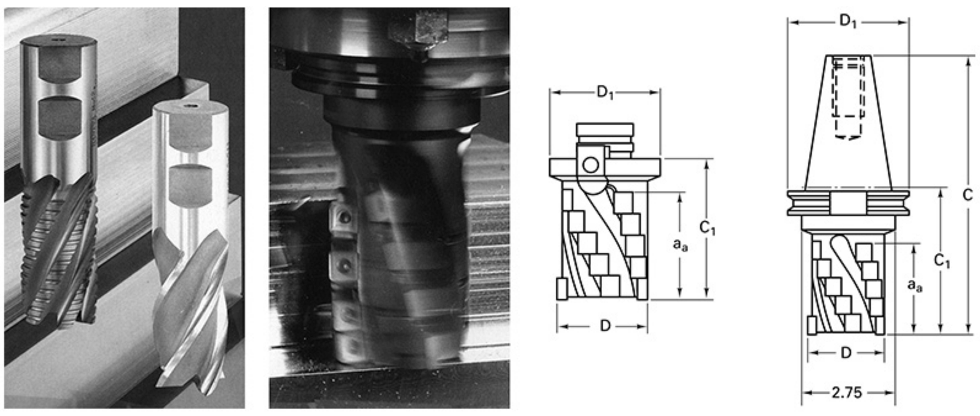


FIGURE Solid end mills are often coated. Insert tooling end mills come in a variety of sizes and are mounted on taper shanks.

3.6.2. Facing Mill Geometry

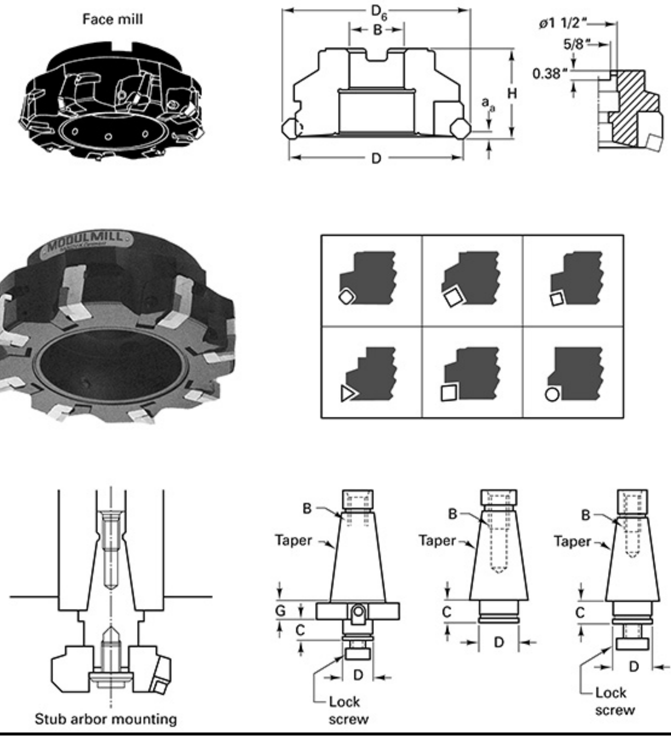


FIGURE Face mills come in many different designs using many different insert geometries and different mounting arbors.

3.6.3. Side Milling Geometry

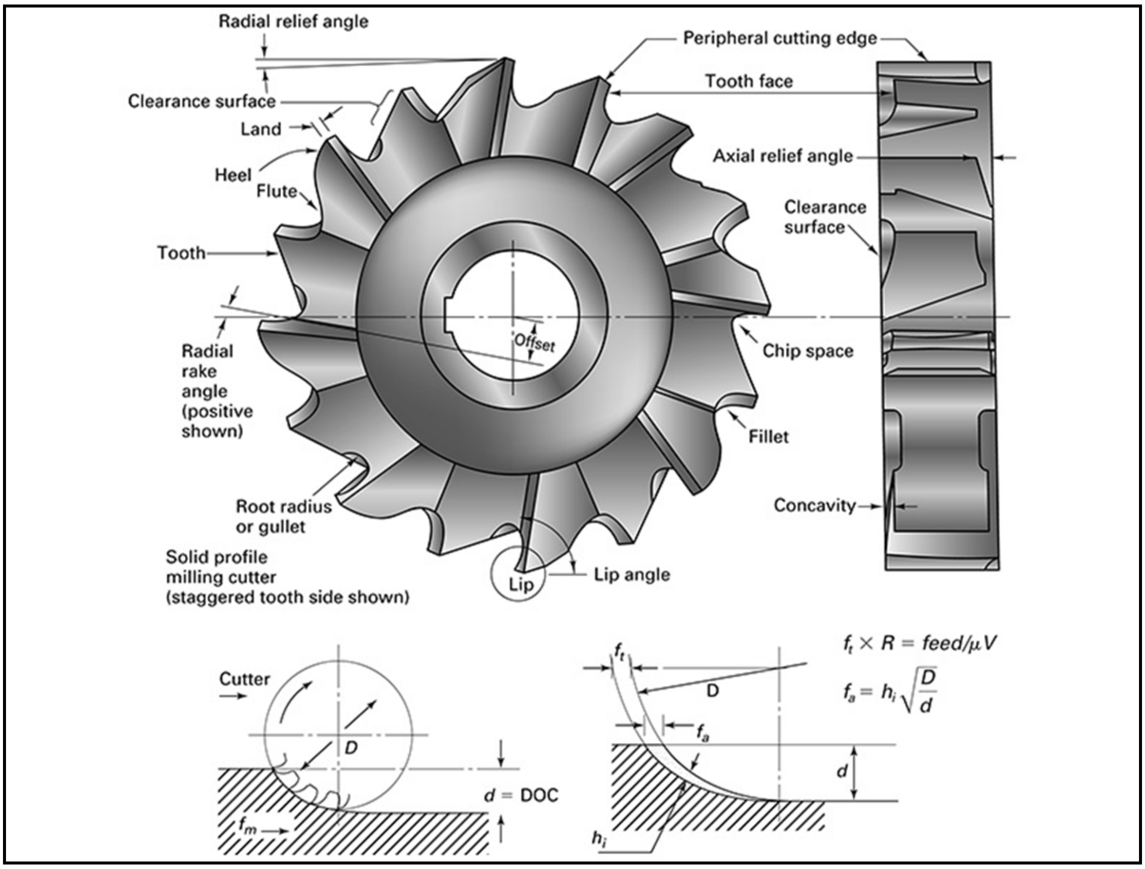


FIGURE The side-milling cutter can cut on sides and ends of the teeth, so it makes slots or grooves. However, only a few teeth are engaged at any one point in time, causing heavy torsional vibrations. The average chip thickness, *hi*, will be less than the feed per tooth, *ft* . The actual feed per tooth *fa* will be less than feed per tooth selected, *Ft* .

3.6.4. Arbor Milling Geometry

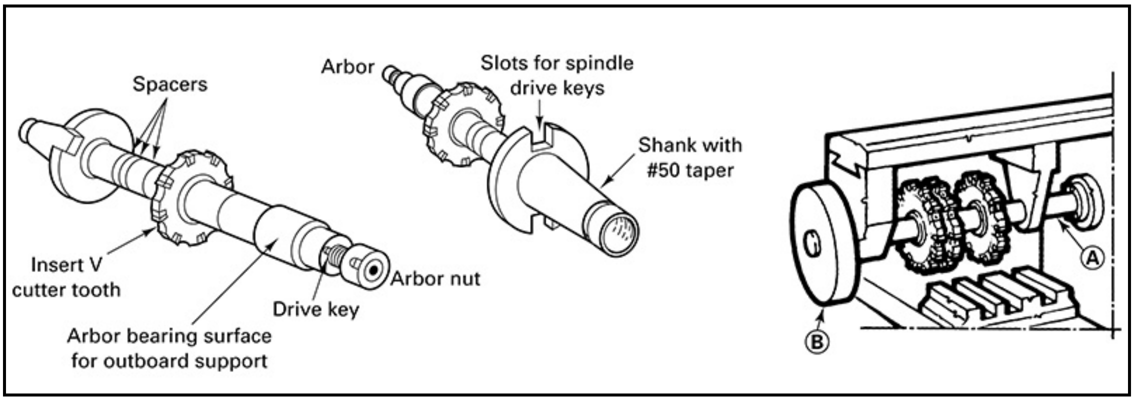


FIGURE Arbor (two views) used on a horizontal-spindle milling machine on left. On right, a gangmilling setup showing three side-milling cutters mounted on an arbor (A) with an outboard flywheel (B).

3.6.5. Helical Mill Geometry

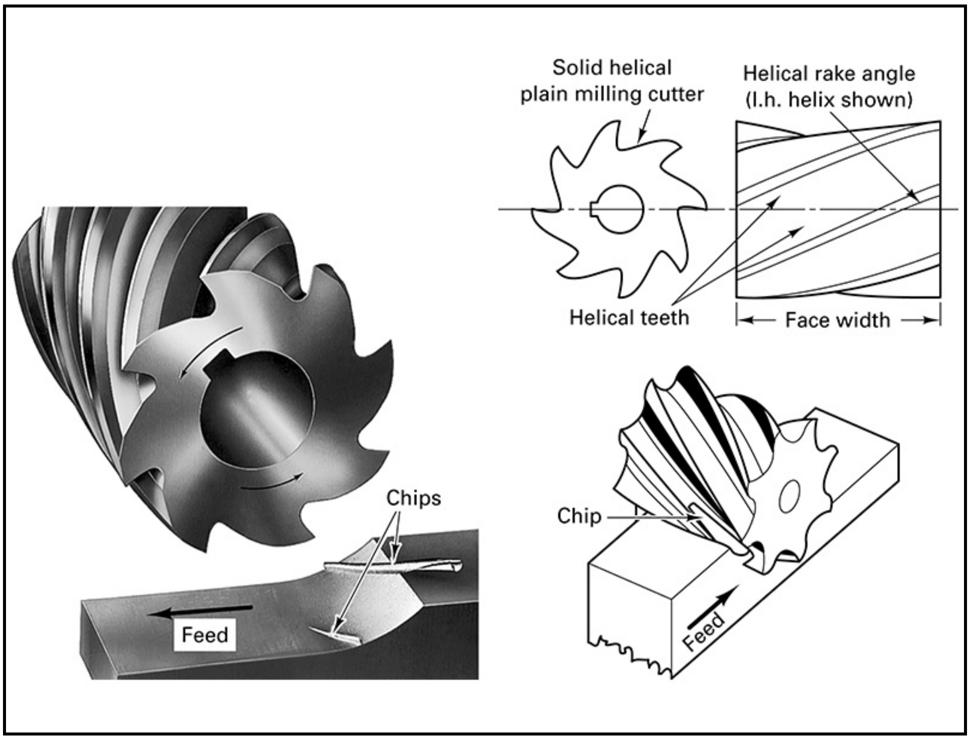


FIGURE The chips are formed progressively by the teeth of a plain helical-tooth milling cutter during up milling.

3.6.6. Relieved Milling Cutter Geometry

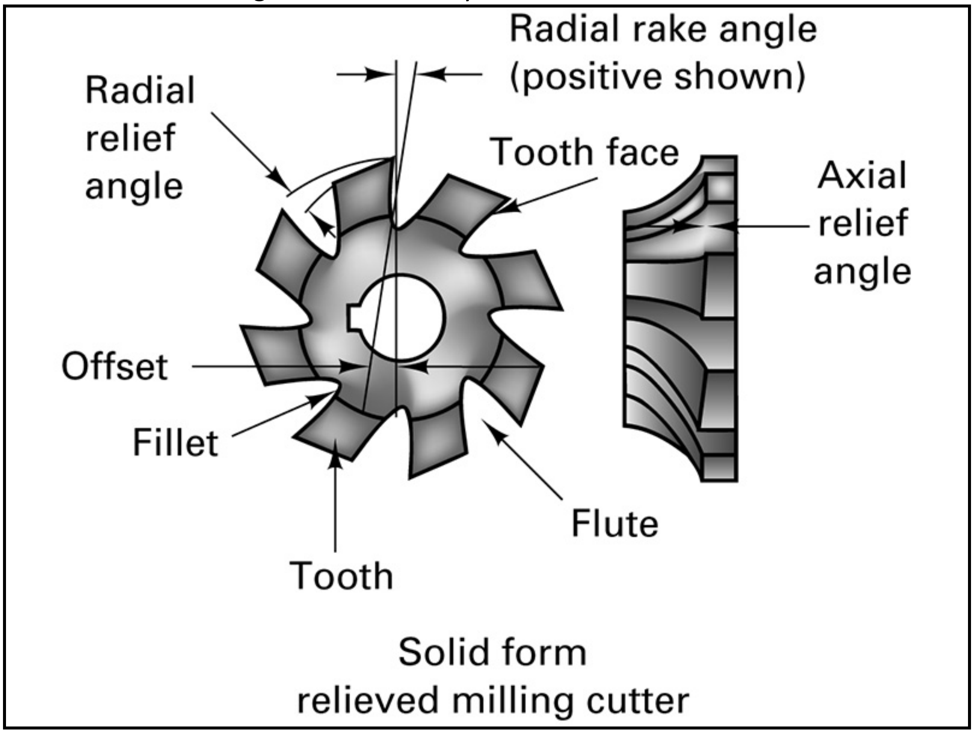
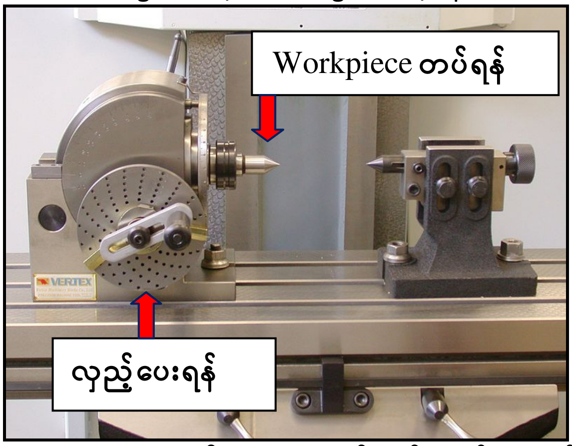


FIGURE Solid form relieved milling cutter, would be mounted on an arbor in a horizontal milling machine.

3.7. Dividing Head / Indexing Head / Sprial Head



An indexing head, also known as a dividing head or spiral head, is a specialized tool that allows a workpiece to be circularly indexed; that is, easily and precisely rotated to preset angles or circular divisions. Indexing heads are usually used on the tables of milling machines, but may be used on many other machine tools including drill presses, grinders, and boring machines. Common jobs for a dividing head include machining the flutes of a milling cutter, cutting the teeth of a gear, milling curved slots, or drilling a bolt hole circle around the circumference of a part.

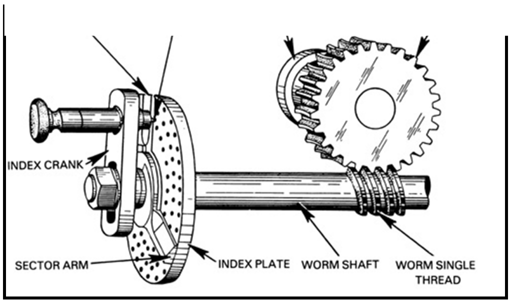
Indexing Head ဆိုတာ မေးလင်းစက်ရဲ့ ဝဲ့တေဗယ်ပေါ်မှာ တင်ပြီး အသုံးပြုပါသည်။ workpiece ကို လိုအပ်သောဒီဂရီအတိအကျလှည့်နိုင်ပါသည်။ ဥပမာ။ ။ ဂီယာစိတ်မယ်ဆိုရင် ဘယ်နသွားစိတ်မလဲဆိုတာ အတိအကျတွက်ပြီး လှည့်ပေးရပါသည်။ ဂီယာသွား ၃၆ သွား စိတ်မည်ဆိုပါက တစ်စိတ်အတွက် ၁၀ ဒီဂရီအတိအကျလှည့်နိုင်ပါသည်။ တွက်ချက်ပုံက လွယ်ပါသည်။

For example, if a machinist wanted to index (rotate) his workpiece by 22.5 degrees then he would turn the hand crank two full revolutions plus one-half of a turn. Since each full revolution is 9 degrees and a half-revolution is 4.5 degrees, the total is 22.5 (9 + 9 + 4.5 = 22.5). The one-half turn can easily be done precisely using any indexing plate with an even number of holes and rotating to the halfway point (Hole #8 on the 16-hole ring).

Brown and Sharpe indexing heads include a set of 3 indexing plates. The plates are marked #1, #2 and #3, or "A", "B" and "C". Each plate contains 6 rows of holes. Plate #1 or "A" has 15, 16, 17, 18, 19, and 20 holes. Plate #2 or "B" has 21, 23, 27, 29, 31, and 33 holes. Plate #3 or "C" has 37, 39, 41, 43, 47, and 49 holes.

အင်္ဂလိပ်လိုပါ ထည့်ပေးလိုက်ပါတယ်။ ပြည့်ပြည့်ဝဝဘာသာ မပြန်နိုင်ရင် နားမ လည်မှာ စိုးလို့ပါ။

ဥပမာ။ ။၂၂.၅ ဒီဂရီလှည့်ချင်တယ် ဆိုပါစို့။ ဘေးမှာရှိတဲ့ လက်ကိုင်လေးကို တစ်ပတ်အပြည့်လှည့်ရင် ၉ ဒီဂရီလည်သွား ပါသည်။ ၂၂.၅ ဒီဂရီရရန် (၉+၉+၄.၅) ဆို တော့ နှစ်ပါတ်နဲ့ နောက်ထပ်တစ်ဝက် လှည့် ပေးရပါသည်။



CHAPTER (4)
DRILLING MACHINE

4.1. Introduction to Drilling Machine (ဖောက်စက်မိတ်ဆက်)

တွင်ခုံနဲ့အတူ ဝပ်ရှော့ထဲမှာ မရှိမဖြစ်စက်တစ်မျိုးကတော့ Drilling Machine ဖောက်ခုံ ဖြစ်ပါသည်။ သုံးစွဲရတာ လွယ်ကူပြီး လျင်မြန်စွာ လုပ်ကိုင်နိုင်ပါသည်။ ဖောက်ခုံကတော့ ပုံစံမျိုးစုံ အရွယ်အစားမျိုးစုံ ထုတ်လုပ်ကြပြီး လက်ကိုင်သုံး၊ စားပွဲတင်သုံး၊ ကြမ်းပြင်တွင် နိုင်ခံစွာတည် ဆောက်ထားသောဖောက်ခုံများအထိ ကျယ်ပြန့်စွာ အသုံးပြုကြပါသည်။

4.2. Type of Drilling Machine (ဖောက်စက်အမျိုးမျိုး)

4.2.1. လက်ကိုင်သုံးဖောက်စက်

လက်ကိုင်သုံးဖောက်စက်များကို ပရောဂျက်ဆိုက်တွေမှာ၊ အိမ်ဆောက်တဲ့နေရာတွေမှာ၊ ပရိဘောဂ လုပ်တဲ့နေရာတွေမှာ တွင်တွင်ကျယ်ကျယ် အသုံးပြုပါသည်။ လျှပ်စစ်ဖြင့် သုံးသလို ဘယ်ထရီနဲ့သုံး တာလည်း ရှိပါသည်။

လျှပ်စစ်ဖြင့်သုံးသော ဖောက်စက်

ဘယ်ထရီသုံး ဖောက်စက်

မှတ်ချက်။ ။ဘယ်ထရီကို အားပြန်သွင်းပေးရပြီး အားနည်းသောလုပ်ငန်းတွေမှာအသုံးပြုပါသည်။

4.2.2. Magnetic Drilling Machine

အခြေတွင် သံလိုက်ဓာတ်သွင်းနိုင်ပြီး သံထည်တွေပေါ်မှာ တင်ပြီးဖောက်နိုင်သော Magnetic Drilling Machine ကို Steel Structure လို လုပ်ငန်းတွေမှာ အသုံးများပါသည်။

4.2.3. Up Right Sensitive Drilling Machine

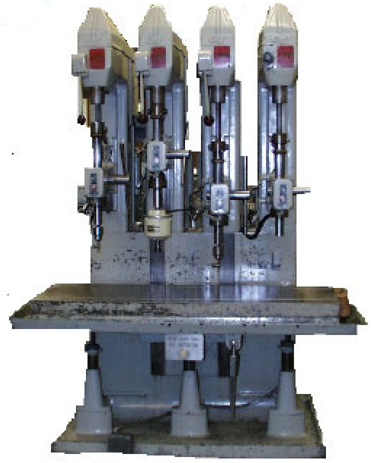
အသုံးများသောစက်အမျိုးအစားဖြစ်ပြီး သုံးစွဲရလွယ်သူသဖြင့် များများစားစား မရေးတော့ပါ။

4.2.4. Up Right Drilling Machine

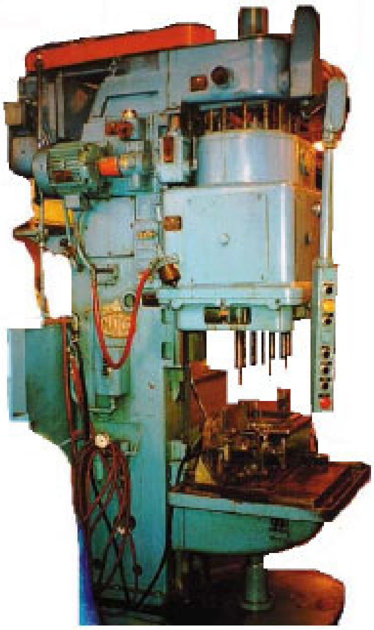
4.2.5. Radial Ram Drilling Machine

ဒီလိုစက်ကြီးတွေကတော့ အကြီးစားပစ္စည်းထုတ်လုပ်သော စက်ရုံကြီးတွေမှာ အသုံးပြုပါသည်။

4.2.6. Gang Style Drilling Machine



4.2.7. Multiple Spindle Drilling Machine



4.2.8. Micro Drill Press

4.2.9. Turret drilling machine

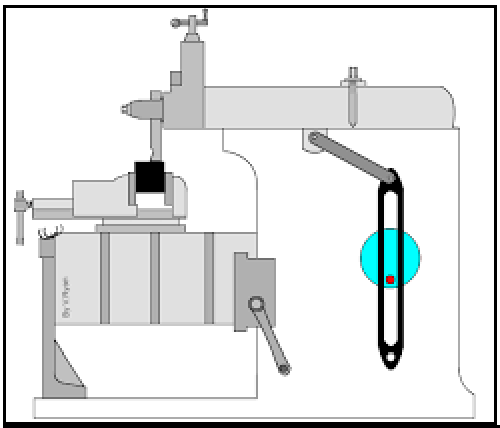
4.2.10. Laser Drilling Machine

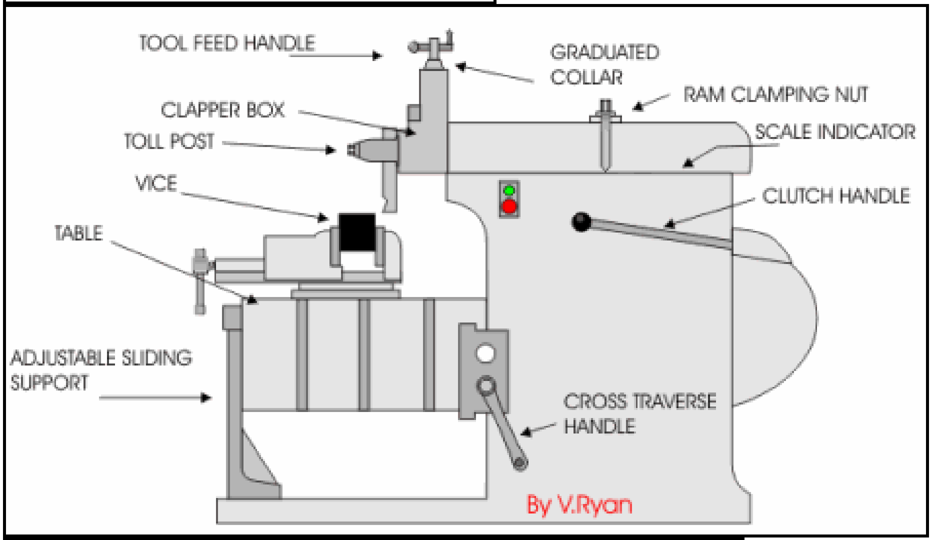
CHAPTER (5)

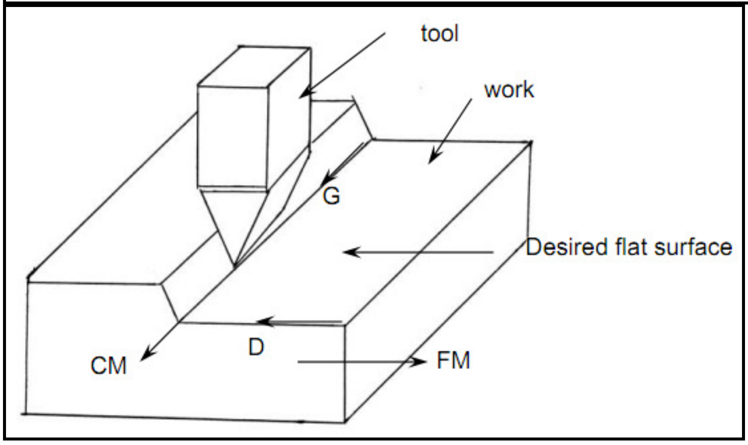
SHAPING MACHINE (SHAPPER)

5.1. Introduction to Shaping Machine

Shaping Machine ဆိုသည်မှာ သံထည်အကြမ်းထည်များကို အချောလုပ်ရင်သော်လည်းကောင်း၊ မြောင်းဖော်ခြင်း၊ မျက်နှာပြင်ညှိုခြင်း စသည့်လုပ်ငန်းတွေကို လိုအပ်သလို အသုံးပြုနိုင်သော စက်အမျိုးအစား ဖြစ်ပါသည်။ လက်တွေ့တွင်မူ ခဏတဖြုတ် သင်ကာမျှဖြင့် မောင်းနှင်နိုင်သော စက်မျိုးဖြစ်ပါသည်။







CHAPTER (6)

HOBBING MACHINE

6.1. Introduction to Hobbing Machine

Hobbing machine ဆိုသည်မှာ ဂီယာထုတ်လုပ်သောစက်ဖြစ်ပြီး ကားစက်ရုံ၊ ရထားစက်ရုံ၊ ဂီယာဖောက်စက်ရုံ၊ လေယာဉ်ထုတ်လုပ်သောစက်ရုံ၊ ဆောက်လုပ်ရေးလုပ်ငန်းသုံးစက်ထုတ်လုပ်ရေးစက်ရုံတွေမှာ ဂီယာမျိုးစုံ၊ လျှင်လျှင်မြန်မြန်ထုတ်ပေးသောစက်အမျိုးအစား ဖြစ်ပါသည်။

အထက်ပါပုံတွင် LIEBHERR CO., က ထုတ်လုပ်သော Model-LC 200-500 The Hobbing Machine ပုံ ဖြစ်ပါသည်။

6.2. Type of gears

6.2.1. Spur gear

Spur gear ဂီယာဆိုသည်မှာ ဂီယာသွားကို ဝန်ရိုးနဲ့အပြိုင်ခုတ်ထားသောဂီယာအမျိုးအစားဖြစ်ပြီး အသုံးများသောဂီယာအမျိုးအစားဖြစ်ပါသည်။

Spur gear ဂီယာတစ်စုံတွင် ငယ်သောဂီယာကို Pinion လို့ခေါ်ပြီး ကြီးသောဂီယာကို Gear လို့ခေါ် ပါသည်။ လိုသောလည်ပတ်နှုန်းတွေရရှိဖို့အတွက် ဂီယာသွားအရေအတွက်ကို တွက်ချက်ရပါသည်။

6.2.2. Helical gear

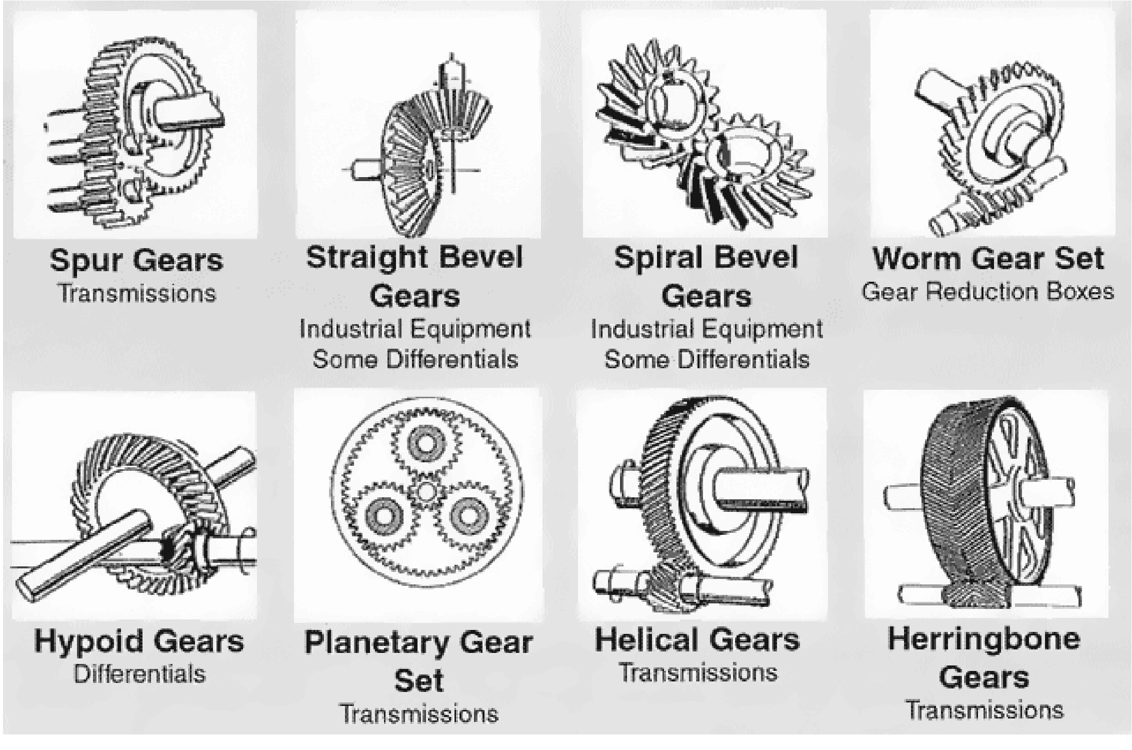
Helical gear ဂီယာဆိုသည်မှာ ဂီယာသွားကို အစောင်းခုတ်စားထားပြီး ချိတ်ဆက်အားကောင်းမွန် စေရန် ပြုလုပ်ထားခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

6.2.3. Bevel gear

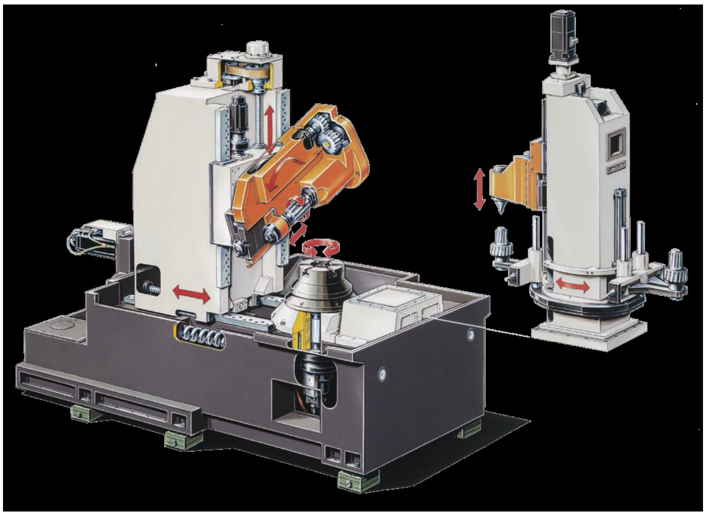
Bevel gear ဂီယာဆိုသည်မှာ ဒေါင်းလိုက်လည်ပတ်အားကို ရေပြင်ညီလည်ပတ်အားကို ပြောင်းလဲပို့ ဆောင်ပေးခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

6.2.4. Gears

လိုအပ်သောစက်ဒီဇိုင်းပေါ်မူတည်ပြီး ဂီယာတွေကို ပုံစံအမျိုးမျိုး ခုတ်စားအသုံးပြုကြပါသည်။



6.3. Model-LC 200-500 The Hobbing Machine



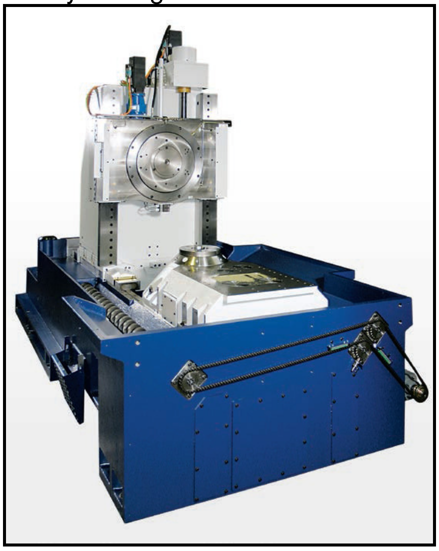
6.3.1. The Machine Concept

In gear manufacturing, the technology of high-speed dry hobbing has substantially reduced cutting times and machining costs while increasing workpiece quality and environmental protection. Originally introduced by Liebherr, this process has met with tremendous success. The new demands of this modern technology include higher hob and table speeds, reliable removal of the hot chips, and machine-wide management of the considerable process heat. The proven machine concept also offers a number of significant new developments: the completely symmetrical design of the machine's structural components and the closed oil-circulation loop in the machine bed assure an extremely uniform temperature distribution and therefore thermal stability – important for consistently high workpiece quality.

To take advantage of the substantially lower machining times of high-speed hobbing, fast load and unload cycles are required. With the newly developed automation system, the part change time is less than four seconds. Modular workpiece storage units expand the machine periphery. In the development of the overall machine concept, the “lean” philosophy was a central issue. The new generation Liebherr machines are compact, fast, reliable and competively priced. The future belongs to the new technology of high-speed dry hobbing. We are making a decisive contribution to this economically and ecologically important development.

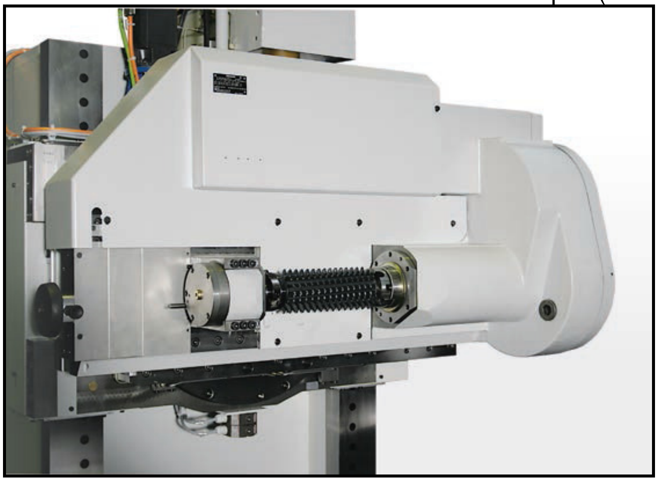
6.3.2. The Machine Bed

The rigidity of the machine structure was optimized using FEA simulation. Steep side walls and two integrated chip augers offer efficient and reliable chip removal. This is especially important for dry cutting.



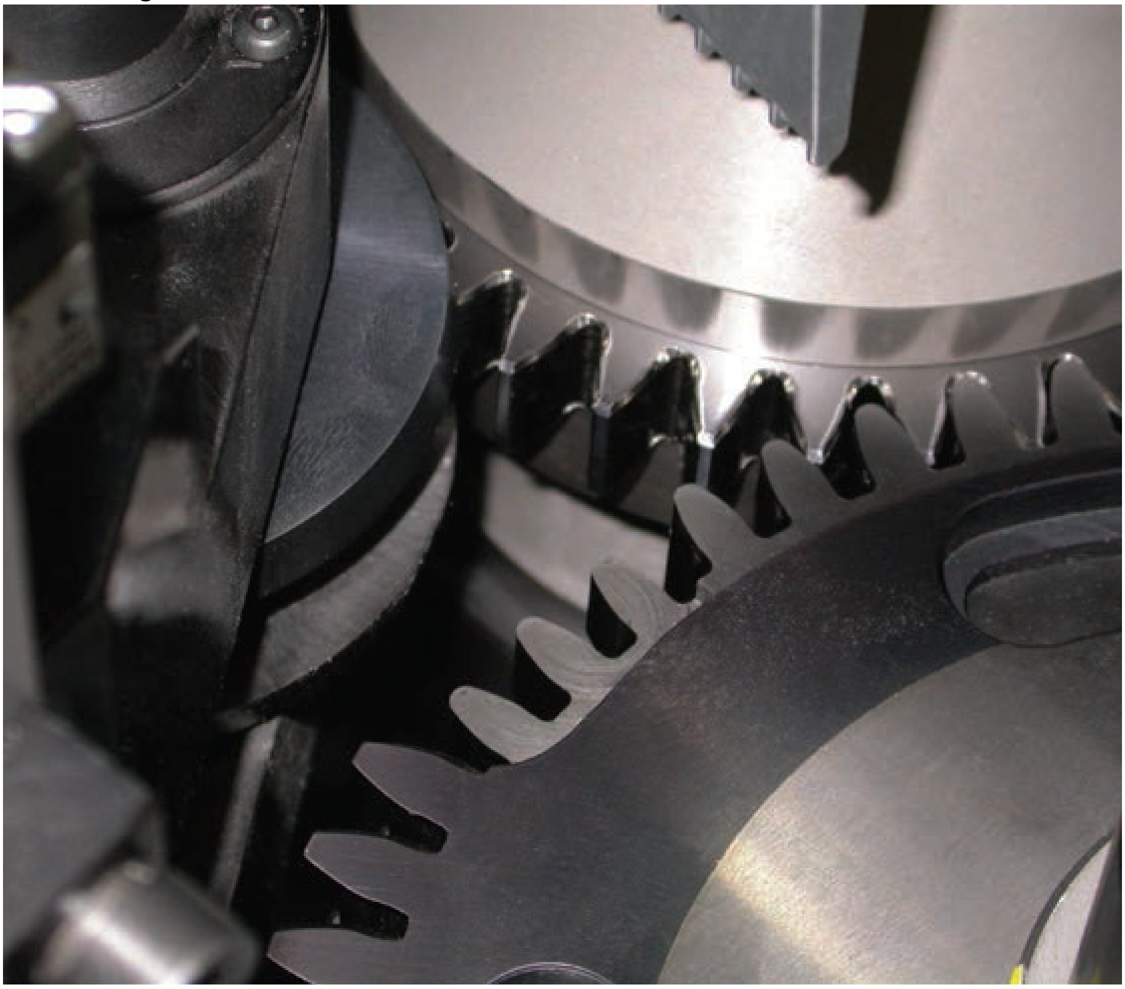
6.3.3. The Hob Head

A maintenance free direct drive AC motor is used for the hob spindle. Drive power up to 27 kW and speeds up to 3000 rpm offer large reserve capacity for future tool developments. For very high torque requirements the hob head is equipped with a reduction gear drive. The tool interface is offered either with a hollow shaft taper (HSK), a collet or a steep taper (ISO).



6.3.4. Integrated roll deburring and chamfering

Roll deburring and chamfering of the gear teeth, with removal of secondary burr, is suitable for bore and shaft parts. The deburring and chamfering operation is parallel to the main cutting time.



6.3.5. The Controls – Intelligence from Experience

In standard, the machines are delivered with Siemenscontrol in connection with Siemens-drives.

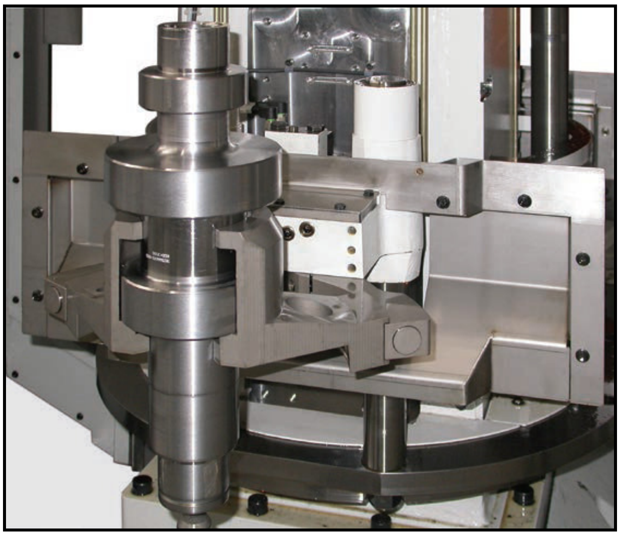
The essential features of these advanced controls are:

• PC based control technology
• digital drive technology
• integrated PLC
• advanced field bus systems (profi bus)
• TFT flat screen
• optional network integration
• dialog input tailored to gear machining
• Teleservice
• Diagnostic tools

With these customer-oriented options, we satisfy the demands of the international markets.

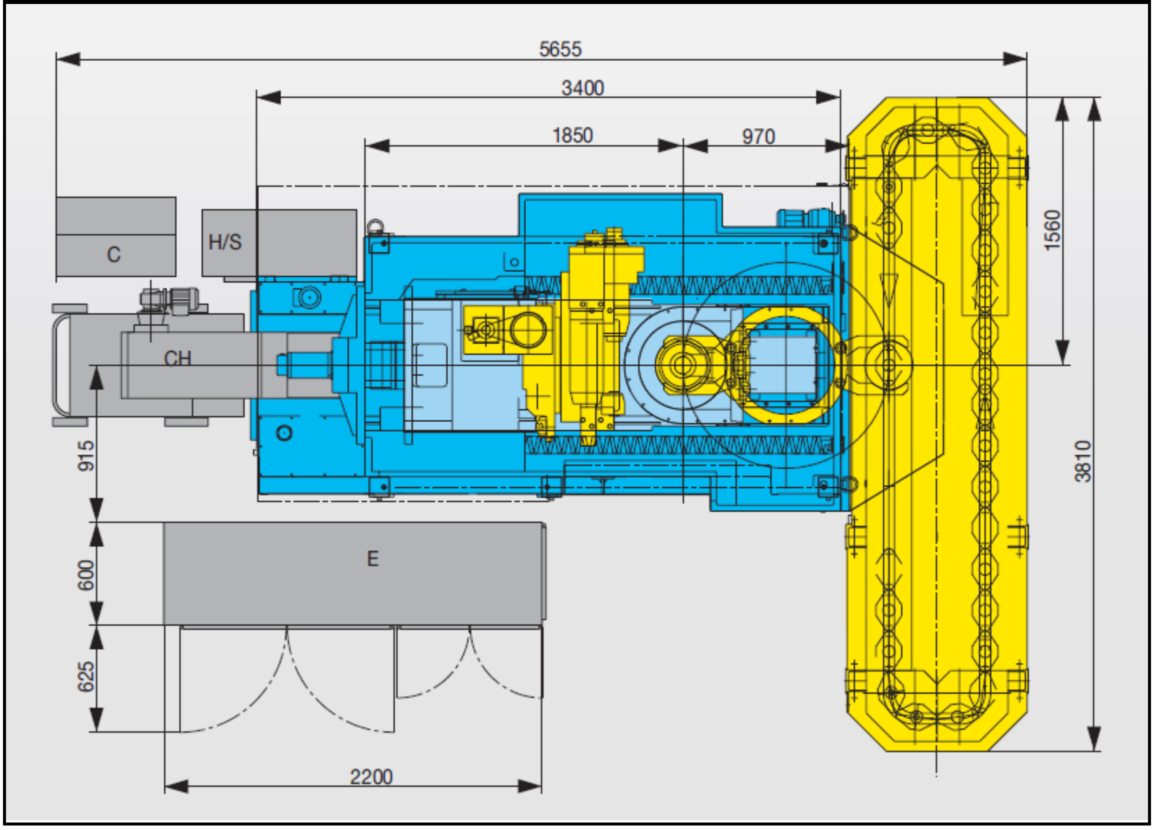
6.3.6. Versatile Workpiece Handling

The tailstock column enables manual and automatic loading / unloading of bore- and shaft-type parts for dry and wet machining. The workpieces may optionally be clamped table-side with high clamping force or – for shorter cycle times –with an NC tailstock arm. Liebherr offers automatic loading/unloading and storage systems for a wide range of workpieces. Furthermore, the machine can be integrated into cell or line concepts. The machine offers quick change-over possibilities for flexible use via a quick change system for workpiece gripper and fixtures.



6.3.7. Technical Data

		LC 200	LC 300	LC 380	LC 500
Max. workpiece diameter	mm	200	300	380	500
	mm	7 (12)	7 (12)	7 (12)	7 (12)
Max. axial travel	mm	600	600	600	600
Table diameter	mm	180	250	320	320
Table speed	rpm	100/200/400	100/200/400	100/200/400	100/200/400
Center Distance between hob and table	min. mm	15	15	15	15
	max. mm	400	400	400	400
Hob-head swivel Shift 200 mm Hob-head swivel Shift 300 mm	degrees	+/- 45 +/- 35	+/- 45 +/- 35	+/- 45 +/- 35	+/- 45 +/- 35
Max. shift/tangential travel	mm	200/300	200/300	200/300	200/300
Max. hob diameter	mm	160 (220°)	160 (220°)	160 (220°)	160 (220°)
Max. hob length	mm	230/330	230/330	230/330	230/330
Axial rapid travel	mm/min.	10,000	10,000	10,000	10,000
Radial rapid travel	mm/min.	7,500	7,500	7,500	7,500
Tangential rapid travel	mm/min.	3,000	3,000	3,000	3,000
Hob-spindle speed ranges	rpm	500	500	500	500
	rpm	750	750	750	750
	rpm	1200/1500/3000	1200/1500/3000	1200/1500/3000	1200/1500/3000
Cutter-spindle drive capacity	kW	14/27	14/27	14/27	14/27
Total weight of machine with tailstock column	ca. kg	16,000	16,000	16,000	16,000
Total connected load	ca. kVA	35-50	35-50	35-50	35-50



CHAPTER (7)

CNC MACHINES

7.1. Introduction to CNC Machine

CNC ဆိုသည်မှာ Computer Numerical Control ရဲ့အတိုကောက်ဖြစ်ပြီး Machine Tool တွေကို Computer နဲ့ ထိန်းချုပ်မောင်းနှင်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ Computer Programming နဲ့ ခုတ်စားလိုသော ပစ္စည်းကို အရင် ပရိုဂရမ်ရေးရပါသည်။ ဒီအခန်းမှာတော့ တော်တော်များများရေးရမှာ ဖြစ်ပါသည်။ လေ့လာလိုသူများ ဖြည်းဖြည်းချင်း ဖတ်သွားပါ။ အတိုင်းအတာတစ်ခုတော့ အခြေခံ ရသွားပါလိမ့်မည်။

7.2. Type of CNC Machines

CNC ထိန်းချုပ်မောင်းနှင်တဲ့စက်တွေသည် Machine Tools တွေသာမက တကယ်ကုန်ထုတ်တဲ့စက်တွေကိုပါ တပ်ဆင်အသုံးပြုလာကြပါသည်။ CNC ထိန်းချုပ်မောင်းနှင်တဲ့စက်တွေကတော့ အောက်မှာ ဖော်ပြထားပါသည်။

(1) Drills
(2) EDMs
(3) Embroidery machines
(4) Lathes
(5) Milling machines
(6) Canned cycle
(7) Wood routers
(8) Sheet metal works (Turret punch)
(9) Wire bending machines
(10) Hot-wire foam cutters
(11) Plasma cutters
(12) Water jet cutters
(13) Laser cutting
(14) Oxy-fuel
(15) Surface grinders
(16) Cylindrical grinders
(17) 3D Printing
(18) Induction hardening machines
(19) submerged welding
(20) knife cutting
(21) glass cutting

7.3. Machine Tools Producer Country List

Producers of Machine Tools

	Country	2012 (est.) $-Millions	% Cut	% Form	2011 (rev.) $-Millions	Change in local currency	Change in U.S. dollars
1.	China, Peoples Rep.	27,540.0	67%	33%	28,270.0	$	-3%
2.	Japan	18,252.9	87%	13%	18,326.6	0%	0%
3.	Germany	13,622.9	74%	26%	13,373.7	10%	2%
4.	Korea, Rep. of	5,705.0	73%	27%	5,754.0	$	-1%
5.	Italy	5,667.7	50%	50%	5,912.6	4%	-4%
6.	Taiwan	5,430.0	84%	16%	5,160.0	5%	5%
7.	United States	4,983.2	74%	26%	4,676.7	$	7%
8.	Switzerland	3,199.3	85%	15%	3,607.0	-6%	-11%
9.	Spain	1,060.3	65%	35%	1,072.6	7%	-1%
10.	Austria	1,032.0	53%	47%	971.1	15%	6%
11.	France	805.8	64%	36%	855.6	2%	-6%
12.	Czech Republic	728.4	80%	20%	646.0	25%	13%
13.	India	720.7	88%	12%	880.0	-6%	-18%
14.	Canada	c693.0	61%	39%	c639.3	8%	8%
15.	United Kingdom	649.8	66%	34%	731.5	-10%	-11%
16.	Turkey	649.0	24%	76%	659.4	7%	-2%
17.	Brazil	643.2	81%	19%	891.3	$	-28%
18.	Netherlands	402.3	20%	80%	407.6	7%	-1%
19.	Belgium	296.9	20%	80%	357.5	-10%	-17%
20.	Russia	u263.0	41%	59%	263.0	0%	0%
21.	Sweden	201.8	38%	62%	218.4	0%	-8%
22.	Finland	185.1	20%	80%	196.2	2%	-6%
23.	Australia	155.0	90%	10%	150.0	$	3%
24.	Mexico	c122.4	58%	42%	c122.4	$	0%
25.	Denmark	u70.0	40%	60%	76.5	0%	-8%
26.	Portugal	46.3	44%	56%	50.1	0%	-8%
27.	Romania	u42.5	71%	29%	u42.5	$	0%
28.	Argentina	36.4	53%	47%	32.4	$	12%
	Total	**93,205.4**			**94,344.1**		-1%

7.4. International Standard for CNC Machines

CNC စက်တွေကို နိုင်ငံပေါင်းစုံ၊ ကုမ္ပဏီပေါင်းစုံက စက်မျိုးစုံထုတ်လုပ်ရောင်းချနေတော့ သုံးစွဲသူတွေအဆင်ပြေစေရန် နိုင်ငံတကာ Standard တစ်ခု သတ်မှတ်ရပါသည်။ အဲ့ဒါကတော့ ISO 14649 (STEP-NC) ဖြစ်ပါသည်။ အရင်တုန်းက ISO 14303 (STEP) ကနေ ပြောင်းလဲလာတာဖြစ်ပြီး အလွန်ကျယ်ပြန့်ပါ သည်။

7.5. CAD / CAM

CAD = Computer Aided Design
CAM = Computer Aided Manufacturing

CNC စက်တွေနဲ့ ဆက်စပ်လေ့လာရမဲ့ပညာရပ်တွေကတော့ CAD / CAM ဖြစ်ပြီး အလွန်ကျယ်ပြန့်ပါသည်။

7.5. CAD Computer Aided Design

CAD may be used to design curves and figures in two-dimensional (2D) space; or curves, surfaces, and solids in three-dimensional (3D) space.

CAD is an important industrial art extensively used in many applications, including automotive, shipbuilding, and aerospace industries, industrial and architectural design, prosthetics, and many more. CAD is also widely used to produce computer animation for special effects in movies, advertising and technical manuals, often called DCC digital content creation. The modern ubiquity and power of computers means that even perfume bottles and shampoo dispensers are designed using techniques unheard of by engineers of the 1960s. Because of its enormous economic importance, CAD has been a major driving force for research in computational geometry, computer graphics (both hardware and software), and discrete differential geometry. The design of geometric models for object shapes, in particular, is occasionally called *computer-aided geometric design* (*CAGD*).

7.5.1. CAD Softwares

The following are open sources products used widely: 2D/3D modelling

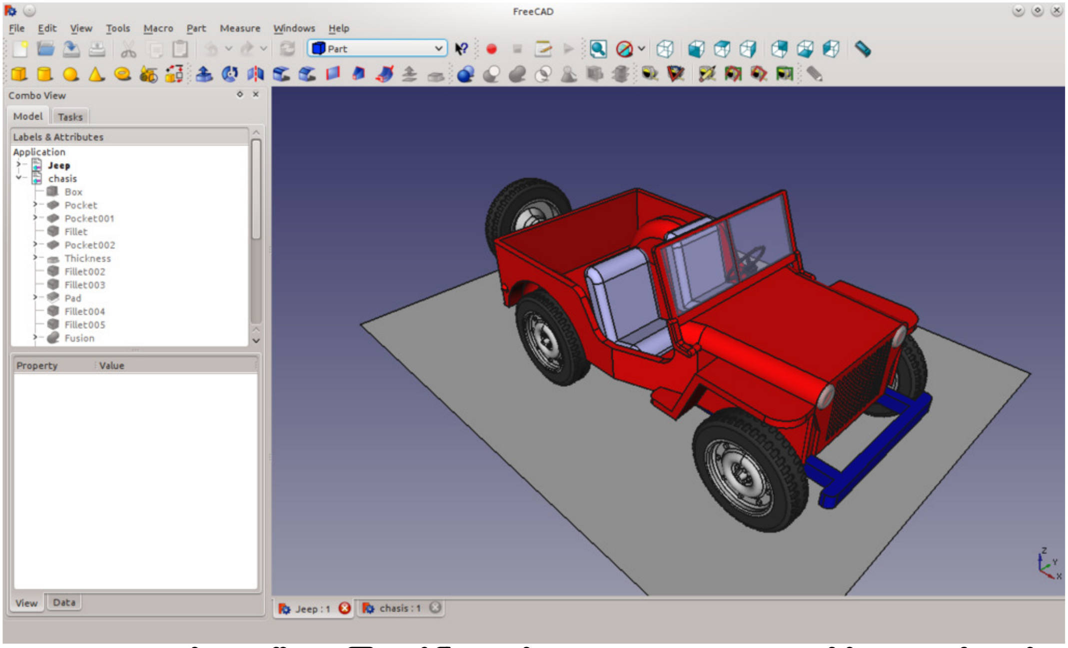
- Art of Illusion CAD Software
- Blender CAD Software
- CADKEY CAD Software
- FreeCAD CAD Software
- KeyCreator CAD Software
- BRL-CAD CAD Software
- OpenSCAD CAD Software
- ImplicitCAD CAD Software
- pythonOCC CAD Software
- CADEMIA CAD Software (open source community edition no longer maintained)
- OpenCASCADE CAD Software (very powerful CAD library which serves as base for applications, e.g. FreeCAD)

2D modelling

- LibreCAD CAD Software
- QCad CAD Software

7.6. Sample Software (FreeCAD)

FreeCAD is a free and open-source (under the LGPLv2+ license) general-purpose parametric 3D CAD modeler. FreeCAD is aimed directly at mechanical engineering and product design but also fits in a wider range of uses around engineering, such as architecture or other engineering specialities. FreeCAD is currently in a beta stage of development.

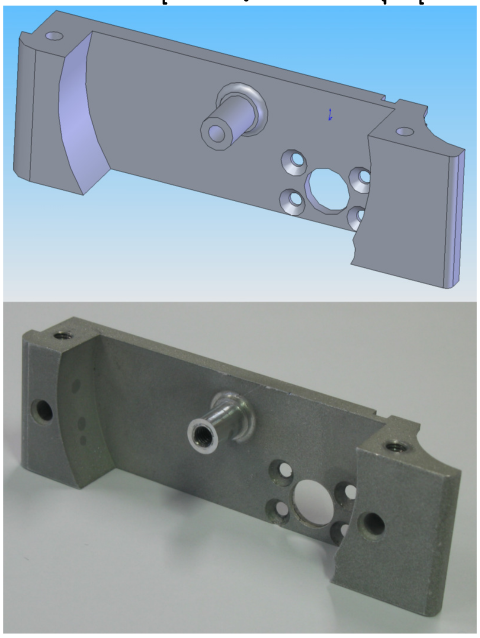


CNC စက်တွေပေါ်ခဲ့တာကြာခဲ့ပါပြီ။ နည်းပညာတွေက မနေမနားအရှိန်နဲ့အမျှ တိုးတက်နေတာပါ။ တိုးတက်အောင်လုပ်မှ ကုန်ထုတ်လုပ်သော ကုမ္ပဏီတွေက ဝယ်ယူသုံးစွဲမည် ဖြစ်ပါသည်။

7.7. CAM Computer Aided Manufacturing

Computer-aided manufacturing (CAM) is the use of computer software to control machine tools and related machinery in the manufacturing of workpieces. This is not the only definition for CAM, but it is the most common: CAM may also refer to the use of a computer to assist in all operations of a manufacturing plant, including planning, management, transportation and storage. Its primary purpose is to create a faster production process and components and tooling with more precise dimensions and material consistency, which in some cases, uses only the required amount of raw material (thus minimizing waste), while simultaneously reducing energy consumption. CAM is now a system used in schools and lower educational purposes. CAM is a subsequent computer-aided process after computer-aided design (CAD) and sometimes computer-aided engineering (CAE), as the model generated in CAD and verified in CAE can be input into CAM software, which then controls the machine tool.

အောက်မှာပြထားသောပုံတွင် အပေါ်ပုံသည် CAM software ဖြင့် ဆွဲထားသော 3Dပုံဖြစ်ပြီး အောက်ဖက်ကပုံသတော့ CNC စက်နဲ့ ခုတ်စားထားသော ပစ္စည်းပုံ ဖြစ်ပါသည်။



7.7.1. CAM Computer Aided Manufacturing Softwares

The top 20 largest CAM software companies, by direct revenues in year 2011, are sorted by revenues:

- GibbsCAM CAM Software
- Dassault Systèmes CAM Software
- Siemens PLM Software CAM Software
- Delcam CAM Software
- Vero Software CAM Software
- PTC CAM Software
- Tebis CAM Software
- Open Mind Technologies CAM Software
- Cimatron CAM Software
- C&G Systems CAM Software
- Autodesk – HSM CAM Software
- Missler Software TopSolid CAM Software
- CNC Software CAM Software
- CG Tech CAM Software

- DP Technology CAM Software
- SolidCAM CAM Software
- SesCoi CAM Software
- NTT Data Engineering Systems CAM Software
- Nihon Unisys CAM Software
- BobCAD-CAM CAM Software
- Geometric Technologies - CAMWorks CAM Software
- SharpCam CAM Software
- Surfware CAM Software
- Dolphin CAD/CAM USA CAM Software
- Global flight CAM Software
- RoutCad&RoutBot CAM Software

7.8. CAM Computer Aided Manufacturing Sample Software

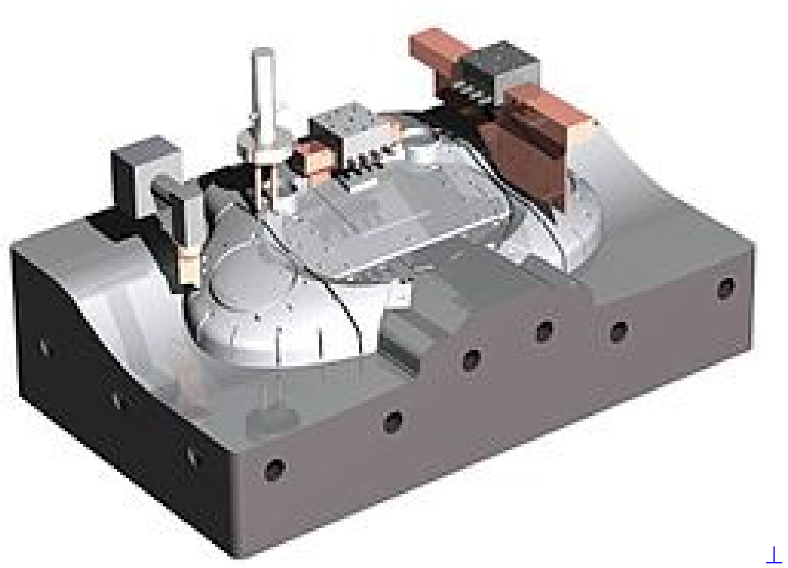
7.8.1. Delcam Software

Delcam is a supplier of advanced CAD/CAM software for the manufacturing industry. The company has grown steadily since being founded formally in 1977, after initial development work at Cambridge University, UK. It is now a global developer of product design and manufacturing software, with subsidiaries and joint ventures in North America, South America, Europe and Asia with a total staff of over 800 people and local support provided from over 300 re-seller offices worldwide. It was listed on the London Stock Exchange until 6 February 2014, when it was acquired by Autodesk. It now operates as a wholly owned, independently operated subsidiary of Autodesk.

7.8.2. Advanced Manufacturing Solutions

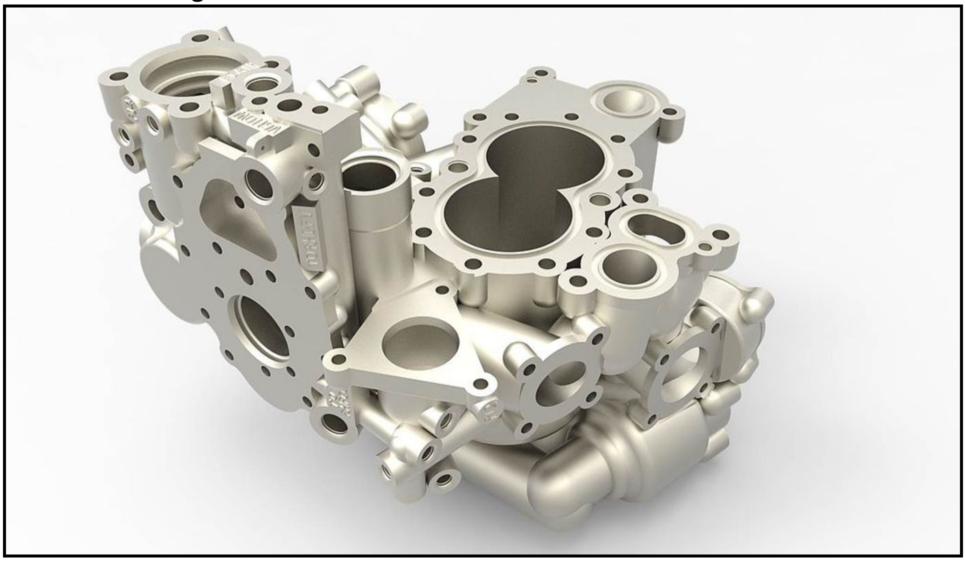
7.8.2.1. PowerSHARE

Is a 3D CAD (Computer-aided Design) solution that runs on Microsoft Windows which allows for the design of 3D complex models using surfaces, solids and triangles. The software allows for the import of 3D point cloud data to reverse engineer 3D models. PowerSHAPE is used for a variety of applications including Modelling for manufacture, electrode design, mould and toolmaking. The code of PowerSHAPE originates from the DUCT software.



Render of 3D model assembly on PowerSHAPE.

Robot scan using PowerINSPECT.



3D model of a Pump from PowerSHAPE