6060 SUCCESSOR

005821
Rune.H.

5527

5621

5821

5981

# VERKSTADSKURSEN

*Eftertryck och efterbildning utan Brevskolans medgivande förbjudes.*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK. STOCKHOLM 1950
02081

# Förord till tredje upplagan

Då den första upplagan av föreliggande kurs gavs ut år 1944 var dess främsta syfte att vara en lärobok i verkstadsteknik vid den omskolningsverksamhet som då bedrevs genom arbetsmarknadskommissionens beredskapskurser för metallindustrin. Kursen visade sig emellertid fylla ett behov som lärobok även vid lärlings- och yrkesskolor, såväl statliga och kommunala som industrins egna verkstadsskolor.

Dispositionen och omfattningen av den första upplagan bestämdes i huvudsak av kursplanerna vid nämnda omskolningskurser. Då boken numera har sin största användning i vanliga yrkesskolor, har den nu föreliggande, tredje upplagan helt omarbetats och väsentligt utökats.

I en skrivelse 1949 till de större skolorna begärdes synpunkter och önskemål beträffande bokens utformning. De svar som ingick har varit till största hjälp vid omarbetningen, och Brevskolan vill uttrycka ett tack till alla, såväl enskilda yrkeslärare som skolor, för visat intresse samt goda råd och uppslag.

Vi vill också rikta ett tack till Kungl. Överstyrelsen för Yrkesutbildning för all hjälp vid genomgång av inkomna remissyttranden och råd beträffande dispositionen av den nya upplagan.

Stockholm i augusti 1950

**BREVSKOLAN**

# Innehållsförteckning


**Brev 1 Historik**

Inledning ..... 1
Kursens syfte ..... 2
Studiemetoden ..... 3
Verkstadsindustriens utveckling ..... 4
Några svenska uppfinnare med världsrykte ..... 12
Arbetssätt förr och nu ..... 16
Specialisering — Planering — Arbetsstudier — Standardisering — Tillverkningsexempel

**Brev 2 Bänkarbete och handverktyg**

Inledning ..... 1
Filar ..... 2
Skavstål och skavning ..... 12
Gripverktyg ..... 16
Hammare ..... 21
Mejslar ..... 23
Sågar ..... 25
Saxar ..... 27
Smidning ..... 28
Lödning ..... 30
Härdning ..... 32
Anlöpning ..... 34
Material för verktyg ..... 37
Olegerade verktygsstål — Legerade verktygsstål — Stellitlegeringar — Hårdmetaller

**Brev 3 Ritsdon och mätteknik**

Ritsdon ..... 1
Mätteknik ..... 8
Mätdon — Ytbeskaffenhet och toleranser — Tolkar och hakmått — Johanssons passbitar — Diverse mätmetoder

## Brev 4 Spånskärning och uppspänning


Allmänt ..... 1

Spånbildning ..... 3

Definitioner — Spånbildningens förlopp — Skärhastighet — Matning och skärdjup — Verktygets egenskaper — Arbetsstyckets egenskaper

Skär- och matningsrörelser ..... 21

Skärrörelse — Matningsrörelse

Kyl- och smörjmedel för spånavskiljande bearbetning 27

Arbetsstyckets uppspänning ..... 33

Uppspänning på plant arbetsbord — Uppspänning mellan dubbar — Uppspänning på spindel — Uppspänning i fixtur


## Brev 5 Konstruktion och skötsel av verktygsmaskiner


Översikt av maskinerna ..... 1

Hyvelmaskiner — Borrmaskiner — Svarvar — Fräsmaskiner — Slipmaskiner — Övriga maskiner

Allmän konstruktion ..... 10

Drivmotorer ..... 14

Transmissioner ..... 17

Remtransmissioner — Kedjetransmissioner — Kuggväxlar — Kulissrörelse — Kontinuerligt reglerbara mekaniska växlar — Hydraulisk drift

Skötsel och underhåll av verktygsmaskiner ..... 30

Rengöring av maskiner — Smörjning — Ansättning av styrlinjaler — Justering av kopplingar och remspänningsanordningar — Justering av tätningar m. m. på hydrauliska maskiner — Kontroll av uppriktningen


## Brev 6 Spånskärande verktyg


Inledning ..... 1

Svarvstål ..... 1

Vanliga svarvstål — Profilstål — Stålhållare och borrstänger

Hyvelstål ..... 10

Gängverktyg ..... 12

Gängstål — Gängsnitt och gängtappar

Borrar och försänkare ..... 21

Brotschar ..... 2

Fräsar ..... 27
Huvudtyper — Planfräsar — Spårfräsar — Profilfräsar — Snäckfräsar — Sammansatta fräsar
Verktygsvård ..... 43

**Brev 7 Hyvel- och borrmaskiner**

Hyvelmaskiner ..... 1
Användning, storlek, effekt och hastigheter — Kipphyvelmaskinens konstruktion — Verktyg och deras uppsättning — Arbetsstyckets fastspänning — Allmänna regler för kipphyvling — Arbeten i kipphyvel
Borrmaskiner ..... 19
Användning, storlek, effekt och hastigheter — Bänkborrmaskiner — Pelarborrmaskiner — Radialborrmaskiner — Uppsättning av borrverktyg — Anordningar för uppspänning och inriktning av arbetsstycket — Arbeten i borrmaskiner
Arborrmaskiner ..... 42

**Brev 8 Svarvar**

Indelning och definitioner ..... 1
Storleksförhållanden ..... 3
Skärhastighet, matning och skärdjup ..... 6
Dubbsvarvar ..... 13
Revolversvarvar ..... 17
Plan- och karusellsvarvar ..... 19
Verktyg och deras uppsättning ..... 21
Arbetsstyckets uppsättning ..... 23
Uppspänning mellan dubbarna — Centrering — Uppspänning på frigående spindel — Uppriktning
Arbeten i vanliga svarvar ..... 32
Plansvarvning — Utvändig svarvning till viss diameter — Invändig svarvning till viss diameter

**Brev 9 Gängskärning i svarv**

Inledning ..... 1
Arbetsmetoder ..... 7
Cylindriska kuggväxlar ..... 12
Växelhjulsberäkning ..... 18
Allmänt — Enkel växel — Dubbel växel — Modulhjulet — Onormala stigningar i moderna svarvar

## Brev 10 Fräsmaskiner


Inledning ..... 1
Skärkrafter ..... 4
Skärhastighet, skärdjup och matning ..... 7
Matningsrörelsens riktning ..... 10
Skärrörelsen ..... 12
Matningsrörelserna ..... 14
Planfräsmaskiner ..... 17
Universalfräsmaskiner ..... 20
Horisontalfräsmaskiner av lådtyp ..... 23
Hjälpanordningar för horisontella fräsmaskiner ..... 25
Enkla delningsdockor — Universaldelningsdockor
Vertikalfräsapparat ..... 35
Stickanordning ..... 37
Vertikalfräsmaskiner ..... 37


## Brev 11 Fräsmaskiner (forts.)


Verktyg och deras uppsättning ..... 1
Fastsättning av fräsar ..... 4
Uppsättning på genomgående dorn — Friändsuppsättning
Arbetsstyckets uppspänning ..... 8
Uppspänning direkt på arbetsbordet — Uppspänning i skruvstycke — Uppspänning i fixtur — Uppspänning i delningsdocka
Arbeten i fräsmaskiner ..... 19
Allmänt — Uppriktning av arbetsstycket — Inställning av verktyget — Smörjning och kylning av fräsen — Arbetsexempel


## Brev 12 Slipmaskiner


Inledning ..... 1
Slipskivor ..... 3
Kornmaterial — Bindemedel — Arbetsförhållanden — Formgivning — Fastsättning — Rivning av slipskivor
Skärkrafter, hastigheter och skärdjup ..... 11
Kylmedel vid slipning ..... 15
Arbetsstyckets uppspänning ..... 16
Översikt av maskinerna ..... 17

Verktygsslipmaskiner ..... 17
Slipning av svarv- och hyvelstål — Slipning av spiralborr
Ytslipmaskiner ..... 24
Rundslipmaskiner för roterbara arbetsstycken — Rundslipmaskiner för icke roterbara arbetsstycken — Planslipmaskiner
Ytslipning ..... 31
Allmänna erinringar — Slipningens utförande

# VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN

BREV 1

## Inledning

Verkstadsindustrins utveckling har skapat behov av en grundlig utbildning av den personal, som arbetar inom den. Det är av största vikt, att en god grund lägges genom lärlingsutbildningen. Mycket har gjorts och göres fortfarande för att genom yrkes-, lärlings- och verkstadsskolor ge de unga en ordentlig skolning inom yrket.

Men även för stora grupper av den arbetskraft, som redan infogats i produktionsordningen, är en teoretisk skolning aktuell. Det stora flertalet av arbetare inom verkstadsindustrin saknar i större eller mindre grad teoretisk utbildning, och detta hindrar dem från att bli fullgoda yrkesmän. Man kan nämligen inte bli en skicklig yrkesman enbart genom att praktisera inom yrket. En viss förståelse för de teoretiska sammanhangen är nödvändig.

Man måste också från början lära sig riktiga benämningar på de verktyg och maskiner, som man skall arbeta

med och även hur de bäst användes. Namnen på verktyg, maskiner, arbetsoperationer m. m. har i föreliggande upplaga ändrats till överensstämmelse med *Verkstadsteknisk ordlista,* utgiven av *Tekniska nomenklaturcentralen* (TNC). Härigenom åstadkommes enhetliga benämningar i stället för den tidigare ganska vacklande nomenklaturen på detta område.

## Kursens syfte

Denna kurs är i första hand avsedd för nybörjarna inom den mekaniska verkstadsindustrin. Den vill vara en handledning vid den teoretiska utbildning, som ges jämsides med den praktiska vid yrkes-, lärlings- och verkstadsskolor. Den riktar sig därvid både till ynglingar i 15—17-årsåldern som till dem som redan har yrkeserfarenhet men vill inhämta grunderna i yrkesteori.

Även äldre yrkesarbetare har funnit kursen värdefull. De har i den mött förklaringar till problem de ofta funderat över i det dagliga arbetet, samt fått inblick i hur andra maskiner och verktyg arbetar än dem de själva kommit att specialisera sig på.

Kursen är sålunda en *grundkurs,* och man bör ha klart för sig att man inte blir fullärd i ämnet endast genom att studera denna kurs. Det är emellertid vår förhoppning, att den som går igenom kursen skall få sådan inblick i ämnet och sådana kunskaper, att han förstår, vilka ytterligare kunskaper han behöver inhämta för att fullt behärska den del av ämnet, som speciellt intresserar honom.

ger en översikt av verkstadsindustrins snabba utveckling under de 100 åren från 1840-talet och framåt, samt nämner några svenska uppfinnare som starkt bidragit härtill. I kapitlet »Arbetssätt förr och nu» får man en uppfattning om hur industrialiseringen bl. a. medfört nya arbetsmetoder, omsorgsfull planering och standardisering.

Detta första brev har sålunda karaktären av en kort information och har därför inte försetts med några svarsuppgifter. Sådana kommer givetvis i kursens övriga brev.

## Studiemetoden

I kursbreven finns *frågor,* som den studerande besvarar för sig själv. De avser att ge honom möjlighet att kontrollera, att han tillägnat sig det huvudsakliga innehållet i kursen, och han bör alltså tillse, att han kan klara dem utan att slå tillbaka eller läsa innantill i kursmaterialet. Om så inte är fallet, bör han genom en fullständig genomläsning på nytt repetera det närmast föregående. Till dessa frågor skall svar ej insändas.

I slutet av varje kursbrev finns ett antal *svarsuppgifter,* som skriftligen skall besvaras av de elever, vilka anmält sig att studera kursen genom Brevskolan. De erhåller svarshäfte, i vilket svarsuppgifterna skrives in, och som sedan insändes till skolan, brev för brev, för granskning av Brevskolans lärare, som därvid också besvarar de frågor i anslutning till kursen, som den studerande vill ställa. Svarshäftet adresseras till *Brevskolan, Stockholm 15.*

# Verkstadsindustrins utveckling

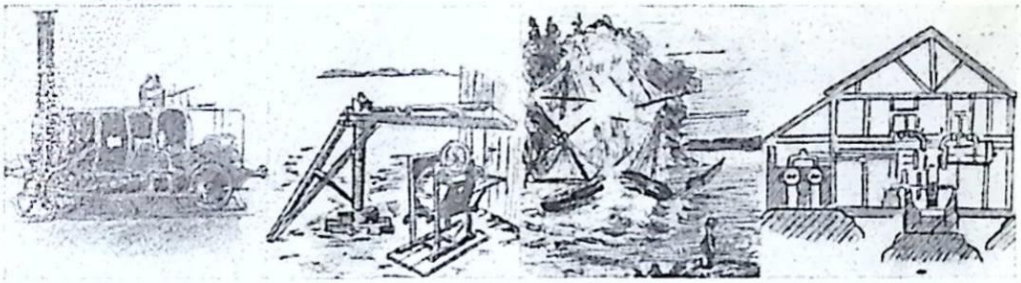
Innan vi börjar vårt egentliga studium, skall vi med ett antal bilder ge en historisk återblick, som vi tror kommer att intressera Er. Bilderna visar den väldiga tekniska och maskinella utveckling, som försiggått under de senaste hundra åren — den utveckling, som började med vad man brukar kalla den industriella revolutionen. Verkstadsindustrin, som vi närmast har intresse av i den här kursen, har stor del i denna utveckling.

Bilderna och de tillhörande texterna vill i korta drag ge Er en föreställning om vad denna utveckling inneburit. Läser Ni texten noga, skall Ni finna, att denna utveckling inte bara är teknisk utan också social, dvs. jämsides med mekaniseringen och de stora industriernas uppkomst har kraven på sociala reformer gjort sig hörda.

De namn på svenska företag, som skymtar i bilderna och texterna visar, att svensk företagsamhet på många områden tillkämpat sig en ledande plats på världsmarknaden. Detta gäller bl. a. telefoner, separatorer, elektriska maskiner, ångturbiner, kullager, fyrar, kanoner, precisionsmätverktyg, vattenturbiner, järnvägsmateriel och kylanläggningar.

För överskådlighetens skull följer vi utvecklingen årtionde efter årtionde med hänsyn till tekniska nyheter, nyheter inom näringslivet samt lagstiftning och sociala åtgärder m. m. (Bilderna är symboler för tillverkningen och visar icke alltid den första konstruktionen.)

## 1840-talet



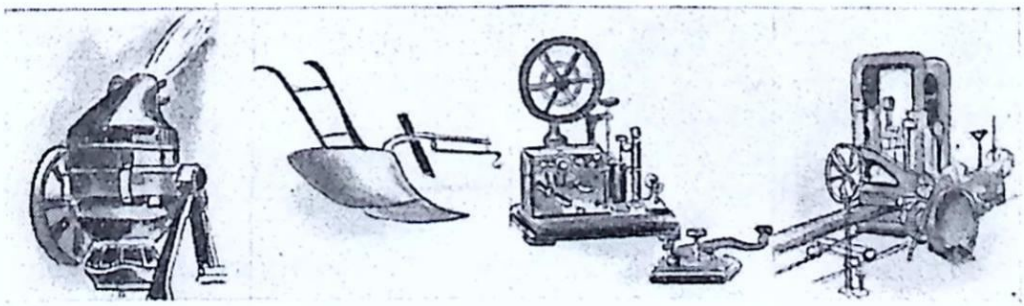
*Första loket.* *Tröskverk.* *Sjömina.* *Första ångsågen.*

*Tekniska nyheter:* Det första svenska lokomotivet bygges vid Munktells i Eskilstuna. Thermenius i Torshälla tillverkar sitt första tröskverk. Immanuel Nobel experimenterar med sjöminor. Den första ångsågen utföres för Wifsta varv av Bolinders. Den första linbanan bygges vid Stora Kopparberget av C. G. Husberg.

*Nyheter inom näringslivet:* Ett nät av flottleder börjar upprensas och utbyggas i Norrland. Tändsticksindustrin kommer till. Mellan Fryken och Klarälven i Värmland bygges en hästbana, av många ansedd som vårt lands första järnväg.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* Näringsfriheten utvidgas, skråväsendet försvinner. Statens stödjande och reglerande av näringarna efterträdes av fri och obunden konkurrens mellan företagen. I lag stadgas minimiålder för barn i industrin. Skolstadgan föreskriver obligatorisk skolundervisning för alla barn. Lagen om aktiebolag tillkommer, vilket underlättar grundandet av nya företag.

## 1850-talet



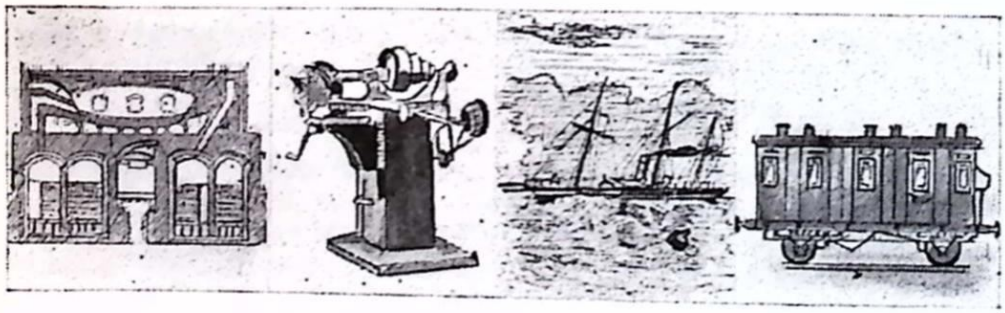
*Bessemerkonverter.* *Plog.* *Telegraf.* *Ramsåg.*

*Tekniska nyheter:* Bessemermetoden utexperimenteras av G. F. Göransson vid Edskens bruk. En epok i järnets historia. Överums bruk upptar fabriksmässig tillverkning av plogar, Bolinders av spisar, kaminer och träbearbetningsmaskiner, Köpings mek. verkstad och Munktells av metallbearbetningsmaskiner. Telegrafen kommer i bruk.

*Nyheter inom näringslivet:* Ett nät av järnvägslinjer börjar spännas över landet, likaså ett nät av telegraflinjer. De första järnvägarna öppnas mellan Fryksta och Lilled samt mellan Örebro och Ervalla. Den första telegraflinjen öppnas mellan Stockholm och Uppsala. Det första gasverket anlägges i Göteborg och ett nät av gasledningar börjar utbyggas inom staden. Den mekaniska trämasseindustrin kommer till.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* I lag förbjudes nattarbete för barn i industrin. Tekniska skolor inrättas i Eskilstuna, Norrköping, Borås, Örebro och Malmö.

## 1860-talet



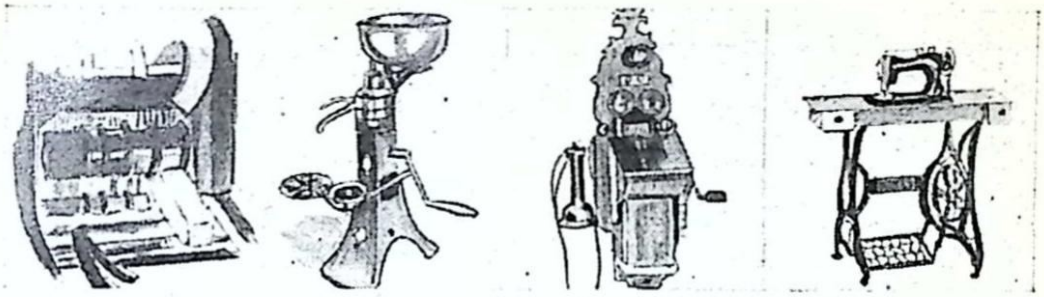
*Martinugn.* *Fräsmaskin.* *Stålångfartyg.* *Järnvägsvagn.*

*Tekniska nyheter:* Martinmetoden, med inhemskt bränsle, utexperimenteras vid Munkfors bruk i Värmland. Ugnen beskickas med tackjärn och skrot varför skrotet nu kan tillvaratas. Några företag anskaffar fräs- och slipmaskiner. Vid Nyköpings mek. verkstad bygges det första stålångfartyget. Kockums upptar tillverkning av järnvägsvagnar och Munktells av ångtröskverk. Alfred Nobel uppfinner dynamiten.

*Nyheter inom näringslivet:* Ett nät av vatten- och avloppsledningar börjar byggas i Stockholm. Sprängämnesindustrin kommer till.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* Näringsfrihetsförordningen. Frihandelssystem. Den första arbetskonflikten. Stor emigration. Den första konsumtionsföreningen bildas.

## 1870-talet



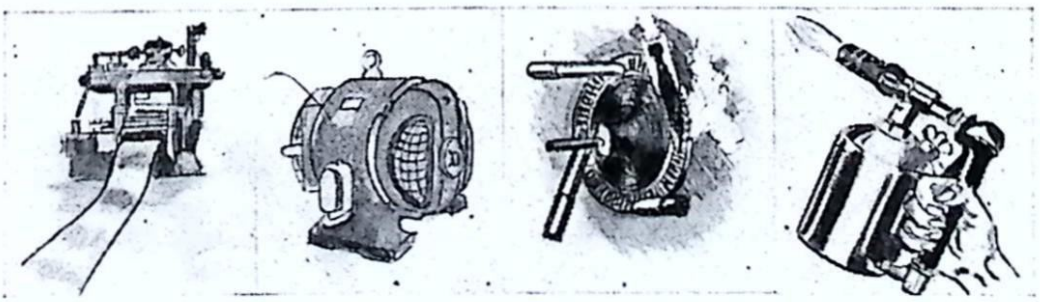
*Götvalsverk.* *Separator.* *Telefon.* *Symaskin.*

*Tekniska nyheter:* Det första götvalsverket för martinstål byggs vid Munkfors bruk. Vid flera bruk anlägges valsverk för plåt, tråd, räls m. m. Palmcrantz uppfinner kulsprutan, de Laval separatorn. L. M. Ericsson förbättrar telefonen. Lagerman uppfinner automatiska tändsticksmaskiner och Odhner en räknemaskin. Husqvarna upptar tillverkning av symaskiner, Bofors upptar tillverkning av kanonstål. Kockums inrättar skeppsvarv.

*Nyheter inom näringslivet och brister:* Vid Näs sågverk i Dalarne kommer det elektriska ljuset för första gången till användning i industrins tjänst. Skoindustrin, pappersmasse- och pappersindustrin, superfosfat- och cementindustrierna kommer till. Av dödsfallen i Stockholm är vart tredje förorsakat av tbc. Inom Stockholms stad finns 1878: 150 ladugårdar med 1 126 kor. Stadsläkaren i Stockholm klagar på vissa stinkande gränder. Trångboddheten i arbetarkvarteren är olidlig.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* De första fackföreningarna och de första goodtemplarlogerna bildas. Hundramannaföreningar för sjuk- och begravningshjälp m. m. blir allt vanligare.

## 1880-talet



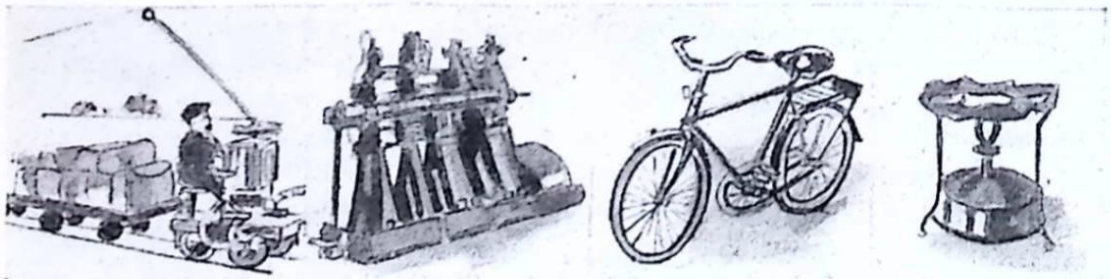
*Kallvalsverk.* *Generator.* *Ångturbin.* *Lödlampa.*

*Tekniska nyheter:* Vid Munkfors bruk utexperimenteras kallvalsning av martinstål och vid Sandviken kallvalsning av bessemerstål. Wenström konstruerar sin elektriska generator samt magnetiska malmavskiljare och får patent på ett trefassystem, de Laval konstruerar sin ångturbin. Nyberg uppfinner blås- och lödlampan. Basisk martin framställes för första gången vid Jäders bruk i Västmanland och basisk bessemer enligt thomasprocessen vid Bångbro i Västmanland. De förut mindervärdiga fosforrika malmerna blir plötsligt värdefulla. Ett allmänt uppsving i järnproduktionen inträder. Sveriges malmexport begynner. Domnarvet upptar tillverkning av såväl basisk bessemer som martin.

*Nyheter inom näringslivet:* Ett nät av telefonledningar börjar spännas över landet. Det första elektricitetsverket bygges i Härnösand. Den elektriska industrin och stenindustrin kommer till.

*Lagstiftningar, sociala åtgärder m. m.* Lag beträffande minderåriga i industrin samt skydd mot yrkesfara. Patent- och varumärkeslag. Standardiseringsförslag. Sveriges allmänna exportförening samt Jernverksföreningen stiftas.

## 1890-talet



*Elektrisk järnväg. Förbränningsmotor. Cykel. Primuskök.*

*Tekniska nyheter:* Det första elektriska loket och den första elektriska järnvägen bygges. J. Weyland grundar Bolinders motorindustri och J. V. Svensson börjar tillverkningen av Avancemotorn. Flera företag upptar tillverkning av cyklar och förbränningsmotorer. Lindquist uppfinner primusköket. Första bilen tillverkas av målarmästare Cederholm i Ystad. Karlstads mek. verkstad tillverkar sin första pappersmaskin för export. C. E. Johansson konstruerar kombinationsmåttsatsen.

*Nyheter inom näringslivet:* Allt flera företag övergår till stordrift. Moderna verktygsmaskiner möjliggör massfabrikation. Ackordslönen slår igenom. Rederi A.-B. Nordstjernan (Johnsonlinjen) grundas.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* Ny lag om arbetarskydd och lag om sjukkassor. Tullskydd för maskiner. De första nödhjälpsarbetena igångsättes. Oskar II anslår jubileumsfonden till byggandet av sanatorier. Landsorganisationen och Kooperativa förbundet bildas.

## 1900-talet



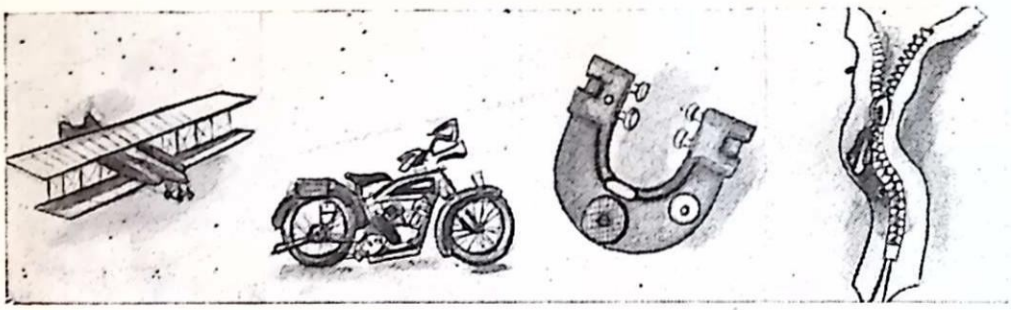
*Kraftstation.* *AGA-fyr.* *SKF-lager.* *Bil.*

*Tekniska nyheter:* Kraftstationer och kraftnät utbygges. Dalén uppfinner solventilen, blandaren och gasaccumulatorn, Wingquist det självreglerande kullagret. Biltillverkning upptas. Hesselman utvecklar och förbättrar dieselmotorn. Bröderna Ljungström börjar tillverka ångturbiner. Snabbstålet uppfinnes. Pentaverken i Skövde upptar tillverkning av båtmotorer. Kjellin utexperimenterar en elektrisk induktionsugn för ståltillverkning vid Gysinge bruk. Grönvall, Lindblad och Stålhane utexperimenterar en elektrisk masugn.

*Nyheter inom näringslivet och brister:* Ett stort antal lockouter. Storstrejken. Första offentliga arbetsförmedlingen inrättas i Hälsingborg. Svenska arbetsgivareföreningen och Sveriges verkstadsförening stiftas. Handelshögskola inrättas i Stockholm. Ett nät av transoceana ångbåtslinjer utbygges.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* Lag om arbetarskydd, nattarbete för kvinnor, butiksstängning, olycksfallsförsäkring, medling i arbetstvister, förlikningsmän, lagstadgat mönsterskydd. Svenska nationalföreningen mot tuberkulos bildas.

## 1910-talet



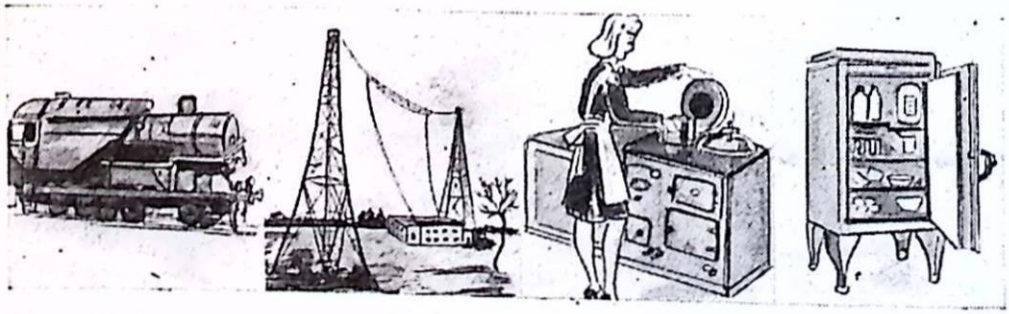
*Flygmaskin.* *Motorcykel.* *Hakmått.* *Blixtlås.*

*Tekniska nyheter:* Thulin startar flygmaskinsfabrik i Landskrona samt upptar lufttrafik mellan Malmö och Köpenhamn. Husqvarna upptar tillverkning av motorcyklar. C. E. Johansson i Eskilstuna bygger fabrik för tillverkning av precisionsmått. Sundbäcks lamellsystem för blixtlås patenteras och blir av revolutionerande betydelse. J. A. Brinell uppfinner kulprovet för mätning av metallernas hårdhetsgrad.

*Nyheter inom näringslivet:* SKF inför tidsstudier. Några företag inför budget- och självkostnadsberäkningar. Professor Münsterberg i Tyskland utger en bok som blir grundläggande för anlagsprov.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* Lag om arbetarskydd och skyddsombud, sjukkassor, åtta timmars arbetsdag, invaliditets- och ålderdomsförsäkring. Sveriges industriförbund, Sveriges maskinindustriförening och De svenska arbetsgivarnas förtroenderåd bildas. Ingeniörsvetenskapsakademien (IVA) stiftas. ABF startar. Det statsunderstödda kommunala yrkesskoleväsendet utformas.

## 1920-talet



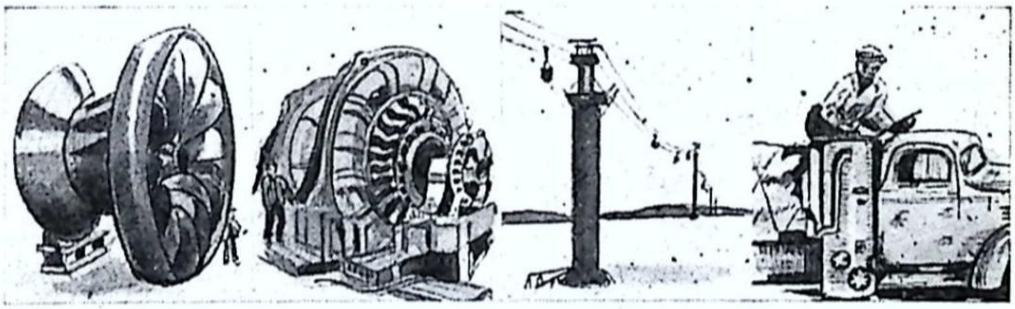
*Turbinlokomotiv.* *Rundradio.* *AGA-spis.* *Kylskåp.*

*Tekniska nyheter:* Bröderna Ljungström konstruerar turbinlokomotivet. Rundradion införes. Dalén konstruerar AGA-spisen. Platen-Munters kylskåp exploateras av Luxkoncernen.

*Nyheter inom näringslivet:* Ett nät av moderna landsvägar börjar byggas. Bolidenmalmerna upptäckes. Sandvikens järnverk inför anlagsprövningar. Volvo upptar tillverkning av bilar. Ett nät av internationella flyglinjer tillkommer.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* Sveriges arbetsledareförbund bildas. IVA tillsätter ett stort antal forskningskommittéer. Tekniska muséet inrättas.

## 1930—1940-talet



*Vattenturbin.* *Elgenerator.* *Linbana.* *Gengasaggregat.*

*Tekniska nyheter:* Jätteturbiner tillverkas vid Karlstads mekaniska verkstad, väldiga generatorer vid ASEA och världens längsta och största linbana bygges av Nordströms linbanor, mellan Kristineberg och Boliden; den färdigställdes 1943. Ett stort antal företag upptar tillverkning av gengasaggregat. Imoskruven uppfinnes av Montelius och slår igenom på världsmarknaden. STAL upptar tillverkningen av kylmaskiner.

*Nyheter inom näringslivet:* Verkstadsindustrin omställes för krigsproduktion, Industriförbundet inrättar en avdelning för anlagsprov. SJ och Flottan inför anlagsprov.

*Lagstiftning, sociala åtgärder m. m.:* Semesterlagen införes. Statens arbetsmarknadskommission inrättas.

# Några svenska uppfinnare med världsrykte

I anslutning till den översikt av verkstadsindustrins utveckling som vi nu gått igenom, nämner vi här några svenska uppfinnare, som starkt bidragit till denna utveckling och givit Sverige och sig själva världsrykte.



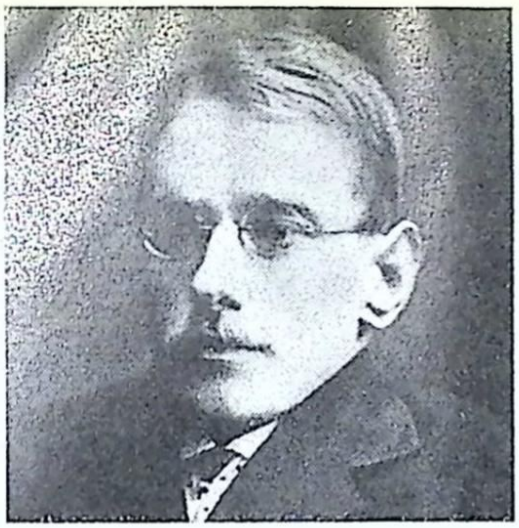
*John Ericsson* (1803—89)

Löste praktiskt propellerproblemet, uppfann ångsprutan, varmluftsmaskinen, ångpanneförbättringar m. m. Konstruerade krigsskeppet Monitor. Verksam i Nordamerika. Slagskeppet Baltimore återbördade hans stoft till fosterjorden 1889. Ett jättemonument över Ericsson avtäcktes 1926 i Washington.



*Alfred Nobel* (1833—96)

Uppfann dynamiten, spränggelatinet m. m. Testamenterade 30 milj. kr. till nobelstiftelsen, vilken årligen skall utdela nobelpris till dem som gjort mänskligheten den största nyttan.



*Jonas Wenström* (1855—93)

Var en av trefassystemets uppfinnare. Systemet möjliggjorde kraftöverföring på långa avstånd. Konstruerade generator med betydligt större verkningsgrad än tidigare typer. ASEA grundade sin verksamhet på Wenströms uppfinningar och patent.



*Gustaf de Laval* (1845—1913)

Uppfann separatorn m. fl. mejerimaskiner samt en ångturbin. Geniala konstruktioner är de Lavals munstycke samt de Lavals elektriska ugn. de Laval skapade förutsättningarna för den svenska världsomfattande separatorindustrin.



*L. M. Ericsson* (1846—1926)

Förbättrade telefonen genom betydelsefulla uppfinningar. Grundlade den svenska världsomfattande telefonindustrin.



*Gustaf Dalén* (1869—1937)

Uppfann den självverkande solventilen m. fl. anordningar vilka bland annat omdanat vår tids fyrväsen. Konstruerade den värmeackumulerande AGA-spisen. Grundlade AGA-industrin. Nobelpristagare.



*Sven Wingquist* (1876)

Uppfann det tvåradiga sfäriska kullagret — SKF-lagret. Skapade den svenska världsomfattande kullagerindustrin.



*C. E. Johansson* (1864—1943)

Uppfinnare av precisionsmätverktyg. Genom de johanssonska kombinationsmåttsatserna har grundvalen lagts för precision inom den nutida mekaniska verkstadsindustrin i hela världen.



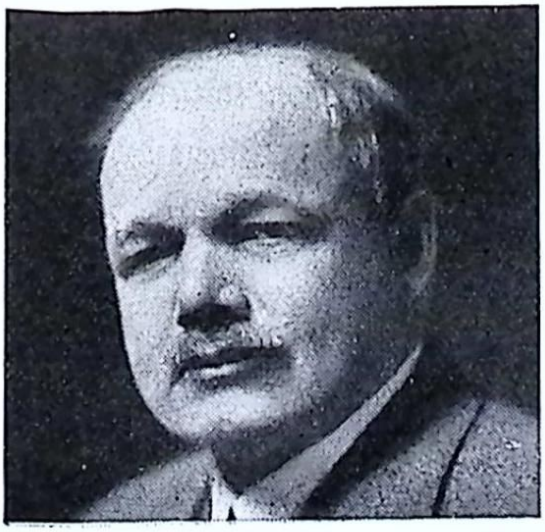
*J. A. Brinell* (1849—1925)

Uppfinnare av viktiga förbättringar inom materialprovningstekniken. Brinells kulprovningsmetod har blivit en internationellt använd metod för bestämning av metallers hårdhetsgrad.



*Jonas Hesselman* (1877)

Förbättrade dieselmotorn och utvecklade den svenska dieselmotorindustrin. Genom uppfinningar och nykonstruktioner inom lågtrycks-råoljemotorområdet har Hesselman vunnit internationell ryktbarhet.



*Fredrik Ljungström* (1875)

Uppfinnare av STAL-turbinen, luftförvärmare, mjölkningsmaskin, automatisk bilväxel och senast en metod att framställa olja genom upphettning och kondensation av oljeskiffrarnas oljebestånd.

## Arbetssätt förr och nu

Av den historiska överblicken ser vi, hur utvecklingen på ganska kort tid gjort väldiga framsteg. Dessa har icke endast varit en följd av nya uppfinningar och förbättringar av gamla konstruktioner, utan även nya arbetsmetoder och arbetssätt har bidragit. Från en rent hantverksmässig framställning har vi i de flesta fall kommit över till en industrialiserad arbetsprocess med en långt driven specialisering.

Förr hände det ofta, att en arbetare eller ett arbetslag ombesörjde alla de arbetsoperationer, som fordrades för produktens färdigställande. Man kapade till råämnena i förrådet, smidde dem i smedjan, svarvade, borrade, gängade, härdade och monterade i verkstaden och hjälpte kanske även till med emballering och transport. Att ett sådant arbetssätt fordrade kunnigt och händigt folk, är lätt att inse. Vårt land har också från början kunnat hävda sin ställning tack vare en yrkesskicklig arbetarstam, som verksamt bidragit till att göra svenska produkter kända över hela världen för sin höga kvalitet.

Men det måste ju vara slöseri att låta en skicklig smed eller svarvare syssla med andra arbeten än smidning eller svarvning. Han bör i stället få utveckla sig ännu mer inom sitt speciella område. En modern arbetsmaskin är ofta en mycket invecklad apparat, och det fordras yrkeskunnighet och ett vaket sinne hos den som sköter maskinen, om han skall kunna utnyttja hela dess arbetsförmåga.

Det finns flera skäl till, att det forna mångsyssleriet fått vika för en annan ordning, och främst får vi då sätta produktionsökningen. Det ökade välståndet har medfört ökad

efterfrågan, och mera varor måste framställas. Resultatet har blivit en massproduktion. Denna kräver helt andra arbetsmetoder än de forna. En detalj, som förr formades för hand, framställes nu genom en serie maskinoperationer, där varje maskin ofta endast utför ett tempo. Och tillverkningen av en till synes ganska enkel sak kan kräva många arbetsoperationer. Det gäller att låta varje sådan operation omfatta så många detaljer som möjligt, och därmed framstår skillnaden klart mellan arbetssätten förr och nu. Förr gjorde en arbetare många arbetsoperationer på få detaljer, nu gör han en eller kanske ett par på ett stort antal detaljer.

Nu kanske Ni säger: varför kan jag då inte från början få utbilda mig till svarvare utan måste först lära mig bänkarbete, borrning, slipning osv.? Svaret är enkelt nog. Man måste ha en god allmän grund att bygga på för att kunna bli specialist, och ingen vet heller från början, vilket arbete han bäst passar för. Det finns hos varje människa egenskaper, som gör henne mer lämpad för vissa arbeten än för andra. Under lärlingstiden får man pröva litet av varje och finner så småningom den väg, som man vill fortsätta på.

Vid sidan om rena *tempoarbeten,* som förekommer inom en verkstad, finns arbeten, som kräver den allra högsta yrkesskicklighet, som t. ex. verktygsarbeten. En skicklig verktygsarbetare är alltid eftersökt och kan räkna med ett intressant arbete och god lön. Vår industri behöver många sådana arbetare, och det är bl. a. för att trygga denna försörjning, som yrkes- och lärlingsutbildningen bedrives.

**Fråga 1.** *Angiv den väsentliga skillnaden mellan arbetssätten förr och nu!*

## Planering

Specialiseringen fordrar givetvis en omsorgsfullare planering av arbetet än förr. Då fick arbetaren ofta själv avgöra, i vilken ordning han ville ta de olika operationerna. Nu, när arbetena skall fördelas på ett stort antal maskiner och arbetare, måste hela arbetsprocessen samordnas så, att allt griper väl in i vartannat. Material måste finnas på sin plats, när det skall användas, och maskinerna skall vara i ordning. De olika arbetsoperationerna måste komma i en lämplig följd osv. Man måste alltså ordna hela arbetsprocessen på ett förnuftigt sätt. Förnuft heter på latin *ratio,* och därav har ordet *rationalisering* kommit. Rationaliseringen innefattar således alla strävanden, som avser att ordna driften på det mest ändamålsenliga sättet.

Man talar numera ofta om »flytande tillverkning», och denna innebär, att produkter i jämn takt och utan avbrott flyter fram genom de olika arbetsmaskinerna och verkstadsavdelningarna. Helst skall ingen lagring ske under gången genom fabriken, och den färdiga produkten går direkt till färdiglagret eller expeditionsavdelningen för direkt leverans till kunden. »Flytande tillverkning» tillämpades först av Henry Ford i Amerika vid bilfabrikation. För arbetsstyckenas förflyttning mellan de olika maskinerna och arbetsoperationerna användes ofta transportband, s. k. löpande band.

Allt måste bygga på en väl genomtänkt planering, både då det gäller större och mindre arbeten. En husmor, som skall laga middag, planerar sina inköp och ser till att varorna är av prima beskaffenhet. Hon vet, att steken tar lång tid och sätter på den långt före potatisen. Efterrätten

skall kanske serveras kall, och därför gör hon ofta i ordning den redan dagen före. För matlagningen behöver hon olika kryddor, och hon måste se till att de finns till hands, då hon skall använda dem.

Husmoderns arbete i köket företer många likheter med arbetet i en verkstad. Men också många olikheter. I en stor verkstad kan ej en enda person hinna sköta allt organisationsarbete. Man blir där ofta tvungen att ha en särskild *planeringsavdelning,* en särskild *inköpsavdelning,* en avdelning för *materialkontroll* osv. Men icke nog härmed. Arbetet skall vid varje tillfälle göras på lämpligaste sätt och utan onödiga kostnader. En modern arbetsmaskin kostar i regel mycket pengar, och det gäller att på bästa sätt utnyttja den. Den tid den står stilla, gör den ingen nytta, och stillestånden skall därför vara så få och korta som möjligt. Verktygen, som användes i maskinerna, skall vara rätt avpassade och väl slipade och måste utnyttjas på bästa sätt. Arbetaren skall ej tröttas i onödan genom att inta fel arbetsställning eller genom att på annat sätt arbeta oekonomiskt. En omläggning av något slag kan medföra, att arbetet går fortare, bekvämare och kanske t. o. m. blir bättre utfört. Man började i Amerika redan på 1880-talet ägna sig åt »vetenskaplig arbetsledning», och en av föregångsmännen var *Frederick W. Taylor.* Man inriktade sig huvudsakligen på att bortskaffa de förluster, som uppstod på grund av dålig planering, dålig kontroll, dålig fackkunskap osv.

**Fråga 2.** *Vad innebär planeringen i ett modernt företag?*

## Arbetsstudier

I detta syfte bedrives *arbetsstudier,* vilka omfattar *metod-* och *tidsstudium.* Metodstudiet avser att insamla uppgifter om ett arbete och att fastställa den bästa metoden för detta arbetes utförande, då vissa speciella förutsättningar är givna. Detta studium skall exempelvis visa, vilka verktyg som bäst lämpar sig, vilken arbetshastighet maskinen skall ha osv. De visar ofta, att en detalj blir onödigt dyr i tillverkning på grund av att den är olämpligt utformad eller består av olämpligt material. Vi förstår således, att detta studium är en nödvändig betingelse för att hela arbetsprocessen skall fungera på bästa sätt. De resultat, som vinnes, medför icke blott, att produkterna blir billigare, utan även att arbetsmetoderna blir mindre kraftödande, i det att tunga arbeten i största utsträckning lägges på maskinerna.

Genom tidsstudium möjliggöres en rättvis betalning för utfört arbete, och det ligger alltså till grund för ackordspriserna. Förr var det ofta så, att ett »bra» ackord fick hjälpa upp ett »dåligt» ackord. En sådan ordning är emellertid ohållbar i längden, och det är nödvändigt att på allt sätt sträva efter en riktig prissättning. Endast därigenom kan arbetsgivarens intresse och skyldighet att ha sitt företag i jämn drift och arbetarens intresse och rättighet att få en säker och jämn inkomst tillgodoses. Därvid är arbetsstudier ett ovärderligt hjälpmedel.

**Fråga 3.** *Vad är syftet med arbetsstudier?*

## Standardisering

Det är fördelaktigt för ett industriföretag, om dess tillverkningskapacitet kan uppdelas på så få typer som möjligt av en produkt. Man söker därför nedbringa antalet typer så långt som möjligt. Denna strävan benämnes *standardisering*. Det räcker dock icke, att varje företag genomför sin egen standardisering. För att nå ett gott resultat kräves samarbete mellan såväl tillverkare och distributörer[1] som konsumenter[2] för att få till stånd en utmönstring av sådana typer, som dels är överflödiga, dels onödigt ökar produktions- och försäljningskostnaden. Ett sådant förenklingsarbete kallas *kommersiell standardisering*. Den är av allra största betydelse ur nationalekonomisk synpunkt och omfattar en mängd olika områden.

Standardiseringsarbetet ledes av ett centralt organ, som heter *Sveriges standardiseringskommission*, under vilken olika s. k. standardiseringskommittéer lyder. Den mest kända av dessa är *Svenska verkstadsindustriens standardcentral*, Dess meddelanden utkommer i form av blad betecknade med SMS[3] följt av ett nummer.

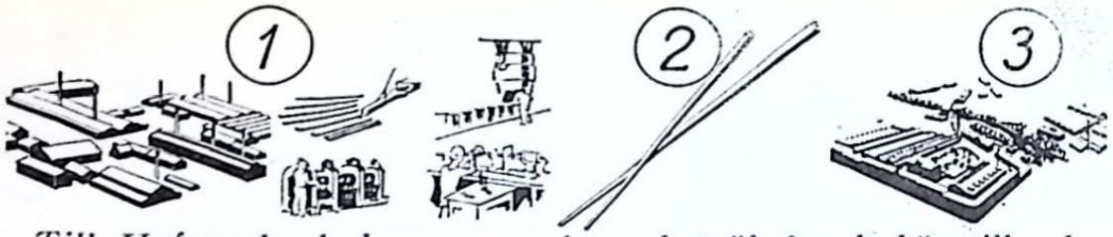
**Fråga 4.** *Vad innebär standardisering?*

---

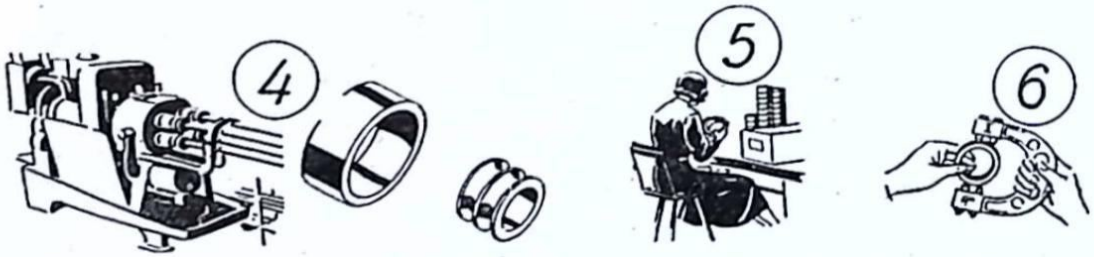
[1] distributör = förmedlare av varorna.
[2] konsument = förbrukare.
[3] Man kan säga att SMS betecknar »*Svensk Mekanisk Standard*».

## Tillverkningsexempel

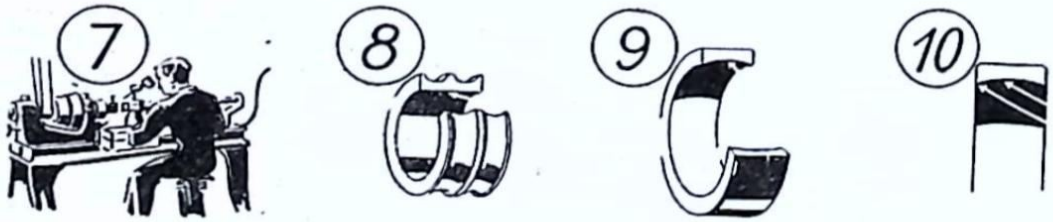
Som en avslutning på detta kapitel om arbetssätt förr och nu visar vi arbetets gång vid den moderna tillverkningen av ett medelstort kullager. Exemplet är hämtat från AB Svenska Kullagerfabriken i Göteborg (SKF).



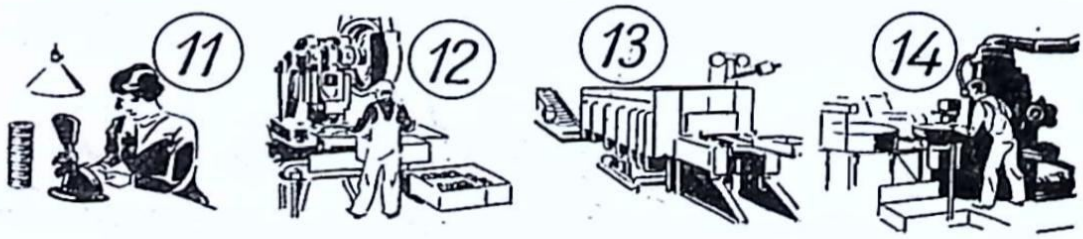

*1. Till Hofors bruk kommer malm och träkol och här tillverkas stålet. — 2. Materialet till ringarna framställes i form av stänger och rör. — 3. Vid fabrikerna i Göteborg tillverkas kullagren.*



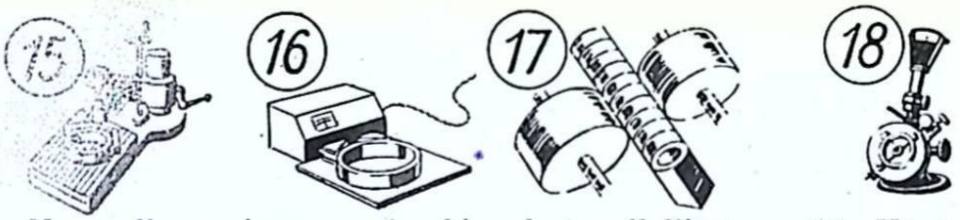

*4. Svarvning av ytter- och innerringarna sker i automatiska svarvar. — 5. Ytterringens ytterdiameter och bredd mätes. Ringarna synas. — 6. Innerringens bredd och spårdiameter kontrollmätes.*



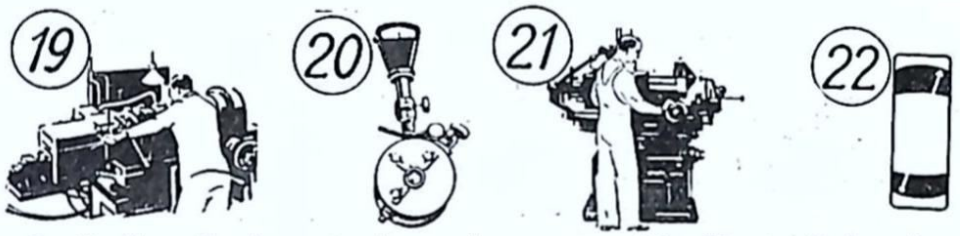

*7. Svarvning av ytterringens sidor samt fasning. — 8. Plansvarvning, fasning samt invändig svarvning av innerringen. — 9. Svarvning av sfären i ytterringen. — 10. Mätning av ytterringens bredd, av sfären samt av dess läge i förhållande till sidorna.*




*11. Mätning av innerringens bredd och innerdiameter, syning av faserna. — 12. Stämpling av lagernummer samt ursprungsbeteckning. — 13. Härdning, anlöpning och kontroll. — 14. Slipning av ringarnas sidor.*



*15. Kontroll av ringarnas bredd och parallellitet. — 16. Kontroll av härdningen. — 17. Utvändig slipning av ringarna. — 18. Kontroll av ringarna på 0,001 mm.*



*19. Invändig slipning av innerringen. — 20. Kontroll av innerdiametern på 0,001 mm. — 21. Slipning av sfären i ytterringen. — 22. Mätning av sfärens diameter i ytterringen. Mätning av sfärläget samt kontroll av excentriciteten.*



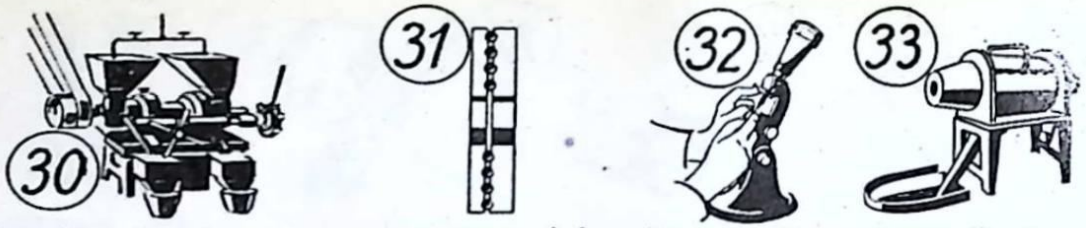
*23. Slipning av spåren i innerringen. — 24. Mätning av spårdiametern i innerringen, kontroll av spårradien, kontroll av excentriciteten. — 25. Polering av ringarna. — 26. Mätning och okulärbesiktning[1] före hopsättningen.*



*27. Materialet till kulorna utgöres av dragen tråd från Hofors bruk. — 28. Kulämnena framställes i snabbgående pressar. — 29. Vid pressningen erhåller varje kula en s. k. grad.*

---

[1] Okulär = med egna ögon.




*30. Graden borttages i en specialmaskin. — 31. Första slipningen av kulorna sker mellan två skivor. — 32. Kulornas rundhet kontrolleras. — 33. Kulorna härdas, anlöpes och kontrolleras.*




*34. Kulorna slipas. — 35. Kulorna avsynas. — 36. Kulornas rundhet kontrollmätes med en noggrannhet av 0,0002 mm. — 37. Polering av kulorna i roterande trummor.*




*38. De färdigpolerade kulorna okulärbesiktigas. — 39. Kulorna sorteras automatiskt. — 40. Kulhållare framställes av stålplåt i en serie pressar. — 41. Kulhållaren synas och mätes.*




*42. Ytterring, innerring, kulhållare och kulor hopsättes. — 43. Noggrann slutkontroll av det färdiga lagret. Mätning av ytterdiameter, bredd, lagerglapp, innerdiameter. Kontroll av lagrets gång osv. samt tvättning, insmörjning och inpackning. — 44. Lagret är färdigt.*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
93080

# VERKSTADSKURSEN

## BREVSKOLAN BREV 2

# Bänkarbete och handverktyg

## Inledning

Inom den mekaniska verkstadsindustrin utföres det mesta arbetet med hjälp av maskiner. Arbete med tillhjälp av handverktyg, s. k. bänkarbete, har genom rationaliserade arbetsmetoder alltmer krympt samman, men är dock fortfarande av stor betydelse.

Bänkarbetaren — filaren, som han vanligen kallas — måste i allmänhet kunna utföra många olika slag av arbeten, och för att han skall bli skicklig i sitt fack, är framträdande mekaniskt handlag absolut nödvändigt.

Förutom i filning, skavning och fläckning bör en kunnig bänkarbetare vara insatt i ritsning, mjuk- och hårdlödning liksom mejsling, enklare smidning och härdning. Han skall även kunna handha till bänkarbete hörande hjälpmaskiner såsom kipphyvel, svarv och borrmaskin och vid behov kunna slipa dithörande skärverktyg, borrar och skär-

stål. Vid reparation av arbetsmaskiner o. d. blir det i allmänhet bänkarbetaren — filaren, som först kommer i åtanke, särskilt på mindre verkstäder, där särskild reparationsavdelning ej finns, och som regel gäller att en bänkarbetare ej får stå rådlös inför något arbete, som skall utföras med handverktyg.

Vad som ovan sagts, gäller för bänkarbetare i allmänhet. Inom större mekaniska industrier är bänkarbetet ofta rationaliserat genom långt driven specialisering, så att arbetet består t. ex. endast av lödning, av plåt- eller rörbockning eller något annat ensartat arbete, och där gäller i första hand, att var och en äger största skicklighet och erfarenhet inom sitt område. Ofta kommer då specialmaskiner till användning, varigenom karaktären av bänkarbete helt försvinner.

Bänkarbetarens verktyg, handverktygen, kan indelas i olika grupper såsom filar, skavstål, gripverktyg, hammare, mejslar, saxar, sågar och gängverktyg samt rits- och mätdon.

Beträffande gängverktyg hänvisas till brev 8, som handlar om gängskärning.

**Fråga 1.** *Vad har bänkarbetaren för uppgifter i en liten verkstad?*

## Filar

Arbetsstycken, som bearbetas i maskin, måste i många fall ges en mera individuell efterbearbetning. Skarpa hörn och kanter samt grader skall avlägsnas och även ytor som ej ansetts vara ur tidsbesparande synpunkt lämpliga för maskinbearbetning — enär upp- och nedriggning skulle ta

för lång tid — kan med fördel formgivas och färdigställas medelst filning.

De vanligaste slagen av filning är plan- och vinkelfilning, parallelfilning, hopfilning av arbetsstycken med plana eller cylindriska ytor samt putsning.

Vid planfilning skall den filade ytan bli plan och jämn, vid vinkelfilning gäller det att fila en yta i bestämd vinkel med en annan yta och vid paralellfilning skall två ytor bli parallella och vanligen även hålla bestämt avstånd. Hopfilning av två ytor innebär att ytorna skall ligga tätt an mot varandra. I vissa fall avslutas hopfilningen med skavning, (se nästa kapitel). Genom putsning ges ytor ett jämnare och mera tilltalande utseende.

**Fråga 2.** *Vartill användes filar?*

Filar tillverkas av prima martinstål. Kolhalten är 1,25 à 1,40 %.Ämnena mjukglödgas och slipas släta på ytan, varefter tänder inhugges. Efter huggningen härdas filen.

Filar indelas efter längden, huggningens art samt efter tvärsektionens form i olika typer avsedda för olika användningsområden.

Filens längd mätes i tum t. ex. 6". Den del av filen på vilken skaftet fästes, *tången,* ingår i regel icke i längden (fig. 1). Längden av *nålfilar* (se forts.) anges dock i cm och mätes inklusive tången eller skaftet.

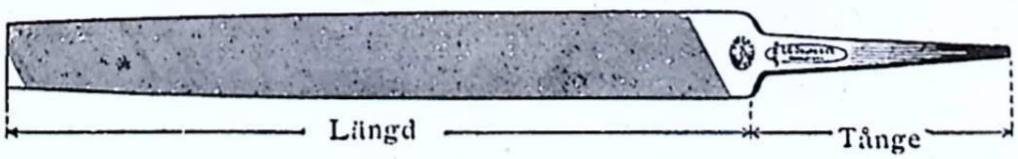



*Fig. 1. Fil.*

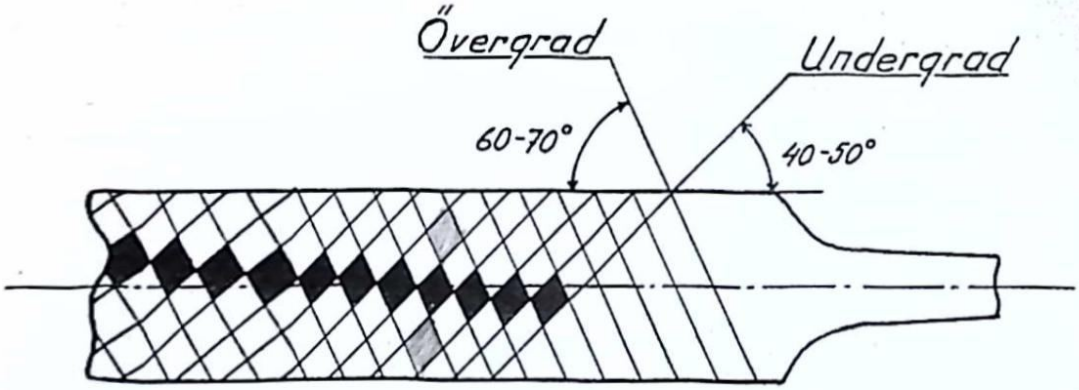



*Fig. 2. Dubbelgrad.*

Verkstadsfilar hugges vanligen två gånger. De erhåller först en *undergrad* och sedan en *övergrad*. Den förra hugges vanligen i ca 40 graders, den senare i ca 60 graders lutning mot filens längdriktning. Filytan får genom huggningen ett antal skarpa tänder, vilka på grund av gradernas olika lutningsvinkel ej kommer mitt bakom varandra. Filen blir sålunda ett skärande verktyg med många tänder. Genom dubbelhuggning uppnås i allmänhet större avverkningsförmåga. Filen blir lättare att styra på arbetsstycket och spånen brytes bättre, så att filen går lättare.

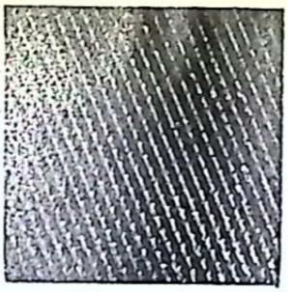
Fig. 2 visar en fil med dubbelgrad. Dessutom förekommer filar med *enkelgrad* och med *raspgrad*. På den enkelgradiga filen (fig. 3) hugges endast undergraden. Raspgrad (fig. 4) användes huvudsakligen för träbearbetning.



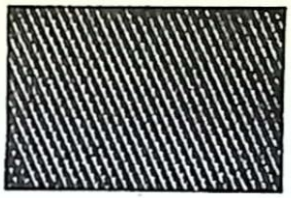
*Fig. 3. Enkelgrad.*



*Fig. 4. Raspgrad.*



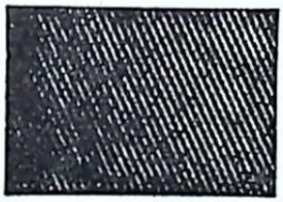
*Grov 12"*



*Grov 6"*



*Medelgrov 12"*



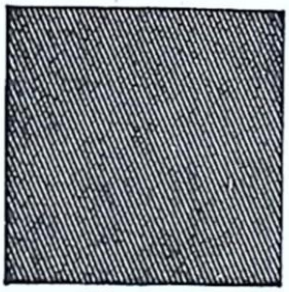
*Medelgrov 6"*



*Medelfin 12"*



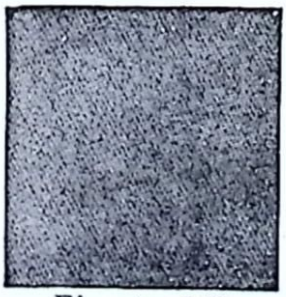
*Medelfin 6"*



*Fin 12"*



*Fin 6"*



*Finaste 12"*



*Finaste 6"*

*Fig. 5. Exempel på olika filgrovlekar.*

Även den relativa grovleken, dvs. antalet tänder per $cm^2$, ger anledning till klassificering av olika filar. Med hänsyn till grovleken skiljer man mellan *grov, medelgrov, medelfin, fin* och *finaste* filgrad eller huggning. Se fig. 5. Huggningens grovlek varierar även med filens längd, så att t. ex. en 12" medelgrov ansatsfil är grövre huggen än en 6" medelgrov ansatsfil.

**Fråga 3.** *Vad menas med undergrad och övergrad?*

Vi kan nu övergå till olika typer av verkstadsfilar.

Fig. 6—11 visar några exempel. Utom dessa förekommer en mängd olika typer för speciella ändamål.

Den vanligaste filen är *ansatsfilen,* fig. 6. Den har rektangulär tvärsektion samt överallt samma bredd, men avtar i tjocklek mot spetsen. Filen hugges vanligen dubbelgradig och förekommer mest som medelgrov eller medelfin. Ena kanten är ohuggen, vilket gör att det går lätt att fila ned eller mot en ansats. Därav benämningen ansatsfil. Den användes i övrigt till filning av alla möjliga slag av plana ytor och förekommer i längder från 3" till 20".

Fig. 7 visar *svarvfilen,* som användes i samband med svarvning t. ex. för putsning av arbetsstycket. Den är jämnbred och jämntjock samt har rektangulär tvärsektion. Huggningen kan vara antingen engradig eller dubbelgradig. En dubbelgradig svarvfil har alltid undergraden huggen i rät vinkel mot filens längdriktning för att filen ej skall ha benägenhet att dra sig åt sidan. I regel användes fin huggning. Den dubbelgradiga svarvfilen har större avverkningsförmåga än den engradiga, men den engradiga ger en finare yta och är härigenom mera lämpad för finputsning.

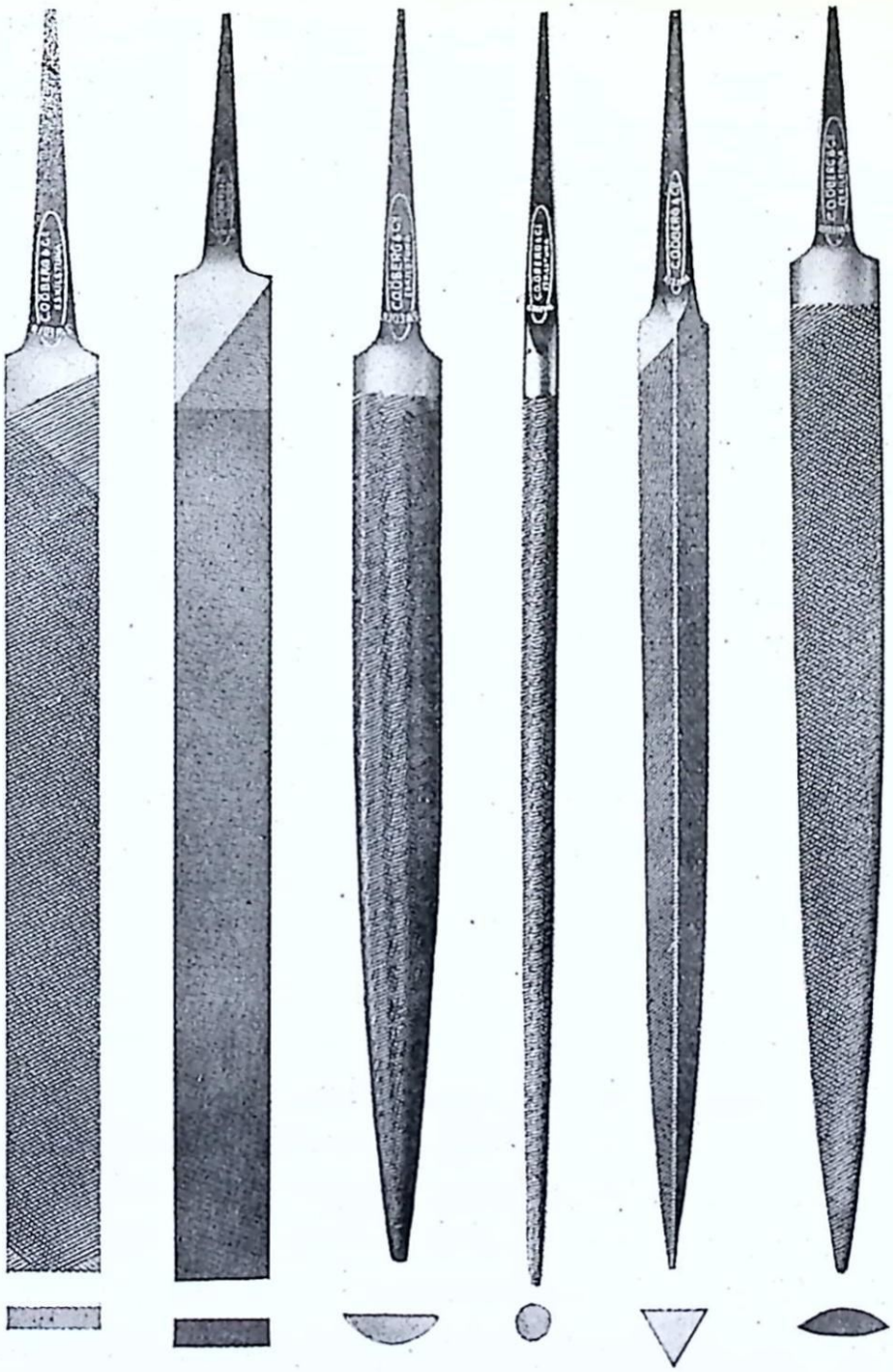


*Fig. 6. Ansatsfil.*

*Fig. 7. Svarvfil.*

*Fig. 8. Halvrundfil.*

*Fig. 9. Rundfil.*

*Fig. 10. Trekantfil.*

*Fig. 11. Fågeltunga.*

Den *halvrunda filen,* fig. 8, är mycket vanlig i varje verkstad. Den har dubbelgradig huggning och förekommer oftast som medelgrov eller medelfin. Kanterna är skarpa. Denna filtyp utföres i längder mellan 3" och 20" och användes bl. a. till uppfilning av större runda och trekantiga hål.

*Rundfil,* fig. 9, är i regel dubbelgradig samt tillverkas som medelgrov, medelfin eller fin. Filen är spetsad. Den kommer mest till användning vid upprymning av hål, formning av hålkälar osv. och förekommer i längder mellan 3" och 20".

Fig. 10 visar *trekantfilen.* Den tillverkas dubbelgradig, i regel som medelgrov, medelfin eller fin. Filen är huggen ända ut i spetsen. Kanterna är ohuggna men mycket vassa. Härigenom skiljes denna fil från trekant *sågfil,* som är engradig, icke huggen ut i spetsen men har huggna kanter. Trekantfilen är en mycket använd fil, när det gäller att färdigputsa skarpa vinklar och hörn samt vid uppfilning av skadade gängor, fräsar, spår m. m.

Fig. 11 visar en s. k. *fågeltunga.* Den har oliksidig oval sektion, är spetsad samt huggen dubbelgradig. Filen utföres med medelfin, fin eller finaste huggning och i längder från 3" till 14". Den är betydligt smidigare än den halvrunda filen, speciellt för trånga »pass» i pressverktyg o. d. Fågeltungan får också ett stort användningsområde genom att dess bägge sidor har olika radie.

Den tidigare nämnda *nålfilen* är en finare rundfil med en längd inklusive skaft, som ej överstiger 16 cm. Denna filtyp användes vid avputsning av stansverktyg o. d. samt vid finmekaniska arbeten.

Roterande filar användes i elektriska eller tryckluftsdrivna handmaskiner, huvudsakligen vid verktygstillverkning. De tillverkas i en mångfald former och tandningar. Dessutom finns *filmaskiner* med rätlinjig skärrörelse, som utföres av filen, vilken vanligen utbildats till ett ändlöst band. Arbetsstycket tryckes för hand mot filbandet.

**Fråga 4.** *Nämn några olika filtyper och deras egenskaper.*

Vid filning bör man se till att skruvstycket, vari arbetsstycket är fastspänt, är i bekväm arbetshöjd. Den yta som skall filas, bör vara i samma höjd som den filandes armbåge. Spänn fast arbetsstycket ordentligt så att alla vibrationer vid filningen undvikes!

Filning är ett svårt arbete, och resultatet av filningen är helt beroende av arbetarens skicklighet. Under filningen håller man handtaget i högra handen så att tummen ligger ovanpå handtaget och handens övriga fingrar under detsamma. Änden av handtaget bör vila mot handens insida. Filens spets får samtidigt vila mellan vänstra handens tumme och pekfinger med tummen ovanpå filen.

I denna ställning föres filen fram och åter över arbetsstycket. Vid filens tillbakagång kan det i vissa fall vara fördelaktigt att lyfta filen något över arbetsstycket. Endast då filen föres framåt över arbetsstycket tryckes filen mot den yta som skall bearbetas. Tänderna är nämligen huggna på sådant sätt, att de skär endast då filen föres framåt. Vid filning av plana ytor måste filen föras absolut parallellt med ytan, och man bör akta sig för att trycka så hårt, att filen böjer sig, ty då kan ytan lätt bli buktig.

Vid filning med grov fil lägger man vanligen vänstra

handflatan ovanpå filens främre del för att härigenom kunna utöva större tryck på filen.

**Fråga 5.** *Hur skall filen hållas då man filar?*

Se till att arbetsstycket är fritt från fett, olja och andra föroreningar, ty en fil slinter på en fet eller oljig yta, speciellt om det material, som skall filas, är hårt och ytan stor. Avlägsna även gjuthuden på såväl tackjärn som rödgods medelst en förut begagnad fil, ty denna gjuthud är oftast mycket hård och förorenad och förstör lätt de skarpa tänderna på den nya filen. Detsamma gäller glödskal eller annan starkt oxiderad yta på metaller.

Fila sakta och använd alltid tillräckligt hårt tryck, så att filen icke slinter! En gyllene regel vid all filning är, att man alltid måste arbeta så, att filen »biter», Detta gäller speciellt vid filning av tunna, hårda föremål såsom sågar, eller vid filning i svarv av föremål, som roterar hastigt. Alla filar levereras glashårda, och om filtänderna blir utlöpta blir filen förstörd.

En ny fil användes först för filning av större ytor på tackjärn och rödgods, och sedan när filen är något sliten, på smalare ytor eller tunnare kanter av samma material. Först när den ej längre vill bita på dessa metaller, bör den begagnas på stål och mjukt järn.

Lämpa trycket och hastigheten på filen efter hårdheten hos de material, som filas! Så länge filen är ny skall lätt tryck användas, ty annars förstöres filens vassa, fina tänder, men allt eftersom filen slites skall trycket ökas. Var försiktig vid filning med en ny fil över en vass eller tunn kant! *Fila aldrig mot en skarp kant!* Använd ej heller en grov fil för ett fint arbete eller omvänt.

Fråga 6. *Hur bör man förfara vid filning av tackjärn eller material med starkt oxiderade ytor?*

Fråga 7. *Har Ni rätt förstått vad som menas med filning »mot en skarp kant»? Jfr mejsling!*

Följande råd och anvisningar bör följas, om man vill hålla filen i bästa möjliga skick.

En ny fil bör kritas in före användandet. Detta för att vidhäftande spån lättare skall kunna avlägsnas.

Filen bör göras ren från filspån m. m., icke blott efter arbetets slut, utan då och då under arbetets gång. För detta ändamål kan man använda en vanlig borste med t. ex. svinborst eller en fintrådig bronstrådborste, s. k. filkarda.

Vid filning av material, som ej sätter sig hårt fast i filtänderna, kan man göra ren filen genom att slå kanten mot en lämplig träklots. Slå däremot aldrig filen mot skruvstycket eller andra hårda föremål. Filen kan härigenom skadas och eventuellt brytas av. Slå ej heller på filens spets med hammare för att sätta fast skaftet. Sätt i stället skaftet löst på filen och stöt sedan skaftet med lätta slag mot ett träbord, så att filen fastnar.

Ett mycket bra sätt att befria filtänderna från spån, som satt sig fast, är att föra en plåtbit av mjuk metall snett över filen i filgradens riktning. En bit hårt trä fört på samma sätt, gör även många gånger god verkan.

Har filen använts för filning i trä, och mellanrummen mellan filtänderna är fyllda med mer eller mindre hartzartad träspån, så att filen ej biter, blir träet upplöst, om man håller filen några minuter i kokande vatten. Filen kan sedan lätt göras ren med en vanlig borste.

Om man önskar göra ren filen från olja, går det lät-

tast genom att stryka den mot en bit krita eller träkol och sedan borsta rent filen med en filborste.

Härdade föremål, t. ex. en ritsnål, får ej användas vid rengöringen emedan tänderna då förstöres.

Filen är bänkarbetarens förnämsta verktyg och borde därför behandlas med omtanke. Likaväl som en fil kan vara fullt brukbar efter en längre tids användning, likaväl kan den genom ovarsamhet under arbetets gång eller genom olämplig förvaring förstöras på några minuter.

*Kasta ej filen vårdslöst i verktygslådan bland hammare, tänger och andra verktyg, utan håll den skild från dessa och tänk på att dess fina, eggvassa tänder oftast mer förstöres genom ovarsamhet än genom slitning vid filning!*

**Fråga 8.** *Beskriv några sätt på vilka man kan göra ren en fil.*

**Fråga 9.** *Varför bör man trycka lätt på en ny fil?*

## Skavstål och skavning

Om två i maskin bearbetade ytor lägges mot varandra, ligger de ej an överallt, beroende på att ytorna ej är fullkomligt jämna. Den ytfinhet som kan erhållas med fil, är ofta ej heller tillräckligt noggrann. För att få två ytor att noggrant passa mot varandra brukar man efter planfilning *skava dem,* dvs. borttaga uppskjutande partier med hjälp av *skavstål.* Även buktiga ytor skavas, så att de skall bli jämna och släta, t. ex. lager. Skavstål förekommer i flera utföranden. Ett skavstål för plana ytor visas i fig. 12. Av fig. 13 framgår skavstålets ställning mot arbetsstycket. Verktyget skall föras så att det ej kan inträngа djupt i ar-

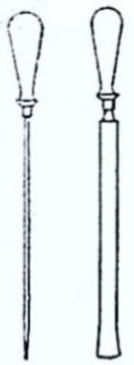


*Fig. 12. Plan-skavstål.*

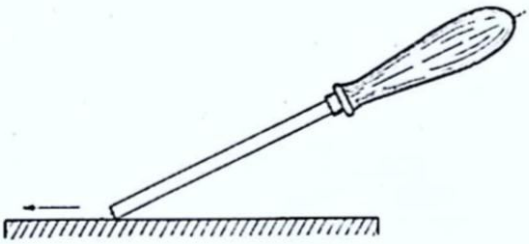


*Fig. 13. Rätt lutning vid skavning.*



*Fig. 14. Skavstål med böjd spets.*

betsstycket, utan endast lösgöra smärre spånor, vilka det skjuter framför sig.

Fig. 14 visar ett skavstål med böjd spets samt en förstorad bild av den omböjda spetsen. Denna är slipad så att den har en horisontell skäregg genom den nedersta punkten. I detta fall verkställes skavningen därigenom att man drar skavstålet mot sig.

Fig. 15 visar ett skavstål för skavning av cylindriska ytor, t. ex. lagergångar, varför det ofta kallas *lagerskavstål.*

Skavstålen tillverkas av bästa verktygsstål, helst tillsatt med volfram, och härdas till största möjliga hårdhet. Planstålet slipas på slipsten vinkelrätt mot sin längdriktning och med svag konvex[1] rundning, se figur 12. Sidorna slipas plana eller helt obetydligt konvexa och brynes på ett oljebryne till största möjliga skärpa. Skäret måste vara absolut helt, så att inga repor framträder vid skavningen.

Bryningen tillgår på följande sätt: Stålet hålles rätt upp med änden mot brynet och föres så fram och åter i skärets

[1] Konvex = utåtbuktad.

längdriktning samt växelvis något snett däremot. Därefter brynes sidorna för erhållande av en jämn egg.

Vid skavning hålles planskavstålet i ca 30 graders lutning mot arbetsstycket. Högra handen fattar om skaftet och skjuter stålet framåt, vänstra handen fattar om stålet något ovanför änden och utövar ett så stort tryck, som erfordras för att avverka spån. Skavningen sker växelvis i två mot varandra vinkelräta riktningar för ernående av en jämn yta.

Skavning av gjutjärn, brons och lagermetaller utföres torrt dvs. utan smörjmedel. Däremot är det lämpligt att använda smörjmedel t. ex. såpvatten eller *borrolja*[1] vid skavning av smidesjärn, stål och en del legeringar av lättmetaller.

Aktsamhet om stålet under vila är en given sak och helst bör det förvaras i ett fodral av papp eller dylikt.

Vissa detaljer, bl. a. styrlister och en del synliga skavda plan på maskiner, ges ofta ett mera prydligt utseende genom s. k. *fläckning*. Denna består däri att hela ytan, sedan den planats färdig, ges en mycket lätt, regelbunden efterskavning.

**Fråga 10.** *Vad menas med skavstål och när kommer de till användning?*

För kontroll vid skavning av plana ytor använder man sig av en s. k. *planskiva,* fig. 16, en gjuten skiva, på undersidan försedd med ett antal höga fjädrar, gående såväl parallellt med kantlinjerna, som i diagonal led. Fjädrarna hindrar skivan att slå sig.

---

[1] Se brev 4.



*Fig. 15. Lagerskavstål.*



*Fig. 16. Planskiva.*

Planskivan, vars yta är noggrant plan, är försedd med handtag. Den användes på följande sätt:

Sedan den plana ytan bestrukits med ett tunt lager lämplig märkfärg, t. ex. venetianskt rött eller pariserblått blandat med maskinolja, placeras den mot den yta, som skall skavas. Den föres ett par gånger fram och åter över ytan, dock utan att tryckas mot denna. De uppskjutande partierna färgas härvid och blir på så sätt lätt synliga. Sedan planskivan bortlyfts, skaver man de färgade partierna samt rentorkar ytan i sin helhet, och upprepar samma procedur som förut. Nu framträder ännu flera färgade fläckar. Sedan dessa avskavts, upprepar man tillvägagångssättet, ända tills färgfläckarna flyter samman till större färgade partier med små mellanrum. Ytan är då planad. Man bör observera att färglagret på planskivan göres så tunt som möjligt, särskilt under de sista proven.

Vid skavning av små lätta arbetsstycken tryckes dessa mot den liggande planskivan, varvid bör iakttagas, att trycket blir lagom kraftigt och jämnt fördelat över hela ytan.

Planskivans arbetsyta är mycket ömtålig och måste behandlas försiktigt. Den får ej komma i beröring med gro-

va ytor, och då den inte användes, bör den skyddas med ett lock av trä.

**Fråga 11.** *Vad innebär metoden skavning efter märkfärg?*

## Gripverktyg

Gripverktygen har vanligen två käftar eller backar, vilka kan pressas mot varandra antingen med tillhjälp av hävarmar, eller medelst skruv eller med såväl hävarmar som skruv. Båda käftarna kan även vara fasta. De vanligaste gripverktygen är *tänger, skruvnycklar, filklovar, tvingar* och *skruvstycken.*

Var och en av de två skänklarna hos en vanlig tång är en tvåarmad hävstång. Stödet eller upplagspunkten utgöres av den gemensamma tappen. Handen håller i de långa hävstångsarmarna och arbetsstycket fasthålles eller avklippes med de korta hävstångsarmarna, varigenom utväxling erhålles. Motsvarande förhållande återfinnes hos skruven. Vid vridning av en skruv i en mutter användes en viss kraft för kringvridningen. Kraften anbringas på ett eller annat sätt så att hävstångsverkan erhålles. Den mot ett varvs vridning svarande axiella förflyttningen av skruven blir liten, men kraften, som utövas av skruven, blir många gånger större än den kraft, som användes för vridningen. Här gäller liksom för hävstången, att produkten av kraft och väg på ingångssidan blir lika med motsvarande produkt på utgångssidan.

Tänger användes dels för fasthållning, dels för vridning av mindre arbetsstycken. Såsom exempel på vanligen förekommande tänger må nämnas *plattång* (flacktång), fig. 17,

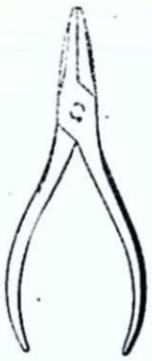


*Fig. 17. Plattång.*



*Fig. 18. Böjtång.*



*Fig. 19. Avbitartång.*

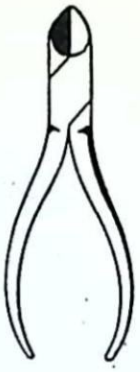


*Fig. 20. Sidavbitartång.*

för fasthållning av små och tunna arbetsstycken, *böjtång,* fig. 18, för böjning av tråd, plåt osv., *avbitartång,* fig. 19 och *sidavbitartång,* fig. 20, för avklippning av tråd m. m. Dessutom finns en mängd tänger av olika slag avsedda för speciella ändamål. En typisk *smidestång* visas i fig. 21 och en tång med vilken man kan gripa om rör, s. k. *rörtång,* visas i fig. 22. Vid denna tång är den ena käften ställbar medelst en på den ena skänkeln anbragt mutter. Med tillhjälp av denna kan tången inställas för olika rörstorlekar. Storleken hos en tång anges med längden räknad från tappen till handtagets ytterända.

**Fråga 12.** *Redogör för några olika slags tänger samt hur de arbetar!*

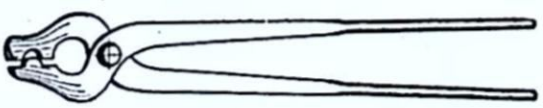


*Fig. 21. Smidestång.*



*Fig. 22. Rörtång.*

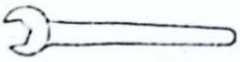


*Fig. 23. Fast skruvnyckel.*

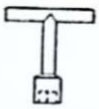


*Fig. 24. Hylsnyckel.*



*Fig. 25. Skiftnyckel.*

*Skruvnycklar* användes för kringvridning samt åtdragning eller lossning av skruvar och muttrar. Fig. 23 visar en *fast skruvnyckel* avsedd för sexkanthuvud. Fig. 24 visar en s. k. *hylsnyckel.* Den användes dels för åtdragning av skruvar och muttrar, som är försänkta eller eljest så placerade, att vanliga nycklar ej kan användas, dels även för åtdragning av skruv eller mutter vid tempoarbete. En hylsnyckel som passar väl till skruvskallen eller muttern möjliggör även en kraftig åtdragning utan att skada skallens eller mutterns kanter. Vid i synnerhet mjuka material händer det lätt att mutterns sidoytor förstöres genom att en vanlig skruvnyckel slinter, om passningen ej är god. Ännu farligare i detta avseende är skiftnyckeln. För permanenta eller regelbundet återkommande arbeten som t. ex. på en verktygsmaskin bör man därför ha hylsnycklar för alla mutter- och skruvstorlekar, som ofta behöver lossas och dragas. För övriga skruvar och muttrar användes fasta nycklar. Numera användes också i rätt stor utsträckning skruvar med 4-kant- eller 6-kanthål till vilka speciella nycklar med motsvarande tapp användes. Storleken hos skruvnycklar anges i allmänhet med nyckelvidden dvs. avståndet mellan två motstående sidor i greppet.

Förutom dessa skruvnycklar finnes flera slag av specialnycklar såsom spärrnycklar, som användes där svängrummet för skaftet är litet, haknycklar och klonycklar för muttrar med spår eller hål.



*Fig. 26. Skruvmejsel.*

De i det föregående beskrivna skruvnycklarna är avsedda för en enda nyckelvidd. De s. k. *skiftnycklarna* kan däremot användas för flera nyckelvidder. Fig. 25 visar en skiftnyckel, där den ena backen kan förskjutas genom vridning av en ställskruv.

För dragning av spårskruvar användes skruvmejslar fig. 26, som alltså är ett slags skruvnycklar. Vid användning av skruvmejslar bör man se noga till, att mejseln passar i skruvens spår, då man eljest lätt kan förstöra detta.

**Fråga 13.** *Vilka egenskaper bör en skruvnyckel ha?*

*Filklovar* användes för att fasthålla mindre föremål, när man önskar att greppet skall bibehållas även om man lägger verktyget med arbetsstycket från sig. Käftarna pressas här tillsammans medelst klämskruv och mutter, fig. 27.



*Fig. 27. Filklove.*



*Fig. 28. Stiftklove.*



*Fig. 29. Stiftklove, chuckmodell.*



*Fig. 30. Parallelltving.*

Vid *stiftklovar,* fig. 28, kan stiftet eller tråden, som skall bearbetas, införas genom handtaget, som är ihåligt. Genom att skruva på handtaget pressas käftarna tillsammans. Fig. 29 visar en *stiftklove av chuckmodell.* Stiftkloven har genomgående hål och genom att vrida på skaftet får man chuckens backar att öppna eller sluta sig.

*Paralelltvingar,* fig. 30, utgör en annan konstruktion av gripverktyg för fasthållning av mindre arbetsstycken. Fig. 31 visar en *skruvtving.*

*Bänkskruvstycken* fastsättes vid arbetsbordet. Skruvstyckets storlek bestämmes av käftbredden, käfthöjden samt spännvidden, varmed förstås det största avstånd, som kan erhållas mellan käftarna, då skruvstycket är helt uppskruvat. Fig. 32 visar ett skruvstycke, där den ena käften är fast och den andra rörlig utefter en rät linje så att käftarnas klämytor ständigt är parallella. Ett sådant skruvstycke kallas därför *parallellskruvstycke* till skillnad från de enklare *vinkelskruvstyckena.* Vid dessa är den ena skänkeln vridbar kring en tapp på samma sätt som vid filkloven. Parallellskruvstycken förekommer i många olika utföranden. Vid en del är den främre käften rörlig, vid andra återigen, den bakre. En del skruvstycken är även vridbara. Vissa typer har käftarna försedda med löstag-

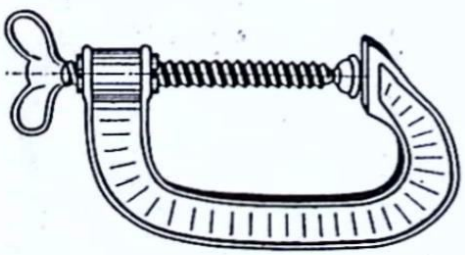


*Fig. 31. Skruvtving.*

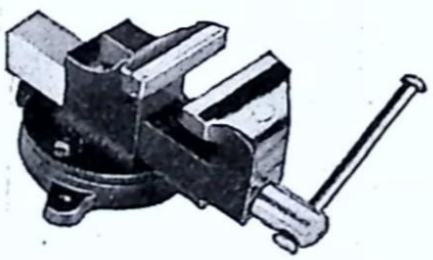


*Fig. 32. Parallellskruvstycke.*

bara, räfflade och härdade backar. För att skydda arbetsstycket användes lösa mellanlägg av bly, koppar, läder, trä m. m.

**Fråga 14.** *Vad är skillnaden mellan ett parallellskruvstycke och ett vinkelskruvstycke?*

## Hammare

Tre olika slag av *verkstadshammare* visas i figurerna 33 och 34. Som synes skiljer de sig från varandra endast genom sin övre del. Denna är i fig. 33 kulformig, varför hammaren vanligen benämnes *kulhammare*. De båda andra kallas *penhammare* och skiljer sig från varandra därigenom att den ena har penen i skaftets riktning — rak pen — den andra har penen vinkelrätt mot detsamma — krysspen. Vid nitning kommer penen ofta till användning. Penen användes även för sträckning av material. Gäller det mindre nitarbeten är kulhammaren ofta lämpligare, då kulan alltid fördelar slaget lika åt alla håll. Skafthålets (ögats) utformning visas i fig. 35. Hålet bör vidga sig utåt från mitten räknat. Skaftet fästes vid hammaren medelst kil,



*Fig. 33. Kulhammare.*

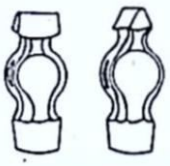


*Fig. 34. Penhammare.*



*Fig. 35. Fastsättning på skaft.*

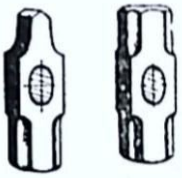


*Fig. 36. Släggor.*

som bör sitta diagonalt för att pressa skaftet åt alla håll, så att hålet verkligen effektivt utfylles.

De tyngsta hammarna kallas *släggor*. De kan väga upp till 10 kg. Ett par vanliga typer visas i fig. 36. *Råhudshammare,* liksom koppar- och blyhammare samt hammare av konstpressmassa (belzerit) användes vid sådana arbeten, där märken efter hammarslagen ej får förekomma. En råhudshammare med utbytbara slag visas i fig. 37. Blyhammaren kallas även *tennslägga*. Skaftet utgöres vanligen av ett järnrör vid vilket hammarhuvudet är fastgjutet.

För speciella ändamål finns dessutom en mängd olika hammare såsom instrumentmakarhammare, glasmästarhammare, snickarhammare osv. En *tryckluftshammare* avsedd för nitning visas i fig. 38. Verktyget består av en ihålig cylinder i vilken en kolv — hammaren — drives fram och åter medelst tryckluft. Härigenom kommer den att ge kraftiga slag på det i cylinderns ena ända infästade verktyget. Tryckluften levereras från en kompressoranläggning. Tack vare tryckluften når man ett betydligt snabbare utförande av nitningsarbetet än om det skulle ske med hjälp av vanliga hammare.

**Fråga 15.** *Nämn några olika slags hammare och ange vartill de används!*

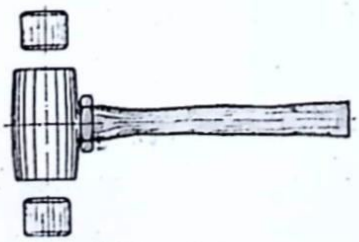


*Fig. 37.*
*Råhudshammare.*

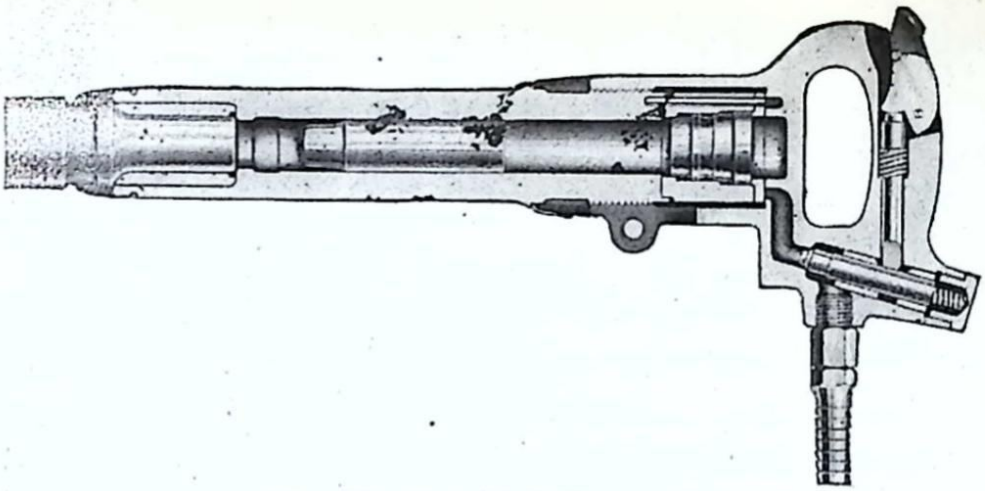


*Fig. 38. Tryckluftshammare.*

## Mejslar

Det enklaste verktyget för avverkning av material är mejseln. Genom kraftiga slag med en hammare drives dess egg in i arbetsstycket. Dess verkan är ungefär densamma som hyvel- eller svarvstålets och är sålunda sammansatt av skärning[1] och kilning. Det avverkade materialet avskiljes i form av längre eller kortare spån beroende på materialets seghet. Beträffande verkan av en kil lönar det sig att jämföra kilen med hävstången och skruven. Den på kilen anbringade kraften förflyttar kilen ett relativt långt stycke i dess längdriktning. Kraften, som utövas i kilens tvärriktning mot de ytor, som skall skiljas isär, blir mycket stor. Ytornas rörelse ifrån varandra blir däremot liten.[2]

Mejsel användes för att avlägsna ojämnheter på t. ex. svetsfogar och gjutgods liksom vid annan mindre noggrann bearbetning.

---

[1] Beträffande spånskärande bearbetning se brev 4.

[2] Beträffande maskinelement som hävstång, skruv och kil hänvisas till läroböcker i Mekanik.

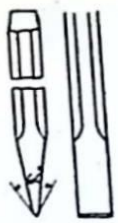


*Fig. 39. Hugg-mejsel.*



*Fig. 40. Kryss-mejsel.*



*Fig. 41. Spår-mejsel.*



*Fig. 42. Hålkäls-mejsel.*

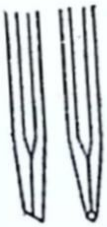


*Fig. 43. Rikt-mejsel.*

Mejslar tillverkas vanligen av kolstål med en kolhalt av 0,80—0,90 %. Det finns i handeln under namnet mejselstål. Även ett låglegerat kromstål, C 0,40 % och Cr 1,0—1,5 %, användes mycket.

Mejselns egg bör vara så hård som möjligt men samtidigt besitta en viss grad av seghet. Det är därför viktigt att den blir riktigt härdad. Slaget (huvudet) bör vara tämligen mjukt och segt så att bitar ej slås ur. Är det för mjukt, bildas en krans av stukat material — s. k. skägg — som genast måste slipas bort, emedan splitter därifrån eljest kan förorsaka svåra skador.

Vid mejsling pressas mejselns undre plana yta, omedelbart bakom eggen, mot arbetsstycket och styr på så sätt mejseln. Denna bör därför i allmänhet lutas ca 30° mot arbetsstycket vid bearbetning. I motsats till förhållandet vid filning bör man alltid utföra mejsling *mot* skarpa kanter och hörn — s. k. motmejsling — emedan annars mera material än avsett lätt ryckes med.

Några vanliga typer av mejslar visas i figurerna 39—40. Endast mejslarnas nedre del visas med undantag av fig. 39, som även visar den övre delen, mejselnacken, vilken, som synes, konas uppåt så att ett slaghuvud erhålles. Eggen har

vanligtvis en vinkel av 60 grader. Figuren visar en *flatmejsel,* även kallad skarp- eller huggmejsel. Sådana finns i olika bredder. Mejseln bör avsmalna något ovanför eggen, så att sidoytorna går fria i det upphuggna spåret.

En *kryssmejsel* visas i fig. 40. Den användes då t. ex. smala spår skall mejslas i ett arbetsstycke. Den i fig. 41 avbildade mejseln är avsedd för bearbetning av sidoytorna i spår och den i fig. 42 avbildade för mejsling av hålkälar, dvs. rundade övergångar mellan tvenne ytor. Slutligen är den i fig. 43 avbildade mejseln, *spårmejseln,* avsedd för mejsling invändigt i hörn och för att uppta smörjspår på axlar och i lager, därav namnet spårmejsel. Den användes även för uppriktning av borrhål vid borrning efter rits och kallas då *riktmejsel.*

Genom att insätta en mejsel i en tryckluftshammare kan man utföra mejslingsarbetet betydligt snabbare och effektivare. Tryckluftsmejsling användes med stor fördel när det gäller bearbetning av stora arbetsstycken, där materialavverkningen skall vara förhållandevis stor.

**Fråga 16.** *Vilka är de vanligaste mejslarna och vartill användes* de?

## Sågar

För kapning av stänger, klenare axelämnen o. d. använder man ofta handsågar, s. k. *bågfilar,* fig. 44. Bågfilen ut-

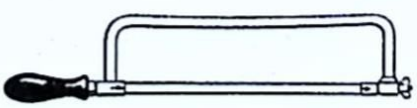


*Fig. 44. Bågfil.*

göres av en ställning, i vilken ett bågfilsblad fastspännes. Bågfilsbladen finns i olika längder, och bågfilsställningen är därför ofta ställbar. En icke ställbar (fast) ställning är dock stadigare och är därför mången gång att föredra. Vanligaste längden för bladen är 12 engelska tum (300 mm). De utföres med olika grovlek på tänderna, olika slags skränkning och olika härdning. Bladen benämnes efter olika antal tänder (14-32 st.) per engelsk tum och väljes med hänsyn till det arbete, som skall utföras. För kapning av förhållandevis grovt material användes ett blad med stora tänder (grov delning). Då det gäller sågning av tunn plåt eller rör med liten godstjocklek, skall ett blad med små tänder (fin delning) användas. Skränkningen kan vara utförd antingen med varje tand för sig eller gruppvis. Skränkningen, dvs. tändernas växelvisa utböjning åt ena eller andra sidan, gör att bladet ej klämmes fast. Man kan antingen härda hela bladet eller endast tänderna. Det senare utförandet gör bladet mera motståndskraftigt mot brytning.

Vid sågning bör bågfilen tryckas så hårt att den säkert skär. Vid för hårt tryck har den lätt att hugga fast och bli utsatt för brytning. Arbetet skall utföras lugnt och stadigt utan knyckar även om bågfilen visar benägenhet att fastna. Vid hastig sågning blir tänderna lätt så varma att härdningen går ut. Vid återföring skall bågfilen lättas något, varigenom slitningen på tänderna minskas.

Maskindrivna sågar med ändlöst sågband påminner i hög grad om tidigare omnämnda filmaskiner. De användes bl. a. för bearbetning av pressverktyg.

Vid större kapningsarbeten kommer kallsågen till användning. Den är maskindriven och finns i olika typer.

Dessutom finns kapningsmaskiner med roterande klinga, liksom snabbroterande tunna smärgelskivor. De sistnämnda maskinerna användes framför allt på förråd, där kapning av material ingår i förrådsarbetet.

**Fråga 17.** *Hur väljer man lämpligt bågfilsblad?*

## Saxar

För klippning av plåt, tråd, bult och annat material av klenare dimensioner finns saxar av olika slag, som alla i mer eller mindre utpräglad grad arbetar enligt hävstångsprincipen. Fig. 45 visar en *handplåtsax* av vanligt utförande för klippning av tunnplåt. Den finns även i flera specialutföranden vart och ett för sitt ändamål, såsom krumsax, hålsax, fasonsax m. fl.



*Fig. 45. Handplåtsax.*



*Fig. 46. Trådsax.*



*Fig. 47. Bultsax.*

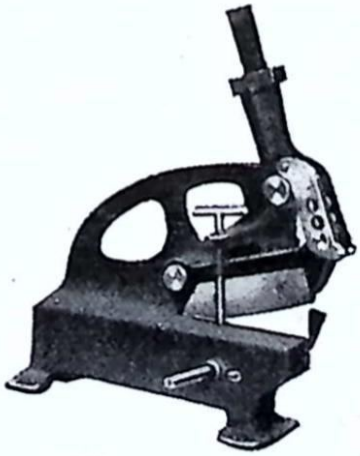


*Fig. 48. Bänksax.*

Fig. 46 visar en *trådsax* och fig. 47 en *bultsax*.

Som regel gäller att varje sax endast bör användas för sitt speciella ändamål. Att klippa tråd med en plåtsax är förkastligt, emedan saxens skär då lätt förstöres. Vidare bör man ej klippa ända ut i spetsen.

Handsaxar har skären skålade och klipper bra utefter hela längden. Vid *bänkplåtsaxar* är övre skäret ofta böjt och snedställt så att skärvinkeln alltid är ca 14°, fig. 48.

Större saxar och klippmaskiner utföres maskindrivna.

**Fråga 18.** *Vartill användes saxar och hur är de beskaffade?*

## Smidning

För enklare handsmidning erfordras relativt enkla verktyg. De väsentliga är *hammaren, släggan* och *städet,* fig. 49, jämte *tängerna* för fasthållandet av arbetsstycket och dessutom *ässjan,* fig. 50, för uppvärmningen. Vid grovsmidning bearbetas arbetsstycket direkt med hammare och slägga men vid slätsmidning slår man med slägga på en s. k. *platthammare,* fig. 51 A, som ansättes mot arbets-

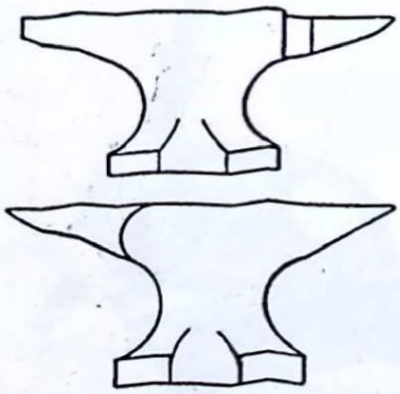


*Fig. 49. Smidesstäd.*

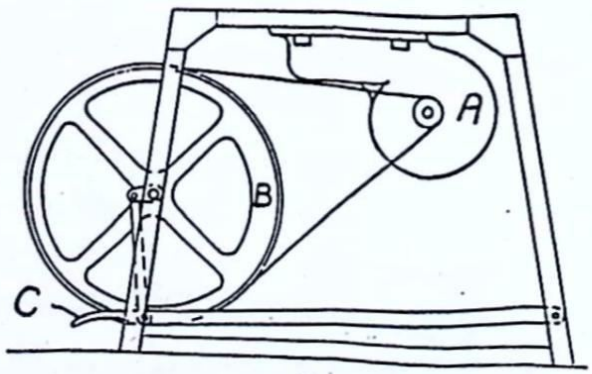



*Fig. 50. Ässja.*
A. Fläkt. B. Drivhjul. C. Trampa.

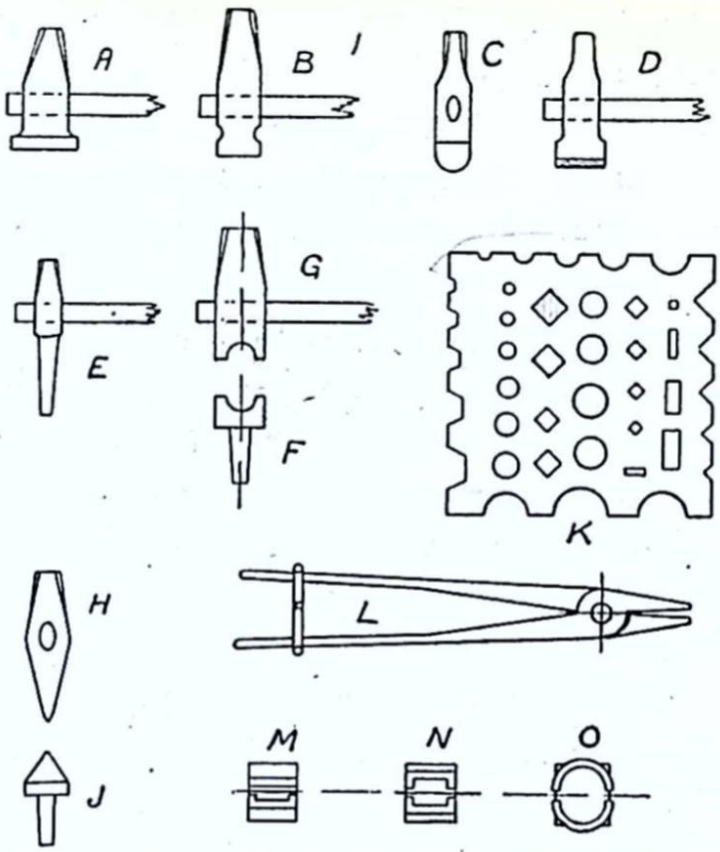



*Fig. 51. Smidesverktyg. A) platthammare, B) sätthammare, C-D) kälhammare eller kälstampar, E) hålstamp, F-G) under- och översänke, H-J) skrotmejslar, K) lockplatta, L) smidestång med plana käftar, M, N, O) olika former av tångkäftar sedda framifrån.*

stycket. För avhuggning av ett arbetsstycke eller material användes *skrotmejsel*, fig. 51 H-J. Vid smidning av ansats på ett arbetsstycke användes *sätthammare*, fig. 51 B, och för åstadkommande av hålkäl, *kälhammare*, fig. 51 C-D. För utformning av runda eller fyrkantiga hål användes *hålstamp*, fig. 51 E, med rund eller fyrkantig tvärsektion. *Sänke*, fig. 51 F-G, användes för noggrannare formgivning och utföres i regel i två delar, *under-* och *översänke*. En stadig järnplatta med hål i, s. k. *lockplatta*[1],

[1] Härstammar från det tyska ordet Loch = hål.

fig. 51 K, användes som underlag vid hålslagning m. m. Alla verktyg, som man slår på med slägga, såsom skrotmejsel, plan-, sätt- och kälhammare m. fl. skall vara löst fastsatta på skaftet. Därigenom dämpas vibrationerna vid slaget, som annars överföres till handen och armen så att skador kan uppstå.

Vid all smidning skall materialet i görligaste mån genomarbetas. Därför försvåras handsmidet ju större arbetsstycket är.

Man skall smida medan järnet är varmt. Slagen bör följa tätt på varandra, så att man hinner så mycket som möjligt medan arbetsstycket är glödande. Slagkraften bör minskas allteftersom temperaturen sjunker. Utföres smidning vid för låg temperatur uppstår skadliga spänningar i arbetsstycket. *Mellan 400° och 200° är stålet »blåskört», varför smidning ej får förekomma mellan dessa temperaturer.*

**Fråga 19.** *Vilka smidesverktyg skall sitta löst på skaftet och varför?*

## Lödning

Lödning benämnes den arbetsoperation, där metallstycken förenas med varandra genom smältning av ett metalliskt bindemedel. Bindemedlet kallas *lod*. Detta måste vara mera lättsmält än de metaller, som skall sammanfogas. Dessutom måste lodet häfta väl fast vid metallerna. Vanligen består det av en legering, men för vissa ändamål är rena metaller lämpligare. Lättsmälta lod kallas *mjuklod* och svårsmälta, *slaglod* eller *hårdlod*. Lödningen benäm-



*Fig. 52. Lödkolv.*

nes mjuklödning eller slaglödning (hårdlödning) beroende på vilket lod som kommer till användning.

Huvudvillkor för all lödning är att fogytorna är rena. Likaså måste luften utestängas så att oxidering icke kan ske, vilket förhindras genom tillsats av ett lämpligt lödmedel (flussmedel).

Vid *mjuklödning* förfar man på följande sätt.

Sedan lödställena rengjorts medelst skrapning, filning, skavning eller i vissa fall betning, bestrykes de med lödpasta eller något lödvatten, t. ex. saltsyra eller klorzink, s. k. släckt syra. Sådan erhålles genom att i koncentrerad saltsyra lösa zink till mättning dvs. tills syran ej längre förmår lösa zink, varpå 1—2 delar vatten tillsättes jämte något ammoniak. Lodet smältes och tillföres medelst en s. k. *lödkolv* fig. 52, som värmts till en temperatur något överstigande lodets smältpunkt. Kolven drages sakta längs fogen under tillförande av lod, som vanligen består av en legering av tenn (60 %) och bly (40 %) och vars smältpunkt ligger vid omkring 200 grader.

Lödkolven består av ett hammarformat kopparstycke med ett skaft av järn och handtag av trä e. d. Innan kolven användes förtennes den s. k. lödbanan. Kolven upphettas härvid till blåvärme varefter banan blankfilas, doppas i lödvatten och tillföres tenn.

Lödkolven får ej upphettas till rödvärme, emedan kopparn då blir porös (bränd), varigenom dess värmeledningsförmåga avsevärt nedsättes. En »bränd» kolv måste sam-

manpressas genom smidning för att godset skall bli tätt. Efter smidningen filas kolven till önskad form och lödbanan förtennes.

Mässing, koppar, brons, silver och stål går utmärkt att löda med användande av lödkolv.

*Hårdlödning* ger en fog med avsevärt större styrka än vad mjuklödning kan åstadkomma, och användes därför när fordringarna på fogens hållfasthet är stora. Det mest använda slaglodet (gult mässingsslaglod) består av 51 % koppar och 49 % zink. För klenare dimensioner användes även silverlod, 80 % silver och 20 % koppar. Ren koppar användes ofta vid hårdlödning av stål. Som flussmedel användes lämpligen borax. Fogen upphettas i ässja, ugn eller i låga. Temperaturen måste vara tämligen hög 700°—900° beroende på vilket lod som användes. Vid lödning av gods med klenare dimensioner fordras därför stor påpasslighet så att detta ej genom överhettning deformeras eller rent av smälter.

**Fråga 20.** *Vad är skillnaden mellan mjuklödning och hårdlödning?*

## Härdning

Ändamålet med hårdhärdning är att genom uppvärmning och *hastig* avkylning ge stålet största möjliga grad av hårdhet och slitstyrka.

– För att härdningen skall ge tillräcklig hårdhet för praktisk användning, får kolstålets kolhalt inte vara lägre än 0,35 %. Med stigande kolhalt stiger härdbarheten och är störst vid ca 0,90 %, varefter den avtar. Stål med kolhalter över 0,90 % blir lätt överhettade och spröda, om

man använder för hög härdningstemperatur. Lämpliga härdningstemperaturer är för kolstål med 0,35 % kol ca 850°, med 0,60 % ca 800°, med 0,80 % ca 780° och med 0,90 % kol och mera ca 760°. Hålltiden vid härdning av kolstål bör inte vara längre än att stålet blir väl genomvarmt. För legerade stål måste järnbrukens bestämmelser följas.

Uppvärmningen för härdning sker i ugn eller ässja. Om temperaturen inte kan avläsas på mätinstrument, måste man lita till arbetsstyckets färg för att bedöma temperaturen. Ett arbetsstycke av stål, som uppvärmes i ett svagt upplyst rum börjar att utsända ljus vid ca 600°. Mellan 600 och 1300° skiftar stålbiten i nyanser mellan rött och gult. Vid ca 1300° lyser stålet vitt. Genom långvarig övning kan förmågan att bedöma temperaturen efter färgen avsevärt ökas.

**Fråga 21.** *Hur bedömes temperaturen vid härdning?*

Som kylmedel användes oftast rent vatten av rumstemperatur eller oljor av olika slag, t. ex. linolja. Arbetsstycket nedsänkes hastigt helt eller delvis i kylvätskan och bör hållas i rörelse i denna, för att avkylningen skall bli så jämn som möjligt. Valet av kylvätska är av stor betydelse, emedan stålet blir hårdare och sprödare, ju hastigare avkylningen sker. Avkylningen sker långsammast i luft, som användes för vissa speciella stål, något hastigare i olja, som användes för de flesta legerade stål, och hastigast i vatten, som användes för de flesta olegerade stål.

I regel utvidgar sig ett stål, då det härdas. Ett sådant stål säges vara *icke krympfritt*. Ett stål, som icke utvidgar sig vid härdningen säges vara *krympfritt*. Vid härdningen

uppträder dessutom gärna formförändringar och kastningar beroende på den hastiga avkylningen, vilka kan leda till sprickbildning och eventuellt till brott. Ömtåliga verktyg och verktyg, som måste vara krympfria, härdas därför i olja eller luft, varvid avkylningen sker långsammare och risken för sprickor minskas.

För hög uppvärmning av stålet gör det grovkornigt och sprött, vilket nedsätter dess goda egenskaper. Uppvärmes stålet tillräckligt vid härdningen, erhålles ej den önskade hårdheten.

Under det att ett kolstål med hög kolhalt, som uppvärmes till 1200—1300°, endera blir överhettat eller förstört genom förbränning (»bränt»), måste snabbstål värmas upp till dessa temperaturer, för att det skall få bästa möjliga egenskaper vid härdningen. Detta höglegerade stål bör värmas upp långsamt till rödvärme och därefter hastigare till den slutliga temperaturen. Härdningstemperaturen hålles 1—3 minuter. Stålet avkyles därefter i linolja eller speciell olja, avsedd för härdning av snabbstål.

**Fråga 22.** *Vad har man att iakttaga vid uppvärmning och avkylning för härdning?*

## Anlöpning

När stålet härdas genom hastig avkylning från härdningstemperaturen, uppkommer olika slag av spänningar i materialet. *Avkylningsspänningar* uppstår på grund av att klenare delar av arbetsstycket kallnar hastigare än grövre delar. *Härdningsspänningar* uppstår på grund av att stålet sväller dvs. ökar sin volym mer eller mindre i samband med

den omvandling av materialet, som äger rum då stålet tar härdning. Härdningsspänningarna, som blir särskilt stora vid grundhärdande stål, uppstår i gränsskiktet mellan det härdade och det ohärdade materialet. För att så mycket som möjligt utjämna dessa spänningar och minska sprödheten i det hårdhärdade skiktet, värmes stålet åter upp efter avkylningen. Denna uppvärmning kallas anlöpning. Hålltiden är här av stor betydelse. En anlöpningstid av 6—8 timmar gör stålet praktiskt taget spänningsfritt.

Uppvärmning till anlöpningstemperatur kan ske i låga eller annan öppen eld. Det bästa är dock uppvärmning i oljebad, där temperaturen kan kontrolleras med termometer. Det är nämligen ofta nödvändigt att kunna bestämma temperaturen på 25° när. Detta gäller särskilt för höglegerade stål. Efter färgen kan man efter lång erfarenhet *i bästa fall* bedöma temperaturen på ca 50° när, oftast blir dock bedömningen ännu osäkrare. Man har härvid en viss hjälp av järnbrukens färgskalor. Färgningen består av en tunn oxidhinna, som bildas på en ren och blank stålyta vid uppvärmningen. Anlöpningsfärgerna för relativt hastigt uppvärmt *kolstål* och motsvarande temperaturer framgår av nedanstående uppställning.

| *Anlöpningsfärg* | *Temperatur °C ca* |
|---|---|
| Ljusgul | 220 |
| Gul | 240 |
| Kopparfärg | 260 |
| Violett | 280 |
| Blå | 300 |
| Havsgrön | 320 |

Följande tabell visar lämpliga anlöpningstemperaturer m. m. för kolstål.

| *Verktygets art* | *Exempel* | *Anlöpnings-temp.* | *Hålltid* |
|---|---|---|---|
| Mätverktyg | Skjutmått<br>Hakmått<br>Tolkar | 100—150° | 6—8 tim. |
| Verktyg utsatta för vridningspåkänningar. | Gängtappar<br>Brotschar<br>Borrar<br>Skavstål | 175—225° | Tills stålet blivit fullt genomvarmt |
| Spånskärande maskinverktyg | Svarvstål<br>Hyvelstål<br>Fräsar | 225—250° | do |
| Stansverktyg<br>Komb. slag- och skärverktyg m. m. | Nitstansar<br>Huggmejslar<br>Hammare | 250—300° | do |

Enkla verktyg av snabbstål bör som regel inte anlöpas, om man inte har tillförlitliga instrument för temperaturmätning. Kan temperaturen noggrant bestämmas, bör alla snabbstålsverktyg anlöpas till 550—600° under 15—60 minuter.

För att uppnå bästa möjliga resultat bör man vid all värmebehandling av snabbstål och övriga legerade stål noggrant följa de föreskrifter, som lämnas av respektive ståltillverkare.

Anlöpningen bör företas omedelbart efter hårdhärdningen. Sedan arbetsstycket anlöpts, bör det få svalna i luft. Endast då man befarar, att temperaturen är på väg att gå över den lämpliga anlöpningstemperaturen, doppas ar-

betsstycket i kylvätska av samma slag, som man använt vid härdningen. För högt driven anlöpning medför annars att stålet förlorar sin genom härdningen erhållna hårdhet.

Fråga 23. *Vad har anlöpningen för ändamål och hur utföres den?*

## Material för verktyg

De material, som användes till hand- och maskinverktyg är olegerade stål eller kolstål, legerade stål, *stellit* och *hårdmetaller*. Verktyg av olegerade och legerade stål är vanligen härdade och anlöpta.

### Olegerade verktygsstål

På grund av att kolstålen är billiga, användes de såsom verktygsstål, då man ej har särskilt stora fordringar på slitstyrka, genomhärdningsförmåga, värmebeständighet eller volymbeständighet vid härdning. Kolstål, som är avsedda att användas som verktygsstål, har kolhalter av ca 0,60—2,00 % och små mängder av fosfor och svavel. Stål med låga kolhalter är mjuka och sega och stål med höga kolhalter är hårda och spröda.

Allmänt gäller, att ett verktyg är bättre, ju hårdare det är, emedan stor hårdhet som regel också medför stor slitstyrka. Man bör därför välja ett material, som är så hårt som möjligt men samtidigt tillräckligt segt, för att hårdheten skall kunna göra sig gällande, då verktyget användes.

Hammaren, som är ett rent slagverktyg, måste ha största möjliga seghet. Ett stål med låg kolhalt (0,60—0,80 %) är därför lämpligt.

Huggmejseln är ett kombinerat slag- och skärverktyg. Som slagverktyg bör den vara seg och som skärverktyg hård. Man får därför gå en medelväg och använda ett stål med en kolhalt av 0,80—0,90 %.

Svarvstålet är ett skärande maskinverktyg och som sådant utsatt för rätt stora men jämnt verkande krafter. Kravet på materialets seghet minskas, om man ger verktyget grova dimensioner. Härigenom kan man välja material med kolhalter av 1,10—1,25 % för bearbetning av mjuka metaller såsom mässing och 1,25—1,40 % för hårdare material som t. ex. maskinstål. För bearbetning av maskinstål användes dock numera som regel modernare svarvstålsmaterial. Vid bearbetning av mindre detaljer av mässing o. d. är det dock fortfarande lämpligt att använda kolstål. Kolstålen, som är billiga och lätta att forma, ger skarpa och släta eggar och användes därför även till fasonstål vid framställning av enstaka, komplicerade arbetsstycken av mjukt material.

Filen är ett skärande handverktyg och utsatt för jämförelsevis små påkänningar, varför seghet inte är så nödvändigt. Hårdhet är däremot en mycket önskvärd egenskap hos en fil. Lämpliga kolhalter för skärande handverktyg är 1,25—1,40 %.

Skavstålet är praktiskt taget inte utsatt för några som helst böjnings-, vridnings- eller slagpåkänningar. Vid val av material till skavstål behöver man därför inte ta någon hänsyn till segheten utan kan välja ett verktygsstål med största möjliga hårdhet (1,40—2,00 %).

Vanligt kolstål härdas i vatten och är *icke krympfritt.*

**Fråga 24.** *Vilka synpunkter skall tillämpas på valet av kolhalt för olegerade verktygsstål?*

## Legerade verktygsstål

Genom att legera kolstålet med små mängder av krom, volfram, mangan, nickel, vanadin eller molybden, eller genom tillsats av ytterligare kisel eller mangan, kan man förändra dess egenskaper.

Sålunda erhålles t. ex. ett slitstarkare (hårdare) stål genom följande sammansättning: 1,40 % kol, 0,40 % krom, 5,50 % volfram och 0,50 % vanadin. Även detta stål härdas i vatten och är icke krympfritt.

För verktyg av komplicerad form, som ej lämpligen kan bearbetas efter härdningen, vill man ha ett *krympfritt* stål, som härdas i luft eller olja. Ett sådant stål erhåller man med följande sammansättning: 1 % kol, 1 % mangan, 0,50 % krom och 0,50 % volfram. Detta stål har sålunda ganska stor manganhalt, som åstadkommer ökat härddjup.

**Fråga 25.** *Vad menas med ett krympfritt stål?*

Värmebehandlingen hos de nu nämnda stålen är ganska enkel. Anlöpningsbeständigheten är emellertid låg, varför de endast kan användas för måttliga skärhastigheter, som ej medför högre arbetstemperaturer. För maskinverktyg saknar de nu beskrivna stålen större betydelse.

Om till övriga legeringsbeståndsdelar fogas större mängder av krom och volfram, erhålles s. k. höglegerade stål. Den för spånskärande maskinverktyg vanliga typen av höglegerat stål kallas sedan gammalt *snabbstål*. Dess mest utmärkande egenskap är den stora motståndskraften mot förslitning vid höga temperaturer. Det bibehåller sålunda sin hårdhet, slitstyrka och anlöpningsbeständighet vid temperaturer upp till ca 550°. Egenskaperna beror till

största delen på den stora mängd karbider, som finns i stålet och speciellt på volfram- och kromkarbiderna. Snabbstålet är därför mycket överlägset de förut behandlade stålen och kan arbeta med avsevärt högre skärhastigheter.

**Fråga 26.** *Vilka är de värmehårda beståndsdelarna i snabbstålet?*

Snabbstålets sammansättning kan vara rätt varierande. En rätt normal sammansättning är dock följande: 0,70 % kol, 4 % krom, 18 % volfram, 1 % vanadin. Dessutom kan molybden och kobolt ingå.

Snabbstålet är ömtåligt såväl vid smidning som vid värmebehandling. Smidningen måste utföras vid hög temperatur, som aldrig får gå ned under 900°. Härdningen måste likaledes utföras med noggrant iakttagande av rekommenderade temperaturer.

Snabbstål användes till skärverktyg i allmänhet för bearbetning av material, där kolstålsverktyg snabbt slites ned, samt till skrubbsvarvning med grova skär och relativt stora skärhastigheter. Vid fasonsvarvning av stål och gjutgods är formstål av snabbstål mera ekonomiska att använda än kolstålsverktyg.

## Stellitlegeringar

Stellit är en legering av volfram, krom, kobolt och molybden med tillsatser av mangan, kisel och kol, eventuellt järn. Den tillverkas i olika hårdhetsgrader för olika ändamål. Medelhårdheten är ca 600 Brinell.

Vid svarvning användes stellit bl. a. i form av sparskär för fastsättning i stålhållare eller såsom plattor, vilka lödes

fast på skaft av segare och billigare material, t. ex. kolstål 0,50—0,80 %. Emedan stellitplattorna är mycket spröda, är de i allmänhet ej lämpliga som skärmaterial vid bearbetning av stål, där verktygen skall ha tunna eggar och stora spånvinklar. Som skärmetall användes stellit huvudsakligen vid svarvning av gjutjärn, aducergods och hård brons, dvs. kortspånade material. Stellit, som i likhet med kol- och snabbstål kan formas genom slipning mot aluminiumoxidskivor, användes bl. a. till fasonstål, som är svåra att framställa av hårdmetall. Vid vissa verktygskombinationer i revolversvarvar använder man även stellit på sådana punkter, där hårdmetallskär skulle slitas ned hastigt på grund av för små skärhastigheter. Vid bearbetning i revolversvarvar användes härvid ca 50 % större skärhastigheter än för snabbstålsverktyg.

Utmärkande för såväl stellitlegeringar som hårdmetaller är, att de vid avsvalning återfår sin ursprungliga hårdhet. De fordrar därför inte någon särskild hårdhetsgivande värmebehandling.

**Fråga 27.** *Vad är stellit och när användes den som skärmetall?*

## Hårdmetaller

Hårdmetallerna består till största delen av mycket hårda och värmebeständiga metallkarbider. Den mest använda karbiden är volframkarbid, som i hårdhet endast överträffas av diamant samt bor- och kiselkarbid. Formgivning genom slipning kan därför bara ske med tillhjälp av något av dessa tre material.

Emedan volframkarbiden är mycket spröd, kan den inte

: användas till skärande eggar, utan sintras med ett
tsgivande bindemedel, vanligen kobolt. Genom att
rierar kobolthalten och även sätter till andra karbi-
titan- och tantalkarbid, framställer man olika
eter av hårdmetall för olika ändamål. De olika kvali-
perna betecknas med bokstäverna *S*, *G* och *H*. *S-*
*eterna* är avsedda för bearbetning av stål och stålgjut-
*G-metallerna* för gjutjärn m. m. och *H-metallerna*
för mycket hårda material, såsom kokillhärdat gjut-
Svenska hårdmetaller är, i den ordning de kommit
knaden, *Seco* (Fagersta), *Coromant* (Sandviken)
*ekord* (Söderfors).
n stellitplattor lödes även skärplattor av hårdme-
på skaft av annat material. Som lödmaterial (lod)
es elektrolytkoppar. För små plattor användes även
l, som har lägre smältpunkt. Figur 53 visar prin-
vid fastlödning av en hårdmetallplatta på ett svarv-
mne.

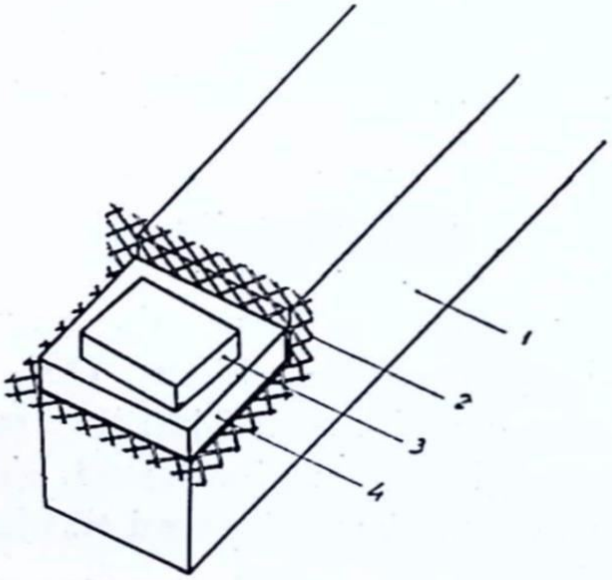



*Fig. 53. Fastlödning av hårdmetallplatta på stålskaft.*
lskaft. 2. Trådnät. 3. Elektrolytkoppar. 4. Hårdmetallplatta.

Fabrikanterna tillverkar förutom lösa plattor även färdiga standardverktyg för direkt användning. Skaften på dessa hårdmetallverktyg är målade i olika färger. Genom att varje hårdmetallkvalitet motsvaras av en viss färg, är det lättare att hålla ordning på verktygsförrådet och att snabbt välja ut ett lämpligt verktyg för den bearbetning, det är fråga om.

**Fråga 28.** *Vilken bokstavsbeteckning har en hårdmetall avsedd för bearbetning av stålgjutgods?*

De sintrade hårdmetallerna har medfört en mycket snabb utveckling av bearbetningstekniken i maskiner för skärande verktyg. I specialbyggda svarvar är det t. ex. möjligt att vid bearbetning av maskinstål med hårdmetallverktyg använda upp till 10—15 gånger större skärhastigheter, än då man använder vanliga snabbstålsverktyg. På grund av de stora skärhastigheterna erhålles s. k. *flytspån,* vilka efterlämnar släta och spegelblanka snittytor.

Svårbearbetade material, t. ex. glas, sten, manganstål, nickelstål, fiber, hårdgummi och bakelit, kan nu ekonomiskt bearbetas med hjälp av hårdmetallverktyg. Hårdmetallverktyg användes vidare, då man vill erhålla största möjliga spånavverkning vid bearbetning av vanliga material samt då man vill erhålla mycket släta ytor.

Inom frästekniken har användningen av hårdmetallskär bl. a. medfört, att man börjat använda änd- och mantelskärfräsar med negativa skärvinklar. Fräständerna kan härigenom bättre uthärda stötar och vibrationer. Fräsar med negativa skärvinklar fordrar stadiga maskiner, stora skärhastigheter och som en följd härav kraftiga motorer. Hårdmetall slits hastigt vid för liten skärhastighet.

Sintrad hårdmetall användes även som slitskydd på precisionsmätverktyg, till spetsar på svarv- och slipdubbar m. m.

**Fråga 29.** *När användes hårdmetall till skärande maskinverktyg?*

## Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

**1.** *Visa med en enkel skiss, vad som menas med filning mot en kant respektive motmejsling!*

**2.** *Ett lager skall skavas. Hur skall detta tillgå?*

**3.** *Ange hävarmarnas ungefärliga längder vid dragning av en 2" mutter med en 16" lång nyckel!*

**4.** *Vad har vikten hos en hammare för betydelse?*

**5.** *Vad är avsikten med smidning?*

**6.** *Beskriv med i brevet tillgängliga uppgifter hur man skall härda och anlöpa ett svarvstål av olegerat stål.*

**7.** *Redogör kortfattat för principerna vid val av stål för skärande maskinverktyg!*

**8.** *Varför bör man inte använda hårdmetallskär vid svarvning av små diametrar i svarvar med låga varvtal?*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
93 081

# VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 3

## Ritsdon och mätteknik

### Ritsdon

Då ett arbetsstycke skall bearbetas i maskin eller för hand, uppritsas först linjer, efter vilka bearbetningen skall ske. Arbetsförfarandet kallas *ritsning*. Man använder sig härvid av ritsdon, linjaler, ritsmallar, vinklar och diverse måttverktyg. För att linjerna skall framträda bättre färgas arbetsstycket — råa och grovbearbetade ytor — med i vatten slammad krita ibland tillsatt med någon lämplig färg, beroende på vilken metall arbetsstycket består av. Krita tillsatt med något schellack är i vissa fall att föredra. Vid ritsning av putsade ytor och då stor noggrannhet fordras, bestrykes ytan med i vatten löst kopparsulfat med tillsats av saltsyra. Detta bestrykningsmedel är frätande och måste behandlas med försiktighet.

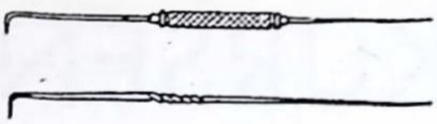


*Fig. 1. Ritsspets.*

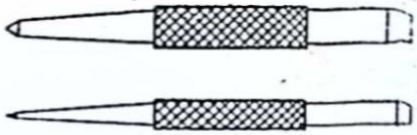


*Fig. 2. Körnare.*

Linjerna drages upp med *ritsspets* eller *ritsnål,* fig. 1, som med ett jämnt och stadigt tryck föres efter kanten på linjalen, mallen osv. Vill man utmärka linjen särskilt tydligt, anbringar man små *körnslag* på den med några mm mellanrum. Körnslag eller körnmärke kallas det runda märke, som en *körnare,* fig. 2, åstadkommer för ett lätt hammarslag.

Plåt av lättmetall ritsas dock med blyerts, emedan ritsnålen förstör den blanka ythuden, vilket avsevärt nedsätter plåtens hållfasthet.

Fig. 3 visar en *stålskala,* fig. 4 en *anslagsvinkel* och fig. 5 en *smygvinkel.* Den senare är ställbar.

**Fråga 1.** *Hur skall ett arbetsstycke ytbehandlas för att ritslinjerna skall framträda tydligt?*

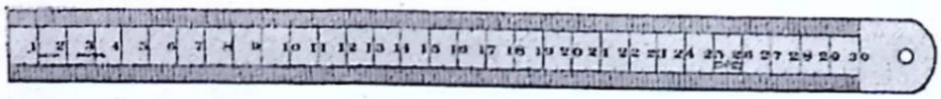


*Fig. 3. Stålskala.*

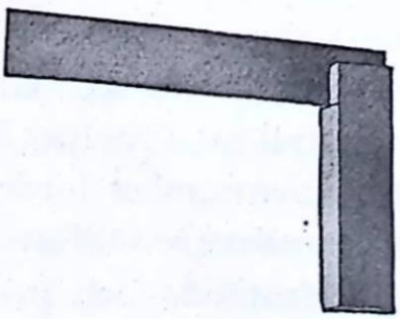


*Fig. 4. Anslagsvinkel.*



*Fig. 5. Smygvinkel.*



*Fig. 6. Bågstick-cirkel.*



*Fig. 7. Fjäderstick-cirkel.*

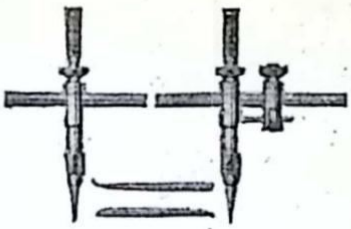


*Fig. 8. Stång-cirkel.*

På grund av arbetsstyckenas olika form och det stora antal variationer som förekommer, kan knappast några regler fastställas för ritsningen. Några enkla exempel torde lättast klarlägga utförandet av denna arbetsoperation. Ett gott omdöme samt största noggrannhet är huvudvillkor för ett gott resultat.

Då man skall ritsa upp en cirkelbåge eller en cirkel, utmärker man först dess centrum med två ritslinjer, som skär varandra. I skärningspunkten anbringas ett körnslag som stöd för ena passarbenet, så att detta ej glider på den hårda ytan. För ritsningen använder man endera en *bågstickcirkel,* fig. 6, eller en *fjäderstickcirkel,* fig. 7. Den senare är ofta försedd med en s. k. springmutter eller fjädermutter, som möjliggör en snabb inställning.

Vid stora radier begagnar man med fördel en *stångcirkel,* fig. 8, där passarbenen är förskjutbara utefter en stång.

Planskivan och *ritskubben,* fig. 9, är ovärderliga hjälpmedel vid många slags ritsarbeten. Ritskubben består av en fot, vars undre yta är noggrant planad. I foten sitter en stång, som uppbär en ritsnål. Både stången och ritsnålen är inställbara i olika lägen. Fig. 10 visar schematiskt, hur ritsningen utföres. En planbearbetad yta av arbetsstycket får tjäna som bas och utgångspunkt. Denna yta lägges mot

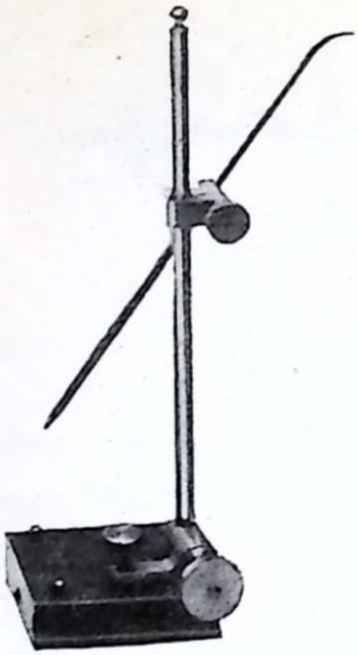


*Fig. 9. Ritskubb.*

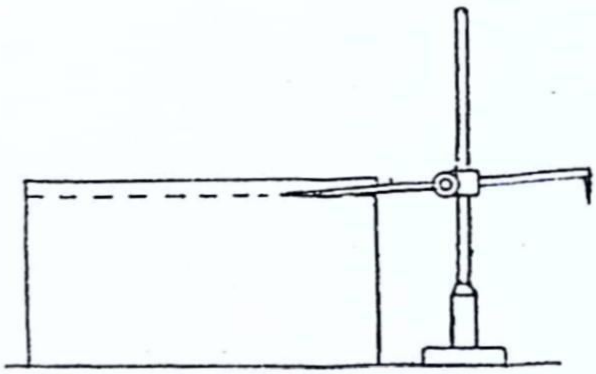


*Fig. 10. Ritsning med hjälp av ritskubb.*

planskivan och arbetsstycket fasthålles eller fastspännes. Ritskubben föres sedan utefter planskivan, så att ritsnålen ligger an mot arbetsstycket.

Den i fig. 9 visade ritskubben är försedd med en prismatisk inskärning i foten. Härigenom kan den stadigt placeras även på cylindriska arbetsstycken.

Vid ritsning på planskiva kan man med fördel använda ett *höjdskjutmått,* fig. 11. Det önskade måttet kan inställas noga med en ställskruv och med hjälp av *nonie*graderingen. Nonie kallar man den skala som finnes på skjutmåttets rörliga skänkel. Hur avläsningen göres vid nonieskala framgår av fig. 12. Höjdskjutmåttets ena skänkel är utbildad med ett anslag, som vilar stadigt mot planskivan, och den andra skänkeln är försedd med ett ritsverktyg.

**Fråga 2.** *Vad är en ritskubb och hur användes den?*

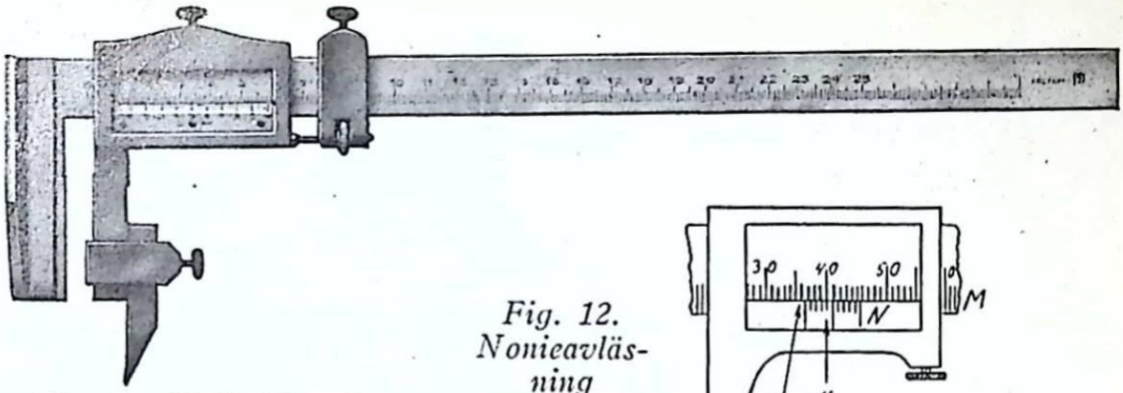


*Fig. 11. Höjdskjutmått.*




*Fig. 12. Nonieavläsning (36,4 mm).*

Vid ritsning av cylindriska arbetsstycken använder man ofta riktpallar, s. k. *centrerdockor,* fig. 13, eller parallellstycken, s. k. *V-block,* fig. 14. Dessa utföres i satser om två och två med exakt samma mått. Ett långt arbetsstycke upplägges i båda blocken och kommer därigenom att vila parallellt med planskivan. Ändytans centrum kan uttagas på flera sätt. Man kan, som fig. 15 visar, lägga arbetsstycket på planskivan — eller ännu bättre i en riktpall — och med hjälp av en stickcirkel eller en ritskubb ritsa upp fyra linjer. Ritsverktyget föres utefter planskivan och arbetsstycket vrides 1/4 varv för varje linje. I ändytans

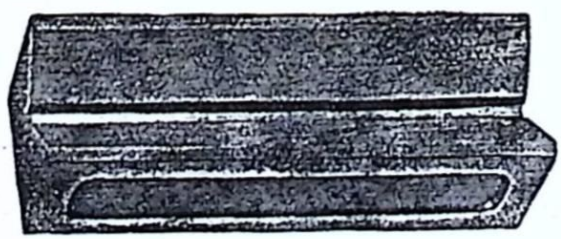


*Fig. 13. Centrerdocka.*



*Fig. 14. V-block.*

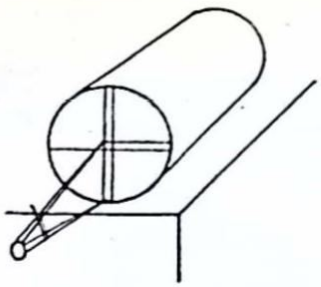


*Fig. 15. Uttagning av centrum.*



*Fig. 16. Stickfot-cirkel.*

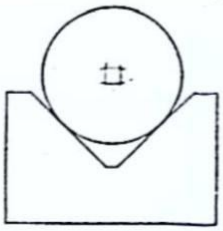


*Fig. 17. Uttagning av centrum.*

mitt erhålles en liten kvadrat och centrum kan lätt uttagas och markeras med ett körnslag, då så är lämpligt.

På liknande sätt kan centrum tagas ut med hjälp av en *stickfotcirkel,* fig. 16. Dess ena skänkel har en fotliknande form och dess andra är försedd med en skarp spets. Vid ritsningen lägges arbetsstycket lämpligen i en riktpall. Passarens fot får vila mot den buktiga ytan omedelbart intill kantlinjen och med spetsen drager man upp fyra cirkelbågar, varvid arbetsstycket vrides 1/4 varv för varje båge, fig. 17.

Man kan även använda en *centrumvinkel,* fig. 18. Med hjälp av denna kan man direkt ritsa en linje, som går genom ändytans centrum. Skärningspunkten mellan två sådana linjer är den sökta punkten.

**Fråga 3.** *Hur uppsöker man ändytans centrum på ett cylindriskt arbetsstycke?*

**Fråga 4.** *Vartill användes ett V-block?*

I ett arbetsstycke skall två hål borras, det ena i centrum och det andra 20 mm från centrum. Arbetsstycket är fyrkantigt. Det placeras på en planskiva och ställes på kant. Höjden mätes med en stålskala, ritsnålen i ritskub-

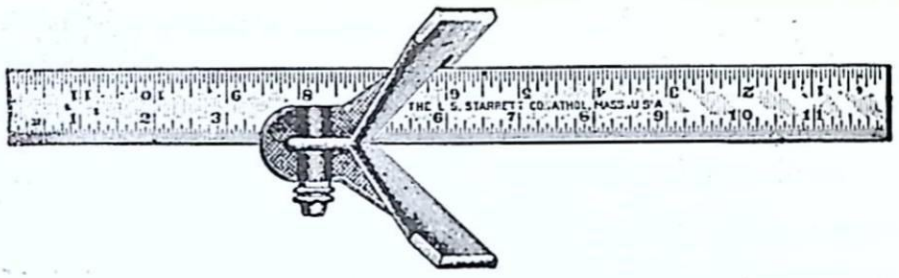


*Fig. 18. Centrumvinkel.*

ben inställes till halva höjden och en ritslinje drages över hela arbetsstycket. Samma förfarande utföres från alla fyra sidorna, fig. 19. Centrum utmärkes med ett körnslag. Medelst en stickcirkel tar man ut centrum för det andra hålet på följande sätt. Den ena av stickcirkelns skänklar — vilkas spetsavstånd skall vara 20 mm — placeras med spetsen i körnslaget och med den andra ritsas en båglinje. Skärningspunkten mellan denna och en ritslinje genom det förut bestämda centrum är det sökta centrum. Det markeras med ett körnslag.

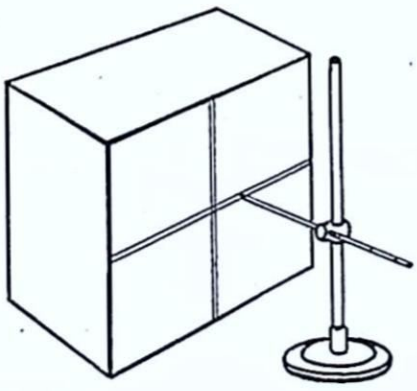


*Fig. 19. Centrum uttas med ritskubb.*

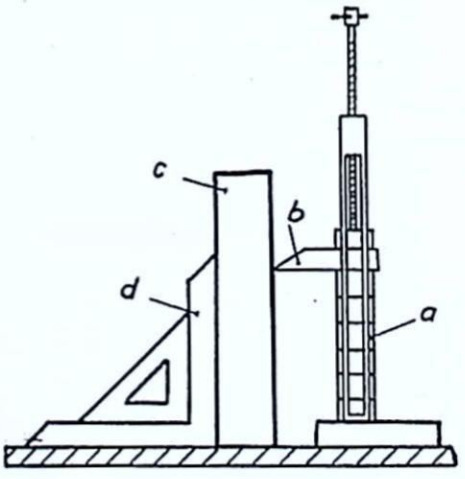



*Fig. 20. Noggrann ritsning.* a) passbitar, b) ritsspets, c) arbetsstycke, d) vinkelhylla som stöd.

Ritsning med ritsspets efter mall förekommer ofta, särskilt vid tillverkning av flera lika arbetsstycken.

Vid mycket noggrann ritsning användes med fördel passbitar (se kapitlet mätdon) uppsatta i en s. k. uppställningsfot. Passbitarna lägges ovanpå varandra och överst en speciell ritsspets. Det hela låses med en skruv fig. 20. Vassa spetsar på ritsdon bör skyddas, då de ej användes, dels för att bevara spetsen skarp, dels för att förhindra olycksfall. Ett enkelt och effektivt skydd utgöres av en kork, som trädes på spetsen.

Ovanstående är exempel på sådan ritsning, som varje bänkarbetare bör vara förtrogen med. Ritsaren — yrkesarbetaren — har till sitt förfogande en mängd andra mer eller mindre noggranna verktyg avsedda för sitt speciella ändamål. Hans arbetsplats är ritsplanet, en stor planskiva i bekväm arbetshöjd, på vilken arbetsstycket upplägges.

**Fråga 5.** *Rita upp och beskriv tillvägagångssättet vid ritsningen i ovan anförda exempel!*

# Mätteknik

## Mätdon

Mätdonen indelas i två huvudgrupper:

A. Don för direkt mätning.

B. Don för indirekt mätning.



*Fig. 21. Stålmåttband.*

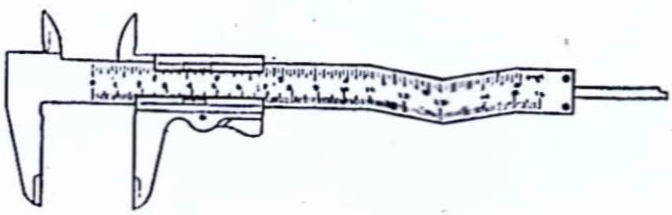


*Fig. 22. Skjutmått.*

Till den förra gruppen hör *stålskala,* fig 3, stålmått*band,* fig. 21, *mauser- eller kolumbusmått,* fig. 22, (dessa kallas ofta helt enkelt *skjutmått*), *mikrometer,* fig. 23 m. fl.

För noggrannare mätningar användes mikrometer. Fig. 23 visar en mikrometer för utvändiga mått. Den består av följande delar:

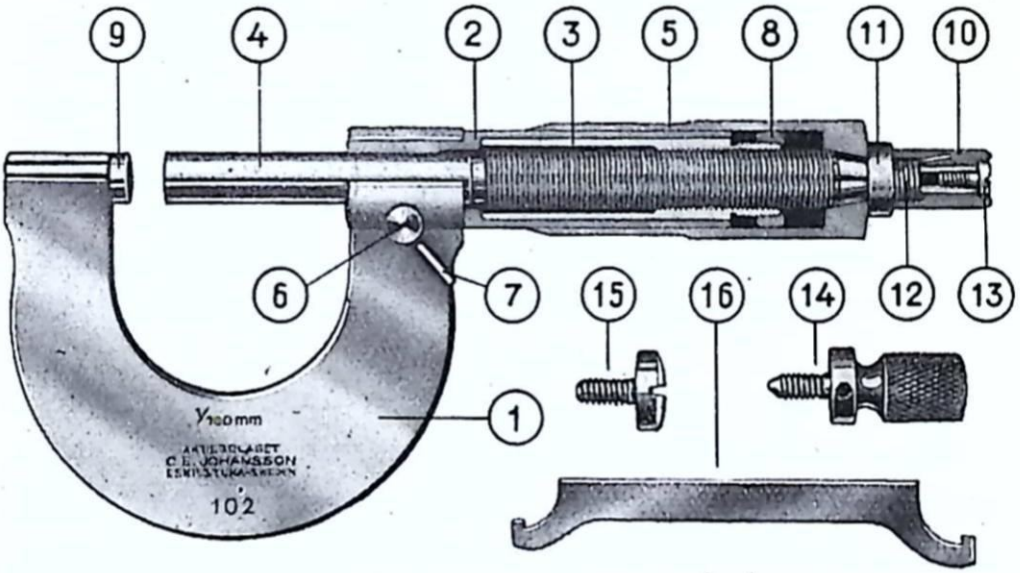



*Fig. 23. Mikrometer.*

Lena

1. Stomme.
2. Skänkelhylsa.
3. Mutterhylsa.
4. Mikrometerskruv.
5. Mättrumma.
6. Låsexcenter.
7. Låspinne.
8. Konmutter.
9. Mätkolv.
10. Friktionshylsa.
11. Friktionstapp.
12. Friktionsfjäder.
13. Toppskruv.
14. Knopp.
15. Fästskruv.
16. Nyckel.

Ett höjdmått med bredvid placerat arbetsstycke och ritskubb visas i fig. 24. En höjdlinje på höjden 15 mm över planskivan har ritsats på arbetsstycket.

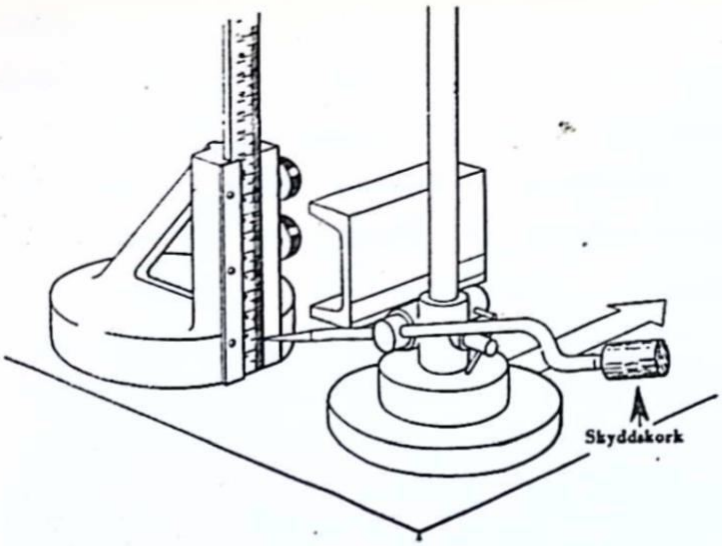



*Fig. 24. Höjdmått och ritskubb jämte arbetsstycke.*



*Fig. 25. Djupmätning av borrat hål.*

Mausermåttet har nonieavläsning (jämför fig. 12) och är försett med två par skänklar, ett för utvändiga mått, de nedre, och ett för invändiga, de övre, samt med spröt för djupmått.

Djupmätning av borrat hål visas av fig. 25. Användning och utseende hos ett djupskjutmått framgår av fig. 26.

Fig. 27 visar hur avläsningen sker å en mikrometer med mm-gradering. Först avläses å skänkelhylsan 13 delstreck = 13 mm till vilket man adderar avläsningen å mättrum-

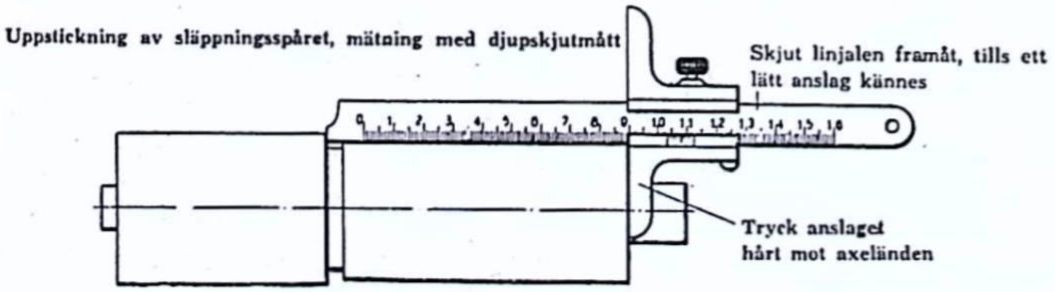



*Fig. 26. Djupskjutmått och dess användning.*

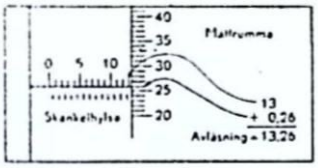



*Fig. 27. Avläsning vid mm-gradering (13,26 mm).*

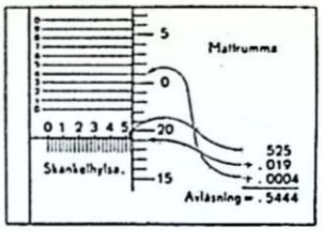



*Fig. 28. Avläsning vid tumgradering (0,5444 tum).*

man: 26 delstreck = 26 hundradels mm. Resultatet blir då 13,26 mm.

Fig. 28 visar hur avläsningen göres på en mikrometer med tumgradering, där en nonie inlagts å skänkelhylsan, vilket möjliggör en avläsning av 0,0001 (10000-dels) tum.

**Fråga 6.** *Vad menas med nonieavläsning?*

Mikrometrar för invändiga mått utföres enligt samma principer som för utvändiga mått. Stommen eller bygeln bortfaller och motsatta änden utbildas till mätspets med för diametern ifråga lämplig form. Mikrometerskruven utföres med utbytbar mätspets. Genom att använda mätspetsar med olika längd utökar man verktygets mätområde.

Den noggrannaste anordningen för direkt mätning är den s. k. *mätmaskinen,* som arbetar direktvisande med stor noggrannhet. Ännu större noggrannhet kan uppnås, när mätmaskinen användes som indirekt eller jämförande mätinstrument. Mätmaskinen är uppbyggd som en verktygsmaskin med bädd, bord för arbetsstycket och slidverk för mätklockor och mikroskop. Maskinen kan användas för mätning av längder, diametrar, vinklar m. m. Den kan även användas för ritsningsarbeten.

**Fråga 7.** *Vilka är de vanligaste direkta mätverktygen?*

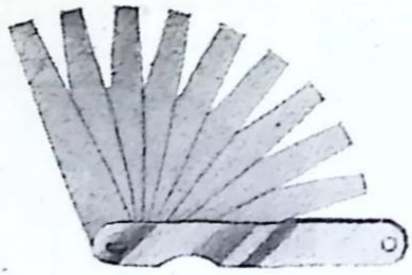


*Fig. 29.*
*Slitsmått.*



*Fig. 30.*
*Radiemall*



*Fig. 31.*
*Fotcirkel.*



*Fig. 32.*
*Krumcirkel.*

*Slitsmått,* fig 29, användes vid undersökning av maskiner för uppmätning av spelrum vid gejdrar och lager m. m., vid monteringsarbeten för uppmätning av tjockleken för mellanlägg och dylikt, samt i övrigt för mätning av smala slitsar, sprickor m. m. Det visade slitsmåttet har 9 blad med tjocklekarna: 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,10, 0,15, 0,20 och 0,30 mm.

*Rundningsmått* eller *radiemall* fig. 30, kallas ett verktyg, som till konstruktionen liknar slitsmåttet. Det användes för kontroll av hålkälar och avrundningar.

De enklaste verktygen för indirekt mätning utgöres av *fotcirkeln* för invändiga mått fig. 31 och *krumcirkeln* för utvändiga mått fig. 32. Båda inställes på de rätta måtten exempelvis med hjälp av stålskala. Vid kontrollmätning av en axeltapp skall krumcirkeln nätt och jämnt kunna föras över axeln utan att vare sig glappa eller spänna.

Inom den mekaniska mättekniken använder man sig av indikatorer av olika slag då det gäller noggranna kontrollmätningar t. ex. av en ytas planhet eller en noggrann uppriktning av ett arbetsstycke i en arbetsmaskin. De vanligaste indikatorerna är de s. k. *mätklockorna.* De är försedda med en visare och en skala som kan vara graderad

i 1/100, 1/500, 1/1000 eller t. o. m. 1/10000-dels mm. Fig. 33 visar hur en indikator användes för att undersöka planheten hos ett arbetsstycke. Såväl indikatorstativet som arbetsstycket är placerade på en planskiva. Då man för mätapparaten över arbetsstycket ger visaren utslag åt ena eller andra hållet beroende på om gropar eller upphöjningar förekommer i arbetsstycket.

Om man dessutom på planskivan lägger upp ett normalmått, som har den höjd arbetsstycket skall ha enligt ritningen, kan man lätt avläsa, hur mycket arbetsstyckets mått skiljer sig från normalmåttet.

Indikatorerna är i allmänhet uppbyggda på följande sätt. En mätkolv med mätspets uppbäres av en oftast rund dosa. Mätkolven är förbunden med en visare genom en utväx-

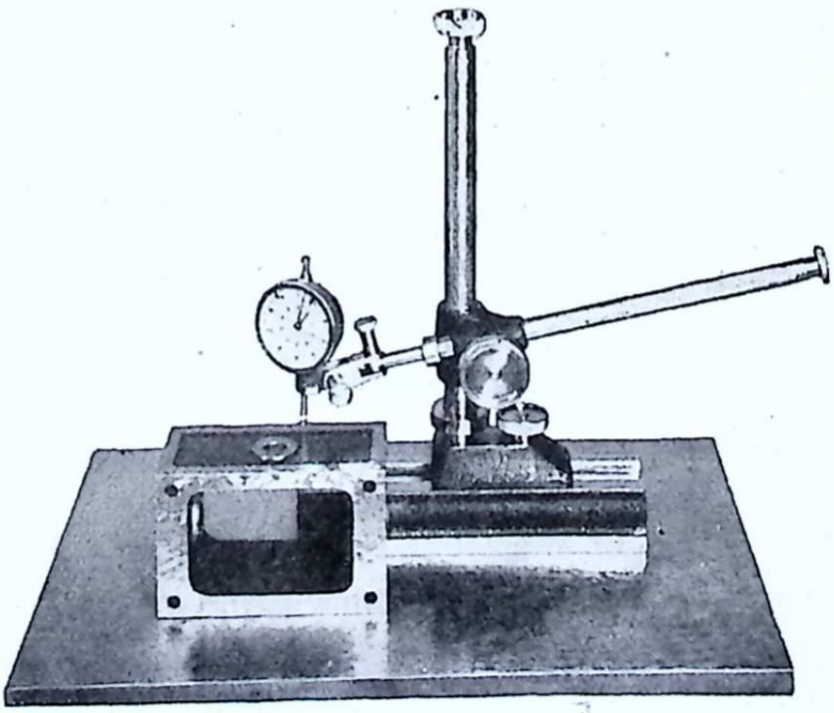


*Fig. 33. Kontrollmätning med indikator.*

lingsanordning. Då mätspetsen ansättes mot ett arbetsstycke, så att den intryckes något, överföres intryckningen till visaren, som rör sig efter en skala.

**Fråga 8.** *Hur är en indikator beskaffad och vartill användes den?*

## Ytbeskaffenhet och toleranser

De i det föregående beskrivna mätdonen kan ge en uppfattning om ett föremåls dimensioner t. ex. genom att man mäter avståndet mellan tvenne ytor eller genom mätning av ett diametermått. Mätningsresultatet blir emellertid beroende av ytans eller ytornas beskaffenhet. Vidare torde det vara klart att mätning med ifrågavarande mätdon är relativt tidsödande. De lämpar sig därför inte för massfabrikation.

### Ytbeskaffenhet

Ytbeskaffenhetens inverkan på mätresultatet torde inses av följande exempel. Ett grovsvarvat cylindriskt arbetsstycke ser i genomskärning ut som fig. 34 visar. Svarvstålet har skurit ut ett skruvformat spår, påminnande om en gänga, ur arbetsstycket. Om spåret är tillräckligt grovt i förhållande till mätdonets spetsar, kan man mäta antingen $d_1$ eller $d_2$ eller till och med $d_3$.

Antag att det är fråga om en axeltapp, som skall gå i ett glidlager bestående av en bronsbussning. Ojämnheterna på axeltappens yta dvs. spårets dimensioner måste tydligen minskas. Det s. k. *profildjupet H* måste med andra ord vara så litet, att arbetsstycket kan fylla sin funktion. I an-

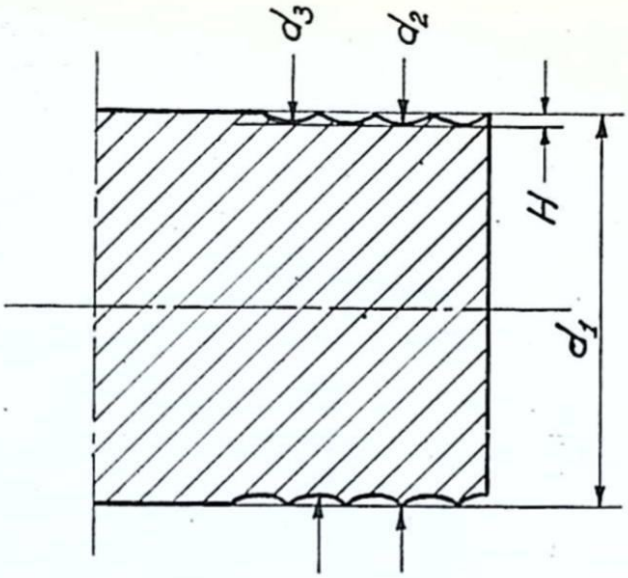



*Fig. 34. Grovsvarvat cylindriskt arbetsstycke i genomskärning.*

nat fall skulle dels bussningen slitas onormalt, dels skulle de högsta partierna på axeltappen nötas av. Resultatet skulle bli att lagret ganska snart blev odugligt.

Om profildjupet minskas till för arbetsstyckets funktion lämplig dimension, framstår det som ganska klart, att diametern $d_1$ är den avgörande diametern. Vidare är det klart att samma resonemang om ytbeskaffenheten är tillämpligt på bussningens invändiga yta och diameter.

**Fråga 9.** *Vilken betydelse har ytbeskaffenheten?*

Det är därför nödvändigt att på ritningen ange föremålets ytbeskaffenhet och detta sker med standardiserade tecken och anvisningar i enlighet med SMS-blad nr 672,[1]) där triangeltecknen för ytnoggrannheten kompletteras med horisontella streck. Fig. 35 visar ett utdrag ur SMS-672.

---

[1]) SMS står för Svenska Verkstadsindustriens Standardcentral.

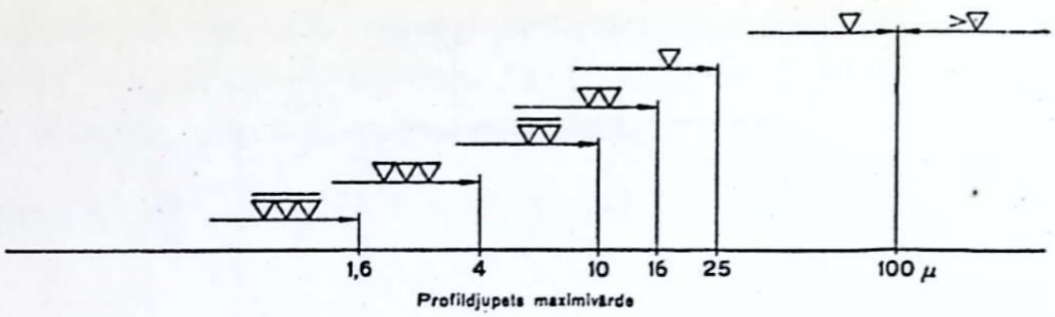



*Fig. 35. Standardbeteckningar för ytbeskaffenhet.*

Beteckningen $\overline{\nabla\nabla}$ anger sålunda ett största profildjup av 10 $\mu$[1]) dvs. 0,01 mm. I stället för trianglar med och utan streck kan man använda följande beteckning $\sqrt{25\mu}$ som anger, att ytan får ha ett största profildjup av 0,025 mm.

I samband med intresset för och kravet på ökad ytnoggrannhet har ett flertal metoder och instrument framkommit för direkt mätning av profildjupet. I de flesta verkstäder använder man för fortlöpande kontroll av ytjämnheten knappast några mera invecklade mätdon eller instrument. I stället har man en *ytjämnhetsnormal* med direkta eller kopierade arbetsprover av ytor bearbetade medelst svarvning, hyvling, fräsning, slipning osv, till de olika standardiserade ytkvaliteterna. Ytkvalitetens beteckning finns naturligtvis också angiven på ytnormalen.

**Fråga 10.** *Hur anges ytbeskaffenheten?*

## Toleranser och passningar

Låt oss nu återgå till exemplet med axeltappen och bussningen. Säg att axeltappens diameter skall vara 30 mm.

---

[1]) Grekisk bokstav uttalas my. 1 $\mu$ = 0,001 mm

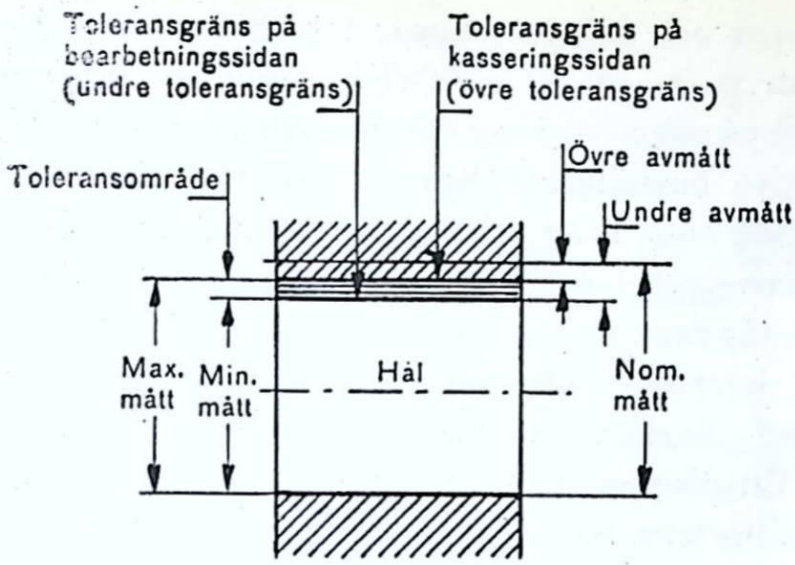



*Fig. 36. Toleransbegreppet.*

Efter finsvarvning och eventuellt putsning med svarvfil mäter man diametern med mikrometer och finner att den är 29,98 mm. Det hade kanske också varit möjligt att få exakt 30,00 mm. Däremot går det inte att svarva flera axeltappar, som alla blir exakt lika i diameter. Någon avvikelse blir det alltid och man kan lätt förstå, att ju mindre avvikelse, som tillåtes mellan de olika arbetsstyckena, desto dyrare blir bearbetningen. Denna avvikelse eller *tolerans* kan och måste emellertid tillåtas, men den måste samtidigt ligga inom vissa fastställda gränser för att arbetsstycket skall kunna fylla sin funktion.

**Fråga 11.** *Vad menas med tolerans?*

Den förut nämnda axeltappen skall kanske passa i bussningen med ett tämligen litet spel för att åstadkomma en noggrann lagring. Även om axeltappen bearbetas utan toleransbestämmelser, kan man alltid göra en bussning, som passar till axeltappen. Man kan däremot inte göra 100

axeltappar och 100 bussningar och få en godtycklig axeltapp att passa till en godtycklig bussning på avsett sätt utan att på något vis ange mellan vilka gränser, axeltappens respektive bussningens diameter får ligga. Dessa gränser kallas *toleransgränser* och skillnaden i mått mellan toleransgränserna kallas *toleransområde.* Toleransbegreppet illustreras närmare av fig. 36.

Det internationella toleranssystemet ISA är numera standard i Sverige. Systemet är uppbyggt på följande principer. Ett diametermått med tolerans betecknas med *nominella* diametern, en bokstav och siffror. Hål betecknas med stora bokstäver och axlar med små bokstäver. Bokstaven anger toleransområdets läge i förhållande till den nominella diametern och de följande en eller två siffrorna »gradbeteckningen», anger vidden av toleransområdet.

**Fråga 12.** *Hur är ISA-systemet uppbyggt?*

Om vi återgår till exemplet med axeln och bussningen och utgår från bussningen, kunna vi exempelvis ange dess diameter med Ø 30 H7. För axeln väljer vi Ø 30 g6 och hänvisar till fig. 37 A. Härmed erhålles en s. k. noggrann löpande passning. Genom att välja toleransen H7 för hålet har vi gjort *hålet bas.* Detta innebär bl. a., att hålets toleransgräns på bearbetningssidan sammanfaller med nominella måttet.

Man kan också utgå från *axeln bas* och fastställa dess diameter till Ø 30 h6. Detta innebär att axelns toleransgräns på bearbetningssidan sammanfaller med det nominella måttet. Samma karaktär av noggrann löpande passning som förut, erhålles genom att välja Ø 30 G7 för hålet. Systemet »axeln bas» är i allmänhet lämpligast vid mass-

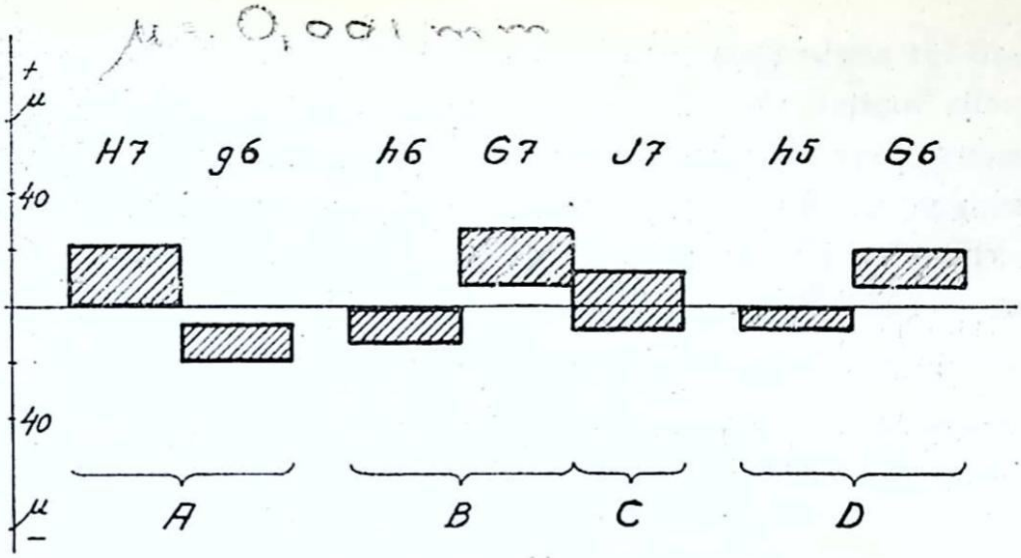



*Fig. 37. Toleransgränser.*

fabrikation under det att systemet »hålet bas» är att föredraga vid tillverkning av ett fåtal exemplar av samma arbetsstycke. Fig. 37 B hänför sig till »axeln bas».

Passningens karaktär ändras dels genom ändring av läget i förhållande till det nominella måttet på den detalj, som ej är bas, dels genom ändring av graden dvs. toleransområdets storlek. Med systemet »axeln bas» i vårt exempel ändras t. ex. passningen till sugpassning genom att ändra hålets tolerans till J7 (fig. 37 C). Härigenom blir spelet mellan axel och hål mindre. Toleransområdet för hålet har fortfarande samma vidd nämligen 21$\mu$ men gränserna ligger nu på var sin sida om det nominella måttet.

Vill man i stället minska maximispelet mellan delarna, väljer man Ø 30 h5 för axeln och Ø 30 G6 får hålet. Av fig. 37 D framgår att undre toleransgränsen för hålet (bearbetningssidan) ligger kvar i samma läge som förut. Övre toleransgränsen för hålet (kassationssidan) har däremot kommit närmare det nominella måttet. Övre toleransgrän-

sen för axeln (bearbetningssidan) ligger kvar på det nominella måttet, men den undre toleransgränsen (kassationssidan) har flyttats närmare det nominella måttet. Passningen är fortfarande noggrann löpande passning, men skillnaden i mått mellan olika detaljer liksom också variationerna i passningens styvhet vid hopparning av respektive delar är mindre än med toleranserna h6 och G7.

**Fråga 13.** *Vad menas med hålet bas respektive axeln bas?*

**Fråga 14.** *Vad är det som bestämmer karaktären av passningen mellan två detaljer med toleranssatta diametrar?*

Föreskrifter och anvisningar beträffande toleranser återfinns bland SMS-bladen. De viktigaste är SMS-101, 501, 502, 507 och 508.[1]

Det torde nu vara klart att ytnoggrannheten dvs. profildjupet spelar stor roll för passningens karaktär. Det kan ju självfallet inte löna sig att ange toleranser i 1/100- och 1/1000-dels mm, om inte profildjupet har sådan storlek, att det spelar obetydlig roll vid sidan om toleransområdets storlek. Med tanke på kostnaden för delarnas framställning skall man emellertid väl akta sig för att använda vare sig för fina toleranser eller onödigt finbearbetade ytor.

## Tolkar och hakmått

Vid massfabrikation och standardiserad tillverkning användes numera huvudsakligen *tolkar* och *hakmått* för respektive invändiga och utvändiga mått. Båda har fixa mått. Såväl tolkar som hakmått kan utföras som toleransmått.

[1] Dessa blad finns intagna bl. a. i Karlebo handbok.

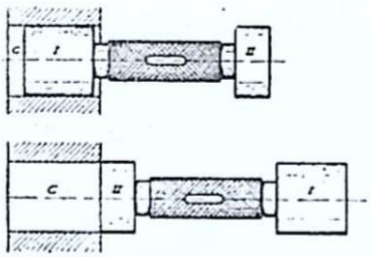


*Fig. 38. Cylindertolk.*

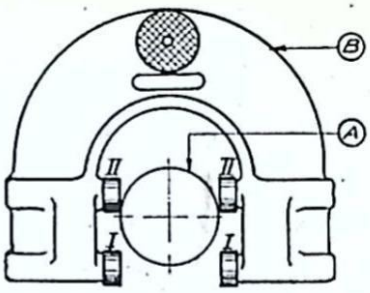



*Fig. 39. Hakmått.*

En *cylindertolk* förses då med två mätcylindrar enligt fig. 38. Den längre cylinderns diameter (I) är slipad till den minsta tillåtna diametern på hålet och den kortare (II) är slipad till den största tillåtna diametern. Skillnaden mellan mätcylindrarnas diametrar utgör alltså *toleransområdet* eller *toleransen*. Om det uppmätta hålets diameter ligger inom toleransområdet skall den längre cylindern lätt gå in i hålet C, men den kortare skall ej kunna inskjutas, såvida icke starkt tryck utövas på verktyget. Kan även den kortare cylindern med lätthet föras in i hålet är detta för stort och arbetsstycket måste kasseras.

Ett *justerbart hakmått* visas i fig. 39. Det är försett med två par klackar. Avståndet mellan det yttre paret (I) utgör det största tillåtna måttet och avståndet mellan det inre paret klackar (II) det minsta tillåtna måttet. Vid uppmätning av t. ex. en axel skall verktygets tyngd vara tillräckligt för att de yttre klackarna skall glida över axeln, medan däremot de inre klackarna icke utan våld skall kunna pressas över axeln. Kan icke de yttre klackarna glida över axeln är den för grov och måste ytterligare bearbetas. Skulle de inre klackarna passera lätt över axeln, är den för klen och måste kasseras.

**Fråga 15.** *Vartill användes a) en tolk, b) ett hakmått?*

För kontroll av hål använder man sig ofta av *TEBO-tolken,* vilken består av en sfärisk mätkropp försedd med tagbart skaft. Mätkroppens diameter motsvarar minimimåttet. Nära ena kantplanet finns en upphöjning i form av en kalott den s. k. maximivårtan, fig. 40. Avståndet mellan maximivårtans yta och den diametralt motsatta ytan av mätkroppen är lika med maximimåttet. Maximivårtans höjd, räknat från den omgivande ytan, motsvarar sålunda toleransområdet.

Vid mätning föres tolken in i hålet på sätt som fig. 41 visar, dvs. med skaftet lutande något uppåt om hålet är sontellt. Går tolken icke in, se fig. 42, måste hålet rymmas. Går tolken däremot in, vet man, att undre toleransgränsen är uppnådd.

Kontroll av maximimåttet sker på så sätt, att tolken älpes i hålet genom att man för skaftet nedåt, se fig.

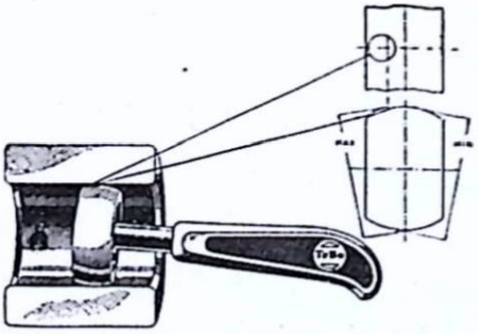


*Fig. 40.*

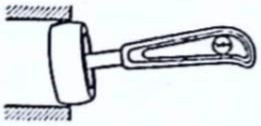


*Fig. 41.*

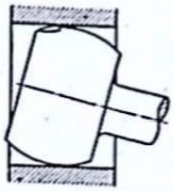


*Fig. 43.*

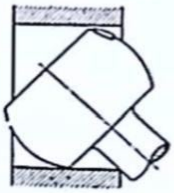


*Fig. 44.*

*Fig. 42.*

*Fig. 40—44. Mätning med TEBO-tolk.*



*Fig. 45. Måttsats med Johanssons passbitar.*

43. Hejdas stjälpningen genom att maximivårtan »griper» så ligger den undersökta diametern inom toleransområdet. Om stjälpningen försiggår obehindrat som i fig. 44, är hålet för stort och arbetsstycket måste kasseras.

**Fråga 16.** *Vad är en Tebo-tolk?*

## Johanssons passbitar

För kontroll och justering av såväl tolkar som hakmått användes *Johanssons måttsatser.* Fig. 45 visar en sådan måttsats vilken innehåller 27 passbitar, två par cylindriska måttskänklar, en trekantlinjal samt två hållare.

*Passbitarna* utgöres av härdade och slipade stålbitar med motstående ytor planparallella. Avståndet mellan dessa utgör det ifrågavarande måttvärdet. Mätytorna är utförda med hög ytfinhet, som resulterar i en stor sammanhållningskraft vid hopsättning av två eller flera passbitar. Vid försök, fig. 46, har denna i ett visst fall uppmätts till 125 kg, motsvarande ca 40 kg per $cm^2$. Den mätnoggrannhet som erhålles medelst en kombination av passbitar, är praktiskt taget lika stor som vid användning av en enstaka passbit av samma nominella längd som kombinationens. Passbitarna är alltså självkontrollerbara, fig. 47.

Passbitar och tillbehör tillverkas för såväl meter- som tumsystem. Genom att reduktionstalet mellan tum och millimeter internationellt fastställts till $1'' = 25{,}4$ mm har bl. a. vunnits, att de vanligaste tumdimensionerna kan bildas medelst metriska måttsatser, fig. 48.

Tillverkaren framhåller följande fordringar på hög mätnoggrannhet:

1. Hänsyn skall tagas till temperaturens inflytande på mätresultatet.
2. Konstant och lagom stort mättryck skall användas.
3. Mätytorna skall torkas väl rena från damm och fett.
4. Passbitar, skänklar m. m. skall kombineras genom sammanvridning och får ej inläggas lösa i en hållare.
5. Passbitarnas förslitning skall kontrolleras regelbundet, så att deras noggrannhet är känd.
6. Passbitar och tillbehör skall hanteras varsamt så att grader ej uppstår på mätytorna och deras kanter. Sådana fel upptäckes enklast med hjälp av mätplan eller trekantlinjaler och bör avhjälpas snarast möjligt.



*Fig. 46. Sammanhållningskraften mellan passbitar undersökes.*

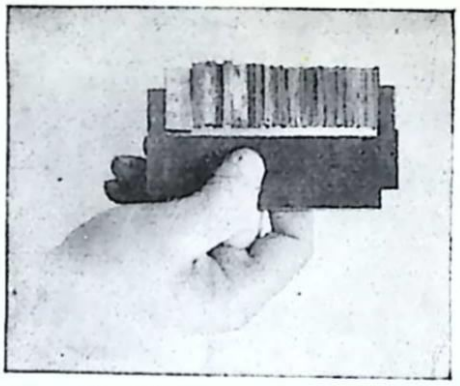


*Fig. 47. Kontroll av passbitar.*

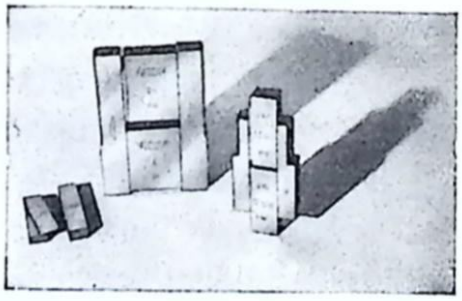


*Fig. 48. Kombinationer med passbitar.*

7. Måttsatstillbehör skall skötas väl och kontrolleras.

**Fråga 17.** *Vad är utmärkande för Johanssons måttsatser?*

Temperaturens inverkan vid mätning torde framgå av följande. Praktiskt taget alla metaller och deras legeringar utvidgar sig vid temperaturstegring. För t. ex. stål är utvidgningskoefficienten 0,0000115 per grad vid vanliga temperaturer. Detta betyder t. ex. att en axeldiameter av 100 mm vid 1 grads höjning av temperaturen ökar med 100 · 0,0000115 mm. Diameterökningen uppgår alltså till 1,15$\mu$ per grad. Redan 10 graders temperaturförhöjning ger alltså en ökning med 11,5$\mu$, vilket är ett betydande mått, när man rör sig med toleranser.

Hög temperatur på arbetsstycket eller på mätverktyget kan alltså åstadkomma betydande mätfel. Man har därför enats om en normal mättemperatur nämligen 20°.

**Fråga 18.** *Hur stort blir mätfelet, om en detalj med Ø 80 mm mätes vid 30° temperatur med ett mätverktyg, som har normaltemperatur? Detaljen antages vara av gjutjärn, som har längdutvidgningskoefficienten 0,000009 per 1°C.*

## Diverse mätmetoder

För bedömning av arbetsstycken med oregelbundna former eller konturer, som är svåra att mäta, använder man sig av en förstorad bild av arbetsstycket. Detta gäller t. ex. vid kontroll av kurvskivor, gäng- och kuggprofiler. Den förstorade bilden åstadkommes med en s. k. *profilprojektor*. I en sådan apparat belyses föremålet på ett eller annat sätt, så att den belysta ytan eller skuggan av föremålet projiceras på en skärm. På samma skärm kan man lägga upp en ritning i förstorad skala för jämförelse. Man kan ibland

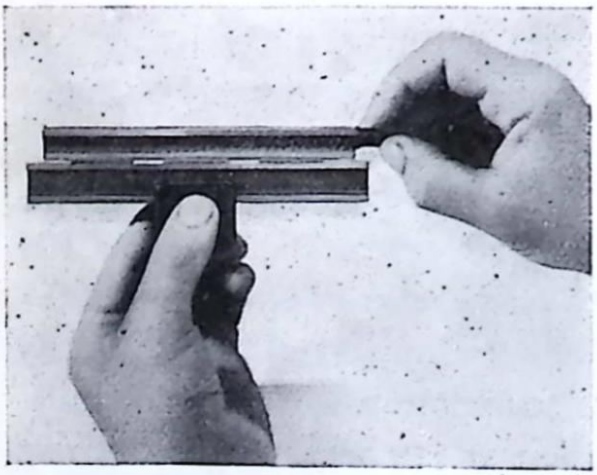


*Fig. 49. Kontroll med trekantlinjal.*



*Fig. 50. Vattenpass.*

också göra direkta mätningar på den förstorade bilden i skärmen.

En mätmetod, som sedan gammalt kommit till användning för kontroll av planhet o. d., grundar sig på iakttagandet av den springa som eventuellt uppstår, då en linjal anlägges emot plana ytor.

I fig. 49 har tre passbitar, av vilka den i mitten är 1$\mu$ (dvs. en tusendels mm) tunnare än de övriga, vridits fast på en planskänkel och över dem har sedan en trekantlinjal placerats. Den springa, som därvid uppstår mellan eggen och den mellersta passbiten, är således 1$\mu$ och mot en ljus bakgrund kan den lätt iakttagas som en blåskiftande linje. Minskas springan ytterligare, blir linjen otydlig och försvinner snart alldeles. Man kan därför säga att felet understiger 1$\mu$, om intet ljus kan iakttagas under linjaleggen.

Till de indirekta mätverktygen kan man även räkna vattenpasset, fig. 50. Det kommer till användning vid uppriktning och pallning i såväl horisontell som vertikal led.

# Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

**1.** *Varför har man vid ritsningen enligt fig. 19 dragit 4 ritslinjer?*

**2.** *Rita en figur i likhet med fig. 27 men med ett avläst värde av 8,38 mm!*

**3.** *Vid mätning med såväl tolkar som hakmått skall mätverktyget föras med lätt hand. Förklara varför!*

**4.** *Varför är passbitar så användbara inom mättekniken?*

**5.** *En axel skall bearbetas till Ø 30 h6 och motsvarande lager till Ø 30 G7. Hur stort blir a) maximispelet b) minimispelet mellan axel och lager?*

**6.** *Varför måste noggranna mätningar t. ex. med Johanssons passbitar utföras vid normaltemperatur?*

**7.** *En axel har bearbetats till tolerans enligt systemet »axeln bas». Hur skall motsvarande håls toleransområde förläggas för att spel ej skall uppstå?*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
93082

# VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 4

## Spånskärning och uppspänning

### Allmänt

De maskiner, som användes för framställning av den mekaniska verkstadsindustrins produkter är av många slag. En stor och viktig grupp utgöres av verktygsmaskiner för spånskärande bearbetning. Dessa maskiner kallas vanligen rätt och slätt *verktygsmaskiner*. De viktigaste av dem är följande

*hyvelmaskiner*
*borrmaskiner*
*svarvar*
*fräsmaskiner*
*slipmaskiner*

Verktygsmaskinerna är *arbetsmaskiner,* och bearbetningen avser antingen delning, vanlig formgivning, fin-

bearbetning för höjande av ytans utseende eller finbearbetning för höjande av form- och ytnoggrannhet. Maskinerna är huvudsakligen avsedda för bearbetning av metaller och deras legeringar, men användes även för andra material, t. ex. bakelit, fiber, glas m. fl.

De viktigaste arbetsuppgifterna är vanlig formgivning, som får tas i ganska vidsträckt betydelse, samt finbearbetning för höjande av form- och ytnoggrannhet. Det gäller ofta vid formgivning och nästan alltid vid finbearbetning, som icke enbart avser ytans utseende, att bearbeta till *tolerans*. Dessutom är det ofta fråga om *massfabrikation*. Vidare skall produktens *framställningskostnad* bli så låg som möjligt.

De arbetsstycken, som bearbetas i verktygsmaskiner, har i allmänhet erhållit sin föregående formgivning genom gjutning, smidning, valsning, dragning eller pressning. Under bearbetningen i verktygsmaskinen erhåller de sin slutgiltiga form genom spånavskiljning.

På ritningen över det färdiga föremålet betecknas de ytor, som skall bearbetas, med speciella tecken[1]. I allmänhet lämnas vid den föregående formgivningen mera överskjutande material (arbetsmån), på sådana ytor som skall bearbetas med större noggrannhet eller till finare tolerans. Fin tolerans och noggrant bearbetad yta är dock icke med nödvändighet bundna till varandra.

**Fråga 1.** *Vartill användes verktygsmaskiner?*

Eftersom det färdiga föremålets *totala* kostnad skall vara så låg som möjligt, måste man ta hänsyn till kostnaden

[1] Jfr brev 3.

såväl för den första formgivningen som för den följande bearbetningen i verktygsmaskinen. På den senare inverkar inte endast den direkta maskinkostnaden och arbetslönen, utan även kostnaden för verktyg, uppspänningsanordningar för arbetsstycket (fixturer), uppriggning av verktyg och arbetsstycke, inställning av maskinen och de dödtider, som uppstår under arbetets gång, t. ex. på grund av fram- och återgående rörelse, vanlig återgångsrörelse m. m.

Ibland kan arbetet på grund av sin art endast utföras i ett visst slags maskin. I andra fall gäller det att välja mellan flera maskintyper. Vid val av maskintyp bör man bl. a. tänka på, att man ej kan uppnå vilken ytnoggrannhet som helst med vilken maskintyp som helst.

**Fråga 2.** *Vilka olika faktorer bidrager till totalkostnaden vid maskinbearbetning?*

## Spånbildning

I en verktygsmaskin utföres bearbetningen av ett arbetsstycke medelst ett skärande verktyg. Då verktygets egg inträngер i arbetsstycket, avskiljes delar av detta i form av spån. De erforderliga rörelserna hos verktyget och arbetsstycket levereras av maskinen, som också är försedd med anordning för fastspänning av såväl verktyg som arbetsstycke.

Avsikten med bearbetningen kan närmare preciseras på följande sätt:

1. *Skrubb- och grovbearbetning:* bortskaffande av största möjliga spånvolym per tidsenhet.

2. *Slät- och finbearbetning:*
   a) åstadkommande av en yta med önskad släthet;
   b) bearbetning av en yta till tolerans;
   c) åstadkommande av både släthet och tolerans.

Spånbildningen och de faktorer, som påverkar densamma, har varit föremål för flitigt och ingående studium i form av praktiska försök. Från dessa försök kan man härleda vår nuvarande kännedom om de för varje bearbetningsfall lämpligaste skär- och matningshastigheterna, de framsteg, som gjorts beträffande verktygens formgivning och material, maskinernas konstruktion m. m. De flesta försöken har utförts med det grundläggande verktyget *svarvstålet.* Den följande framställningen av spånbildningen hänför sig också i första hand till svarvning.

**Fråga 3.** *Vad är avsikten med finbearbetning?*

## Definitioner

De rörelser, som erfordras för fortlöpande spånskärning, är dels *skärrörelse* (huvudrörelse) dels *matningsrörelse.* Den förra åstadkommer verktygets inträngande i arbetsstycket, den senare åstadkommer en förflyttning av verktyget utefter arbetsstycket, så att nya partier fortlöpande eller stegvis kommer i kontakt med verktyget. Vidare erfordras vid bearbetningens början en *ansättning* av verktyget, som bestämmer *skärdjupet.* Skärrörelsens hastighet kallas *skärhastighet* och matningsrörelsens *matningshastighet.*

Enligt fig. 1 ansättes stålet vid svarvning på sådant sätt, att dess spets inträngер i arbetsstycket till ett visst djup,

skärdjupet $t$. Då arbetsstycket roterar, kommer dess yta att med en viss hastighet passera förbi stålets skäregg. Det är denna hastighet, som kallas skärhastighet. Härvid avskiljes ett spån, vars tjocklek blir lika med skärdjupet $t$ mm och vars bredd blir lika med *matningen* $s$ mm/varv. På grund av stålets form bildas en gänga på arbetsstycket, vars stigning blir lika med matningen $s$.

Produkten av skärdjup och matning $t \cdot s$ kallas *spåntväryta* och betecknas med $A$. Produkten av spåntväryta och skärhastighet anger bearbetningens effektivitet i form av spånvolym per tidsenhet.

**Exempel 1.** Antag att spåntvärytan $A = t \cdot s = 6 \cdot 0{,}4$ mm² och att skärhastigheten, som betecknas med $v$, är 22 m/min. Hur stor blir den per minut avverkade spånvolymen $V$?

Lösning: $V = 0{,}6 \cdot 0{,}04 \cdot 2200 = 53$ cm³/min.

S = Matning
t = skärdjup
A = Spån yta.
v = skärhastighet

**Fråga 4.** *Vad förstås med spåntväryta?*

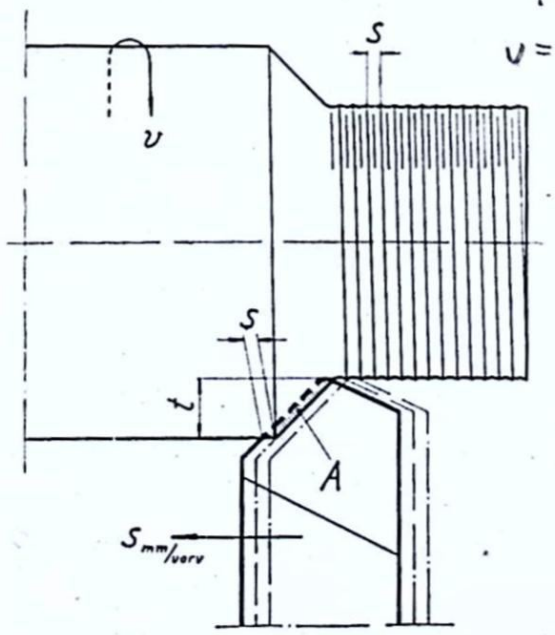



*Fig. 1. Svarvstålets ansättning vid utvändig svarvning.*

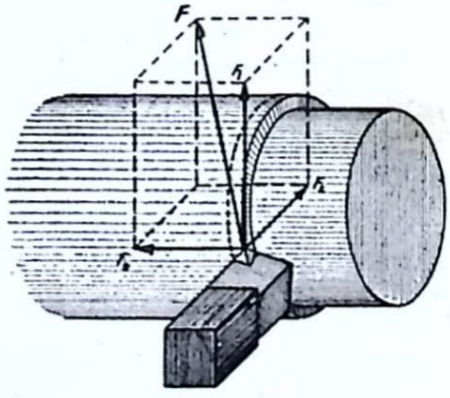



*Fig. 2. Krafter vid utvändig svarvning.*

F = total skärkraft.

$F_1$ = Skärkraft
$F_2$ = Intryckningskraft.
$F_3$ = Matningskraft.

Under skärningen uppträder tre krafter (fig. 2), nämligen *skärkraften* $F_1$, *intryckningskraften* $F_2$ och *matningskraften* $F_3$. Resultanten till dessa tre krafter kallas *total skärkraft*. Skärkraften skall övervinna motståndet mot stålets inträngande i materialet, dvs. skärmotståndet. Den blir därför huvudsakligen beroende av arbetsstyckets material. Matningskraften skall övervinna motståndet mot stålets förflyttning i sidled. Intryckningskraften slutligen skall hålla stålet kvar på konstant skärdjup.

Om man under i övrigt lika förhållanden utför svarvning med olika spåntvärytor, skulle man vänta sig, att $F_1$ vore proportionell mot spåntvärytan. Detta är emellertid inte fallet, utan $F_1$ växer långsammare än spåntvärytan. Kvoten $F_1 : A$, som anger skärkraften i kg/mm² spåntväryta är således icke konstant. Kvoten $F_1 : A$ betecknas med $K_s$ och kallas *skärtryck*. Denna storhet, som bl. a. användes för beräkning av den erforderliga effekten vid svarvning, blir således mindre ju större spåntvärytan är. Det måste alltså vara fördelaktigt, att använda *stor spåntväryta, då stor spånavverkning eftersträvas.*

**Fråga 5.** *Vad är skärtryck?*

Innan vi går vidare, skall vi även gå igenom benämningarna på svarvstålets vinklar och ytor (fig. 3). Samma benämningar går i stort sett igen vid alla spånskärande verktyg. Vinklarna, som betecknas med bokstäver ur det grekiska alfabetet, har ofta flera olika benämningar. I tabell 1 angives dels de riktiga benämningarna, dels inom parentes andra brukliga benämningar.

Stålet skär dels med *huvudeggen* A — B dels med *bieggen* B — C (jfr fig. 1). Övergången mellan huvud-

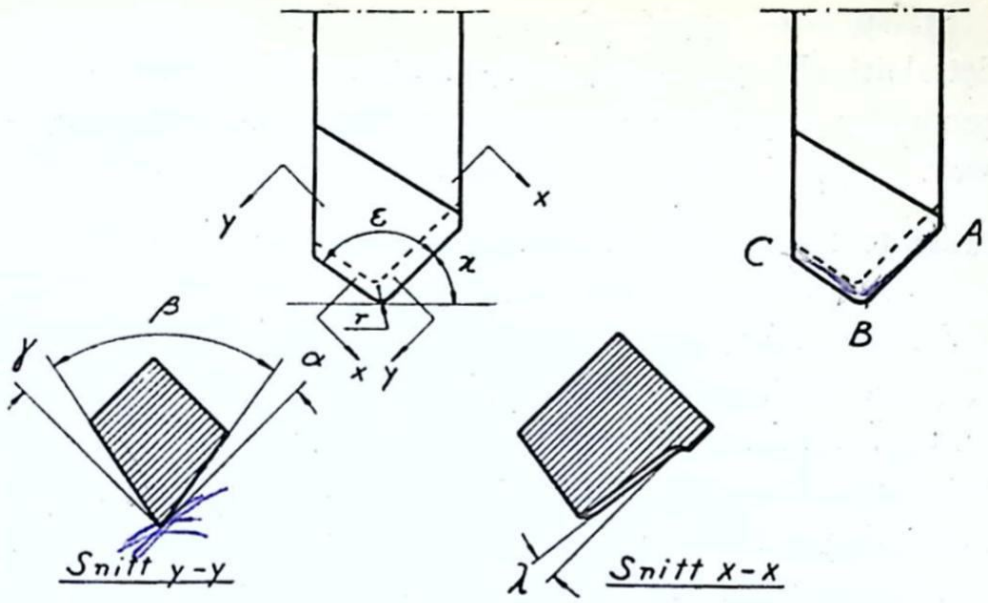



*Fig. 3. Svarvstålets vinklar.*

egg och biegg utföres med en liten radie, som kallas *nosradie*. Stålets *skärande eggparti* utgöres sålunda av huvudeggen, den av nosradien bildade bågen samt bieggen. Om det skärande eggpartiets längd divideras med spåntvarytan, erhålles en storhet, som kallas *spånekvivalenten*.

Alltså är spånekvivalenten $q = \frac{L}{A}$

$L$ mätes härvid i mm och $A$ i mm².

*Tabell 1.*

| Beteckning | Uttal | Benämning |
|---|---|---|
| $\alpha$ | alfa | släppningsvinkel (ryggvinkel) |
| $\beta$ | beta | eggvinkel (skärvinkel, kilvinkel) |
| $\gamma$ | gamma | spånvinkel (slipvinkel, bröstvinkel) |
| $\varepsilon$ | epsilon | spetsvinkel |
| $\kappa$ | kappa | ställvinkel |
| $\lambda$ | lambda | lutningsvinkel |

Stålspetsens uppåt vända yta, som bl. a. begränsas av det skärande eggpartiet, kallas *spånyta*. De ytor, som ligger under respektive huvudegg och biegg kallas *släppningsytor*.

**Fråga 6.** *Vad menas med spånekvivalent?*

De vid skärningen uppträdande krafterna är ett uttryck för det motstånd, som måste övervinnas vid spånskärningen. Det härvid erforderliga arbetet, som är ganska betydande, omvandlas under skärningen till värme. Värmeutvecklingen blir störst, där det största motståndet finns, dvs. utefter det skärande eggpartiet. Även spånens omböjning och friktionen mellan verktyg och arbetsstycke samt mellan verktyg och spån, representerar motstånd och bidrar till värmeutvecklingen. Denna åstadkommer en upphettning i första hand av det skärande eggpartiet, som antar den högsta temperaturen av de ingående elementen — stål, spån, arbetsstycke.

**Fråga 7.** *Varför utvecklas värme vid spånskärningen?*

Temperaturstegringen ger emellertid även upphov till värmeavledning och ett jämviktsläge inträder vid en viss temperatur, där den per tidsenhet utvecklade värmemängden är lika stor som den per tidsenhet bortförda värmemängden. Värmeavledningen sker dels genom spånet, dels genom arbetsstycket, dels genom verktyget, dels slutligen direkt till luften eller till ett kylmedel, som får rinna ut över skärstället.

Vi kan nu sammanfatta de faktorer, som utövar inflytande på spånbildningen, nämligen:

1. Skärhastighet
2. Skärdjup och matning
3. Verktygets egenskaper
4. Arbetsstyckets egenskaper.

I det följande skall vi undersöka hur dessa faktorer påverkar spånbildningen. Härvid måste man tänka på, att det vid grovbearbetning endast gäller att så snabbt och så billigt som möjligt avverka största möjliga spånvolym. Den framställda ytans jämnhet spelar därvid ganska liten roll. Vid finbearbetning däremot måste man i första hand taga hänsyn till den framställda ytans kvalitet, vilket medför vissa modifikationer beträffande skärhastighet, skärdjup och matning.

## Spånbildningens förlopp

Då ett spånskärande verktyg arbetar i ett material, blir de avskilda spånens utseende bl. a. beroende på materialets beskaffenhet. Spröda material t. ex. gjutjärn lämnar små, korta spån, under det att sega material t. ex. mjukt stål lämnar långa, sammanhängande spån. Mellan de båda ytterlighetsformerna finns mellanformer.

Då ett sprött material utsättes för tillräckligt högt tryck splittras det. När ett spånskärande verktyg, t. ex. ett svarvstål skär i ett sådant material (fig. 4), brister därför sammanhållningen mellan de materialkorn, som ligger i den skärande eggens väg. De lösgjorda bitarna — spånen — slungas ut från arbetsstycket utan sammanhang med varandra. Emedan bristningen sker utefter gränsytorna mellan kornen — vilka ytor endast ungefärligen sammanfal-

ler med den skärande eggens väg — blir den bearbetade ytan ojämn. Ojämnheterna minskar dock vid ökad skärhastighet, emedan bristningen då delvis sker tvärsigenom kornen. De spån, som då erhålles, kallas *klyvspån.*

**Fråga 8.** *Vilket utseende får spånen från ett sprött material?*

Vid spånskärning i sega material (fig. 5) delas kornen undan för undan av verktygets egg och materialet framför eggen stukas samtidigt, tills en glidning inträffar i materialet. Denna stukning och glidning upprepas undan för undan, så att en trave skivor, som bildar ett sammanhängande spån, tornar upp sig framför stålet. På grund av materialets seghet kan glidningarna ske utan att sammanhanget brytes. Spånets undersida, som gnider mot stålets spånyta, blir vanligtvis blank och slät, under det att den omtalade trappstegsformen i allmänhet kan iakttagas på spånets översida.

Vid bearbetning med låg skärhastighet i sega material, bildas framför stålspetsen en liten kil av det bearbetade materialet. Denna *lösegg* (fig. 6), som skyddar skäreggen, svänger under bearbetningen fram och tillbaka, vilket gör, att man inte erhåller konstant skärdjup. Ytan blir därför ojämn — korrugerad. Löseggen ändrar ideligen storlek. När den vuxit till en viss storlek, lösgör den sig och följer med spånen bort förbi stålet. Den kan också dela sig, så att större delen följer med spånen, under det att en mindre del tränger sig mellan stålet och arbetsstycket, på vilket den smetar sig fast. Dessa små klumpar kan ofta urskiljas på arbetsstycket efter svarvning. Omedelbart efter löseggens försvinnande blir ytan jämnare, men den korrugeras åter, när den nya löseggen bildas. Vid höga

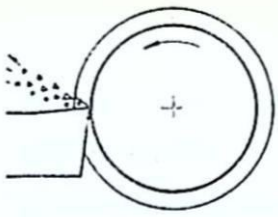


*Fig. 4.*
*Spånbildning i sprött material.*

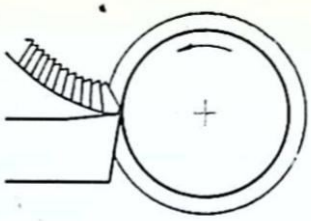


*Fig. 5.*
*Spånbildning i segt material.*

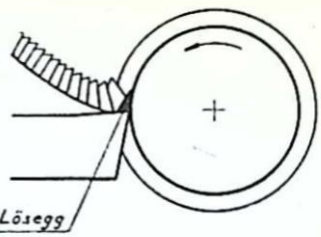



*Fig. 6.*
*Spånbildning med lösegg.*

Gjutjärn Kolstål Lättmetall

skärhastigheter bildas ingen lösegg, varför ytan då blir jämnare. Glidningarna i materialet kan härvid knappast iakttagas ens i mikroskop. Sådana spån blir därför släta på båda sidor och kallas *flytspån.*

**Fråga 9.** *Vilket utseende får spånen från ett segt material?*

## Skärhastighet

Stålets temperatur i spetsen är utslagsgivande för eggens motståndskraft dvs. för den tid, som verktyget kan användas utan omslipning. Denna tid kallas *utslitningstid.* Emedan temperaturen stiger med ökad skärhastighet och med ökad spåntväryta, måste tydligen en viss skärhastighet svara mot en viss utslitningstid vid konstant spåntväryta. Man kan sålunda inte höja skärhastigheten utöver en viss, av verktygets värmehårdhet beroende gräns. Går man över denna gräns får man alltför ofta avbryta arbetet för att slipa om stålet, vilket medför kostnader i form av tidsförlust m. m.

Vid svarvning är den mest ekonomiska utslitningstiden i regel 60 min. Efter 2 000 mm sammanlagd borrlängd är det fördelaktigt att slipa om en spiralborr.

**Fråga 10.** *Vad innebär begreppet utslitningstid?*

Värmeutvecklingen och verktygets temperatur beror emellertid även av skärkraften $F_1$, som i sin tur beror på spåntväryta och spånform samt av arbetsstyckets material. Skärhastigheten måste därför för varje material fastställas i samband med spåntvärytan och spånformen. Samtidigt måste man se till att såväl maskin som arbetsstycke tål vid bearbetning med denna skärhastighet. Maskinens drivmotor måste sålunda kunna lämna den för spånskärningen erforderliga effekten och maskinen måste vara så kraftig, att den tål de uppträdande skärkrafterna. Skärkrafterna kommer även att belasta arbetsstycket. Om man därför t. ex. använder den ur avverkningssynpunkt gynnsammaste skärhastigheten och motsvarande spåntväryta, vid bearbetning av en lång och smal axel eller ett tunnväggigt rör, kommer arbetsstycket med säkerhet att deformeras. I sådant fall måste man minska på spåntvärytan.

**Fråga 11.** *Vilka fordringar måste man ställa på maskinen vid stor spånavverkning?*

## Matning och skärdjup

I allmänhet är det lämpligt att arbeta med *liten matning och stort skärdjup vid grovbearbetning,* då man ju vill ha stor spåntväryta.

Vid finbearbetning arbetar man däremot med liten spåntväryta och kan därför hålla högre skärhastighet än vid grovbearbetning. Även vid finbearbetning är i regel matningen avsevärt mindre än skärdjupet. Den höga skärhastigheten bidrar, enligt det föregående, till att ytan blir

jämnare. Verktygets egg förlägges ibland vid svarvning och hyvling parallellt med den bearbetade ytan i avsikt att uppnå slät yta. Härvid måste mycket litet skärdjup och måttlig matning användas.

**Fråga 12.** *Varför kan man hålla högre skärhastighet vid finbearbetning än vid grovbearbetning?*

## Verktygets egenskaper

Spånbildningen påverkas först och främst av verktygets art. Ett svarvstål skär sålunda ur t. ex. mjukt stål långa och sammanhängande spån, under det att en fräs ur samma material skär kommaformade, relativt korta spån.

Verktygets material är också av stor betydelse. Ju större *värmehårdhet* materialet besitter, desto högre kan dess arbetstemperatur tillåtas vara. Högre arbetstemperatur betyder högre skärhastighet eller längre utslitningstid. Verktygsmaterialets värmehårdhet är just dess förmåga att bibehålla sin hårdhet vid hög temperatur. Värmehårdheten är minst hos vanligt *kolstål,* större hos *snabbstål* och störst hos *hårdmetallerna.*

**Fråga 13.** *Vilken betydelse har verktygets värmehårdhet?*

Det största intresset i detta sammanhang har emellertid verktygets form, närmare bestämt storleken på skärvinklarna, nosradien och spånekvivalenten. Tabell 2 anger normala värden på vinklarna för svarvstål av snabbstål. Med dessa värden erhålles vid grovbearbetning (skrubbning) gynnsammaste form på spånen och minsta möjliga totala skärkraft med bibehållande av erforderlig styrka hos stålspetsen.

*Tabell 2. Vinklar för skärstål av snabbstål.*[1]

| Släppningsvinkel $\alpha$ | Eggvinkel $\beta$ | Spånvinkel $\gamma$ | Användes för |
|---|---|---|---|
| 6° | 84° | 0° | Hårt gods och särskilt hårda och spröda bronser samt för mycket hård och spröd mässing |
| 8° | 74° | 8° | Stål och stålgjutgods med över 70 kg/mm² draghållfasthet, hårt gjutjärn med brinellhårdhet över 200 kg/mm², rödgods, brons och mässing |
| 8° | 68° | 14° | Stål och stålgjutgods med 50 till 70 kg/mm² draghållfasthet, gjutjärn med brinellhårdhet under 200 kg/mm², mjuk mässing |
| 8° | 62° | 20° | Stål och stålgjutgods med 34 till 50 kg/mm² draghållfasthet, silumin, skleron, elektron och liknande lättmetaller |
| 8° | 55° | 27° | Mjukt järn, sega och mjuka bronser |
| 10° | 40° | 40° | Mjuka lättmetaller och bronser |

| Ställvinkel $\varkappa$ | Spetsvinkel $\varepsilon$ |
|---|---|
| 45° | 100—110° |
| 65° | 90° |
| 85° | 80° |

*Släppningsvinkeln.* Dess uppgift är att förhindra att stålet ligger och gnider mot arbetsstycket. I regel ligger den

[1] Enligt Karlebo handbok.

mellan 5 och 10°. Större värde än 10° medför ingen särskild fördel. Liten släppningsvinkel är till fördel vid finbearbetning.

*Eggvinkeln.* Denna vinkel varierar betydligt mera till sin storlek än släppningsvinkeln men är dock alltid mindre än 90°. För att eggen och stålspetsen skall få större styrka, strävar man efter att hålla eggvinkeln så stor som möjligt. Med stor eggvinkel ökar emellertid *skärtrycket* under det att det minskar med liten eggvinkel. Vid bearbetning av hårda material måste man därför, för att eggen skall hålla, arbeta med stor eggvinkel. Vid bearbetning av mjuka material kan man däremot tillgodogöra sig den minskning av den totala skärkraften, som en minskning av eggvinkeln medför. Vid minskning av eggvinkeln minskas emellertid även värmeavledningen genom stålet, vilket förkortar utslitningstiden.

**Fråga 14.** *Vad blir följden, om eggvinkeln minskas?*

*Spånvinkeln.* En ökning av spånvinkeln sänker skärtrycket. Spånvinkeln göres därför så stor, som eggvinkelns storlek tillåter. De tre vinklarna $\alpha$, $\beta$ och $\gamma$ bildar ju tillsammans 90°. Göres spånvinkeln *för* stor får dock stålet en tendens att haka sig fast i materialet, vilket kan medföra vibrationer.

*Ställvinkeln.* Minskas ställvinkeln erhålles en längre huvudegg och alltså ett större värde på spånekvivalenten, vilket är gynnsamt. Mycket liten ställvinkel medför dock gärna vibrationer. Av denna anledning är 30—45° undre gränsen för ställvinkeln. Vanliga värden är 45 och 60°.

*Nosradien.* En ökning av nosradiens storlek medför dels en ökning av stålspetsens hållfasthet, dels en något jäm-

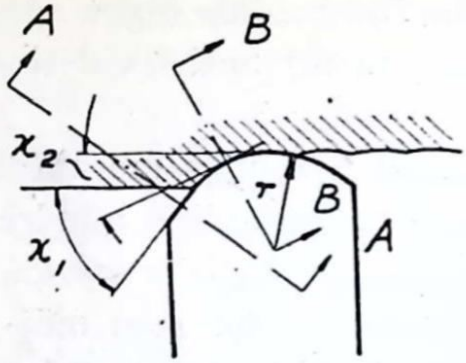



*Fig. 7. Stål med överdrivet stor nosradie.*

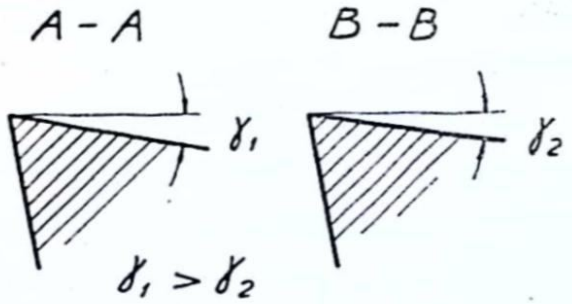



*Fig. 8. Spånvinkelns variation vid överdrivet stor nosradie.*

nare arbetsyta. Om nosradien blir stor i förhållande till skärdjupet (fig. 7), kommer ställvinkeln att bestämmas av nosradien och blir på en del av huvudeggen så liten, att vibrationer kan befaras.

Om nosradien är stor, kommer även spånvinkeln $\gamma$ att variera utefter eggen (fig. 8), eftersom stålets översida är planslipad. Detta medför att spånets olika delar får en tendens att röra sig åt olika håll, vilket gör att spånet blir ytterligare deformerat och uppvärmt. Detta fenomen gör sig märkbart vid svarvning av sega material, framför allt stål. Vid bearbetning av spröda material, har det däremot ingen betydelse, eftersom spånen då utgöres av små smulor.

Nosradien brukar vara minst 1 och högst 3 mm och väljes för övrigt så, att den blir mindre än skärdjupet.

**Fråga 15.** *Vilket inflytande har nosradiens storlek?*

*Spetsvinkeln.* Man strävar efter att hålla spetsvinkeln $\varepsilon$ så stor som möjligt, vilket ger ökad styrka åt stålspetsen och bättre värmeavledning. Den får dock inte bli större än att bieggen skär fritt (se fig. 9).

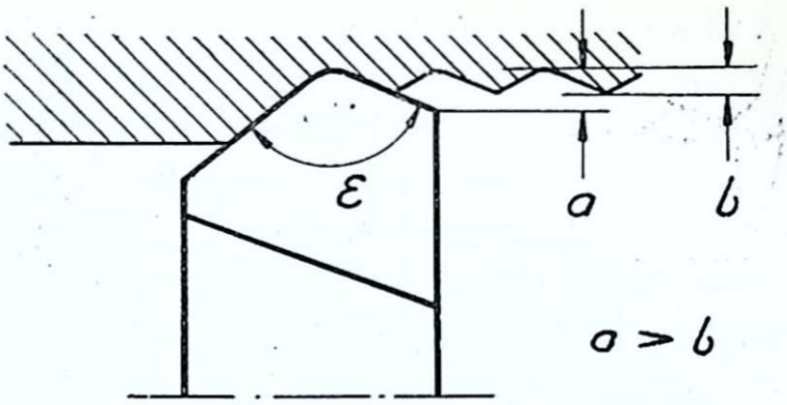



*Fig. 9. Spetsvinkelns storlek.*

*Spånekvivalenten.* Man bör eftersträva ett så högt värde som möjligt på spånekvivalenten. Detta kan uppnås, genom att man gör skärdjupet stort i förhållande till matningen, genom att man minskar ställvinkeln samt genom att man ökar nosradien. Samtliga dessa åtgärder medför en förlängning av det skärande eggpartiet. När detta är långt, kommer den vid skärningen utvecklade värmemängden att överföras utefter en större yta, än om man hade arbetat med kortare eggparti. Detta medför att temperaturen i eggen icke stiger så högt. Man kan alltså arbeta med högre skärhastighet vid samma utslitningstid.

*Stålets slitning.* Ett svarvstål slites i regel på spånytan innanför eggen (fig. 10), där en urgröpning uppstår. Denna blir så småningom djupare, varigenom stålspetsen försvagas och slutligen brister. Såväl intryckningskraften (det radiella trycket) som matningskraften ökas. Däremot är det inte säkert att skärtrycket ökas. På arbetsstycket bildas en blank rand, när stålspetsen brister.

Vid bearbetning av aluminium- och magnesiumlegeringar, som har lågt skärtryck, slites stålet huvudsakligen på

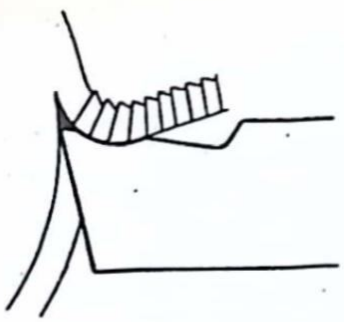


*Fig. 10. Stålets slitning vid svarvning i mjukt stål.*

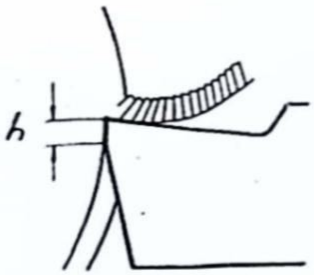



*Fig. 11. Stålets slitning vid svarvning i lättmetall.*



*Fig. 12. Förslitning av hårdmetallskär*

släppningssidan (fig. 11), vilket medför att arbetsstyckets diameter ökar. Vid lättmetallbearbetning anses stålet vara färdigt för omslipning, när den vertikala ytan fått en höjd *h* av 0,1 mm.

En annan form av förslitning förekommer framför allt på hårdmetall- och diamantverktyg. Den yttrar sig i att små bitar av eggen splittras och faller bort (fig. 12).

Vid all bearbetning skall man sträva efter att använda så stora stål, som maskin och arbetsstycke medger. Härigenom ökas stabiliteten, risken för vibrationer blir mindre och värmeavledningen förbättras. Små stål skall endast användas för finbearbetning, om man icke kan använda stora stål även här.

**Fråga 16.** *Vilka synpunkter skall i första hand tillämpas på stålets storlek?*

*Spånavledningen.* Spånens avledande är av största betydelse för spånavskiljningen. Om spånen stockar sig omkring arbetsstället, stiger temperaturen hos verktyget. Man måste därför se till, att spånen kommer undan. Vid svarvning och hyvling går detta i allmänhet ganska lätt. Vid

borrning är däremot spånavledningen det stora pr
som närmast påverkas av smörjmedlet och av borrs
stigning. Vid fräsning, där stora spånmängder
måste luckorna mellan tänderna göras så stora, att
kan bli igensatta av spånen. Spånbrytarspåren
fräsar har till huvuduppgift att dela de breda s
sålunda underlätta deras lossbrytning från arbets

## Arbetsstyckets egenskaper

I första hand påverkas spånavskiljningen av a
kets material. Hårda material åstadkommer stö
motstånd och påverkar valet av stålets vinklar.
måste hänsyn tas till arbetsstyckets dimensioner och
och till den bearbetade ytans form och allmänna b
fenhet.

Vi har redan tidigare nämnt, att arbetsstycket
kunna tåla de uppträdande skärkrafterna utan att
meras. Klena, icke stabila arbetsstycken måste därför
betas med liten spåntväryta.

Invändig bearbetning bereder alltid större svår
än utvändig bearbetning. Dels brytes inte spåren los
lätt som vid utvändig bearbetning, dels är det svårar
avleda dem. Man arbetar därför i allmänhet med mi
spåntväryta vid invändig bearbetning än vid utvändig

**Fråga 17.** *Varför är invändig bearbetning svårare än utvä*

Även vid bearbetning av spår av vilket slag som
måste man arbeta med liten spåntväryta. Detta bero
att spånen ej brytes loss så lätt som då släta ytor

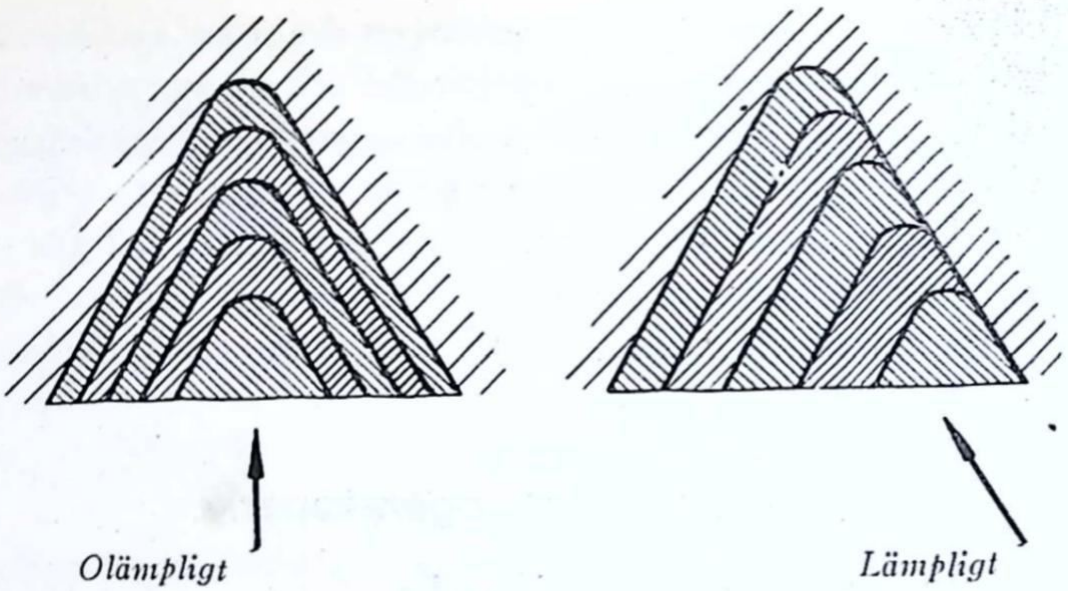



*Fig. 13. Bearbetning av spår (gängskärning).*

betas. Dessutom bör man om möjligt utföra matning och ansättning på sådant sätt, att spånet har *en* sida någorlunda fri (fig. 13).

De långa och sammanhängande spån, som bildas vid bearbetning av sega material, kan bereda svårigheter, sär-

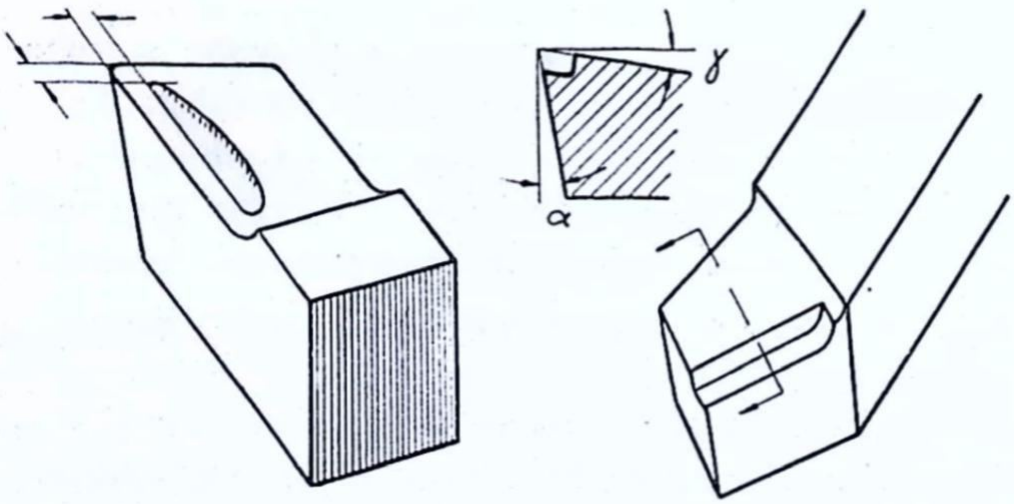



*Fig. 14. Spånbrytarspår i svarvstål.*

skilt vid svarvning, om de obehindrat får ringla sig över maskinen. Stålen förses därför ofta med *spånrullare* eller med *spånbrytarspår* (fig. 14), med vars hjälp man kan avleda spånen hoprullade till en mer eller mindre sammanhängande spiral.

## Skär- och matningsrörelse

### Skärrörelse

Skärrörelsen åstadkommer, enligt den förut givna definitionen, den skärande eggens rörelse relativt arbetsstycket och bestämmer därmed skärhastigheten. För ekonomisk bearbetning är det nödvändigt att kunna arbeta med olika skärhastigheter i maskinen. Anledningarna härtill är följande:

1. Olika material fordrar olika skärhastighet för ekonomisk bearbetning.
2. Då skärrörelsen utföres av ett roterande arbetsstycke blir skärhastigheten beroende av arbetsstyckets diameter.
3. Då skärrörelsen utföres av ett roterande verktyg, blir skärhastigheten beroende av verktygets diameter.
4. Olika slag av bearbetning fordrar olika skärhastighet.

**Fråga 18.** *Vad menas med skärrörelse?*

Skärhastighetstabeller finns angivna i tekniska handböcker t. ex. Hütte, Karlebo handbok m. fl. samt i Brevskolans specialkurser för respektive verktygsmaskiner. En skärhastighetstabell i sammandrag återges här i tabell 3 för att läsaren skall få en uppfattning om storleksordningarna och för att ge underlag till några enkla räkneexempel.

*Tabell 3. Skärhastigheter för snabbstålsverktyg samt för slipskivor.*

| Material | Svarvning m/min | Hyvling | Borrning m/min | Brotschning m/min |
|---|---|---|---|---|
| Stål ..... | 8—30 | Lägre än vid svarvning | 10—35 | 4—6 |
| Gjutjärn ..... | 12—20 | | 12—40 | 6—8 |
| Mässing ..... | 40—70 | | <[1] 200 | 8—14 |
| Aluminium ..... | 100—200 | | < 1200 | — |

| Material | Fräsning m/min | Slipning m/s | Driftning m/min | Sågning (cirkelklinga) m/min | Filning m/min |
|---|---|---|---|---|---|
| Stål ..... | 8—30 | 10—35 (80) | Upp till 14 | 13—60 | 18—51 |
| Gjutjärn .. | 8—25 | | | 30—50 | |
| Mässing .. | 20—60 | | | 150—250 | |
| Aluminium | 100—300 | | | 250—650 | |

Vid roterande skärrörelse uttryckes sambandet mellan skärhastigheten $v$ (periferihastigheten), diametern $d$ och varvtalet $n$ med formeln

$$v = \pi^2 \cdot d \cdot n \text{ m/min} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \text{ m/s} \quad \ldots\ldots\ldots [1]$$

varvid $d$ mätes i m och $n$ i varv per minut (r/m).

**Exempel 2.** Ett arbetsstycke av stål med diametern 35 mm skall svarvas. Hur stort måste varvtalet vara för att skärhastigheten skall bli 21 m/min?

Lösning: Tillämpa formel [1] men förvandla först 35 mm till 0,035 m.

$$21 = \pi \cdot 0{,}035 \cdot n;$$

$$n = \frac{21}{\pi \cdot 0{,}035} = 191 \text{ r/m}.$$

[1] Tecknet $<$ = mindre än, $>$ = större än.

[2] $\pi$ är den grekiska bokstaven pi. $\pi = 3{,}14$.

**Exempel 3.** Ett arbetsstycke av mässing skall planas med en planfräs. Fräsens diameter är 70 mm. Hur stor blir skärhastigheten, om fräsens varvtal är 110 r/m?

Lösning: Om formel [1] tillämpas erhålles

$$v = \pi \cdot 0{,}07 \cdot 110 = 24{,}2 \text{ m/min.}$$

Vid rätlinjig skärrörelse beräknas skärhastigheten lätt, om man vet hur långt ($l$ m) arbetsstycket eller verktyget rör sig på en viss tid ($T$ min). Vid hyvling använder man också ofta för tidsberäkningar antalet slag per minut ($n_s$), som kan beräknas, om man känner tiden ($T_s$ min), för ett helt slag dvs. sammanlagda tiden för ett arbetsslag och ett återgångsslag. Följande formler gäller:

$$\text{Skärhastigheten } v = \frac{l}{T} \text{ m/min} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [2]$$

$$n_s = \frac{1}{T_s} \text{ slag/min} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [3]$$

**Exempel 4.** I en hyvelmaskin utföres arbetsslaget på 3,0 s och återgångsslaget på 2,0 s. Slaglängden är 600 mm. Hur stor blir skärhastigheten i genomsnitt under arbetsslaget och hur många slag per minut gör maskinen?

Lösning: $v = \dfrac{0{,}60}{\dfrac{3{,}0}{60}} = \dfrac{60 \cdot 0{,}60}{3{,}0} = 12$ m/min.

$$n_s = \frac{1}{\dfrac{3{,}0 + 2{,}0}{60}} = \frac{60}{5} = 12 \text{ slag/min.}$$

## Matningsrörelse

Matningsrörelsen är vanligen rätlinjig men kan vid vissa operationer vara roterande, antingen stegvis eller kontinuerligt. Vidare förekommer samtidigt rätlinjig och roterande

matning. I allmänhet kan matningshastigheten, om vi inskränka oss till det vanligaste fallet nämligen rätlinjig matning, mätas i mm/min. Matningshastigheten är alltså avsevärt lägre än skärhastigheten, som ju mätes i m/min eller m/s. Tagandet av ett visst skärdjup, som vi tidigare betecknat med *t*, eller som man säger *ansättning av skär*, får ej förväxlas med matningen.

**Fråga 19.** *Vad är det för skillnad mellan matning och ansättning av skär?*

Matningshastigheten måste liksom skärhastigheten kunna varieras. Anledningarna härtill kan sammanfattas sålunda:

1. Vid grovbearbetning måste matningen, liksom även skärdjupet, kunna anpassas till den gynnsammaste skärhastigheten.

2. Vid annan bearbetning måste matningen kunna anpassas till den bearbetade ytans form och allmänna beskaffenhet.

Vid svarvning anges matningen i mm/varv av arbetsspindeln (arbetsstycket) och varierar vid vanlig bearbetning mellan 0,1 och 2 mm/varv. Mellan matningen i mm/min ($s_m$) och matningen i mm/varv ($s_v$) råder följande samband

$$s_m = n \cdot s_v \text{ mm/min} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [4]$$

där $n$ som vanligt betyder varvtalet per minut.

Vid hyvling mätes matningen i mm/slag ($s_s$), vid borrning däremot, liksom vid svarvning, i mm/varv. Sambandet mellan matning i mm/min och matning i mm/slag uttryckes med formeln

$$s_m = n_s \cdot s_s \text{ mm/min} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [5]$$

Exempel 5. Ett 200 mm brett arbetsstycke skall hyvlas. Stålet gör 50 slag per minut och matningen $s = 0{,}5$ mm/slag .Hur lång tid tar bearbetningen?

Lösning: Använd formel [5] så erhålles

$$s_m = 50 \cdot 0{,}5 = 25 \text{ mm/min.}$$

På 1 minut bearbetas alltså 25 mm av hela bredden, som var 200 mm. Alltså blir tiden för 200 mm

$$T = \frac{200}{25} = 8 \text{ min.}$$

**Exempel 6.** Ett 70 mm djupt hål skall borras. Matningen är 0,3 mm/varv och borrens varvtal 210 r/m. Hur lång tid erfordras för borrning av hålet?

Lösning:Använd formel [4] varav

$$s_m = 210 \cdot 0{,}3 = 63 \text{ mm/min.}$$

70 mm djup borras alltså på $\frac{70}{63} = 1{,}11$ min.

Vid fräsning anges matningen i regel i mm/varv och varierar mellan 0,4 och 4 mm/varv. Vid vanlig planslipning anges längdmatningen mot slipskivan i m/min och ligger mellan 8 och 15 m/min. Matningen i sidled räknas i bråkdelar av slipskivans bredd. Mot längdmatningen vid planslipning svarar arbetsstyckets rotation vid rundslipning, varvid arbetsstyckets periferihastighet ligger mellan 8 och 35 m/min. Den vid rundslipning erforderliga längdmatningen räknas i bråkdelar av slipskivans bredd per varv av arbetsstycket och brukar ligga mellan $^1/_3$ och $^4/_5$ av skivbredden.

**Exempel 7.** Ett arbetsstycke med längden 1 000 mm och diametern 90 mm skall rundslipas med en slipskiva, vars bredd är 50 mm. Arbetsstyckets periferihastighet skall vara 22 m/min. Hur lång tid behövs för ett skär, om längdmatningen är halva skivbredden per varv av arbetsstycket?

Lösning: Bestäm först arbetsstyckets varvtal enl. formel [1].

$$22 = \pi \cdot 0{,}09 \cdot n \text{ alltså } n = \frac{22}{\pi \cdot 0{,}09} = 78 \text{ r/m}$$

Bestäm sedan det antal varv, som arbetsstycket måste rotera för att bli slipat på hela längden.

$$n_1 = \frac{\frac{1000}{50}}{2} = 40 \text{ varv}$$

Tiden för bearbetningen blir då $\frac{40}{78} = 0{,}51$ min.

## Övningsuppgifter

*Svar till övningsuppgifterna återfinns i slutet av brevet.*

8. Vid en svarvningsoperation är matningen 0,4 mm/varv, skärdjupet 5 mm och skärhastigheten 20 m/min. Hur stor blir den per minut avverkade spånvolymen?
9. Hur stor blir periferihastigheten om arbetsstyckets diameter är 100 mm och varvtalet är 200 r/m?
10. Hur stor blir skärhastigheten i genomsnitt under arbetsslaget i en hyvelmaskin, om slaglängden är 900 mm och tiden för arbetsslaget är 4 sekunder?
11. En hyvelmaskin gör 14 slag per minut. Hur lång tid tar arbetsslaget, om återgångsslaget tar 1,8 sekunder?
12. Vid en hyvlingsoperation är sidmatningen 0,4 mm per slag och arbetsstyckets bredd 100 mm. Hur många slag erfordras för att hela bredden skall bli bearbetad?
13. Hur stor blir matningen i mm/min i föregående exempel, om stålet gör 38 slag per minut och hur lång tid erfordras för hyvling av hela bredden?
14. Vid en fräsningsoperation är matningen 0,7 mm/varv. Hur stor blir matningshastigheten uttryckt i mm/min, om fräsen gör 312 r/m?

15. Vid rundslipning av ett 250 mm långt arbetsstycke användes en 50 mm bred slipskiva. Längdmatningen är $^3/_5$ av skivbredden per varv av arbetsstycket. Hur många varv måste arbetsstycket rotera för att bli slipat på hela längden med ett skär, dvs. med en överslipning?

## Kyl- och smörjmedel för spånavskiljande bearbetning

Vid spånskärande (spånavskiljande) bearbetning användes kyl- och smörjmedel för att underlätta bearbetningen. Deras verkan består dels i att de minskar friktionen mellan mot varandra glidande ytor, dels i att de bortför värme från bearbetningsstället. Vidare erhålles vid finbearbetning bättre yta och större måttnoggrannhet, emedan arbetsstycket hålles kallt under bearbetningen.[1]

På grund av det stora trycket mellan verktygseggen och arbetsstycket kan kylmedlet ej inträngа däremellan. Det når sålunda ej den punkt, där det skulle göra mest nytta som värmeavledande och smörjande medium. Kylmedlet kan därför endast uppta värme från sådana partier av verktyg och arbetsstycke, som har relativt låg temperatur samt från spånen. Dessutom bidrar smörjmedlet till spånens avlägsnande.

Vid vissa bearbetningar är kylverkan den viktigaste, vid andra återigen smörjverkan. Vid grovsvarvning lägges t. ex. huvudvikten vid kylning. Vid borrning av djupa hål gäller det framför allt att få upp spånen ur hålet, vilket underlättas av ett smörjmedel. Vid gängning önskas jämna

[1] Jfr brev 3.

och släta ytor, varför ett gott smörjmedel måste användas. Vid borrning i allmänhet och vid fräsning minskas skärkrafterna, om ett lämpligt kylmedel användes. Vid slipning vill man i första hand hålla temperaturen nere för att förhindra ändring av arbetsstyckets mått på grund av temperaturstegring.

Om lämpligt kyl- och smörjmedel användes, kan man tillåta upp till 40 % höjning av den vid torr bearbetning använda skärhastigheten eller motsvarande förlängning av utslitningstiden för verktyget.

**Fråga 20.** *Hur verkar kyl- och smörjmedel vid skärande bearbetning?*

Ett gott kyl- och smörjmedel måste ha följande egenskaper:

1. God kylförmåga dvs. god värmeledningsförmåga.
2. God smörjförmåga.
3. Rostskyddande.
4. Beständigt vid längre tids förvaring.
5. Oskadligt för huden.
6. Oskadligt för maskinens målade ytor.

De vanligen använda kyl- och smörjmedlen kan delas i följande grupper:

1. Soda- och såpvatten.
2. Emulsioner.
3. Rena oljor av mineraliskt, vegetabiliskt eller animaliskt ursprung.

Soda- och såpvatten användes i olika koncentrationer var för sig eller tillsammans. Soda användes trots att det löst i vatten angriper färg. Som exempel må följande kyl-

vätska för slipning anges: 1 kg soda, $^3/_4$ kg såpa och $^1/_2$ kg borax till 100 l rent vatten.

Emulsioner utgöres av lösningar av tvål i mineralolja, emulgerade i vatten, med en tvålhalt av mellan 5 och 25 %. De av oljefirmorna saluförda produkterna, som kallas *borr-* eller *skäroljor* är vattenfria. Emulsionen tillredes av förbrukaren, varvid oljan långsamt tömmes i kallt rent vatten under kraftig omrörning. Medföljande bruksanvisning anger oljemängden per 100 l vatten.

De rena oljorna, som också kallas *skäroljor,* användes ofta utspädda med någon lättflytande mineralisk olja. De rena skäroljorna är vanligen mörka under det att emulsionerna är ljusa till färgen. Till de rena skäroljorna hör bl. a. *lardolja,* som framställes av valtran. Den användes antingen ren eller utspädd med tunn mineralisk olja. Lardolja har inte endast mycket goda smörjande egenskaper utan besitter även den fördelen, att den undergår mycket obetydlig förändring även under långvarig användning. De rena skäroljorna saluföres både i koncentrerad form och utspädda, färdiga för användning.

**Fråga 21.** *Vad menas med »skärolja»?*

Av de här angivna kyl- och smörjmedlen har soda- och såpvatten den största kylverkan. Därnäst kommer emulsioner och sist rena oljor. I fråga om smörjförmåga kommer de däremot i omvänd ordning.

Tabell 4 anger lämpliga kyl- och smörjmedel för olika operationer.

Kylmedlet förvaras i en behållare i maskinstativet. Härifrån föres det medelst en pump genom rör till ett munstycke, genom vilket det utströmmar över verktyg och ar-

*Tabell 4. Kyl- och smörjmedel vid skärande bearbetning.*
(Enl. Karlebo handbok.)

| Operation | Stål, Stålgjut-gods | Gjutjärn, Aducerat gjutjärn | Aluminium-legeringar | Magnesium-legeringar[1] |
|---|---|---|---|---|
| Grovsvarvning | B<br>M<br>torrt | B<br>torrt | B<br>M<br>torrt | torrt |
| Slätsvarvning | B<br>M<br>torrt | B<br>torrt | B<br>M<br>torrt<br>fotogen | torrt |
| Gängskärning | B<br>M<br>lardolja<br>rovolja | B<br>torrt | B<br>M<br>fotogen<br>såpvatten | torrt |
| Borrning | B<br>M | B<br>torrt | B<br>M<br>såpvatten | torrt |
| Brotschning | B<br>M<br>lardolja<br>torrt | B<br>torrt | B<br>M<br>fotogen<br>såpvatten | Mo +<br>fotogen<br>torrt |
| Grovfräsning | B<br>M | B<br>torrt | B<br>M<br>såpvatten | torrt |
| Slätfräsning | B<br>M<br>lardolja | B<br>torrt | B<br>M<br>såpvatten | torrt |
| Slipning | B 60 | B 60<br>vatten +<br>5 % soda | B 60<br>fotogen | Mo +<br>fotogen[2]<br>torrt |

[1] Magnesiumlegeringar får ej kylas med vatten, ty då kan spånen ta eld.

[2] Fotogen medför alltid lukt och innebär även brandrisk.

| Operation | Koppar, Mässing, Brons, Rödgods | Bly, Zink, Vitmetall | Nickel, Nysilver |
|---|---|---|---|
| Grovsvarvning .. | B<br>Mo<br>torrt | B<br>torrt | B<br>M<br>torrt |
| Slätsvarvning .... | B<br>Mo<br>torrt | B<br>torrt | B<br>M<br>torrt |
| Gängskärning .... | B<br>2/3 fotogen +<br>1/3 rovolja<br>torrt | B<br>torrt | B<br>M<br>torrt |
| Borrning ..... | B<br>Mo<br>rovolja torrt | B | B<br>M<br>torrt |
| Brotschning .... | B<br>Mo<br>torrt | B | B<br>M<br>torrt |
| Grovfräsning .... | B<br>Mo<br>torrt | B | B<br>M |
| Slätfräsning .... | B<br>Mo<br>torrt | B | B<br>M |
| Slipning ..... | B 60<br>vatten +<br>5 % soda | — | B 60 |

B = normal borroljeemulsion (vanligen 1 del olja på 10 delar vatten).

B 60 = borroljeemulsion med 1 del olja på 60 delar vatten.

M = ren mineralisk skärolja.

Mo = vanlig mineralolja.

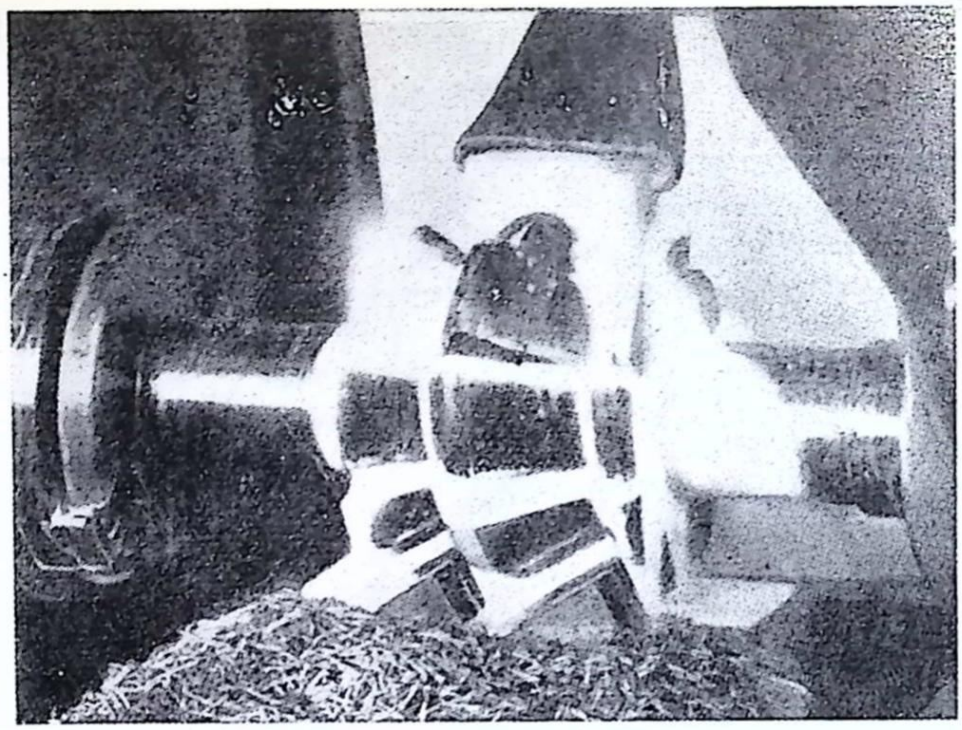


*Fig. 15. Fräsning med kylmedel.*

betsstycke (fig. 15). Tillförseln regleras med en kran placerad intill munstycket. Kylmedlet uppsamlas, tillsammans med medförda spån, i en runt arbetsbordet löpande ränna eller i en under bordet placerad spånlåda och rinner tillbaka till behållaren. Emedan en hel del spån jämte damm och smuts m. m. följer med i behållaren, måste denna vara utförd på sådant sätt, att främmande föremål avskiljes innan kylmedlet uppsuges av pumpen. Detta sker genom att bygga in skiljeväggar så att flera olika avsättningsrum bildas, på vilkas botten föroreningarna avsättes. De hål genom vilka kylmedlet måste strömma för att komma fram till pumpen placeras ett stycke över botten i de olika rummen. Pumpen förses dessutom med sugsil.

**Fråga 22.** *Hur ordnas kylmedlets cirkulation?*

## Arbetsstyckets uppspänning

De synpunkter, som måste läggas på arbetsstyckets uppspänning, blir till en del beroende på den maskin, i vilken bearbetningen skall ske. En del allmänna synpunkter, som gäller oavsett vilken maskin som användes, kan dock anföras.

För det första kan vi lämpligen skilja på fyra olika metoder för uppspänningen, nämligen:

1. Uppspänning på ett plant arbetsbord.
2. Uppspänning mellan dubbar.
3. Uppspänning på spindel.
4. Uppspänning i fixtur.

För samtliga metoder gäller att arbetsstycket skall fastspännas på sådant sätt, att det kommer på rätt plats och i riktigt läge för bearbetningen. De vid bearbetningen uppträdande krafterna får ej förändra detta läge. Samtidigt måste uppspänningen vara utförd på sådant sätt, att arbetsstyckets form ej förändras.

Anledningar till formförändring efter arbetsstyckets borttagande kan vara:

1. Olämplig fastspänning, som åstadkommit deformering av arbetsstycket redan före bearbetningen.
2. Från föregående formgivning kvarstående spänningar kan ha utlösts genom bortarbetandet av en rå yta.
3. Värmeutvecklingen vid bearbetningen kan ha åstadkommit spänningar, som deformerat arbetsstycket.

4. Skärkrafterna vid bearbetningen kan ha deformerat arbetsstycket.

**Fråga 23.** *Vad blir följden om arbetsstycket deformeras?*

## Uppspänning på plant arbetsbord

Arbetsbordet är i regel försett med T-spår, i vilka fästskruvar kan införas. Om arbetsstycket har en bearbetad undre yta, kan det därför fastspännas direkt på arbetsbordet. Utom fästskruvarna erfordras härför *spännjärn* och stöd. Fig. 16 visar exempel på fastspänning med en välkonstruerad anordning bestående av spännjärn med trappklots och stödklotsar. Genom att använda stödklotsar av olika höjd, i förening med förflyttning stegvis av trapp-

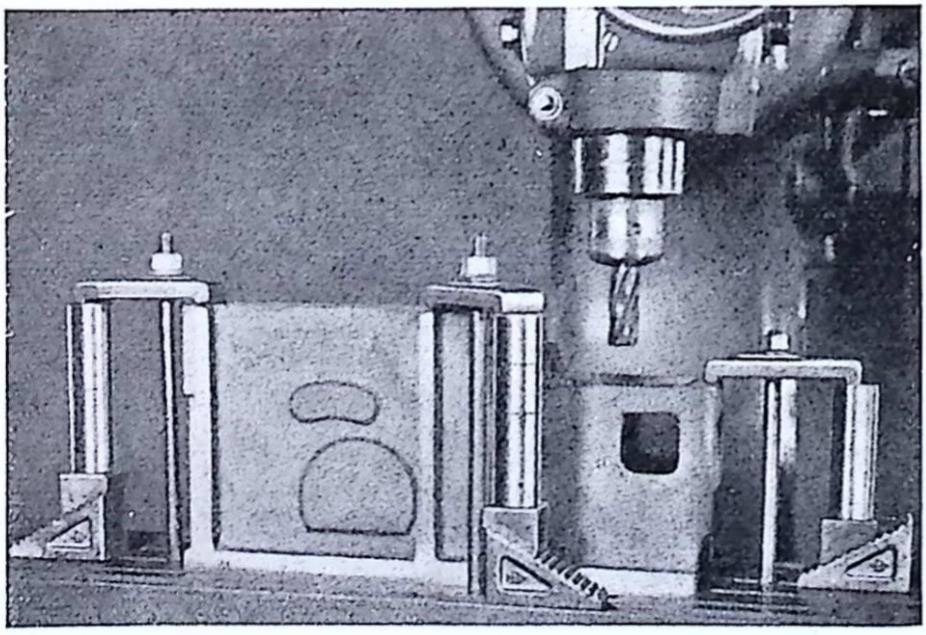


*Fig. 16. Fastspänning av arbetsstycke med spännjärn.*

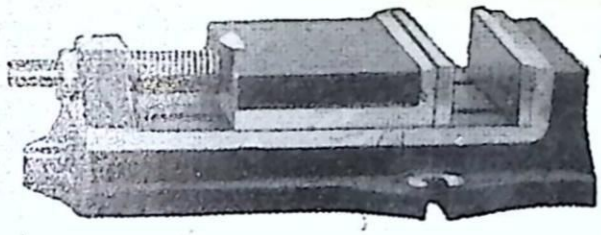


*Fig. 17. Maskinskruvstycke.*

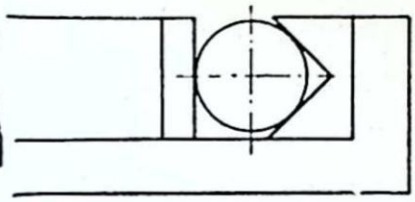


*Fig. 18. Specialbackar för fastspänning av runda arbetsstycken.*

blocken, kan höjden varieras inom vida gränser, så att spännjärnen alltid intar horisontellt läge.

Fastspänningen måste utföras på sådant sätt att inga böjande eller vridande krafter därigenom framkallas. Vid åtdragning av muttrarna skall endast dragpåkänning uppstå i fästskruvarna och i stöden endast tryckpåkänning. Några sidokrafter får ej uppkomma.

För uppspänning på arbetsbord användes utom spännjärn även *skruvstycken* och *magnetbord,* vilka båda fastdrages på arbetsbordet med fästskruvar.

Alla maskinskruvstycken utföres som parallellskruvstycken.[1] Ett maskinskruvstycke kan vara försett med vridningsmöjlighet i såväl horisontalplanet som i ett vertikalplan eller sakna vridningsmöjlighet (fig. 17). Backarna kan vara utbytbara, vilket möjliggör användandet av specialbackar t. ex. för runda arbetsstycken (fig. 18), då så erfordras.

Hydrauliska skruvstycken, i vilka backarna föres mot varandra med oljetryck, användes t. ex. på maskinsågar.

Magnetborden innehåller spolar anordnade på sådant sätt, att ett stort antal magnetiska poler bildas i fastspän-

[1] Jfr brev 2.

ningsytan, då spolarna genomflytes av elektrisk ström. Härigenom fasthålles föremål av järn och stål. Denna fastspänningsmetod, som är mycket bekväm, användes ofta vid slipning av små föremål, som icke lämpligen kan fastspännas på annat sätt. Den har bl. a. den fördelen, att fastspänningen icke kan ge upphov till någon påkänning i arbetsstycket.

**Fråga 24.** *Vilka olika metoder användes för fastspänning på arbetsbord?*

## Uppspänning mellan dubbar

Detta uppspänningssätt bör alltid eftersträvas då arbetsstycket skall rotera, emedan det medger bästa möjliga centrering och uppriktning. Den ena dubben sitter indriven i arbetsspindeln och den andra i dubbdockan. Rörelsen överföres till arbetsstycket med en medbringare, som medelst en pinne drives av en medbringarskiva på arbetsspindeln. Medbringare med pinne ger lätt anledning till olyckor t. ex. genom att en ärm eller ett verktyg fastnar och drages med. Numera finns i marknaden en typ av automatiskt gripande helkapslad medbringare, som är absolut ofarlig (fig. 19).

Dubbhålen i arbetsstycket måste vara försedda med smörjhål. Hålen är också nödvändiga för att förhindra att dubbspetsarna bottnar, vilket småningom skulle medföra avnötning och stukning.

Dubben i drivändan roterar i regel med arbetsstycket. Dubben i motsatta ändan är t. ex. på svarvar i allmänhet fast. Vid höga varvtal har det dock visat sig lämpligt att

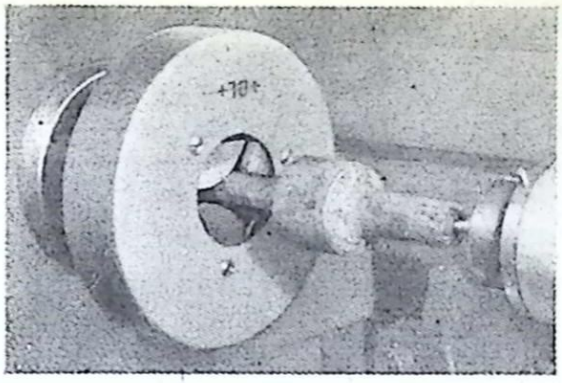


*Fig. 19. Helkapslad medbringare.*

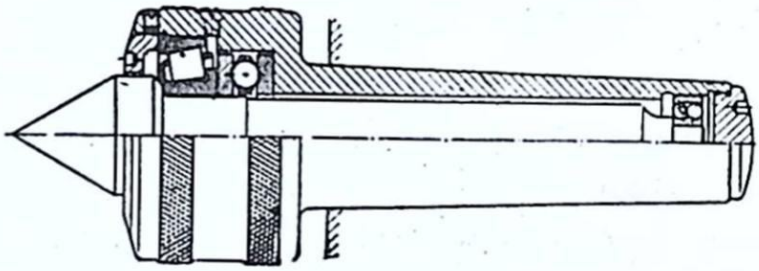


*Fig. 20. Roterande dubb.*

låta även denna dubb rotera med arbetsstycket. En sådan roterande dubb (fig. 20) måste lagras mycket omsorgsfullt. Den tillåter hårdare inspänning av arbetsstycket än en fast dubb, vilket är till fördel för centreringen. Dessutom minskas slitaget på dubbhålet, och någon smörjning erfordras ej.

Vid uppspänning mellan dubbar skall i allmänhet följande iakttagas, särskilt vid grov spåntagning:

1. Dubbhålet måste passa exakt till dubbarna.
2. Dubbarnas grovlek anpassas till arbetsstyckets vikt.
3. Dubbarna måste centrera, dvs. båda dubbarna måste ligga exakt i förlängningen av den drivande spindelns centrumlinje.

4. Dubbhålen i arbetsstycket skall vara försedda med smörjhål.

5. Den stillastående dubben skall smörjas med ett tjockt smörjmedel.

6. Om kylning ej användes måste hänsyn tagas till arbetsstyckets längdutvidgning. Dubbarna får ej trycka för hårt mot arbetsstycket.

7. Om arbetsstycket är långt och smalt måste stöddocka användas (fig. 21), som placeras så nära bearbetningspunkten som möjligt.

Arbetsstycken med noggrant bearbetat centrumhål kan med fördel uppsättas på en dorn, inspänd mellan dubbar (fig. 22). Övriga cylindriska ytor, som skall bearbetas, blir då noggrant koncentriska med centrumhålet. Dornen fär-

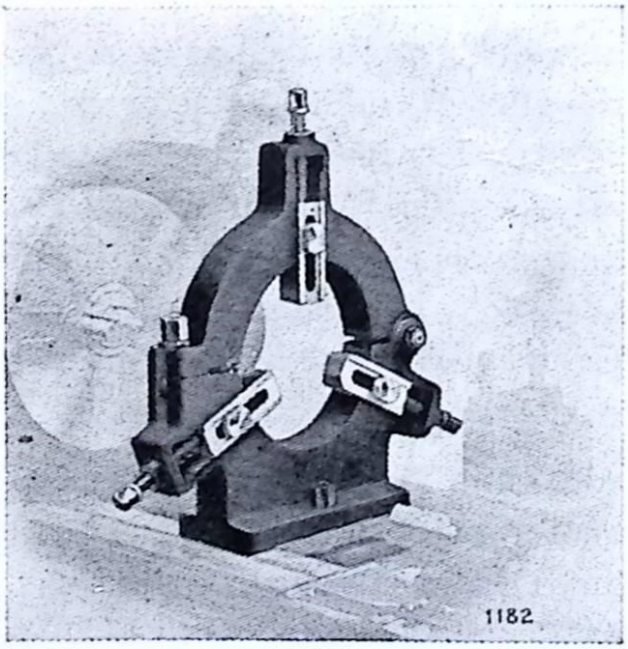



*Fig. 21. Stöddocka.*

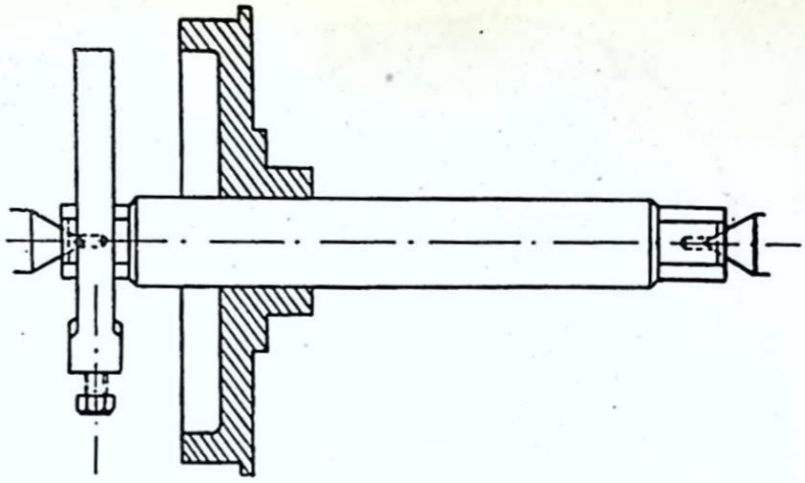


*Fig. 22. Uppspänning på dorn mellan dubbar.*

digslipas efter härdningen så att den styrande delen blir cylindrisk och förses med en mycket svag kona i vardera ändan. Den ena konan underlättar inträngandet i arbetsstycket och den andra låser fast arbetsstycket.

**Fråga 25.** *Hur skall ett dubbhål vara beskaffat för att arbeta bra mot en dubb?*

## Uppspänning på spindel

Med uppspänning på spindel avser vi här arbetsstyckets fästande vid en roterande spindel, utan stöd i yttre änden. Detta slag av uppspänning kan utföras på en mångfald olika sätt och är särskilt vanligt vid svarvning. De vanligaste anordningarna är *planskivor, backskivor, dornar* och *chuckar*. Samtliga dessa anordningar användes för relativt korta arbetsstycken, som ej kan uppspännas mellan dubbar. Planskivor och backskivor användes för större arbets-

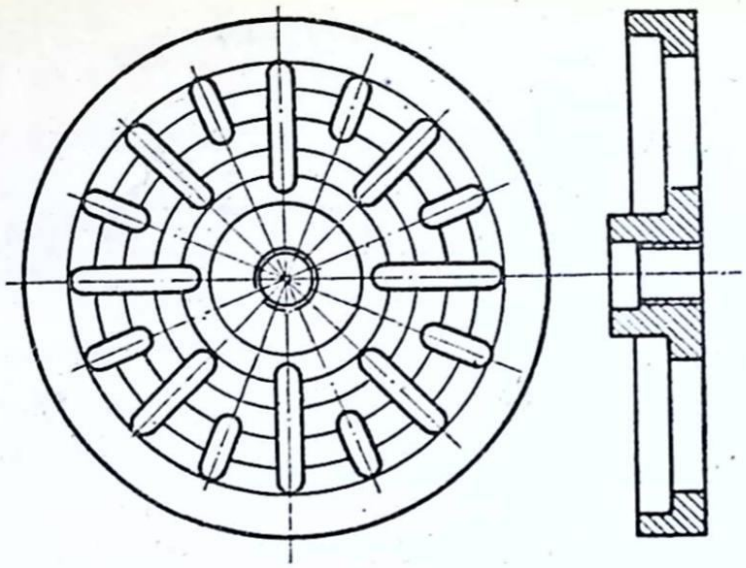


*Fig. 23. Planskiva.*

stycken, dornar och chuckar i regel för mindre arbetsstycken.

På en planskiva (fig. 23) fastspännes arbetsstycket på samma sätt som på ett arbetsbord. På backskivan däremot (fig. 24) fastspännes arbetsstycket vanligen medelst fyra

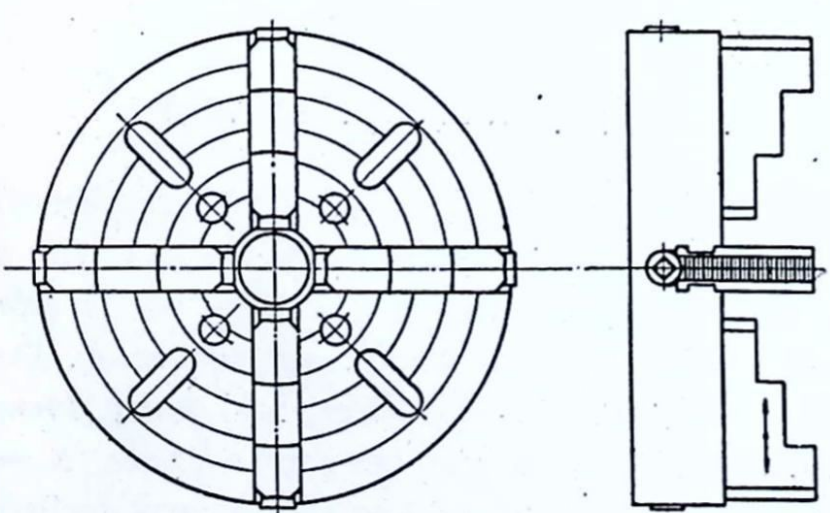


*Fig. 24. Backskiva.*

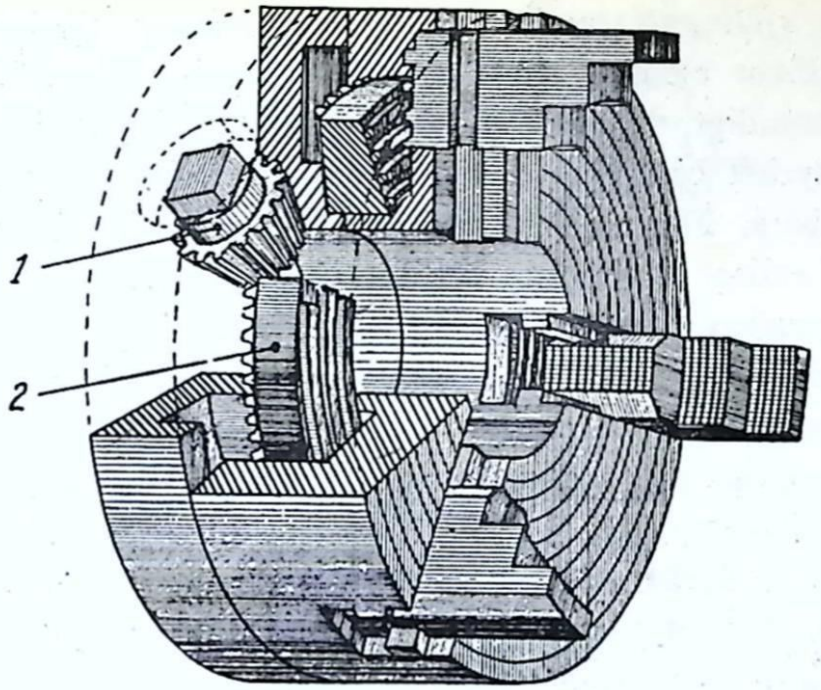



*Fig. 25. Självcentrerande chuck.*
1. Drev. 2. Kugghjul med spiralgänga för backarna.

backar, vilka var för sig kan förskjutas med skruvar. Backarna är vanligen trappstegsformade och kan vändas, så att såväl invändig som utvändig fastspänning kan erhållas. Centreringen går avsevärt lättare i en backskiva än på en planskiva och dessutom lämnar backskivan alltid arbetsstyckets framsida fri, vilket inte är fallet med planskivan. Planskiva användes dock helst för tunnväggiga arbetsstycken, vilka skulle kunna deformeras, om de fastspändes i backskivan, där ganska kraftig ansättning av backarna erfordras för att hålla fast arbetsstycket.

**Fråga 26.** *Vad är det för skillnad mellan en planskiva och en backskiva?*

De *självcentrerande chuckarna* påminner mycket om backskivor men de har i allmänhet tre backar, vilka rör sig samtidigt, då man vrider på spänndrevet (fig. 25). Arbetsstycket centreras därför automatiskt. Backarna är ej utbytbara. För att icke centreringen skall förstöras, bör man endast spänna in bearbetade ytor mellan backarna. Av chuckar finns för övrigt en mängd olika utföranden för olika ändamål bl. a. *borrchuckar* och *magnetchuckar*. I allmänhet öppnas och slutes chuckarna för hand, men både elektrisk, hydraulisk och pneumatisk manövrering förekommer.

För runt eller kantigt stångmaterial, samt även för små runda arbetsstycken i övrigt, användes chuckar med kona (fig. 26) eller spännhylsor (fig. 27).

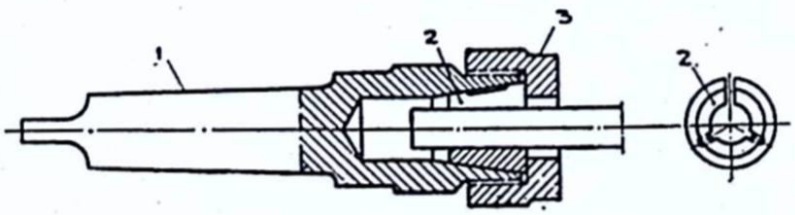



*Fig. 26. Konchuck.*

1. Kona. 2. Spännpatron. 3. Överfallsmutter.

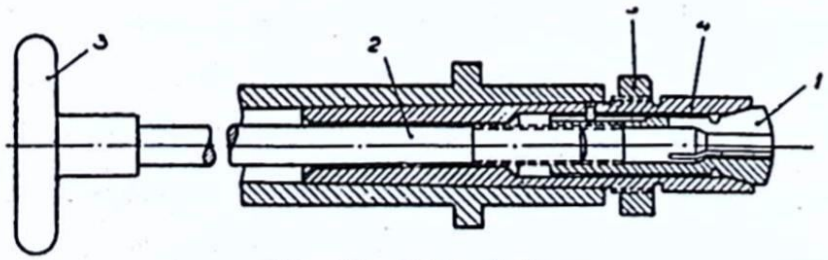



*Fig. 27. Spännhylsa.*

1. Spännpatron. 2. Stång för fastdragning. 3. Ratt. 4. Hylsa. 5. Mutter.

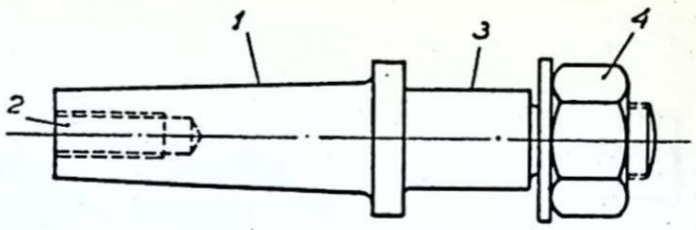



*Fig. 28. Friändsdorn.*

1. Kona. 2. Hål för fastdragning. 3. Cylindrisk styrning för arbetsstycket. 4. Mutter.

Vid frihängande uppspänning på dorn kan endast små lätta arbetsstycken, med ett noggrant arbetat centrumhål, komma ifråga. Dornen (fig. 28) måste vara mycket omsorgsfullt bearbetad. Uppspänning på dorn har alltid den fördelen att arbetsstycket ej utsättes för någon förspänning. Med friändsdorn finns emellertid en viss risk för fjädring, varför detta uppspänningssätt fordrar försiktig bearbetning med liten spåntväryta.

Spänndornar eller expanderande dornar kan användas för olika diametrar inom ett litet område. Även denna typ av dorn kan utföras antingen för uppspänning mellan dubbar eller för frihängande uppspänning (fig. 29).

**Fråga 27.** *Vilka olika slag av dornar användes för uppspänning av arbetsstycket?*

## Uppspänning i fixtur

En fixtur är i allmänhet ett hjälpverktyg, som fasthåller arbetsstycket på ett sådant sätt, att uppspänning och bearbetning underlättas. Fixturerna blir i hög grad beroende av maskinen och bearbetningsmetoden. Vi nöjer oss

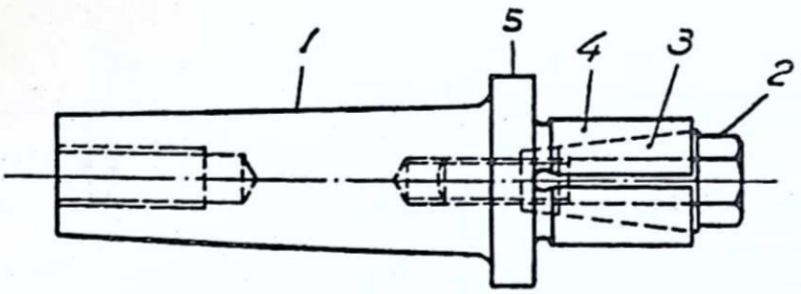



*Fig. 29. Spänndorn.*

1. Kona. 2. Skruv. 3. Kona. 4. Fjädrande styrning för arbetsstycket. 5. Ansats, mot vilken arbetsstycket uppskjutes.

därför här med att visa ett typiskt exempel (fig. 30) och anföra några allmänna synpunkter.

Fixturer kan vara avsedda för fastsättning på ett arbetsbord, vilket är det vanligaste, eller för fastsättning på en roterande spindel (svarvfixturer). Genom användning av fixtur slipper man ifrån märkning och ritsning och vidare vinner man att uppspänningstiden för arbetsstycket minskas och att alla arbetsstycken bearbetas exakt lika, vilket är till fördel vid montering och avsyning. Eftersom fixturen i regel är ett ganska dyrbart verktyg, måste den kunna utnyttjas för ett stort antal arbetsstycken.

En riktigt konstruerad fixtur skall fylla följande fordringar:

1. Fixturen skall lätt kunna fastsättas i riktigt läge på maskinen.

2. Den skall helst vara försedd med tre anliggningsytor för arbetsstycket, mot vilka detta skall fastspännas, och dessa skall väljas på sådant sätt, att de bildar lämpliga utgångspunkter för bearbetningen, med hänsyn till arbetsstyckets funktion.

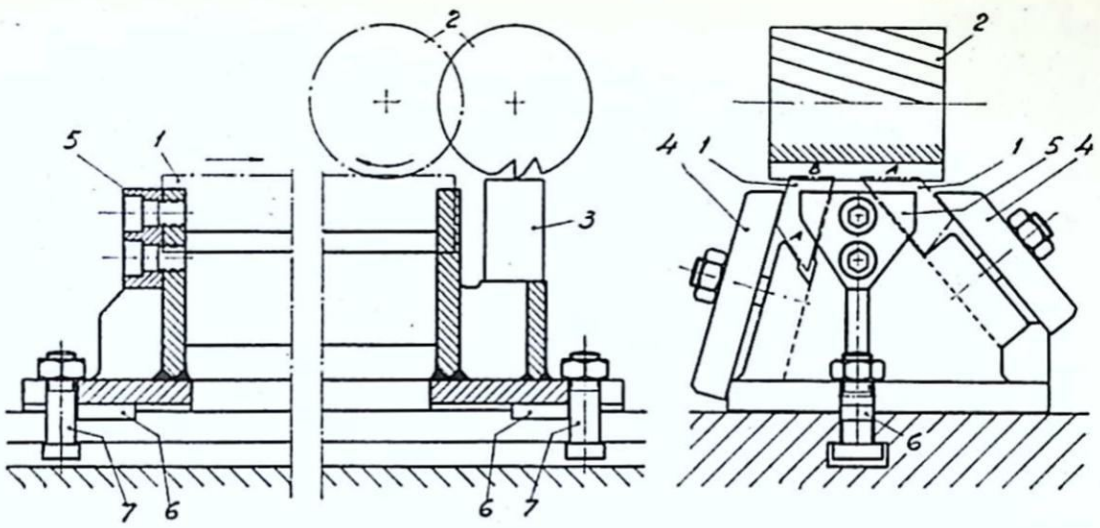



*Fig. 30. Fräsfixtur.*

1. Arbetsstycken; ytorna A och B bearbetas samtidigt på två arbetsstycken; på varje arbetsstycke bearbetas först ytan A. 2. Fräs. 3. Passbit för inställning av fräsen på rätt skärdjup. 4. Spännjärn. 5. Anslag, som upptar arbetstrycket. 6. Styrningar, som passar till spår i fräsmaskinens bord. 7. Fästbultar för fixturen.

3. Fästanordningarna för arbetsstycket skall angripa så nära uppläggningsytorna som möjligt och skall vara anordnade på sådant sätt att de *icke* upptar arbetstrycket.

4. Fixturen skall vara lätthanterlig och försedd med så enkla och snabbverkande fästanordningar som möjligt.

5. Arbetsstycket skall ha god plats i fixturen och skall lätt kunna fastspännas i riktigt läge.

6. Fixturen skall ha erforderlig hållfasthet, och för nötning utsatta delar skall vara härdade.

7. Om möjligt skall fixturen vara försedd med stoppgräns för bearbetningen.

8. Spån och kylmedel skall ha rymliga avlopp och fixturen skall lätt kunna rengöras med borste.

**Fråga 28.** *Vad menas med fixtur?*

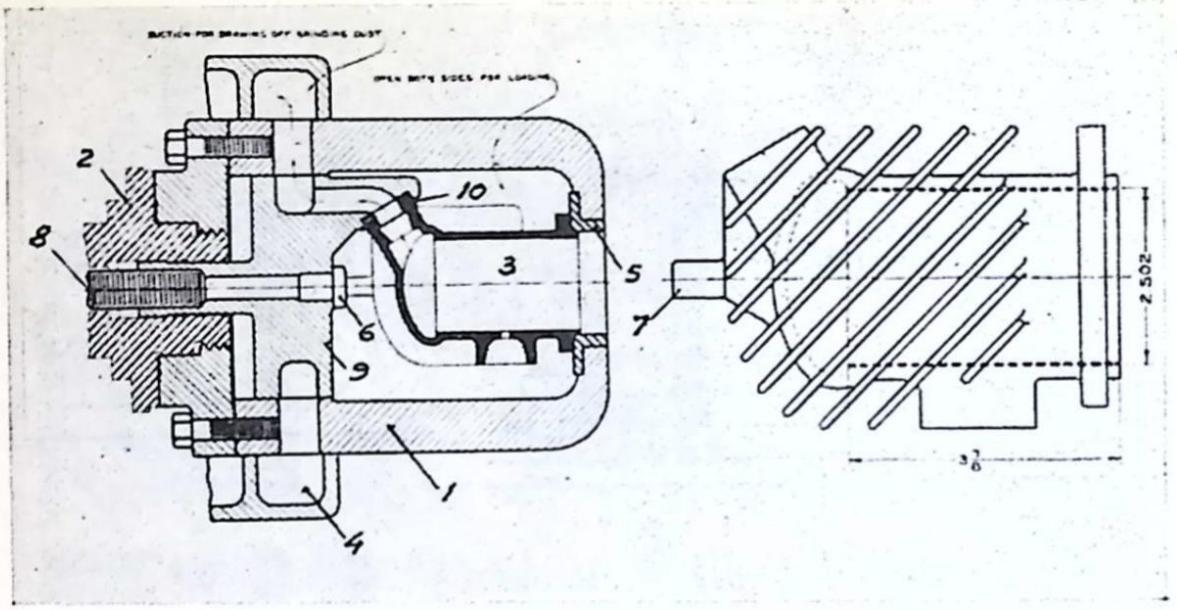



*Fig. 31. Slipfixtur.*

Ett exempel på en fixtur för en cylinder till en förbränningsmotor visas i fig. 31. Figurens vänstra del visar fixturen *1* fastsatt på arbetsspindeln *2* samt ett i fixturen insatt arbetsstycke *3*. Slipdammet utsuges genom kanalen *4*. Figurens högra del visar arbetsstycket i större skala. Centreringen erhålles med hjälp av bussningen *5*. Styrning i längdriktningen åstadkommes dels med bussningen *5*, dels med tappen *6*, mot vilken en för detta ändamål utbildad tapp *7* på arbetsstycket ligger an. Tappen uppbäres av den medelst skruven *8* förskjutbara delen *9*. *10* är ett elastiskt mellanlägg. Fixturens cylindriska del är öppen på båda sidorna för att möjliggöra införande av arbetsstycket.

## Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

**1.** *Spåntvärytan 9 mm² är given. Välj matning och skärdjup för grovsvarvning.*

**2.** *Vad händer om man grovsvarvar med ett stål, som har för stor nosradie?*

**3.** *Vad finns det för samband mellan spånvolym, spåntväryta och skärhastighet vid svarvning?*

**4.** *Vad finns det för samband mellan erforderlig effekt, skärkraft och skärhastighet vid svarvning?*

**5.** *Vad blir följden av en minskning av utslitningstiden från 60 till 50 min.*

**6.** *Vad blir följden av för hård inspänning mellan dubbar?*

**7.** *Varför måste uppspänning av arbetsstycke ordnas så att inga sidokrafter uppstår?*

**8.** *Vilken betydelse har smörj- och kylmedel vid spånavskiljande bearbetning?*

## Svar till övningsuppgifterna

**8.** $V = 40$ cm³/min.

**9.** $v = 62{,}8$ m/min.

**10.** $v = 13{,}5$ m/min.

**11.** $T = 2{,}5$ s.

**12.** $n = 250$ slag.

**13.** Matningen blir 15,2 mm/min. och tiden för bearbetningen 6,6 min.

**14.** $s_m = 218$ mm/min.

**15.** 8,3 varv.

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
93100

# VERKSTADSKURSEN

**BREVSKOLAN** BREV **5**

# Konstruktion och skötsel av verktygsmaskiner

## Översikt av maskinerna

Hyvlar arbetar med samma slags verktyg som svarvar och användes huvudsakligen för framställning av plana ytor. Skärrörelsen är rätlinjig och fram- och återgående. I en s. k. bordhyvelmaskin (fig 1) utföres skärrörelsen av arbetsstycket, under det att matnings- och ansättningsrörelse utföres av verktyget. I en s. k. kipphyvelmaskin däremot utföres alltid skärrörelsen av stålet. Matningsrörelsen utföres antingen av verktyget eller av arbetsstycket. Hyvelmaskiner, i vilka stålet rör sig rätlinjigt upp och

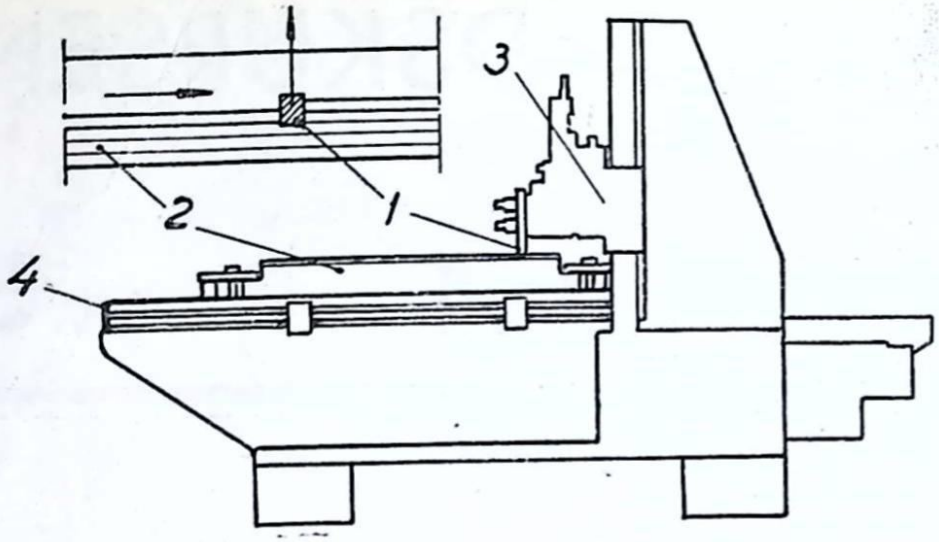



*Fig. 1. Bordhyvelmaskin.*
1. Stål. 2. Arbetsstycke. 3. Tvärbalk med slider och stålfäste. 4. Arbetsbord.

ned kallas stickmaskiner. De användes för framställning av spår i nav m. m.

## Borrmaskiner

Borrmaskiner användes för bearbetning med *borr, brotsch, försänkare* eller *gängtapp* (fig. 2). Både skär- och matningsrörelse utföres av verktyget. Fig. 3 visar en bänkborrmaskin. Motsvarande maskin i större upplaga, avsedd för golvmontage, kallas pelarborrmaskin. Övriga vanliga maskintyper är radial- och jiggborrmaskiner. Båda medger i motsats till pelarborrmaskinen borrhuvudets förflyttning i horisontalplanet. Den förra är en produktionsmaskin. Den senare användes däremot huvudsakligen för precisionsborrning av verktyg.

**Fråga 1.** *Vilka rörelser utför ett vanligt borrverktyg?*

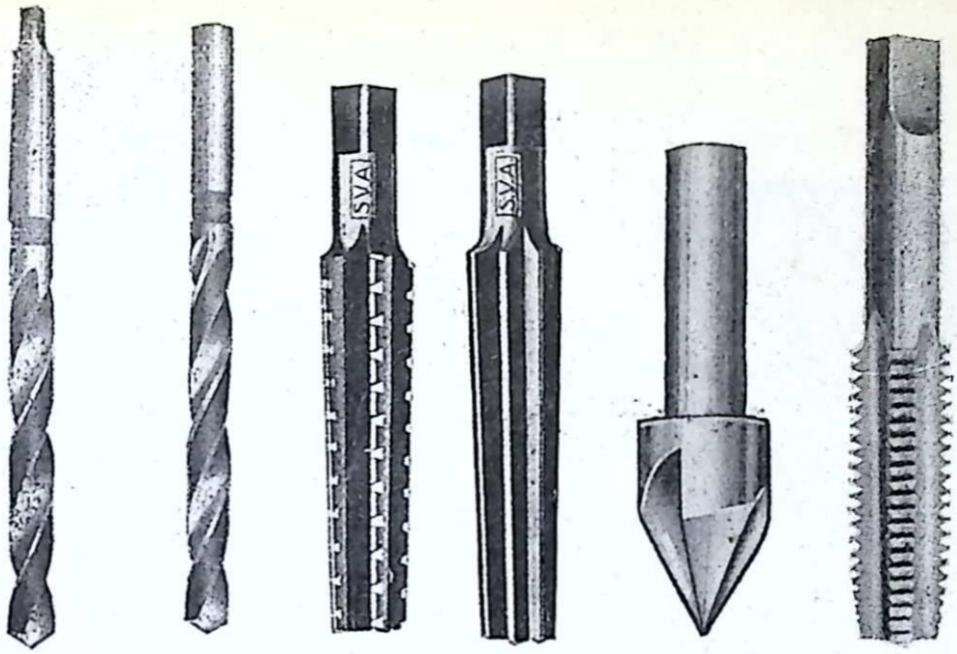



*Fig. 2. Borr, brotsch, försänkare, gängtapp.*

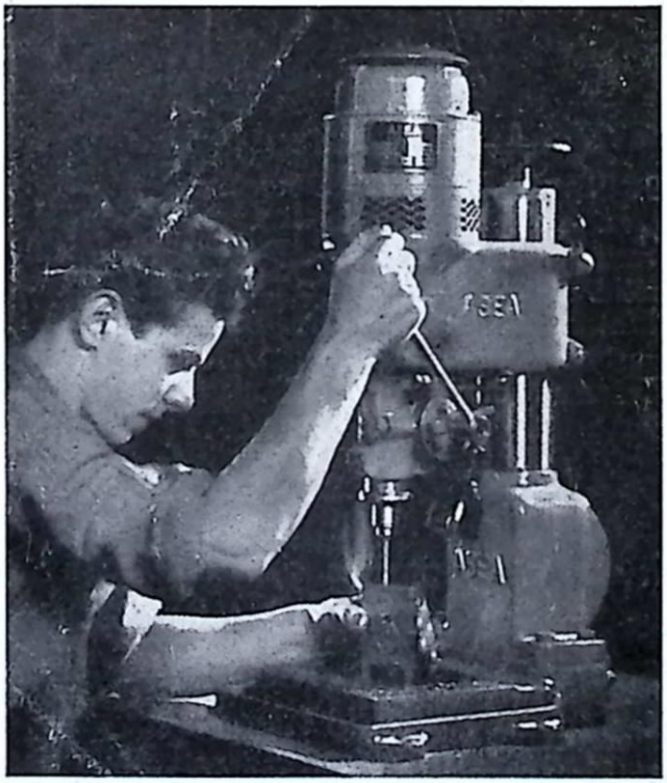


*Fig. 3. Bänkborrmaskin.*

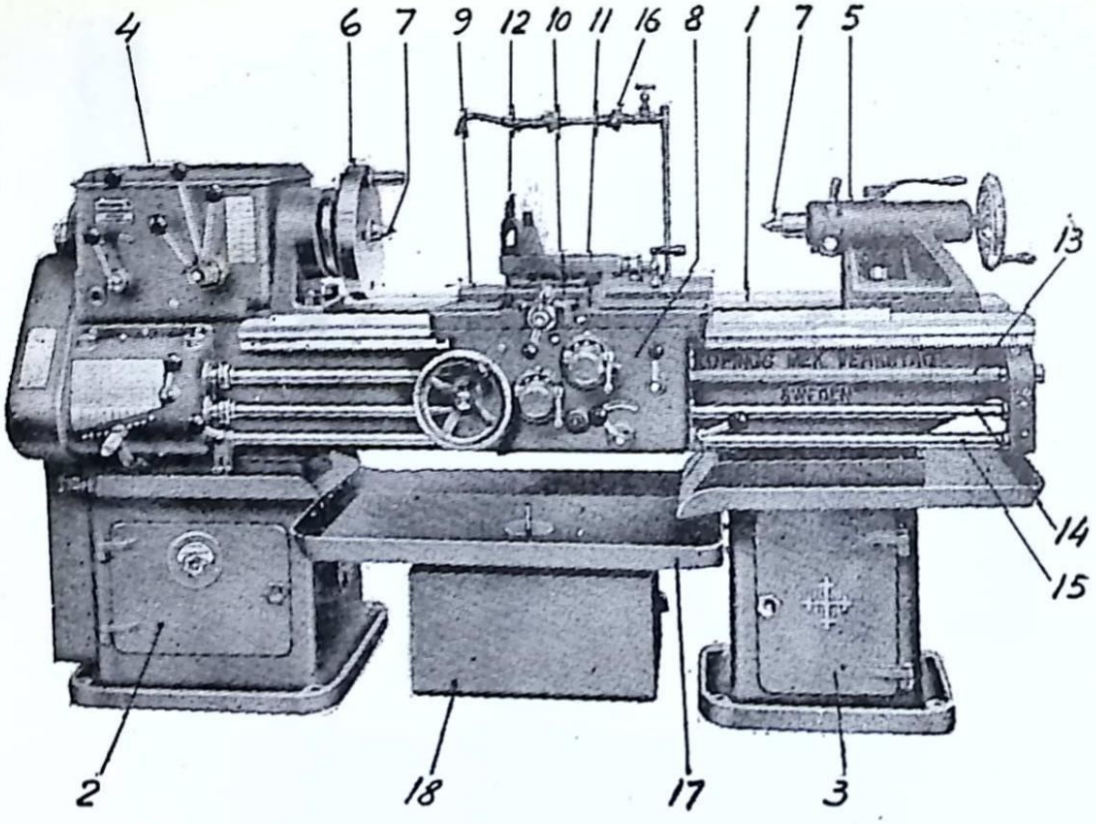



*Fig. 4. Svarv.*

1. Prisma. 2. Skåpfot med elektrisk drivmotor. 3. Skåpfot med verktygsskåp m. m. 4. Spindeldocka. 5. Dubbdocka. 6. Medbringarskiva med medbringartapp. 7. Dubbar. 8. Förkläde. 9. Släde. 10. Tvärslid. 11. Vridbar toppslid. 12. Stålfäste. 13. Ledarskruv. 14. Mataraxel. 15. Manöveraxel. 16. Rörledning med kran och munstycke för kylvätska. 17. Låda för uppsamling av kylvätska och spån. 18. Tank för kylvätska.

## Svarvar

I en svarv (fig. 4) utföres skärrörelsen av arbetsstycket, som roterar kring sin axel. Matnings- och ansättningsrörelse utföres av verktyget. Verktyg för svarvning och hyvling kallas enbart *stål*. Vid framställning av cylindriska ytor matas stålet parallellt med maskinaxeln. Vid bearbetning av koniska ytor matas stålet antingen parallellt med

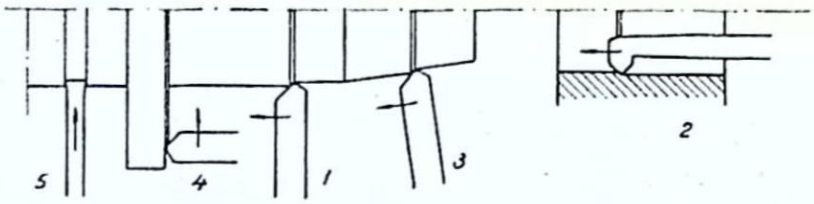



*Fig. 5. Vanliga svarvningsoperationer.*
1. Utvändig rundsvarvning. 2. Invändig rundsvarvning. 3. Konsvarvning. 4. Plansvarvning. 5. Avstickning.

maskinaxeln eller vanligare i vinkel mot axeln. Vid bearbetning av plana ytor matas stålet vinkelrätt mot maskinaxeln (fig. 5).

Vid svarvning av en cylindrisk yta åstadkommer stålet alltid en mer eller mindre tydlig skruvlinje på arbetsstycket. Genom lämplig form på stålet och rätt avpassad matning kan man få skruvlinjen att övergå till en verklig gänga. Gängskärning är en viktig arbetsuppgift för svarvar. Även andra operationer kan utföras såsom t. ex. borrning. På grund av sin mångsidighet och allmänna användbarhet torde svarvarna vara de viktigaste och allmännast förekommande av alla verktygsmaskiner. Svarvar förekommer också i ett stort antal speciella utföranden för olika ändamål.

**Fråga 2.** *Varpå beror det att svarvar är så användbara maskiner?*

## Fräsmaskiner

Vid fräsning utföres alltid skärrörelsen av det roterande verktyget, under det att matningsrörelsen utföres av arbetsstycket, som rör sig mot fräsen (fig. 6). Ansättnings-

rörelsen utföres i regel av arbetsstycket. Matningsrörelsen är vanligen rätlinjig men kan också vara roterande. Vid vissa operationer erfordras både rätlinjig och roterande matningsrörelse samtidigt. Vid bearbetning av stora plana ytor erfordras dels längdmatning, dels tvärmatning, varvid arbetet utföres på samma sätt som vid hyvling.

Fräsmaskinerna användes för bearbetning med tandade verktyg av såväl plana som krökta ytor. Verktygen, som kallas *fräsar,* kan vara av mycket skilda slag. För bearbetning av plana ytor användes *valsfräsar* (fig. 7), *skivfräsar* och *pinnfräsar. Skivfräsar* och *pinnfräsar* användes även

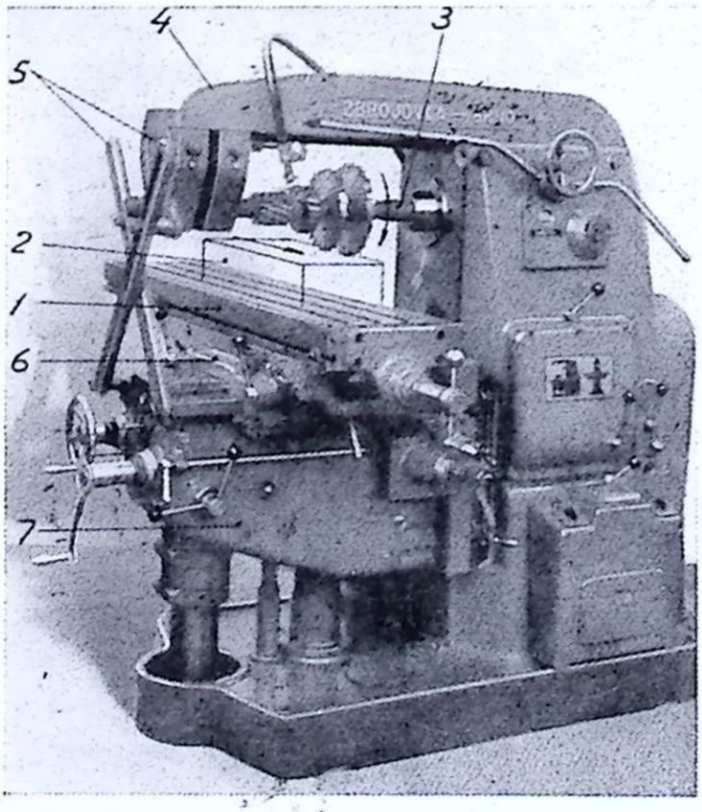



*Fig. 6. Fräsmaskin.*

1. Uppspänningsbord. 2. Arbetsstycke. 3. Frässpindel med fräsar. 4. Stödarm med stödlager. 5. Saxstöd. 6. Tvärslid. 7. Höj- och sänkbart knä.

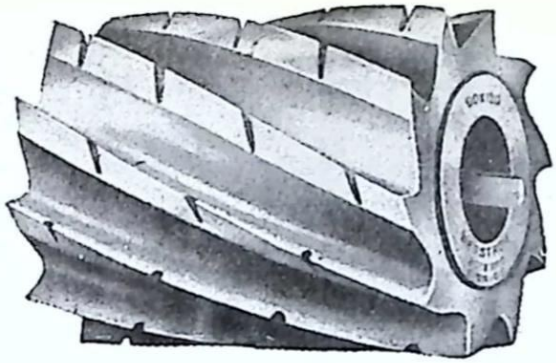


*Fig. 7. Valsfräs.*



*Fig. 8. Snäckfräs.*

för framställning av profiler, bearbetning av kuggluckor, för framställning av spår m. m. *Snäckfräsar* (fig. 8) användes för bearbetning av kugghjul, framställning av profiler m. m.

**Fråga 3.** *Varför förekommer så många olika former av fräsar?*

## Slipmaskiner

Slipmaskinerna användes för bearbetning av plana, cylindriska och koniska ytor samt för skärpning av verktyg. Slipverktyget, som kallas *slipskiva,* består av ett mycket stort antal skärande korn av hårt material, som ligger inbäddade i ett mjukare bindemedel. En slipskiva kan närmast liknas vid en fräs med oändligt antal tänder. Slipskivornas två huvudformer visas av fig. 9.

Skärrörelsen utföres vid slipning alltid av slipskivan, som roterar kring sin axel. Då den samtidigt tryckes mot arbetsstycket, skär de skarpa kornen små spån ur arbetsstycket. Ansättningsrörelsen utföres i allmänhet av slipskivan. Matningsrörelsen utföres antingen av slipskivan eller av arbetsstycket.

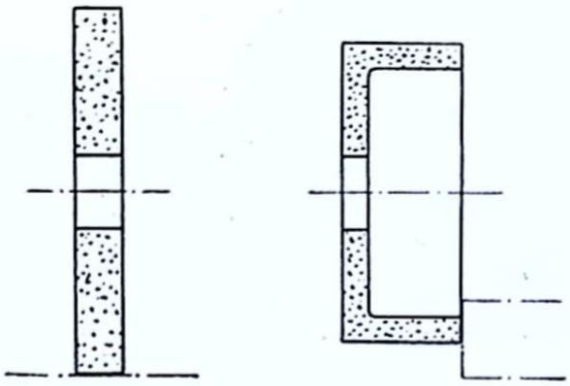


*Fig. 9. Slipskivor.*

Den vanliga *planslipmaskinen* (fig. 10) arbetar på ungefär samma sätt som en planfräsmaskin. Vid *rundslipmaskiner* utför arbetsstycket en roterande rörelse samtidigt som slipskivan eller arbetsstycket utför en rätlinjig mat-

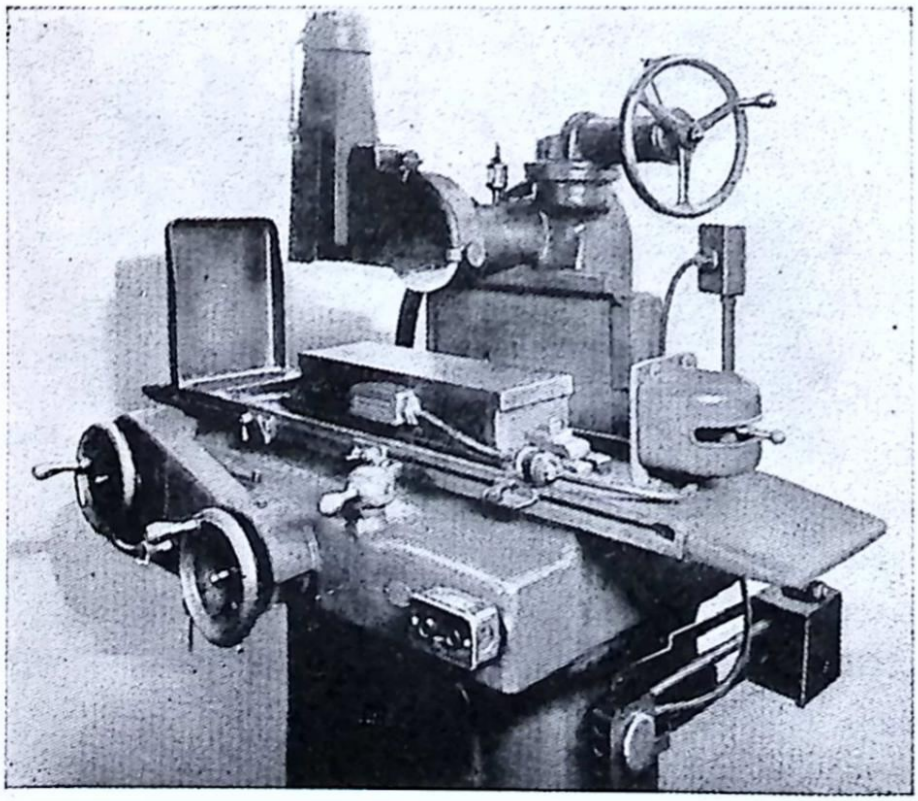


*Fig. 10. Planslipmaskin.*

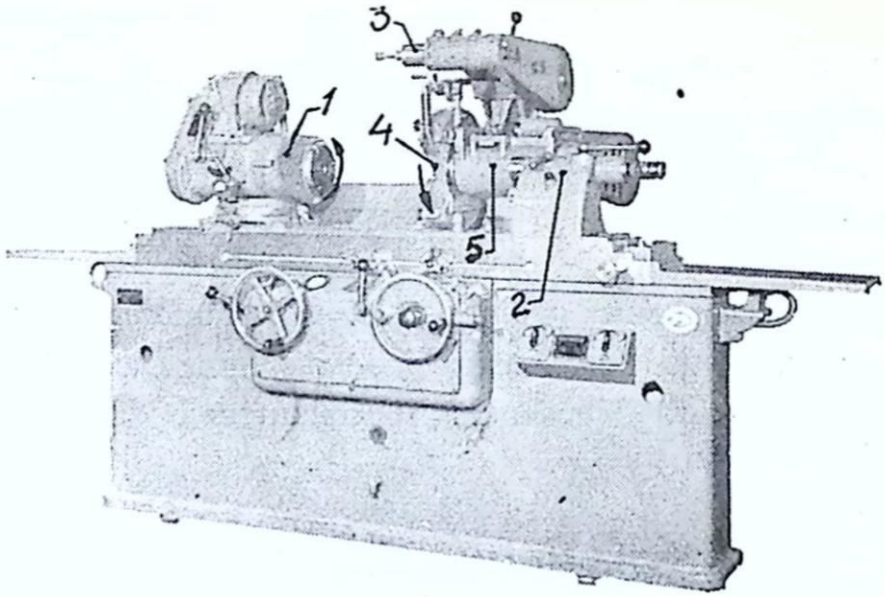



*Fig. 11. Hydraulisk universal rundslipmaskin.*
1. Drivdocka. 2. Dubbdocka. 3. Nedfällbar innerslipanordning. 4. Slipskiva. 5. Slipspindeldocka.

ningsrörelse parallellt med arbetsstyckets axel (fig. 11). Innerslipmaskinen arbetar på motsvarande sätt.

Verktygsslipmaskiner användes uteslutande för skärpning av verktyg. Den vanligaste maskintypen, som användes för skärpning av svarv- och hyvelstål, är vanligen försedd med en slipskiva på vardera ändan av drivmotorns axel.

**Fråga 4.** *Finns det några likheter mellan fräsning och slipning?*

## Övriga maskiner

Bland övriga verktygsmaskiner märkes maskiner för *finsvarvning* och *finborrning,* som utföres med hög skärhastighet, liten matning och litet skärdjup. För finbearbetning användes även maskiner, som arbetar med *henverktyg*

och *läppverktyg*. Vidare finnes maskiner för *högglansslipning* och *polering*.

*Driftmaskinerna* är nära besläktade med hyvelmaskinerna, vilket också kan sägas vara fallet med *filmaskinerna*. Vidare märkes *sågmaskiner* samt specialmaskiner för *kugghjulsframställning*.

De under rubriken *Övriga maskiner* omnämnda maskinerna behandlas icke närmare i denna kurs. Den intresserade hänvisas till Brevskolans specialkurser i *Verktygsmaskiner*.

## Allmän konstruktion

En verktygsmaskin är i allmänhet uppbyggd på en lådformig konstruktion *stativet* eller *bädden,* som kan vara försedd med fötter eller vila direkt på golvet eller fundamentet. I bädden finnes drivanordningar för åstadkommande av skär- och matningsrörelse, kylmedelspump, behållare för kylmedel och spån m. m. På bädden finnes också styrningar för sådana delar, som utför rätlinjig rörelse på maskinen. Sådana delar kallas med ett gemensamt namn för *slider* (fig. 12). Andra benämningar, som ibland hänför sig till arbetsuppgiften är: släde, stötslid, bord och ramm. De uppbär antingen verktyget eller arbetsstycket beroende på maskinens art.

**Fråga 5.** *Vad är en slid?*

På maskiner, i vilka arbetsstycket skall utföra en roterande skär- eller matningsrörelse, fastsättes arbetsstycket på en roterande spindel med eller utan stöd i yttre ändan. På maskiner, i vilka arbetsstycket måste utföra rätlinjig

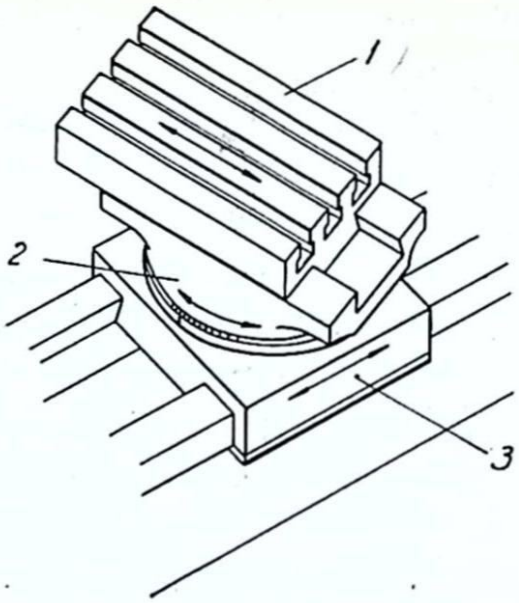



*Fig. 12. Uppspänningsbord* (1), *vridbar slid* (2) *och tvärslid* (3) *till universalfräsmaskin.*

rörelse, fastsättes arbetsstycket på ett arbetsbord, som utför en fram- och återgående rörelse. Slutligen kan arbetsstycket vid vissa maskiner vara uppspänt på ett roterande eller vridbart arbetsbord.

Motsvarande gäller beträffande verktyget, som antingen är fastsatt på en roterande spindel eller uppbäres av en slid, som har möjlighet till rätlinjiga förflyttningar och eventuellt även till vridningsrörelse.

Alla spindlar måste ligga så att axlarnas centrumlinjer får avsedda vertikala eller horisontella lägen i förhållande till slidbanor och arbetsbord. De senare måste löpa så noggrant på sina banor att glapp och ojämnhet i gången ej kan förekomma. Utom lämplig konstruktion av lager och slidstyrningar fordras härför en styv bädd, som ej på något sätt ger efter för de krafter, som uppstår vid bearbetningen. Styvhet och jämnhet vinnes dels genom ändamåls-

enlig konstruktion av bädden, dels genom vissa åtgärder under tillverkningens gång.

Materialet i bädden är alltjämt gjutjärn, ehuru även svetsade konstruktioner förekommer. Efter gjutningen låter man godset ligga en längre tid, så att alla gjutspänningar försvinner. Först därefter börjar bearbetningen. På maskiner, som fordrar särskilt stor noggrannhet, t. ex. planslipmaskiner, låter man för säkerhets skull slipskivan ta ett tunt skär på arbetsbordet efter maskinens montering. Arbetsbordet blir då absolut parallellt med slipskivespindeln.

I samband med styvheten står också friheten från vibrationer. Sådana uppkommer på grund av olikformighet i gången hos drivanordningens olika delar. Vid maskiner, där det är särskilt betydelsefullt att inga vibrationer förekommer, som kan ge upphov till ojämnheter i den bearbetade ytan (slip- och finbearbetningsmaskiner), placerar man sådana delar, som ger upphov till vibrationer, på dämpande underlag och utbalanserar för övrigt alla roterande delar så noggrant som möjligt. Kugghjul, som i sig själva ger upphov till vibrationer, undvikes och i stället användes remmar — som icke överför vibrationer — för att driva arbetspindlar o. d.

**Fråga 6.** *Vilken verkan har vibrationerna på arbetsstycket?*

Drivanordningen, som beskrives närmare i kapitlen *Drivmotorer* och *Transmissioner,* utgöres av remskiva eller elmotor på maskinen samt kopplingar och växlar av olika slag, över vilka skär- och matningsrörelse uttages. Respektive rörelser överföres till roterande rörelse på spindlar, rätlinjig rörelse på slider och bord, vridningsrörelse på rundbord m. m. Alla rörelser som icke är direkt produk-

tiva — dvs. utnyttjas för spånskärning — utföres så snabbt som möjligt.

Moderna maskiner kännetecknas av kraftig och ändamålsenlig konstruktion, hög hastighet på skärrörelsen, snabba inställningsrörelser och lättillgängliga och lättskötta inställnings- och manöverorgan. De är vidare försedda med rikligt tilltaget kylsystem samt med lättskötta och effektiva anordningar för smörjning av maskinen.

Emedan en höjning av skärhastigheten med bibehållen spåntväryta fordrar större effektutveckling vid bearbetningsstället, har en viss växelverkan ägt rum mellan verktygsmaterialens och verktygsmaskinernas utveckling, i det att dessa bl. a. utrustats med allt kraftigare drivmotorer.

Vid början av 1900-talet fick en 5 hk elektrisk motor mången gång via en taktransmission tjäna som drivkälla för flera medelstora verktygsmaskiner. Numera har som regel varje maskin sin egen motor, placerad direkt på maskinen eller i stativet, och en del av dessa s. k. *direktdrivna* maskiner av medelstorlek är utrustade med motorer på 10 — 20 hk, för att man till fullo skall kunna utnyttja skärförmågan hos moderna verktygsmaterial, såsom stellitlegeringar och sintrade *hårdmetaller*.

Hårdmetallernas rätta utnyttjande kräver inte bara en kraftig maskin och en stark drivmotor. Vissa försiktighetsmått, som har till ändamål att skydda verktyget, måste också iakttagas. De kan sammanfattas i följande punkter:

1. Använd kort inspänning av verktyget och ordentlig fastsättning för att undvika nedböjning och vridning med därav förorsakade vibrationer hos verktyget.

2. Centrera noga roterande verktyg, t. ex. fräsar, så att slag och stötar mot skären ej behöver befaras.

3. Använd kylning endast om jämn och pålitlig tillförsel av kylmedlet kan påräknas.

4. Frånkoppla matningen innan huvudrörelsen slås ifrån, då bearbetningen skall sluta. Om maskinen stoppas under det att verktyget skär, brytes eggen sönder.

Om dessa rekommendationer iakttages, kan man räkna med upp till 10 gånger så stor skärhastighet med hårdmetall som med snabbstål vid samma utslitningstid.

**Fråga 7.** *Vad finns det för samband mellan maskinkonstruktionen och verktygen hos moderna verktygsmaskiner?*

## Drivmotorer

Verktygsmaskiner drives av elektriska motorer. Medan man tidigare i allmänhet använde en gemensam motor för flera maskiner, s. k. *gruppdrift,* använder man nu i allt större utsträckning en motor, eller eventuellt flera motorer, för varje maskin, s. k. *enkeldrift.*

Enkeldriftens fördelar är bl. a. att icke samtliga maskiner behöver stanna, som fallet är då en gruppmotor stannar, att bromsning, omkastning av rotationsriktningen och hastighetsändring kan erhållas på elektrisk väg, att de i underhåll dyrbara remmarna bortfaller, att maskinen med hjälp av elektriska regleringsorgan kan göras mera lättskött m. m.

För drift av verktygsmaskiner kan både växelströms- och likströmsmotorer komma ifråga. Samma verktygsmaskin kan också vara utrustad med båda slagen av motorer.

I allmänhet erfordras en motor med konstant varvtal, vars rotationsriktning kan omkastas. All hastighetsreglering sker då på mekanisk eller hydraulisk väg. För detta

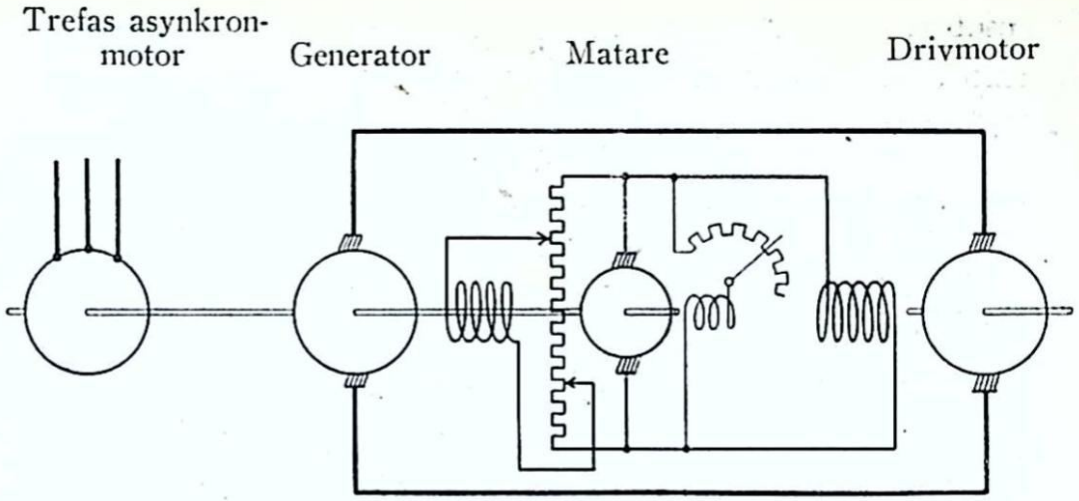



*Fig. 13. Ward Leonard-koppling.*

ändamål lämpar sig den *kortslutna trefasmotorn* utmärkt. Dess relativt dåliga startmoment bereder inga större olägenheter, eftersom motorn i allmänhet startar obelastad.

På en del verktygsmaskiner uppnås speciella fördelar i form av förenklade växelanordningar, om motorn kan köras med flera olika hastigheter. Detta kan uppnås med en *polomkopplingsbar trefasmotor,* som bl. a. användes på borrmaskiner.

Om större fordringar ställes på varvtalets variation, användes i regel *likströmsmotorer* försedda med reglerpådrag, vilka kan vara anordnade för stegvis eller kontinuerlig varvtalsreglering eller eventuellt för en kombination av dessa regleringssätt. Sådana motorer användes bl. a. på vissa slipmaskiner.

Vid största förekommande anspråk på varvtalsreglering, t. ex. för mycket stora svarvar, användes *likströmsmotor i Ward Leonard-koppling* (fig. 13). Denna anordning, som är både dyrbar och komplicerad, kräver utom likströms-

motorn ett hjälpaggregat bestående av en likströmsgenerator, en trefasmotor samt en matarmaskin, som förser likströmsgeneratorns magnetlindning med likström.

**Fråga 8.** *Vilka olika metoder för varvtalsreglering användes?*

De för motorernas startning, omkoppling och reglering erforderliga manöverorganen placeras i regel på verktygsmaskinen och göres så lättåtkomliga och lättskötta som möjligt. Ofta kompletteras de för drivmotorn direkt erforderliga organen med elektriska styrnings- och säkringsanordningar, som t. ex. kan göra motorns varvtal beroende av en slids läge, automatiskt stoppa motorn, då ett arbetsbord träffar ett anslag osv. Manöveranordningarna sammanföres ofta så, att flera olika funktioner fullgöres med samma spak. Vanliga utföringsformer är *valsomkopplare, manöverställare med kulspak* och *tryckknappslådor.* De förra användes direkt för t. ex. vändning och polomkoppling för hastighetsändring. De båda senare användes för att påverka *kontaktorer,* som i sin tur utför erforderliga omkopplingar. Tryckknappslådor placeras ofta på flera olika ställen på maskinen för att alltid vara lätt tillgängliga för maskinskötaren.

Drivmotorns effekt skall utnyttjas för att åstadkomma skärrörelse, matningsrörelse, inställningsrörelse, för drift av pumpar m. m. Vid *direkt drift* överföres effekten medelst fast eller lösbar koppling till det drivna organet. Vid *indirekt drift* överföres effekten till den drivna maskindelen medelst flatrem, kilrem, kedja, kuggväxel eller speciella för verktygsmaskiner konstruerade organ. Utom nyssnämnda rent mekaniska överföringsorgan användes i stor utsträckning hydraulisk rörelseöverföring.

# Transmissioner

## Remtransmissioner

Remdrift med flatrem användes först och främst vid gruppdrift. Den enklaste formen kräver endast en rem (fig. 14). Omkastning av rotationsriktningen och förändring av varvtalet samt in- och urkoppling av rörelsen sker på maskinen. S. k. trappskivor användes fortfarande för att åstadkomma olika hastigheter t. ex. på små svarvar (fig. 15). Ändlösa remmar av textilt material användes bl. a. på slipmaskiner för att överföra rörelsen från en drivmotor till en slipskivespindel. I övrigt har vanlig flatrem ingen större användning.

Kilremmar, som också är ändlösa, användes i rätt stor utsträckning. Den viktigaste uppgiften är att överföra effekten från drivmotorn till den ingående axeln i en spindeldocka, växellåda eller dylikt eller direkt till en arbetsspindel (fig. 16.).

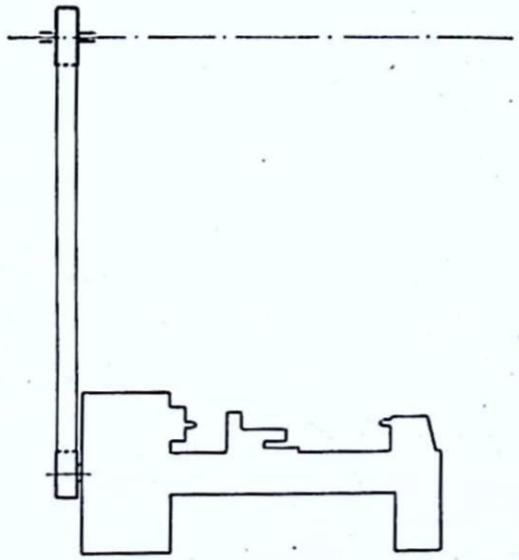


*Fig. 14. Flatremdrift med en rem (gruppdrift).*

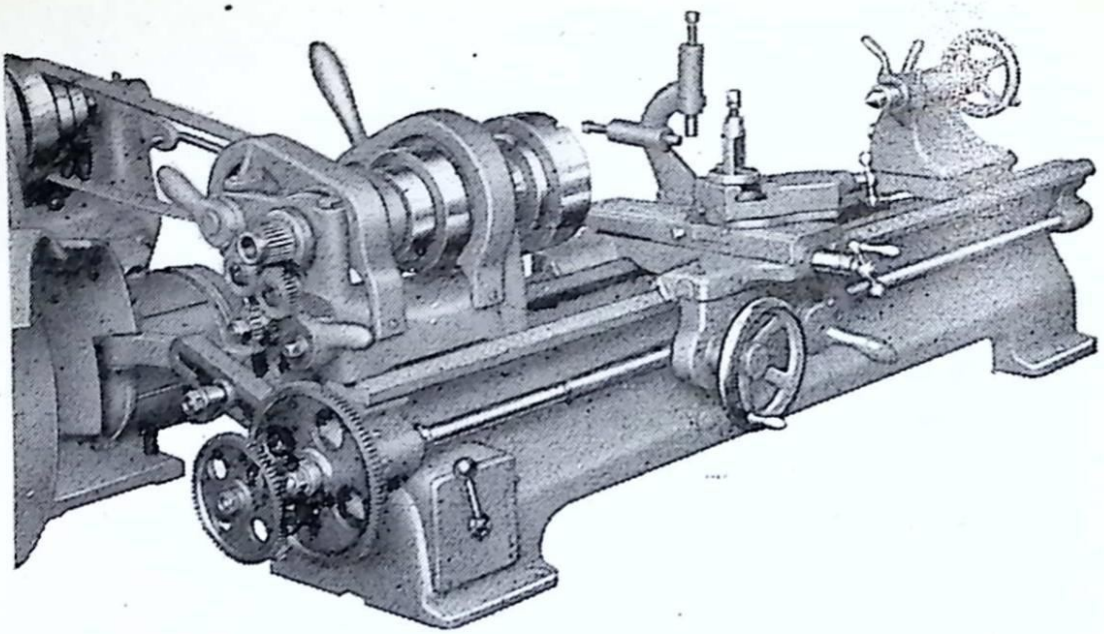


*Fig. 15. Bänksvarv med trappremskiva.*

Remdriften utgör ett bekvämt sätt för rörelseöverföring. Till dess nackdelar hör, att viss slirning alltid förefinnes, varför den drivna axelns varvtal ej kan exakt beräknas. Vidare erfordras i många fall en spännanordning av något slag, som håller remmen eller remmarna sträckta. Den bästa spännanordningen utgöres av en spännrulle, som med måttligt tryck ligger an mot den slaka parten av remmen nära den mindre skivan. Till remdriftens fördelar hör mjukhet i gången (speciellt vid ändlösa remmar, som saknar remlås) samt remdriftens egenskap att icke överföra vibrationer. Denna senare egenskap utnyttjas särskilt på finbearbetningsmaskiner.

**Fråga 9.** *Vilka är remdriftens för- och nackdelar?*

Vid beräkning av varvtal och skivdimensioner användes följande formel:

$$\frac{n_1}{s \cdot n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [1]$$

$n_1$ = drivande skivans varvtal,
$n_2$ = drivna skivans varvtal,
$d_1$ = drivande skivans diameter,
$d_2$ = drivna skivans diameter,
$s$ = slirningsfaktorn.

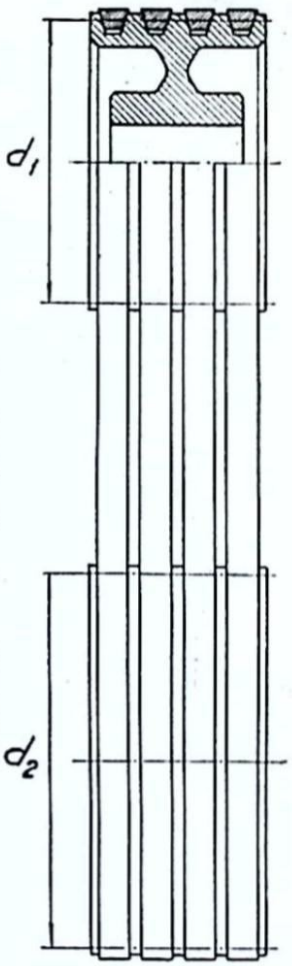



*Fig. 16. Kilremdrift.*

Vid flatremdrift räknar man med remskivornas ytterdiameter och sätter slirningsfaktorn till 1,03. Vid kilremdrift räknar man med spårskivornas delningsdiametrar[1] (se fig. 16) och sätter slirningsfaktorn till 1,01.

**Exempel:** Vid en kilremdrift är den drivande skivans delningsdiameter 202 mm och dess varvtal 1 440 r/m. Hur stor skall den drivna spårskivans delningsdiameter vara för att dess varvtal skall bli 800 r/m?

Lösning:

Använd formel [1], varav $d_2 = \frac{d_1 \cdot n_1}{s \cdot n_2}$

sätt in $n_1 = 1\,440$, $n_2 = 800$
$d_1 = 202$, $s = 1{,}01$.

Alltså $d_2 = \frac{202 \cdot 1\,440}{1{,}01 \cdot 800} = 360$ mm.

[1] Delningsdiametern är mindre än ytterdiametern och erhålles vid kilremdrift genom att från spårskivans ytterdiameter draga ett för varje kilremsektion karakteristiskt värde, som anges av kilremleverantören. Allmänt kan man säga att begreppet delningsdiameter definieras av formel 1.

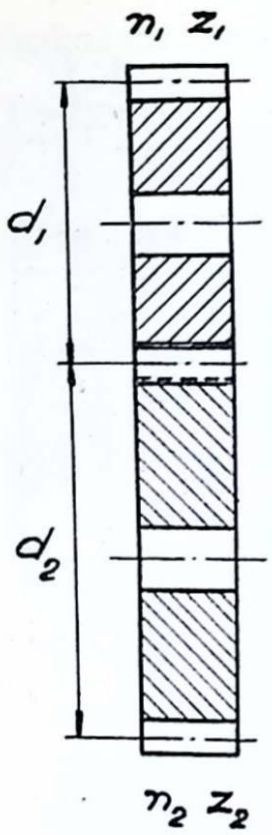



*Fig. 17.*
*Cylindrisk kuggväxel.*

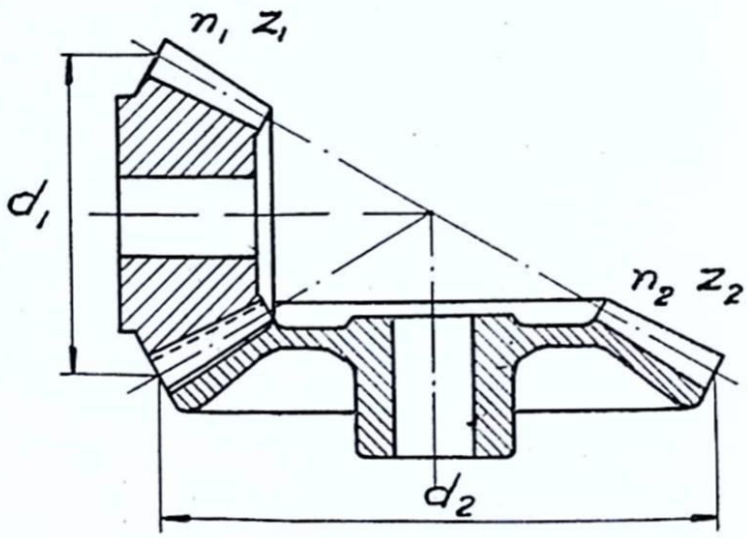



*Fig. 18.*
*Konisk kuggväxel.*

## Kedjetransmissioner

Kedjedrift användes någon gång i stället för remdrift för överföring av effekten från den drivande axeln till en med denna parallell och närliggande axel. Fördelen med kedjedrift är att ingen slirning förekommer. Den användes därför, då kuggväxel icke lämpligen kan användas, t. ex. på fräsmaskiner för matningsrörelsen, när matningshastigheten måste stå i ett visst bestämt förhållande till frässpindelns hastighet.

Vid kedjedrift användes kedjehjulens delningsdiametrar eller kuggantal för beräkning av utväxlingsförhållandet.

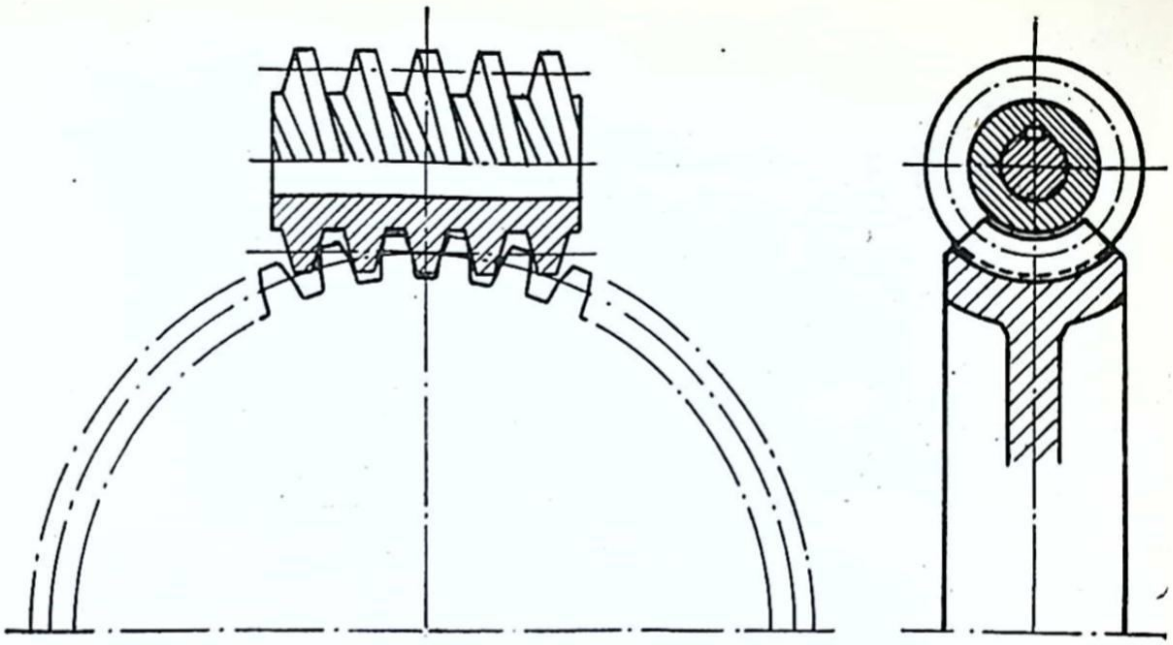


*Fig. 19. Skruvväxel.*

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} \quad \ldots\ldots\ldots\

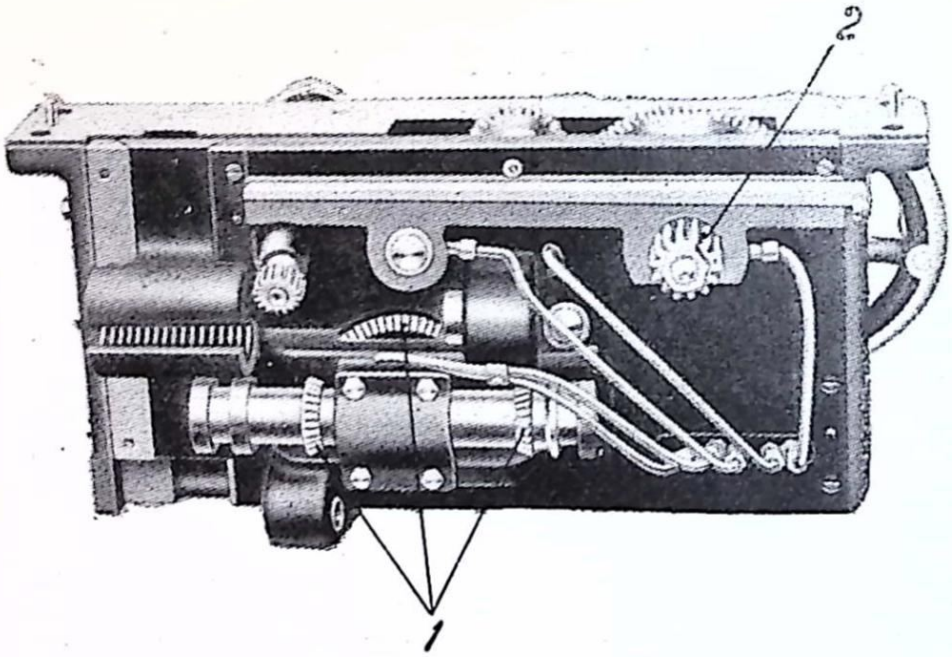



*Fig. 20. Förkläde till svarv.*
1. Koniska kugghjul. 2. Cylindriskt kugghjul, som arbetar mot kuggstång på prisman, för längdmatning.

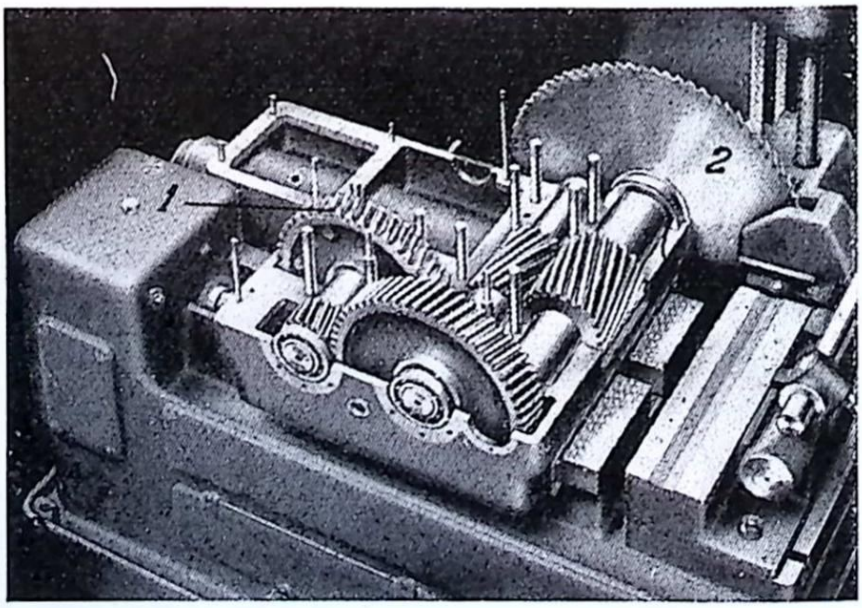



*Fig. 21. Växellåda för cirkelsågmaskin.*
1. Skruvhjul (tillhörande skruv återfinnes i fig. 27). 2. Sågklinga.

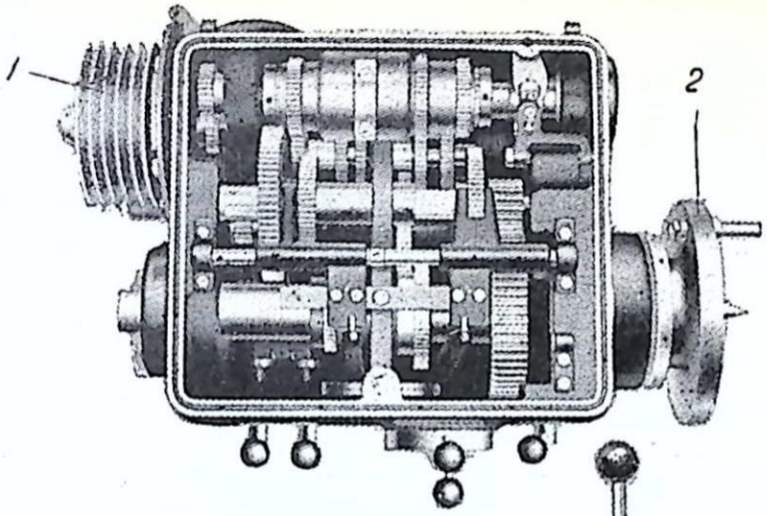



*Fig. 22.*
*Spindeldocka för svarv.*
1. Spårskiva på ingående axel. 2. Arbetsspindel med medbringarskiva.

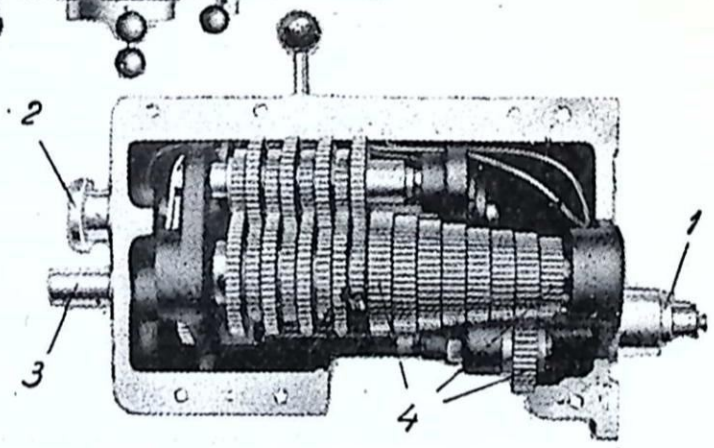



*Fig. 23.*
*Matningsväxellåda för svarv.*
1. Ingående axel. 2. Utgående axel för ledarskruv. 3. Utgående axel för mataraxel. 4. Nortonväxel.

mer. Figurerna 20 och 21 visar några exempel på inbyggnad av kuggväxlar i verktygsmaskiner.

De olika växlar, som användes för att åstadkomma skärrörelse respektive matningsrörelse förlägges i gemensamma hus. Arbetsspindel med växlar, hjälpaxlar, kopplingar och regleringsorgan samt omgivande hus bildar då vanligen en sluten enhet, som kallas spindeldocka (fig. 22). Matningsväxlar med axlar m. m. sammanföres på liknande sätt till en matningsväxellåda (fig. 23). *Nortonväxeln* utgör en standardiserad form av matningsväxel, som antingen användes ensam eller som i fig. 23 i förening med andra växlar.

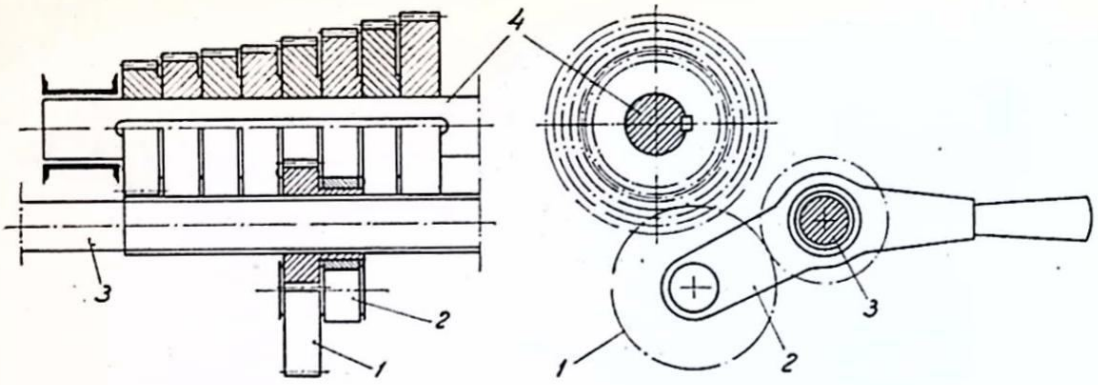



*Fig. 24. Nortonväxel.*
1. Mellanhjul. 2. Lyra. 3. Ingående axel. 4. Utgående axel.

Nortonväxeln — Nortonlådan — visas tydligare i fig. 24. Den består av tvenne axlar. På den övre axeln sitter ett antal kugghjul, med olika kuggantal, fastkilade. På den undre axeln sitter endast ett kugghjul, som roterar med axeln. En lyra, som uppbär ett mellanhjul, är dessutom lagrad på den undre axeln på sådant sätt, att den kan svängas omkring axeln och förskjutas i axelns längdriktning, varvid det på axeln sittande kugghjulet följer med. Mellanhjulet är ständigt i ingrepp med nyssnämnda hjul. Genom att flytta och svänga lyran kan man få mellanhjulet i ingrepp med vilket som helst av de på den övre axeln sittande hjulen.

**Fråga 10.** *Hur arbetar en Nortonväxel?*

Som en övergångsform mellan trappskiva, som medger högst 5 olika hastigheter, och en spindeldocka med stort antal hastigheter, står kombinationen trappskiva med bakväxel (fig. 25).

För beräkning av utväxlingsförhållandet vid kuggväxlar användes samma formel som för kedjedrift.

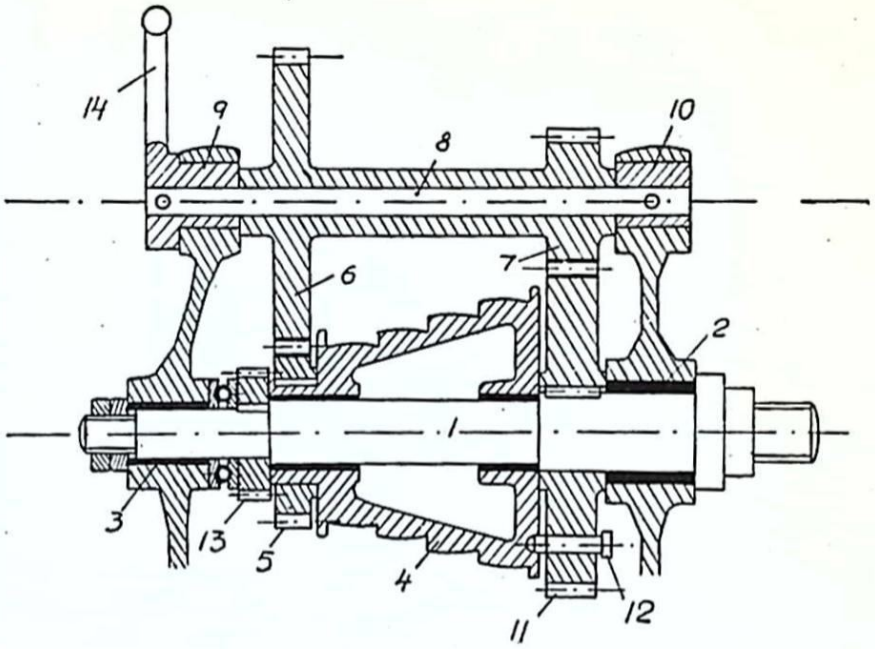



*Fig. 25. Trappskiva med bakväxel.*
1. Arbetsspindel. 2, 3. Lager. 4. Trappskiva. 5, 6, 7, 11. Kugghjul för bakväxel. 8. Axel. 9, 10. Excentrar. 12. Medbringare. 13. Kugghjul för matningsrörelse. 14. Excenterarm.

## Kulissrörelse

Kulissrörelse användes på mindre hyvelmaskiner s. k. kipphyvlar för att åstadkomma den fram- och återgående rörelsen hos den slid, som uppbär verktyget. En vanlig form av kulissrörelse visas i fig. 26. Kulissrörelsen har bl. a. den fördelen, att hastigheten hos den drivna fram- och återgående delen blir störst vid slagets mitt. Vidare kan hastigheten i ena riktningen — återgångsriktningen — utan svårighet göras avsevärt större än i andra. Båda dessa omständigheter är till fördel på hyvelmaskiner.

**Fråga 11.** *Hur verkar en kulissrörelse?*

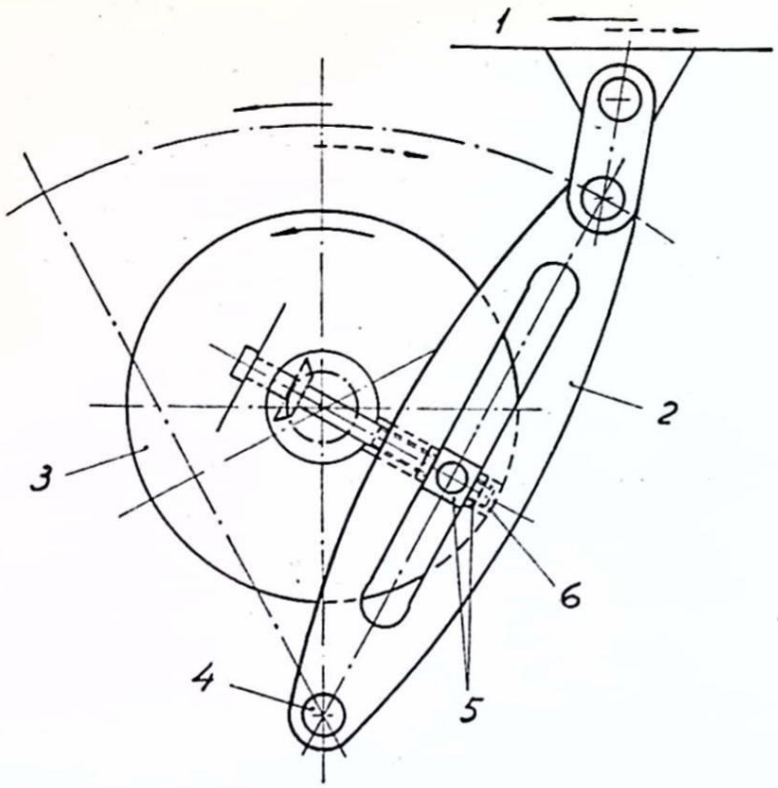



*Fig. 26. Kulissrörelse.*

1. Hyvelmaskinens fram- och återgående verktygsslid. 2. Kuliss. 3. Drivande skiva med spår (6) för tärning (5). 4. Fast tapp.

## Övningsuppgifter

*Lösningar till övningsuppgifterna återfinns i slutet av brevet.*

1. En drivaxel, som gör 200 r/m har en remskiva med 400 mm diameter. Hur fort roterar den drivna axeln, om dess remskiva har 500 mm diameter? Slirningsfaktorn är 1,03.

2. En drivaxel, som gör 400 r/m har en remskiva med 300 mm diameter. Hur stor diameter måste den drivna skivan ha, om den drivna axeln skall göra 200 r/m? Slirningsfaktorn är 1,03.

3. Vid en kilremdrift är den drivande spårskivans delningsdiameter 200 mm och dess varvtal 960 r/m. Hur stort blir den drivna spårskivans varvtal, om dess delningsdiameter är 350 mm. Slirningsfaktorn är 1,01.

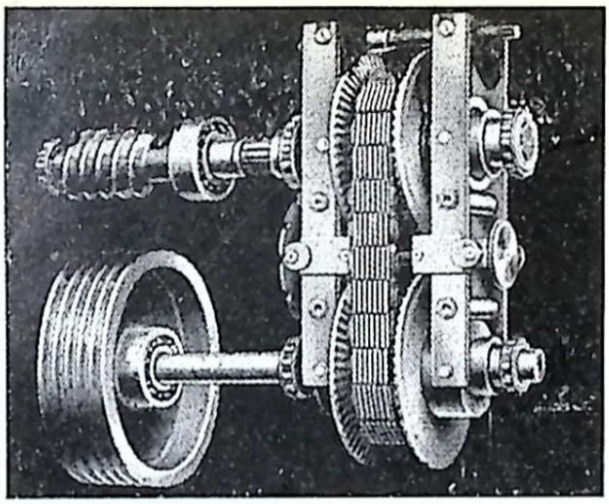


*Fig. 27. PIV-växel.*

4. Vid en kedjedrift är det drivande hjulets kuggantal 38. Hur många kuggar måste det drivna hjulet ha, om den drivna axeln skall rotera hälften så fort som den drivande axeln?

5. Den drivande axeln i en cylindrisk kuggväxel gör 400 r/m och den drivna axeln 144 r/m. Hur stor skall delningsdiametern vara på det drivande kugghjulet, om det drivna hjulets delningsdiameter är 250 mm?

6. Det drivande hjulet i en konisk kuggväxel har 40 kuggar och gör 150 r/m. Det drivna hjulet har 67 kuggar. Hur stort blir dess varvtal?

## Kontinuerligt reglerbara mekaniska växlar

En särskilt på borrmaskiner ofta använd växel av detta slag är den s. k. PIV-växeln (fig. 27). Dess mest utmärkande egenskap är att utväxlingen kan varieras kontinuerligt under gång. PIV-växeln använder sig av fyra koniska hjul försedda med kuggar placerade två och två på respektive drivande och drivna axeln i växeln. Avståndet mellan de mot varandra vända hjulen på respektive axlar kan varieras med en länkmekanism, som förbinder hjulen på så-

dant sätt, att när avståndet mellan hjulen på den ena axeln ökas, minskas samtidigt avståndet mellan hjulen på den andra axeln. Mellan hjulen ligger en tandkedja, som överför effekten från den ena axeln till den andra. Utväxlingsförhållanden från 1 : 1 till 1 : 7 kan erhållas.

**Fråga 12.** *Vad är det för fördel med kontinuerlig hastighetsreglering?*

## Hydraulisk drift

Den hydrauliska driftens fördelar kan sammanfattas på följande sätt:

1. Den underlättar fullt utnyttjande av hårdmetallverktyg, minskar bearbetningstiden genom att gynnsammaste skär- och matningshastighet alltid kan inställas och medger på enkelt sätt snabbrörelse vid återgång.
2. Den minskar bitiderna till det minsta möjliga genom förenklad och översiktlig manövrering av alla styrorgan, som reglerar verktygets och arbetsstyckets rörelser.

Dess viktigaste kännetecken är:

1. Steglös hastighetsreglering och därmed anpassning till varje spånskärningsuppgift.
2. Hastighetsreglering möjlig under gång.
3. Brottsäkerhet mot överbelastning.
4. Snabb och tillförlitlig omkastning av rörelseriktningen.
5. Stöt- och vibrationsfri gång.

Den hydrauliska driften användes allmänt för att åstadkomma matningsrörelse, särskilt på fräs- och slipmaskiner. Den användes vidare för att åstadkomma fram- och återgående skärrörelse på hyvel-, brotsch- och stickmaskiner.

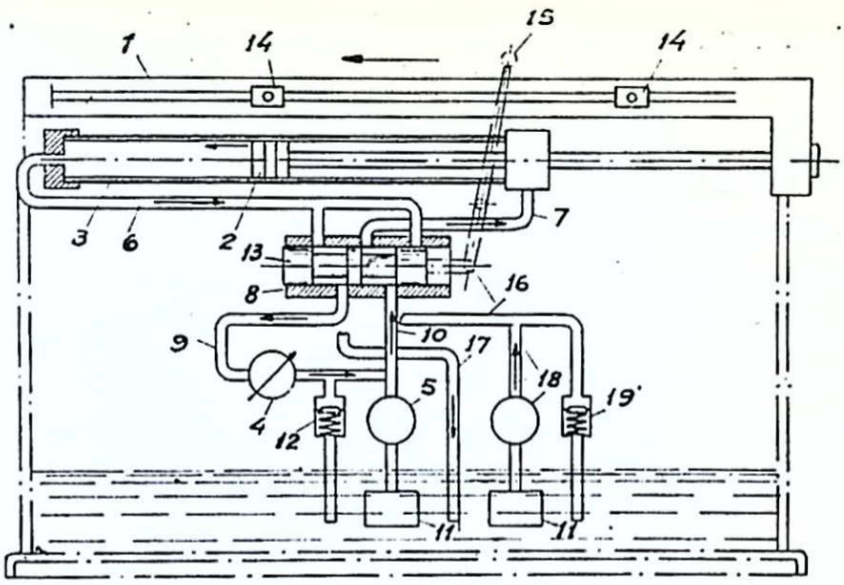



*Fig. 28. Schema för hydraulisk matningsrörelse för fräsmaskin.*
1. Fräsmaskinsbord. 2. Kolv. 3. Cylinder. 4, 5. Pumpar. 6, 7, 9, 10, 16, 17. Rörledningar. 8. Slidventil. 11. Sugsilar. 12, 19. Säkerhetsventiler. 13. Kolvslid. 14. Ställbara anslag. 15. Regleringsarm för omställning av kolvsliden. 18. Pump för snabbrörelse, som inkopplas genom vridning av kolvsliden.

Slutligen användes den för att åstadkomma roterande skärrörelse på svarvar och fräsmaskiner.

Det hydrauliska systemet består av pump och motor samt erforderliga rörledningar och regleringsorgan. Arbetsmediet utgöres av olja, som förvaras i en behållare. Pumpen, som drives av en elmotor, levererar tryckolja till oljemotorn, som sättes i rörelse av oljan. Pumpen kan vara en kolvpump, kugghjulspump eller för ändamålet specialkonstruerad pump. Oljemotorn utgöres vanligen av en cylinder, i vilken en kolv rör sig fram och åter. Endast då roterande rörelse skall åstadkommas, erfordras roterande oljemotor. Oljetryck upp till 25 kg/cm² kan utan vidare användas. Vid högre tryck inställer sig

olägenheter på grund av utvidgningen hos rörledningar m. m.

**Fråga 13.** *Varför använder man olja som arbetsmedium?*

Exempel på hydraulisk matningsrörelse vid en fräsmaskin visas i fig. 28. För fram- och återgående skärrörelse använder man gärna reglerbara roterande pumpar. För att åstadkomma roterande skärrörelse användes två enheter, vardera uppbyggd som en reglerbar roterande pump (fig. 29), varav dock den ena arbetar som motor.

## Skötsel och underhåll av verktygsmaskiner

Föreskrifter för montering och skötsel återfinnes vanligen i den med maskinen följande instruktionsboken. Montering av nya maskiner samt reparationer ombesörjes i de flesta större verkstäder av särskilda monterings- och reparationsavdelningar. Den normala tillsynen av maskinen åligger däremot maskinskötaren.

Maskinskötaren skall först och främst svara för vanlig ordning och snygghet på arbetsplatsen med verktyg m. m. på därför avsedda platser. Verktygsuppsättningen skall vara ändamålsenlig och bl. a. möjliggöra ansättning av lösa skruvar och muttrar med passande *fasta* nycklar. Skiftnycklar bör ej få användas då de förstör såväl skruvskallar som muttrar, om de ej är riktigt ansatta, vilket de sällan är. Observera för övrigt att nycklar ej bör användas som hammare. Maskinskötarens uppgifter kan i övrigt sammanfattas på följande sätt:

1. Rengöring av maskinen.
2. Smörjning.

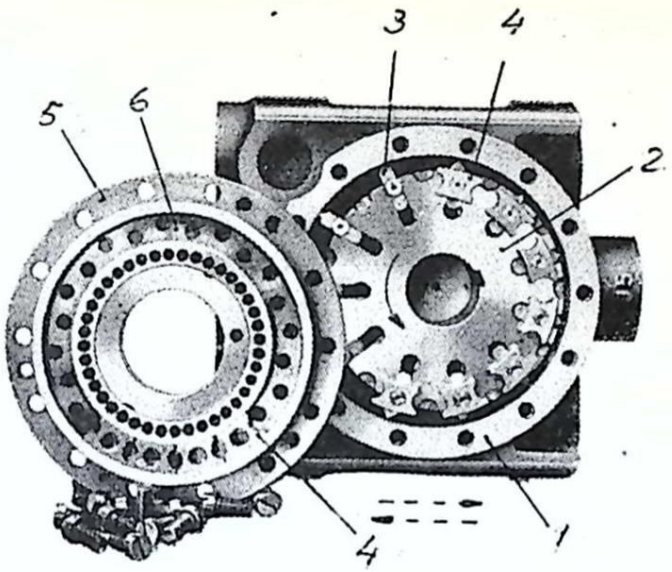



*Fig. 29. Roterande hydraulisk pump (Enor).*
1. Pumphus; reglering genom pumphusets förskjutning. 2. Löphjul. 3. Skovlar. 4. Klackar, som bestämmer skovlarnas radiella läge. 5. Lock. 6. Spår för styrning av klackarna.

3. Ansättning av styrlinjaler.
4. Justering av kopplingar och remspänningsanordningar.
5. Justering av tätningar m. m. på hydrauliska maskiner.
6. Kontroll av uppriktningen.

## Rengöring av maskinen

I allmänhet tillämpas i våra verkstäder regeln *grundlig rengöring av alla maskiner varje lördag*. Rengöringen — som ej endast får omfatta de lättåtkomliga och mest iögonfallande delarna av maskinen — har till uppgift att befria maskinen från spån och smuts och förhindra rostbildning på blanka ytor. Målarfärgen på maskinen har bl. a. till

uppgift att förhindra rostbildning och skall därför hållas ren med rengöringsmedel, som ej skadar färgen. Efter avlägsnande av spån och smuts med hjälp av borste och torkduk, torkas hela maskinen med en ren torkduk indränkt i fotogen. Om maskinen står i fuktig lokal, bör blanka ytor insmörjas med ren mineralolja, varigenom rostbildning förhindras.

Spån måste avlägsnas, så snart de samlas i större mängd, vilket ofta innebär, att maskinskötaren måste ta bort spån från spånlåda och arbetsbord flera gånger dagligen. Det är icke lämpligt att avlägsna spånen med hjälp av tryckluft. Luften kan nämligen blåsa in små spånpartiklar i lagren, vilka allvarligt kan skadas därav. Gängor och spår kan, när de ej användes, skyddas genom att man lägger trassel i gängan eller spåret. Många maskiner t. ex. fräsmaskiner är försedda med spånskydd, vilka utformats på sådant sätt, att spånen ej faller ned på slidstyrningar eller matarspindlar utan avledes till spånlådan (fig. 30).

På vissa filmaskiner användes en fläkt, som blåser bort spånen. Dessa maskiners konstruktion är sådan, att någon risk för att spånen skall komma in i lagren knappast förefinnes. Den på vissa slipmaskiner använda metoden synes emellertid vara mera tilltalande. På maskiner för torrslipning användes nämligen en dammsugare, som suger upp spånen (slipdammet). Spånen samlas då i en behållare, som kan tömmas med regelbundna mellanrum, och behöver icke spridas i rummet.

Behållaren för kylmedel, samt i denna befintliga silar, måste noggrant rengöras med regelbundna mellanrum. Här samlas såväl smuts som spån, som rinner ned med kylmedlet. I allmänhet är behållarens storlek och konstruktion

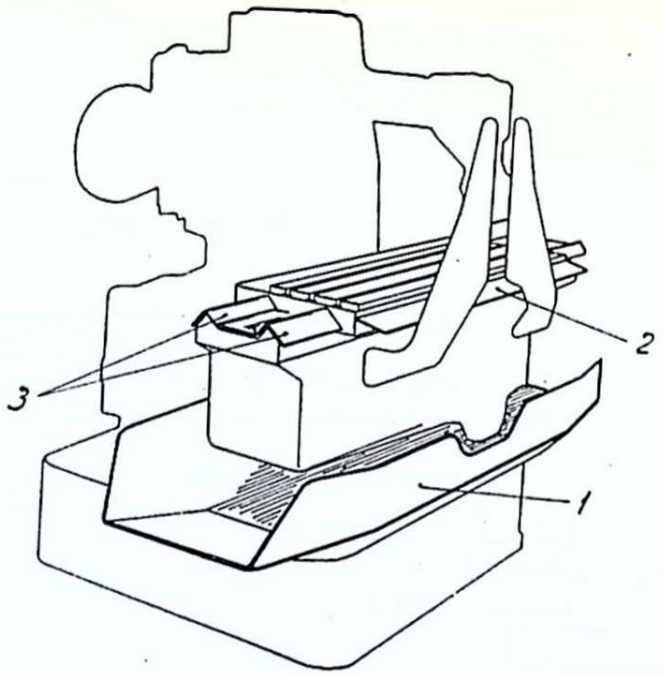



*Fig. 30. Spånskydd på fräsmaskin.*
1. Spånlåda. 2. Skyddsplåt för arbetsbordets regleringsorgan.
3. Skyddsplåt för arbetsbordets styrlister.

sådan, att denna rengöring ej behöver utföras mer än kanske varannan eller var tredje vecka.

**Fråga 14.** *Varför bör man ej blåsa bort spån med tryckluft?*

**Fråga 15.** *Vad blir följden om kylmedelsbehållaren icke rengöres tillräckligt ofta?*

## Smörjning

Rätt smörjning är en nödvändig förutsättning för att maskinen skall fungera tillfredsställande. Utom i instruktionsboken finnes regler för smörjningen angivna på skyltar vid de viktigare smörjställena på de flesta maskiner. Nya maskiner måste, som naturligt är, smörjas särskilt omsorgsfullt, innan drivmotorn första gången inkopplas. Helst bör

man, där så ske kan, förflytta rörliga delar för hand för att övertyga sig om, att allt fungerar oklanderligt. När maskinen väl är i drift, utföres smörjningen efter ett visst schema, som omfattar dels dagliga åtgärder, dels åtgärder, som skall vidtagas med större tidsmellanrum t. ex. en gång i veckan, en gång varje halvår osv.

Följande metod kan med fördel användas för att tillförsäkra maskinerna riktig smörjning. Alla kärl, som användes för ett visst smörjmedel, märkes med samma färg. Samtliga ställen, som skall smörjas med detta smörjmedel, märkes med samma färg och förses med instruktioner på skyltar eller dylikt, angivande hur ofta och i vilken mycken het smörjmedel skall påfyllas och hur ofta eventuell tömning och rengöring skall verkställas. Tillämpas detta system för samtliga smörjmedel och för alla smörjställen på hela maskinparken, blir smörjningen effektivt utförd.

De olika smörjställena kan lämpligen indelas i följande grupper:

1. Växellådor och dylikt.
2. Slidstyrningar.
3. Lager för axlar.
4. Diverse smörjställen t. ex. verktygsfästen, manöveranordningar m. m.

**Fråga 16.** *Varför måste maskindelar smörjas?*

## Växellådor

Växellådornas (spindeldockornas) hus utgör vanligen oljebehållare. Kugghjulen, som doppar i oljan, erhåller därför direkt smörjning. Dessutom erhålles, på grund av den hastiga rörelsen, stänkolja i rummet över oljeytan, vil-

ken kan utnyttjas för smörjning av närliggande lager, kopplingsmuffar m. m. Eventuellt uppsamlas stänkoljan i fickor och ledes genom rör till närliggande lager. I andra fall användes en särskild oljebehållare, från vilken oljan genom rör droppar ned till smörjställena dvs. till kugghjul, lager och axlar, ibland även till närbelägna slidstyrningar.

Då växellådan i sig själv utgör oljebehållare, måste oljan bytas med regelbundna mellanrum, t. ex. 2 gånger årligen. Vid oljebytet utföres rengöring och spolning med någon tunnare sköljolja.

**Fråga 17.** *Vilka delar i en växellåda behöver smörjning?*

## Slidstyrningar

Styrningar och glidbanor för slidor och arbetsbord samt liknande delar smörjes oftast genom en eller flera utefter styrningen eller glidbanan placerade smörjnipplar avsedda för olja eller fett. Delar, som utför många och hastiga rörelser, erfordrar i allmänhet oljesmörjning dagligen.

## Lager för axlar och dylikt

Axlar i drivmotorer, arbetsspindlar (på svarvar) samt slip- och frässpindlar m. m. lagras i allmänhet i kul- eller rullager, mera sällan i glidlager. I allmänhet övergår man på verktygsmaskiner mer och mer från glidlager till rull- och kullager.

Kul- och rullager kan smörjas med fett, om varvtalen ej är alltför höga. Vid något högre varvtal låter man lagrets nedersta rullkroppar löpa i ett oljebad. Vid ytterligare höjning av varvtalet föredrages droppsmörjning från oljekopp med avledning av oljan, så att intet oljebad bildas.

Vid mycket höga varvtal, som förekommer på slipspindlar, tillföres oljan lämpligen i finfördelad form (oljedimma) medelst lågtrycksluft.

Kul- och rullager har mycket litet smörjmedelsbehov. Smörjningen kontrolleras dels genom ljudet, dels genom lagertemperaturen. Ett visslande ljud från lagret tyder på felaktig smörjning. Onormal temperaturstegring tyder på att lagret får för mycket smörjmedel.

Glidlager smörjes vanligen med olja, som tillföres droppvis från oljekopp eller kontinuerligt genom en veke, som doppar i en oljeficka intill lagret. Oljan bör vara tunnare ju högre hastigheten är. För mycket snabbgående slipmaskinspindlar, som i undantagsfall kan vara försedda med glidlager, användes fotogen. Annars användes glidlager i allmänhet endast för långsamtgående axlar.

**Fråga 18.** *Hur kan smörjningen av kul- och rullager kontrolleras?*

## Diverse smörjställen

Rörliga verktygsfästen, manöveranordningar, hjälpaxlar m. m. smörjes med fett eller olja allt efter omständigheterna. Sådana delar, som smörjes med olja måste i regel smörjas dagligen, under det att delar, som smörjes med fett kanske endast behöver smörjas en gång i veckan med hjälp av fettspruta.

## Centraliserad smörjning

På många verktygsmaskiner betjänas ett större antal smörjställen av en gemensam pump, som kan vara driven av maskinen eller avsedd för handdrift. Sådana pumpar

levererar vanligen oljan droppvis till smörjställena, om de är maskindrivna, eller i större mängd på en gång, när pumpkolven på en handdriven pump nedtryckes t. ex. en gång dagligen. Om växellådornas kugghjul, axlar och lager samtidigt smörjes från oljebadet i växelhusen, blir alltså smörjningen mycket enkel. Verklig cirkulationssmörjning, utbildad på samma sätt som t. ex. i en bilmotor, börjar också att få allmännare användning. Det utmärkande för cirkulationssmörjningen är, att oljan av en pump suges upp från en behållare och genom rör tryckes till smörjställena, från vilka den åter rinner ned i behållaren, där den renas, innan den åter suges upp av pumpen.

### Smörjmedel

För växellådor (spindeldockor) användes s. k. turbinolja eller motorolja tillhörande grupp M 20 enligt svenska normer eller SAE 10 enligt amerikanska normer. För övriga smörjställen användes i regel god maskinolja eller kullagerfett. SKF rekommenderar god neutral mineralolja eller mineraloljefett för kul- och rullager. Smörjmedel av enbart animaliskt eller vegetabiliskt ursprung bör icke användas på grund av faran för förhartsning och intorkning.

## Ansättning av styrlinjaler

Verktygsmaskinernas slider är i regel försedda med ansättbara linjaler. Genom ansättning av linjalerna kan man ta bort glapp, som förr eller senare uppstår på grund av nötning. Linjalerna kan vara kilformiga (fig. 31) eller pa-

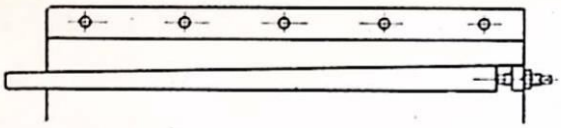


*Fig. 31. Kilformig linjal till slidstyrning.*

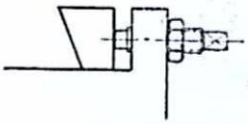


*Fig. 32. Parallellinjal till slidstyrning.*

rallella (fig. 32). De förra ansättes med hjälp av en skruv mot linjalens tjockända. De senare ansättes medelst skruvar mot linjalens långsida. Linjalerna skall ställas in på sådant sätt, att sliden går lätt men utan kännbart glapp.

## Justering av kopplingar och remspännings-anordningar

På en del verktygsmaskiner finnes lamellkopplingar eller andra slag av friktionskopplingar, som kräver tillsyn. Maskinskötarens uppgift inskränker sig oftast till att kontrollera att kopplingen ej slirar, då den är tillslagen, och att fullständig frikoppling erhålles, då den är frånslagen. Lamellkopplingar är ofta försedda med justeringsanordningar, som kan inställas av maskinskötaren. Är andra åtgärder nödvändiga för justering, bör reparationsavdelningen ingripa.

Spännanordningar förekommer på verktygsmaskiner, där motorns drivkraft överföres t. ex. till en arbetsspindel med hjälp av flatrem eller kilrem, för att hålla remmen lagom spänd. Dessa spännanordningar, som kan utgöras av spännrullar eller inställningsanordningar för axelavståndet eller av spårskivor med inställbar delningsdiameter, juste-

ras i regel lätt av maskinskötaren så, att lämplig remspänning utan märkbar slirning erhålles.

## Justering av tätningar m. m. på hydrauliska maskiner

På maskiner med hydraulisk drift förekommer tätningar och packboxar, som i vissa fall kan ansättas av maskinskötaren om läckage konstateras. Om arbetsbordet på en maskin med hydraulisk bordrörelse inte står stilla utan »kryper», när manöverspaken står i stoppläge, kan man misstänka, att det finns luft i systemet. Luften kan ha inkommit genom packboxen omkring kolvstången eller genom någon annan tätning. En ytterligare anledning till »luft i systemet» kan vara för lågt oljestånd i oljebehållaren. Då suger oljepumpen luft. Ansättning av packboxens gland och påfyllning av olja är saker, som kan utföras av maskinskötaren.

Om luft inkommit i systemet, på grund av läckage eller på grund av att maskinen stått stilla en längre tid, måste den avlägsnas. Detta kan i regel ske genom att maskinen köres i tomgång en stund med manöverorganen i de lägen, som anges i instruktionsboken.

Justering av regleringsventiler för rörelsens omkastning, och av säkerhetsventiler, kan i regel utföras av maskinskötaren. Däremot är det nog reparationsavdelningens sak att avhjälpa ett sådant fel som ryckig rörelse hos bordet, vilket kan vara förorsakat av oljeläckage i eller vid regleringsorganen.

**Fråga 19.** *Vilka felaktigheter på en hydraulisk maskin kan maskinskötaren avhjälpa?*

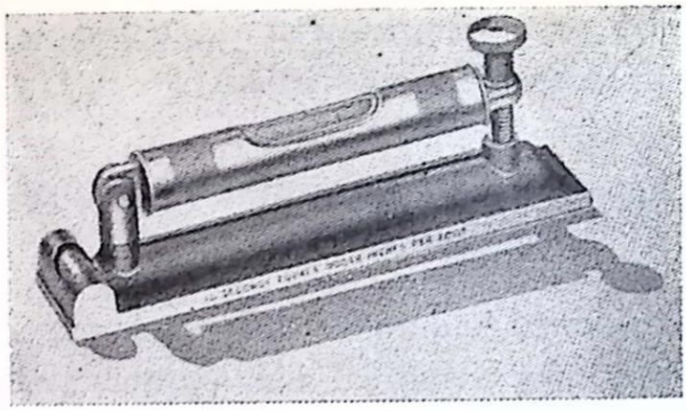


*Fig. 33. Vattenpass.*

## Kontroll av uppriktningen

Montering och uppriktning av en ny maskin utföres i regel av monteringsavdelningen. Emedan byggnader och golv kan slå sig och sätta sig, t. ex. på grund av temperaturväxlingar, kan uppriktningen gå förlorad, vilket innebär att bädden blir skev. Risken härför är störst på långsträckta maskiner t. ex. svarvar, hyvelmaskiner och långa slipmaskiner, mindre på mera kompakta maskiner som borrmaskiner och fräsmaskiner. Om bädden blivit skev kan en svarv ej längre åstadkomma en fullt cylindrisk yta, en hyvel ej hyvla plant osv. Nötningen på maskinen blir ojämn och efter någon tid har den i maskinen inbyggda noggrannheten gått förlorad och går ej att återställa med enbart uppriktning.

Om uppriktningen gått förlorad, måste den därför snarast möjligt återställas. Kontroll av uppriktningen tid efter annan är därför nödvändig. En sådan kontroll utföres med hjälp av ett vattenpass, som måste vara ställbart (fig 33)

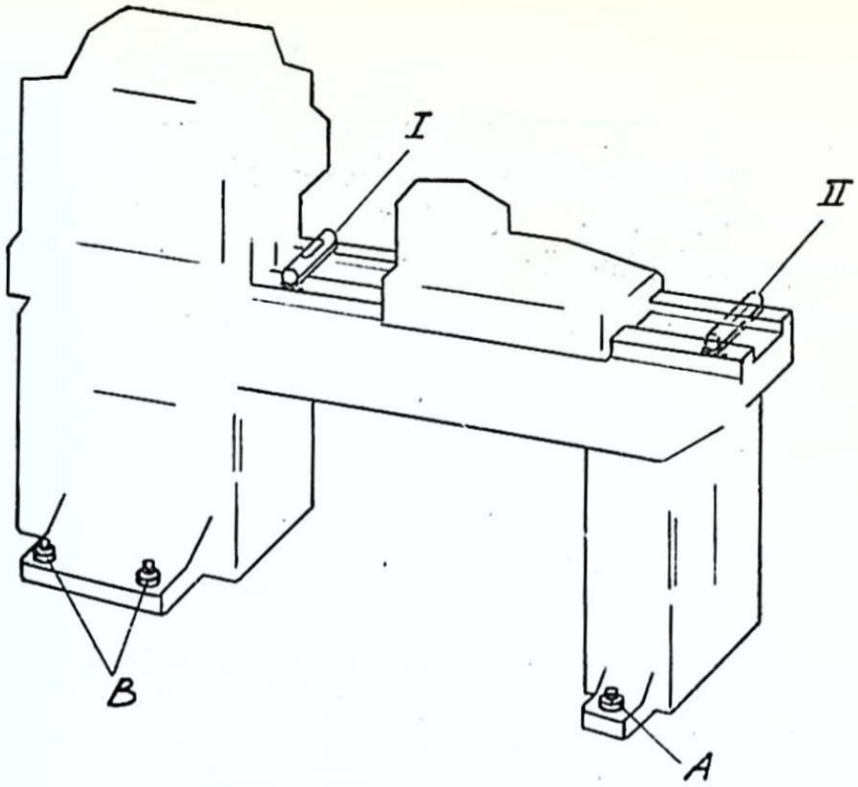



*Fig. 34. Kontroll av uppriktningen.*

och som bör medge en avläsningsnoggrannhet av 10 sekunder per delstreck. Tio sekunder motsvarar en lutning av 0,05 mm på en meter.

Tillvägagångssättet vid kontrollen är följande. Bultarna A lossas (fig. 34) men bultarna B lämnas orörda. Vattenpasset lägges på prisman i läge I. Med hjälp av ställskruven justeras vattenpasset så, att blåsan står i mitten. Blåsan bör ha minst en halv minut på sig för att stanna. Vattenpasset flyttas därefter till läge II utan att ställskruven röres. Om vattenpasset ej ger något utslag i det nya läget, är uppriktningen oförändrad. Ger vattenpasset däremot utslag, har uppriktningen förlorats och man måste justera

den genom att vrida på fötternas ställskruvar vid B. Om blåsan rör sig åt maskinens framsida skall tydligen baksidan höjas eller framsidan sänkas. Saknas ställskruvar, användes tunna plåtbitar under fötterna nära grundbultarna för att justera höjdläget.

Efter justeringen gör man en ny inställning av vattenpasset i läge I. Om vattenpasset därefter i läge II visar större utslag än ett delstreck, får man göra om justeringen och kontrollen tills utslaget i läge II blir mindre än ett delstreck.

# Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

1. *Vilka verktygsmaskiner har rätlinjig och vilka har roterande skärrörelse?*

2. *Vad blir följden om arbetsstycke och slipskiva har motsatt rotationsriktning vid utvändig rundslipning?*

3. *Hur har hårdmetallverktygen påverkat verktygsmaskinernas konstruktion?*

4. *Vilka fördelar medför enkeldrift av verktygsmaskiner?*

5. *Varför kan man vid vissa maskiner ej använda slirande organ för överföring av matningsrörelse?*

6. *När användes växelströmsmotorer för drift av verktygsmaskiner?*

7. *Vilka regler skall man tillämpa vid smörjning av kullager?*

8. *Vid en kilremsdrift är den drivande skivans varvtal 320 r/m och dess delningsdiameter 290 mm. Den drivna skivans delningsdiameter är 200 mm. Hur stort blir dess varvtal om slirningsfaktorn antages vara 1,01?*

# Lösningar till övningsuppgifterna

**Ex. 1.** Formel [1] $\frac{n_1}{s \cdot n_2} = \frac{d_2}{d_1}$ användes. Efter insättning av de givna värdena erhålles: $\frac{200}{1{,}03 \cdot n_2} = \frac{500}{400}$ varav $n_2 = \frac{200 \cdot 400}{1{,}03 \cdot 500} =$ $= 155{,}4.$ Svar: 155,4 r/m.

**Ex. 2.** Efter insättning i formel [1] erhålles: $\frac{400}{1{,}03 \cdot 200} = \frac{d_2}{300 \cdot}$ varav $d_2 = \frac{400 \cdot 300}{1{,}03 \cdot 200} = 582{,}5$ Svar: 582,5 mm.

**Ex. 3.** Efter insättning i formel [1] erhålles: $\frac{960}{1{,}01 \cdot n_2} = \frac{350}{200}$ varav $n_2 = \frac{960 \cdot 200}{1{,}01 \cdot 350} = 543.$ Svar: 543 r/m.

**Ex. 4.** Formel [2] $\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$ användes. Enligt uppgift skall $n_1$ vara dubbelt så stort som $n_2$. Detta kan tecknas såsom $\frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1}$ Vi erhåller alltså $\frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1} = \frac{z_2}{z_1}$ efter insättning av $z_1 = 38$ hålles: $\frac{2}{1} = \frac{z_2}{38}$ varav $z_2 = 76.$ Svar: 76 kuggar.

**Ex. 5.** Efter insättning i formel [2] erhålles: $\frac{400}{144} = \frac{250}{d_1}$, varav $d_1 = \frac{250 \cdot 144}{400} = 90.$ Svar: 90 mm.

**Ex. 6.** Efter insättning i formel [2] erhålles: $\frac{150}{n_2} = \frac{67}{40}$, varav $n_2 = \frac{150 \cdot 40}{67} = 89{,}6$ Svar: 89,6 r/m.

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
93422

# VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 6

## Spånskärande verktyg

### Inledning

De verktyg för spånavskiljande maskinbearbetning som behandlas i det följande, tillverkas av olika material som tidigare behandlats i brev 2. Vare sig materialet utgöres av stål, snabbstål eller hårdmetall, erhåller verktyget i fråga en viss form som ej mycket påverkas av materialet. De för slipning använda verktygen avviker dock både beträffande form och material högst avsevärt från övriga här behandlande verktyg. Vi har därför valt att behandla slipverktygen tillsammans med slipmaskinerna i brev 12.

### Svarvstål

#### Vanliga svarvstål

Svarvstålen kan numera sägas vara tämligen standardiserade, dels beträffande den allmänna formgivningen och användningen, dels beträffande stålhuvudets vinklar.

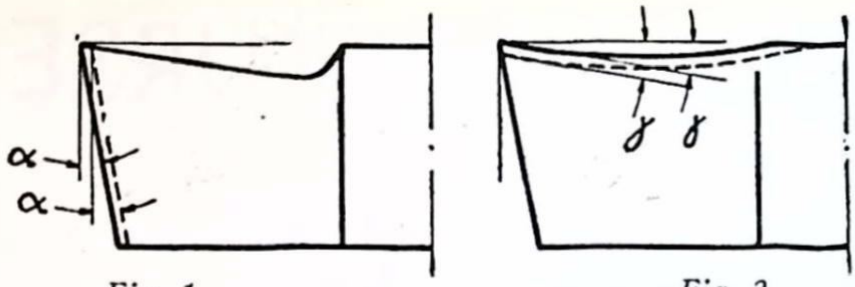



*Fig. 1.* *Fig. 2.*

*Fig. 1—2. Olika huvudformer vid vanliga svarvstål.*

Stålskaftet har vanligen rektangulär tvärsektion med höjden ca 1,5 gånger bredden. Stålhuvudet utsmides i ena änden, slipas till önskad form och förses med de avsedda vinklarna. Härvid bör beaktas att spånytans form utövar stort inflytande dels på stålets styrka, dels på möjligheterna till omslipning. Fig. 1—2 visar de olika huvudformer som förekommer, sedda från sidan. När stålen slipas, utföres slipningen i regel på släppningsytan, som fig. 1 antyder. När stålet har krökt spånyta förändras eggvinkeln, om man slipar på släppningsytan. Man måste därför slipa ett sådant stål på spånytan. De plana spånytorna är, som lätt inses, lättast att slipa.

**Fråga 1.** *Hur inverkar spånytans form på omslipning av stålet?*

De vanliga enkla svarvstålen kan lämpligen indelas i stål för utvändig svarvning och stål för invändig svarvning. Inom båda grupperna finnes såväl skrubbstål som slätstål.

Vi börjar med att anföra några exempel på stål för utvändig svarvning. Fig. 3 visar ett *rakt skrubbstål.* Stålet säges vara ett *högerstål.* Såsom fig. visar är spånytan högst vid huvudeggen *a—b.* Detta stål användes huvudsakligen för rundsvarvning, men även för plansvarvning. Samma stål utföres även som *vänsterstål.*

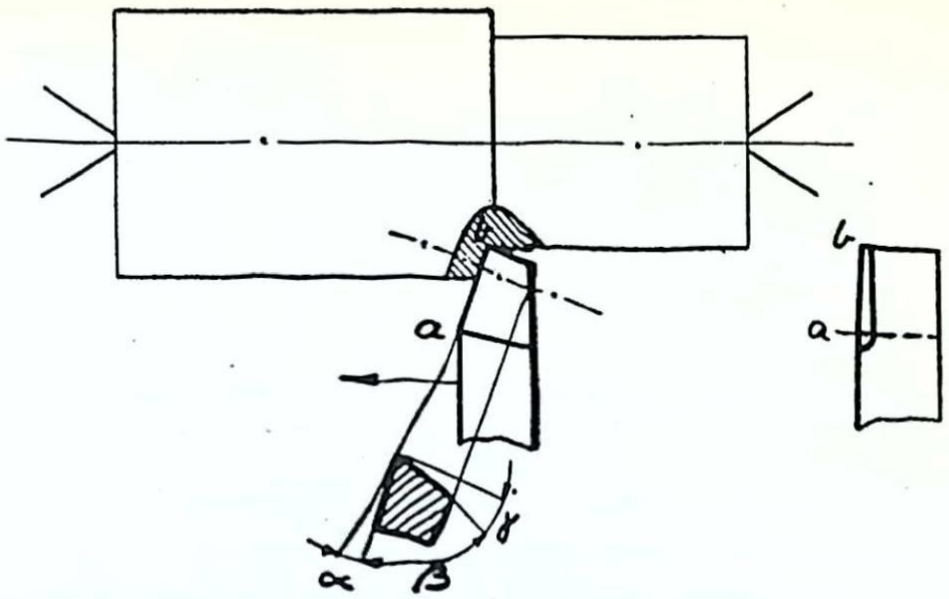



*Fig. 3. Rakt skrubbstål.*

I fig. 4 visas vänster- och högerutförande av *böjt skrubbstål*. Stålets huvudegg är betecknad med *a—b*. Denna typ av stål användes för rundsvarvning och även för plansvarvning. Ett stål, som har huvudeggen på vänster sida, om det hålles som i fig. 4, benämnes högerstål och skär från höger till vänster vid bearbetningen. Har det däremot huvudeggen på höger sida, kallas det vänsterstål.

**Fråga 2.** *Vad menas med ett högerstål?*

För svarvning av plana ytor, vinkelräta mot arbetsstyckets axel, användes s. k. *sidstål*. Även dessa utföres som höger- och vänsterstål. Det i fig. 5 avbildade stålet är ett *rakt sidstål* av vänstertyp. Dess grundform är densamma som det raka skrubbstålets, men eggarnas vinklar mot bearbetningsytan är olika. Fig. 6 visar ett nedsatt sidstål och fig 7 ett *hörnstål*. Båda stålen användes för svarvning av skarpa kälar.

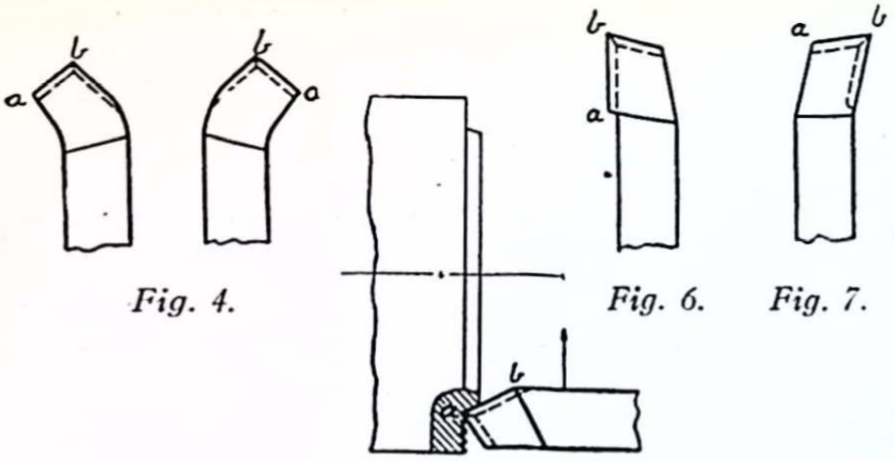



*Fig. 4.* *Fig. 6.* *Fig. 7.*

*Fig. 5.*

*Fig. 4. Böjt skrubbstål. Fig. 5. Rakt sidstål. Fig. 6. Nedsatt sidstål. Fig. 7. Hörnstål.*

För att avskilja en viss del från arbetsstycket använder man *stickstål.* Fig. 8 visar ett *rakt stickstål* sett uppifrån och från sidan. För avstickning intill dubbarna användes *böjda stickstål.* Ett sådant stål för avstickning intill spindeldockans dubb visas i fig. 9.

**Fråga 3.** *När användes böjda stål?*

De vanligaste formerna av *slätstål* visas av fig. 10—13. Fig. 10 och 11 visar två spetsiga slätstål med rundad egg,

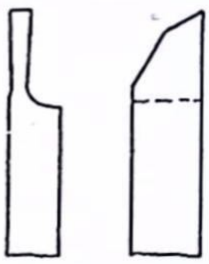


*Fig. 8.*
*Raka stickstål.*



*Fig. 9.*
*Böjt stickstål.*

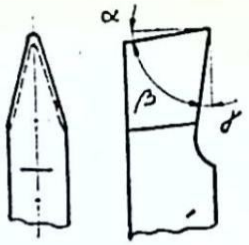



*Fig. 10.*
*Spetsigt slätstål.*

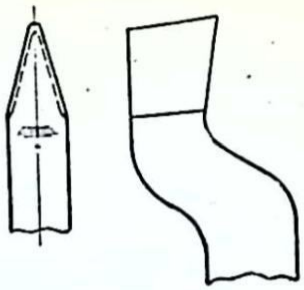


*Fig. 11.*
*Spetsigt slätstål, nedbockat.*

avsedda att användas vid liten matning. De breda slätstålen enligt fig. 12 och 13 kallas *huvudstål* och är avsedda för stor matning. På grund av eggens längd har de emellertid benägenhet att skorra. Samtliga avbildade slätstål är symmetriska och kan alltså matas i båda riktningarna. De nedbockade stålen (fig. 11 och 13) blir fjädrande. De användes dock numera i mindre omfattning. De ersättes av *fjädrande stålhållare.*

Till de vanliga typerna av svarvstål hör även det symmetriska hörnstålet, fig. 14, med vilket skarpa hörn kan svarvas.

För skrubbsvarvning av korta längder använder man

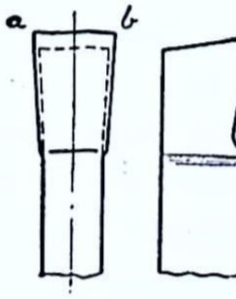



*Fig. 12.*
*Huvudstål.*

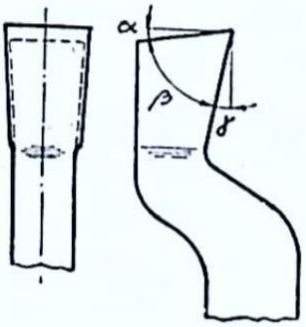



*Fig. 13.*
*Huvudstål, nedbockat.*

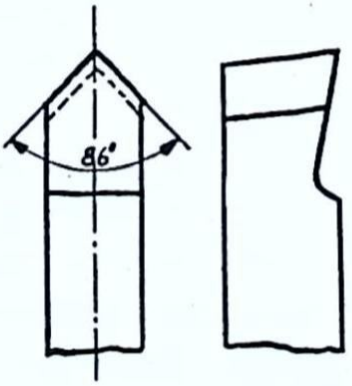



*Fig. 14.*
*Hörnstål.*

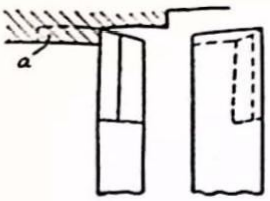



*Fig. 15. Knivstål.*

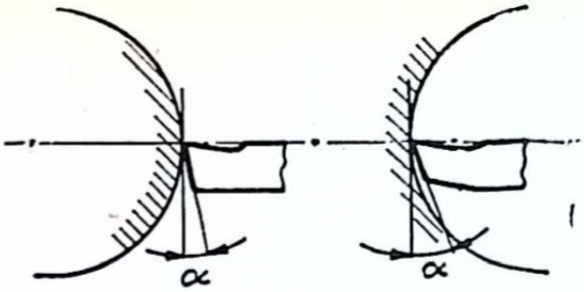



*Fig. 16. Släppningsvinkeln skall i regel vara större vid invändig svarvning.*

s. k. *knivstål,* fig. 15, med vilka det även är möjligt att erhålla skarpa hörn vid ansatser (*a* i fig. 15).

För svarvning av mässing och brons användes stål liknande det i fig. 10. Stålets nos är dock trubbigare och slipvinkeln är 0° för att inte stålet skall hugga i arbetsstycket.

*Innersvarvstålen* utföres i huvudsak på samma sätt som stål för utvändig svarvning. Dock måste släppningsvinkeln i allmänhet vara större, för att släppningsytan skall gå fri från arbetsstycket, såsom framgår av fig. 16. För små hål användes stål med tillräckligt långt skaft för den avsedda bearbetningen. Vid något större hål användes stålhållare, och för långa hål, med relativt stor diameter, användes *borrstänger* och *borrspindlar.* Då stålen vid invändig svarvning oftast kommer tämligen långt ifrån supporten, måste man vid detta slag av bearbetning arbeta med mindre *spåntvärsyta* än vid utvändig svarvning, för att undvika vibrationer. Fig. 17—19 utgör exempel på invändiga svarvstål. Det första är avsett för genomgående hål, det andra för bottenhål och det tredje för svarvning av invändiga spår.

**Fråga 4.** *Ange några stål för speciella ändamål!*
**Fråga 5.** *Nämn några exempel på verktyg för invändig svarvning!*

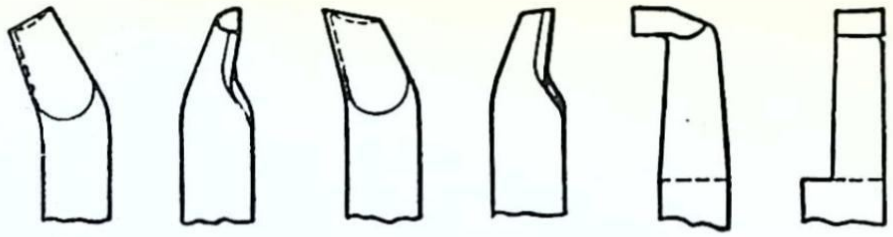


*Fig. 17.* *Fig. 18.* *Fig. 19.*

*Fig. 17. Innerstål för genomgående hål. Fig. 18. Do för bottenhål. Fig. 19. Do för svarvning av spår.*

## Profilstål

Till dessa stål räknar vi dels de *enkla profilstålen,* dels de s. k. *normalstålen.* (*Gängstålen,* som också hör till denna grupp, behandlas i samband med övriga gängverktyg.) Eggen på dessa stål är formad efter den kontur, som skall framställas, och stålen skär därför spån med en bredd, som är lika med *eggens hela längd.*

De enkla profilstålen är, som namnet anger, avsedda för enklare profiler. Fig. 20 visar ett dylikt profilstål, avsett för utformning av hålkälar dvs. runda övergångar mellan olika diametrar. Ytterligare ett enkelt profilstål visas i fig. 21.

**Fråga 6.** *När använder man enkla profilstål?*

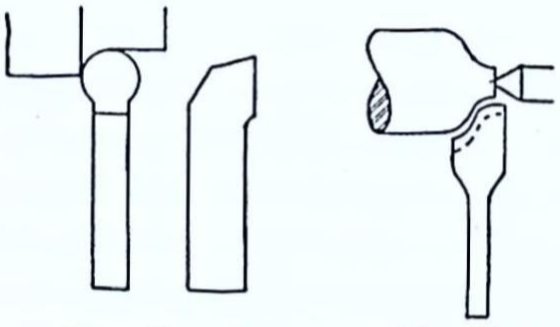


*Fig. 20.* *Fig. 21.*

*Fig. 20—21. Profilstål.*

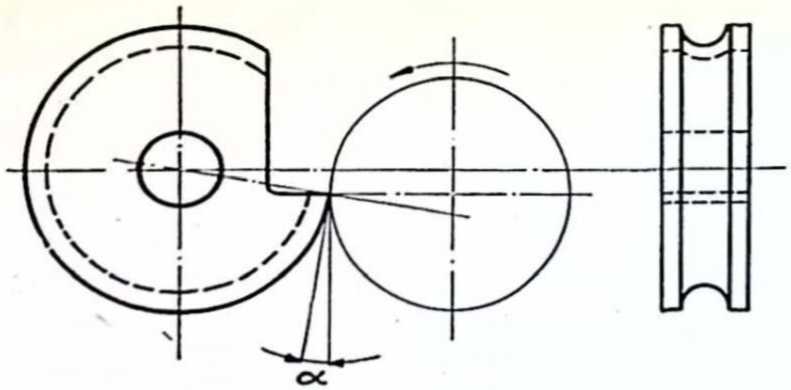



*Fig. 22. Profilskivstål.*

Normalstålen utföres dels raka, *rakt profilstål,* dels runda, *profilskivstål.* De senare är vanligast och utgör mycket händiga verktyg för framställning av profiler. Som fig. 22 visar är släppningsytan cylindrisk. De kan lätt framställas genom svarvning och slipning och kan omslipas ett stort antal gånger. Framställning och efterslipning åskådliggöres av fig. 23. Slipningen utföres på spånytan. Omslipning kan utföras ända tills stålet antar den form som antydes av den streckprickade linjen x—x.

**Fråga 7.** *Vilka fördelar erbjuder profilskivstål?*

## Stålhållare och borrstänger

I många fall användes särskilda stålhållare. Anledningen härtill är vanligen den, att man önskar spara på det dyrbara verktygsstålet. Ett snabbstål t. ex. kan då göras betydligt klenare och kan dessutom utnyttjas tills endast ett litet stycke återstår. Stål med särskilda hållare är även lätta att slipa. Vidare är det vid bearbetning av svåråtkomliga ställen ofta särdeles lämpligt att använda stålhållare. Slutligen fordrar vissa stål, exempelvis profilskivstål, stål-

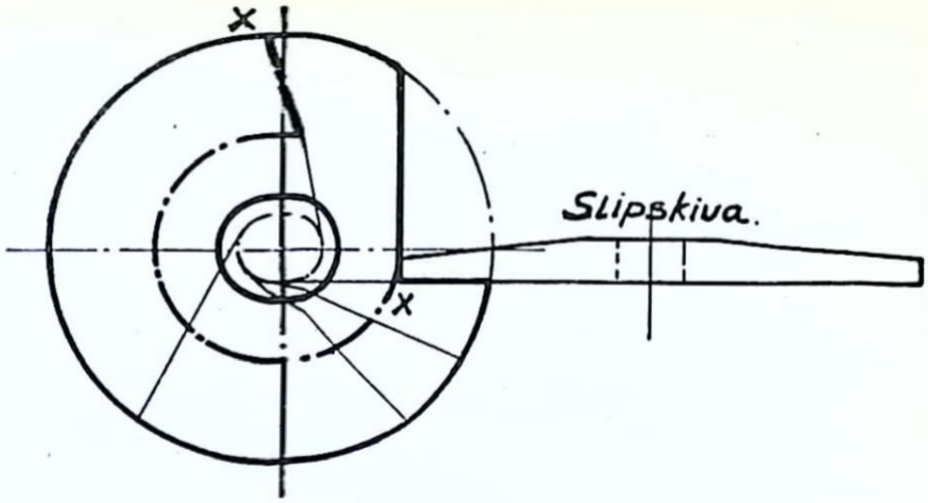



*Fig. 23. Profilskivstål.*

hållare för att över huvud kunna användas. Det är egentligen endast för tyngre arbete, då värmet i stålet snabbt måste avledas, som stålhållare icke lämpar sig.

**Fråga 8.** *Varför använder man stålhållare?*

Fig. 24 visar stålhållare för svarv- och stickstål med insatta s. k. sparskär.

För invändig svarvning används ofta *borrstänger,* vilka är fördelaktigare än stål med långa skaft. Borrstängerna kan vara *roterande* eller *icke roterande.* De förra benämnes även *borrspindlar.* Icke roterande borrstänger användes i vanliga svarvar, revolver- och karusellsvarvar samt automater. Vid dessa roterar arbetsstycket, och borrstången utför matningsrörelsen. När borrstål användes för genomgående hål söker man om möjligt anordna en bussning som styrning framför stålet (mellan stålet och spindeldockan).

Stålen för borrstängerna är dels *ensidiga,* dels *tvärstål.* Tvärstålen har den fördelen, att de belastar borrstången

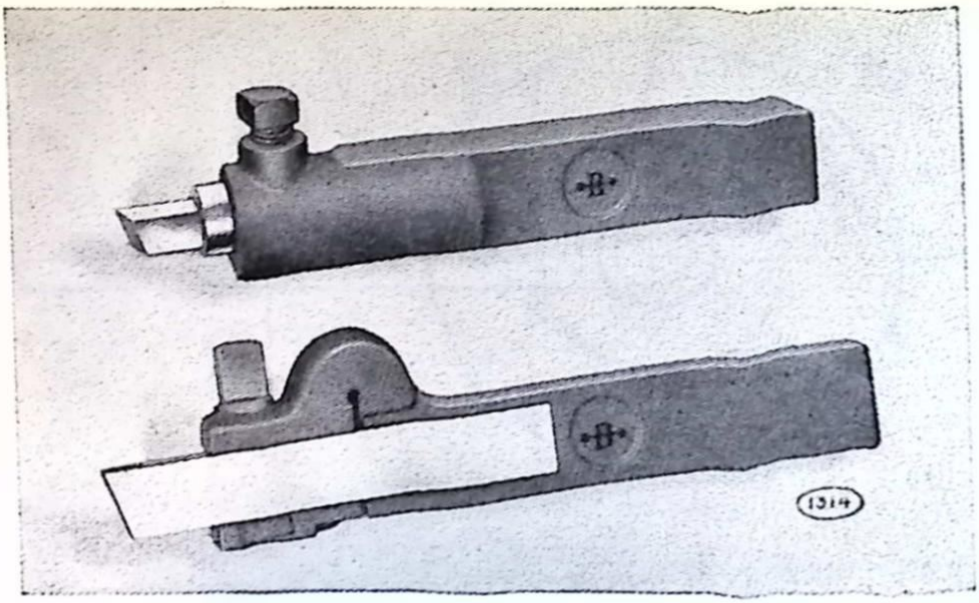


*Fig. 24. Stålhållare med sparskär.*

jämnt, så att den ej fjädrar. Å andra sidan kan de ej, som de ensidiga stålen, inställas för olika diametrar.

Fig. 25 visar en borrstång med ensidigt stål för genomgående hål samt tillhörande hållare och fig. 26 en liknande borrstång med stål för bottenhål.

**Fråga 9.** *Varför använder man borrstänger?*

## Hyvelstål

Hyvelstålen skiljer sig mycket litet från svarvstålen. I princip utbildas alltså ytor och vinklar på ett hyvelstål på samma sätt som på ett svarvstål och samma synpunkter måste anläggas på spånskärningen. Vid hyvling framställes huvudsakligen plana ytor och bearbetningen kan därför närmast jämföras med plansvarvning. Detta sätter i någon mån sin prägel på stålens utformning.

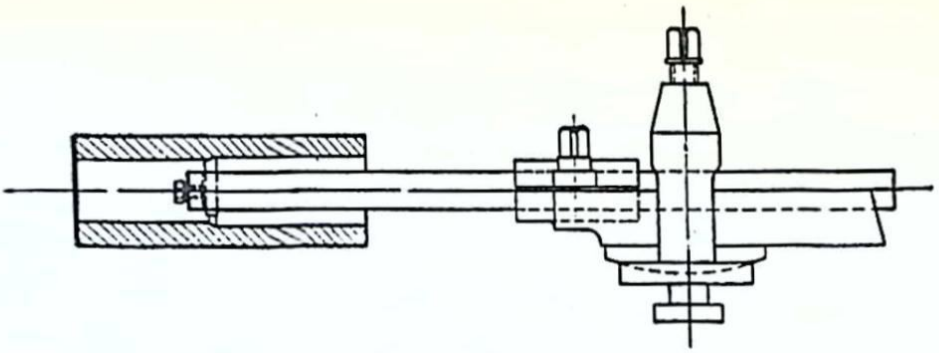


*Fig. 25. Borrstång med ensidigt stål för genomgående hål.*

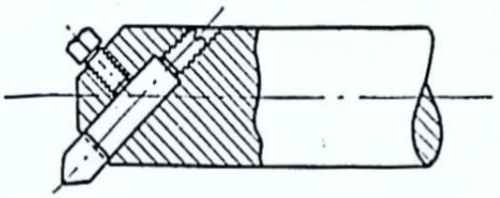


*Fig. 26. Borrstång med stål för bottenhål.*

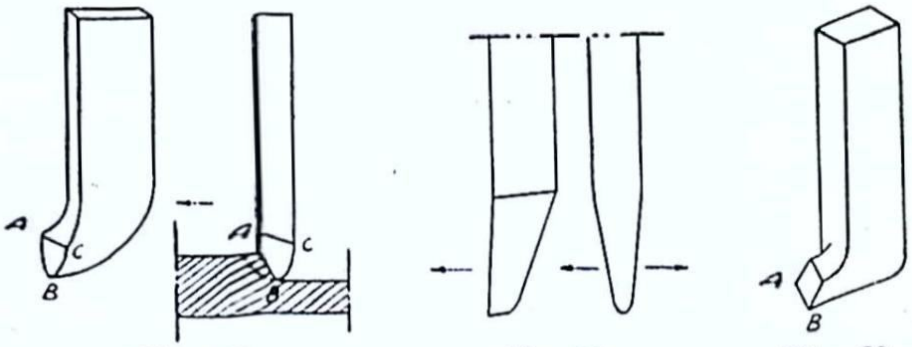



*Fig. 27.* *Fig. 28.* *Fig. 29.*

*Fig. 27—29. Skrubbstål.*

Tre olika typer av skrubbstål visas i fig. 27—29. I fig. 27 betecknar A—B huvudeggen. Stålet kan alltså endast matas i pilens riktning. Det symmetriska stålet i fig. 28 kan däremot matas i båda riktningarna. Det ganska speciella stålet enligt fig. 29 lämnar vid skrubbhyvling en tämligen jämn yta, men är inte särskilt ekonomiskt i fråga om utslitningstid eller erforderlig effekt.

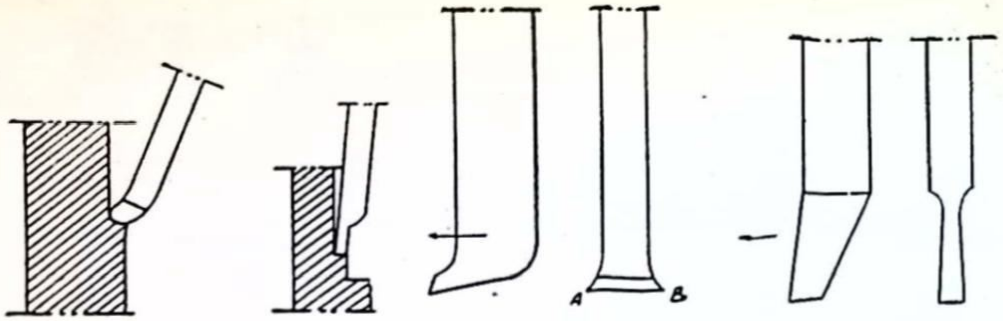


*Fig. 30.* *Fig. 31.* *Fig. 32.* *Fig. 33.*

*Fig. 30—31. Stål för hyvling av vertikala ytor.*
*Fig. 32. Slätstål för gjutjärn.*
*Fig. 33. Spårstål och slätstål för stål.*

Figurerna 30 och 31 visar stålformer för hyvling av vertikala ytor. Exempel på slätstål visas i fig. 32 och 33. Stålet enligt fig. 32 har rak egg med uppböjda hörn för att inte efterlämna linjer på den bearbetade ytan. För slät-hyvling av stål användes smalare stål liknande det i fig. 33 avbildade stålet, som egentligen är ett spårstål.

**Fråga 10.** *Vilka av de avbildade hyvelstålen har direkta motsvarigheter bland svarvstålen och vad kallas ifrågavarande svarvstål?*

# Gängverktyg

## Gängstål

Stålets profil och inställning skall vara sådan, att en linje dragen genom stålets spets vinkelrätt mot arbetsstyckets centrumlinje delar eggens profil i två exakt lika delar. (Under förutsättning, att hela gängluckan bearbetas på en gång; gäller sålunda egentligen för profilstål.) Gängstålets profil skall motsvara gängprofilen, mätt i ett plan genom arbets-

styckets centrumlinje. Ändring av spånvinkeln, lutning av stålet åt endera hållet, samt inställning av spånytan på olika höjd i förhållande till arbetsstycket, medför vid ett riktigt utfört stål, att gängan blir felaktig.
Stålets form på släppningsytan (framtill) måste i det närmaste följa gängans stigning, för att stålet skall erhålla tillräcklig sidosläppning (spel i sidled) på båda sidorna.

För skärning av spetsgängor användes tre olika slag av stål enligt figurerna 34—38, nämligen enkla, smidda gängstål för respektive utvändiga och invändiga gängor, raka profilstål samt profilskivstål för respektive utvändiga och invändiga gängor. De enkla, smidda gängstålen bör endast användas för skrubbsvarvning vid skärning av Whitworths gängor, eftersom rundning av gängtoppen ej erhålles. Efterarbeten utföres med fil (dåligt) eller med profilstål. Metriska gängor kan däremot bli tämligen riktiga med vanliga stål, under förutsättning, att arbetsstycket från början har en diameter, motsvarande diametern över gängtopparna. Vid såväl slipning som inställning av enkla, smidda gängstål användes en mall enligt fig. 39.

**Fråga 11.** *För vilka olika ändamål kan profilskivstål användas?*

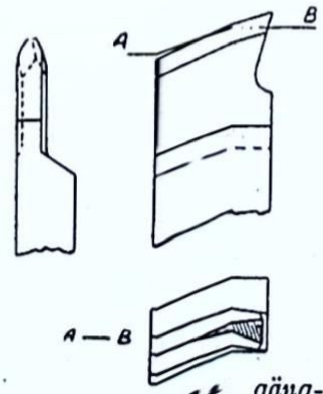



*Fig. 34. Enkelt gängstål för ytter- och innergängor.*

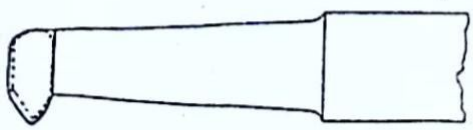


*Fig. 35. Enkelt gängstål för invändiga gängor.*

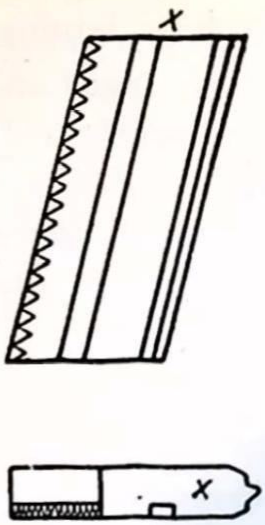


*Fig. 36. Rakt profilstål.*

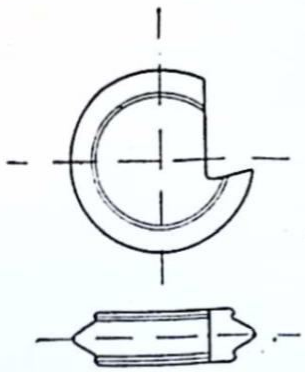


*Fig. 37. Profilskivstål för yttergängor.*

De raka profilstålen (fig. 36), som på grund av sin form endast kan användas för utvändiga gängor, uppsättes vid användningen i speciella hållare. Vid slipningen användes en mall enligt fig. 40.

Profilskivstålen användes för såväl utvändig som invändig gängskärning och är mycket ändamålsenliga för båda slagen av gängor, varför de oftast föredras framför raka profilstål.

Profilskivstålen slipas efter speciella mallar, enär stålets profil måste avvika från gängprofilen, eftersom stålet dels har slipvinkeln=10°, dels spetsen förlagd ca 3 mm under

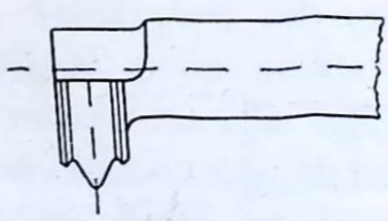


*Fig. 38. Profilskivstål för innergängor.*

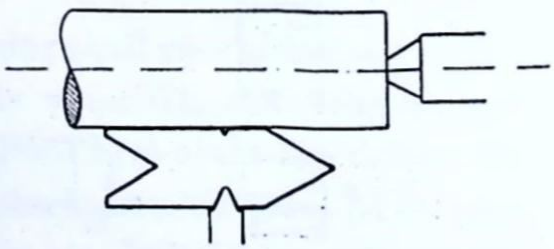


*Fig. 39. Inställning av gängstål med mall.*

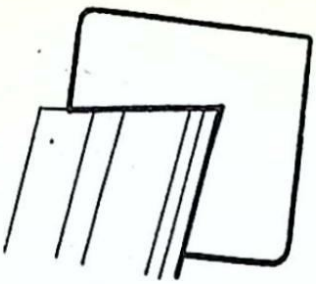


*Fig. 40. Kontroll av rakt profilstål.*



*Fig. 41. Dubbel profil för gängstål.*

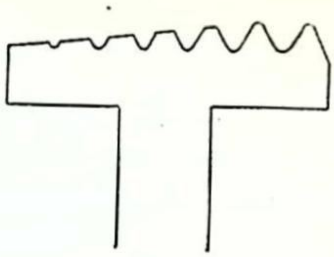


*Fig. 42. Gängkam.*

centrum. Fig. 37 visar exempel på ytterstål och fig. 38 på innerstål. Även för dessa stål användes speciella hållare, som underlättar inställningen efter gängans stigningsvinkel.

Samtliga avbildade stål har haft enkel profil (för skärning av en gänglucka i taget). Även dubbel profil enligt fig. 41 samt s. k. gängkammar enligt fig 42 användes.

För noggrant arbete är enkelskäriga profilstål bäst. Stål med dubbel profil slår sig gärna vid härdning, varför felaktigheter uppkommer, om inte slipningen utföres efter härdningen.

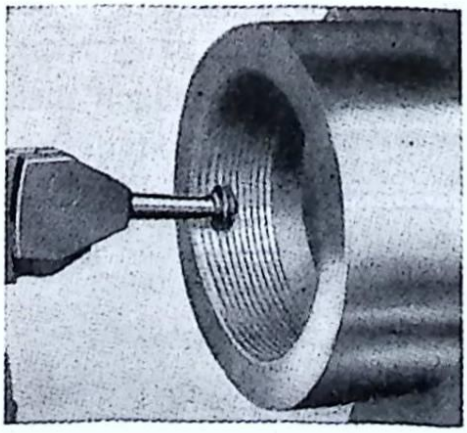


*Fig. 43. Invändig gängskärning med profilskivstål.*

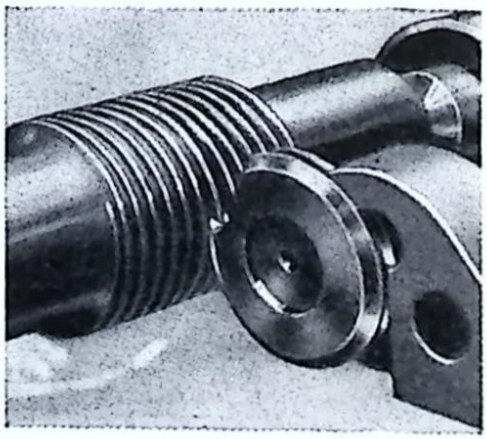


*Fig. 44. Utvändig gängskärning med profilskivstål.*



*Fig. 45. Skrubbstål för trapetsgängor.*

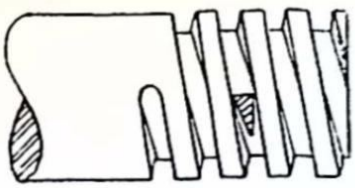


*Fig. 46. Stålhuvudet utföres snett så att lika släppning erhålles på båda sidorna.*

Gängkammarna, som utföres såväl höger- som vänstergängade, är försedda med ett antal gängprofiler, av vilka de som skär först, tar det grundaste skäret. Skäret fördjupas av varje efterföljaide tand, tills slutligen de sista tänderna tar fullt gängdjup. De behöver därför, i motsats till övriga stål, endast passera arbetsstycket en gång. Gängan blir dock på detta sätt mindre noggrann.

**Fråga 12.** *Vartill användes gängmall?*

Vid svarvning av grövre platt- och trapetsgängor skrubbsvarvar man först gängluckan med ett stål enligt fig. 45. vars bredd är mindre än den färdiga gängans botten. Stålet liknar ett vanligt stickstål. Därefter skäres sidorna med stål liknande vanliga kniv- eller hörnstål. Slutligen slätsvarvar man med ett profilstål, som har den för gängluckan riktiga profilen. Samtliga dessa stål förses lämpligen med runt skaft, så att de kan vridas i en hylsa e. d. i stålfästet, varigenom inställning för olika gängstigningar erhålles. I fig. 46 visas en sektion av ett stålhuvud infört mellan gäng-

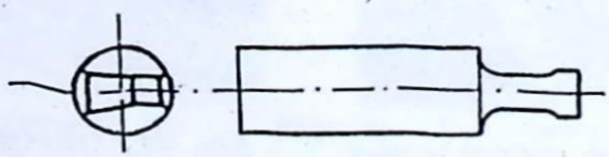


*Fig. 47. Slätstål för plattgängor.*

orna. Som synes måste stålhuvudet vara vridet så att erforderlig släppning erhålles på båda sidor. Fig. 47 visar ett slätstål för plattgängor. För trapetsgängor användes dessutom raka profilstål och för finare stigningar även profilskivstål. Däremot användes endast enkla stål för plattgängor.

**Fråga 13.** *Varför är det lämpligt att förse de enkla gängstålen med runt skaft?*

## Gängsnitt och gängtappar

Ehuru skärning av gängor med *gängsnitt* respektive *gängtappar* icke kan betraktas som svarvning i egentlig mening, framställes dock det ojämförligt största antalet gängor på detta sätt. Speciellt användes dessa verktyg mycket ofta i *revolversvarvar* och *automater*.

Gängsnitt, och de närbesläktade gängbackarna, användes för utvändiga, och gängtappar för invändiga, gängor. Gängskärningen blir härigenom billigare, men mindre noggrann, huvudsakligen beroende på att verktygen, sedan de första gängorna skurits, själva skruvar sig fram utanpå respektive inuti arbetsstycket. Det axiella tryck, som därvid uppstår, deformerar gängorna i viss grad.

Ett gängsnitt kan sägas bestå av ett flertal i ring anordnade gängbackar. Gängsnitten utföres dels solida dels justerbara (ansättbara). Fig. 48 visar ett justerbart gängsnitt a med hållare b, som utgöres av en ring försedd med skruvar passande till koniska försänkningar på gängsnittet. Medelst skruven c på hållaren kan man öka gängsnittets diameter, sedan skruvarna d utgängats. Den koniska spetsen

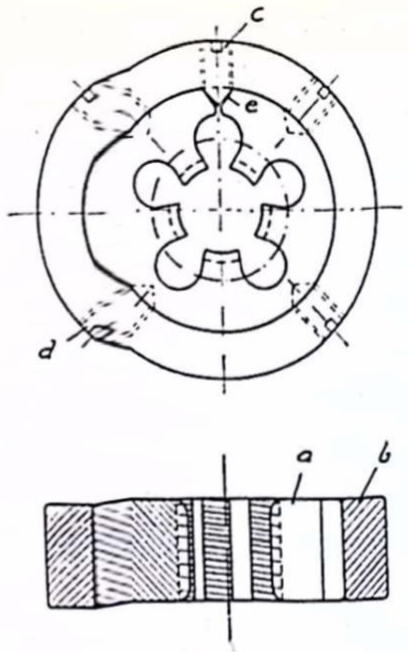



*Fig. 48. Justerbart gängsnitt.*

på skruven c inträngер då i uppskärningen e på gängsnittet och spänner ut detta. Hålen (utskärningarna) mellan gängkammarna är till för att avleda spånen. För att ett gängsnitt skall kunna skära, måste det förses med *skärfas*, dvs. konas eller avrundas i den ända, som är vänd mot arbetsstycket. För att båda sidorna skall kunna användas, utföres avrundningen i båda ändarna (se fig. 48). En vanlig anordning av gängsnittet i utlösande hållare visas i fig. 49.

Hållaren, som fastsättes på *supporten* eller i *revolverhuvudet*, matas på vanligt sätt emot det roterande arbetsstycket. Strax före gängans slut stannar släden respektive revolverhuvudet. Roterar arbetsstycket fortfarande, fortsätter gängsnittet och hylsan A sin axiella rörelse mot arbetsstycket en liten sträcka, tills de i A och B befintliga medbringarstiften C ej längre arbetar mot varandra. Då

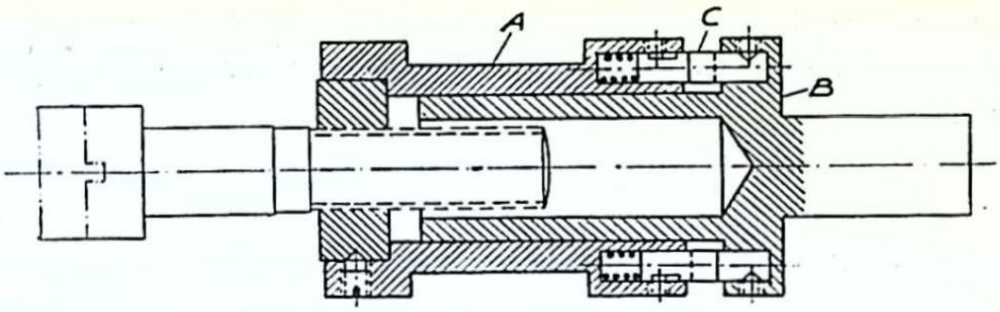



*Fig. 49. Utlösande gängsnittshållare.*

detta inträffar, börjar gängsnittet samt hylsan att rotera med arbetsstycket och gängskärningen upphör.

För att få bort gängsnittet från arbetsstycket måste detta skruvas ur gängsnittet, vilket vanligen tillgår så, att svarven drives åt motsatt håll. Detta tar emellertid en viss tid i anspråk. För att spara tid, använder man därför ofta, i stället för gängsnitt, ett s. k. *öppnande ganghuvud,* fig. 50. vilket är försett med tre eller fyra, i radiell led förskjut-

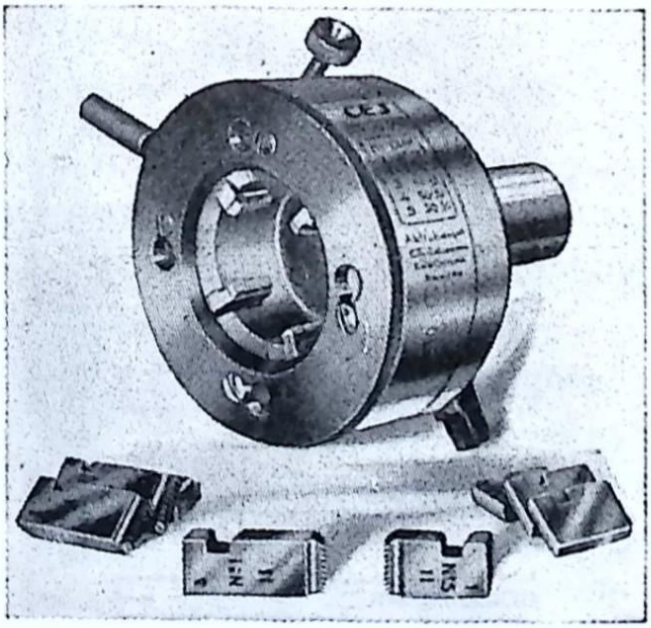


*Fig. 50. Öppnande ganghuvud.*




*Fig. 51. Maskingängtapp.*

bara, gängbackar. Då gängan är färdigskuren föres gängbackarna utåt i radiell led, så att arbetsstycket blir fritt och lätt kan tas bort.

Gängtappar användes dels för direkt invändig gängning, dels för justering av invändiga gängor, som försvarvats med gängstål. De arbetar på samma sätt som gängsnitt och gängbackar, men arbetet fördelas på ett betydligt större antal skär. Liksom vid tappar avsedda för handgängning använder man vid maskingängning för stora stigningar och stor gänglängd två och tre gängtappar med olika längd på skärfasen. För större hål användes justerbara gängtappar. Dessutom förekommer *slutande gängtappar* motsvarande öppnande gänghuvuden.

**Fråga 14.** *Vartill tjänar skruven c i fig. 48?*
**Fråga 15.** *Vilka olika slags gängtappar finnes?*

Fig. 51 visar en maskingängtapp och fig. 52 en sats handgängtappar bestående av *för-, mellan-* och *färdigtapp.* På maskingängtappen kan man se den långa skärfasen *s*

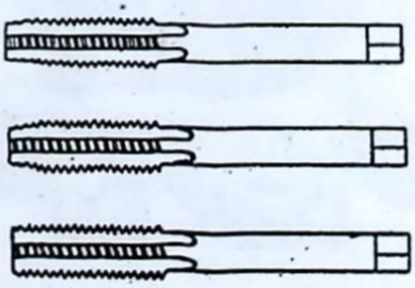


*Fig. 52. Handgängtappar.*

och det långa skaftet, på vilket ett stort antal muttrar kan uppgängas.

**Fråga 16.** *Vad är fördelen med det långa skaftet på den avbildade maskingängtappen?*

## Borrar och försänkare

För borrning av cylindriska hål i massivt gods använder man i allmänhet *spiralborrar*. Fig. 53 visar en sådan borr.[1] I en cylindrisk stålstav är två diametralt motsatta skruvlinjespår infrästa. Borrspetsen slipas, som fig. 54 och 55 visar, konisk med en vinkel $\varphi$ (fi) av 52 till 60°. Härvid uppstår två huvudskär AB och CD, samt en tväregg BC. Det är huvudsakligen eggarna AB och CD, som utför skärningen. De bakom huvudskären befintliga koniska ytorna är avslipade bakåt, så att eggen får lämplig släppningsvinkel. Ytorna mellan skruvlinjespåren är, för att minska friktionen mot hålets väggar, slipade så, att endast en smal kant E har samma diameter som hålet. Den har till

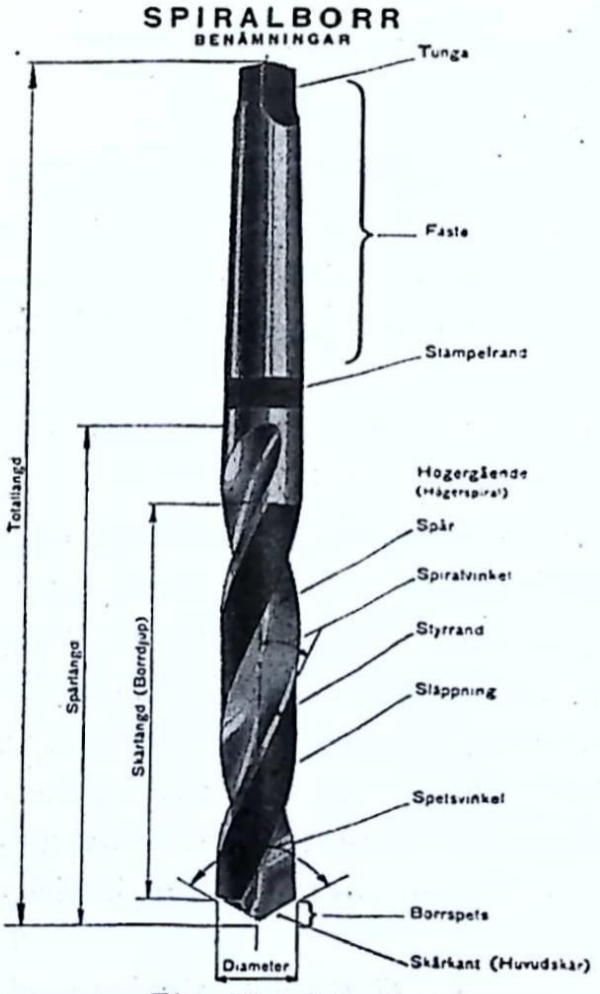



*Fig. 53. Spiralborr.*

[1] Spiralvinkel i fig. äldre benämning för skruvningsvinkel.

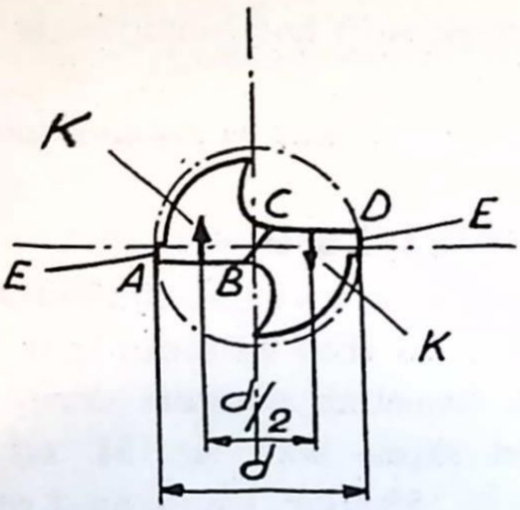



*Fig. 54. Ändvy av spiralborr (principskiss).*




*Fig. 55. Vinkeln φ är 52 till 60°.*

uppgift att verka som styrning för borren. En färdigslipad borr är dessutom svagt konisk med diametern vid skaftet några hundradels mm mindre än vid spetsen.

Skruvningsvinkeln hos spåret är vanligen mellan 10 och 35°.

**Fråga 17.** *Vilken borr användes i allmänhet för borrning i massivt gods?*

Fig. 56 visar ett verktyg som användes för avplaning av anliggningsytan för skruvskallar o. d. på oarbetat gods. Det består av ett tvåskärigt borrstål fastsatt i en borrstång med kil eller skruv. Stålet, som är platt, har eggar på båda sidor vilka är mer eller mindre avrundade vid hörnen. I det skick som verktyget har i fig. 56, kan det även användas för cylindriska försänkningar. Genom ändring av formen på stålet, kan verktyget även användas för koniska försänkningar.

Bland övriga borrar må nämnas *plattborr, kärnborr* och *kanonborr.*

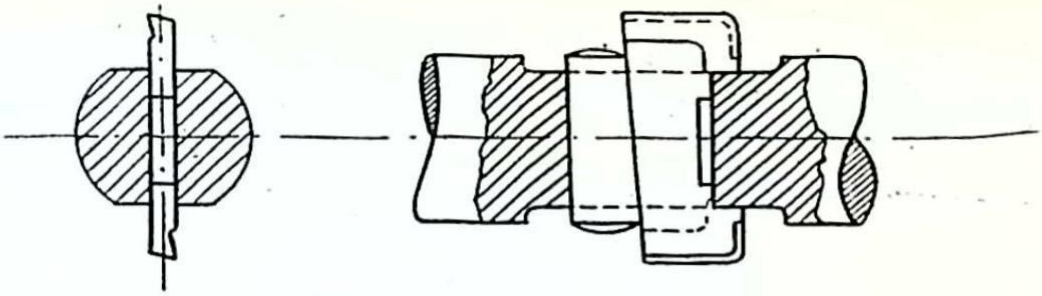


*Fig. 56. Tvåskärigt borrstål.*

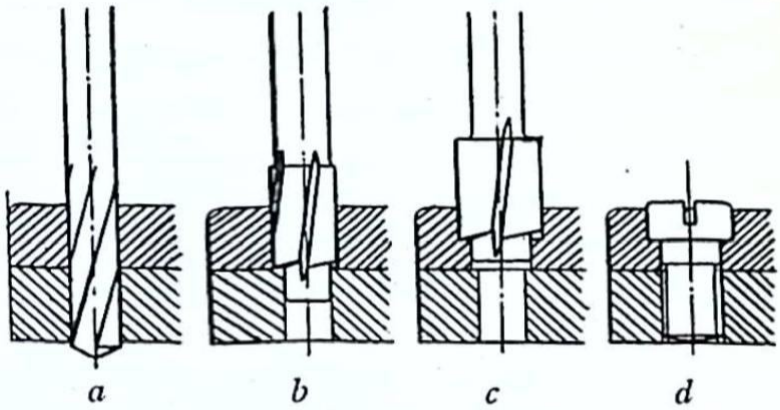



*Fig. 57. Borrning och försänkning för cylindrisk skallskruv.*

Som ytterligare exempel på försänkare skall vi visa några verktyg, som användes för försänkning av skruvskallar o. d. Sålunda visar fig. 57 arbetsgången vid framställning av hål och försänkning för en cylindrisk skallskruv. De vid *b* och *c* visade verktygen är försedda med fyra eggar på såväl mantel som ändyta.

Fig. 58 visar en *dubbhålsborr* avsedd för borrning av dubbhål (centrum) i arbetsstycken, som skall uppspännas mellan dubbarna i en svarv. I fig. 59 synes en försänkare för borrhål.

**Fråga 18.** *När användes försänkare?*



*Fig. 58. Dubbhålsborr.*

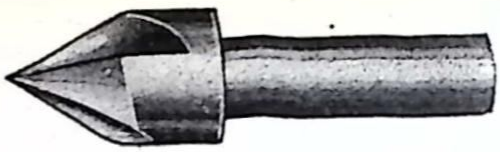


*Fig. 59. Försänkare.*

## Brotschar

Då det gäller att borra ett hål till noggrann diameter och med slät vägg, förarbetas hålet genom borrning och *upprymmes* sedan medelst speciella verktyg, s. k. *brotschar*. Dessa är försedda med ett antal axiella skär och liknar i många avseenden vissa slag av fräsar, fig. 60.

Cylindriska brotschar konas i änden för att bättre kunna arbeta sig in i hålet.

Brotschar utföres dels för bearbetning av cylindriska hål, dels för koniska hål. De förra kan dels vara försedda med skaft för direkt infästning, dels vara utförda som *påsticksbrotschar*. I senare fallet utgöres brotschen av ett huvud, i vilken ett löst skaft kan stickas in. De cylindriska brotscharna kan dessutom vara försedda med fasta eller förställbara skär. De koniska brotscharna utföres vanligen endast fasta och försedda med skaft.

Fig. 61 visar en fast brotsch med skaft för infästningen. Tänderna (skruvskären) är som synes av fig. vänsterskur-

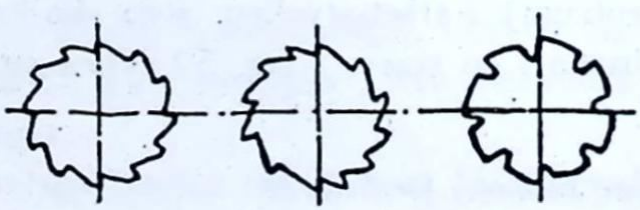


*Fig. 60. Olika slags skär för brotschar.*



*Fig. 61. Fast brotsch.*

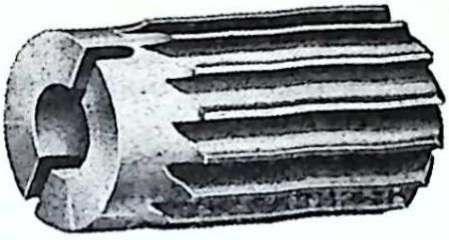


*Fig. 62. Påsticksbrotsch.*




*Fig. 63. Skaft för påsticksbrotsch.*

na. I fig. 62 visas en påsticksbrotsch med fasta tänder. Metoden för infästningen framgår även av denna fig. samt av fig. 63, som visar ett skaft avsett för en sådan brotsch. Brotschen, som är genomborrad i hela sin längd, så att skaftet kan dras fram ända till ändytan, är vid infästningsändan försedd med ett radiellt spår. På skaftets ansats finnes en mot detta spår svarande bom b, som tjänstgör som medbringare. Det avbildade skaftet är liksom brotschen i fig. 62 avsett för bottenhål. Hålet i brotschen är koniskt och den del av skaftet, som är avsett att införas i brotschen är försedd med en motsvarande kona. För genomgående hål användes längre skaft försett med cylindrisk styrning för brotschen och utfört så, att det kan infästas i båda ändarna.

Brotschar med inställbara skär har den fördelen, att de kan justeras vid omslipning. Fig. 64 visar en sådan

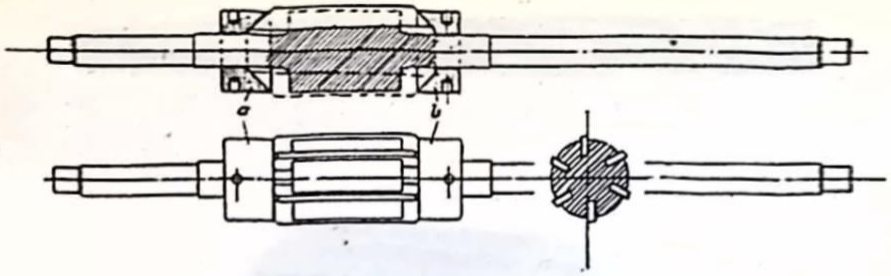



*Fig. 64. Brotsch med inställbara skär.*

brotsch försedd med skaft. De löstagbara skären löper i spår, som lutar mot axeln. Genom förflyttning av muttrarna a och b kan skären förskjutas i spåren, varvid diametern ändras. Den avbildade brotschen är avsedd för genomgående hål.

Vid bearbetning av koniska hål borrar man först ett cylindriskt hål med en diameter, som är något mindre än konans minsta diameter. Därefter upprymmes hålet med en eller flera koniska brotschar. För små hål t. ex. avsedda för koniska pinnar e. d. användes vanligen endast en brotsch. Fig. 65 visar en sådan brotsch. För större hål använder man däremot två eller tre koniska brotschar efter



*Fig. 65. Konisk brotsch för små hål.*

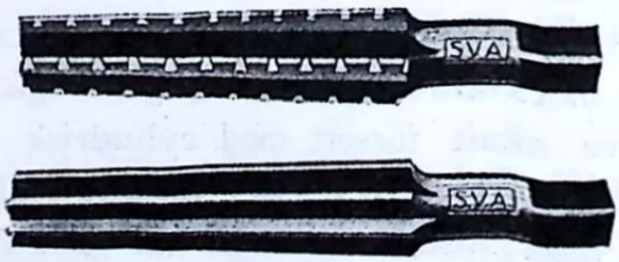



*Fig. 66. Förbrotsch och färdigbrotsch.*

varandra, nämligen *skrubb-, för-* och *färdigbrotsch* i nämnd ordning (se fig. 66).

**Fråga 19.** *Vartill användes brotschar?*

## Fräsar

### Huvudtyper

Fräsar kan indelas efter ett flertal olika synpunkter t. ex. verkningssätt, konstruktion och fastsättningsmetod. Med avseende på fräständernas form och metoden för deras framställning skiljer man mellan fräsar med *spetsiga* tänder och fräsar med *avbackade* tänder. De förra, fig. 67, erhålles genom enbart fräsning (och slipning av spånytan), de senare, fig. 68, genom fräsning av tandluckan och avbackning av tandryggen. De två tandtypernas egenskaper är beroende på de olika metoder, som måste tillämpas vid

*Fig. 67. Fräs med frästa tänder.*
α. Släppningsvinkel. β. Eggvinkel.
γ. Spånvinkel.

*Fig. 68. Fräs med avbackade tänder.*
α. Släppningsvinkel.
β. Eggvinkel.

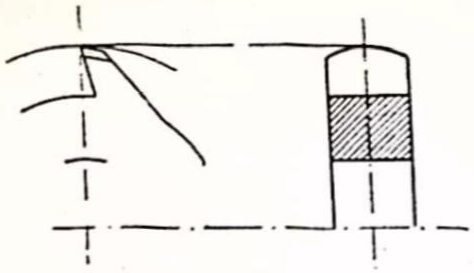


*Fig. 69. Profilfräs med spetsiga -tänder.*

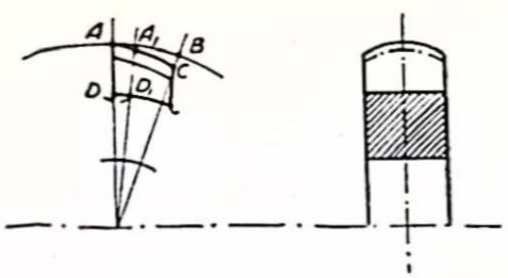



*Fig. 70. Profilfräs med avbackade tänder.*

skärpning (slipning) av tänderna. Sålunda slipas spetsiga tänder på tandens släppningsyta (x i fig. 67), under det avbackade tänder slipas på tandens spånyta (y i fig. 68).

En profilfräs med spetsiga tänder (fig. 69) måste därför slipas med hjälp av speciella anordningar för att profilen skall bibehållas oförändrad. En profilfräs med avbackade tänder har däremot redan profilen framställd överallt på tandryggen (fig. 70). Ytan AD har sålunda exakt samma profil som den efter slipning erhållna ytan $A_1$ $D_1$, under förutsättning att slipningen utföres så, att såväl AD som $A_1$ $D_1$ är radiella. Detta beror på avbackningen, som utföres i svarv med ett profilstål, fig. 71, vilket under arbetsstyckets rotation rör sig in mot detta sträckan BC under det arbetsstycket vrider sig vinkeln AOB. Detta upprepas för varje frästand. Man kan även låta verktyget arbeta inifrån och utåt, vilket anstränger skärstålet mindre.

På grund av de nämnda förhållandena vid slipning användes fräsar med spetsiga tänder för bearbetning av plana ytor, under det att fräsar med avbackade tänder användes för bearbetning av profilerade ytor.

Med tanke på de olika sätt på vilka slipningen utföres vid respektive frästyper torde utan vidare inses, att det är

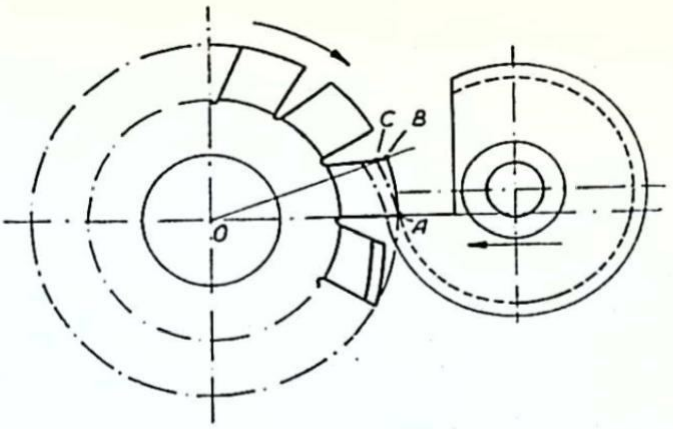



*Fig. 71. Avbackning med profilstål.*

lättare att erhålla exakt lika diameter över samtliga tänder på en fräs med spetsiga tänder än på en fräs med efterskurna tänder. Av samma orsak har tänderna på en ny avbackad fräs, där tandluckan ännu är liten, större styrka än tänderna på en fräs med spetsiga tänder.

Med hänsyn till fräsens konstruktion har vi att räkna med ytterligare en grupp av fräsar, nämligen sådana med lösa tänder s. k. *lösskärsfräsar.*

Efter arbetssättet kan fräsar indelas i fräsar med skär på omkretsen, *mantelskärsfräsar,* och fräsar med skär för ändan, *ändskärsfräsar.* Ofta är mantelskärsfräsar även försedda med tänder i ena ändan liksom ändskärsfräsar ofta har tänder även på omkretsen.

I fråga om fräsarnas fastsättning på maskinerna särskiljes slutligen fräsar med fäste, *skaftfräsar,* avsedda att anbringas i maskinens arbetsspindel och fräsar med centrumhål för anbringande på fräsdorn.

Med hänsyn till fräsarnas rotationsriktning under arbetet skiljer man mellan *högergående* och *vänstergående* fräsar. Högergående kallas en fräs, som roterar medurs sett

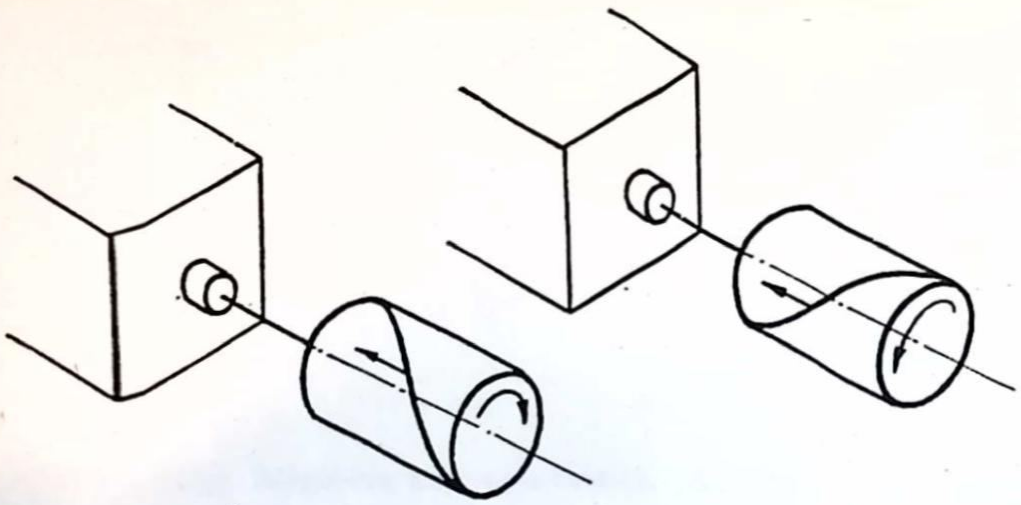


*Fig. 72 a. Vänstergående fräs med högerskär.*

*Fig. 72 b. Högergående fräs med vänsterskär*

från maskinens spindeldocka. Har fräsen motsatt rotationsriktning, säges den vara vänstergående. Vid fräsar med skruvskär skiljer man mellan *högerskuren,* med skären gående i samma riktning som en vanlig högergänga, och *vänsterskuren* med skären gående i motsatt riktning.

För övrigt gäller i allmänhet vid fräsar med skruvskär, att det genom skruvskären uppkommande axiella trycket skall vara riktat mot spindeldockan. Detta inträffar, när en högerskuren fräs är vänstergående (Fig 72a) och när en vänsterskuren fräs är högergående (fig. 72b).

**Fråga 20.** *Vilka två frästandtyper förekommer och varigenom skiljer de sig?*

**Fråga 21.** *Vad menas med en högergående fräs?*

## Planfräsar

Dessa fräsar utföres i allmänhet med spetsiga tänder med skruvskär och konstruktionen avpassas för att kunna motstå kraftig matning. Planfräsar är avsedda för bearbetning av plana ytor, varav namnet (fig. 73). Då speciellt stor avverkningsförmåga önskas, förses planfräsarna med *spånbrytarspår,* vilka bryter av spånen och minskar påkänningarna på fräständerna. En sådan fräs med särskilt grova tänder visas i fig. 74. Då speciellt långa fräsar erfordras, tillverkas de i två delar med skären så ställda, att axialtrycket upphäves. För planfräsning av vinkelrätt mot varandra stående ytor användes *änd- och mantelskärsfräsar* av olika slag (fig. 75).

Smala planfräsar med skär på båda ändytorna, *skivfräsar,* (fig. 76) kan även användas till spårfräsning. Fräsens sidoytor är försänkta för att de ej skall släpa mot spårets väggar.

**Fråga 22.** *Vilken uppgift har spånbrytarspåren?*

Vid många slag av bearbetning med planfräs är det förmånligt att diametern är liten. Planfräsar utföres därför

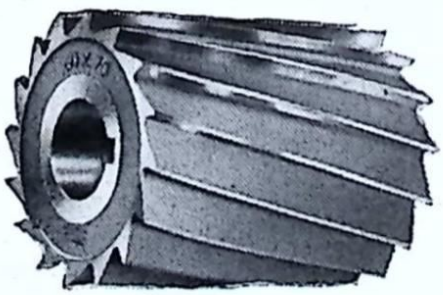


*Fig. 73. Planfräs.*

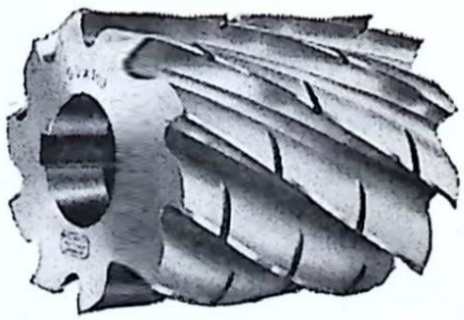


*Fig. 74. Planfräs med spånbrytarspår.*

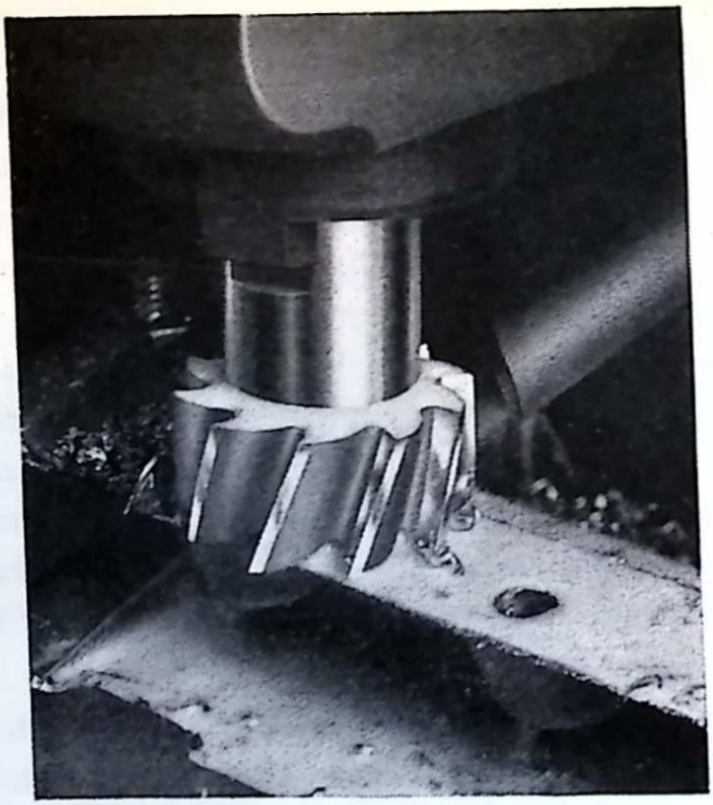


*Fig. 75. Fräsning med änd- och mantelskärsfräs.*

ofta i ett stycke med ett koniskt eller cylindriskt skaft och benämnes då vanligen *pinnfräsar*. Dessa fräsar är speciellt avsedda för bearbetning av små plana ytor och spår med ena ändytan. Fig. 77 visar exempel på fräsning med pinnfräs. Planfräsar utföres även som fig. 78 visar dvs. med en från 90° avvikande vinkel mellan ändytan och manteln. De kallas då *vinkeländfräsar* och användes huvudsakligen för fräsning av snedvinkliga mot varandra stående ytor, såsom slidspår o. d.

Stora planfräsar utföres som *fräshuvuden*. Som exempel på fräshuvud visas i fig. 79 en skivfräs med lösa skär av snabbstål. Fräsen kan även användas som spårfräs. För

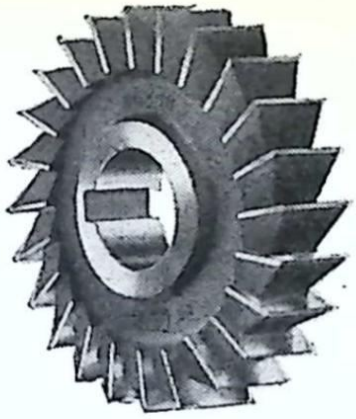


*Fig. 76. Skivfräs.*

att spårbredden härvid skall bli riktig efter slipning ställes skären i sicksack och bredden justeras genom utknackning av skären.

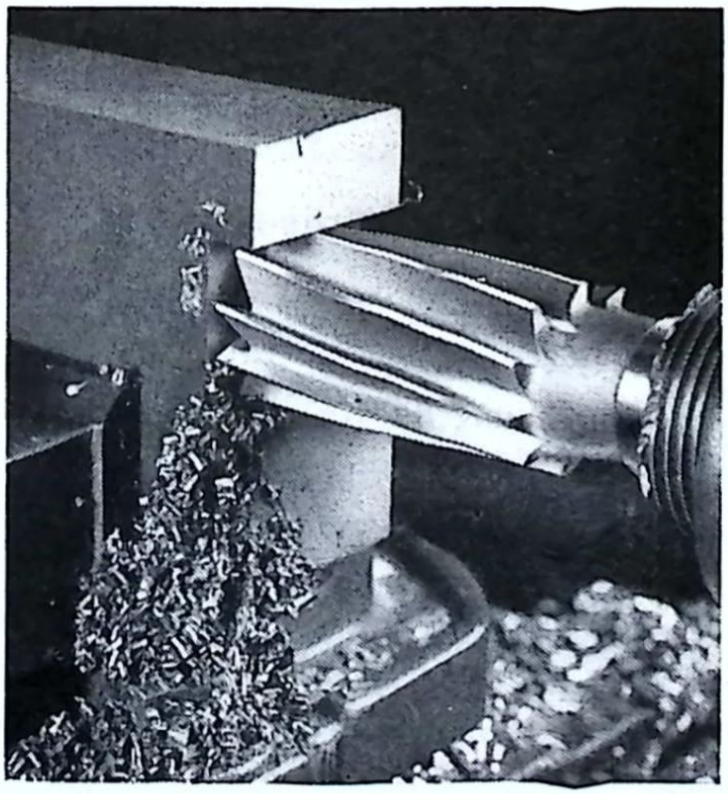


*Fig. 77. Fräsning med pinnfräs.*

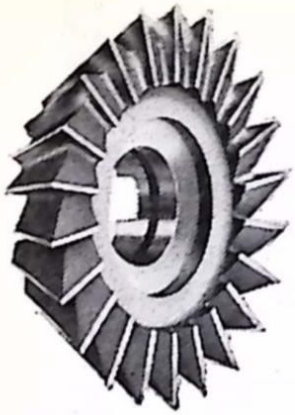


*Fig. 78. Vinkeländfräs.*



*Fig. 79. Skivfräs med snabbstålsskär.*

Fig. 80 visar fräsning med skivfräs med fasta sicksackskär. En sådan fräs har stor avverkningsförmåga och är därför mycket ekonomisk vid massproduktion.

**Fråga 23.** *Hur är tänderna placerade på planfräsar?*

## Spårfräsar

Spårfräsar utföres i en mängd olika former. De enklaste typerna, som är avsedda för fräsning av spår och slitsar, liknar närmast sågklingor. Fig. 81 visar t. v. en fintandad slitsfräs avsedd för fräsning av grunda spår. Den är försedd med svagt skålslipade sidoytor. Den t. h. i fig. 81 visade fräsen är däremot avsedd för fräsning av djupare spår och slitsar i järn och stål och har därför grövre tänder och skålslipade sidor.

För fräsning av bredare spår användes frästa spårfräsar med skålslipade sidor enligt fig. 82 t. v., eller avbackade spårfräsar enligt fig. 82 t. h. Den senare har tänderna avbac-

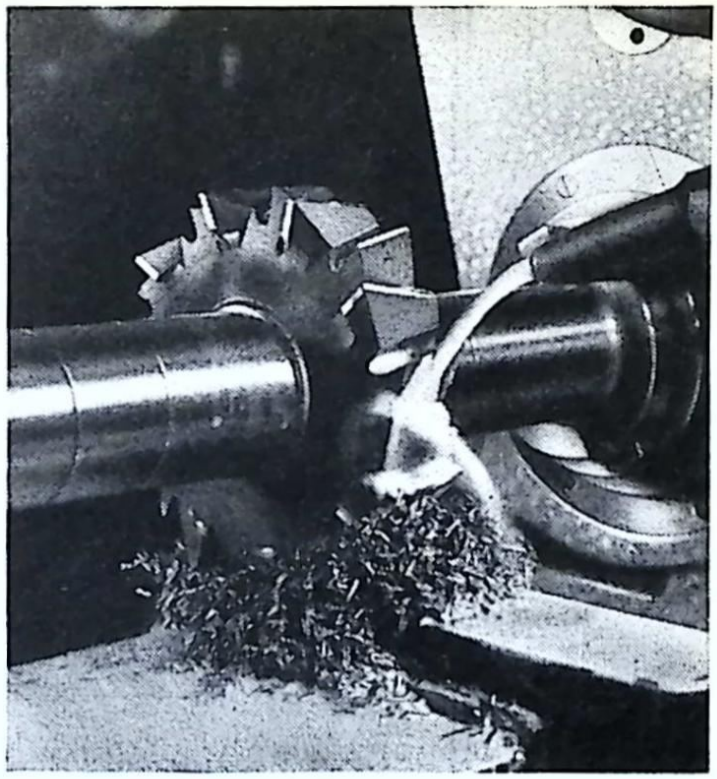


*Fig. 80. Fräsning med skivfräs med fasta sicksackskär.*

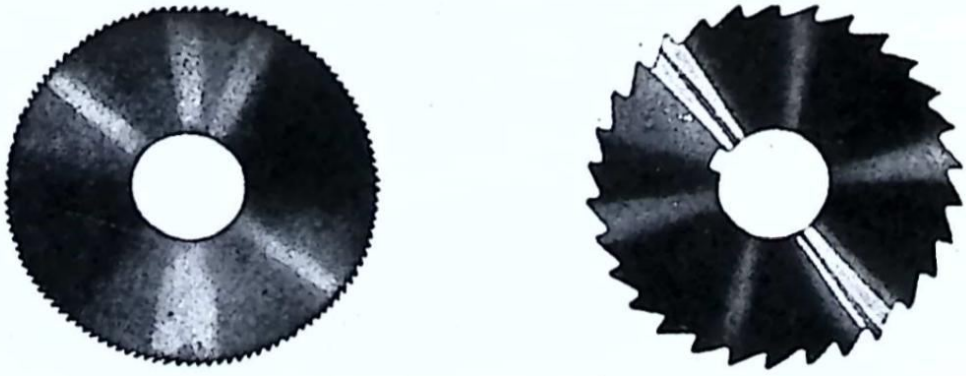


*Fig. 81. Slitsfräsar.*
*T. v. Fintandad. T. h. Grovtandad.*

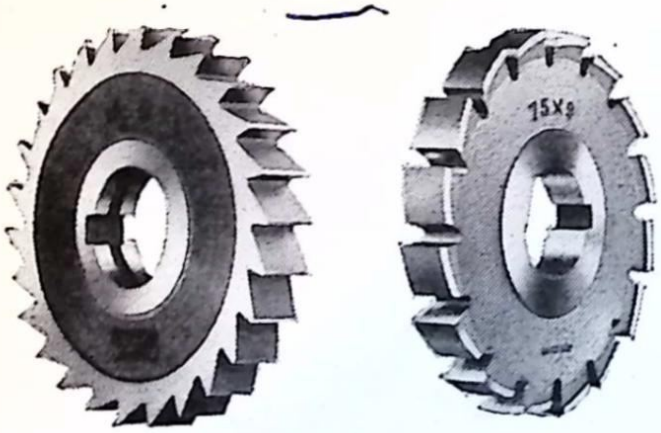



*Fig. 82. Spårfräsar.*
*T. v. Spetstandad. T. h. Avbackad.*

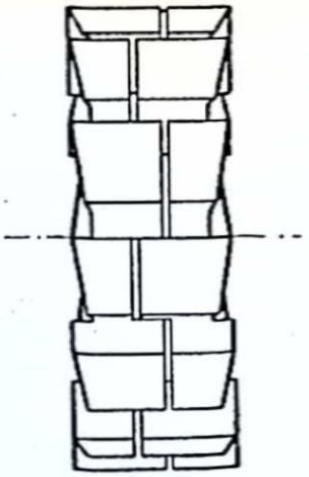


Fig. 83.
*Spårfräs, tvådelad.*

kade även på sidoytorna. Bredden förändras därför efter slipning. Om man vill ha möjlighet att återställa bredden, på en spårfräs av denna typ, till exakt samma värde som före slipningen, måste fräsen utföras i två halvor och förses med erforderligt mellanlägg, motsvarande breddminskningen genom slipningen. För att ej grader skall uppstå måste halvorna, som fig. 83 visar, vara utförda så, att skarven vid varannan tand ligger ett stycke till höger och vid varannan tand ett stycke till vänster om mittlinjen.

Fig. 84 visar fräsning med spetstandad spårfräs. Den i fig. 85 avbildade fräsen användes för fräsning av T-spår och kallas *T-spårfräs.*

**Fråga 24.** *Nämn några olika typer av spårfräsar!*

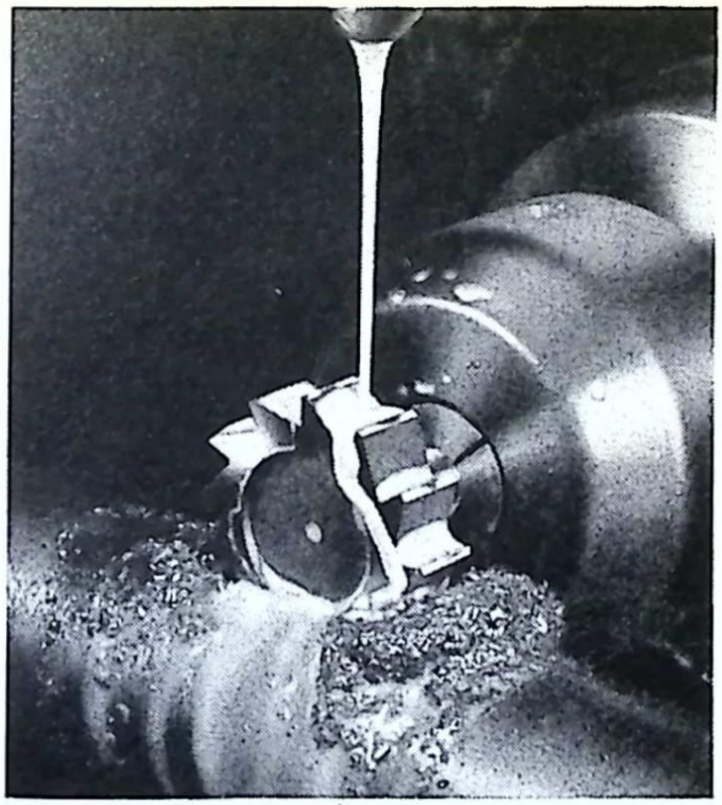


*Fig. 84. Fräsning med spetstandad spårfräs.*



Fig. 85. *T-spårfräs.*

## Profilfräsar

Hit kan lämpligen räknas enkla *kugghjulsfräsar, kedjehjulsfräsar, hörnfräsar, konkav-* och *konvexfräsar,* diverse fräsar för framställning av spår i skärverktyg m. fl.

Vid kugghjulsfräsning använder man vid låga kuggantal och svårbearbetat material gärna en *förfräs* för att skona den egentliga kugghjulsfräsen. Förfräsarna utföres, som fig. 86 antyder med omväxlande släta och trappformiga tänder. De kan arbeta med grov matning, emedan de trappformiga tänderna tjänstgör som spånbrytare. Efter förbearbetningen kvarstår endast obetydligt med gods för den slutliga bearbetningen. Denna utföres med en fräs enl. fig. 87[1]. Såväl denna som förfräsen har avbackade tänder. För den slutliga bearbetningen skulle egentligen fordras *en* fräs för varje kuggantal och varje modul. Vid vanlig evolventkugg använder man emellertid för en viss modul samma fräs för fräsning av kugghjul med olika kuggantal. Sålunda användes t. ex. för varje modul under 10 en sats av 8 fräsar, med vilka alla kuggantal från minimum (12 kuggar) till maximum (oändligt antal kuggar, kuggstång) bearbetas.

Som exempel på andra formfräsar visas i fig. 88 och 89 respektive konkavfräs och konvexfräs. Båda har avbackade tänder.

**Fråga 25.** *Vad vinner man genom att använda förfräs vid kugghjulsfräsning?*

---

[1] Den i fig. 87 visade fräsningen sker utan förfräsning.

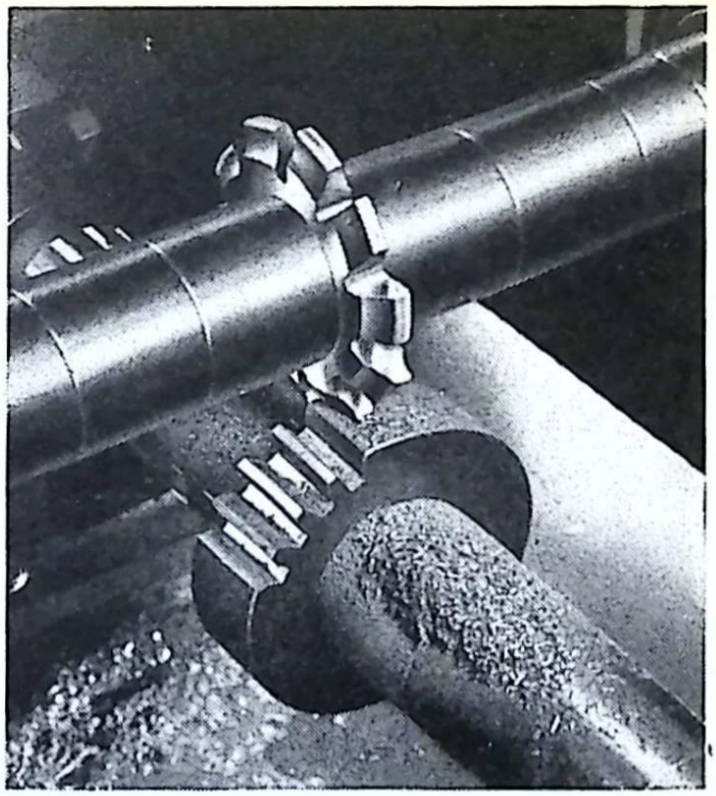


*Fig. 87. Fräsning av kugghjul.*

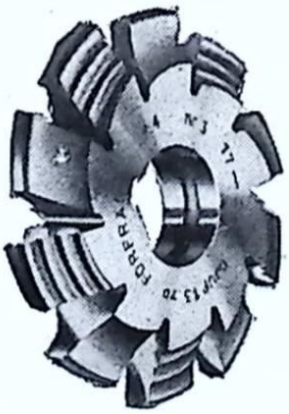


*Fig. 86. Kugg-förfräs.*



*Fig. 88. Konkav-fräs.*

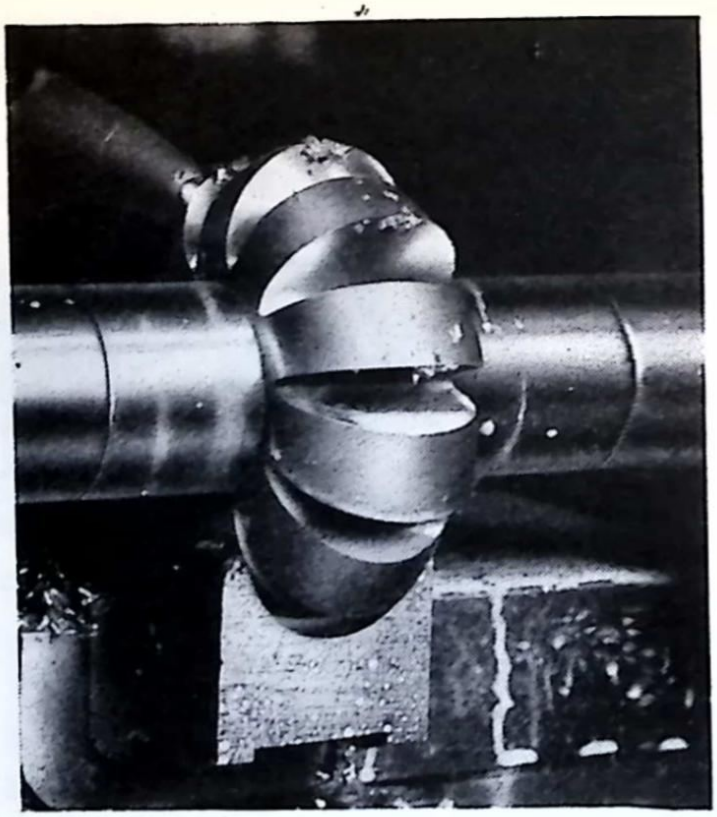


*Fig. 89. Konvexfräs.*

## Snäckfräsar

*Snäckfräsar* användes bl. a. för fräsning av cylindriska kugghjul. En snäckfräs kan sägas vara en till fräs utbildad snäcka, vilken arbetar ihop med ett oskuret kugghjulsämne och därvid skär kuggar i ämnet. Denna metod för kugghjulsfräsning benämnes *avrullningsmetoden*. Då kuggar framställes på detta sätt, har kuggantalet på det hjul, som skall skäras, intet inflytande på det skärande verktyget. Man behöver därför endast en snäckfräs för varje modul och kan med denna skära alla kuggantal med teoretiskt riktig kuggform.

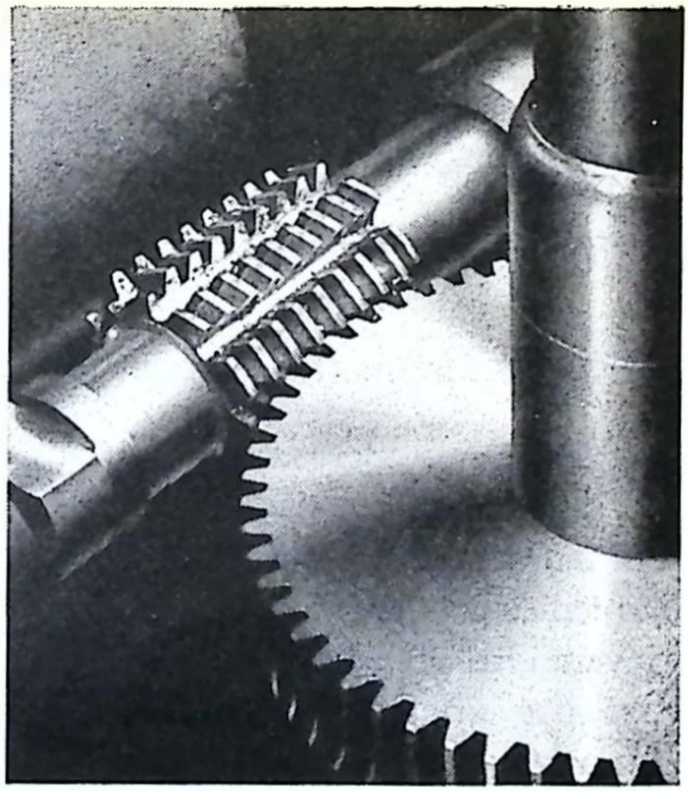


*Fig. 90. Fräsning av kugghjul medelst snäckfräs.*

Fig. 90 visar en högergängad, högergående snäckfräs med vänstergående skruvskär för cylindriska kugghjul. Då särskilt stora krav ställes på kuggarnas form, slipas snäckfräsen på flankerna efter härdningen. I fig. 91 visas en snäckfräs för fräsning av skruvhjul. Även denna fräs är högergängad, högergående och försedd med vänstergående skruvskär. Antalet ingångar är tre.

**Fråga 26.** *Nämn någon fördel med snäckfräsen vid t. ex. kugghjulsfräsning!*



*Fig. 91. Snäckfräs med tre ingångar.*

## Sammansatta fräsar

För bearbetning av profiler, sammansatta av plana ytor, samt även för andra arbeten, där flera ytor kan bearbetas samtidigt, användes sammansatta fräsar där varje i satsen ingående fräs kallas *satsfräs*. Om de ytor, som skall bearbetas, går i varandra utan mellanliggande oarbetade partier, måste fräsarna gripa in i varandra på sådant sätt att inga grader uppstår under fräsningen. De olika i satsen ingående fräsarna uppsättes på en gemensam dorn. Deras axiella läge fixeras med hjälp av distanshylsor eller ansatser på dornen. Exempel på en sådan satsfräs visas i fig. 92.

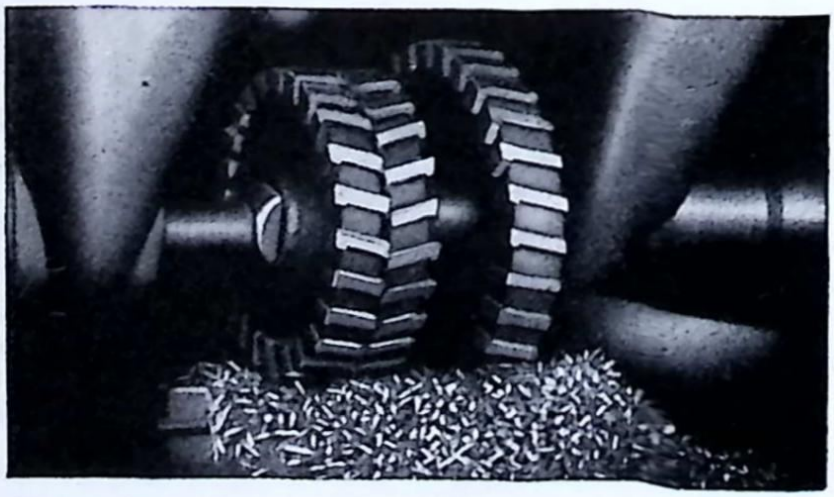


*Fig. 92. Fräsning med satsfräs.*

# Verktygsvård

Maskinverktygen skall ägnas en lika omsorgsfull vård som handverktyg och maskiner. Man skall behandla eggarna varsamt och ej slänga verktyg med skarpa eggar hur som helst. Detta gäller särskilt om eggen är gjord av hårdmetall, som ju är mycket spröd. Verktygen skall hållas fria från rost och efter användning befrias från spån och överflödig olja. Om det i maskinen använda kylmedlet är av rostframkallande karaktär skall det helt avlägsnas från verktygen. Om verktyget är skadat eller behöver omslipas skall åtgärder omedelbart vidtagas. När verktyget återinlägges på sin förvaringsplats, som i de flesta verkstäder är verktygsskåpet, skall det vara felfritt och klart för användning.

# Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

**1.** *Rita ett rakt vänster skrubbstål!*

**2.** *Rita ett stickstål avsett för avstickning intill dubbdockan i arbetsläge sett uppifrån!*

**3.** *Varför användes ej stålhållare, vid särskilt stor avverkning (stor spåntvärryta)?*

**4.** *Varför förses ett stål för invändig bearbetning med större släppningsvinkel än ett stål för utvändig bearbetning?*

**5.** *Nämn några skärverktyg avsedda att användas i borrmaskiner!*

**6.** *Vad menas med upprymning?*

**7.** *Nämn något om skillnaden mellan fräsar med spetsiga tänder och fräsar med avbackade tänder!*

**8.** *Vad menas med vänstergående fräs?*

**9.** *Nämn några fördelar med fräsar med lösa skär!*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
03433

VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 7

# Hyvel- och borrmaskiner

## Hyvelmaskiner

### Användning, storlek, effekt och hastigheter

Hyvelmaskinerna kännetecknas av rätlinjig fram- och återgående skärrörelse samt av en stegvis efter varje arbetsslag skeende matning. Skärrörelsen kan härvid vara förlagd antingen till verktyget eller till arbetsstycket. Även matningsrörelsen kan utföras antingen av verktyget eller av arbetsstycket.

Verktyget, hyvelstålet, uppträder vid spånskärningen på samma sätt som svarvstålet, vilket det i hög grad liknar.

Av ett flertal för olika ändamål utbildade maskintyper skall här endast behandlas *kipphyveln*. I brev 5 visade vi

i fig. 1 en större maskintyp den s. k. *bordhyvelmaskinen*. Andra närbesläktade maskintyper är *stickmaskiner* och *driftmaskiner*. Hyvelmaskinen har numera i rätt stor utsträckning ersatts av fräsmaskinen, som ofta är gynnsammare vid stor produktion och presterar minst lika bra arbetsresultat.

Kipphyveln är en förhållandevis billig maskin och relativt enkel att handha särskilt vid skrubbearbetning.

Då den dessutom tillåter noggrann bearbetning och kan användas för utförande av ett flertal olika arbetsoperationer, så är den en maskin, som sällan saknas i de mekaniska verkstäderna.

Kipphyvelns storlek bestämmes av arbetsslagets längd. Maskineffekten är icke en så bestämmande faktor som vid andra verktygsmaskiner. Spåntvärytan vid hyvling är tämligen liten i jämförelse med den spåntväryta, som ifrågakommer vid t. ex. svarvning. På grund av den ringa spåntvärytan utövar stålet ett relativt litet tryck på arbetsstycket och bearbetningen kan därför bli mycket noggrann.

Som normala skärhastigheter kan anges, för

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| gjutjärn ..... | 10—15 | meter | per | minut |
| stålgjutgods ..... | 10—15 | » | » | » |
| smidesjärn ..... | 10—15 | » | » | » |
| stål 30—40[1] ..... | 12—16 | » | » | » |
| » 50—70 ..... | 10—14 | » | » | » |
| » 80—90 ..... | 10—12 | » | » | » |
| mässing och rödgods ..... | 12—20 | » | » | » |

[1] Stål 30—40 betecknar ett material med draghållfastheten 30 till 40 kg/mm².

Skärhastigheten är i allmänhet relativt liten vid hyvelmaskinerna, vilket sammanhänger med den fram- och återgående rörelsen samt den därav följande intermittenta (avbrutna) bearbetningen.

Skärhastigheten är dessutom, såsom i regel är fallet vid verktygsmaskiner, beroende av arbetets art, arbetsstyckets material samt det använda verktygets egenskaper.

För att till fullo kunna utnyttja hårdmetallverktyg har maskiner med större hastighet konstruerats, så att skärhastigheter upp till 40 m per min numera icke är ovanliga.

Skärdjupet är vid hyvling oftast givet av arbetsmånen. Matningen får sedan rätta sig efter maskinens effekt. Ofta begränsas dock matningen av andra omständigheter långt innan den för maskinen maximala spåntvärytan uppnåtts. På grund av den låga skärhastigheten kommer under inga förhållanden verktygets utslitningstid att spela någon större roll.

**Fråga 1.** *Nämn några egenskaper hos kipphyveln.*

**Fråga 2.** *Varpå beror den förhållandevis låga skärhastigheten vid hyvelmaskiner?*

## Kipphyvelns konstruktion

Kipphyveln användes huvudsakligen för åstadkommande av plana bearbetade ytor på små arbetsstycken. Hos kipphyveln utför stålet skärrörelsen och arbetsbordet i allmänhet matningsrörelsen. Stålet föres sålunda rätlinjigt fram och åter över det under arbetsslaget stillastående arbetsstycket, och omedelbart innan nästa arbetsslag börjar, ma-

tas bordet med det därpå befintliga arbetsstycket ett stycke i sidled.

Kipphyveln utföres vanligen ej för större slaglängder än 800 mm.

Det ur konstruktiv synpunkt särskilt utmärkande för kipphyveln är den i skärriktningen långa horisontala verktygssliden, som i ena ändan uppbär *supporten,* på vilken verktyget fästes. (Se fig. 1.) De flesta kipphyvlar är vidare försedda med vev- och kulissanordning som åstadkommer den fram- och återgående rörelsen hos verktygssliden. Hydraulisk rörelse hos verktygssliden förekommer dock också.

För kulissdrivna kipphyvlar är skärhastigheten störst vid slagets mitt och minst vid början och slutet av slaget. Mot varje varv, som kulissens vevrörelse gör, svarar ett arbetsslag och ett backslag. Om varvtalet är oförändrat, tar det följaktligen lika lång tid för ett långt slag som för ett kort. Skärhastigheten blir följaktligen större vid ett långt arbetsslag än vid ett kort.

Vill man med bibehållande av slaglängden öka skärhastigheten, bör man tydligen låta slaget utföras på kortare tid.

Detta sker genom förändring av vevens hastighet. Maskinen i fig. 1 har för detta ändamål en växellåda medelst vilken 8 olika hastigheter kan erhållas. Slaglängden kan ändras genom ändring av vevradien. Vidare kan verktygssliden inställas i sin längdriktning i förhållande till drivanordningen.

Supporten består av en vridbar skiva samt en på denna i sin längdriktning förskjutbar slid, vilken uppbär ett vridbart block. Detta är försett med en kring en vågrät tapp

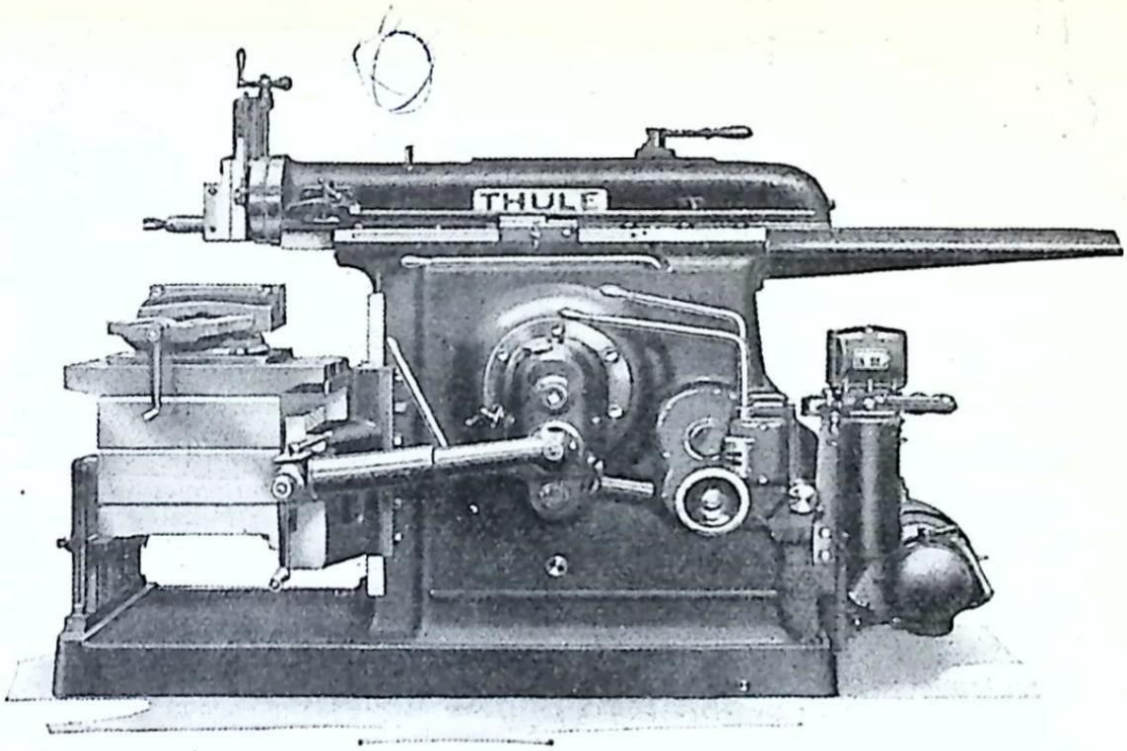



*Fig. 1. Modern kipphyvel med påbyggd drivmotor.*

vridbar klaff, som uppbär stålfästet. Genom denna konstruktion av supporten erhåller, som vi senare skall visa, stålet erforderliga inställningsmöjligheter.

Bordet på vilket arbetsstycket vanligen uppspännes i ett skruvstycke, kan förskjutas i höjdled. Den nödvändiga rörelsen i sidled, matningsrörelsen, utföres maskinellt med hjälp av en excenteranordning, som över ett spärrhjul vrider en skruv, vilken förflyttar bordet. Excenteranordningen är kopplad till vevaxeln.

**Fråga 3.** *Hur åstadkommes skär-, matnings- och bordrörelse på en kipphyvel?* 25 p. 18 år 5121

Under hyvlingen utsättes stålet (fig. 2) för ett bakåtriktat tryck, vilket söker böja stålet bakåt kring punkten A. Ger stålet ett ögonblick efter för detta tryck, t. ex. beroende på att arbetsstyckets material på något ställe är hårdare än det övriga materialet, tränger ståleggen djupare ned i materialet och en skåra uppstår i den bearbetade ytan. Dylikt kan emellertid ej inträffa vid det i fig. 3 avbildade stålet, vars egg är tillbakasatt, så att den ligger lodrätt under punkten A. Om stålet på grund av hårdare material på något ställe fjädrar bakåt, tränger eggen ej djupare ned i materialet utan lyftes tvärtom något över ytan på ifrågavarande ställe. Någon fördjupning uppstår således ej, utan i stället bildas ett något högre parti, vilket senare kan borttagas. Vid släthyvling av ytor, som skall vara absolut plana, bör man därför använda stål med tillbakasatt egg.

Som förut nämnts är det vanligt att stålfästet fastsättes på sådant sätt, att stålet är rörligt omkring en axel parallell med arbetsytan och vinkelrät mot rörelseriktning-

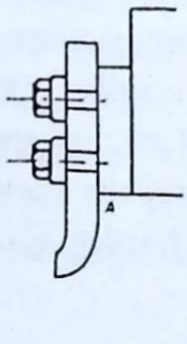



*Fig. 2. Lämpligt för skrubbhyvling.*

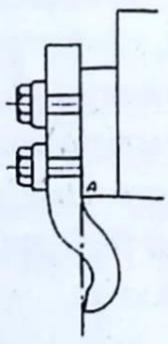



*Fig. 3. Lämpligt för släthyvling.*

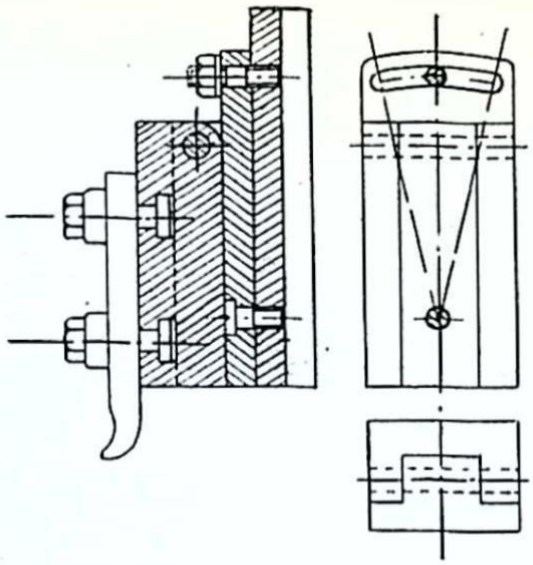


*Fig. 4. Stålhållare.*

en. Fig. 4 visar ett vanligt utförande av en sådan fastsättning, som användes för att stålet under återgångsslaget ej skall trycka mot den bearbetade ytan.

I övrigt hänvisar vi beträffande hyvelstålens utformning till brev 6, Hyvelstål.

## Arbetsstyckets fastspänning

Under hyvlingen påverkas arbetsstycket av en kraft, skärkraften, som dels trycker det mot bordet, dels strävar att förflytta det i sidled samt slutligen även vill förflytta det i skärrörelsens riktning. Arbetsstycket måste därför spännas fast vid maskinens bord. För att möjliggöra detta är bordet försett med ett antal T formade, parallella spår, vilka löper utefter bordets hela längd, parallellt med hyv-

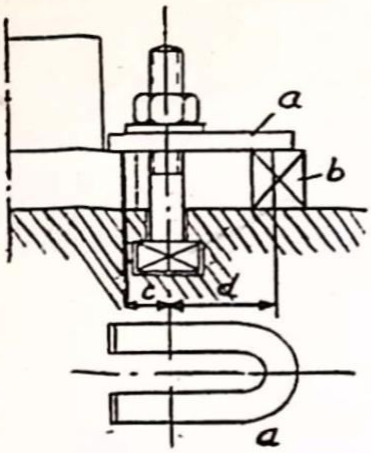



*Fig. 5. Riktig uppspänning.*

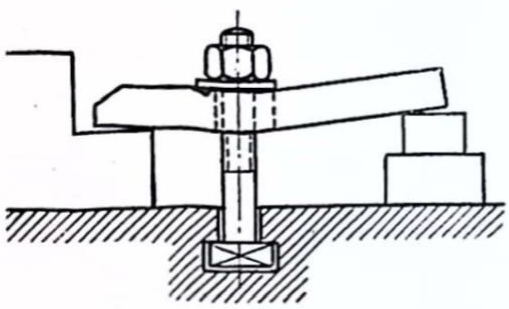


*Fig. 6. Felaktig uppspänning.*

lingsriktningen. Arbetsstycket fastspännes medelst spännanordningar av diverse slag samt skruvar med fyrkanthuvud, vilka passa till T -spåren (fig. 5). Skruvskallarna måste föras in från spårens ändar.

Vid kipphyvling är maskinskruvstycket den vanligaste uppspänningsanordningen. Vi hänvisar betr. uppspänningsanordningar till brev 4 och skall här endast ge ytterligare några exempel och synpunkter som är aktuella vid hyvling.

Fig. 5 visar en vanlig metod för fastspänning. *Spännjärnet* a kan vara ett plattjärn med hål för *spännskruven* eller ett U-format järn. I senare fallet anbringas spännskruven mellan skänklarna. Klotsen b är av järn eller trä. Med en lämplig uppsättning dylika klotsar, kan man utan tidsförlust spänna fast arbetsstycken med varierande tjocklek. Avståndet *c* skall vara litet. Härigenom minskas påkänningen på spännskruven. Spännjärnen bör dessutom vara horisontala.

**Fråga 5.** *Varför är arbetsbordet försett med* T-*spår.*

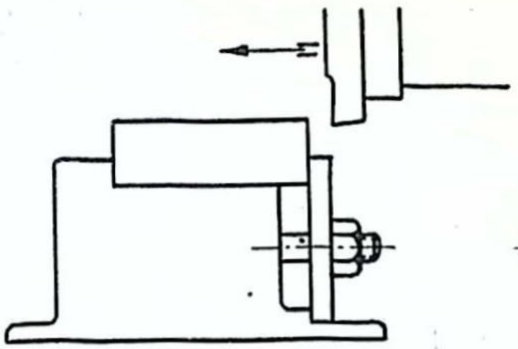



*Fig. 7. Arbetsstycket har stadigt stöd.*

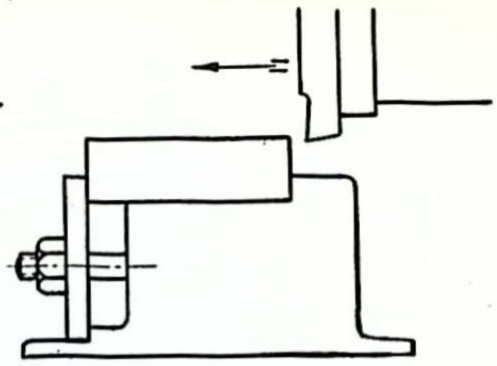



*Fig. 8. Stödet (spännjärnet) för vekt.*

Fig. 7 och 8 visar i princip riktig och oriktig uppsättning av ett arbetsstycke. Likaså fig. 9, som ger anvisningar för fastspänning av ett arbetsstycke i ett hörn.

Då det gäller hyvling av en mängd smärre järnföremål, av vilka många skall hyvlas samtidigt, kan man med fördel använda sig av en *elektromagnetisk spännplatta,* s. k. magnetbord, vilket på vanligt sätt spännes fast på maskinens bord, och på vars övre yta arbetsstyckena lägges upp lösa i lämpligt anordnade rader. Magnetbordet är invändigt försett med ett flertal elektromagneter vilkas poler når upp till dess övre yta. Polerna är anordnade så att varannan pol är nordpol och varannan sydpol. När nu likström inledes i elektromagneternas spolar, blir polerna magnetiska och attraherar samt fasthåller arbetsstyckena i deras lägen på arbetsbordet. När hyvlingen är verkställd, brytes strömmen till elektromagneterna. Dessa förlorar då sin magnetism, och arbetsstyckena kan plockas bort.

Som redan tidigare framhållits bör man förvissa sig om, att arbetsstycket ligger väl an mot arbetsbordet under alla

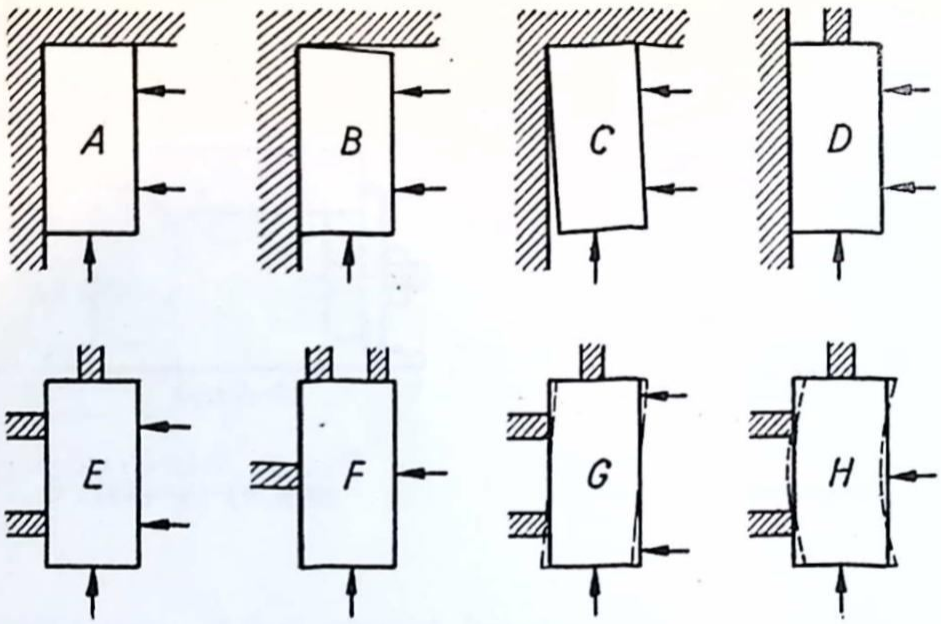



*Fig. 9. Fastspänning av arbetsstycke i hörn.*

Då ett arbetsstycke skall klämmas fast i ett hörn bör fastspänningskrafterna riktas såsom figur A visar.

B. Om vinkelfel förefinnes hos arbetsstycket kan arbetet utföras, om de båda parallella krafterna anbringas först.

C. Om fastspänningen sker först, med den ensamma kraften, stjälper arbetsstycket och kan sedan med parkrafterna ej bringas i rätt läge.

D. Lämpligt ändstöd för fall C utföres i form av en klack.

E. Det är lämpligt att göra även den andra anliggningen i form av två klackar. Härigenom undvikes fel genom mellankommande spån eller tillfälliga ojämnheter i godset.

F. Detta sätt ger ingen säkerhet för att arbetsstycket ställer sig rätt.

G. Parkrafterna angriper ej mitt för stöden. Om den ena parkraften anbringas först, förmår den andra ej vrida arbetsstycket rätt.

H. Ett vekt arbetsstycke deformeras, om fastspänningen sker med en kraft som angriper mellan stöden.

fästpunkter. Detta kan man exempelvis göra genom att lägga pappersremsor mellan arbetsstycket och arbetsbordet. Om vid dragning i remsorna en eller flera remsor befinnes

ligga lösa, så ligger föremålet ej an överallt, och i så fall bör en bleckbit e. d. av lämplig tjocklek skjutas in.

Endast bearbetade ytor bör läggas direkt mot arbetsbordet. Är den mot bordet vända ytan rå, bör föremålet läggas upp på klotsar av trä e. d., för att arbetsbordet ej skall skadas.

**Fråga 6.** *Nämn några viktiga regler som man bör iaktta vid fastspänning med spännjärn!*

## Allmänna regler för kipphyvling

Följande regler bör i första hand följas vid kipphyvling:

1. Fastspänn arbetsstycket väl.
2. Använd så kort utskjutande del av stålet som möjligt.
3. Använd kortast möjliga slaglängd.
4. Använd rätt matning och skärhastighet.
5. Håll maskinen i gott skick.

Vid all bearbetning i kipphyvel bör verktygssliden vara så nära föremålet som möjligt. Stålet skall fastspännas stadigt med eggen så litet som möjligt nedskjutande under supporten. Detta för att minska stålets fjädring. Lämpligt stål för det arbete, som skall utföras, är nödvändigt.

Arbetsstycket fastspännes antingen i skruvstycke, fastspänt på bordet, eller direkt på bordet med tillhjälp av skruvar och fästjärn. Härvid bör tillses att anliggningsytan mot bordet blir så stor som möjligt. Om arbetsstycket är ojämnt, måste stor vikt läggas vid uppallningen, varmed menas anbringandet av underlägg, plåtbitar, brickor o. d., så att en stadig fastspänning erhålles. Dessa underlägg bör placeras intill fästskruvarna för att minska spänningarna i godset.

Vid dålig fastspänning fjädrar arbetsstycket tillbaka, när det lösgöres, varigenom de bearbetade ytorna förlorar sin planhet.

Vid användning av skruvstycke tillses att käftarna griper väl, och att ej större del av arbetsstycket än nödvändigt skjuter ovanför dem. Arbetsstycket bör uppläggas i skruvstycket på ett stöd, t. ex. en parallellbit, som är något smalare än arbetsstycket.

**Fråga 7.** *Var bör underläggen placeras vid fastspänning av arbetsstycket?*

Då ett föremål hyvlas utefter hela sin längd, har materialet benägenhet att brista vid kanten, strax innan stålet lämnar föremålet (fig. 10), så att kanten blir trasig. Önskar man att föremålet skall få en skarp, hel kant, bör man före hyvlingen genom mejsling eller filning snedda av kanten på sätt fig. 10 visar. Det är även lämpligt att snedda av den motsatta kanten, vid vilken stålet börjar skäret, enär detta då börjar utan nämnvärd stöt.

Som förut nämnts är de flesta kipphyvlar så konstruerade att skärhastigheten under slagets gång varierar. Den är störst på mitten och minst i början och slutet. Detta förhållande bör utnyttjas vid bearbetningen, så att stålet börjar och slutar skäret med låg hastighet, varigenom dels stötverkan minskar, dels stålet lämnar arbetsstycket utan att riva med sig material. Arbetsslaget bör därför vara så kort som möjligt, vilket även medför tidsvinst och mindre kraftbehov.

**Fråga 8.** *Varför bör arbetsslaget vara så kort som möjligt?*

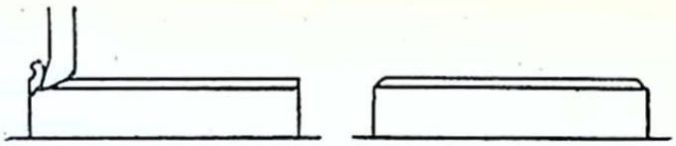


*Fig. 10. Kanten bör fasas för att ej brista.*

Matningens storlek beror på det material, som bearbetas och den ytfinhet man önskar ernå med det stål man använder, men även på arbetsstyckets storlek och fastspänning. Vid matning mot en ansats avbrytes den maskinella matningen i god tid och sista millimeterna sker med handmatning, då därigenom större säkerhet vinnes att stålet ej hugger i ansatsen.

En hyvlad yta kan emellertid vara buktig även av andra orsaker än felaktig uppspänning av föremålet. På grund av ojämn avkylning efter gjutningen eller smidningen uppstår nämligen i gjutna eller smidda arbetsstycken inre spänningar. Dessa spänningar är starkast i närheten av arbetsstyckets yttersidor. Då ett arbetsstycke hyvlas på en sida, minskas eller upphör de inre spänningarna på denna sida, emedan det materialskikt som innehåller spänningarna borthyvlas helt eller delvis. På den motsatta sidan finns de däremot fortfarande kvar i oförminskad styrka. Följden blir att arbetsstycket, särskilt om det är långt och tunt, »slår sig» efter losstagandet, varvid den hyvlade ytan blir konvex, dvs. högst på mitten. Skall ett långt och tunt arbetsstycke hyvlas på båda sidor, bör man därför först skrubbhyvla båda sidorna (ta ett tjockt spån), varigenom de inre spänningarna bortskaffas, och först därefter slät-hyvla dem (ta ett tunt spån). Detsamma gäller givetvis om arbetsstyckets alla sidor skall hyvlas. Ytorna bör då hyv-

las i följande ordning: först de övre och undre långsytorna, sedan de vertikala långsytorna och sist de båda ändytorna. Släthyvling bör äga rum, först sedan alla ytorna skrubbhyvlats.

**Fråga 9.** *Varför bör hela arbetsstycket skrubbhyvlas före släthyvling?*

Vid släthyvling använder man i regel lägre skärhastighet än vid skrubbhyvling.

Släthyvling på gjutjärn göres med mycket litet skärdjup och med stor matning. Matningen bör om möjligt blott verkställas i ena riktningen. Maskinen bör ej stoppas, förrän hela ytan är hyvlad. Måste matningen verkställas i båda riktningarna, bör ett symmetriskt stål användas, och stålet bör inställas absolut vinkelrätt mot ytan. Vidare bör matningen vara lika stor i båda riktningarna. En gjutjärnsyta, som skall släthyvlas, bör vara fullständigt ren och fri från olja o. d. Man bör ej ens beröra den med händerna, ty i så fall glider stålet över de berörda ställena, vilka följaktligen blir högre än ytans övriga delar. Vid släthyvling av andra metaller än gjutjärn använder man något djupare skär samt mindre matning.

Gjutjärn, och vanligen även stål, hyvlas torrt. Vid hyvling av spår i stål bör däremot kylmedel användas för att stålet ej skall bli så varmt, att det allt för snart förlorar sin skärpa. (Jfr brev 4).

## Arbeten i kipphyvel

Det vanligast förekommande arbetet i kipphyvlar är horisontal planhyvling. Härvid inställes stålsupporten vertikalt och matningen sker horisontalt genom bordets förflyttning.

Vid vertikalhyvling, fig. 11, måste vanligen stålet vridas och låsas i snett läge varjämte stålets framskjutande del (sträckan a) måste göras längre, så att supporten går fri från arbetsstycket vid nedmatningen. Härigenom blir stålets fjädring större och därför blir mindre matning nödvändig. Samma förhållande blir det vid hyvling av lutande ytor, fig. 12. Supporten vrides och fastlåses i sådant läge, att dess mittlinje blir parallell med den lutande hyvlade ytan. Matningen sker, utom i speciella fall, alltid uppifrån.

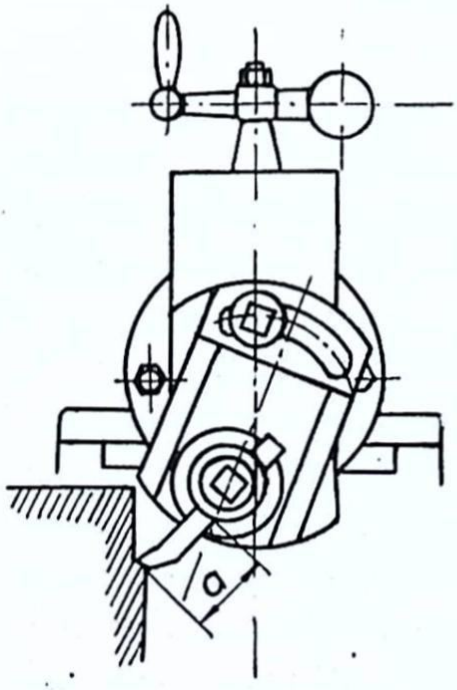



*Fig. 11. Vertikalhyvling.*

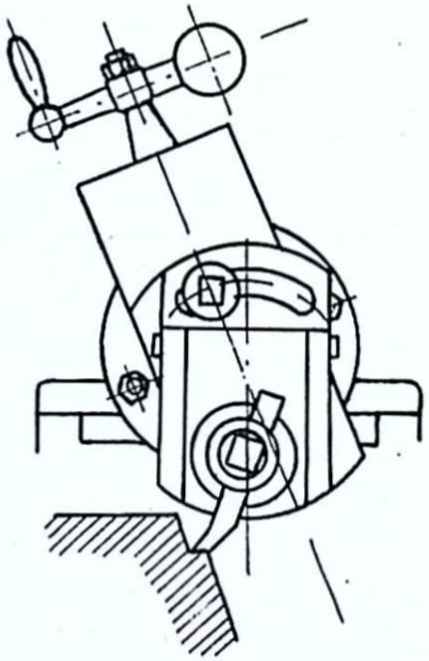


*Fig. 12. Hyvling av lutande yta.*

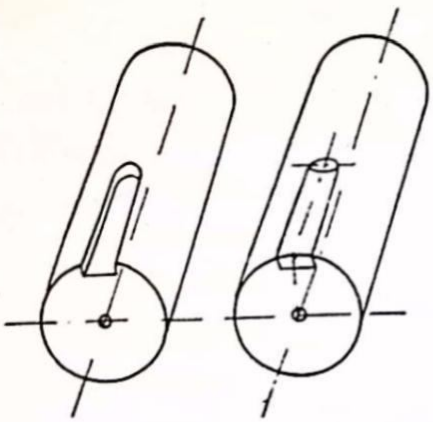


*Fig. 13 och 14. Ritsning för och upptaget ändkilspår.*

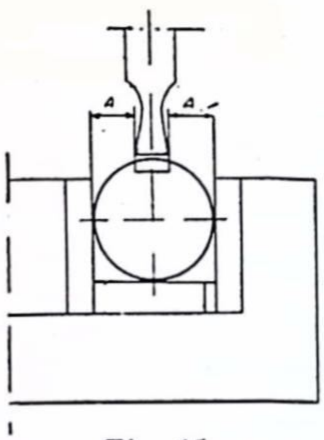


*Fig. 15. Hyvling av kilspår.*

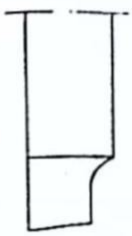


*Fig. 16. Hyvelstål.*

Hyvling av buktiga ytor med liten krökningsradie kan utföras med stillastående bord, därigenom att supportens vridbara block efter varje skär vrides något kring sin tapp.

**Fråga 10.** *Vad menas med vertikalhyvling?*

Ett arbete, som kan utföras i kipphyvel, är hyvling av kilspår i axlar. Skall man hyvla ett kilspår som går fram till axeländan, fig. 13, ritsar man vid spårets inre ända upp en cirkel med diametern lika stor som spårets bredd, fig. 14. I denna cirkel borras ett hål, vars diameter är ca 0,5 mm större än kilspårsbredden, och av samma djup som kilspåret. Axeln uppspännes därefter i ett prallellskruvstycke, fäst på arbetsbordet (fig. 15) och kilspåret hyvlas med ett stål av samma bredd som spåret. Vid axelns inspänning bör man se till att avståndet *A* på ömse sidor om stålet blir lika stort. Stålet, vilket är symmetriskt, bör vara inställt så att eggen blir horisontal. För att uppnå detta låter man vid stålets inspänning eggen vila på skruvstyckets

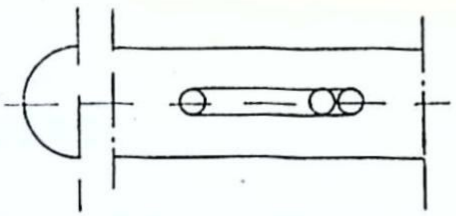


*Fig. 17. Ritsning för kilspår.*

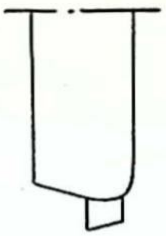


*Fig. 18. Stål med tillbakasatt skärhuvud.*

övre plana yta. Hyvlingen utföres från axeländan mot det borrade hålet. Stålhuvudets form framgår av fig 16.

Vid hyvling av kilspår som ej når fram till axeländan (fig 17), borrar man hål vid kilspårets båda ändar. Vid den ända, från vilken hyvlingen skall börja, borrar man två hål bredvid varandra samt bortmejslar det mellan dessa båda hål befintliga materialet, så att ett avlångt spår uppstår. Kilspåret hyvlas därefter med ett stål med tillbakasatt skärhuvud (fig. 18) av samma bredd som kilspåret.

I en kipphyvel kan man även hyvla kilspår i nav, varvid man använder speciella stål försedda med en långt framskjutande horisontal del, vilken vid hyvlingen kan passera genom navhålet (fig. 19). Sedan stålet fastspänts i sådant

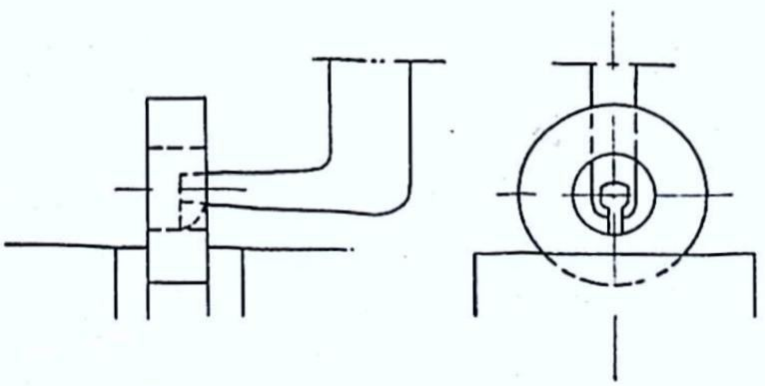


*Fig. 19. Hyvling av kilspår i nav.*

läge att dess skäregg är horisontell, införes det i navhålet och inriktas i horisontal och vertikal led så att eggens båda ändpunkter samtidigt berör navhålets vägg, varefter kilspåret hyvlas.

Skall flera likadana, mindre föremål hyvlas, kan man spara tid genom att hyvla flera samtidigt. Föremålen uppspännes då parallellt med varandra i rätlinjiga rader på hyvelbordet.

**Fråga 11.** *Varför bör det borrade hålet vara något större än kilspårets bredd vid hyvling av kilspår?*

**Fråga 12.** *Hur går man tillväga vid hyvling av kilspår?*

Utom den förut beskrivna metoden med vridning av supportens vridbara block använder man sig även av en s. k. rundhyvlingsapparat för hyvling av cylindriska ytor. Dylik hyvling kallas *rundhyvling*. Rundhyvlingsapparaten består av en axel, vilken kan vridas runt av en skruvväxel. Det hela är monterat på en platta, som medelst lämpliga hål lätt kan fastspännas vid maskinens arbetsbord. Fastspänningen utföres så, att apparatens axel blir parallell med verktygsslidens rörelseriktning. Föremålet, som skall rundhyvlas, monteras på axeln och kipphyvelns bord inställes så, att stålet kommer rakt över föremålets högsta parti. Efter varje slag vrides axeln av skruvväxeln en obetydlig vinkel, varefter nästa skär äger rum. Arbetsbordet står stilla hela tiden. Vridningen av skruven utföres av maskinen medelst ett på skruven monterat spärrhjul.

Inställer man rundhyvlingsapparatens axel så, att den lutar mot horisontalplanet, får det hyvlade föremålet konisk form.

**Fråga 13.** *Vartill användes rundhyvlingsapparat?*

# Borrmaskiner

## Användning, storlek, effekt och hastigheter

Borrmaskiner användes huvudsakligen för invändig bearbetning av cylindriska ytor. Den vanligaste arbetsoperationen är borrning (och upprymning) av hål. I övrigt användes borrmaskinen även för gängning, försänkning, planing och brotschning.

Efter utförande och användningsområde indelas borrmaskinerna i *hand-, bänk-, pelar-* och *radialborrmaskiner* jämte borrmaskiner för speciella ändamål. På grund av de höga varvtal (upp till 18000 à 24000 varv per minut), som moderna bänk- och pelarborrmaskiner kan prestera, kallas dessa två typer ofta även för snabborrmaskiner.

Handborrmaskinen drives antingen av en i maskinen inbyggd elektrisk motor eller medelst komprimerad luft och användes i allmänhet för borrning av mindre hål i samband med reparations- och monteringsarbeten. Den kan närmast betraktas som ett handverktyg.

Skärrörelsen är vid borrmaskiner roterande och utföres av verktyget. Matningsrörelsen, som också utföres av verktyget, är rätlinjig. Verktyget fästes vid en borrspindel som ges en roterande rörelse och samtidigt möjlighet till förskjutning i sin längdriktning.

Maskinens storlek bestämmes av storleken på det största arbetsstycket som kan uppspännas på bordet under borrspindeln, samt av den största tillåtna borrdiametern. Den erforderliga effekten avtager under i övrigt lika förhållanden med håldiametern. Om man borrar hål med mindre diameter än den största för maskinen tillåtna dia-

*Tabell 1*

*Skärhastigheter i m/min. för spiralborrar av snabbstål.*

| Material | Draghållfasthet kg/mm² | Borrning | Brotschning | Gängskärning |
|---|---|---|---|---|
| Stål ..... | < 50 | 20—35 | 6 | 15 |
| » ..... | 50—70 | 20—30 | 5 | 11 |
| » ..... | 70—90 | 15—20 | 4 | 8 |
| » ..... | 90—110 | 10—20 | 3 | 5 |
| Stålgjutgods ..... | — | 20—35 | 6 | 12 |
| Gjutjärn ..... | 12—18 | 20—40 | 7—8 | 12—15 |
| » ..... | 18—30 | 12—20 | 6—7 | 10—12 |
| Mässing ..... | — | 20—200 | 8—14 | 8—12 |
| Rödgods ..... | — | 20—40 | 8—14 | 10—20 |
| Lättmetaller ..... | — | 100—400 | 15—25 | 15—25 |

metern blir följaktligen maskinen icke fullt utnyttjad. Om icke arbetsstyckets storlek och form lägger hinder i vägen, bör man därför borra små hål i en liten maskin och stora hål i en stor maskin.

I allmänhet drives borrmaskinerna av elektriska motorer på några få hk. Det tryck som erfordras för matningen, tryckkraften, kan vara betydande och spelar stor roll för maskinens konstruktiva utformning. Det påverkar också borren, som kan knäckas om tryckkraften blir för hög.

Med skärhastighet vid borrning avses periferihastigheten räknad på borrens ytterdiameter dvs.

$$v = \pi d n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots [1]$$

För $d = 50$ mm och $n = 127$ r/m erhålles alltså $v = 20$ m/min. Matningen vid borrning räknas i mm/varv. Tabell 1 ger exempel på skärhastigheter i

*Tabell 2*

*Matningar i mm/varv för spiralborrar av snabbstål.*

| Material | Borrdiameter mm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1—5 | 5—12 | 12—22 | 22—30 | 30—50 |
| Stål < 70 . | 0,05—0,1 | 0,1—0,18 | 0,18—0,3 | 0,3—0,35 | 0,35—0,45 |
| » 70—90. | 0,03—0,08 | 0,08—0,15 | 0,15—0,25 | 0,3—0,35 | 0,35 |
| » 90—110. | 0,03—0,06 | 0,08—0,12 | 0,12—0,18 | 0,2—0,25 | 0,3 |
| Stålgjutgods | 0,05—0,1 | 0,1—0,2 | 0,2—0,35 | 0,35 | 0,5 |
| Gjutjärn 12—18 ... | 0,07—0,1 | 0,15—0,25 | 0,35—0,6 | 0,7—1,0 | 1,3 |
| Gjutjärn 18—30 ... | 0,05—0,1 | 0,1—0,15 | 0,2—0,25 | 0,3—0,35 | 0,4 |
| Mässing ... | 0,02—0,1 | 0,1—0,2 | 0,2—0,5 | 0,5—0,7 | 0,7—1,0 |
| Rödgods ... | 0,07—0,1 | 0,15—0,25 | 0,35—0,6 | 0,7—1,0 | 1,3 |
| Lättmetaller | 0,05—0,15 | 0,15—0,25 | 0,25—0,4 | 0,4—0,6 | 0,6—1,0 |

m/min. för olika material vid bearbetning med verktyg av snabbstål.

Tabell 2 ger värden för lämplig matning i mm/varv för spiralborrar av snabbstål. Tabell 3 ger motsvarande värden för brotschning. Vid gängskärning skruvar sig gängtappen själv ned i hålet, varvid maskinmatning icke får användas.

Skärhastigheten blir beroende av arbetets art, arbetsstyckets material och verktygets material samt av kylningen och den därmed sammanhängande borttransporten av spån. Hålets diameter påverkar i någon mån skärhastigheten men i mycket högre grad matningen. För att under i övrigt lika förhållanden kunna erhålla samma skärhastighet

*Tabell 3*

*Matningar i mm/varv för snabbstålsbrotschar.*

| Material | Brotschdiameter m m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | < 10 | 10—15 | 15—25 | 25—40 | 40—60 | 60—100 |
| Stål<br>Stålgjutgods<br>Aducergods | < 0,3 | < 0,5 | < 0,7 | < 0,8 | < 1,0 | < 1,5 |
| Gjutjärn<br>Rödgods<br>Mässing<br>Lättmetall | < 1,0 | < 1,5 | < 2,0 | < 2,5 | < 3,5 | < 5,0 |

vid olika håldiameter, måste borrspindelns varvtal anpassas till skärhastigheten och håldiametern enligt den nyss givna formeln för skärhastigheten.

**Fråga 14.** *Vilka arbetsoperationer kan utföras i borrmaskiner och hur utföres skärrörelse resp. matningsrörelse?*

**Fråga 15.** *Vad har håldiametern för inflytande på varvtal och matning?*

## Bänkborrmaskiner

Bänkborrmaskinen är konstruerad så, att den lämpligen kan placeras på arbetsbänken och är i allmänhet avsedd för borrning av hål upp till 8 mm. Fig. 20 visar ett utförande av denna maskintyp. Den består av ett stativ med fotplatta och pelare samt en på pelaren uppsatt spindeldocka. Denna, som innehåller alla för skär- och mat-

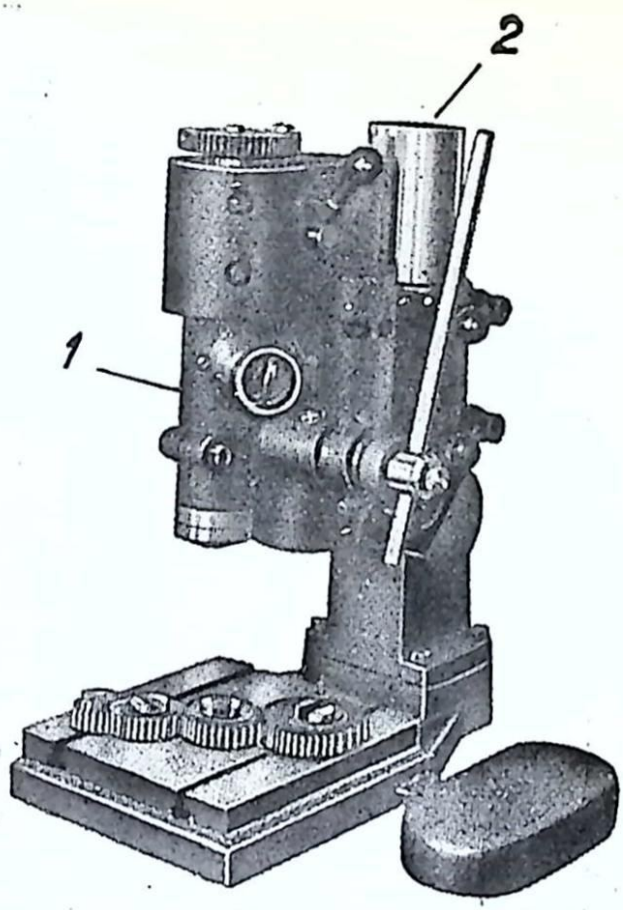



*Fig. 20. Borrmaskin avsedd för bänkmontage.*
1. Borrhuvud. 2. Pelare.

ningsrörelserna erforderliga detaljer jämte drivmotor, kan fastspännas på pelaren i önskat höjdläge.

## Pelarborrmaskiner

Äldsta typen av borrmaskiner är *pelarborrmaskinen*. En dylik maskin av äldre modell visas i fig. 21.

De moderna pelarborrmaskinerna har fått en utformning, som uppfyller mycket högt ställda anspråk. De saknar drivremmar, är lättskötta och har stort arbetsområde, spindlar

och axlar är lagrade i kul- eller rullager och har automatisk smörjning. Borrspindeln drives av elektrisk motor över en växellåda, varigenom olika hastigheter och matningar erhålles genom några enkla handgrepp. Genom denna konstruktion vinnes att maskinen får ett kompakt och stadigt utförande jämte vibrationsfri gång, även vid mycket höga spindelvarvtal.

Fig. 22 visar en modern pelarborrmaskin. Den göres antingen en- eller flerspindlig. I förra fallet förses den

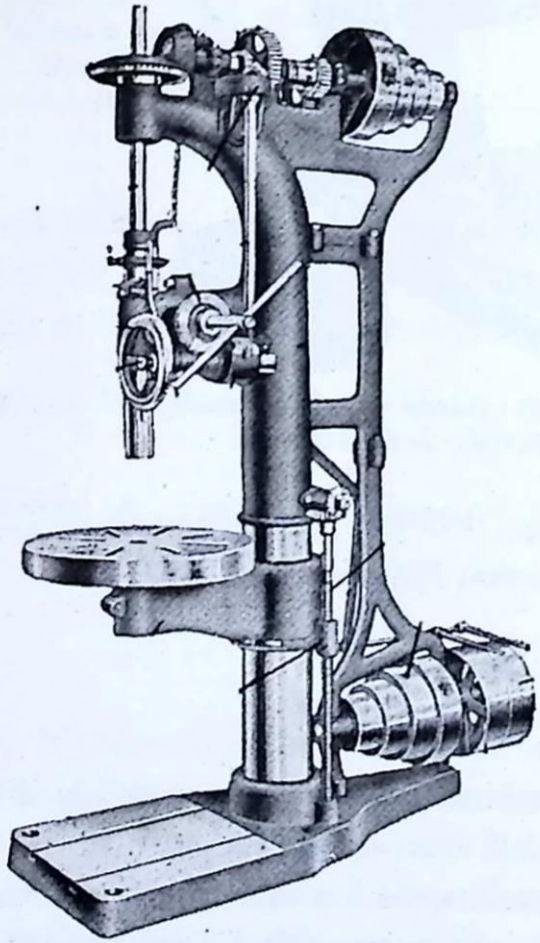


*Fig. 21. Pelarborrmaskin med trappremskivor.*

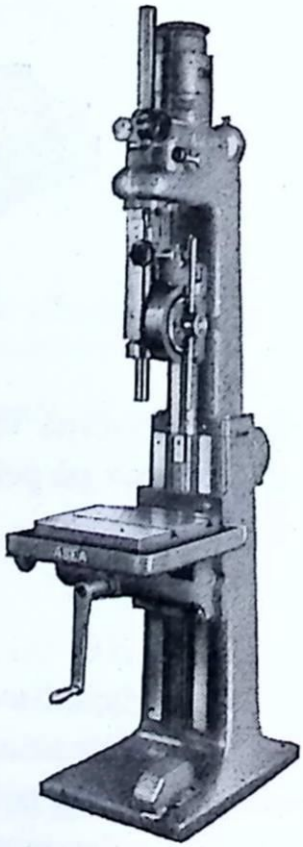


*Fig. 22. Enspindlig pelarborrmaskin.*

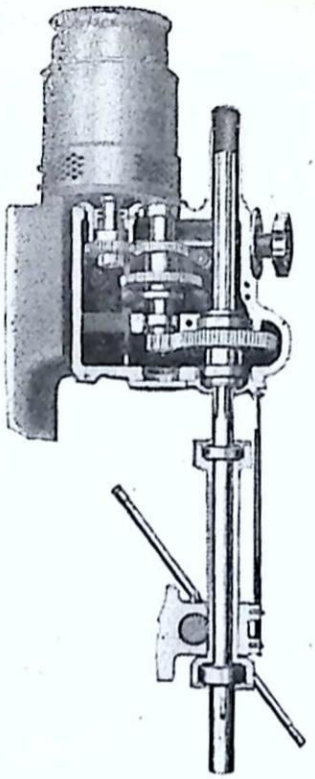


*Fig. 23. Växellåda och spindel vid handmatning.*

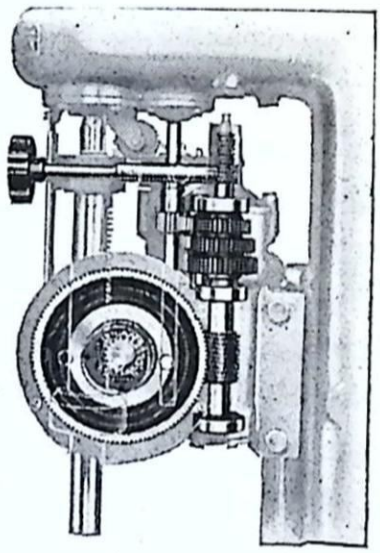


*Fig. 24. Mekanism för maskinmatning.*

oftast med endast handmatning, i senare fallet har en eller flera spindlar maskinmatning. Valet av antalet spindlar med maskinmatning, beror på det arbete för vilket maskinen huvudsakligen är avsedd. Spindeldockan är utbalanserad dvs. den hänger fritt i önskat läge utan fastklämning. Anordning för inställning av önskat borrdjup finnes, likaså automatisk frånslagning. Vid gängning omkastas spindelns rotationsriktning vid inställt gängdjup, så att gängtappen urgängas. Maskinmatningen tillslås, då borren ansatts mot arbetsstycket, genom ett litet ryck i

nedföringsspaken och frånslås automatiskt vid borrens återföring.

**Fråga 16.** *Vilka är de viktigaste olikheterna mellan borrmaskinerna i fig. 21 och 22?*

## Radialborrmaskiner

Radialborrmaskinen, fig. 25, är i första hand avsedd för borrning av stora arbetsstycken. Dess huvuddelar är bottenplattan med bordet, pelaren och armen som uppbär borrsupporten. Armen är utbildad till en hylsa, som griper om pelaren. Denna hylsa ger armen och pelaren en mycket kraftig förbindelse i fastspänt läge. Medelst motor på toppen av pelaren kan armen höjas och sänkas utefter pelaren.

Överst i borrsupporten är växellådan placerad, och den är vanligen utförd för ett stort antal spindelhastigheter — 20 st. och flera. Även anordningar för ändring av matningen ingår i borrsupporten, som är lätt manövrerbar i sidled för hand och dessutom försedd med maskinell snabbtransport. All manövrering och kontroll av maskinen sker från arbetsplatsen medelst spakar och tryckknappar.

**Fråga 17.** *Vad vinner man genom att placera borrsupporten på en vridbar arm?*

## Uppsättning av borrverktyg

Verktyg, som är försedda med koniskt skaft och tunga (den översta platta delen) för infästningen, fastsättes i borrspindelns koniska urborrning, som är standardiserad

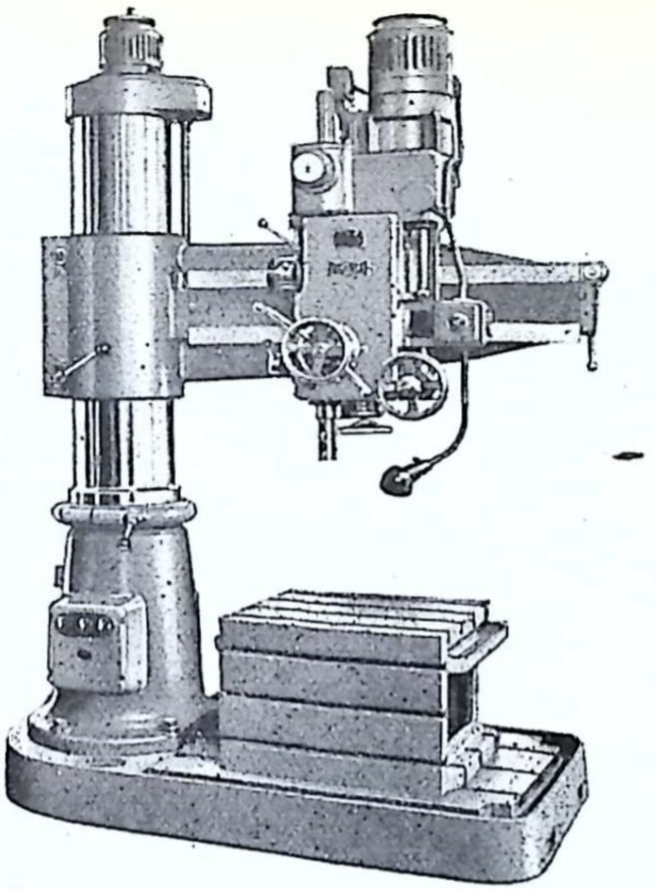


*Fig. 25. Radialborrmaskin.*

efter olika system. Det vanligaste torde vara det amerikanska *Morse*-systemet med 8 olika storlekar. Dessutom finnes ett metriskt system med 19 olika storlekar. För anpassning av klena borrar till en borrspindel med stor konisk urborrning använder man *insatshylsor* (reduktionskonor, borrhylsor). Dessa förekommer i två olika former. Dels finnes hylsor för reduktion mellan två närliggande storlekar av standardkonor, dels finnes hylsor för reduktion från en viss storlek på borrspindelns kona till en godtycklig borrkona. Fig. 26 visar en sats hylsor instuckna i varandra och fig. 27 en hylsa mellan spindelkona och

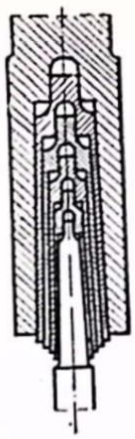


*Fig. 26. Fastsättning med fyra insatshylsor.*



*Fig. 27. Fastsättning med en insatshylsa.*



*Fig. 28. Insatshylsa.*

borrkona. Insatshylsor avslutas liksom verktygens koniska skaft med tunga. Det koniska hålet i såväl borrspindel som insatshylsor övergår upptill i ett hål passande till tungan på det inskjutna verktyget eller till insatshylsans tunga. Detta hål är vinkelrätt mot konans axel. Genom detsamma indrives en dorn eller s. k. borrkil, då den instuckna delen skall lossas. Tungan tjänar som slaghuvud vid utdrivningen och dessutom som säkring mot vridning. Fig. 28 visar formen på det tvärgående hålet.

Verktyg med cylindriskt skaft (bl. a. alla små borrar) fastsättes i *chuckar* (uttalas schuckar) av olika slag. Fig. 29 visar en enkel chuck utvändigt och i genomskärning. Fastsättningen vid borrspindeln sker med koniskt skaft, som införes vid a. Chucken är försedd med tre backar b, vilka löper i var sitt lutande spår i chuckkroppen. Vid vridning på hylsan c förflyttas backarna i spåren och rör sig samtidigt i radiell riktning på grund av spårens lutning.

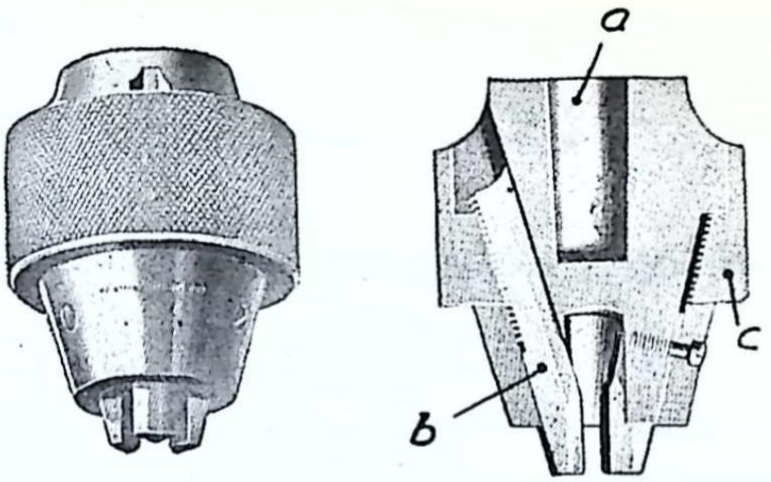



*Fig. 29. Borrchuck.*

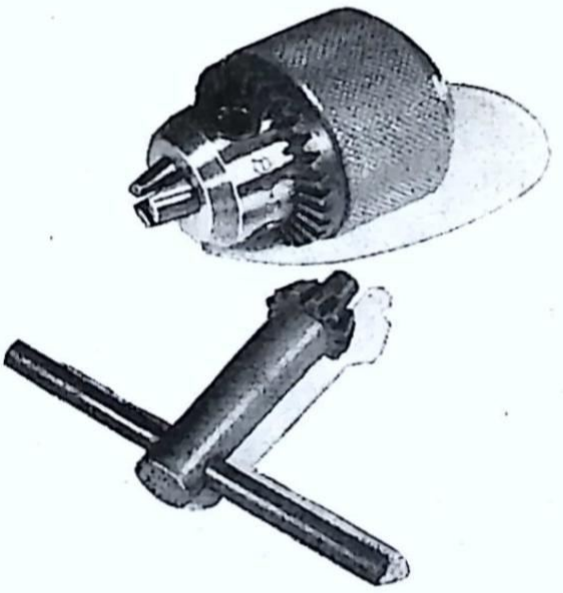


*Fig. 30. »Jacobs chuck».*

En liknande chuck med tre backar visas i fig. 30. Den yttre hylsan kan liksom vid den i fig. 29 avbildade chucken vridas direkt för hand. Dessutom kan man vrida den med nyckel, som införes i ett koniskt kuggdrev lagrat i

den yttre hylsan. Drevet arbetar mot en fast konisk kuggring, på vilket drevet rullar då det vrides.

**Fråga 18.** *Vartill användes insatshylsor?*

## Anordningar för uppspänning och inriktning av arbetsstycket

Vid bearbetning av enstaka arbetsstycken utföres vanligen först uppritsning av hålet, ev. med användande av borrmall, varefter arbetsstycket uppspännes på borrmaskinens arbetsbord. Inställning av arbetsstycke och borrspindel i rätt läge i förhållande till varandra utföres genom förflyttning antingen av arbetsstycket eller av borrspindeln beroende på den använda maskinens konstruktion. Vanligen måste man efter den första inställningen justera det inbördes läget för att verkligen få hålet placerat just där det skall vara. Sedan borrning av hålet verkställts, går inriktningen för efterföljande operationer t. ex. brotschning eller gängning betydligt lättare, eftersom man då har ett hål att centrera verktyget i. De enklaste uppspänningsmedlen utgöres av fästjärn och spännskruvar samt av skruvstycken. (Se brev 4).

**Fråga 19.** *Varför måste arbetsstycket i allmänhet spännas fast?*

Då något större antal lika arbetsstycken skall bearbetas, användes med fördel s. k. borrjiggar. En borrjigg består av en lämpligt formad skiva försedd med en eller flera styrningar, så att den kan anbringas på arbetsstycket på bestämt sätt. I skivan är stålbussningar insatta som styrningar för verktyget. Då borrjigg användes, bortfaller all

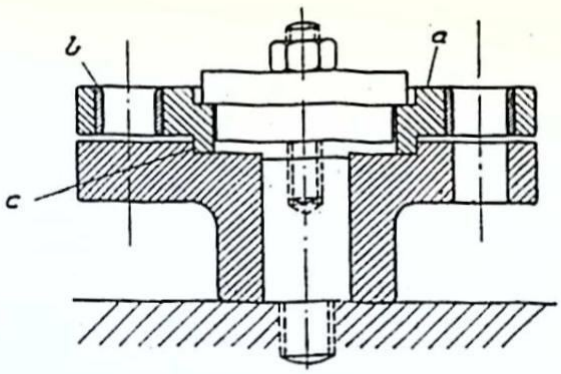



*Fig. 31. Borrjigg.*

uppritsning och alla besvärligheter med inriktning av verktyg och arbetsstycke. Vidare får hålen exakt riktiga lägen, och samtliga arbetsstycken blir absolut lika.

Fig. 31 visar ett exempel på borrjigg för en kopplingsfläns. Den består av en skiva a av gjutjärn med härdade stålbussningar b, vilka utgör styrning för verktyget. Borrjiggen måste, som vi nyss anfört, vara försedd med styrning av ett eller annat slag, så att den kan centreras i förhållande till arbetsstycket. I fig. sker detta med ansatsen c, som styr i en motsvarande försänkning på arbetsstycket.

Bussningarna kan vara utförda på en mångfald sätt. Fasta bussningar, vilka icke är avsedda att bytas, utföres antingen som i fig. 31 utan fläns eller med fläns som fig. 32 visar. Då flera bearbetningar skall utföras i samma hål. t. ex. borrning med olika borrar eller borrning och efterföljande brotschning, använder man utbytbara bussningar. Som framgår av fig. 33 förses då jiggen med en fast bussning a, som är styvt passad i jiggen. I den fasta bussningen styr den utbytbara bussningen b med lätt passning. Den utbytbara bussningen, som är försedd med förhöjd fläns för att underlätta utdragningen, hindras av skruven

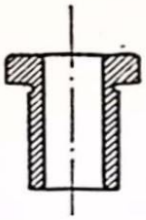


*Fig. 32. Borrbussning.*

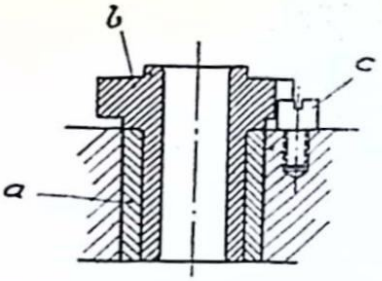



*Fig. 33. Bussning insatt i borrjigg.*

c att vrida sig. På alla bussningar brukar hålets kanter avrundas för att underlätta verktygets införande.

**Fråga 20.** *Vilka fördelar vinner man vid användning av borrjigg?*

**Fråga 21.** *Vilka olika slags borrbussningar finnes?*

## Arbeten i borrmaskiner

### Allmänna regler

Rätt hastighet för den borr, som skall användas är nödvändig. Vid för hög hastighet blir värmeutvecklingen genom friktionen så stor, att fara för utlöpning och därmed förstöring av borren förefinnes. Vid för låg hastighet föreligger risk att borren ej hinner skära undan, vilket i de flesta fall medför att borren brytes av och vållar mycket besvär att avlägsna, i synnerhet om diametern är liten. Riktig tillförsel av smörj- och kylmedel är särskilt viktig vid borrning, emedan smörjmedlet i hög grad bidrager till bortledandet av spånen. Borrar av kolstål tål ej så stor hastighet och matning som snabbstålsborrar.

För borrar gäller liksom för alla andra skärande verktyg att eggen skall vara skarp och slipad till riktiga vinklar. Borrens tvärskär, som ju arbetar med mycket ogynn-

sam skärvinkel, fordrar stort tryck för att kunna tränga in i materialet. Det är därför fördelaktigt att slipa undan en del av borrens kärna, så att en spets erhålles, men ändå bättre är att borra före med en mindre borr, se fig. 34. Denna behöver ej vara större än borrens kärndiameter. Ju större tryck som erfordras, desto större blir möjligheten för borren att »dra sig» (avvika från centrum). En lång borr gör alltid större avvikelser än en kortare. Om borren är snedslipad, blir belastningen på det ena skäret större än på det andra och borrens skärcentrum förskjutes. Följden blir att hålet förstoras lika mycket som det ena skäret är längre än det andra, fig. 35. Vid slipning av borrar för hand bör därför borrmall alltid användas.

Se alltid till att borren centrerar väl och att den är stadigt fäst i borrchucken! Vid borrning av bottenhål är det av vikt, att borren ej tryckes upp i chucken, emedan då vid borrning av flera hål med inställt borrdjup en del av hålen skulle bli för grunda, vilket i sin tur nödvändiggör tidsödande efterjusteringar.

**Fråga 22.** *Vad har man att iakttaga vid slipning av spiralborr?*

I vissa fall kan det vara lämpligt att märka upp och borra ett arbetsstycke från två motsatta sidor, i synner-

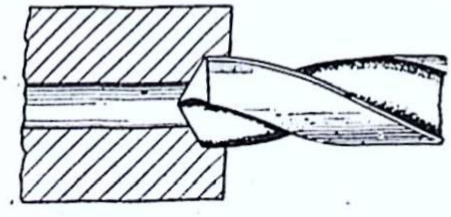


*Fig. 34. Förborrning.*

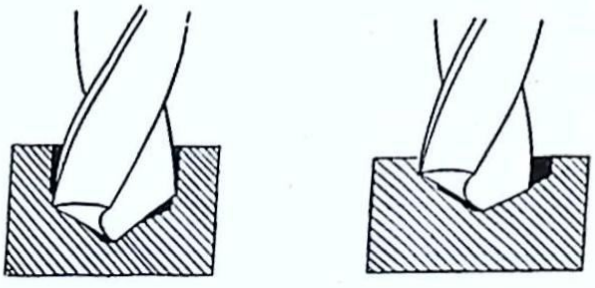


*Fig. 35. Vid snedslipad borr blir hålet större än borrens diameter.*

het om det är ett långt, genomgående hål, som måste komma ut där det är avsett, t. ex. för hoppassning. Använd då en mindre borr först. Den större kommer då att följa hålet. Denna sistnämnda operation kallas upprymning.

Vid borrning i gjutjärn förlänges borrens utslitningstid genom att man helt lätt avslipar hörnen av skären. Vid borrning i mässing bör huvudskären avslipas, så att eggvinkeln ökar. (På mindre borrar erhålles tillräcklig brytning medelst bryning.) Borren hugger då ej, vilket är av stor vikt, då den går igenom på utgångssidan. Vid borrning av genomgående hål skall ett underlägg användas under arbetsstycket för att förhindra borrning i bordet. Skruvstycken och tunga arbetsstycken bör hanteras varsamt, då de placeras på borrmaskinens bord. Fäst arbetsstycket så effektivt som möjligt, helst i skruvstycke! Större arbetsstycken bör fasthållas vid bordet medelst skruvar och fästjärn. Slarvigt fastgjort eller med hand hållet arbetsstycke kan ryckas med av borren och sättas i rotation varvid borren kan krökas eller brytas av och en olycka lätt inträffa. Var särskilt försiktig vid borrning av tunna plåtar! Använd en filklove eller liknande verktyg vid fasthållandet! Just det ögonblick då borren går igenom är farlig och man bör då mata borren mycket försiktigt. En tunn plåt är lika farlig som en kniv och att vid borrning fasthålla en plåt med endast handen är att inbjuda till olycksfall.

Vid borrning med ingång från en kupig yta mejslas en del av materialet undan, så att ett plan erhålles. Gör ett körnslag och mata försiktigt tills borren skurit ned med hela spetsen!

Små borrar fordrar stor varsamhet vid användningen,

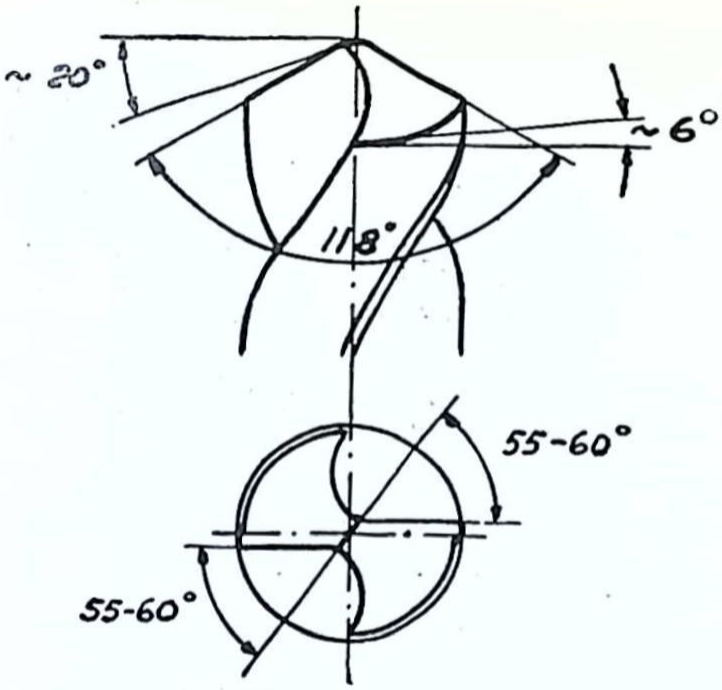



*Fig. 36. Slipning av spiralborr.*

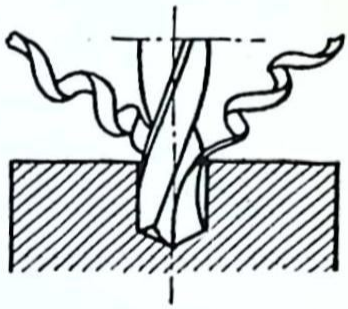


*Fig. 37. Den riktigt slipade borren lösgör i smidesjärn två korkskruvsformade spån.*

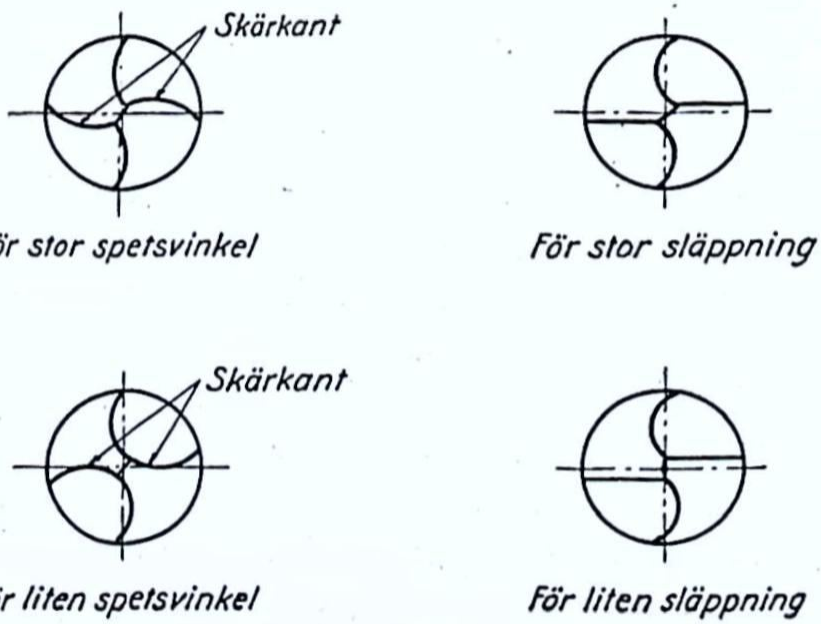
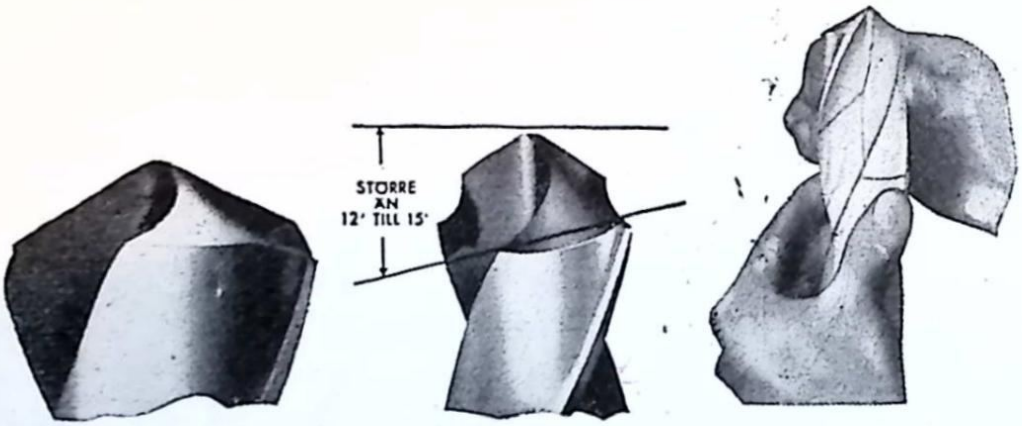



*Fig. 38. Exempel på felaktig slipning.*




a b c

*Fig. 39. a) Vid för stor skärhastighet nötes hörnen av. b) Vid för stor släppningsvinkel eller för stor matning brytes hörnen. c) Vid för stor matning eller för liten släppningsvinkel spricker borren i kärnan.*

då man ej alltid kan känna, hur borren arbetar, i synnerhet om maskinen är stor och hastigheten liten. Lyft upp borren då och då och borsta av den! Använd rikligt med smörjmedel!

## Vanlig borrning

Då borrjigg eller fixtur ej kommer till användning måste hålen utmärkas (uppritsas) på arbetsstycket innan borrningen utföres. Vid uppritsningen bestämmer man först läget av hålets centrum och utmärker detsamma med ett lätt körnslag. Med detta som medelpunkt ritsar man upp en cirkel med en diameter, som är lika med hålets diameter. På cirkelns omkrets slår man 4 lätta körnslag vid ändpunkterna av två mot varandra vinkelräta diametrar för att ytterligare markera hålets läge. Uppritsningen verkställes som vanligt sedan ifrågavarande yta kritats eller överdragits med lämplig färg.

Innan borrningen verkställes förstoras centrumhålet med en kraftig körnare, så att ett körnslag erhålles, som är tillräckligt djupt för att styra borrspetsen. Det är nämligen nästan omöjligt att borra ett hål mitt i centrum utan hjälp av ett dylikt djupt centrumhål. Arbetsstycket uppspännes därefter på borrmaskinens arbetsbord. Det inbördes läget mellan arbetsstycke och borrspindel justeras sedan, så att borrspetsen kommer rätt över körnslaget. Borrspetsen sänkes härvid, så att den nästan berör arbetsstycket. Sedan det rätta läget erhållits, fixeras borrspindel och arbetsstycke i förhållande till varandra, varefter maskinen igångsättes. Borren matas sedan ned ett litet stycke i arbetsstycket, så att en konisk försänkning erhålles, varefter borrspindeln höjes. Man ser sedan efter, om den koniska försänkningen är väl centrerad i den uppritsade cirkeln. Är så fallet, kan borrningen fullföljas. Skulle försänkningen däremot ha dragit sig snett, mejslar man med en halvrund mejsel ett spår på den sida, dit man önskar att borren skall flytta sig. Fig. 40 visar ett dåligt centrerat koniskt hål och ett mejselspår avsett att draga borren rätt. Om förnyad försöksborrning utfaller till belåtenhet, kan borrningen fullföljas. Skulle hålet däremot fortfarande vara snett, får förfarandet upprepas, tills hålet dragit sig rätt. För att borren utan brytningar skall kunna draga sig efter mejsling, bör arbetsbord eller borrhuvud lossas vid den följande försöksborrningen. Sedan centrering erhållits fixeras arbetsstycke och borrspindel åter i förhållande till varandra.

**Fråga 23.** *Hur ritsas ett borrhål?*

**Fråga 24.** *Hur går man tillväga för att dra borren rätt vid felcentrering?*

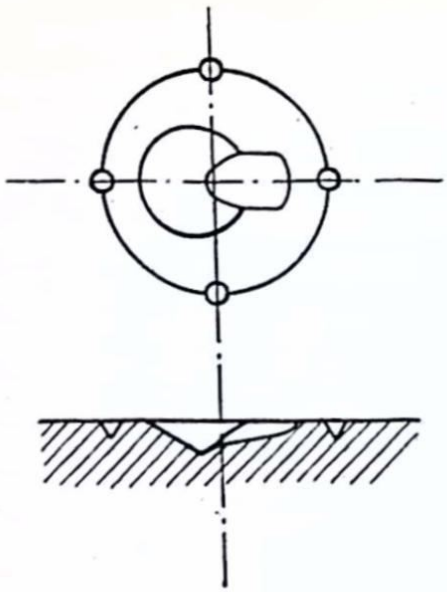


*Fig. 40. Mejsling för riktning av borrhål.*

Under borrningen kan matningen utföras antingen för hand eller av maskinen. Efter fullbordad borrning höjes borrspindeln hastigt för hand. Det är i allmänhet fördelaktigast att använda maskinmatning, emedan hålen då blir rakare och jämnare, än om matningen sker för hand. Detta gäller speciellt, om arbetsstycket uppvisar ojämnheter i materialets hårdhet, eller om godset är poröst eller blåsigt. I samtliga dessa fall har borren benägenhet att gå snett i hålet, och detta förhållande förvärras vid handmatning.

Vid borrning av genomgående hål, vilka är längre än den del av borren, som är försedd med spår, använder man följande metod för att bli av med spånen. Först borras hålet så djupt, som spåren på borren tillåter dvs. så länge borrspånen kan avlägsnas genom de frästa spåren på borren. Sedan ersättes borren med en klenare borr, med vilken den återstående delen av hålet borras. Hålet fullbordas sedan med den större borren, varvid spånen faller ut genom det förborrade mindre hålet.

Grova hål kan borras i små borrmaskiner, om man först borrar ett hål med mindre diameter. Man kan då lämpligen inrikta borrspindeln med den grova borren insatt och provborra till några millimeters djup. Därefter fortsättes borrningen till erforderligt djup med en mindre borr, varefter hålet fullbordas med den grövre borren.

Vid borrning av bottenhål till visst djup har man god hjälp av den skala, som finnes anbragt vid borrspindeln. Skalan anger direkt borrspindelns höjdläge. Som vi förut påpekat, kan matningen dessutom vid de flesta maskiner automatiskt urkopplas, då ett visst på förhand inställt borrdjup uppnåtts.

Borrning av långa hål med liten diameter erbjuder rätt stora svårigheter. Det är nämligen nästan omöjligt att hindra, att hålet drar sig dvs. blir snett. Vanliga spiralborrar är särskilt besvärliga i detta avseende. Spindelborrar och kanonborrar är avgjort bättre. När ett långt och smalt hål skall borras med spiralborr, bör speciella åtgärder vidtagas. Dessa avser dels att förbättra borrens centrering och styrning, dels att effektivt avlägsna spånen samt slutligen att ge skäreggarna effektiv kylning. Centrering och styrning underlättas antingen genom att förborra hålet med en kort borr, eller bättre genom att anordna en särskild styrning för borren omedelbart utanför arbetsstycket. För att avlägsna spånen drar man ut borren upprepade gånger eller tillför smörj- och kylmedel under så högt tryck, att spånen spolas ut. Borrens skäreggar bör vara slipade så, att spånen blir så små som möjligt, vilket underlättar deras avlägsnande. Vid borrning av korta hål eftersträvar man däremot så långa spån som möjligt, emedan dessa då lättare går upp efter spiral-

påren. Ett bra sätt att samtidigt åstadkomma effektiv kyl-ing och avlägsnande av spånen är att använda en borr ned inlödda smörjrör, genom vilka kylmedlet tillföres under högt tryck.

**Fråga 25.** *Hur bör man gå tillväga vid borrning av grova hål i en liten maskin?*

## Borrning av hål till tolerans

Vid framställning av hål, som skall hålla noggrant mått och ha släta väggar (bearbetning till tolerans), blir ofta ett flertal operationer nödvändiga. Arbetsgången blir då:

1. Förborrning med spiralborr.
2. Uppborrning till något större diameter med spiralborr eller ev. med borrstång i svarv.
3. Eventuellt upprymning med tre- eller fyrskärsborr eller spiralborr.
4. Brotschning med fast brotsch.
5. Brotschning med ställbar brotsch till slutgiltigt mått.

Vid hål med över 1 mm diameter ger spiralborr överhuvud icke tillräckligt noggrant arbetsresultat för åstadkommande av noggrann passning av något slag.

Gäller det noggrann bearbetning av ett gjutet hål blir det arbetsresultat, som erhålles med enbart upprymning icke tillräckligt bra för erhållande av passmått. På grund av ojämnheterna i det gjutna hålet erhålles nämligen med tre- eller fyrskärsborr ett orunt hål, vars diameter blir avsevärt större än upprymmarens diameter. Vid noggrann bearbetning blir arbetsgången därför praktiskt taget densamma som vid ett hål som förborrats med spiralborr.

Denna arbetsgång användes dock endast för hål upp till ca 100 mm diameter. För större diameter blir nämligen

såväl upprymmare som brotschar alltför dyrbara. Man hänvisas därför vid större diameter allt mera till arborrverken och använder arborr för de förberedande operationerna samt vanligen slipning för den slutliga bearbetningen. Det är emellertid att märka, att slipning användes i allt större utsträckning även för mindre hål för åstadkommande av det slutliga måttet.

**Fråga 26.** *Vad utmärker ett hål med tolerans?*

## Brotschning

Som vi förut påpekat, är brotschning det vanliga sättet att åstadkomma ett hål med släta väggar och noggrann diameter. Bästa resultatet erhålles med brotschning i maskin. Borrspindeln bör då drivas med avsevärt lägre varvtal än vid borrning. Matningen bör vara stor.

Ett av villkoren, för att brotschningen skall utfalla tillfredsställande, är att brotschen icke bänder i hålet. För att förebygga bändning brukar man därför ofta fästa brotschen i skaft i en hylsa på borrspindeln på sådant sätt, att skaftet sitter löst i hylsan men av ett genomgående stift tvingas att medfölja i rotationen. Brotschen inställer sig då självt rakt i hålet, även om borrspindeln ej skulle vara fullt exakt inriktad i förhållande till detta.

## Gängning

Hål, som skall gängas, bör vara förborrade till en diameter, som något överstiger gängans inre diameter. Gängtappen inspännes med hjälp av en chuck, fastsatt på borrspindeln. Genomgående hål kan gängas med användande av endast *en* tapp, medan däremot bottenhål i all

mänhet gängas med två olika tappar efter varandra. Borrspindeln bör vid gängning drivas med lågt varvtal. Sedan spindeln inställts mitt över hålet, matas den för hand ned mot hålet. Så snart tappen fått fäste i hålet avbrytes matningen, varefter tappen själv får skruva sig ned i hålet. Gängorna blir nämligen avgjort bäst, då gängtappen själv får bestämma matningen. Det finnes dock undantag från denna regel. Vissa maskiner, som är speciellt konstruerade för gängning, förses nämligen med så noggranna inställningsmöjligheter för matningshastigheten, att denna kan inställas så, att den passar till önskad stigning.

## Arborrmaskiner

Arborra betyder att bearbeta invändigt med arborr dvs. en roterande stång med däri direkt eller i särskilt huvud infäst skärverktyg. Skärverktygets verksamma del eller delar har i princip formen av ett finger med skär — eller ett på mitten infäst dubbelfinger med skär i båda ändarna. (Jfr brev 6, Stålhållare och borrstänger.)

Arborrning innebär strängt taget att svarva invändigt med roterande verktyg och stillastående arbetsstycke. Vid invändig svarvning gör man tvärtom. I enlighet härmed är arborrning aktuell för sådana arbetsstycken som på grund av storlek och/eller form icke kan bringas att rotera i en svarv.

Arborrmaskinen är vanligen utrustad med sådana hjälpanordningar, att den även kan användas för fräsningsoperationer. Då den har horisontal borrspindel (och arborr) kallas den även horisontal borr- och fräsmaskin.

Fig. 41 visar en arborrmaskin med i höjdled förställbar

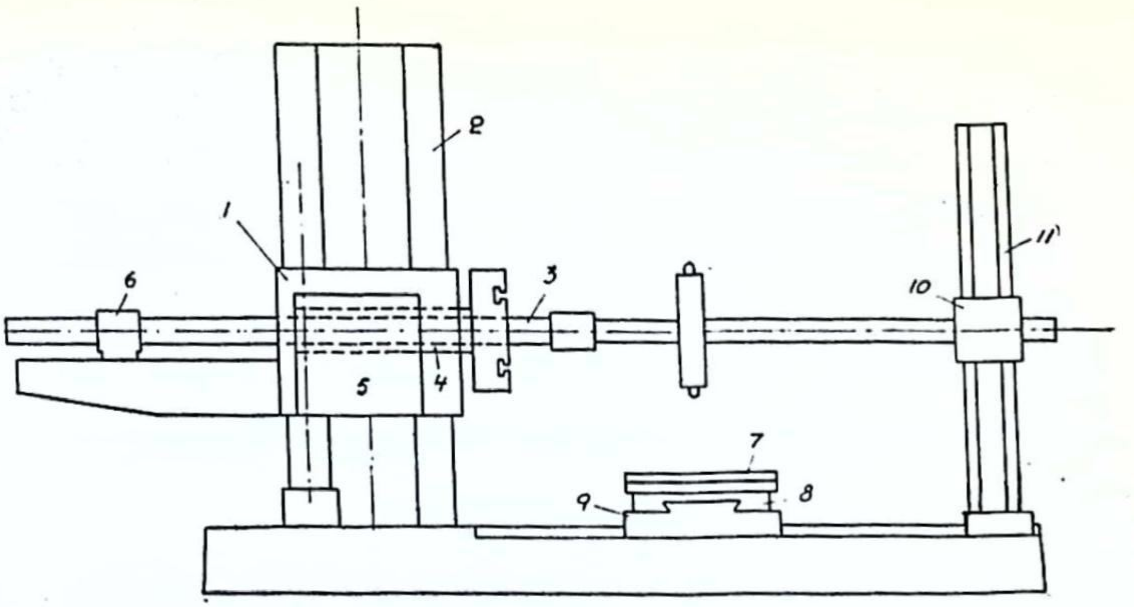



*Fig. 41. Arborrmaskin.*

borrspindel, samt arborr kopplad till spindeln. Arborren består av stång lagrad i stödlaget på ståndaren samt verktygshuvud med två diametralt motsatta skärverktyg. Följande rörelsemöjligheter finnes:

1. skärrörelse genom borrspindelns rotation med olika hastigheter.
2. matningsrörelse genom borrspindelns förskjutning i sin längdriktning.
3. inställningsrörelse genom borrhuvudets förskjutning på pelaren för anpassning till arbetsstyckets höjd.
4. inställningsrörelse på bordet genom vridning, tvärrörelse och längdrörelse för inriktning av arbetsstycket.

Vid arborrning iakttages samma synpunkter betr. hastigheter och verktygens utformning som vid invändig svarvning. (Se brev 6, Innersvarvstål och brev 8, Arbeten i svarvar.) Man utför först grovborrning och därefter slätborrning i en eller flera operationer. Särskilt vid de sista operationerna bör diametern kontrolleras på en kortare provlängd innan hela ytan arborras.

Utom fräsning kan i regel också svarvning och slipning utföras. En av arborrmaskinens speciella fördelar är att man i samma uppspänning kan bearbeta flera hål med gemensam axel, så att hålen verkligen ligger i linje med varandra t. ex. ramlagren i bottenplattan till en kolvmaskin. Sedan kan man fortfarande i samma uppspänning utföra fräsning, slipning och svarvning av ändytor alltefter behov.

## Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskoskolan, Stockholm 15,* för granskning.

1. *Hur bör arbetsslagets längd avpassas vid kipphyvling och vilka fördelar erhålles, om den är riktigt vald?*
2. *Hur inverkar den tid som åtgår för skärrörelsens vändning på maskinens utnyttjande?*
3. *På kipphyvelns support finns det 3 möjligheter till vridning. Varför?*
4. *Varför måste man i regel arbeta med mindre spåntväryta vid hyvling av vertikala eller sneda ytor än vid hyvling av horisontala ytor vid skrubbning?*
5. *Hur lång tid erfordras för borrning av ett 20 mm djupt hål med 15 mm diameter, om matningen är 0,5 mm/varv och skärhastigheten 80 m/min.?*
6. *Rita ett principschema som anger rörelsemöjligheterna a) för en radialborrmaskin, b) för en arborrmaskin!*
7. *När användes borrjigg och vilka fördelar erbjuder den?*
8. *Beskriv i mycket kortfattad form hur Ni skulle bära Er åt för att borra ett antal hål med diametern 10 mm i ett mindre arbetsstycke av 2 mm järnplåt!*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
93549

# VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 8

## Svarvar

### Indelning och definitioner

Svarvar kännetecknas av roterande skärrörelse, utförd av arbetsstycket, samt av matningsrörelse, utförd av verktyget, stålet.

Svarvar har i allmänhet horisontell arbetsspindel. Endast en grupp av svarvar, *karusellsvarvar,* har vertikal arbetsspindel.

Arbetsspindeln är den roterande del, som är lagrad i spindeldockan, och som uppbär lämpliga anordningar för fastsättning av arbetsstycket.

Svarvarna kan indelas i två huvudgrupper, var och en med sina underavdelningar:

I. Svarvar avsedda för bearbetning av enstaka arbetsstycken.

A. Svarvar huvudsakligen avsedda för bearbetning av arbetsstycken med stor längd i förhållande till diametern.
Sådana svarvar kallas med ett gemensamt namn *dubbsvarvar.*

B. Svarvar huvudsakligen avsedda för bearbetning av arbetsstycken med stor diameter i förhållande till längden (plansvarvar).
1) Svarvar med horisontell spindel.
2) Svarvar med vertikal spindel, karusellsvarvar.

C. Speciella svarvar.

II. Svarvar avsedda för bearbetning av massartiklar.

A. Revolversvarvar.
B. Halvautomatiska svarvar.
C. Helautomatiska svarvar.

Vid svarvning uppspännes arbetsstycket i svarven, med vars hjälp det får en roterande rörelse, skärrörelsen. Ett skärverktyg är så anbringat i svarven, att det kan föras parallellt med eller i vinkel mot arbetsstyckets rotationsaxel, varvid det utför matningsrörelsen.

De vanligaste slagen av svarvning är *längdsvarvning, plansvarvning, konsvarvning* och *fasonsvarvning* samt *gängskärning.*

Vid längdsvarvning föres (matas) verktyget parallellt med arbetsstyckets rotationsaxel, fig. 1 a, vid plansvarvning, fig. 1 b, vinkelrätt emot och vid konsvarvning snett emot densamma, fig. 1 c. Fasonsvarvning utföres antingen med s. k. profilstål, som är utfört så att den önskade bearbetningen erhålles vid enkel matningsrörelse antingen

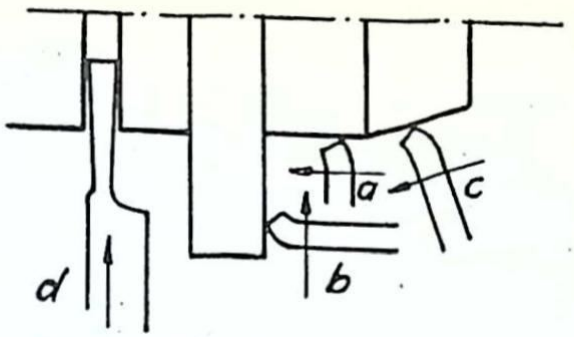



*Fig. 1. Exempel på olika svarvningsoperationer. a. Längdsvarvning, b. Plansvarvning, c. Konsvarvning, d. Instickssvarvning.*

parallellt med eller i vinkel mot rotationsaxeln, eller också därigenom, att ett vanligt skärstål ges en kroklinjig rörelse antingen för hand eller medelst styrlinjaler (kurvor).

Fig. 1 d visar *instickssvarvning* dvs. svarvning med enbart djupmatning. Sådan svarvning kan t. ex. ha till ändamål att *avsticka* (avskilja) en del av arbetsstycket.

**Fråga 1.** *Hur rör sig verktyg och arbetsstycke i förhållande till varandra vid svarvning?*

## Storleksförhållanden

Storleken och produktionsförmågan bestämmes av storleken på det arbetsstycke som kan uppspännas i maskinen, av effekten i hkr eller den per min. bortsvarvade spånvolymen samt av maskinens allmänna användbarhet och grad av lättsköttheit.

Vid dubbsvarvar bestämmes arbetsstyckets storlek av avståndet mellan dubbarna (se t. ex. fig. 3) samt av *dubbhöjden*. Begreppet dubbhöjd $h$ framgår av fig. 2. Om bädden är försedd med gap måste även måttet $H$ (se fig. 2)

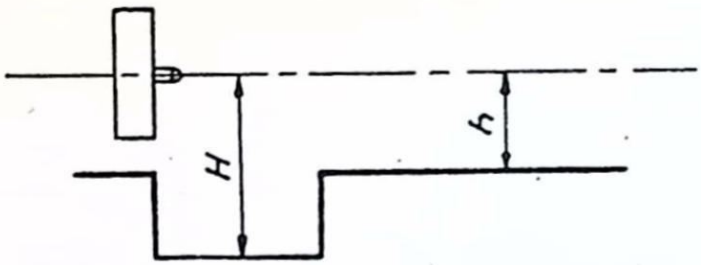



*Fig. 2. H = gaphöjd, h = dubbhöjd.*

anges. Vid plan- och karusellsvarvar bestämmes arbetsstyckets storlek huvudsakligen av *backskivans* dimensioner. Vid revolversvarvar och automater bestämmes arbetsstyckets diameter av frammatningsanordningen för stångmaterialet.

Vi har tidigare i brev 5 nämnt att förr i tiden en 5 hk motor via en taktransmission fick driva ett flertal maskiner. Numera är svarvarna som andra verktygsmaskiner direktdrivna. Motoreffekten för vanliga dubbsvarvar rör sig om ca 5 hk. Svarvar för hårdmetallverktyg har drivmotorer på upp till 20 hk. Ändå större motorer kan förekomma på mycket stora svarvar.

Då svarvar förekommer i ett mycket stort antal olika utföringsformer, kommer endast ett fåtal maskintyper att i korthet beskrivas i det följande. Fig. 3 avser att visa den principiella uppbyggnaden av en dubbsvarv avsedd för gängskärning.

**Fråga 2.** *Vilken betydelse har dubbhöjd resp. gaphöjd för arbetsstyckets storlek?*

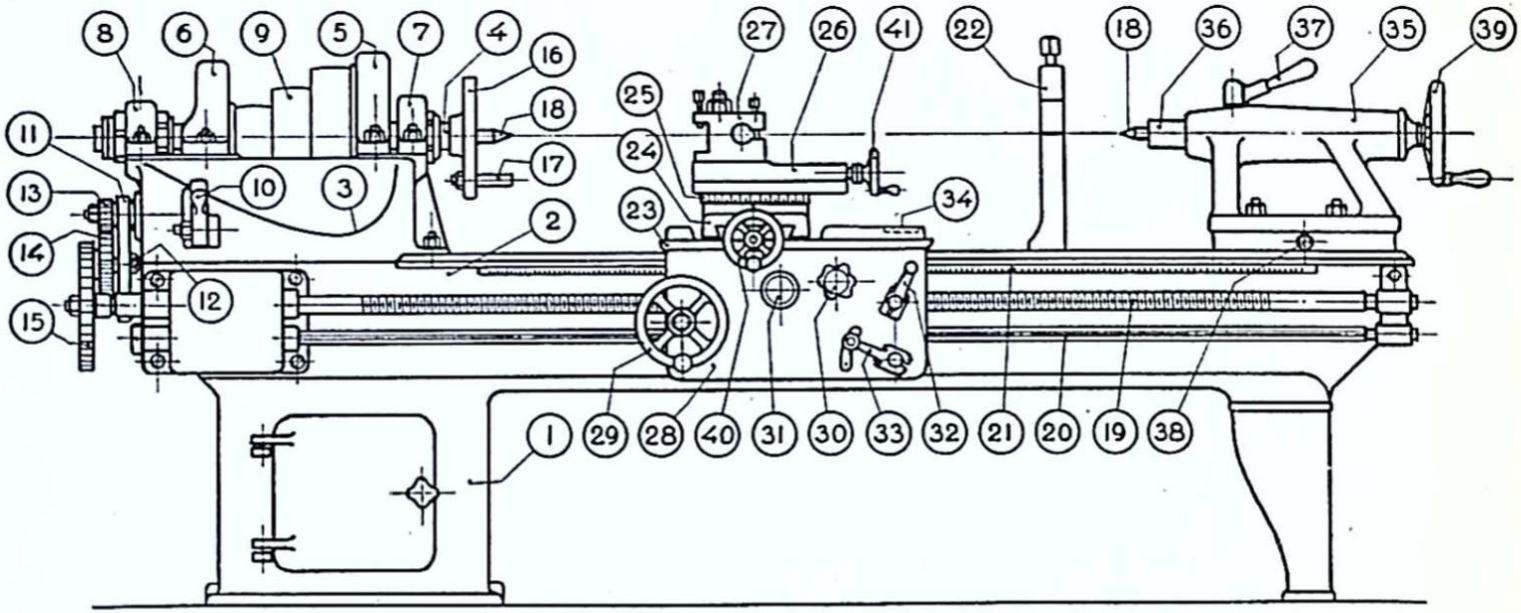



*Fig. 3. Dubbsvarv för gängskärning.*

1. Skåpfot
2. Bädd
3. Spindeldocka
4. Spindel
5. Växel
6. Växel
7. Spindellager, främre
8. Spindellager, bakre
9. Trappskiva
10. Växelspak
11. Lyra för växelhjul
12. Tapp för mellanhjul
13. Växelhjul (Spindelhjul)
14. Växelhjul (Mellanhjul)
15. Växelhjul (Ledarskruvhjul)
16. Medbringarskiva
17. Medbringartapp
18. Dubb
19. Ledarskruv
20. Mataraxel
21. Kuggstång
22. Fast stöddocka
23. Släde
24. Tvärslid
25. Toppslidens underdel
26. Toppslidens överdel
27. Stålfäste
28. Förkläde
29. Ratt för släde.
30. Koppling för längdmatning
31. Koppling för tvärmatning
32. Mutterlås för delad mutter
33. Omskiftningsspak för längdmatning (höger och vänster)
34. Gängindikator
35. Dubbdocka
36. Dubbrör
37. Lås för dubbrör
38. Ställskruv för dubbdocka
39. Ratt för dubbrör
40. Ratt för tvärslid
41. Ratt för toppslid

## Skärhastighet, matning och skärdjup

Vi erinrar oss från brev 4 att spånskärningen påverkas av skärhastigheten ($v$ m/min.), matningen ($s$ mm/varv), skärdjupet ($t$ mm) och stålformen samt av arbetsstyckets material. Lämpliga värden på stålets vinklar för olika material angavs i tabell 1. Vidare anfördes att en storhet som vi kallade spånekvivalenten ($q$ l/mm), är beroende av stålets form och vinklar samt av matning och skärdjup.

*Tabell 1*

Möjliga skärhastigheter vid svarvning med snabbstålsverktyg (m/min.)

| Material | Draghållfasthet kg/mm² | Grov svarvning $q < 4$ | Slätsvarvning $q > 4$ |
|---|---|---|---|
| Stål | $< 50$ | 20 | 30 |
| » | 50—60 | 15 | 25 |
| » | 60—70 | 13 | 20 |
| » | $> 70$ | 10 | 15 |
| Legerade stål | 85—100 | 10 | 15 |
| » » | $> 100$ | 8 | 12 |
| Stålgjutgods | $< 50$ | 13 | 20 |
| » | $> 50$ | 10 | 15 |
| Gjutjärn, hårdhet $< 180$ kg/mm² | — | 18 | 20 |
| » » 180—250 | — | 15 | 18 |
| » » 250—400 | — | 12 | 15 |
| Mässing | — | 40 | 70 |
| Aluminium | — | 100 | 200 |
| Bakelit | — | 20 | 30 |

Tabellen hämtad ur *Mekanisk Teknologi* av O. Svahn och H. Hallendorff.

*Tabell 2*

Möjliga skärhastigheter vid svarvning med hårdmetallverktyg (m/min.)

| Material | Dragh. kg/mm² | Grovsvarvnng $q < 4$ | | | Slätsvarvning $q > 4$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | S 1 | S 2 | S 3 | S 1 | S 2[1] |
| Stål | < 50 | 150 | 100 | 75 | 200 | 150 |
| » | 50—60 | 130 | 80 | 60 | 200 | 110 |
| » | 60—70 | 110 | 70 | 50 | 180 | 90 |
| » | > 70 | 75 | 50 | 35 | 150 | 75 |
| Legerade stål | 85—100 | 100 | 60 | 50 | 150 | 80 |
| » » | > 100 | 40 | 30 | 20 | 60 | 40 |
| Stålgjutgods | < 50 | 120 | 70 | 50 | 150 | 80 |
| » | > 50 | 50 | 40 | 30 | 70 | 50 |
| Manganstål, 12 % Mn | — | 20 | 15 | 10 | 30 | 20 |
| Gjutjärn | | G 1 | | H 1 | G 1 | H 1 |
| hårdhet < 180 kg/mm² | — | 80 | | — | 120 | — |
| » 180—250 | — | 60 | | 70 | 80 | 90 |
| » 250—400 | — | — | | 50 | — | 75 |
| Mässing | — | 300 | | — | 450 | — |
| Aluminium | — | 1 500 | | — | 2 000 | — |
| Bakelit | — | 150 | | — | 200 | — |
| Vitt gjutjärn | — | — | | 10 | — | 20 |
| Porslin | — | — | | 15 | — | 30 |
| Marmor | — | — | | 30 | — | 40 |

Tabellen hämtad ur *Mekanisk Teknologi* av O. Svahn och H. Hallendorff.

Spånekvivalenten kan betraktas som en hjälpstorhet. Genom undersökning av sambandet dels mellan spånekvivalenten och skärhastigheten för viss utslitningstid, dels mel-

[1] S 1, S 2, S 3, G 1 och H 1 betecknar olika kvaliteter av hårdmetall (jmf. brev. 2, kapitlet *Hårdmetaller*).

lan spånekvivalenten och matning, skärdjup och stålutformning har man kommit fram till lämpliga bearbetningsdata.

Sådana bearbetningsdata finns tillgängliga i form av tabeller och diagram utarbetade dels av ståltillverkarna, dels av olika institutioner. Vanligen är dessa värden erhållna under gynnsamma betingelser, och får i praktiken reduceras något. Man uppsöker i dessa tabeller eller diagram data som så mycket som möjligt liknar det aktuella fallet betr. arbetsstyckets material och övriga utgångsbetingelser. Har man inga data till hands, provar man sig fram med utgångspunkt från ett visst skärdjup som ofta bestämmes av arbetsmånen. Matningen kan bestämmas efter de anvisningar som ges i det följande. Vidare finns *möjliga* skärhastigheter för resp. snabbstålsverktyg och hårdmetallverktyg angivna i tabellerna 1 och 2.

Av dessa tabeller framgår att man måste skilja mellan grov- och slätsvarvning samt att gränsen mellan dem ligger vid värdet 4 på spånekvivalenten $q$. Redan härigenom har man alltså hållpunkter för bestämning av matning och skärdjup. Mycket approximativt kan man räkna med

$$l = 1{,}4\,t + s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [1]$$

där $l$ = det skärande eggpartiets längd i mm
$t$ = skärdjupet i mm
$s$ = matningen i mm/varv

och alltså spånekvivalenten

$$q = \frac{l}{A} = \frac{1{,}4\,t + s}{t \cdot s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [2]$$

där $A$ = *spåntvärsyta.*

*Ex.* Säg att skärdjupet är 4 mm och matningen 1 mm/varv.

Då blir tydligen

$$l = 1{,}4 \cdot 4 + 1 = 6{,}6 \text{ mm}$$

och

$$q = \frac{6{,}6}{4 \cdot 1} = 1{,}65 < 4$$

Innan vi går vidare skall vi lämna ytterligare några kompletterande uppgifter om skärhastigheter.

I den mån kolstål fortfarande användes, kan man räkna med hälften av motsvarande skärhastigheter för snabbstålsverktyg. Vid borrning, som ofta utföres i svarv, tages skärhastigheten ungefär som vid svarvning för verktyg av kolstål resp. snabbstål. Vid borrning med hårdmetallverktyg användes ca 75 % av motsvarande hastigheter vid svarvning. Vid gängning och andra med hänsyn till spånavskiljningen ogynnsamma operationer användes låga skärhastigheter mellan 2 och 8 m/min. Vid invändig svarvning bör man välja något lägre skärhastighet än för utvändig svarvning.

Vid grovsvarvning gäller det att bortskaffa största möjliga spånvolym per tidsenhet dvs. produkten av spåntvärsnitt och skärhastighet skall vara så stor som möjligt. Vad man kan åstadkomma i den vägen beror av svarvens stabilitet, drivmotorns effekt och arbetsstyckets stabilitet. Om alla betingelserna är gynnsamma, kan stålet fullt utnyttjas. För stor spåntvärsnitt överbelastar arbetsstycket och eventuellt även svarven genom att skärkraften blir för stor. Om

produkten av spåntväryta och skärhastighet blir för stor överbelastas drivmotorn.

**Fråga 3.** *Hur påverkar spåntvärytan bearbetningens effektivitet?*

Vid *grovsvarvning* av *stabila* arbetsstycken använder man så stor spåntväryta som arbetsstycke och maskin kan tåla. Matningen beräknas approximativt med formeln

$$s = 0{,}6 + 0{,}001\ d \text{ mm/varv} \quad \ldots\ldots\ldots \quad [3]$$

där $d$ betyder arbetsstyckets diameter.

I vanliga tabeller och diagram upptages skärdjup från 1 till 16 mm och matningar från 0,5 till 8 mm för verktyg av snabbstål. För hårdmetallverktyg anges skärdjup från 0,5 till 10 mm och matningar från 0,2 till 1,5 mm.

De *halvstabila* arbetsstyckena deformeras om de utsättes för för stor skärkraft. Till halvstabila arbetsstycken kan man räkna klena axlar, rör med godstjocklek under 5 mm och klenare på dorn uppsatta arbetsstycken. Vid bearbetning av dylika arbetsstycken bör man hålla spåntvärytan

$$A < 0{,}5 + 0{,}02\ d \text{ mm}^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [4]$$

vid bearbetning av stål och

$$A < 1\text{—}2 \text{ mm}^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [5]$$

vid bearbetning av gjutjärn.

*Icke stabila* arbetsstycken har liten godstjocklek eller sådan form, att de lätt deformeras, och måste alltså bearbetas med liten spåntväryta för att skärkraften skall bli liten. Man väljer därför

$$A < 0{,}25 + 0{,}01\ d \text{ mm}^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [6]$$

vid bearbetning av stål och

$$A < 0{,}5\text{—}1 \text{ mm}^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [7]$$

vid bearbetning av gjutjärn.

**Fråga 4.** *Efter vilka synpunkter väljes matningen vid grovsvarvning?*

Vid *slätsvarvning* för efterföljande slipning kan man arbeta med

$$s = 0{,}3 + 0{,}001\ d \text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [8]$$
$$t = 1\text{—}2 \text{ mm}$$

vid bearbetning av stål och

$$s = 0{,}4\text{—}0{,}5 \text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [9]$$
$$t < 1 \text{ mm}$$

vid bearbetning av gjutjärn.

Vid *slätsvarvning* till passmått användes lämpligen följande värden

$$s < 0{,}1 + 0{,}0002\ d \text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [10]$$
$$t < 1{,}0 \text{ mm}$$

vid bearbetning av stål och

$$s < 0{,}15\text{—}0{,}20 \text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad [11]$$
$$t < 0{,}5 \text{ mm}$$

vid bearbetning av gjutjärn.

Observera att alla ovan angivna värden för skärdjup och matning gäller för stål och gjutjärn. Vid bearbetning av andra material får man korrigera efter omdöme, så att spåntvärytan minskas för hårdare och mera slitande material.

**Fråga 5.** *Vilken roll spelar spåntvärytan vid slätsvarvning?*

Av det föregående torde framgå att man, för ekonomisk bearbetning av arbetsstycken med olika diametrar och material, måste kunna variera skärhastigheten med små steg inom rätt vida gränser. Likaså måste man, för att kunna erhålla önskad matning och spåntväryta, kunna variera

matningen med små steg. Vid gängskärning uppställes speciella krav på matningen som vi senare skall behandla.

Vi skall förtydliga ovanstående med ett exempel!

Säg att i ena fallet ett arbetsstycke av aluminium med diametern 50 mm skall slätsvarvas. Önskad skärhastighet enligt tabell 1 är 200 m/min. Arbetsspindelns varvtal uträknas ur likheten

$$v = \pi\, d\, n \text{ m/min.} \ldots\ldots\ldots\ldots [12]$$

varav

$$n = \frac{v}{\pi\, d} = \frac{200}{\pi \cdot 0{,}05} = 1274 \text{ r/m}$$

Samtidigt vill jag ha en matning av 0,2 mm/varv.

I andra fallet skall en axeldel av legerat stål med draghållfastheten 125 kg/mm² och diametern 300 mm grovsvarvas. Skärhastigheten enligt tabell 1 skall nu vara 8 m/min. Arbetsspindelns varvtal blir då

$$n = \frac{v}{\pi\, d} = \frac{8}{\pi \cdot 0{,}3} = 8{,}5 \text{ r/m}$$

Den lämpliga matningen blir nu enligt formel (3)

$$s = 0{,}6 + 0{,}001\, d =$$
$$= 0{,}6 + 0{,}001 \cdot 300 = 0{,}9 \text{ mm/varv}$$

För att erhålla olika varvtal på arbetsspindeln använder man sig av

Trappskivor utan bakväxel,
» med enkel bakväxel,
» med dubbel bakväxel.
Växellådor med kugghjul.

Växellådor med PIV-kedjor och liknande.

Hydraulisk drift.

Elektromotor med variabel hastighet (förekommer någon gång).

För att erhålla olika matningshastigheter använder man sig enbart av kuggväxlar av olika slag.

De anordningar som användes för rörelseöverföring och förändring av hastigheten har vi tidigare beskrivit i brev 5 under den gemensamma rubriken Transmissioner.

## Dubbsvarvar

En vanlig svarv av den typ, som benämnes *dubbsvarv,* är avbildad i fig. 3. (Se sid. 5).

Dess huvuddelar är *stativet med prisman* (bädden), *spindeldockan, dubbdockan* och *supporten.* Stativet är försett med pelare eller fötter, som uppbär maskinen. Den här avbildade svarven har ena pelaren utbildad till skåp för förvaring av verktyg o. d. Stativets övre del, prisman, är försedd med styrlister, vanligen benämnda V-lister för support och dubbdocka, vilka senare kan förskjutas i prismans längdriktning. Från den på prismans vänstra sida placerade spindeldockan erhålles såväl skär- som matningsrörelser.

På äldre och enklare svarvtyper tjänstgör ofta *ledarskruven* som mataraxel. Den är då försedd med ett längsgående kilspår. Moderna svarvar är utrustade med särskild mataraxel, som överför matningsrörelsen till supporten, på vilken tvär- och toppsliden är anbragta. Den på supportens framsida nedhängande delen benämnes *förkläde.*

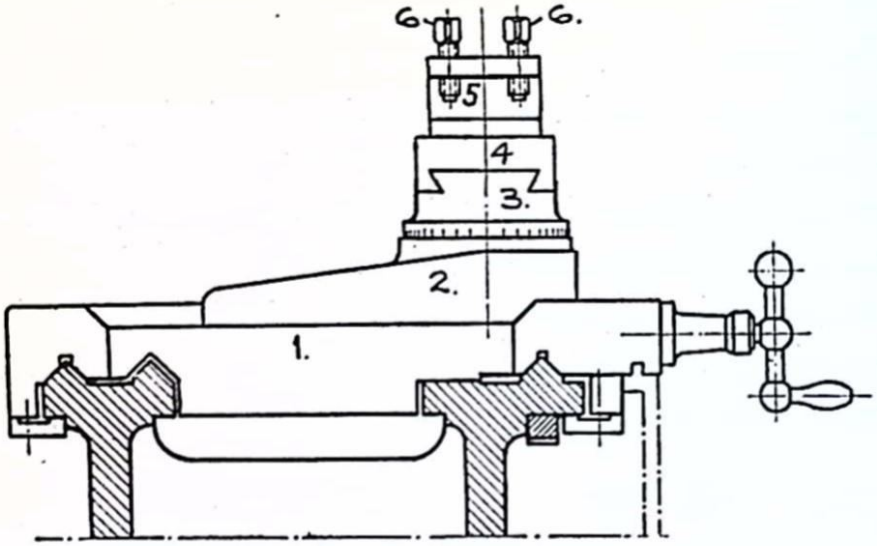



*Fig. 4. Supportanordning.*
1. Släde. 2. Tvärslid. 3. Toppslidens undre del. 4. Toppslidens övre del. 5. Stålfäste. 6. Spännskruv.

Den normala anordningen av supporten på en vanlig svarv framgår av fig. 4. Undersliden eller släden 1 är rörlig i bäddens längdriktning (längdmatning). Den uppbär en tvärslid 2, som är rörlig vinkelrätt mot bädden (tvär- eller planmatning). På tvärsliden är toppslidens undre del 3 vridbart lagrad. Toppslidens övre del 4 kan för hand förflyttas i sin längdriktning på den undre delen. Den sistnämndas underdel är försedd med en skala, på vilken vridningsvinkeln kan avläsas. Den övre toppsliden kan sålunda förflyttas i sned riktning i förhållande till arbetsstyckets axel, varigenom konsvarvning möjliggöres. Toppsliden uppbär slutligen stålfästet 5, i vilket stålet eller stålhållaren kan fastspännas medelst skruvarna 6. Stålfästena utföres på mycket olika sätt beroende på svarvens typ, storlek, användning m. m.

**Fråga 6.** *Vilka olika rörelser kan man utföra med supporten på en vanlig dubbsvarv?*

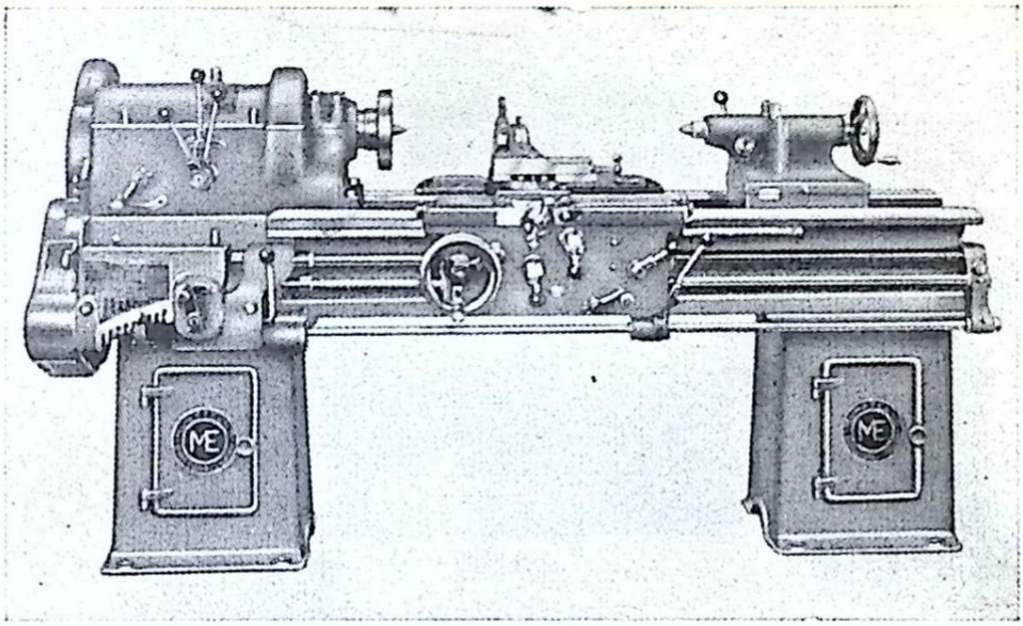


*Fig. 5. Modern svarv.*

Den i fig. 3 avbildade svarven är utrustad med trappremskiva. Svarven är även försedd med ledarskruv och kan därför användas för gängskärning.

Fig. 5 visar en modern svarv. Ändring av hastigheterna åstadkommes här enbart med kugghjul. Växellådan för ledarskruv och mataraxel (för gängskärning och mat-

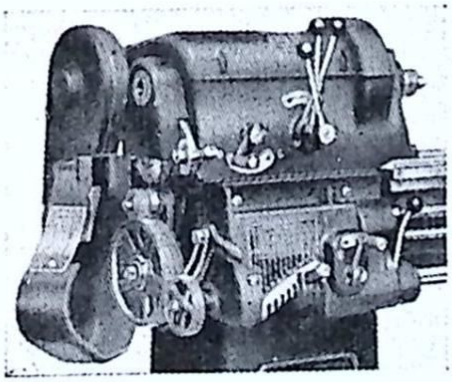


*Fig. 6. Spindeldocka med manöverorgan.*

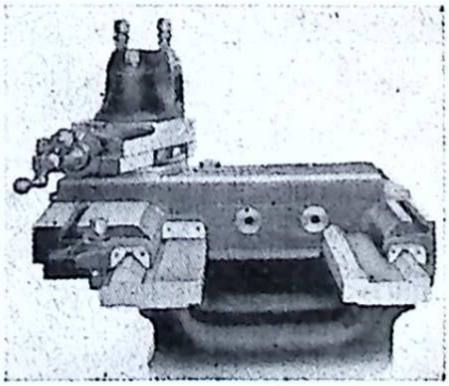


*Fig. 7. Släde och support samt prisma med gejder och stödplan.*

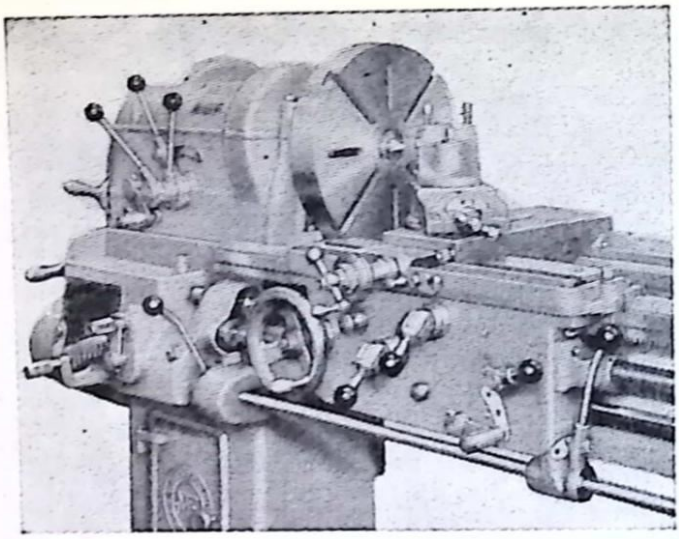


*Fig. 8. Förkläde och spindeldocka.*

ning) är här en s. k. *Nortonlåda,* vilken typ är den vanligaste på gängskärningssvarvar. För erhållande av önskat spindelvarvtal och matning eller stigning (se nästa brev) finns skyltar, som visar spakarnas ställning och vilka bythjul, som skall användas.

De vanliga dubbsvarvarna utföres i allmänhet för skiftande arbeten och är försedda med ledarskruv för gängskärning. Alla svarvar, som är försedda med ledarskruv, kan benämnas *gängskärningssvarvar.* Det är dock brukligt att denna benämning avser svarvar, som saknar mataraxel och enbart är avsedda för gängskärning.

För förberedande grovsvarvning — skrubbsvarvning — användes en maskintyp, som benämnes *skrubbsvarv.* En sådan svarv bygges mycket kraftig, så att den kan arbeta med stor spåntväryta. Eftersom sådana svarvar ej är avsedda för gängskärning, saknas ledarskruv. Dessutom kan antalet spindel- och matningshastigheter inskränkas, varför spindeldocka och matningsväxlar blir relativt enkla.

Om en svarv med måttlig dubbhöjd förses med *gap* (jfr fig. 2), kan den användas för korta arbetsstycken med större diameter än vad dubbhöjden i sig själv medger. Sådana svarvar kallas *gapsvarvar*. Då gapet ej utnyttjas, utfylles det ofta med en brygga.

**Fråga 7.** *Vilken uppgift har ledarskruven resp. mataraxeln?*

## Revolversvarvar

Revolversvarvarna är ganska lika dubbsvarvarna. De skiljer sig från dessa huvudsakligen därigenom, att dubbdockan utbytts mot en förskjutbar släde, i vilken ligger en slid, som uppbär ett s. k. *revolverhuvud,* därav namnet revolversvarv. I revolverhuvudet fästes ett flertal verktyg, som vart och ett i tur och ordning kan framföras mot arbetsstycket. Motsvarigheten till dubbsvarvarnas support utgöres av en enkel tvärslid, vanligen försedd med två stålfästen.

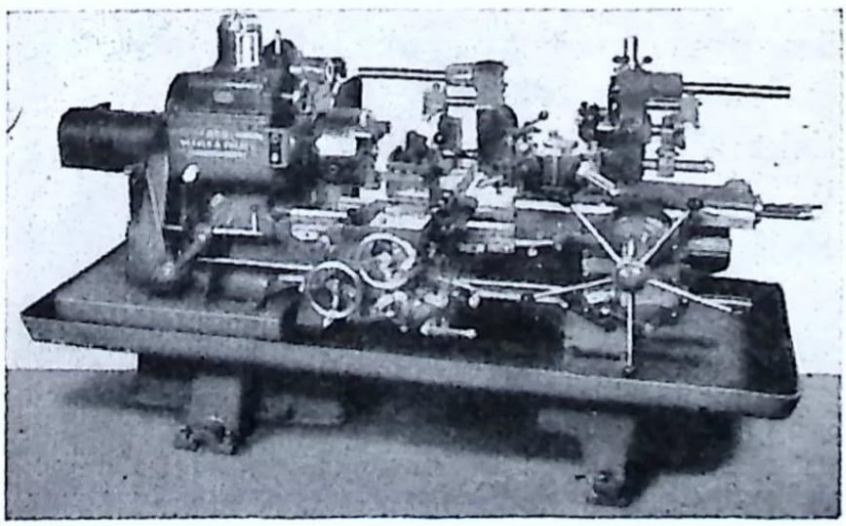


*Fig. 9. Revolversvarv för chuckarbete.*

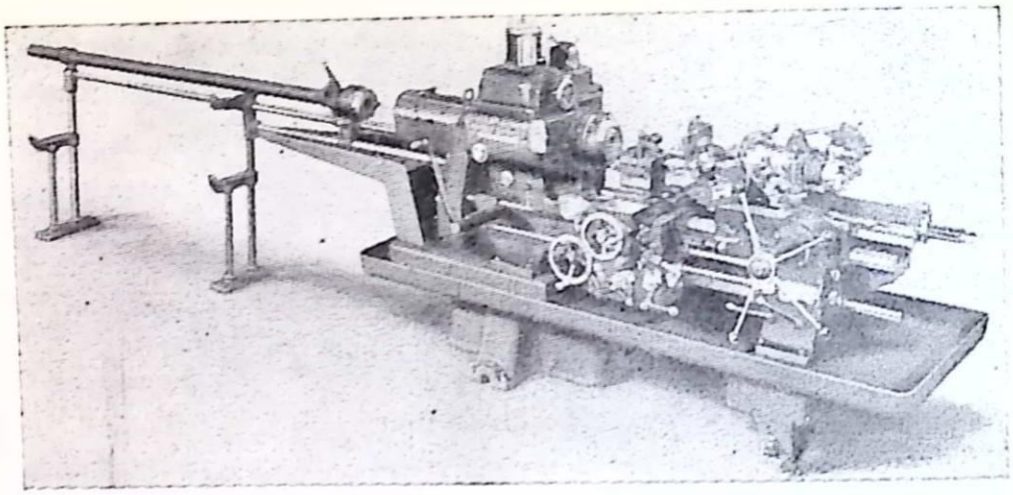


*Fig. 10. Revolversvarv för stångarbete.*

För fasthållande av verktyget är revolverhuvudet försett med hål och plana ytor för skärstål, borrar, brotschar, gängverktyg m. m., vilket gör det möjligt att nästan obegränsat variera verktygsuppsättningarna.

Revolversliden manövreras med ratt eller armkors och är vanligen försedd med maskinmatning. På moderna maskiner svänges revolverhuvudet automatiskt i rätt läge för nästa arbetsoperation, då det återföres. På äldre maskiner sker svängningen medelst spak. För varje verktyg, i såväl revolverhuvud som tvärslid, finns inställbara stopp, som automatiskt avbryter matningen, när sliderna stöter mot dem.

Revolversvarvarna utföres antingen för chuckarbete eller för stångmaterial. I förra fallet är spindeln försedd med backchuck (fig. 9) och svarvaren måste sätta upp arbetsstycket. I senare fallet är svarven försedd med spännhylsa jämte en anordning för frammatning av stången genom spindelurborrningen, se fig. 10.

**Fråga 8.** *Hur är ett revolverhuvud beskaffat?*

## Plan- och karusellsvarvar

För svarvning av större föremål med stor diameter i förhållande till längden användes plansvarvar med horisontell eller vertikal spindel. Den förra, som är den äldre typen, kallas även enbart *plansvarv*. Den senare går vanligen under benämningen *karusellsvarv*.

Mindre plansvarvar med horisontell spindel skiljer sig från dubbsvarvarna i princip endast därigenom att de saknar dubbdocka. I vissa fall förses dock mindre plansvarvar med dubbdocka (fig. 11). Större plansvarvar med horisontell axel saknar vanligen stativ, i det att spindeldockan och supporten är monterade var för sig på golvet, den senare dock på en i golvet monterad gjuten järnplatta, försedd med spår, utefter vilka supporten vid inställningen kan förskjutas vinkelrätt mot svarvspindeln.

Vid en karusellsvarv är det mycket lättare att uppspänna och centrera ett tungt arbetsstycke än i en plansvarv.

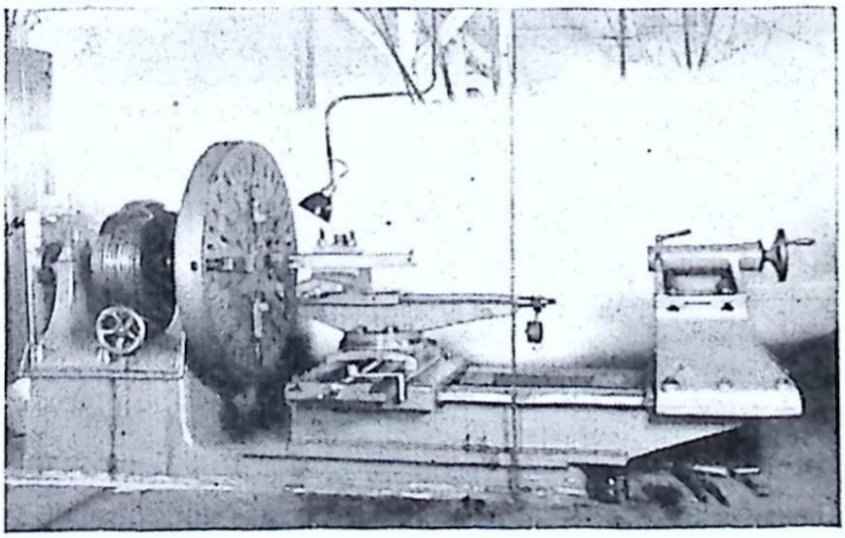


*Fig. 11. Mindre plansvarv.*

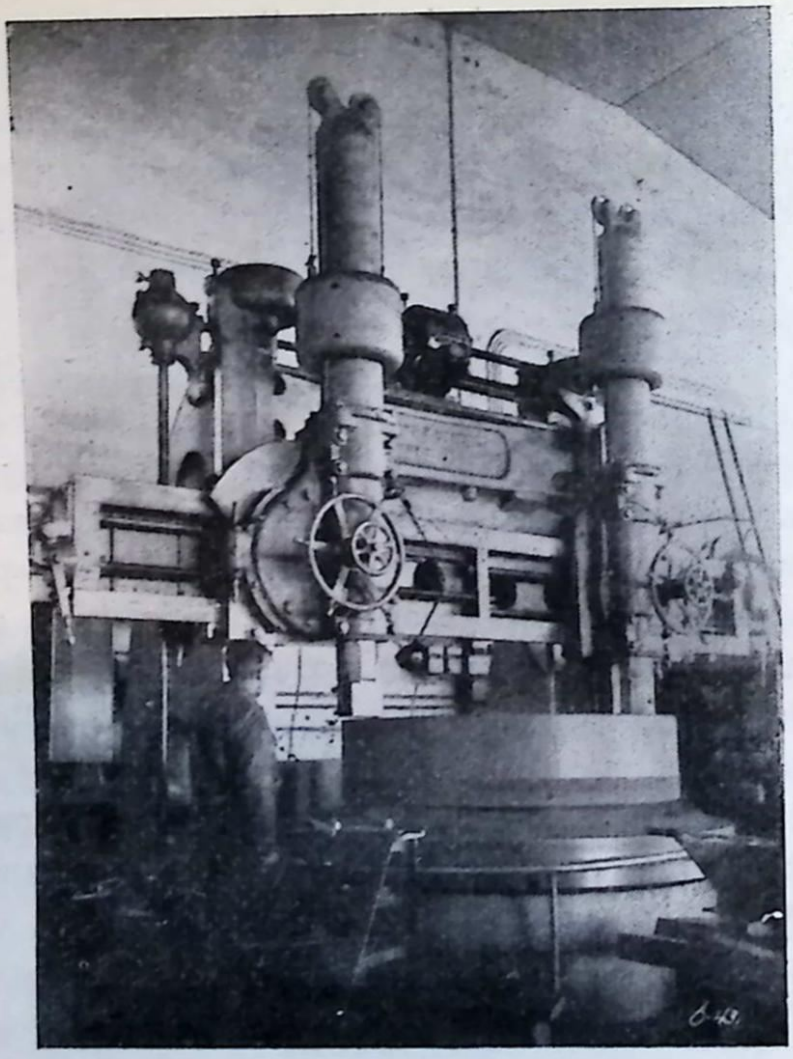


*Fig. 12. Medelstor karusellsvarv.*

Arbetsspindeln belastas ej av arbetsstycket, och arbetaren får en betydligt bättre överblick över arbetet. Fig. 12 visar en medelstor karusellsvarv.

**Fråga 9.** *Vilka slag av arbetsstycken bearbetas i karusellsvarv?*

# Verktyg och deras uppsättning

I brev 2 har vi behandlat material för spånskärande verktyg och i brev 6 har de vanliga svarvstålen beskrivits. Vi framhöll att man i allmänhet använder snabbståls- eller hårdmetallverktyg men att vanliga enkla kolstål fortfarande har en viss användning. Vi begagnar här tillfället att nämna, att även diamant användes för bearbetning av mycket hårda och slitande material samt då särskilt släta ytor önskas. Vid framställning av släta ytor med litet profildjup (jfr brev 3) kan man använda sig bl. a. av *finsvarvning* eller *finborrning*. I båda fallen använder man stål med hårdmetall- eller diamantskär som köres med mycket liten matning och mycket stor skärhastighet.

Vid stålets eller stålhållarens uppriktning och fastsättning i svarvens stålfäste (se fig. 3 och 4) använder man mellanlägg mellan stålet och stålfästets plan för att få stålspetsen på lämplig höjd.

Stålets vinklar blir nämligen vid svarvning beroende av hur stålet inställes i förhållande till arbetsstycket. Fig. 13—15 visar det inflytande, som *överställning* eller *underställning* har på de effektiva vinklarna. Stålets skaft tänkes vara horisontalt och normalt inställt så, att stålets spets kommer i höjd med dubbarna eller arbetsstyckets centrumlinje som fig. 13 visar. Vid överställning av stålet enligt fig. 14 minskas den effektiva släppningsvinkeln och ökas den effektiva spånvinkeln. Påkänningarna på stålet blir mindre, men stålets benägenhet att hugga i materialet, vid plötslig ökning av skärmotståndet, ökas. Underställes däremot stålet (fig. 15) påverkas de nämnda vinklarna i motsatt riktning, varjämte stålet, vid av en eller annan

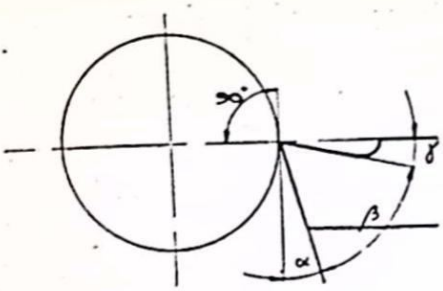



*Fig. 13. Stålets spets i höjd med centrumlinjen.*

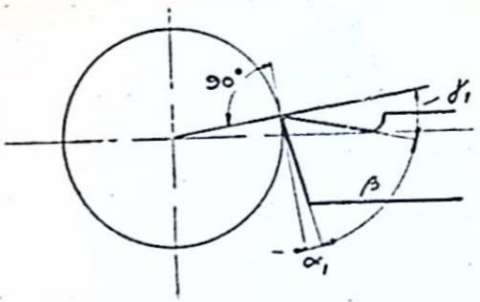



*Fig. 14. Vid överställning minskar släppningsvinkeln ($\alpha_1$).*

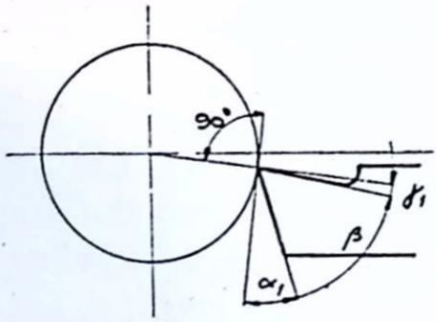



*Fig. 15. Vid underställning ökar släppningsvinkeln ($\alpha_1$).*

anledning uppträdande ökning i skärmotståndet, fjädrar ifrån arbetsstycket. Överställning kan därför vara nyttig vid skrubbsvarvning, plansvarvning och instickning. Vid invändig svarvning bör man alltid ställa in stålet något över centrum. Vid slätsvarvning, avstickning, gängskärning och svarvning med profilstål bör stålspetsen inställas på centrum. Ju större arbetsstyckets diameter är, desto mindre inverkar stålets inställning på vinklarna. I de nyss behandlade fig. antas skäreggen vara parallell med arbetsstyckets axel. I de flesta fall bildar emellertid eggen vinkel mot arbetsstyckets axel. Ovanstående regler gäller även för detta förhållande. Beträffande fig. 13—15 är de i fig. 13 utsatta vinklarna $\alpha$, $\beta$ och $\gamma$ hänförda till stålet, medan

de i fig. 14 och 15 angivna vinklarna $\alpha_1$ och $\gamma_1$ hänför sig till stålets inställning i förhållande till arbetsstycket och benämnes *effektiva* släppnings- och spånvinklar.

**Fråga 10.** *Vad menas med effektiv släppningsvinkel?*

**Fråga 11.** *Vilket inflytande får över- eller underställning av stålet vid invändig svarvning?*

## Arbetsstyckets uppsättning

Arbetsstycket uppspännes antingen mellan maskinens tvenne dubbar eller medelst anordningar av olika slag på arbetsspindeln. Uppspänning mellan dubbarna kan endera ske direkt mellan dessa eller på en *dorn* anbragt mellan dubbspetsarna. Arbetsstycket är i båda fallen infäst i båda ändarna. För fastsättning på spindeln användes *planskivor, backskivor, vinkelhyllor, chuckar* och *spännhylsor* samt s. k. *friändsdornar.*

Vilken uppspänningsanordning som än användes, måste densamma vara så inrättad, att arbetsstycket intar sitt rätta läge och inte rubbas från detta under bearbetningens gång. Särskilt viktigt är i allmänhet att arbetsstycket blir rätt centrerat, dvs. att arbetsstyckets centrumlinje bringas att sammanfalla med spindelns centrumlinje. Uppspänningsanordningen får naturligtvis inte förändra arbetsstyckets form, ej heller får den vara så beskaffad, att arbetsstycket fjädrar undan för verktyget. I båda fallen skulle arbetsstyckets form bli felaktig vid bearbetningen.

**Fråga 12.** *Vad bör man särskilt tillse, då man spänner upp ett arbetsstycke?*

Utom de här nämnda uppspänningsanordningarna finns ett flertal speciella anordningar, vilka i allmänhet kan anses vara fixturer.

Vid maskiner för massfabrikation från stångmaterial, är fastspänningsanordningen vanligen kombinerad med en frammatningsanordning för stångmaterialet.

Vi hänvisar betr. uppspänningsanordningarna till brev 4 och skall i fortsättningen endast i korthet beröra några punkter som är av speciellt intresse vid svarvning.

## Uppspänning mellan dubbarna

Som fig. 3 visar, sitter den ena dubben i arbetsspindeln och den andra i dubbdockan. Dubbdockans dubb måste sitta på exakt samma höjd över prisman som arbetsspindelns dubb och på samma avstånd från bäddens framkant som denna. Arbetsspindelns dubb roterar med arbetsspindeln och arbetsstycket, medan däremot dubbdockans dubb vanligen inte roterar. Denna måste därför smörjas.

Arbetsspindeln, som i allmänhet är urborrad i hela sin längd även på vanliga svarvar, så att stångmaterial kan införas, är i främre änden försedd med en invändig kona, i vilken dubbens koniska skaft passar. Den är dessutom i samma ände försedd med utvändig gänga för pågängning av chuck, medbringarskiva, backskiva m. m.

**Fråga 13.** *Varför är arbetsspindeln vanligen urborrad?*

*Dubbdockan,* som kan förflyttas i bäddens längdriktning, är ofta så konstruerad, att dess övre del kan förskjutas i sidled, varigenom konsvarvning möjliggöres. Sedan den fastspänts på bädden i lämpligt läge, kan man genom att

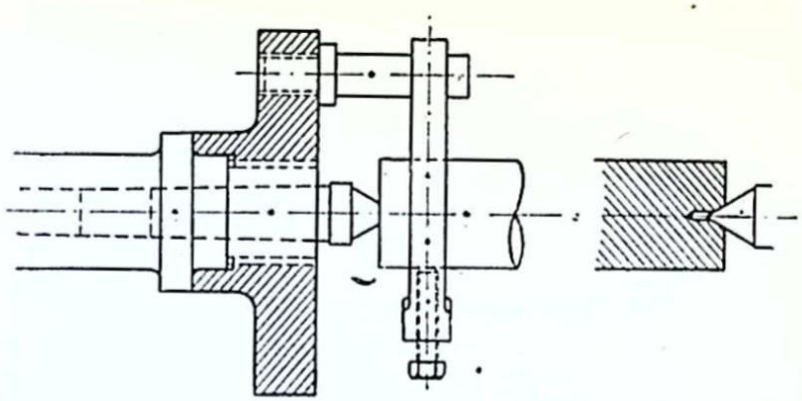


*Fig. 16. Uppspänning mellan dubbar.*

vrida på handhjulet införa dubben i arbetsstyckets dubbhål, varefter dubben låses fast.

Fig. 16 visar ett arbetsstycke uppspänt mellan dubbarna samt medbringarskivan och medbringaren, som i detta fall har rak arm. Dubbarna utföres vanligen av kolstål och härdas för att de skall bli motståndskraftiga mot nötning. De förses med koniskt skaft för infästningen i spindeldocka och dubbdocka samt med konisk spets mot arbetsstycket, vanligen med 60° toppvinkel. De koniska försänkningarna — dubbhålen — i arbetsstyckets ändar måste vara utförda med exakt samma vinkel som dubbspetsarna.

**Fråga 14.** *Vad bör man iaktta beträffande de koniska försänkningarna i arbetsstyckets båda ändar?*

**Fråga 15.** *Varför måste dubbdockans dubb smörjas?*

**Fråga 16.** *Hur fungerar medbringaren?*

Fig. 17 visar en dubb av vanligt utförande. Dessutom förekommer flera andra utföringsformer. Dubbens bakre

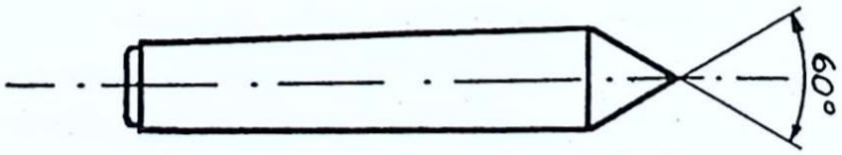



*Fig. 17. Dubb av vanligt utförande.*

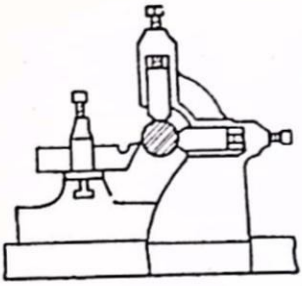


*Fig. 18. Löpande stöddocka.*

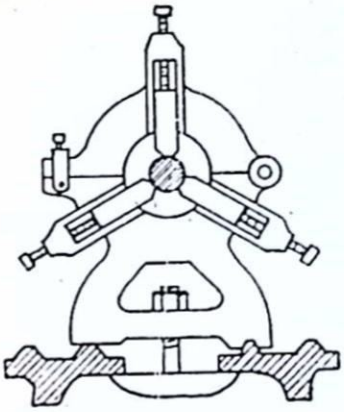


*Fig. 19. Fast stöddocka.*

ände är nedsvarvad till något mindre diameter än konans minsta diameter. Härigenom skyddas konan vid uttagningen, som ofta tillgår så, att man för in en stång i svarvspindelns urborrning och slår ut dubben. Härvid uppstår genom stukning s. k. grader i dubbänden. Nådde konan fram ända till änden, skulle den skadas, så att dubben vid nästa användning skulle komma att sitta snett i hålet.

Vid svarvar med höga spindelhastigheter använder man *roterande dubbar.*

För att förhindra böjning och fjädring på långa och smala arbetsstycken användes *stöddockor.* En sk. *löpdocka* visas i fig. 18. Den skruvas fast på släden, så att den stöder arbetsstycket just där spånskärningen äger rum och medföljer sålunda supporten under matningen. Även användes *fasta stöddockor* enligt fig. 19, vilka fastskruvas vid bädden. Såsom framgår av figuren är denna typ av stöddocka försedd med överfall[1], så att den från sidan kan anbringas på ett arbetsstycke, som redan är inspänt mellan dubbarna. För uppriktning av arbetsstycket är den

1 Överfall benämnes den lösa överhalvan på ett lager.

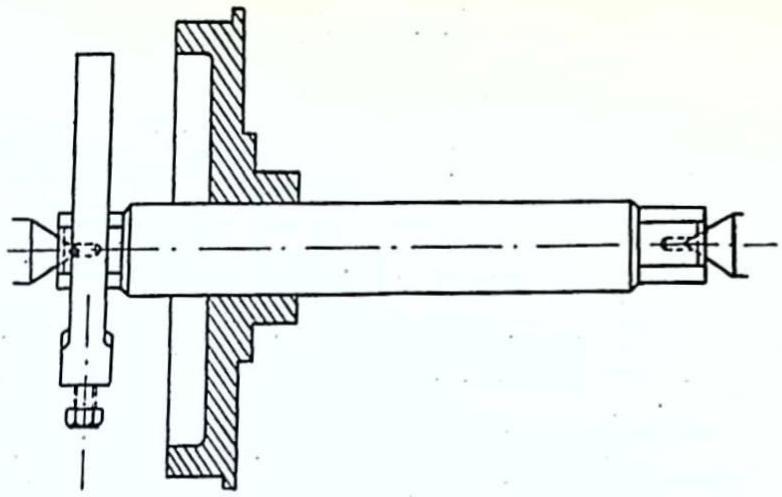


*Fig. 20. Uppspänning på dorn mellan dubbar.*

liksom den löpande stöddockan försedd med inställbara backar.

**Fråga 17.** *När kommer stöddockan till användning?*

Vid uppspänning på *dorn mellan dubbarna* erhålles de fördelar, som följer med uppspänning på dorn i allmänhet. Fig. 20 visar en dorn uppspänd mellan dubbarna, samt ett på dornen uppsatt arbetsstycke.

Sedan såväl dorn som arbetsstycke inoljats, indrives dornen i arbetsstyckets nav medelst lätta slag med hammare av babbits eller bly. Slagen får ej träffa snett, emedan dornen då kan böjas, varigenom den blir oanvändbar. I stället för att driva in dornen med hammare använder man ofta en särskild *dornpress* för att pressa in dornen i arbetsstycket. Det föreligger då ingen risk för att dornen skall kröka sig, emedan presstrycket alltid har den rätta axiella riktningen. Sedan dornen indrivits rengör man dess dubbhål och inoljar det för dubbdockan avsedda hålet, innan den inspännes i svarven.

**Fråga 18.** *Hur spänner man upp ett arbetsstycke på dorn?*

## Centrering

Vi har nämnt att arbetsstycket vid uppspänning mellan dubbar måste förses med *dubbhål.* Dubbhålet måste passa mycket noga till dubbspetsen och bör alltså i vanliga fall förses med 60° spetsvinkel. Dubbhålets djup bestämmer bärytans storlek. Ju tyngre arbetsstycket är, desto djupare måste hålet vara för att bärytan skall bli tillräckligt stor. Hålets riktning måste också sammanfalla med arbetsstyckets centrumlinje, och vidare måste ändytan vara vinkelrät mot centrumlinjen för att bärytan skall bli lika stor runtom. Centrumlinjen för det cylindriska hålet, som avslutar den koniska försänkningen, måste också noga sammanfalla med konans centrumlinje. Om dubbelhålet blivit felaktigt utfört i något av nyssnämnda avseenden förskjutes hålet å den sida, där bärytan är minst. Fig. 21 visar ett riktigt utfört dubbhål med en cylindrisk urborrning i hålets botten för att skydda dubbspetsen och för att uppta smörjmedel.

Tunga arbetsstycken, som kräver mycket noggrann centrering, brukar förses med härdade ståltappar utrustade

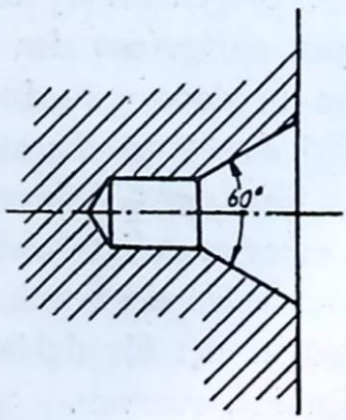



*Fig. 21. Riktigt utfört dubbhål.*

med dubbhål. Tapparna indrives i cylindriska hål borrade i arbetsstyckets ändar.

**Fråga 19.** *När skall arbetsstycket förses med dubbhål, och hur skall ett sådant utföras?*

## Uppspänning på frigående spindel

Planskivor och backskivor uppdrages på arbetsspindelns gängade främre ända mot den där befintliga flänsen och styres liksom medbringarskivan av den cylindriska delen. Om styrningen vid medbringarskivan är av mindre betydelse, är den här naturligtvis av desto större vikt. Konchuckar och spännhylsor samt friändsdornar är försedda med koniskt skaft passande till den för dubben avsedda konan i svarvspindeln. Samtliga dessa anordningar är avsedda för tämligen korta föremål, planskivor och backskivor för större sådana och chuckar för mindre föremål. Spännhylsor och chuckar med kona användes mest för stångmaterial. Friändsdorn användes för korta arbetsstycken med hål, omkring vilket föremålet skall centreras.

Vid uppspänning av tunna ringar utan armar och nav på planskiva, skall man efter grovsvarvningen lossa föremålet och spänna in det i nytt läge innan slätsvarvningen verkställes. Den sista inspänningen bör göras så löst som möjligt.

De självcentrerande chuckarna lämpar sig för arbetsstycken med rund uppspänningsyta, vars diameter ej överstiger 250 mm. Arbetsstycken med oregelbunden form spännes däremot upp i backskiva. Chuckar med tre backar kan naturligtvis även användas för 3-kant- eller 6-kant-

material. Arbetsstycken så beskaffade, att de måste bearbetas på båda sidor och sålunda behöver ändvändas, bör ej bearbetas i chuck utan skall om möjligt svarvas på dorn. Vid uppspänning i chuck måste arbetsstyckets uppspänningsytor förut vara bearbetade, emedan chuckens noggrannhet i centreringen annars snart minskas på grund av felaktig tvångsinställning av backarna.

**Fråga 20.** *När använder man självcentrerande chuck?*

Vid uppspänning på *friändsdorn* är det, liksom vid uppspänning på dorn mellan dubbarna, endast arbetsstycken med ett förut noggrant arbetat centrumhål, som kan ifrågakomma. Dessa dornar måste vara lika omsorgsfullt utförda som de förut beskrivna. Uppspänning på friändsdorn användes helst endast för slätsvarvning, sedan grovsvarvning utförts i en föregående uppspänning. Anledningen härtill är, att särskilt större arbetsstycken gärna vill fjädra något vid denna uppspänningsmetod, om spåntvärytan blir stor. Vid uppspänning på dorn utsättes arbetsstycket ej för någon förspänning, varför rotationsytan blir säkrare rund än vid uppspänning i plan- eller backskiva. Dessutom blir rotationsytan direkt centrerad efter centrumhålet, vilket ofta är önskvärt.

Friändsdornarna är försedda med en fläns, mot vilken arbetsstycket kan dras upp och klämmas fast medelst en mutter, gängad på dornens fria ände. Denna uppspänning ger arbetsstycket ett noggrant fixerat läge. Om den mot flänsen vända ytan redan är bearbetad, har man möjlighet att få den yttre ytan noga parallell med den förra. Medbringare kan anordnas på förut beskrivet sätt. För arbets-

stycken med invändig gänga användes enkla gängade dornar.

**Fråga 21.** *I vilka fall är det lämpligt att uppspänna arbetsstycket på dorn?*

En mängd arbetsstycken kan över huvud ej uppspännas med de förut beskrivna anordningarna, varför speciella sådana måste tillgripas. För att underlätta uppspänning vid massfabrikation, samt eventuellt för att erhålla större noggrannhet i tillverkningen, kostar man också på speciella för bearbetningen i fråga avsedda uppspänningsverktyg.

## Uppriktning

Då ett arbetsstycke uppsättes för svarvning, måste man rikta in det så, att bearbetade ytor kommer i riktigt förhållande till obearbetade, att arbetsmånen på de ytor, som skall bearbetas blir jämnt fördelad, samt så, att ytorna blir rena vid bearbetningen. Det sistnämnda innebär att bearbetningen går ned så djupt, att det råa ytskiktet avlägsnas överallt på den eller de ytor, som bearbetas.

För undersökning av rundgången, dvs. centreringen, använder man sig vid obearbetat gods av märkning med krita. Kritstycket hålles på bestämt avstånd från arbetsstyckets centrum på sådant sätt att det berör omkretsen. Arbetsstycket dras därefter runt för hand och uppspänningen ändras sedan beroende på hur märkningen utfaller, tills man erhåller jämn märkning runt hela omkretsen.

Uppritsade arbetsstycken kontrolleras med hjälp av en ritsnål, som är rörligt fastsatt på en stång uppspänd mel-

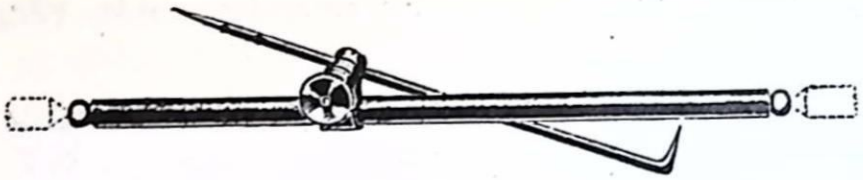


*Fig. 22. För kontroll användes ritsnål uppspänd på stång.*

lan svarvdubbarna (fig. 22). Arbetsstycket måste då vara försett med hål i centrum samt vara uppsatt i plan- eller backskiva.

För uppriktning och kontroll av rundgången hos bearbetade arbetsstycken användes *indikatorer* och *mätklockor* av diverse slag.

**Fråga 22.** *Hur kontrollerar man att arbetsstycket centrerar?*

## Arbeten i vanliga svarvar

»Hoppas jag får en bra maskin»! Detta är en önskan, som varje maskinarbetare har då han börjar en ny anställning. Med »bra maskin» menar han en välskött och noga underhållen sådan. Han vet av erfarenhet, att en missskött maskin är det mest tröstlösa, han kan råka ut för. Det skick vari maskinen befinner sig, är för honom av största betydelse, ty hans arbetsprestation är beroende därav.

Men varje maskinarbetare kan ju ej få disponera en fabriksny maskin, och detta nödvändiggör, att vaksamhet och omtanke om maskinens bästa ej får slappna. När man lämnar en maskin ifrån sig till någon efterträdare, bör den vara i gott skick. En maskin, som ständigt krånglar,

skapar olust och vantrivsel, då däremot en välskött ger arbetsglädje och inspirerar till goda arbetsresultat.

Svarvaren måste känna sin maskin och veta i minsta detalj, hur den fungerar. Innan man startar en maskin, som man förut ej arbetat med, bör man ge den en grundlig översyn även om man kommer direkt från en annan maskin av samma fabrikat och typ.

En rundsmörjning är det första, som skall göras. Därefter startas maskinen och rattarna för matnings- och inställningsrörelser kontrolleras beträffande dödgång och vridningsmotstånd. Man bör övertyga sig om att man ögonblickligen kan avbryta en matningsrörelse. Det kan hända, att en ratt fordrar större kraft att vrida, än man förut varit van vid. Alla växelhjul, som hör till maskinen, bör finnas, likaså chuckar, backskiva, planskiva, fast och löpande stöddocka samt minst ett par dubbar. Undersök om chuckarna centrerar. I annat fall, se till hur mycket de »kastar». Dubbdockan, som är förskjutbar i sidled, kan stå fel inställd. Spänn därför ej upp ett arbetsstycke mellan dubbarna utan att ha kontrollerat densamma.

Den självcentrerande chucken är som tidigare framhållits ömtålig. Helst bör endast förut bearbetade stycken uppspännas och på inga villkor ovala eller olikformade, t. ex. gjutna, obearbetade detaljer. Vid sådana arbeten bör man i stället använda backskivan.

Vid uppsättning av chuck eller backskiva bör man noga se efter, att spån e. d. ej ligger kvar i gängan. Placera ej chuck eller planskiva direkt på prisman utan använd ett underlag av trä. Försök ej att under gång, på- eller avgänga en tung chuck eller backskiva. Vid för hög hastighet

på spindeln kan chucken respektive backskivan genom sin tyngd slås så hårt fast på spindeln, att den ej går att lossa. Vid avgängning kan den falla ned på prisman eller i golvet. Gänga av eller på för hand, och använd ett mjukt underlag. Tänk på tyngden, som man många gånger underskattar. Krossade fingrar är en dyrköpt erfarenhet. Tag hellre någon till hjälp. Utspilld olja kan göra att man halkar. Man kan aldrig vara nog försiktig.

Vid insättning av dubbarna måste man rengöra såväl dessa som den koniska ursvarvningen i spindel och dubbdocka. Den minsta ojämnhet kan förstöra ett i övrigt väl planlagt arbete. En nedsliten dubbspets är en styggelse för en fackman. Om minsta fel förefinns på dubbspetsarna, måste dessa slipas om. Därvid bör prisman skyddas med ett tätt papper e. d. mot slipdammet, som har en otrevlig benägenhet att söka sig in under slider och glidplan. Efter slipningen rengöres prisman och inoljas på nytt. Man bör ha ett märke på den roterande dubben mitt för ett likadant på spindelnosens framsida, så att man vid nästa uppsättning vet, hur dubben skall sitta.

Vid svarvning av längre arbetsstycken mellan dubbarna bör man ej ansätta motdubben hårt, eftersom arbetsstycket vid bearbetningen uppvärmes och därigenom förlänges.[1] Vid långa arbetsstycken kan skillnaden i längd i varmt och kallt tillstånd vara avsevärd. Det är därför i många fall lämpligt att emellanåt lossa dubben i dubbdockan något. Efter ett längre avbrott, t. ex. en måltidsrast, får ej arbetet startas förrän man satt an dubben till lämpligt tryck. Arbetsstycket har nämligen under tiden svalnat och sammandragit sig, så att spelrum uppstått mellan dubb och

[1] Jfr brev 3, *Johanssons passbitar.*

arbetsstycke, vilket omöjliggör svarvning till samma mått med föregående inställning av svarvstålet.

Om stöddocka skall användas, göres den ren under foten, så att riktig anliggning mot prisman erhålles. Skruvarna får ej dras åt hårdare än att backarna lagom tangerar arbetsstyckets yta. Vid för hård ansättning förorsakas varmgång, vilket kan medföra djupa spår i arbetsstycket och i svårare fall sönderbrytning av dockan. Riklig smörjning eller användning av kylvätska är nödvändigt. Samma regler gäller också för löpande stöddocka. Därvid tillses även att dubbdockan är noggrant inställd så att arbetsstycket blir cylindriskt. I annat fall riskerar man att bryta sönder stöddockan, om diametern ökar. Om diametern minskar, inträder allt kraftigare skorrning, ju större spelet blir mellan arbetsstycke och backar.

Den rätta inställningen av stöddockor kontrollerar man genom att dra tillbaka motdubben och iaktta om arbetsstyckets dubbhål därvid ändrat läge i förhållande till densamma.

För att skydda bearbetade ytor från märken efter medbringare eller backar använder man lämpligen mellanlägg av mässing eller dylikt.

Svarvens prisma bör ej tjänstgöra som upplagsplats för material och verktyg. Vid maskinell matning kan en sak komma i kläm och förorsaka stor skada. Mikrometrar, hakmått och andra mätverktyg är även för dyrbara för att fördärvas genom vårdslöshet eller slarv.

**Fråga 23.** *Nämn några viktiga synpunkter som en svarvare bör beakta i sitt arbete!*

## Plansvarvning

Vid plansvarvning av ett arbetsstycke för erhållande av ansats- eller ändyta i allmänhet, matar man vanligen utifrån och inåt, se fig. 1 b.

Vid plansvarvning av ändytorna till axlar och dylikt, som uppspänts mellan dubbarna, sker dock matningen vanligen inifrån och utåt, fig. 23. Man använder ett hörnstål (böjt sidstål), som inställes i lämplig vinkel med eggen i höjd med arbetsstyckets centrumlinje och så nära dubben som möjligt. Matningen verkställes först för hand dels parallellt med arbetsstyckets axel, dels vinkelrätt mot densamma så att centrumtappen smalnar av åt arbetsstycket till. När stålet kommit in på lämpligt djup utföres svarvningen inifrån och utåt. Tvärmatningen kan antingen ske maskinellt eller för hand genom vridning på tvärslidens ratt. Centrumtappen avlägsnas med mejsel och nytt dubbhåll borras.

**Fråga 24.** *Vad är anledningen till de olika matningsmetoderna vid plansvarvning?*

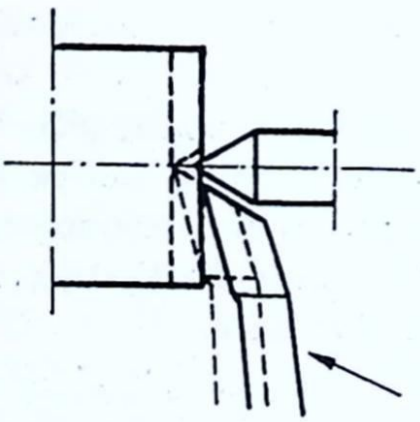


*Fig. 23. Plansvarvning.*

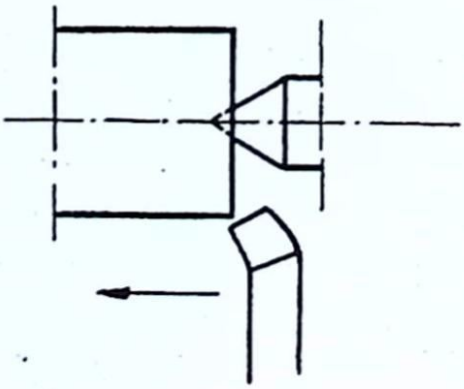


*Fig. 24. Inställning vid svarvning.*

## Utvändig svarvning till viss diameter

Vid svarvning av cylindriska ytor inställer man supporten så, att stålet står något till höger om den yta, som skall bearbetas (fig. 24) och för därefter fram stålspetsen så långt, att ett lagom djupt skär kan tas.

Om vi till en början antar att det är fråga om skrubb- eller grovsvarvning, behöver inställningen av skärdjupet ej vara så noga. Svarven igångsättes och stålet matas för hand i axiell riktning, tills det börjar skära i arbetsstycket, varefter maskinmatningen inkopplas och ett skär tas utefter en liten del av arbetsstycket. Skär- och matningsrörelserna frånkopplas därefter och diametern på den svarvade delen uppmätes. Denna bör i allmänhet vara så stor, att högst 0,5 mm arbetsmån återstår för slätsvarvningen. Är den uppmätta diametern för stor, återföres supporten till utgångsläget, stålet matas något närmare arbetsstyckets centrumlinje och ett nytt försöksskär tas. Befinnes diametern efter kontrollmätning vara lämplig, fortsättes skäret utefter hela ytan. Är det materialskikt, som skall bortsvarvas, mycket tjockt, kan det bli nödvändigt att ta två skär för att få bort det. Man bör dock om möjligt utföra skrubbsvarvningen i ett skär för att spara tid.

Slätsvarvningen utföres härefter på liknande sätt. Härvid måste man vara synnerligen noggrann vid kontroll av diametern, så att man inte skär för djupt. Slätsvarvningen bör utföras med ett nyslipat stål. (Stålet kan i många fall brynas till skärpa.) Antalet skär blir beroende av den finhetsgrad och tolerans, som den framställda ytan skall ha, samt av eventuellt efterföljande slipningsoperation.

Vid slätsvarvning av längre arbetsstycken, t. ex. axlar

uppspända mellan dubbarna, svarvar man gärna endast halva längden, varefter släden återföres och axeln ändvändes. Den andra halvan svarvas härefter på samma sätt som den första. Det fel, som skulle kunna uppstå på grund av eventuell kastning hos dubbspetsen eller felaktigheter i axelns centrering, minskas härigenom och diametern blir jämnare utefter hela längden.

**Fråga 25.** *Hur sker inställningen av stålet vid svarvning av cylindriska ytor?*

## Invändig svarvning till viss diameter

Invändig svarvning utföres i huvudsak på samma sätt som utvändig svarvning. Man börjar således även här med ett kort skär, varefter den svarvade delen kontrollmätes. Är diametern riktig fortsätter man svarvningen över hela ytan. Skulle den vara för liten ställer man in stålet för ett djupare skär och försöker igen, tills rätta diametern erhålles. Beträffande grov- respektive slätsvarvning, gäller vad som sagts om utvändig svarvning. Vid invändig svarvning får dock stålet alltid större »överhäng» än vid utvändig svarvning. Man får därför vara försiktig med spåntvärytan, så att stålet och arbetsstycket inte fjädrar, och hellre ta flera tunna skär än ett tjockt. Sedan det första skäret svarvats, undersöker man därför lämpligen om hålet är cylindriskt. Skulle så inte vara fallet, använder man mindre spåntjocklek vid nästa skär.

Vid mindre hål verkställes slätbearbetningen i regel med brotsch dvs. med samma slags verktyg, som användes för finbearbetning av borrade hål.

Större urborrningar verkställes med användning av borrstång eller borrspindel.

**Fråga 26.** *Vilka omständigheter samverkar till att försvåra invändig svarvning?*

## Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

**1.** *Vad menas med dubbhöjd?*

**2.** *Nämn ett exempel, då löpande stöddocka bör komma till användning och varför!*

**3.** *Varför fjädrar arbetsstycket lätt undan vid uppspänning på friändsdorn?*

**4.** *Varför bör spåntvärytan vara liten vid invändig svarvning av förhållandevis djupa hål?*

**5.** *Hur skall ett dubbhål vara beskaffat och varför är det viktigt att utförandet blir mycket noggrant?*

**6.** *En utvändig cylindrisk yta med diametern 150 mm på ett stabilt arbetsstycke av stål med draghållfastheten 55 kg/mm² skall grovsvarvas.*

*a) Vilken skärhastighet skall användas?*

*b) Vilket varvtal skall arbetsspindeln ha?*

*c) Hur stor skall matningen vara?*

*d) Hur stor blir spåntvärytan om skärdjupet på grund av arbetsmånen fastställes till 5 mm?*

*e) Vad skall man göra om det visar sig att svarven*

*inte orkar med den valda skärhastigheten och spåntvärytan?*

**7.** *Ett halvstabilt arbetsstycke av stål skall grovsvarvas utvändigt på diametern 100 mm. Bestäm matning och skärdjup!*

**8.** *Ett arbetsstycke av gjutjärn skall finsvarvas utvändigt på diametern 80 mm. Bestäm skärhastighet, matning och skärdjup!*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
02062

# VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 9

## Gängskärning i svarv

### Inledning

När det gäller att fast men löstagbart förbinda maskindelar med varandra, åstadkommes detta vanligen på ett eller annat sätt medelst gängor, t. ex. vid skruvförband. Gängor kommer även till användning för flera andra ändamål. Framställning av gängor är därför ett arbete, som ofta förekommer. Det utföres vanligen i maskiner, men även för hand.

För att förstå hur en gänga uppkommer tänker vi oss, att vi kring en rak cylinder lindar en rätvinklig triangel ABC (fig. 1) — exempelvis tillklippt av papper. Triangelns långsida (sidan BC) kommer att på cylinderns mantelyta bilda en skruvlinje. En yta, *gängprofilen,* som rör sig längs skruvlinjen, ger upphov till en gänga. Spåren kallas *gängspår* och upphöjningarna mellan spåren

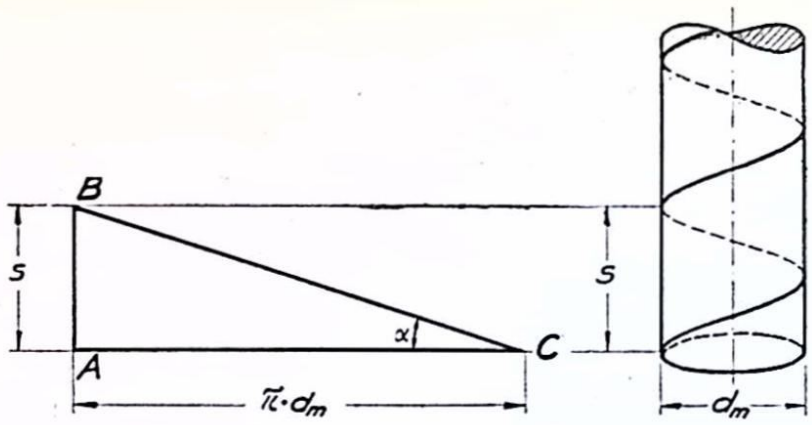



*Fig. 1. Schematisk framställning av en gängas uppkomst.*
$s$ = stigningen, $\alpha$ = stigningsvinkeln.

kallas *gängvallar*. Om triangelns bas och cylinderns omkrets är lika stora[1], såsom visas i fig. 1, så är triangelns kortsida lika med gängans *stigning* ($s$). Därmed menas avståndet i axiell led mellan en godtycklig punkt på ett visst gängvarv och motsvarande rakt ovanför eller nedanför belägna punkt på nästa gängvarv vid enkelgänga, t. ex. två närliggande gängtoppar (högsta punkten på gängvallen) (avståndet $s$ i fig. 2). Stigningen kan lätt erhållas genom att mäta den längd, som en skruv eller mutter förflyttat sig, när endera vridits ett varav. Vinkeln $\alpha$ (alfa, grekisk bokstav) kallas *stigningsvinkel.* Med begreppet »antal gängor per tum» förstås antalet hela gängvarv eller antalet stigningar på 1″ (en engelsk tum = 25,4 mm) och begreppet användes i samband med engelska (amerikanska) gängsystem, av vilka Whitworth-systemet är det viktigaste. Stigningen uttryckes då i engelskt mått, t. ex. ¼″ stigning. Vid andra gängsystem, t. ex. det metriska, talar man

[1] Har cylindern diametern $d_m$ så är dess omkrets = $\pi \cdot d_m$

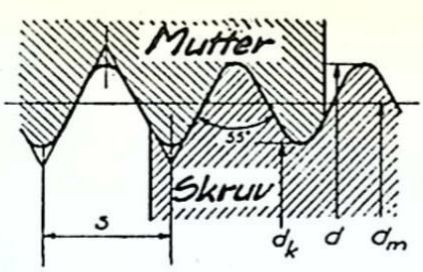



*Fig. 2 a. Whitworthgänga, 55° spetsvinkel.*

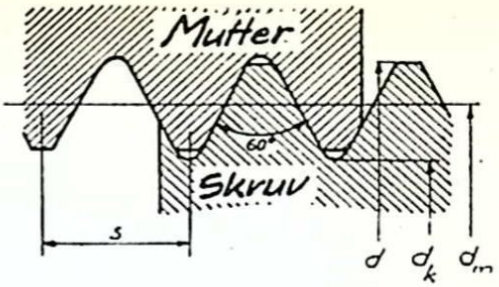



*Fig. 2 b. Metrisk gänga, 60° spetsvinkel.*

endast om »stigningen», t. ex. stigning 1,5. Stigningen mätes då i mm.

De i fig. 2 avbildade gängorna benämnes *spetsgängor* och utföres dels som i fig. 2 a enligt Whitworths gängsystem, dels som i fig. 2 b enligt det metriska systemet. Med beteckningar enligt fig. 2 är *ytterdiametern* (toppdiametern) = $d$ (den diameter, efter vilken gängan benämnes t. ex. W ½″ eller M 12), *kärndiametern* = $d_k$ (diametern vid gängans rot) och *medeldiametern* = $d_m$.

Whitworths rörgängor har samma form som skruvgängorna men har mindre stigning, alltså flera gängor per 1″ än dessa. De benämnes ej efter gängans ytterdiameter utan efter innerdiametern på det rör för vilket de är avsedda. Så har t. ex. ett 1″-rör en innerdiameter av 1″ = 25,4 mm, men tillhörande gängas ytterdiameter är 33,25 mm. Gängan betecknas R 1″.

Det nu standardiserade rörgängsystemet utgör en modernisering av det äldre systemet, där gängorna kallades gasgängor och betecknades t. ex. 1″ GAS. Upp till dimensionen 1¼″ är skillnaden mellan de två systemen obetydlig.

De övriga vanligaste gängformerna är *trapetsgängor* och *plattgängor*. Fig. 3. visar en bult med spetsgänga och

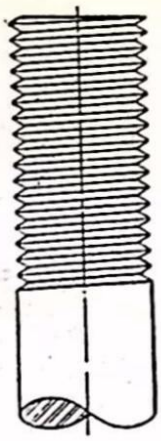


*Fig. 3.*
*Skruv med spetsgänga.*

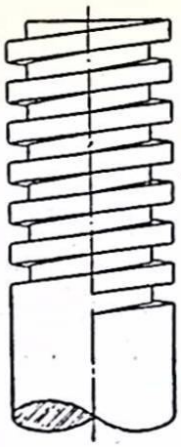


*Fig. 4.*
*Skruv med plattgänga.*

fig. 4 en bult med plattgänga. Vanliga fästskruvar och muttrar inom maskinindustrin är spetsgängade, medan däremot rörelseskruvar såsom transportspindlar, ledarskruvar och presskruvar osv. är platt- eller trapetsgängade, emedan dessa gängor gör mindre motstånd mot vridning.

Samtliga gängformer kan utföras såväl *höger-* som *vänsterskurna,* varvid med *högergänga* avses en gänga, som vrider sig medurs[1] bort från åskådaren, då man ser i skruvens längdriktning. En högergängad skruv vrides således medurs vid inskruvningen, en vänstergängad däremot moturs. Till en högergängad skruv passar en högergängad mutter, och till en vänstergängad skruv passar en vänstergängad mutter.

Oftast är skruvar och muttrar enkelgängade, dvs. de är försedda med en enda fortlöpande gänga. Det förekommer emellertid även skruvar och muttrar med två eller

[1] Medurs = i samma riktning som visaren på ett ur.

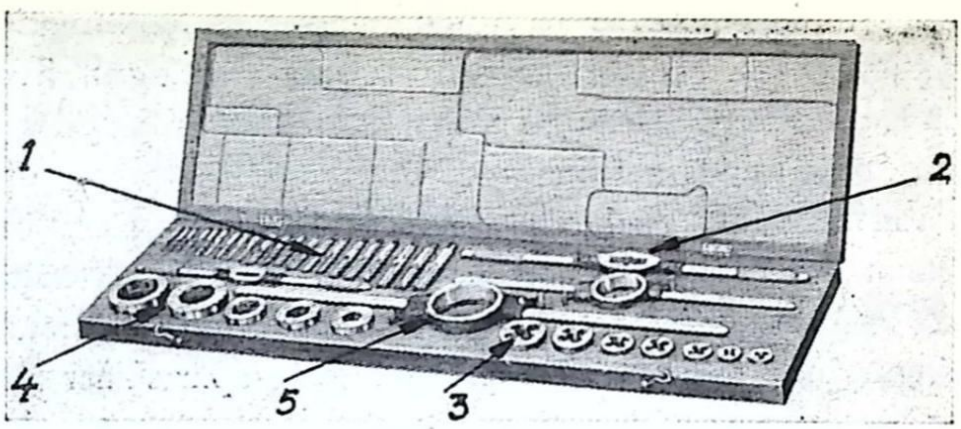



*Fig. 5. Gängsats.*

1) gängtappar, 2) svängjärn, 3) gängsnitt, 4) spännhylsor, 5) snittgängkloppa.

flera gängor, vilka löper parallellt bredvid varandra. Man talar då om två eller flera *ingångar.*

**Fråga 1.** *Vad menas med en gängas stigning?*

**Fråga 2.** *Hur många gängor är det på 1 cm om stigningen är 2 mm?*

**Fråga 3.** *Vilken stigning har gängan vid 4 gängor per tum?*

Vid framställning av gängor för hand, använder man sig av *gängsnitt* och *gängsnittshållare,* då det gäller yttergängor, och *gängtappar* jämte *svängjärn* vid gängning av hål. Svängjärnen kan vara antingen fasta eller ställbara för flera storlekar av gängtappar. Fig 5 visar en uppsättning av dylika verktyg.

I maskin kan gängorna framställas dels genom skärning, dels genom rullning. Vid skärning av gängor användes dels speciella verktyg, t. ex. *gängtappar* och *gängsnitt,* vilka kan sägas styra sig själva under arbetet. Dels användes *gängstål,* vilka av maskinen erhåller en sådan

rörelse i sidled, att den på grund av arbetsstyckets rotation uppkommande gängan får den avsedda stigningen. Stigningen vid gängskärning i svarv motsvaras av matningen vid vanlig rundsvarvning.

Vid skärning med gängstål framställes gängan alltså genom svarvning som på gammalt verkstadsspråk kallas att »slå gängor» i svarv. Denna metod ger noggranna gängor, och genom efterslipning i gängslipmaskiner kan man ytterligare höja noggrannheten.

Vidare framställes gängor i borrmaskiner och i speciella fräsmaskiner. På senare år har även konstruerats slipmaskiner, i vilka hela gängan framställes genom slipning.

De maskiner, som användes vid framställning av gängor, måste vara i gott stånd, och särskilt gäller att dödgången (glappet) i arbetsspindel och support skall vara liten. Vid noggrann gängskärning bör man se till att arbetsstycket ej avsevärt uppvärmes över 20°, på grund av för stort dubbtryck eller därigenom att en stöddocka klämmer för hårt. Genom smörj- och kylmedel, som översköljer arbetsstycket, förhindras uppvärmning i avsevärd grad.

Vid gängskärning i gjutjärn, zink, mässing, brons och vitmetall användes vanligen ej smörjmedel. Dock kan det vara lämpligt att använda rödsprit vid skärning av fingängor med gängsnitt eller gängtapp i metall, särskilt aluminium. Vid gängskärning i vissa lättmetaller har komjölk visat sig vara det enda användbara smörjmedlet. Likaså bör vid dylik gängskärning i gjutjärn något smörjmedel användas. För andra metaller och legeringar användes alltid smörjmedel, som i många fall kan utgöras av för vanlig bearbetning använda kylvätskor, t. ex. såpvatten. Även användes en blandning av fotogen och olja.

I allmänhet gäller att ju segare materialet är och ju större fordringar, som ställs på gängorna samt ju längre verktyget skall stoppa mellan slipningarna, desto fetare smörjmedel måste användas. Detta är av särskild betydelse vid revolversvarvar och automater, där lardolja torde vara det vanligaste smörjmedlet.

Betr. gängverktyg hänvisar vi för övrigt till brev 6 och betr. smörj- och kylmedel till brev 4.

**Fråga 4.** *På vilka olika sätt kan gängor framställas?*

**Fråga 5.** *Vilka krav ställs på en maskin som skall användas för gängskärning?*

**Fråga 6.** *Nämn några smörjmedel som användes vid gängskärning!*

## Arbetsmetoder

Vid inriktning i sidled av ett vanligt smitt gängstål, hålles mallen (fig. 6) dikt an mot arbetsstycket, horisontellt och i höjd med centrumlinjen. Stålets spets skall förlängas i höjd med arbetsstyckets centrumlinje, vilket lättast utföres så, att stålet inställes efter ena dubbspetsen. Gängskivstål[1] inställes däremot med spetsen under (utvän-

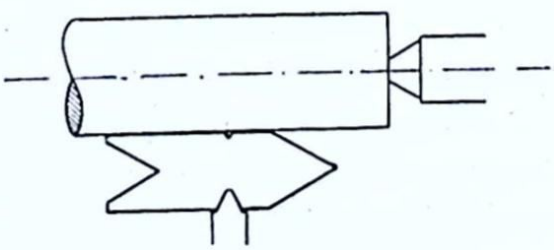


*Fig. 6. Inställning av gängstål med mall.*

[1] Jfr brev 6 *Svarvstål* (profilskivstål).

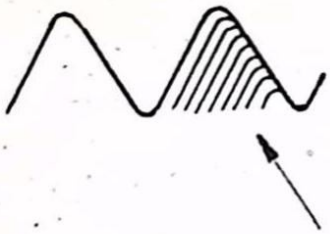


*Fig. 7. Lämpligt sätt att skära gängor.*

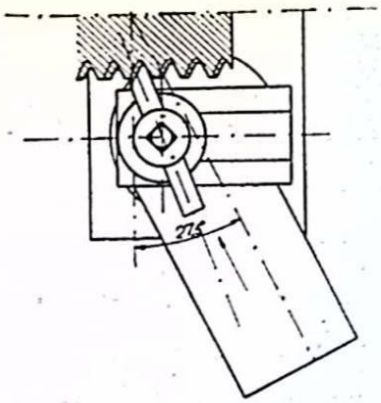


*Fig. 8. Toppslidens inställning.*

digt) respektive över (invändigt) centrumlinjen, enligt påstämplade uppgifter.

Eftersom gängans profil ändrar sig med gängstigningen, måste stålet varieras efter stigningen, även om gängorna för övrigt är lika.

Grövre gängor skrubbsvarvas med smitt stål och slätsvarvas med profilstål. När gängskivstål användes, skrubbsvarvar man med ett enkelt och slätsvarvar med ett dubbelt stål.

Vid grovsvarvning användes alltid stumma stål, vid slätsvarvning däremot ofta fjädrande stål.

Vid gängskärning (grovsvarvning med enkla smidda gängstål) utföres bearbetningen av gängluckan ofta som fig. 7 visar. Stålets inställning framgår av fig 8. Tvärsliden är försedd med ett ställbart stopp. Matningen utföres med toppslidens övre del. Spånen brytes härvid lätt och man kan använda rätt stor skärhastighet. Efter ett första lätt skär återföres släden till utgångsläget och nästa skär tas. Sedan det rätta gängdjupet uppnåtts, slätsvarvar man

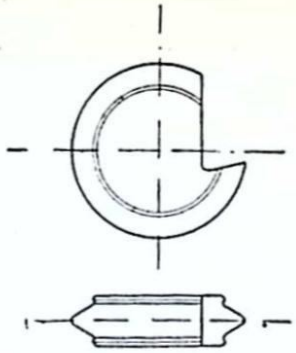


*Fig. 9: Gängskivstål för yttergängor.*

med ett profilstål t. ex. enligt fig. 9. Såväl skrubbstålet som profilstålet inställes efter mall.

**Fråga 7.** *Hur sker stålets inställning vid gängskärning?*

Återföringen av släden efter varje skär utföres, om den svarvade gängan är kort och dess diameter liten, genom omkastning av svarvens rörelseriktning. Den delade muttern, som meddelar supporten rörelse i sidled, är hela tiden sluten omkring ledarskruven.

Vissa (äldre) svarvar är försedda med en entandskoppling placerad på en axel, som roterar med samma hastighet som arbetsspindeln, medelst vilken koppling ledarskruvens rotationsriktning kan omkastas. Stålet kommer även då automatiskt i rätt läge för nästa skär.

Vid större gängdiameter och gänglängd går återföringen för långsamt med ledarskruven. Man öppnar då i stället den delade muttern och återför sliden för hand så hastigt som möjligt till utgångsläget. För att stålet vid nästa skär skall komma i rätt läge i förhållande till gängan, måste support, arbetsspindel och ledarskruv bibringas en sins-

emellan riktig utgångsställning. Den delade muttern får sålunda i allmänhet ej slutas i ett godtyckligt läge. Beträffande mutterlåsets slutning kan man särskilja tre olika fall:

1. *Ledarskruvens stigning är lika med eller jämnt delbar med den bearbetade gängans stigning.* Mutterlåset kan då slutas i godtyckligt läge och stålet kommer ändå alltid i rätt läge i förhållande till gängan.

2. *Den bearbetade gängans stigning är jämnt delbar med ledarskruvens stigning.* Om t. ex. ledarskruvens stigning är 6 mm och den svarvade gängans stigning respektive 12, 18 eller 24 mm, kan den delade muttern slutas vid respektive vartannat, vart tredje eller vart fjärde varv av ledarskruven.

3. *Den bearbetade gängans stigning är inte lika med ledarskruvens stigning och förhållandet mellan stigningarna kan ej uttryckas med ett helt tal.* För att i detta fall få stålet att skära riktigt, måste i allmänhet även arbetsspindeln inställas i samma läge som vid gängskärningens början.

Fall 1 torde inte fordra några närmare förklaringar. Vid fall 2 och 3 använder man en s. k. *gängindikator,* på verkstadsspråk ofta kallad »gängklocka», för att underlätta inställningen för nytt skär. Anordningen består av en på släden lagrad vertikal spindel, som i nedre änden är försedd med ett skruvhjul i ingrepp med ledarskruven. I spindelns övre ända sitter en rund skiva försedd med delstreck. Om ledarskruven är utförd med tumstigning förses vanligen skivan med ett jämnt antal delstreck, som svarar mot produkten av skruvhjulets kuggantal och

Hust. mellan två del streck = 1/6 varv
= 1·24/6 = 4 k. = 4 varv på ledar skruv.

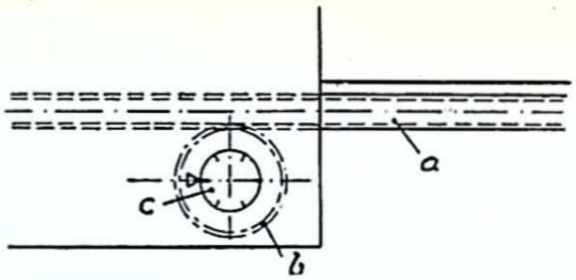



*Fig. 10. Gängindikator (gängklocka).*

ledarskruvens stigning i tum. Anordningen visas schematiskt i fig. 10. Ledarskruven *a* antas ha ¼″ stigning och skruvhjulet *b* 24 kuggar. Om då skivan *c* förses med 6 delstreck, som i fig. 10, vrider sig skivan $^1/_6$ varv under det ledarskruven vrider sig 4 varv.

Vid användning av gängindikator inställes släden i utgångsläge. Mutterlåset slutes fullständigt (ev. genom vridning på ledarskruven) med ett av skalans delstreck mitt för ett fast märke på släden. Efter skäret öppnas mutterlåset och släden föres tillbaka till utgångsläget utan att arbetsspindel eller ledarskruv stoppas. Eftersom ledarskruven roterar, vrider sig skalan på gängindikatorn. I det ögonblick, då ett delstreck på skalan står mitt för märket på släden, slutes mutterlåset.

Vid fall 3 måste i allmänhet såväl släde som ledarskruv och arbetsspindel återföras till det exakta utgångsläget. Ledarskruvens utgångsläge återfinnes lätt, om mutterlåset, vid det första skäret, slutes vid ett visst märkt delstreck på gängindikatorn, mitt för det fasta märket på släden. Efter återföring slutes sedan mutterlåset på nytt, då det märkta delstrecket står mitt för märket på släden. Arbetsspindelns ställning vid det första skärets början markeras

med ett märke på spindeldockan och ett märke på medbringarskivan eller chucken mitt för märket på spindeldockan. Innan det nya skäret börjas, vrides spindeln så att dessa märken stämmer överens.

Utryckningen av stålet efter varje skär måste ske just då mutterlåset öppnas, så att inte stålet skadas, vilket lätt inträffar om utryckningen sker, medan stålet ännu påverkas av spåntrycket.

Invändiga gängor är alltid svårare att skära än utvändiga, eftersom svarvaren inte ser gängorna. Om ett genomgående hål skall gängas på ett arbetsstycke uppspänt på plan- eller backskiva, måste man komma ihåg att lämna plats mellan arbetsstycket och skivan, så att stålet kan löpa ut. Arbetsstyckets baksida får alltså inte ligga an mot skivan utan bör uppläggas på mellanlägg av lämplig tjocklek.

**Fråga 8.** *Vartill användes gängindikator?*

## Cylindriska kuggväxlar

För att överföra roterande rörelse från en axel till en annan, relativt närliggande axel, användes bl. a. *cylindriska kuggväxlar.* Härvid begagnar man hjul, vilka runt omkretsen är försedda med kuggar som griper in i varandra (fig. 11).

Vi har tidigare i brev 5 behandlat maskinelement för rörelseöverföring och bl. a. också kuggväxlar. Som förberedelse till växelhjulsberäkningarna skall vi emellertid ta en kort repetition.

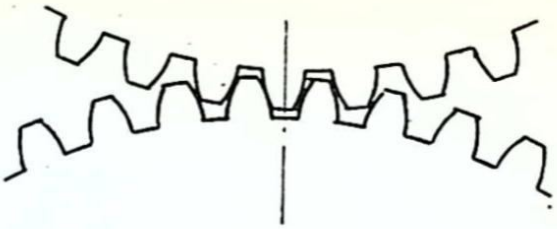


*Fig. 11. Samarbetande kuggar.*

Fig. 12 visar schematiskt en *enkel* kuggväxel. Axlarna är betecknade med A och B. Som lätt inses kommer axlarna i detta fall att rotera åt motsatta håll. Är båda kugghjulen lika stora, dvs. har lika många kuggar, roterar båda axlarna lika fort. Om däremot det ena hjulet har dubbelt så många kuggar som det andra, så måste det lilla hjulet göra två varv, när det stora gör ett. Härav inses lätt att om hjulen är olika stora och följaktligen försedda med olika antal kuggar, förhåller sig axlarnas varvtal till varandra *omvänt som kuggantalen.* Betecknar man axlarnas varvtal med $n_1$ och $n_2$ och kuggantalen med $a_1$ och $a_2$, blir således

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{a_1}{a_2}$$

vilken ekvation även kan skrivas

$$n_2\, a_2 = n_1\, a_1 \text{ eller } n_2 = \frac{a_1}{a_2} \cdot n_1$$

**Exempel 1.** En axel, som roterar med 200 r/m (varv per minut), driver en annan axel medelst kuggväxel. Hur fort roterar den senare axeln, om drivaxelns kugghjul har 20 kuggar och det andra hjulet har 80 kuggar?

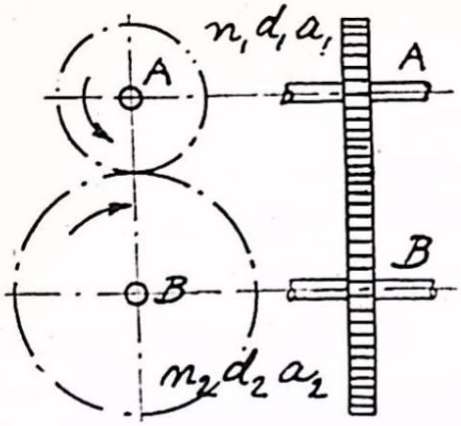



*Fig. 12. Enkel kuggväxel.*

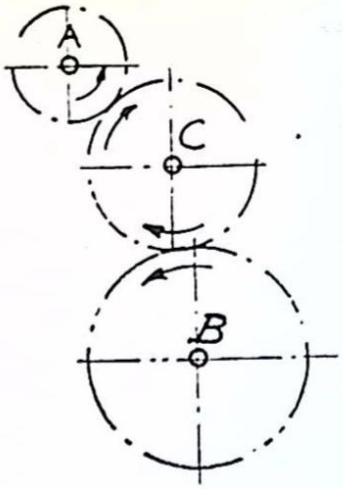



*Fig. 13. Enkel kuggväxel med mellanhjul.*

$$\text{Lösning: } n_2 = \frac{a_1}{a_2} \cdot n_1$$

I detta fall är $a_1 = 20$, $a_2 = 80$ och $n_1 = 200$. Insätter man dessa värden i ovanstående formel, får man

$$n_2 = \frac{20}{80} \cdot 200 = 50.$$

Den drivna axeln roterar sålunda 50 r/m.

Som vi nyss nämnde, roterar de båda axlarna i fig. 12 åt motsatt håll. Vill man emellertid, att den drivna axeln B skall rotera åt samma håll som den drivande axeln A, kan detta åstadkommas genom insättande av ett extra kugghjul mellan de båda andra (fig. 13). Mellanhjulet, som är monterat på en särskild axel C, griper in i de båda andra hjulen. Axeln A driver sålunda axeln C, och denna driver i sin tur axeln B. Hjulet B kommer som synes att rotera åt samma håll som A. Mellanhjulet har emellertid intet som helst inflytande på axeln B:s varvtal. Detta be-

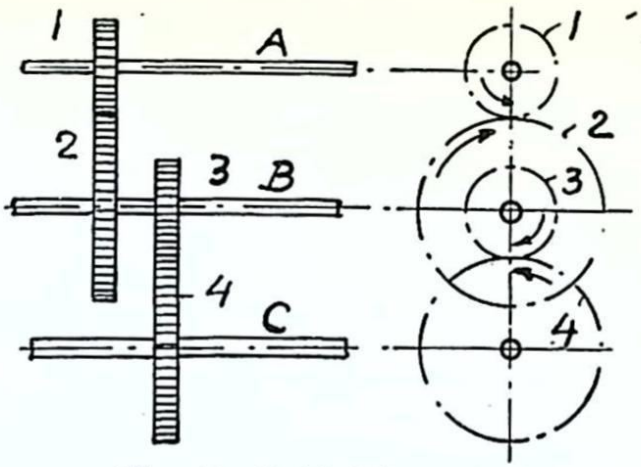



*Fig. 14. Dubbel kuggväxel.*

stämmes uteslutande av antalet kuggar på A och B samt A:s varvtal.

Fig. 14 visar schematiskt en *dubbel* kuggväxel. Den består av två enkla kuggväxlar. Den ena kuggväxelns hjul *1* och *2* är monterade på axlarna A och B, den andra kuggväxelns hjul *3* och *4* är monterad på axlarna B och C. Om axeln A:s varvtal samt kugghjulens kuggantal är kända, kan man lätt beräkna axeln C:s varvtal. Betecknar man axlarna A, B och C:s varvtal med $n_A$, $n_B$ och $n_C$ samt kugghjulen *1, 2, 3* och *4:s* kuggantal med $a_1$, $a_2$, $a_3$ och $a_4$, så blir $n_B = \frac{a_1}{a_2} \cdot n_A$ och $n_C = \frac{a_3}{a_4} \cdot n_B$

Insätter man i sistnämnda likhet i stället för $n_B$ dess värde $\frac{a_1}{a_2} \cdot n_A$ får man $n_C = \frac{a_3}{a_4} \cdot \frac{a_1}{a_2} \cdot n_A = \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{a_3}{a_4} \cdot n_A$

**Exempel 2.** En axel (A i fig. 14) vars varvtal är 600 r/m, driver en annan axel (C) över en dubbel kuggväxel. Drivaxelns kugghjul (1) har 22 kuggar, mellanaxelns (B) större hjul (2) har

72 kuggar och dess mindre hjul (3) har 24 kuggar. Hjulet (4) på den drivna axeln (C) har 88 kuggar.

Bestäm den drivna axelns varvtal!

$$\text{Lösning: } n_C = \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{a_3}{a_4} \cdot n_A$$

I detta fall är $a_1 = 22$, $a_2 = 72$, $a_3 = 24$, $a_4 = 88$ och $n_A = 600$.

Insättes värdena i formeln erhålles $n_C = \frac{22}{72} \cdot \frac{24}{88} \cdot 600 = 50$.

Den drivna axeln får således varvtalet 50 r/m.

# Växelhjulsberäkning

## Allmänt

Som tidigare nämnts är samtliga svarvar, som är avsedda för gängskärning, försedda med ledarskruv. Denna erhåller sin roterande rörelse från arbetsspindeln över ett större eller mindre antal kuggväxlar beroende på svarvens konstruktion och meddelar släden den för gängskärningen erforderliga rörelsen genom en i släden placerad delad mutter, som vid gängskärning är sluten omkring ledarskruven.

Den rätta utväxlingen mellan arbetsspindel och ledarskruv åstadkommes genom insättning av lämpliga kugghjul. Även på en modern svarv med stort antal matningsväxlar finns det utbytbara kugghjul, eftersom man aldrig kan lägga in så många växelhjul i växellådan, att alla förekommande stigningar kan skäras.

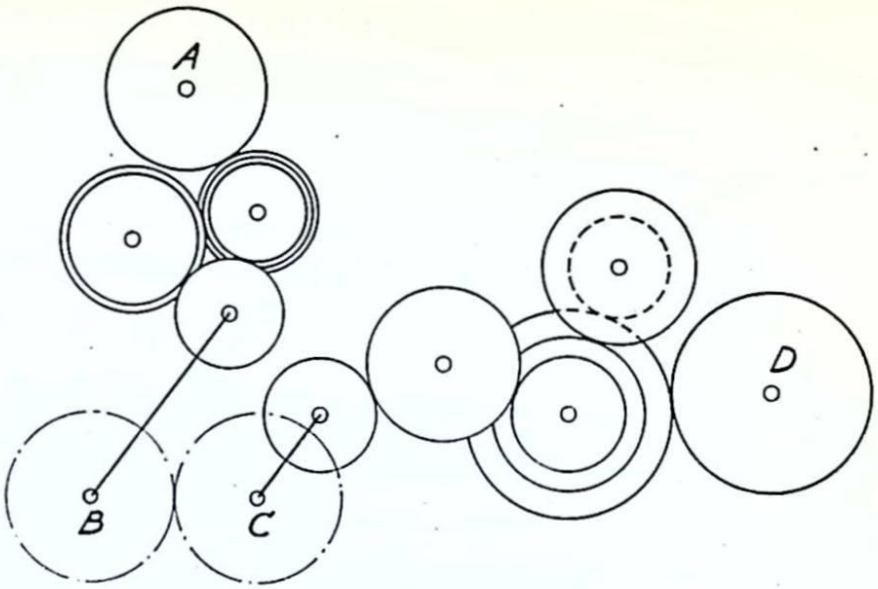



*Fig. 15. Matningsväxlar.*

Den i fig. 23, brev 5, visade matningsväxellådan består t. ex. av en Nortonväxel med lyra samt en serie kugghjul, vilka kan bringas i ingrepp med ett skjuthjul. Anordningen medger inställning av 40 olika matningshastigheter. Detta räcker ändå inte för alla tänkbara stigningar. Den vanliga anordningen på en modern svarv blir därför i enlighet med fig. 15 en viss fast utväxling mellan arbetsspindeln A och det drivande utbytbara kugghjulet B samt en annan valbar utväxling mellan det sista utbytbara kugghjulet C och ledarskruven D. I det ovan anförda exemplet bestämmes den valbara utväxlingen av läget på skjuthjulet samt av läget på Nortonväxelns lyra.

Vanligen finnes mellan A och B. dessutom möjlighet att inkoppla ett mellanhjul utan att förändra utväxlingen. Här-

igenom blir det möjligt att vända matningsrörelsens riktning under det att arbetsspindeln bibehåller sin rotationsriktning oförändrad. Denna vändningsmöjlighet måste ofta utnyttjas vid gängskärning.

**Fråga 9.** *Hur påverkas matningsrörelsens riktning av enkel utväxling med mellanhjul, dubbel resp. tredubbel utväxling vid de utbytbara kugghjulen?*

I det följande skall vi genomgå växelhjulsberäkningar för olika stigningar med enkel, dubbel och tredubbel utväxling. Härvid förutsättes ständigt, att hela utväxlingen mellan arbetsspindel och ledarskruv ligger i de utbytbara kugghjulen.

Till varje svarv hör vanligen en eller ett par satser växelhjul. I varje sats finns det ett antal kugghjul med från omkring 20 till omkring 120 kuggar, varierande med ett bestämt antal kuggar mellan alla närliggande hjul, t. ex. 4, 5, 6 eller 7. En sats i vilken kuggantalet varierar med 4 innehåller således hjul med följande kuggantal: 20, 24, 28, 32, 40, 44 osv. till och med 120. En sats där kuggantalet varierar med 5 innehåller hjul med följande kuggantal: 20, 25, 30, 35, 40, 45 osv.

På de flesta svarvar avsedda för gängskärning finns en tabell, som anger vilka växelhjul, som skall användas för att erhålla en viss stigning.

Stigningen uttryckes vanligen i engelska tum. Sålunda talar man om gängor med 1″ stigning, ½″ stigning, ⅜″ stigning osv. En gänga med 1″ stigning har tydligen 1 gänga (gängvarv) per tum i axiell led, en gänga med ½″ stigning har 2 gängor per tum, en gänga med ⅜″ stigning har $1 : \frac{3}{8} = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$ gängor per tum osv. Känner man

antalet gängor per tum, så kan man lätt beräkna gängans stigning. Om t. ex. en skruv har 4 gängor per tum, så är stigningen tydligen ¼", har den 2 gängor per tum så är stigningen ½" osv. Ledarskruven till en svarv har vanligen 2, 4, 5 eller 6 gängor per tum.

På ritningar betecknas de vanligaste gängorna på följande sätt (jfr sid 3):

1. W ¾", som betyder skruvgänga enligt Whitworth med ytterdiametern ¾". Stigning och övriga dimensioner erhålles ur gängtabell.
2. a) R ¾" som betyder cylindrisk rörgänga enligt Whitworth,
   b) KR ¾" som betyder konisk rörgänga enligt Whitworth. I såväl R ¾" som KR ¾" betecknar ¾" motsvarande rörs innerdiameter.
3. a) M 12, som betyder skruvgänga enligt det metriska systemet med ytterdiametern 12 mm och stigningen 1,75 mm (normal stigning),
   b) M 12×1,25, som betyder metrisk skruvgänga med ytterdiametern 12 mm och stigningen 1,25 mm (fin stigning).

Ovan angivna storleksbeteckningar och i förekommande fall stigningar är naturligtvis valda som exempel. Samtliga angivna gängor är standardiserade och återfinns på SMS-blad.

**Fråga 10.** *Vad betyder W 1" resp. M 20×1,5?*

Vill man räkna ut stigningen i mm då man känner antalet gängor, så har man endast att komma ihåg, att

1″ = 25,4 mm. Alltså fås stigningen i mm om man dividerar 25,4 med antalet gängor per 1″, t. ex. $\frac{25,4}{4} = 6,35$ mm = ¼″ stigning.

Orsaken till att gängantalet anges per 1″, är att Whitworths gängsystem är det vanligaste gängsystemet. Sålunda är ledarskruvens stigning nästan alltid angiven i gängor per 1″.

## Enkel växel

Vi antar, att kuggväxeln mellan arbetsspindel och ledarskruv är enkel och att kugghjulen är lika stora. Hjulen kommer då att rotera med samma varvtal, likaså arbetsspindel och ledarskruv. För att släden skall förflytta sig 1″, måste ledarskruven vrida sig samma antal varv som den har gängor per 1″. Alltså 4 varv om den har 4 gängor per 1″. Under tiden har även arbetsstycket vridit sig 4 varv och därigenom erhållit 4 gängor per 1″, alltså samma gängantal som ledarskruven. Vill man i samma svarv skära 8 gängor per 1″, så skall arbetsstycket (arbetsspindeln) vrida sig 8 varv medan ledarskruven gör 4 varv. Detta åstadkommes genom att sätta ett hjul på ledarskruven med dubbelt så många kuggar som kuggarna på hjulet på arbetsspindeln, t. ex. 80 kuggar respektive 40 kuggar. Förhållandet mellan kuggantalet på spindeln och ledarskruvens kugghjul är $\frac{40}{80} = \frac{1}{2}$, vilket förhållande även återfinns mellan ledarskruvens antal gängor per 1″

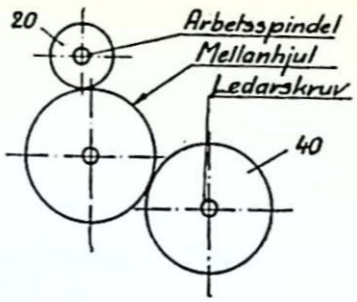



*Fig. 16. Utväxling 4: 8 med mellanhjul.*

och arbetsstyckets gängtal per 1″ $\left(\frac{4}{8} = \frac{1}{2}\right)$.

Vi finner således, att kuggantalet på spindelns hjul förhåller sig till kuggantalet på ledarskruvens hjul (= utväxlingen), som ledarskruvens antal gängor per 1″ förhåller sig till den skurna gängans antal gängor per 1″, eller

$$\text{utväxlingen} = \frac{\text{ledarskruvens antal gängor per 1″}}{\text{skurna gängans antal gängor per 1″}}$$

**Exempel 3.** Ledarskruven har 4 gängor per 1″. En gänga med 8 gängor per 1″ skall skäras. Vilka växelhjul skall väljas?

Lösning: Förhållandet mellan ledarskruvens antal gängor per 1″ och den nya gängans antal gängor per 1″ är $\frac{4}{8}$ = förhållandet mellan hjulens kuggantal. Hjul med så litet antal kuggar som 4 finns ej. Därför förlänges bråket med lämpligt tal. I detta fall med 5. $\frac{4 \cdot 5}{8 \cdot 5} = \frac{20}{40}$ Dessa hjul bör finnas i svarvens hjulförråd. 40-kuggarshjulet placeras på ledarskruven (se fig. 16).

Vill man i stället för antal gängor per tum införa stigningen, erhåller den nyss nämnda formeln följande utseende:

$$\text{utväxlingen} = \frac{\text{den skurna gängans stigning}}{\text{ledarskruvens stigning}}$$

vilket framgår av följande.

Om utväxlingen mellan arbetsspindel och ledarskruv är 1 : 1 (ett till ett), så roterar de med samma varvtal. Den skurna gängan får då lika stor stigning som stigningen hos ledarskruven. Antag nu i stället att ledarskruvens kugghjul har dubbelt så många kuggar som arbetsspindelns. Den totala utväxlingen mellan arbetsspindeln och ledarskruven blir då 1 : 2 (ett till två) och arbetsspindeln roterar dubbelt så fort som ledarskruven. Arbetsstycket gör således 2 varv för varje varv som ledarskruven gör, och följaktligen blir den skurna gängans stigning blott hälften så stor som stigningen hos ledarskruven. Vore den totala utväxlingen 1 : 3 i stället för 1 : 2 skulle den skurna gängans stigning tydligen bli blott 1/3 av ledarskruvens stigning osv. Av ovanstående framgår således att *den skurna gängans stigning = utväxlingen × ledarskruvens stigning*. Följaktligen blir

$$\text{utväxlingen} = \frac{\text{den skurna gängans stigning}}{\text{ledarskruvens stigning}}$$

**Exempel 4.** Vilka växelhjul bör användas, om det i en svarv med ledarskruvens stigning = 5 mm gäller att skära en gänga med 3 mm stigning?

Lösning: Förhållandet mellan stigningarna är $\frac{3}{5}$. Bråket förlänges med 20, varvid fås $\frac{3 \cdot 20}{5 \cdot 20} = \frac{60}{100}$ vilket anger lämpligt hjulpar.

**Exempel 5.** En skruv med 1,5 mm stigning skall skäras. Ledarskruvens stigning är 1/8". Beräkna lämpliga växelhjul!

Lösning: Förhållandet mellan stigningarna är

$$\frac{1{,}5}{1/8 \cdot 25{,}4} = \frac{1{,}5 \cdot 8}{25{,}4} = \frac{15 \cdot 8}{254} = \frac{15 \cdot 4}{127} = \frac{60}{127}$$

Svar: Kugghjulet på spindeln skall ha 60 kuggar och ledarskruvens kugghjul skall ha 127 kuggar.

**Exempel 6.** Det gäller att skära en gänga med 5/16" stigning och ledarskruvens stigning är 5 mm. Bestäm lämpliga kugghjul!

Lösning: Förhållandet är

$$\frac{5/16 \cdot 25{,}4}{5} = \frac{5 \cdot 25{,}4}{16 \cdot 5} = \frac{1 \cdot 127}{8 \cdot 10} = \frac{127}{80}$$

Svar: Spindelns kugghjul skall ha 127 kuggar och hjulet på ledarskruven 80 kuggar.

I de två sista exemplen förekommer ett kugghjul med 127 kuggar. Detta hjul användes alltid, när den ena gängan är metrisk (har millimeterstigning) och den andra gängans stigning är uttryckt i tum. Det kallas vanligen *det metriska hjulet.*

## Övningsuppgifter

*Lösningar till övningsuppgifterna återfinns i slutet av brevet.*

**Exempel 7.** I en svarv, vars ledarskruv har 2 gängor per 1″, skall en skruv med 5 gängor per 1″ tillverkas. Vilka växelhjul bör väljas?

**Exempel 8.** I samma svarv skall göras en skruv med 8 gängor per 1″. Beräkna växelhjulen!

**Exempel 9.** I samma svarv skall skäras en gänga med 4 mm stigning. Växelhjulen?

**Exempel 10.** Ledarskruven har 4 gängor per 1″. Man skall göra en skruv med 13 gängor per 3″. Växelhjulen?

**Exempel 11.** Ledarskruven har 5 mm stigning och en skruv med 4 gängor per 1″ skall göras. Växelhjulen?

**Exempel 12.** I samma svarv som i ex. 11 skall skäras en gänga med 6,5 mm stigning. Växelhjulen?

**Exempel 13.** Ledarskruven har $^1/_4$″ stigning. En gänga vars stigning är 5 mm skall framställas. Växelhjulen?

## Dubbel växel

Då det gäller att skära gängor, vars stigning i förhållande till ledarskruvens stigning är mycket liten eller mycket stor, måste man tillgripa dubbel, ibland tredubbel, utväxling mellan arbetsspindel och ledarskruv.

Om man t. ex. i en svarv, vars ledarskruv har 2 gängor per 1″ skall skära 22 gängor per 1″ så blir förhållandet

$$\frac{\text{ledarskruvens gängor per 1″}}{\text{skurna gängans gängor per 1″}} = \frac{2}{22} = \frac{20}{220} \text{ eller } \frac{10}{110}$$

Hjul med 10 kuggar användes i allmänhet inte, ej heller växelhjul med så stort kuggantal som 220. För att erhålla den riktiga utväxlingen måste man därför använda sig av ytterligare två växelhjul, varigenom erhålles s. k. dubbel växel. Om hjulet med 20 kuggar bibehålles på spindeln och hjulet med 110 kuggar placeras på ledarskruven, så går ledarskruven tydligen dubbelt så fort som den skall göra. De extra hjulens uppgift blir alltså att nedbringa ledarskruvens hastighet till hälften, vilket sker om det hjul, som kuggar mot ledarskruvens hjul (110-kuggarshjulet) har hälften så många kuggar som det, vilket kuggar mot arbetsspindelns hjul. Enligt en gammal regel skall summan av alla hjulens kuggar i en dubbel kuggväxel ej vara mindre än 220.

Förhållandet var enligt ovan

$$\frac{2}{22} = \frac{10}{110} = \frac{20}{220} = \frac{20}{110 \cdot 2} = \frac{20 \cdot 20}{110 \cdot 40} \text{ eller } \frac{20 \cdot 30}{110 \cdot 60}$$

Den senare kombinationen väljes, om endast ett hjul med 20 kuggar finns i växelhjulssatsen, se fig. 17.

Istället för dubbel kan tredubbel växel användas. Uträkningen av växelhjul blir då följande:

$$\frac{2}{22} = \frac{20}{220} = \frac{20}{110 \cdot 2} = \frac{20}{55 \cdot 2 \cdot 2} = \frac{20 \cdot 30 \cdot 25}{55 \cdot 60 \cdot 50}$$

eller $\frac{20 \cdot 30 \cdot 20}{55 \cdot 60 \cdot 40}$ eller $\frac{20 \cdot 30 \cdot 35}{55 \cdot 60 \cdot 70}$ eller liknande.

Se fig. 19.

Jämför man uträkningen med fig 18 framgår att samtliga drivande hjul står över bråkstrecket ( i täljaren) och

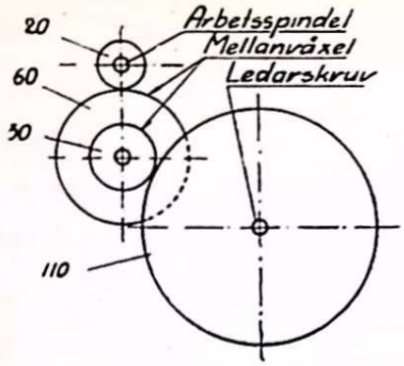



*Fig. 17. Utväxling 2: 22, dubbel växel.*

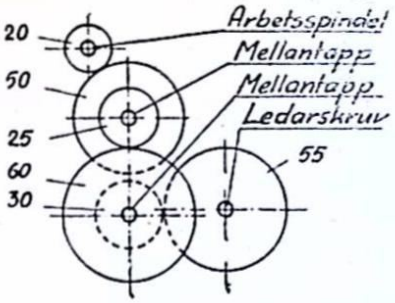



*Fig. 18. Utväxling 2: 22, tredubbel växel.*

alla drivna hjul står under bråkstrecket (i nämnaren). Härav följer att de drivande respektive de drivna hjulen sinsemellan kan byta plats utan att den totala utväxlingen förändras:

$$\text{t. ex. } \frac{20 \cdot 30 \cdot 35}{55 \cdot 60 \cdot 70} = \frac{20 \cdot 30 \cdot 35}{60 \cdot 55 \cdot 70} = \frac{35 \cdot 20 \cdot 30}{55 \cdot 60 \cdot 70}$$

## Övningsuppgifter

*Lösningar till övningsuppgifterna återfinns i slutet av brevet.*

**Exempel 14.** I en svarv, vars ledarskruv har 3 gängor per 1″ skall skäras en skruv med 18 gängor per 1″. Vilka växelhjul bör väljas?

**Exempel 15.** I samma svarv skall skäras 24 gängor per 1″. Växelhjulen?

**Exempel 16.** Ledarskruven har 4 gängor per 1″ och 36 gängor per 1″ skall skäras. Växelhjulen?

**Exempel 17.** Ledarskruven har 5 mm stigning och en gänga med 14 mm stigning skall skäras. Växelhjulen?

**Exempel 18.** I samma svarv skall skäras en gänga med 0,4 mm stigning. Växelhjulen?

**Exempel 19.** Ledarskruven har 1/4" stigning och 1 1/4" stigning skall skäras. Växelhjulen?

**Exempel 20.** Ledarskruven har 2 gängor per 1" och 1/10" stigning skall skäras. Växelhjulen?

**Exempel 21.** I samma svarv skall skäras 19 gängor per 1". Växelhjulen?

**Exempel 22.** Ledarskruven har 4 gängor per 1". Man skall skära en gänga med 0,5 mm stigning. Växelhjulen?

**Exempel 23.** I samma svarv skall skäras en gänga med 20 mm stigning. Växelhjulen?

## Modulhjulet

Hos skruvar till skruvhjul uttryckes stigningen vanligen i en viss mångfald av talet $\pi$. Talet $\pi$ är som bekant 3,14.

**Exempel 24.** Ledarskruven till en svarv har 10 mm stigning. I denna svarv skall en skruv med 6 $\pi$ mm stigning svarvas. Den tillgängliga kugghjulssatsen har hjul, som varierar med 5 kuggar från 20 till 120 kuggar. Vilka kugghjul bör användas?

Förhållandet mellan den nya gängans stigning och ledarskruvens stigning är

$$\frac{6 \cdot \pi}{10} = \frac{6 \cdot 3{,}14}{10 \cdot 1} = \frac{60 \cdot 314}{100 \cdot 100} = \frac{60}{100} \cdot \frac{157}{50}$$

Man bör sålunda använda två kuggväxlar, av vilka den ena har 60 och 100 kuggar och den andra har 157 och 50 kuggar. Av dessa kugghjul finns de med 60, 100 och

50 kuggar i kugghjulssatsen, men däremot inte det med 157 kuggar. Hjulsatsen måste därför kompletteras med ett sådant hjul. Detta 157-kuggarshjul uppträder vid alla liknande exempel, där *en* stigning är uttryckt i en modul av $\pi$. Hjulet kallas därför *modulhjulet.*

## Onormala stigningar i moderna svarvar

Moderna svarvar avsedda för gängskärning är utrustade med växellådor, varigenom ett stort antal stigningar kan erhålles medelst enkel spakrörelse, och dessutom någon gång medelst växelhjulsbyte efter anvisning av på maskinen anbragt skylt. Denna skylt upptar vanligen samtliga standardstigningar, varför beräkning av växelhjul endast måste företas, då det gäller att skära gängor med mindre vanlig eller onormal stigning.

En stigning, som i allmänhet ej är upptagen på moderna svenska svarvar, är 13 gängor per 1″. Däremot ges vanligen anvisning för skärning av 26 gängor per 1″. Vid skärning av 13 gängor per 1″ skall ledarskruven, i förhållande till arbetsspindeln, gå dubbelt så fort som vid skärning av 26 gängor per 1″. Alltså har man endast att fördubbla utväxlingsförhållandet för bythjulen vid 26 gängor per 1″ och använda den för skärning av samma stigning avsedda växeln i växellådan. Om t. ex. för 26 gängor per 1″ växelhjul med 40 och 80 kuggar skall användas, med 80-kuggarshjulet placerat på växellådans axeltapp (motsvarande ledarskruven), så utbytes detta hjul mot ett med 40 kuggar. Man kan också insätta (i stället för mellanhjulet) en mellanväxel med utväxlingsförhål-

landet 1 : 2, med det större hjulet i ingrepp med 80-kuggarshjulet på växellådans axeltapp.

**Fråga 11.** *Hur ser denna växelhjulskombination ut uppritad? (Jfr med fig. 17 och 18.)*

**Exempel 25.** Det gäller att skära 27 gängor per 1". Denna stigning finns ej upptagen på maskinens skylt men däremot stigningarna för 18 och 36 gängor per 1". Väljer man växeln för 18 gängor per 1" så skall bythjulens utväxling minskas till $\frac{18}{27} = \frac{2}{3}$ av dess värde för denna stigning, och om man utgår från 36 gängor per 1", så skall dess utväxling multipliceras med $\frac{36}{27} = \frac{4}{3}$

Om i båda fallen växelhjulen 40 (arbetsspindeln) och 80 (växellådans axeltapp) ligger till grund för beräkningarna fås i första fallet

$$\frac{40}{80} \cdot \frac{2}{3} = \frac{80}{240} = \frac{40}{120} \quad \text{och i andra fallet}$$

$$\frac{40}{80} \cdot \frac{4}{3} = \frac{160}{240} = \frac{80}{120} \quad \text{eller} \quad \frac{40}{60}$$

Om man i stället insätter en mellanväxel så blir dess hjul i första fallet

$$\frac{2}{3} = \frac{40}{60} \quad \text{eller} \quad \frac{60}{90} \quad \text{och i andra fallet}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{80}{60} \quad \text{eller} \quad \frac{120}{90}$$

**Exempel 26.** Vilka hjul i första respektive andra fallet skall vara i ingrepp med hjulet på växellådans axeltapp? Rita upp växelhjulskombinationerna för ex. 25.

I allmänhet kan man gå tillväga enligt ovan angivna sätt, då det gäller onormala stigningar, men i vissa fall måste man ta reda på ledarskruvens stigning, om den ej är angiven. Man får då räkna kuggarna på växellådans hjul och med uppställning för dubbel växel söka sig fram till lämpligt kompletterande hjulpar.

Av ovanstående torde också framgå att om svarven har en viss fast utväxling t. ex. 1 : 2 mellan arbetsspindel och ledarskruv (när de utbytbara kugghjulen ge utväxlingen 1 : 1) så ingår här all utväxling mellan arbetsspindel och ledarskruv utom de utbytbara kugghjulen. Är denna fasta utväxling (som är valbar, om man har en matningsväxellåda av något slag på svarven) således 1 : 2 och den variabla utväxlingen med de utbytbara kugghjulen t. ex. 20 : 40 så blir den totala utväxlingen $\frac{1}{2} \times \frac{20}{40} = \frac{1}{4}$. Om vi i detta sammanhang tänker på ex. 4 så erfordrades där en total utväxling av 3 : 5. Är svarvens fasta utväxling 1 : 2 skall således de utbytbara kugghjulen i detta fall ha en utväxling av 6 : 5 eftersom $\frac{1}{2} \times \frac{6}{5} = \frac{3}{5}$.

Regeln blir alltså att *den sökta utväxlingen för de utbytbara kugghjulen = ledarskruvens antal gängor per 1" dividerat med produkten av den skurna gängans antal gängor per 1" och den fasta utväxlingen = den skurna gängans stigning dividerad med produkten av ledarskruvens stigning och den fasta utväxlingen.* Med den sökta utväxlingen för de utbytbara kugghjulen förstås här som förut förhållandet mellan det drivande hjulets kuggantal och det drivna hjulets kuggantal. Med den fasta utväxlingen förstås för-

hållandet mellan ledarskruvens varvtal och arbetsspindelns varvtal, när de utbytbara kugghjulens utväxling är 1 : 1.

## Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

**1.** *Vad menas med en gängas stigning?*

**2.** *Vilka olika slag av gängstål finns?*

**3.** *Varför erhålles mindre noggranna gängor med gängsnitt och gängtappar än med gängstål?*

**4.** *Vilka gängstål ger de noggrannaste gängorna?*

**5.** *Hur många kugghjul ingår i en dubbel kuggväxel?*

**6.** *Vilken inverkan har ett mellanhjul i en kuggväxel?*

**7.** *I en svarv, vars ledarskruv har 2 gängor per 1" skall en skruv med 3 gängor per 1" skäras. Beräkna växelhjulen!*

**8.** *I samma svarv skall skäras en gänga, vars stigning är 10 mm. Beräkna växelhjulen!*

**9.** *Ledarskruven i en svarv har 6 gängor per 1". En gänga med 20 mm stigning skall skäras. Beräkna växelhjulen för dubbel och tredubbel växel!*

## Lösningar till övningsuppgifterna

Lösningarna blir beroende av vilka hjulsatser som användes, och vi ger här lösningarna för två hjulsatser. I den ena varieras kuggantalet med 5, i den andra varieras kuggantalet med 4.

**Alt. I.** *Växelhjul:* 20, 25, 30, 35....120 och 127.

**Ex. 7.** Förhållandet $= \frac{2}{5} = \frac{2 \cdot 10}{5 \cdot 10} = \frac{20}{50}$ eller $\frac{30}{75}$ eller $\frac{40}{100}$

**Ex. 8.** Förhållandet $= \frac{2}{8} = \frac{2 \cdot 10}{8 \cdot 10} = \frac{20}{80}$ eller $\frac{25}{100}$

**Ex. 9.** Förhållandet $= \frac{4}{\frac{1}{2} \cdot 25{,}4} = \frac{4 \cdot 2}{25{,}4} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10}{25{,}4 \cdot 10} =$

$$= \frac{2 \cdot 40}{254} = \frac{40}{127}$$

**Ex. 10.** Förhållandet $= \frac{\frac{4}{13}}{3} = \frac{3 \cdot 4}{13} = \frac{12}{13} = \frac{12 \cdot 5}{13 \cdot 5} = \frac{60}{65}$

**Ex. 11.** Förhållandet $= \frac{\frac{1}{4} \cdot 25{,}4}{5} = \frac{25{,}4 \cdot 10}{4 \cdot 5 \cdot 10} = \frac{254}{2 \cdot 100} = \frac{127}{100}$

**Ex. 12.** Förhållandet $= \frac{6{,}5}{5} = \frac{6{,}5 \cdot 10}{5 \cdot 10} = \frac{65}{50}$

**Ex. 13.** Förhållandet $= \frac{5}{\frac{1}{4} \cdot 25{,}4} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 10}{25{,}4 \cdot 10} = \frac{200}{254} = \frac{100}{127}$

I allmänhet går ej att i svarv uppsätta enkel växel med större kuggantal än 200, varför i ex. 11 och 13 dubbel växel kan bli erforderlig.

**Ex. 14.** Förhållandet $= \frac{3}{18} = \frac{3 \cdot 10}{18 \cdot 10} = \frac{30}{90 \cdot 2} = \frac{30 \cdot 40}{90 \cdot 2 \cdot 40} =$

$= \frac{30 \cdot 40}{90 \cdot 80}$ m. fl. (Vid dubbel växel bör totala antalet kuggar vara minst 220.)

**Ex. 15.** Förhållandet $= \frac{3}{24} = \frac{3 \cdot 10}{24 \cdot 10} = \frac{30}{120 \cdot 2} = \frac{30 \cdot 40}{120 \cdot 2 \cdot 40} =$

$= \frac{30 \cdot 40}{120 \cdot 80}$ eller $\frac{30 \cdot 40}{120 \cdot 80}$ m. fl.

**Ex. 16.** Förhållandet $= \frac{4}{36} = \frac{4 \cdot 5}{36 \cdot 5} = \frac{20}{90 \cdot 2} = \frac{20 \cdot 40}{90 \cdot 2 \cdot 40} =$

$= \frac{20 \cdot 40}{90 \cdot 80}$ m. fl.

**Ex. 17.** Förhållandet $= \frac{14}{5} = \frac{14 \cdot 10}{5 \cdot 10} = \frac{140 \cdot 20}{50 \cdot 20} = \frac{70 \cdot 2 \cdot 40}{50 \cdot 40} =$

$= \frac{70 \cdot 80}{50 \cdot 40}$ eller $\frac{35 \cdot 120}{25 \cdot 60}$ m. fl.

**Ex. 18.** Förhållandet $= \frac{0{,}4}{5} = \frac{0{,}4 \cdot 10}{5 \cdot 10} = \frac{4 \cdot 5}{50 \cdot 5} = \frac{20 \cdot 30}{50 \cdot 5 \cdot 30} =$

$= \frac{20 \cdot 30}{100 \cdot 75}$ m. fl.

**Ex. 19.** Förhållandet $= \frac{1\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}} = \frac{\frac{5}{4}}{\frac{1}{4}} = \frac{5 \cdot 4}{5} = \frac{5 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 30}{4 \cdot 10 \cdot 30} =$

$= \frac{50 \cdot 120}{40 \cdot 30}$ m. fl.

**Ex. 20.** Förhållandet $= \frac{\frac{1}{16}}{\frac{1}{2}} = \frac{2}{16} = \frac{2 \cdot 10}{2 \cdot 8 \cdot 10} = \frac{20 \cdot 50}{2 \cdot 80 \cdot 50} =$

$$= \frac{20 \cdot 50}{80 \cdot 100} \text{ m. fl.}$$

**Ex. 21.** Förhållandet $= \frac{2}{19} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 25}{19 \cdot 10 \cdot 25} = \frac{20 \cdot 40}{190 \cdot 40} = \frac{20 \cdot 40}{95 \cdot 80}$

**Ex. 22.** Förhållandet $= \frac{0{,}5}{\frac{1}{4} \cdot 25{,}4} = \frac{4 \cdot 0{,}5}{25{,}4} = \frac{4 \cdot 5}{254} = \frac{20 \cdot 25}{127 \cdot 2 \cdot 25} =$

$$= \frac{20 \cdot 25}{127 \cdot 50} \text{ m. fl.}$$

**Ex. 23.** Förhållandet $= \frac{20}{\frac{1}{4} \cdot 25{,}4} = \frac{20 \cdot 4}{25{,}4} = \frac{20 \cdot 40}{254} = \frac{20 \cdot 20 \cdot 20}{127 \cdot 20} =$

$$= \frac{20 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 20}{127 \cdot 20} = \frac{80 \cdot 100}{127 \cdot 20} = \frac{80 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 30}{127 \cdot 20 \cdot 30} =$$

$$= \frac{80 \cdot 50 \cdot 60}{127 \cdot 20 \cdot 30}$$

(I detta fall torde på grund av hjulens storlek vid dubbel växel, tredubbel växel bli nödvändig.)

**Alt. II.** *Växelhjul:* 20, 24, 28, 32, 36....120 och 127.

**Ex. 7.** Förhållandet $= \frac{2}{5} = \frac{2 \cdot 16}{5 \cdot 16} = \frac{32}{80}$ eller $\frac{24}{60}$

**Ex. 8.** Förhållandet $= \frac{2}{8} = \frac{2 \cdot 12}{8 \cdot 12} = \frac{24}{96}$ eller $\frac{28}{112}$

**Ex. 9.** Förhållandet $= \frac{4}{\frac{1}{2} \cdot 25{,}4} = \frac{2 \cdot 4}{25{,}4} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 10}{25{,}4 \cdot 10} = \frac{40}{127}$

**Ex. 10.** Förhållandet $= \frac{4}{\frac{13}{3}} = \frac{4 \cdot 3}{13} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 4}{13 \cdot 4} = \frac{48}{52}$ m. fl.

**Ex. 11.** Förhållandet $= \frac{\frac{1}{4} \cdot 25{,}4}{5} = \frac{25{,}4}{4 \cdot 5} = \frac{25{,}4 \cdot 10}{4 \cdot 5 \cdot 10} = \frac{127}{100} =$

$= \frac{127 \cdot 20}{50 \cdot 40}$

**Ex. 12.** Förhållandet $= \frac{6{,}5}{5} = \frac{6{,}5 \cdot 8}{5 \cdot 8} = \frac{52}{40}$ m. fl.

**Ex. 13.** Förhållandet $= \frac{5}{\frac{1}{4} \cdot 25{,}4} = \frac{5 \cdot 4}{25{,}4} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 10}{25{,}4 \cdot 10} = \frac{20 \cdot 10}{254} =$

$= \frac{10 \cdot 10}{127} = \frac{100}{127} = \frac{50 \cdot 2 \cdot 20}{127 \cdot 20} = \frac{50 \cdot 40}{127 \cdot 20}$

**Ex. 14.** Förhållandet $= \frac{3}{18} = \frac{3 \cdot 8}{18 \cdot 8} = \frac{24}{36 \cdot 4} = \frac{24 \cdot 50}{36 \cdot 4 \cdot 50} =$

$= \frac{24 \cdot 50}{72 \cdot 100}$ m. fl.

**Ex. 15.** Förhållandet $= \frac{3}{24} = \frac{3 \cdot 8}{24 \cdot 8} = \frac{24}{48 \cdot 4} = \frac{24 \cdot 30}{48 \cdot 120}$ m. fl.

**Ex. 16.** Förhållandet $= \frac{4}{36} = \frac{4 \cdot 8}{36 \cdot 8} = \frac{32}{36 \cdot 8} = \frac{32 \cdot 24}{36 \cdot 8 \cdot 24} =$

$= \frac{32 \cdot 24}{72 \cdot 96}$ m. fl.

**Ex. 17.** Förhållandet $= \frac{14}{5} = \frac{14 \cdot 8}{5 \cdot 8} = \frac{56 \cdot 2}{40} = \frac{56 \cdot 2 \cdot 48}{40 \cdot 48} =$

$= \frac{56 \cdot 96}{40 \cdot 48}$ m. fl.

**Ex. 18.** Förhållandet $= \frac{0{,}4}{5} = \frac{0{,}4 \cdot 50 \cdot 32}{5 \cdot 50 \cdot 32} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 32}{100 \cdot 80} =$

$= \frac{20 \cdot 32}{100 \cdot 80}$ m. fl.

**Ex. 19.** Förhållandet $= \dfrac{1\dfrac{1}{4}}{\dfrac{1}{4}} = \dfrac{\dfrac{5}{4}}{\dfrac{1}{4}} = \dfrac{5 \cdot 4}{4} = \dfrac{5 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 36}{4 \cdot 8 \cdot 36} =$

$= \dfrac{80 \cdot 72}{32 \cdot 36}$ m. fl.

**Ex. 20.** Förhållandet $= \dfrac{\dfrac{1}{16}}{\dfrac{1}{2}} = \dfrac{2}{16} = \dfrac{2 \cdot 10 \cdot 40}{4 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 40} = \dfrac{20 \cdot 40}{40 \cdot 160}$

**Ex. 21.** Förhållandet $= \dfrac{2}{19} = \dfrac{2 \cdot 10 \cdot 40}{19 \cdot 10 \cdot 40} = \dfrac{20 \cdot 40}{19 \cdot 4 \cdot 2{,}5 \cdot 40} =$

$= \dfrac{20 \cdot 40}{76 \cdot 100}$ m. fl.

**Ex. 22.** Förhållandet $= \dfrac{0{,}5}{\dfrac{1}{4} \cdot 25{,}4} = \dfrac{0{,}5 \cdot 4}{25{,}4} = \dfrac{0{,}5 \cdot 10 \cdot 4}{25{,}4 \cdot 10} =$

$= \dfrac{20 \cdot 32}{127 \cdot 2 \cdot 32} = \dfrac{20 \cdot 32}{127 \cdot 64}$ m. fl.

**Ex. 23.** Förhållandet $= \dfrac{20}{\dfrac{1}{4} \cdot 25{,}4} = \dfrac{4 \cdot 20 \cdot 10}{25{,}4 \cdot 10} = \dfrac{100 \cdot 4 \cdot 24}{127 \cdot 24} =$

$= \dfrac{100 \cdot 96}{127 \cdot 24} = \dfrac{100 \cdot 2 \cdot 48 \cdot 20}{127 \cdot 24 \cdot 20} = \dfrac{100 \cdot 48 \cdot 40}{127 \cdot 24 \cdot 20}$

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
02063

VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 10

# Fräsmaskiner

## Inledning

Fräsmaskinerna intar numera på grund av sin mångsidiga användbarhet en mycket betydande plats bland de med spånskärande verktyg arbetande verktygsmaskinerna för metallbearbetning. Ehuru ursprungligen endast avsedda för bearbetning av plana ytor, varvid de delvis utträngt hyvel- och stickmaskiner, samt för bearbetning av cylindriska eller koniska föremål med tänder, kuggar e. d. på omkretsen, användes de numera även för framställning av rotationsytor samt gängor och kan sålunda i vissa fall ersätta svarvar.

De verktyg, som användes för vanlig planfräsning, är rotationskroppar med ett antal tänder placerade på manteln. Verktyget förses med roterande skärrörelse och arbetsstycket bibringas rätlinjig (se fig. 1) eller kroklinjig matningsrörelse mot verktyget. Vid maskiner avsedda för

mycket stora arbetsstycken utföres såväl skär- som matningsrörelse av verktyget.

Fräsmaskinens huvuddelar är *stativet, bordet* och *frässpindeln (frässpindlarna)*. Bordet är försett med drivanordning, så att de för bearbetningen erforderliga matningsrörelserna erhålles. Spindeln, på vilken verktyget, fräsen, uppsättes, är lagrad i stativet och kan, från i stativet befintliga anordningar, drivas med ett flertal olika hastigheter. Som regel är maskinen hopbyggd till en kompakt enhet. Endast på mycket stora maskiner förekommer fristående arbetsbord.

Spånskärningen vid vanlig planfräsning enligt fig. 1 utföres, på grund av verktygets art, genom att den ena tanden efter den andra inträngер i arbetsstycket och avskiljer ett kommaformat spån. På grund av verktygets rotation arbetar således de olika tänderna blott under en liten del av varje varv. De får härigenom tid till avkylning, vilket inverkar fördelaktigt på maskinens produktionsförmåga. Då fräsarna vidare kan utföras bredare än enkla stål, inses att fräsmaskinens förmåga att per tidsenhet avverka stora materialmängder måste vara överlägsen övriga verktygsmaskiners. Att det förmånliga spånskärningsförloppet inte utnyttjas i full utsträckning i form av stor skärhastighet och stor spånarea beror på, att man måste räkna med längre *utslitningstid* (utnyttjningstid) för fräsar än för enkla verktyg, emedan fräsarna dels är dyrare i inköp, dels fordrar längre tid för omslipning.

**Fråga 1.** *Vari är fräsmaskinen överlägsen andra verktygsmaskiner?*

Den kraftiga spånskärningen medför emellertid även en del olägenheter. Sålunda uppvärmes speciellt större arbets-

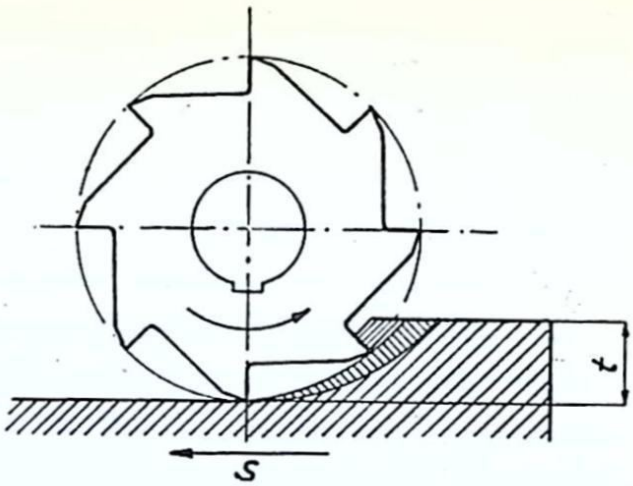



*Fig. 1. Fräsning (principskiss). s = matningsriktning, t = skärdjup.*

stycken ganska avsevärt vid planfräsning trots riklig tillförsel av kylvätska. Av uppvärmningen följer utvidgning, vilken alltid blir ojämn. Efter losstagning och avsvalning blir de bearbetade ytorna därför ej fullt plana. Dessutom utsättes arbetsstycket för stora påkänningar, huvudsakligen i matningsrörelsens riktning, vilka kan deformera t. ex. ett tunt arbetsstycke. Stora arbetsstycken, som skall vara absolut plana, bör om möjligt bearbetas i hyvelmaskin. Mindre, ömtåliga arbetsstycken bör om möjligt bearbetas i svarv eller slipmaskin. Om de bearbetas i fräsmaskin, måste skärhastighet och matning väljas så, att de uppträdande krafterna ej deformerar arbetsstycket.

Fräsmaskinerna, som förekommer i en mängd olika typer och utföringsformer, kan indelas i tre huvudgrupper, nämligen

*horisontalfräsmaskiner,* som har horisontell spindel,
*vertikalfräsmaskiner,* som har vertikal spindel och
*specialfräsmaskiner,* som vanligen är någon variant av

de två förstnämnda huvudtyperna och i allmänhet är avsedda för någon speciell arbetsuppgift.

Den första av dessa huvudgrupper omfattar:

*planfräsmaskiner,*
*universalfräsmaskiner* och
*lådfräsmaskiner.*

Av dessa bildar planfräsmaskinerna och universalfräsmaskinerna tillsammans med den vanliga vertikalfräsmaskinen en grupp, som går under benämningen »*fräsmaskiner av knätyp*». Dessa maskiner karakteriseras av att maskinstativet har framsidan försedd med en vertikal styrning, utefter vilken *knäet* kan höjas och sänkas. Knäets översida utgör styrning för släden, vid horisontalförflyttning mot eller ifrån stativet. Släden i sin tur uppbär bordet, antingen direkt eller genom en vridbar mellandel. Genom dessa anordningar jämte bordets längdmatningsrörelse kan bordet förflyttas i tre riktningar, *vertikalt, på tvären* och i *längdriktningen.*

Fräsmaskiner av lådtyp har vertikalrörelsen förlagd till spindeldockan.

**Fråga 2.** *Vad utmärker fräsmaskiner av knätyp?*

## Skärkrafter

Fräsmaskinerna användes, som vi förut antytt, dels för en mångfald speciella arbetsuppgifter, där fräsning visat sig vara den enklaste eller den enda möjliga arbetsmetoden. Dels användes fräsmaskinen för planfräsning dvs. bearbetning av plana ytor i avsikt att per tidsenhet på ett ekonomiskt sätt avverka så stor spånvolym som möjligt.

I senare fallet blir alltså produktionsförmågan av avgörande betydelse och denna bestämmes huvudsakligen av drivmotorns effekt samt av maskinens förmåga att tåla de vid spånskärningen uppträdande krafterna. I detta avseende spelar dornen, på vilken fräsen uppsättes, arbetsspindelns lagring, stödlagret för dornens ytterända samt fräsbordets styrningar stor roll för resultatet.

De vid fräsning uppträdande *skärkrafterna* är av samma karaktär som vid svarvning och beror till sin storlek av arbetsstyckets material och spåntvärytans storlek. På grund av det samband, som vid fräsning råder mellan skärhastigheten (frästandens hastighet) och matningen i mm/varv av fräsen, har det visat sig att den erforderliga effekten blir lika med produkten av skärkraften, skärets bredd och ett konstant talvärde. Emedan *spåntvärytan* (se fig. 1) varierar i storlek från det ögonblick då frästanden börjar skära, till det ögonblick då tanden lämnar arbetsstycket (från 0 till max.), blir också skärkraften varierande till sin storlek.

Skärkraften kan lämpligen uppdelas i 3 komposanter (jfr svarvning) med en komposant vinkelrätt mot den bearbetade ytan, en komposant i fräsdornens riktning och den tredje och största komposanten i motsatt riktning mot matningsriktningen. Denna komposant belastar arbetsstycket, uppspänningsanordningarna och fräsmaskinsbordets matningsmekanism. Vid matning mot fräsens rotationsriktning (motfräsning) kan man med lämpligt valda bearbetningsdata få den förstnämnda komposanten att bli riktad nedåt mot fräsbordet. Vid olämpligt valda bearbetningsdata kan den emellertid bli riktad uppåt och lyfter då arbetsstycke och fräsbord mot fräsen och ökar belast-

ningen på fräsdornen. Den andra komposanten, som i regel endast förefinnes vid fräsar med skruvskär kan genom rätt uppsättning av fräsen riktas mot spindeldocka och spindelnos och gör då ingen skada. Mot den tredje komposanten av skärkraften svarar en reaktionskraft som belastar fräsdornen. Den ger på grund av skärkraftens pulserande natur gärna upphov till vibrationer, om inte fräsdornen, dess infästning i spindelnosen och dess lagring i ytterändan är tillräckligt väl och kraftigt utförda.

På grund av fräsens arbetssätt blir den bearbetade ytan svagt vågig, det uppstår s. k. *fräsvågor*. Fräsvågornas storlek (vågdjupet) beror av förhållandet mellan fräsdiameter och matning. Vågdjupet blir litet, om man använder liten matning och stor fräsdiameter. Man arbetar därför vid slät och finfräsning med liten matning och stor skärhastighet.

Man har funnit att fräsar med skruvskär ger mindre variationer i skärkraftens storlek, emedan tänderna på sådana fräsar kommer i arbete så småningom med början vid tandens ena ända. Vidare har praktisk erfarenhet visat att man bör arbeta med måttligt skärdjup och ej allt för hög skärhastighet. Vid bearbetning av hårda material använder man fräsar med relativt stort tandantal och skär tunna spån. Härigenom minskas påkänningarna på fräsen men skärkraft och effekt blir relativt stora, vilket alltså ställer stora krav på fräsmaskinen och uppspänningsanordningarna samt på fräsdornen. Vid fräsning av lättbearbetade material använder man däremot fräsar med få tänder och skär tjocka spån.

**Fråga 3.** *Vilka olägenheter medför den pulserande skärkraften?*
**Fråga 4.** *Efter vilka synpunkter väljer man fräsens tandantal?*

## Skärhastighet, skärdjup och matning

Skärhastighet vid fräsning är den hastighet varmed en punkt på fräsens yttre omkrets rör sig vid bearbetning. Den uttryckes i m/min. (meter per minut) och erhålles genom att multiplicera fräsens omkrets, uttryckt i meter, med varvtalet. Omvänt fås varvtalet genom att dividera skärhastigheten med fräsens omkrets.

I praktiken gäller det vanligen att räkna ut det varvtal som en fräs skall göra för en viss skärhastighet. Om för ett visst fall en skärhastighet av 20 m/min valts, med hjälp av tabell I, och fräsens diameter är 100 mm = 0.1 m så uträknas varvtalet enligt följande:

$$\frac{\text{skärhastigheten i m/min.}}{\text{fräsens omkrets i m}} = \text{varvtalet/min.}$$

$$\text{Alltså fås varvtalet} = \frac{20}{3{,}14 \cdot 0{,}1} = 63{,}6 \text{ eller i runt}$$

tal 62—65 r/m.

Som exempel på skärhastigheter anföres i tabell I några värden gällande för verktyg av snabbstål respektive verktyg med hårdmetallskär.

På valet av skär- och matningshastigheter inverkar förutom en hel del andra faktorer även arbetsbredden, fräsens konstruktion, styrkan hos uppspänningsanordningarna för fräsen samt arbetets art.

Tabellens värden kan för närvarande anses som normala medelvärden för vanliga fräsmaskiner. På grund av dels maskinernas, dels verktygens ständiga förbättring och utveckling undergår emellertid dessa värden ständigt förändringar och förskjutes sakta uppåt, varigenom maski-

*Tabell 1**

Skärhastigheter m/min.

| Material | Snabbstålsskär | | Hårdmetallskär | |
|---|---|---|---|---|
| | Grov-fräsning | Slät-fräsning | Grov-fräsning | Slät-fräsning |
| Mjukt smidesjärn ... | 10—15 | 15—25 | 30—50 | till 130 |
| Stål c = 0,35 % .. | 8—12 | 12—20 | 30—60 | 60—90 |
| Stålgjutgods ..... | | | | |
| Gjutjärn ..... | 8—12 | 12—20 | 50—80 | 80—100 |
| Aducerat gods .... | | | | |
| Brons och mässing .. | 20—25 | 30—50 | 90—120 | till 300 |
| Aluminium ..... | till 200 | till 700 | till 450 | till 700 |

* Ur Karlebo handbok.

nernas prestationsförmåga ökas. Så är även fallet med andra verktygsmaskiner.

Den bästa hållpunkten för bestämning av de hastigheter, som skall användas i en viss maskin för olika arbetsoperationer är därför de tabeller, som av alla tillverkare lämnas med maskinerna.

**Fråga 5.** *Nämn några faktorer som inverkar på val av skärhastighet.*

Rörande det skärdjup, som kan användas under olika förhållanden, är bestämda allmänna uppgifter ändå svårare att erhålla. Maskinfabrikanterna brukar emellertid även uppge lämpliga skärdjup för bearbetning med vanliga frästyper. I allmänhet ligger skärdjupet vid grovfräsning vid 3—6 mm för solida fräsar och vid slätfräsning vid 0,5—0,6 mm. Samtliga värden är beroende av maskinernas storlek och styvhet samt av arbetsstyckets material. För mjuka material kan skärdjupet ofta överstiga de här

*Tabell 2*

Matning $s^1$ i mm/tand vid fräsning

| Material | Dragh åll-fasthet kg/mm² | Vals-fräs | Änd-fräs | Fräshuvud | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Snabb-stål | Hård-metall |
| Stål ..... | < 50 | 0,25 | 0,25 | 0,35 | 0,10 |
| » ..... | 50—70 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,08 |
| » ..... | > 70 | 0,18 | 0,18 | 0,15 | 0,05 |
| Legerade stål ..... | < 100 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,05 |
| » » ..... | > 100 | 0,10 | 0,12 | 0,10 | 0,05 |
| Stålgjutgods ..... | — | 0,15 | 0,10 | 0,20 | 0,08 |
| Gjutjärn, hårdhet < 180 | — | 0,20 | 0,22 | 0,32 | 0,10 |
| » » > 180 | — | 0,15 | 0,15 | 0,28 | 0,05 |
| Mässing ..... | — | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,15 |
| Aluminium ..... | — | 0,20 | 0,10 | 0,25 | 0,10 |
| Brons, rödgods ..... | — | 0,15 | 0,15 | 0,30 | 0,10 |

Tabellen hämtad ur Mekanisk Teknologi av O. Svahn och H. Hallendorff.

angivna värdena. Det största skärdjup, som överhuvud användes torde vara 20 mm, vilket kan förekomma vid frässar med lösa skär ställda i vinkel mot varandra.

Matningen räknas i allmänhet i mm per varv av arbetsspindeln dvs. fräsen och ligger mellan 0,4 och 4 mm per varv. Om man helt saknar hållpunkter för bestämmande av matningens storlek, kan man lämpligen försöka med $s = 1$ mm/varv, varvid fräsbordets och arbetsstyckets hastighet blir lika med fräsens varvtal/min.

Matningen kan också räknas i mm per frästand och betecknas då vanligen med $s^1$. Genom att multiplicera $s^1$ med antalet fräständer erhålles tydligen matningen uttryckt i mm/varv dvs. $s$. Tabell 2 ger värden på matning i mm per frästand.

I allmänhet gäller att grovfräsning utföres med stor matning och liten skärhastighet, under det slätfräsning sker med liten matning och stor skärhastighet. Samma fräs kan användas för såväl grov- som slätbearbetning. Innan slätfräsning företas, måste fräsen dock slipas om.

**Fråga 6.** *Hur bestämmes skärdjupet vid fräsning?*
**Fråga 7.** *På vilka olika sätt anges matningen?*

## Matningsrörelsens riktning

De flesta fräsmaskiner är avsedda för matning *mot* fräsens rotationsriktning, *motfräsning,* alltså så som fig. 1 visar. Härigenom vinnes att arbetsstycket stötes bort från fräsen om fastspänningsanordningarna skulle ge efter för skärkraften. Vidare håller sig fräsen längre skarp, speciellt vid bearbetning av arbetsstycken med hårdare ytlager, t. ex. gjuthud på gjutjärnföremål, eftersom spånen börjar inuti det mjukare materialet och brister innan fräständernas eggar når den hårdare ytan. Emellertid måste härvid frästanden tryckas mot arbetsytan för att tanden skall kunna tränga in i materialet. Vid tandens första kontakt med arbetsstycket glider tanden över arbetsstycket. Trycket mot arbetsstycket blir därför störst utefter den färdiga ytan och minst utefter den yta, där fräständer lämnar arbetsstycket. Det höga tryck, som erfordras för att tanden skall tränga in i arbetsstycket, åstadkommer alltid en viss fjädring i fräsdornen, vilket gör att ojämnheter uppstår i arbetsytan. Dessa ojämnheter har sålunda annat ursprung än de vågor, som beror på att den ena frästanden efter den andra skär ett kommaformat spån. De av fjädringen

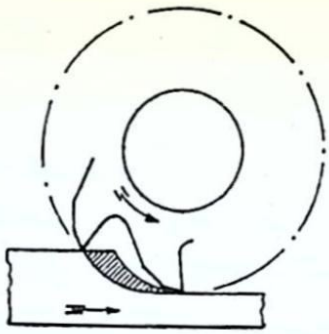


*Fig. 2. Medfräsning.*

förorsakade ojämnheterna igenfylles delvis på grund av frästandens glidning över arbetsytan före inträngandet.

Vid matning *med* fräsens rotationsriktning, *medfräsning,* (fig. 2) börjar tanden sitt arbete med fullt skärdjup, varvid trycket är störst, och slutar sitt arbete i den nyss av föregående frästand bearbetade ytan, varvid trycket är obetydligt. Några ojämnheter i den bearbetade ytan kan således ej uppstå på grund av fräsdornens fjädring.

Förutsättningen för medfräsning är att fullständigt glappfri matningsrörelse kan åstadkommas. Om glapp skulle finnas i bordets matarskruv skulle t. ex. vid matningsrörelsens början, efter vändningen av rörelseriktningen, arbetsstycket plötsligt dras in mot fräsen ett stycke motsvarande glappet. Härigenom kan fräsen lätt förstöras eller arbetsstycket skadas. Eventuellt kan även matarskruven krokna.

Vid medfräsning vinnes, utom jämnare yta, även en annan inte oväsentlig fördel. Fräsen har nämligen då inte, som vit motfräsning, benägenhet att lyfta arbetsstycket utan trycker istället ned detta mot bordet. Detta har stor betydelse vid fräsning av tunna eller oregelbundet formade

arbetsstycken, vilka är svåra att spänna fast tillräckligt stadigt utan deformering.

Då skäret skall börja, bör man, oavsett om matningen sker med eller mot fräsens rotationsriktning, mata arbetsstycket med måttlig hastighet fram mot fräsen, så att slag mot fräständerna undvikes.

**Fråga 8.** *Vilka fördelar och nackdelar har medfräsning respektive motfräsning?*

## Skärrörelsen

Arbetsspindelns hastighet måste kunna varieras. Dels för att möjliggöra samma skärhastighet på fräsar med olika diameter, dels emedan olika material hos arbetsstycket fordrar olika skärhastighet för ekonomisk bearbetning. Vidare måste skärhastigheten anpassas efter arbetets art. Det första skälet spelar i praktiken mindre roll, emedan diameterskillnaderna hos de fräsar, vilka kommer till användning i en och samma maskin, är tämligen obetydliga. De senare skälen till förändring av skärrörelsens hastighet spelar desto större roll. (Se tabell 1.) Fräsmaskinerna förses därför vanligen med minst 10 olika spindelhastigheter.

På bättre maskiner brukar spindelhastigheternas antal ofta överstiga 20. Den lägsta hastigheten brukar vara 15—20 r/m och den högsta ca 1300 r/m. Vid maskiner för lättmetallbearbetning förekommer dock betydligt högre hastigheter och här är 3000 r/m inte ovanligt.

Moderna fräsmaskiner drives av elmotorer, som på ett eller annat sätt inbygges i maskinstativet. Sålunda placeras motorn t. ex. på stativets botten, fig. 8, och kraftöver-

föringen sker med tystgående kedja, rem eller kuggväxel över friktionskoppling till huvudaxeln. Motorn kan även vara direktkopplad till huvudaxeln, i vilket fall maskinen stoppas och startas samtidigt med motorn. Maskiner försedda med motorer med variabel hastighet förekommer i en del fall. För att erhålla kontinuerligt variabel matning och spindelhastighet användes numera ofta kontinuerligt variabla växelanordningar. Betr. transmissioner och drivmotorer hänvisar vi för övrigt till brev 5.

Utom ökat antal spindel- och matningshastigheter kännetecknas de moderna fräsmaskinerna framför allt av förbättrade och förenklade anordningar för inställning och avläsning av såväl spindel- som matningshastigheter samt för arbetskontroll.

Sålunda finns numera ett flertal maskiner, där skärrörelsen kan till- och frånkopplas på tre olika ställen. Fräsaren kan alltså övervaka arbetet från olika platser och ändå alltid ha manövreringsorganen inom bekvämt räckhåll. På en del maskiner finns en s. k. *huvudspak,* med vilken såväl skärrörelse som matningsrörelser i tre olika riktningar kan till- och frånkopplas. Samma spak användes även för inkoppling av hastig förflyttning på bordet efter fullbordat slag (återgång) samt för pådragning eller avstängning av kylvätska.

Förändring av spindelhastigheten sker på en del nyare maskiner delvis med maskinens hjälp. De äldre maskinernas vevar och spakar för detta ändamål är då sammanförda till en enda spak, som vid inställning dels åstadkommer inkoppling av den önskade hastigheten, dels påverkar en siffertavla eller motsvarande anordning på sådant sätt, att den inställda hastigheten direkt kan avläsas.

För att arbetsspindeln hastigt skall kunna stannas, förses den ibland med broms, som automatiskt träder i funktion, när rörelsen frånkopplas. Detta minskar bl. a. den tid, som åtgår för utbyte av verktyg. På maskiner med mycket hög spindelhastighet förekommer det någon gång, att spindeln utrustas med svänghjul, för att gången skall bli jämnare.

**Fråga 9.** *Varför måste man kunna reglera skärrörelsens hastighet?*

**Fråga 10.** *Vad är ändamålet med huvudspak och liknande anordningar?*

## Matningsrörelserna

För att kunna utföra de olika bearbetningar, som förekommer, måste man utrusta fräsmaskinerna med matningsrörelse i tre mot varandra vinkelräta riktningar samt med vridningsrörelse. Alla dessa rörelser förekommer dock inte nödvändigtvis på en och samma maskin.

Emedan skärtrycket verkar vinkelrätt mot arbetsspindeln och sålunda utsätter denna och dess lager för stora påkänningar, ger man verktyget så få inställningsmöjligheter som möjligt. Man vinner härigenom bl. a. att spindellagren kan fast förenas med maskinstativet. I stället erhåller bordet desto flera rörelsemöjligheter.

Vid mekanisk matning förekommer upp till 32 matningshastigheter, varvid dock utbytbara kugghjul användes i förening med växellådor. Hastigheterna kan variera från 6 till 1500 mm/min., ehuru hastighetsområdet vanligen är betydligt mindre. (Jfr tabell 2.)

För noggrant arbete fordras, att bordet, tvärsliden och vridskivan, där sådan finns utföres med kraftigt tilltagna styrningar, samt att matarskruvar, som står i förbindelse med rattar eller vevar, förses med skalor, så att arbetsbordet kan inställas i önskat läge på bråkdelar av en millimeter.

Vid maskiner med maskinell matningsrörelse i flera olika riktningar måste man genom säkerhetsanordningar förhindra att mer än en rörelse inkopplas i taget.

För ökning av produktionsförmågan förses moderna maskiner med anordningar för automatisk in- och urkoppling av matningsrörelserna samt med snabbrörelse för en eller flera av de olika matningsrörelserna, varigenom hastig återgång till utgångsläget kan åstadkommas.

På de nyare maskinerna har dessutom, som förut antytts under rubriken *Skärrörelsen,* ett flertal åtgärder vidtagits för att underlätta maskinens manövrering. Sålunda kan t. ex. alla de olika matningsrörelserna till- respektive frånslås från *ett* ställe på maskinen. Vidare förekommer en-spakinställning av hastigheterna, tryckknappsmanövrering m. m.

**Fråga 11.** *Varför måste matningsrörelsen kunna varieras inom vida gränser?*

Samtliga moderna större fräsmaskiner för produktionsfräsning är utrustade med anordningar för vändning av såväl skär- som matningsrörelse. Av de anordningar för utökning av maskinernas produktionsförmåga, som i det föregående beskrivits, är de automatiskt verkande stoppanordningarna och den hastiga återgångsrörelsen de viktigaste. De bidrar båda till att förkorta tomgångsperioderna.

Inställning för automatisk avbrytning av matningen utföres på följande sätt. Bordet inställes genom vridning på handmatningsratten i det läge, i vilket man önskar att matningen skall avbrytas. Den förskjutbara stoppklacken på bordet flyttas därefter, så att den ligger an mot det fasta anslaget på tvärsliden och pressar ned detta mot fjädertrycket. Den förskjutbara stoppklacken skruvas fast i detta läge. På samma sätt går man tillväga vid inställning av den klack, som kopplar in den hastiga återgångsrörelsen. Då matningsrörelsen skall avbrytas under det fräsen befinner sig över den bearbetade ytan, t. ex. framför en ansats, måste inställningen av den förskjutbara stoppklacken utföras med största omsorg, så att fräsningen verkligen avbrytes på rätt ställe. Härför fordras också att anslaget på tvärsliden är konstruerat på sådant sätt, att matningen ögonblickligen avbrytes och bordet stannar i ett bestämt läge. (Se fig. 4.)

Vid fräsning av arbetsstycken, som måste bearbetas med mer än ett slätskär, bör fräsen under återgångsslaget ej släpa mot den bearbetade ytan. Arbetsbordet bör därför med handratten sänkas ned ett stycke under återgångsslaget. En del maskiner är numera försedda med en automatiskt verkande anordning, som sänker arbetsbordet ett litet stycke, då matningsrörelsen avbrytes.

**Fråga 12.** *Nämn några anordningar i samband med matningsrörelsen som syftar till att höja maskinens produktionsförmåga!*

**Fråga 13.** *Varför bör fräsen ej släpa mot den bearbetade ytan under återgångsslaget?*

## Planfräsmaskiner

Vid planfräsmaskinerna kan arbetsbordet endast röra sig vinkelrätt mot och parallellt med arbetsspindeln samt förflyttas i vertikal led. Planfräsmaskinerna kännetecknas för övrigt av horisontell arbetsspindel samt av knäet på vilket bordet är uppbyggt. Man kan därför inte fräsa skruvlinjespår i en planfräsmaskin. De arbeten, som kan utföras i en sådan maskin inskränker sig därför till fräsning av plana ytor, vilka även kan utgöras av raka spår och tandluckor, samt fräsning av cylindriska eller profilerade ytor, som förlöper rätlinjigt i matningsriktningen.

De enklaste maskinerna inom denna grupp är de s. k. *bänkfräsmaskinerna.* Vid dessa utföres matningen för hand genom att arbetsbordet förflyttas med hjälp av handspak eller vev. Fig. 3 visar en sådan maskin. Arbetsspindeln är försedd med trappremskiva 1 för tre olika hastigheter. Bordets längdmatning åstadkommes med spaken 2 med hjälp av kugghjul och kuggstång. Med spaken 3 erhålles vertikalmatning på bordet. Inställningen i sidled åstadkommes med hjälp av en skruv och ratten 4.

Bänkfräsmaskiner användes vid massfabrikation för bearbetning av smådetaljer.

**Fråga 14.** *Hur höjes respektive sänkes bordet på maskinen i fig. 3?*

Maskiner för bearbetning av större arbetsstycken med större arbetslängder utföres med maskinell matning. Härvid kan såväl längd- som tvärmatningen, och ibland även vertikalmatningen, erhållas maskinellt. För avbrytning av bordets matningsrörelse användes automatiskt verkande urkopplingsanordningar. Bordet förses då med en ställbar

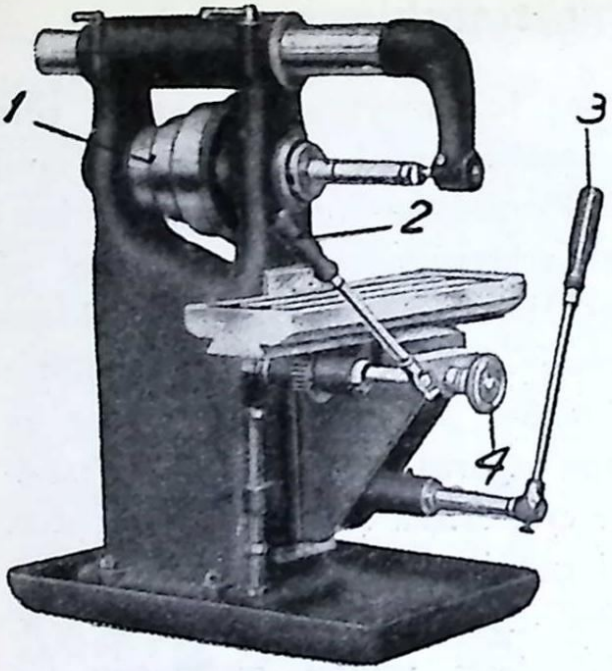



*Fig. 3. Bänkfräsmaskin.*
1. Trappremskiva. 2. o. 3. Manöverspakar. 4. Manöverratt.

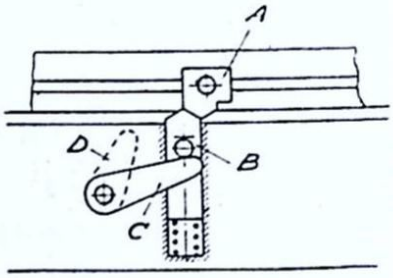



*Fig. 4. Urkopplingsanordning för matningsrörelsen*

klack (A i fig. 4), som påverkar ett anslag B på tvärsliden, vilket i stoppläget skjutes nedåt och vrider en tapp försedd med hävarm C, som påverkas av anslaget och en annan hävarm D, som användes för att dra ur en koppling, varigenom matningsrörelsen avbrytes.

Anordningar förekommer även för hastig återföring av arbetsbordet efter fullbordat skär. Denna snabbrörelse åstadkommes ibland av en särskild drivmotor. Maskiner, som är utrustade med snabbrörelse på bordet, är ofta försedda med en anordning, som automatiskt omkastar bordets rörelseriktning och inkopplar snabbrörelse för återgången.

Som exempel på planfräsmaskin visas i fig. 5 en svensk

maskin från Köpings Mekaniska Verkstad. Arbetsspindeln *1* kan bibringas åtta och arbetsbordet *2* tolv olika hastigheter. Växellådorna för huvud- och matningsrörelserna manövreras med spakarna *3*. Drivkraften erhålles från en i stativets bas placerad elmotor. Då verktyget är uppsatt på genomgående dorn, användes stödlagret *4* som stöd för dornen. Stödlagret uppbäres av den förskjutbara bommen *5*. Bordet *2* löper på styrningar i tvärsliden *6*, vilken

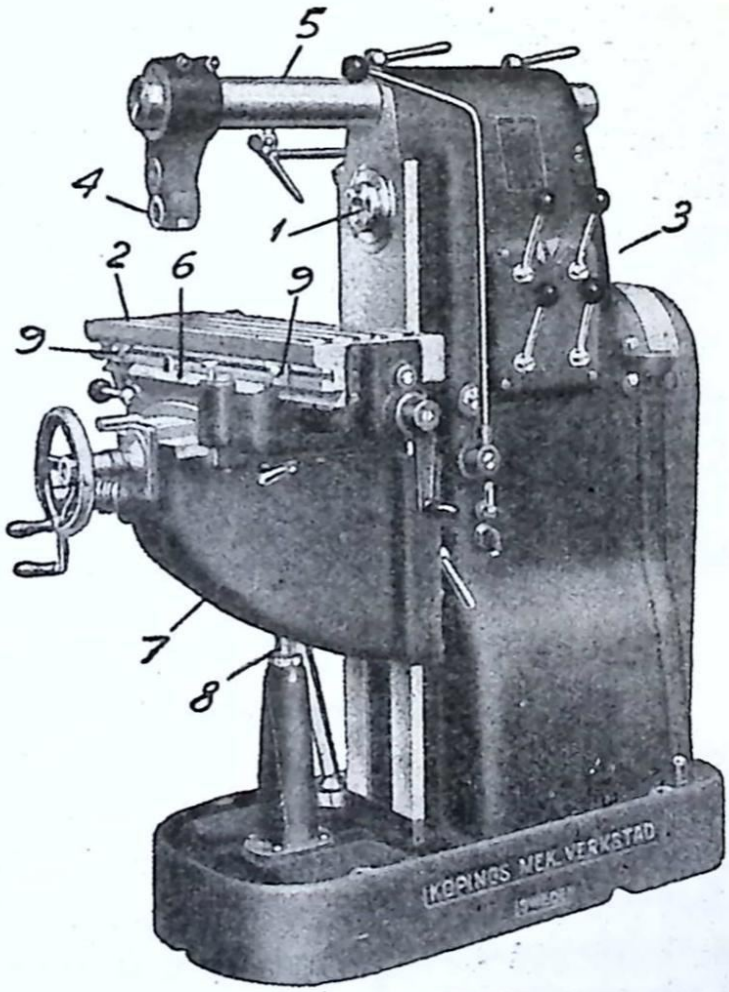



*Fig. 5. Planfräsmaskin.*
1. Arbetsspindel. 2. Bord. 3. Manöverspakar.
4. Stödlager. 5. Stödbom. 6. Tvärslid. 7. Knä.
8. Skruv. 9. Klack.

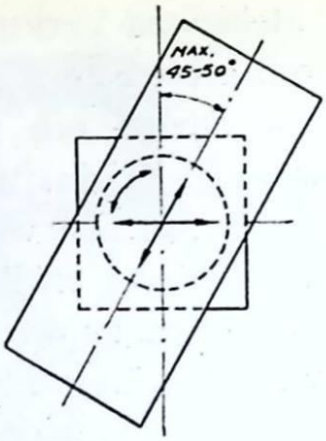



*Fig. 6. Vridbart fräsmaskinsbord.*

i sin tur kan förskjutas i knäet *7*. Detta kan höjas och sänkas utefter stativet med skruven *8*. Maskinen är försedd med anordningar för automatisk längdmatning och automatisk urkoppling. Bordets klackar för den automatiska urkopplingen är synliga vid *9*.

Maskinen har frihängande stödarm. På många liknande maskiner användes emellertid ett stöd utfört i saxform, som styvar upp stödarmen.

**Fråga 15.** *Vilken uppgift har detalj 4 i fig. 5?*

## Universalfräsmaskiner

Dessa maskiner skiljer sig från planfräsmaskinerna därigenom att arbetsbordet är vridbart i horisontalplanet enligt fig. 6. Maskinerna kan härigenom användas för nästan alla slag av fräsningsarbeten. Matningen är vanligen maskinell i alla tre riktningarna, dvs. i vertikal led, parallellt med arbetsbordets längdriktning och vinkelrätt däremot. Den matarskruv, som ombesörjer bordets längdmatning,

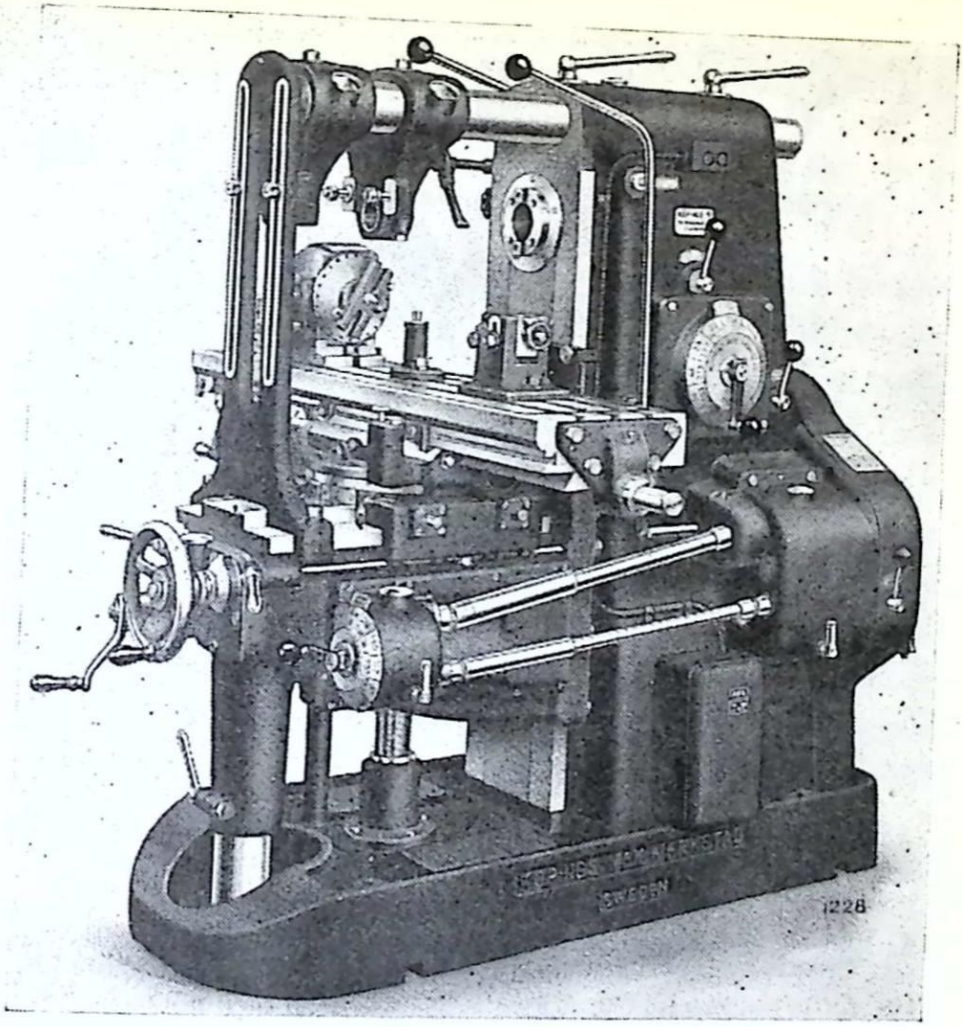


*Fig. 7. Universalfräsmaskin.*

är försedd med ett extra kugghjul, avsett för drift av drivaxeln i en *delningsdocka,* som hör till universalfräsmaskinens standardutrustning. Bordets inställning möjliggöres av en mellanslid, vridbar på en undre tvärslid. Den vridbara mellansliden kan låsas fast vid tvärsliden medelst skruvar.

Ett bra exempel på en universalfräsmaskin är Köpings Mekaniska Verkstads universalfräsmaskin typ UF1, fig. 7.

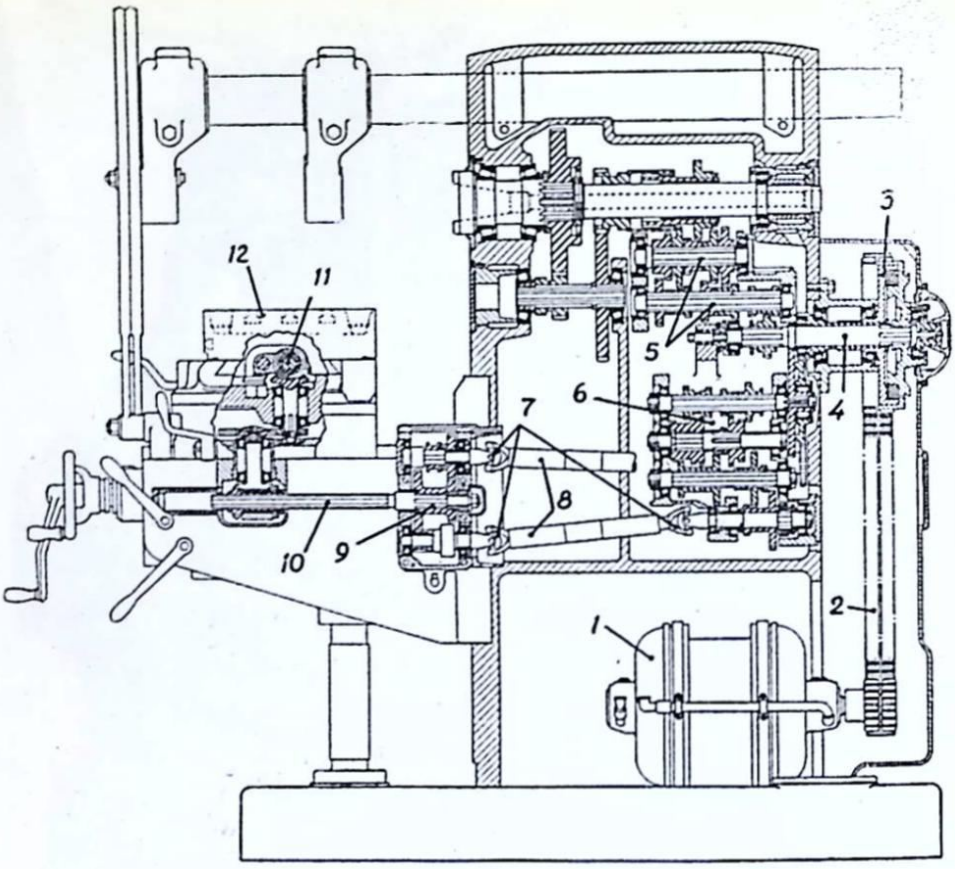



*Fig. 8. Universalfräsmaskin.*
1. Drivmotor. 2. Tandkedja. 3. Lamellkoppling. 4. Huvuddrivaxel. 5. Spindelväxellåda. 6. Matningsväxellåda. 7. Polhemskoppling. 8. Teleskopaxel. 9. Växellåda. 10. Axel med bomspår. 11. Matarskruv. 12. Bord.

Spindelhastigheter och matningar inställes med vevar och är direkt avläsbara på sifferskivor. Bordet kan ges snabbrörelse i alla tre matningsriktningarna. Antalet spindelhastigheter är 21, från 19,4 till 1 280 r/m. Matningshastigheterna är 24 stycken med 9,35 till 1 280 mm per min. för längd- och tvärmatning och 4,68 till 640 mm per min. för vertikalmatningen. Snabbrörelsens hastighet är 2 500 mm per min. för längd- och tvärmatningen samt 1 250 mm per min. för vertikalrörelsen. Bordets största

rörelse i längdled är 750 mm, i tvärled 220 och i vertikalled 450 mm.

**Fråga 16.** *Vad är utmärkande för en universalfräsmaskin, och varigenom skiljer den sig från en planfräsmaskin?*

Fig. 8 visar en skärning genom en universalfräsmaskin av amerikansk tillverkning (Brown och Sharpe). Från drivmotorn *1*, som är placerad på stativets bottenplatta överföres drivkraften medelst tandkedja *2* över en lamellkoppling *3* till huvuddrivaxeln *4*, som över kuggväxlar kopplats till spindelväxellådan *5* och matningsväxellådan *6*. Den senare står medelst polhemskopplingar *7* och två teleskopaxlar *8* i förbindelse med en växellåda *9* (för snabbtransport av bordet). Därifrån överföres rörelsen medelst bomspårsaxel *10* och koniska jämte cylindriska kuggväxlar till bordets matarskruv *11*, varigenom bordet *12* erhåller sin matningsrörelse.

## Horisontalfräsmaskiner av lådtyp

Denna maskintyp skiljer sig från universalfräsmaskinen och planfräsmaskinen huvudsakligen därigenom att bordet ej är höj- och sänkbart. Det vilar direkt på maskinstativet och befinner sig därför alltid på samma höjd. I stället är spindeldockan inställbar i höjdled medelst gejdrar i stativet och låsanordningar, varigenom fräsen kan höjas och sänkas. Detta utförande ger maskinen stor stabilitet, varför den lämpar sig särskilt väl för grövre arbeten.

Ett exempel på lådfräsmaskin visas i fig. 9. Spindeldockan c kan för hand inställas på pelaren d, som är gjuten i ett med bädden. Spindeldockan uppbär en stödbom b

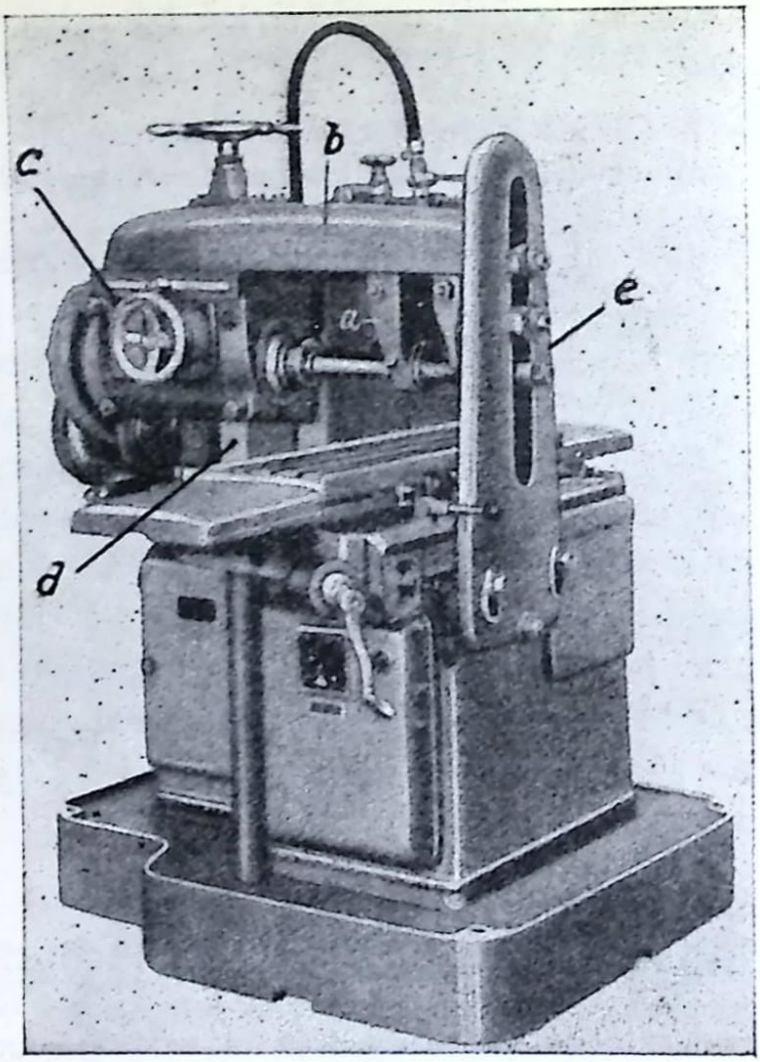



*Fig. 9. Lådfräsmaskin.*
a. Stödlager. b. Stödbom. c. Spindeldocka. d. Pelare. e. Bomstöd.

med stödlager a. Bommen stödes på vanligt sätt av ett yttre stöd e. Arbetsspindeln kan drivas med 10 olika varvtal mellan 17 och 380 r/m. Bordet har 12 olika hastigheter mellan 6 och 270 mm/min. Då snabbrörelsen inkopplas blir bordhastigheten 2 000 mm/min. Ändring av hastighet sker genom utbyte av kugghjul.

För att möjliggöra samtidig bearbetning av två ytor med

olika verktyg, bygges horisontalfräsmaskiner även med två av varandra oberoende spindeldockor med var sin frässpindel.

**Fråga 17.** *På vad sätt skiljer sig lådfräsmaskinen från planfräsmaskinen?*

## Hjälpanordningar för horisontella fräsmaskiner

Fräsmaskiner med horisontell spindel kan genom en del extra anordningar få ett betydligt ökat användningsområde. De viktigaste av dessa anordningar är *delningsdocka* och *vertikalfräsapparat.* Övriga sådana anordningar är *universalfräsapparat, flerspindlig fräsapparat, stickanordning, fräsapparat för skruvhjul* m. fl.

### Delningsdockor

Delningsdockor användes huvudsakligen i universalfräsmaskiner för uppspänning av arbetsstycken, som antingen skall vridas en viss vinkel — *delning* — mellan varje fräsningsoperation eller skall vridas en viss vinkel under själva fräsningen. Exempel på förra slaget av arbetsstycken är kugghjul med raka kuggar, axlar med kopplingsspår, fyrkanttappar m. m. Som exempel på senare slaget av arbetsstycken kan i första hand nämnas drivskruvar och snäckfräsar eller överhuvud rotationskroppar med skruvlinjespår. Det är ofta fråga om mycket stor noggrannhet, varför delningsdockan måste vara konstruerad med tanke härpå. Arbetsstyckets uppspänning i delningsdockan med därtill hörande dubbdocka beskrives i brev 11.

Delningsdockor kan, med avseende på konstruktionen, indelas i *enkla delningsdockor* och *universaldelningsdockor*. Med en enkel delningsdocka kan endast ett begränsat antal delningar åstadkommas, med en universaldelningsdocka däremot nästan vilken delning som helst.

## Enkla delningsdockor

Fig. 10 framställer schematiskt en enkel delningsdocka. Delningsskivan *1*, som är fast förenad med delningsspindeln *2*, är försedd med ett antal spår (eller hål) *3*. En fjädrande spärranordning *4* med tand (eller tapp) är så anordnad, att tanden (eller tappen) kan falla in i spåren (eller hålen) och därigenom fixera spindelns läge. Om delningsskivan förses med t. ex. 24 spår, kan man genom att vrida skivan en eller flera delningar, erhålla en vridning som motsvarar 1/24 av ett varv eller multiplar härav. Önskas andra delningar måste delningsskivan göras utbytbar. Delningsskivor med spår blir noggrannare än skivor med hål, emedan spåren kan slipas, varigenom större noggrannhet erhålles.

De enkla delningsdockorna saknar vanligen anordning för arbetsstyckets vridning under fräsningen och användes

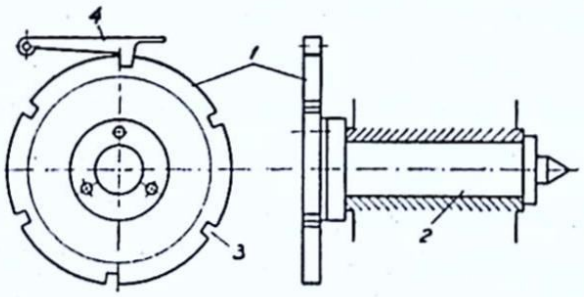



*Fig. 10. Enkel delningsdocka.*
1. Delningsskiva. 2. Delningsspindel. 3. Spår. 4. Spärr.

därför mest för fräsning av fyr- och sexkanter, tänder i tandkopplingar och liknande enkla arbeten.

Fråga 18. *Vilka delningar kan erhållas med en delningsskiva med 32 spår?*

## Universaldelningsdockor

En universaldelningsdocka visas i fig. 11. I dockan *1* är huvudet *2* vridbart lagrat med vevaxeln *3* som vridningscentrum. Delningsspindeln *4* står medelst skruvväxeln *5, 6* och den cylindriska växeln *7, 8* i förbindelse med vevaxeln oberoende av huvudets dvs. delningsspindelns inställningsvinkel. Vevaxeln är medelst skruvväxeln *9, 10* förbunden med drivaxeln *11*. Delningsskivan *12* är fastskruvad vid skruvhjulet *10,* som löper fritt på vevaxeln. Drivaxeln kan medelst utbytbara cylindriska kugghjul förenas med delningsspindeln. Den kan också medelst utbytbara kugghjul drivas från fräsmaskinsbordets matarskruv. Delningsskivan *12* är försedd med ett lämpligt antal hålcirk-

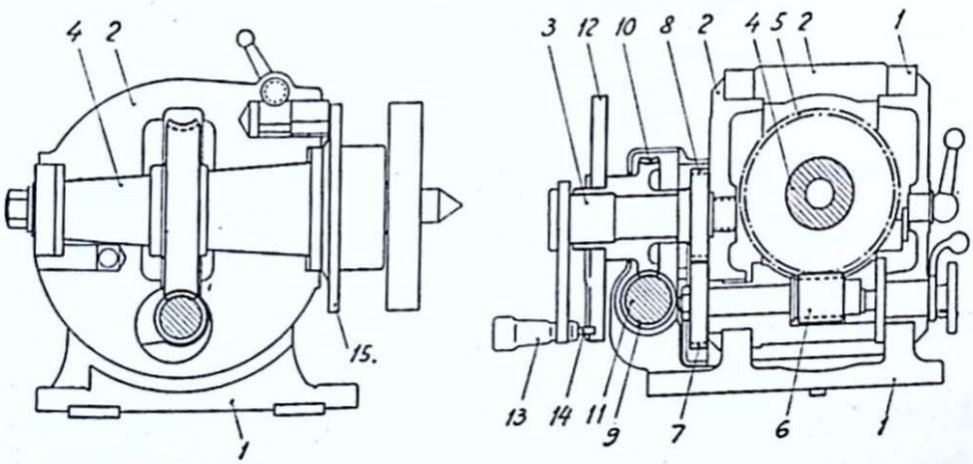



*Fig. 11. Universaldelningsdocka.*

lar. Vanliga hålantal är 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 29, 31, 33, 37, 39, 41, 43, 47 och 49. Delningsveven *13* har en tapp *14* som kan passas in i ett godtyckligt hål. Då delningsspindeln drives från drivaxeln, överföres rörelsen från skruvhjulet *10* till delningsskivan *12* och vidare till vevaxeln, varvid delningsveven tjänstgör som medbringare. På delningsspindeln finns även en delningsskiva *15* med 3 hålcirklar. För att underlätta hålräkningen använder man sig av en ställbar vinkel som anbringas på delningsskivan *12*.

Med en sådan universaldelningsdocka möjliggöres dels s. k. direkt delning utan utväxling, dels s. k. indirekt delning med utväxling.

Den direkta delningen utföres med användande av delningsskivan *15* på delningsspindeln. Växelhjulen användes inte och delningen utföres alltså på samma sätt som med enkel delningsdocka.

Den indirekta delningen kan utföras som

a) enkel delning
b) kombinerad delning
c) differentialdelning

## Enkel delning

Vid enkel delning står delningsskivan stilla och delningsveven vrides i förhållande till denna. Delningsspindelns vridningsvinkel bestämmes av vevens vridningsvinkel och utväxlingen mellan delningsvev och delningsspindel.

Vanligen användes en utväxling i delningsapparaten av 1:40, dvs. veven skall göra 40 varv för att delningsspindeln skall göra 1 varv. Vid fräsning av ett kugghjul med

40 kuggar är kuggdelningen 1:40 och för varje kugg skall således delningsspindeln, på vilken hjulet vid bearbetningen är fäst, göra 1/40 varv, vilket åstadkommes med 1 varvs vridning av veven. Vid fräsning av ett 20-kuggars hjul skall veven vridas 2 varv för varje kuggdelning, osv.

Regel: *Det antal varv, som veven skall vridas mellan varje fräsningsoperation, erhålles genom att dividera det antal varv, som fordras för att vrida spindeln ett helt varv (vanligen 40), med det önskade antalet delningar av arbetsstycket.*

**Exempel 1.** Delningsapparatens utväxling är 1:40. Arbetsstyckets delning är 8. Hur många varv skall veven vridas för varje arbetsoperation?

Lösning: $\frac{40}{8} = 5$ varv.

I detta fall blir kvoten ett helt tal, vilket vanligen ej är fallet i praktiken. Oftast blir kvoten ett bråk, dvs. veven måste vridas även en viss del av ett varv, för att den önskade delningen skall erhållas.

**Exempel 2.** Delningsapparatens utväxling är 1:40. 16 delningar önskas.

Lösning: $\frac{40}{16} = 2{,}5$. Veven skall alltså vridas 2,5 varv för att den önskade delningen skall erhållas.

**Exempel 3.** Delningsapparatens utväxling är $\frac{1}{60}$. 26 delningar önskas.

Lösning: $\frac{60}{26} = 2\frac{8}{26}$. I detta fall skall veven vridas 2 hela

varv plus $\frac{8}{26}$ varv, dvs. 2 varv + 8 hål i en hålcirkel med 26 hål. Vanligen ingår ej hålcirkel med 26 hål i utrustningen utan måste i så fall bråket $\frac{8}{26}$ förlängas så att nämnaren blir ett tal, som motsvaras av förefintlig hålcirkel varjämte täljaren måste bli ett helt tal. I detta fall förlänges $\frac{8}{26}$ med 1,5. Alltså: $\frac{8 \cdot 1{,}5}{26 \cdot 1{,}5} = \frac{12}{39}$; Veven skall vridas 2 varv + 12 hål i hålcirkel med 39 hål.

Regel: *Om vevens varvantal blir ett bråk, så anger täljaren det antal hål, som veven skall förflyttas i en hålcirkel, vars hålantal anges av nämnaren.*

## Kombinerad delning

Vid denna delningsmetod vrides både delningsveven och delningsskivan för hand i samma eller motsatt riktning.

Denna delningsmetod användes för delningar, som ej kan erhållas med den enkla metoden. Man vrider härvid dels veven *13* ett visst antal hål efter en hålcirkel och dels delningsskivan *12* samma antal hål i samma eller motsatt riktning efter en annan hålcirkel. Innan delningsskivan vrides, fastlåses den vid axeln *3*, så att denna vrider sig med skivan. För markering av delningsskivans vridning användes en särskild indexpinne (spärranordning), som ej är visad i fig. 11. Delningsmetoden beskrives bäst med ett exempel.

För fräsning av ett kugghjul med 69 kuggar önskar man få fram delningen 1/69 varv. Snäckhjulet antages som förut ha 40 kuggar. Det antal hål, som veven resp. delningsskivan skall vridas betecknas med $x$. Vi bestämmer

oss från början för att använda hålcirkel 23 för veven och hålcirkel 33 för hålskivan.

När veven vrides $x$ hål på hålcirkel 23, vrider sig axeln 3 och därmed skruven

$$\frac{x}{23} \text{ varv.}$$

Vrides därefter delningsskivan i motsatt riktning $x$ hål på hålcirkel 33 vrides skruven tillbaka

$$\frac{x}{33} \text{ varv.}$$

Snäckans kvarstående vridning efter de två operationerna blir alltså

$$\frac{x}{23} - \frac{x}{33} \text{ varv.}$$

Detta motsvarar en vridning av

$$\left(\frac{x}{23} - \frac{x}{33}\right) \cdot \frac{1}{40} \text{ varv.}$$

på delningsspindeln och skall vara lika med den önskade delningen. $x$ kan alltså lösas ur ekvationen,

$$\left(\frac{x}{23} - \frac{x}{33}\right) \cdot \frac{1}{40} = \frac{1}{69}; \quad \frac{33x - 23x}{23 \cdot 33} \cdot \frac{1}{40} = \frac{1}{69};$$

$$\frac{10x}{23 \cdot 33 \cdot 40} = \frac{1}{69}; \; x = \frac{23 \cdot 33 \cdot 40}{10 \cdot 69} = 44.$$

Eftersom man endast kan utföra vridningen med ett visst helt antal hål, måste $x$ bli ett helt tal. Skulle $x$ inte bli ett helt tal får man försöka med andra hålcirklar. I

detta fall kan alltså hålcirklarna 23 och 33 användas och veven resp. delningsskivan skall vridas 44 hål.

Med ledning av exemplet kan man alltså allmänt uppställa ekvationen

$$x = \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot i}{(m_2 - m_1) \cdot z} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [1]$$

där $m_1$ och $m_2$ betyder resp. hålcirklars hålantal, $i$ kuggantalet på snäckhjulet och $z$ det önskade delningstalet dvs. inverterade värdet av delningen.

Metoden kan varieras genom att man vrider vev och delningsskiva åt samma håll och genom att man vrider vev och skiva olika antal hål på resp. hålcirklar.

## Differentialdelning

Vid denna delningsmetod drives delningsskivan från delningsspindeln med cylindriska kugghjul och skruvväxel (*9, 10* i fig. 10). Samtidigt vrides delningsveven för hand. Delningsveven och delningsskivan vrides allt efter omständigheterna i samma eller motsatt riktning. Metoden skall förtydligas med ett exempel.

Antag att omkretsen på ett föremål skall delas i 331 ($z$) lika delar. Delningsvevens varvantal för 1 varv av delningsspindeln är 40 ($i$) varv. En vridning av delningsveven med

$$u = \frac{i}{z} = \frac{40}{331} \text{ varv} \quad \ldots\ldots\ldots \quad [2]$$

ger den önskade delningen. Detta skulle kunna åstadkommas med enkel delning genom att flytta veven 40 hål på en hålcirkel med 331 hål. Någon sådan hålcirkel finns

emellertid inte. Man kan alltså inte åstadkomma den önskade delningen enbart genom vridning av veven med befintliga hålcirklar. Man väljer då istället ett hålantal $l$ i en hålcirkel med $m$ hål på sådant sätt att $l/m$ ungefär motsvarar $u$. Man har alltså

$$u = \frac{i}{z} \approx^{1} \frac{l}{m}$$

varav

$$l \approx \frac{m \cdot i}{z}$$

Väljes $m = 41$ blir

$$l = \frac{40 \cdot 41}{331} \approx 5$$

Det närmaste utan differentialdelning utförbara delningstalet blir

$$t = \frac{m \cdot i}{l} = \frac{41 \cdot 40}{5} = 328$$

Detta betyder alltså att delningen 1/328 kan åstadkommas genom att vrida veven 5 hål i en hålcirkel med 41 hål. Man önskade emellertid delningen 1/331. Skillnaden kan borttagas genom vridning av delningsskivan från delningsspindeln. Härvid kommer alltså delningsskivan och därmed det hål, som man skall ställa in delningsveven efter, att vrida sig, när man vrider på veven. För att beräkningen av växelhjulen mellan delningsspindel och drivaxel skall bli enkel, bör $l$ och $m$ även väljas så att $z - t$ blir ett helt tal med så få siffror som möjligt. I detta fall blir $z - t = 331 - 328 = 3$.

[1] Tecknet $\approx$ betyder approximativt (ungefär) lika med.

De erforderliga växelhjulen beräknas ur följande ekvation

$$(z - t) \cdot \frac{l}{m} \cdot k = \frac{b}{a} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [3]$$

Här betyder $b$ antalet kuggar på det hjul, som skall sitta på delningsspindeln, och $a$ antalet kuggar på det kugghjul som skall sitta på drivaxeln.

Med insatta siffervärden erhålles

$$(331 - 328) \frac{5}{41} \cdot 2 = \frac{3 \cdot 5 \cdot 2}{41} = \frac{30}{41}$$

Emedan $z$ är större än $t$ måste delningsveven vridas åt motsatt håll mot delningsskivan.

## Fräsning av skruvlinjer

Vid fräsning av skruvlinjer erhåller delningsspindeln sin rörelse från fräsmaskinbordets matarskruv. Det gäller att bestämma utväxlingen så att delningsspindeln vrides ett varv, under det att matarskruven förflyttar arbetsstycket en sträcka som är lika med skruvlinjens stigning. Problemet är sålunda detsamma som uppträder vid gängskärning i svarv.

Antag som exempel att ett skruvlinjeskär på en fräs med 80 ($d$) mm diameter och skruvningsvinkeln 15° skall fräsas. Delningsveven måste då förenas med delningsskivan, varigenom rörelsen från fräsmaskinsbordets matarskruv över skruvväxeln (*9, 10* i fig. 10) ledes till delningsspindeln. Matarskruvens stigning antages vara 1/4″ ($s_2$). Skruv-

linjens stigning ($s_1$) blir 37″ räknat på fräsens ytterdiameter.[1]

Mellan delningsspindeln och drivaxeln finns redan en fast utväxling som vanligen är 1 : 80 ($^1/_i$). Utväxlingen mellan drivaxeln och matarskruven måste då bli

$$u = \frac{s_1}{s_2} \cdot \frac{1}{i} = \frac{37}{1/4} \cdot \frac{1}{80} = \frac{37 \cdot 4}{80} = \frac{37}{20} = \frac{a}{b} \ldots . \quad [4]$$

Alltså erfordras ett hjul med 37 kuggar på delningsdockans drivaxel och ett hjul med 20 kuggar på fräsmaskinsbordets matarskruv. I ovanstående formel hänför sig alltså $a$ till drivaxeln och $b$ till matarskruven.

Övriga för rörelseöverföringen erforderliga kugghjul skall tillsammans ge utväxlingen 1 :1.

## Vertikalfräsapparat

Denna kan anbringas på såväl plan- som universalfräsmaskiner. Den består i regel av ett spindelhuvud, innehållande en vertikal spindel med erforderliga kuggväxlar för drivning från maskinens arbetsspindel. Man kan med hjälp av en sådan anordning, som vanligen för enkelhetens skull kallas enbart *vertikalapparat,* utföra lättare vertikala fräsningsarbeten i maskiner med horisontell spindel. Vertikalapparaterna kan också vara utförda så, att spindel-

---

[1] Stigningen beräknas med följande formel.

$$s_1 = \frac{\pi \cdot d \cot 15°}{25{,}4} = \frac{\pi \cdot 80 \cdot 3{,}732}{25{,}4} = 37''$$

Formeln har medtagits till tjänst för den som känner till de trigonometriska grundbegreppen.

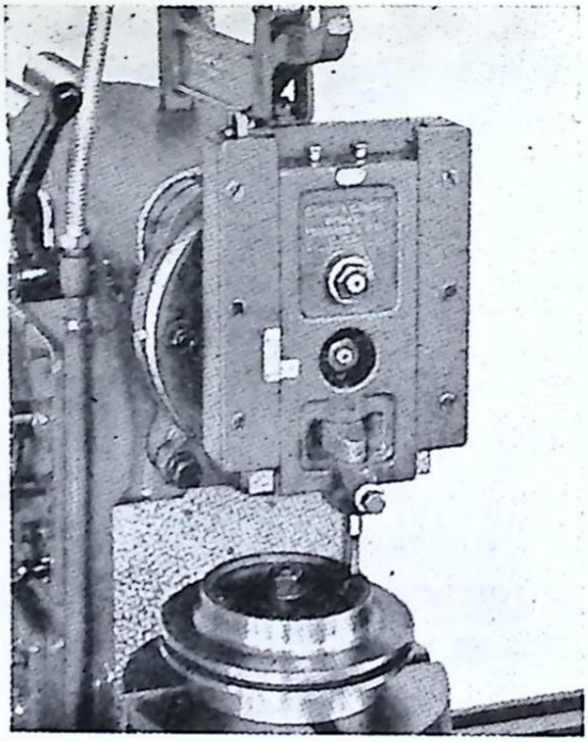


*Fig. 12. Stickanordning.*

huvudet kan vridas kring en horisontell axel. Man kan då även bearbeta lutande ytor. Spindeln är i regel utformad på samma sätt som den horisontella arbetsspindeln, men dimensionerna är klenare.

Vertikalapparaterna utföres antingen så, att de kan uppträdas på maskinens stödbom, eller med vertikalt anordnad platta medelst vilken de kan fastskruvas vid stativets styrningar för knäet, i höjd med arbetsspindeln. I båda fallen erhålles drivningen, som nyss nämnts, från arbetsspindeln och överföres i allmänhet medelst konisk kuggväxel till vertikalapparatens vertikala spindel.

## Stickanordning

Denna anordning är även avsedd att användas på plan- och universalfräsmaskiner och lämpar sig särskilt väl vid verktygstillverkning för t. ex. stickning av kilspår. Stickstålet fästes i en cylindrisk hållare på sliden, vars slaglängd kan regleras med en ställbar axel. Apparatens huvud kan inställas i vinkel mellan 0° och 90° på båda sidor om lodlinjen. Vinkelavläsningen sker efter en cirkulär skala på huvudet, fig. 12.

**Fråga 19.** *Vilka vanliga hjälpanordningar användes vid fräsning?*

## Vertikalfräsmaskiner

Dessa maskiner är speciellt lämpade för spårfräsning och rundfräsning men användes även för bearbetning av större, plana ytor. Den vertikala arbetsspindeln är antingen lagrad i ett fast spindelhuvud eller anordnad i en vertikalt förskjutbar spindeldocka. I senare fallet är spindeln försedd med noggranna avläsningsanordningar för inställning och kontroll av höjdläget. Mindre maskiner har i regel arbetsbordet anordnat på ett i höjdled rörligt knä. Större maskiner liknar så till vida planfräsmaskinerna att knä saknas. Tvärsliden under arbetsbordet vilar då direkt på bädden. De vanligaste maskinerna liknar för övrigt beträffande drivanordningar och matningsmöjligheter i hög grad planfräsmaskinerna.

För att möjliggöra fräsning av koniska ytor förses vertikalfräsmaskiner ibland med en spindeldocka, som kan vridas i ett vertikalt plan parallellt med arbetsbordets rörelseriktning. Dessutom förekommer tvåspindliga maskiner.

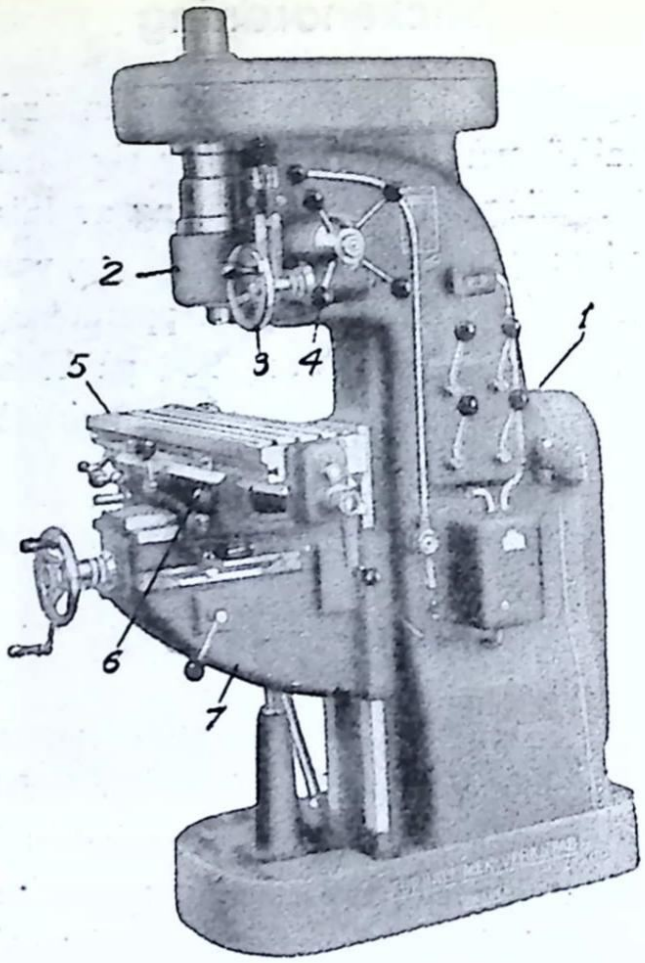



*Fig. 13. Vertikalfräsmaskin.*
1. Stativ. 2. Spindelhuvud. 3. Ratt. 4. Spakhjul.
5. Fräsmaskinsbord. 6. Tvärslid. 7. Knä.

Fig. 13 visar en vertikalfräsmaskin från Köpings Mekaniska Verkstad. Den utgör exempel på en mindre maskin med hög spindelhastighet. Maskinen drives medelst kilremmar från en elektrisk motor placerad i stativet *1*, som även inrymmer erforderliga växlar för spindeldrivningen. Arbetsspindeln är lagrad i ett höj- och sänkbart spindelhuvud *2*. Den vertikala finmatningen för hand utföres med ratten *3*. Grövre handmatning erhålles med spakhjulet *4*. Den vertikala matningen kan avläsas på en

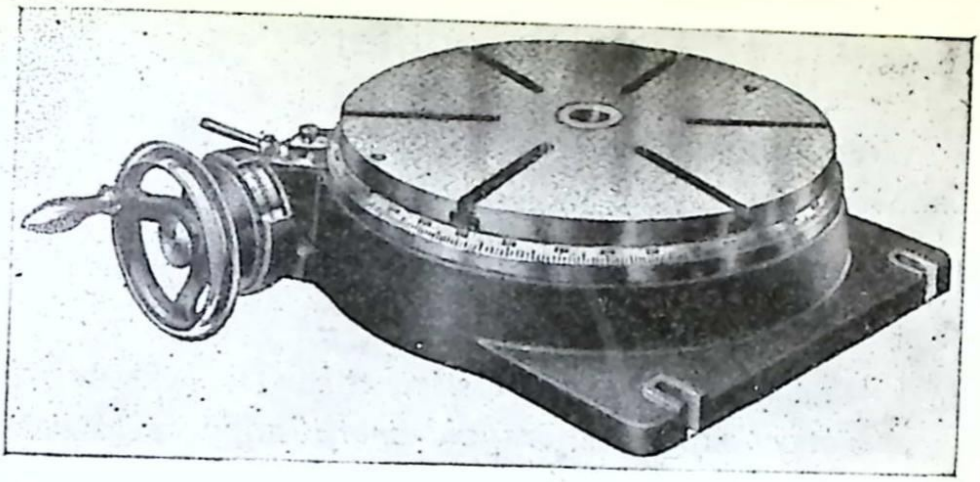


*Fig. 14. Handdrivet rundbord.*

mikrometerskiva och fixeras av ett mikrometerstopp. Antalet spindelhastigheter är 8, vilka normalt ligger mellan 100 och 1 000 r/m.

Arbetsbordet *5* är rörligt på tvärsliden *6*, som kan förskjutas på knäet *7*. Matningsrörelserna kan på vanligt sätt regleras med klackar och anslag. Längd- och tvärmatningarna är maskinella med 12 olika hastigheter. Dessa inställes dels med en kulspak med 3 olika lägen, dels genom 4 kombinationer av 5 st. utbytbara kugghjul. Matningsväxlarna är placerade i stativet och erhåller sin rörelse från en axel med konstant varvtal. I fråga om växlarnas anordning och manövrering liknar maskinen för övrigt den förut beskrivna planfräsmaskinen (fig. 5).

*Rundbord* användes på vertikalfräsmaskiner vid bearbetning av cirkulära in- och utvändiga ytor samt för en del andra ändamål, där vridningsrörelsen kombineras med rätlinjig rörelse på arbetsbordet. Rundbordet fastsättes på det normala arbetsbordet och har vanligen skala för avläsning av vridningen.

# Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

**1.** *Vilken form har spåntvärytan vid fräsning med valsfräs?*

**2.** *Vilka olägenheter för arbetsstycket kan en alltför kraftig spånavverkning medföra vid motfräsning resp. medfräsning?*

**3.** *För en fräsningsoperation har man enligt tabellerna 1 och 2 valt skärhastigheten 15 m/min, matningen 0,20 mm per frästand samt bestämt sig för en fräs med 16 tänder och diametern 80 mm. Hur stor blir matningen i mm/varv av fräsen resp. i mm/min?*

**4.** *När är det lämpligt att använda bänkfräsmaskin? Nämn ett arbetsexempel!*

**5.** *Varigenom skiljer sig universalfräsmaskinen från övriga fräsmaskiner?*

**6.** *Vilken hjälpanordning användes vid fräsning av sexkant?*

**7.** *I en delningsdocka med utväxling 1: 40 mellan delningsspindel och delningsvev skall delningen 1/12 åstadkommas. Vilken hålskiva skall användas och hur mycket skall veven flyttas?*

**8.** *Omkretsen av ett föremål skall delas i 97 lika delar. Universaldelningsdocka med utväxlingen 1: 40 och normala hålskivor finns till förfogande. Hur går man tillväga?*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
02064

# VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 11

## Fräsmaskiner

*(Forts.)*

### Verktyg och deras uppsättning

I brev 6 har vi gett exempel på fräsarnas olika utformning för olika arbetsuppgifter. Vidare angavs i samma brev att det finns 2 huvudgrupper av fräsar nämligen fräsar med *frästa tänder* (fig. 1) och fräsar med *avbackade tänder* (fig. 2). Fräsar med frästa tänder slipas på *släppningsytan* under det att fräsar med avbackade tänder slipas på *spånytan*. Om slipningen i senare fallet utföres i ett plan, som går genom fräsens centrum, undergår frästandens profil inte någon förändring genom slipningen. Avbackade tänder användes därför för alla profilfräsar.

För skärvinklarna hos frästa fräsar gäller samma synpunkter som för svarvstål. Vid avbackade fräsar modifieras

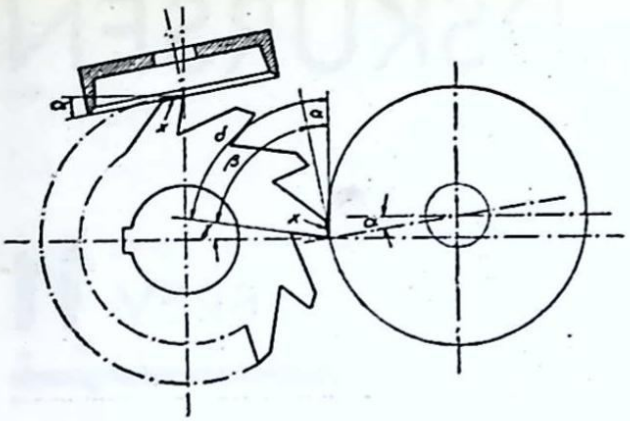


*Fig. 1. Fräs med frästa tänder.*
$\alpha$. Släppningsvinkel. $\beta$. Eggvinkel.
$\gamma$. Spånvinkel.

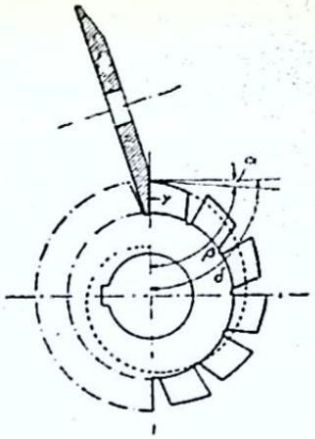


*Fig. 2. Fräs med avbackade tänder.*
$\alpha$. Släppningsvinkel.
$\beta$. Eggvinkel.

skärvinklarna genom att spånvinkeln på grund av slipningssättet blir 0°.

Valsfräsar bör vara försedda med skruvskär med en skruvningsvinkel av upp till 30—40° för att minska variationerna i skärkraften. De verkliga skärvinklarna hos sådana fräsar skall räknas i arbetsriktningen. Om fräsen är bred utföres ena halvan högerskuren och andra halvan vänsterskuren. Dessutom användes med fördel spånbrytarspår.

Innan vi övergår till fräsarnas uppsättning skall vi erinra om ytterligare några saker.

Frästanden arbetar vid motfräsning på sådant sätt att det kommaformade spånets tjocklek växer från noll till ett maximivärde. (Jfr brev 10). Tanden kommer därför att glida ett visst stycke på arbetsytan före inträngandet i materialet. Detta medför dels en kallbearbetning och hårdhetsökning hos arbetsstycket, dels en ökad förslitning av

fräsen. Denna ökning av förslitningen blir särskilt stor, om belastningen är så stor att t. ex. dornen fjädrar. Förslitningen på grund av glidfriktionen minskas om ett smörjande kylmedel tillföres. Möjligheten att avhjälpa nyssnämnda olägenhet genom medfräsning har också berörts.

Som vi förut nämnt finns det numera ingen anledning att skilja på fräsar för (skrubb-) grovfräsning och fräsar för slät- (fin-) fräsning. *Samma fräs med ett relativt litet antal grova tänder kan användas för både grov- och slätfräsning under förutsättning att man väljer lämpliga värden på skärhastighet, matning och skärdjup.*

**Fråga 1.** *Vilka är de två huvudtyperna av fräsar?*

**Fråga 2.** *Hur skall en bred valsfräs vara beskaffad?*

## Fastsättning av fräsar

Fräsarna kan antingen anbringas på en *fräsdorn,* vars ena ända fastsättes i fräsmaskinens arbetsspindel och vars andra ända uppbäres av ett stödlager, eller på en *friändsdorn* eller annan anordning, som endast uppbäres av frässpindeln.

Den senare metoden måste i allmänhet användas för *pinnfräsar, spårfräsar* m. fl., vilka av en genomgående dorn skulle hindras i sitt arbete. Den förra metoden är emellertid säkrare och bättre.

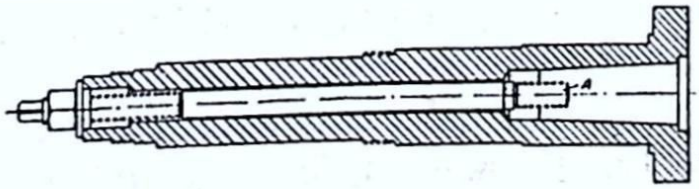


*Fig. 3. Frässpindel.*

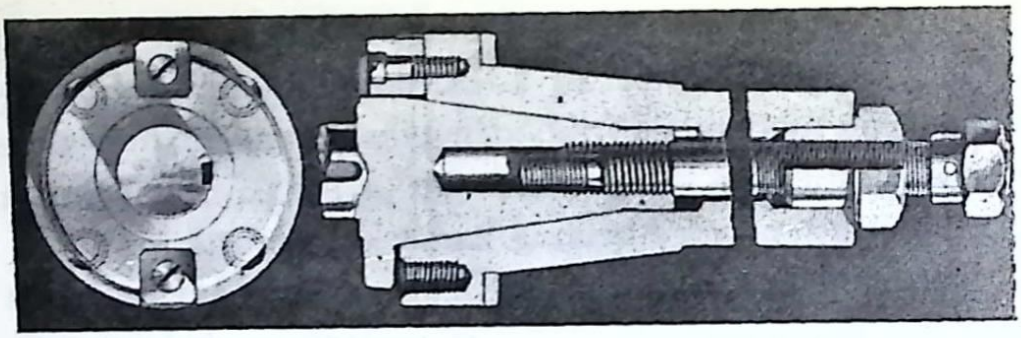


*Fig. 4. Frässpindel med insatt dorn.*

Frässpindeln på de flesta fräsmaskiner utföres som fig. 3 visar. Spindeln är i främre ändan försedd med en konisk urborrning för fastsättning av dornar. Den är dessutom urborrad efter hela längden. En i spindeln indriven dorn kan då lossas med en stång, som inskjutes från bakre ändan. Urborrningen kan även användas för att införa en i båda ändar gängad stång för fastdragning av verktyg, se fig. 4.

**Fråga 3.** *Varför är spindeln i fräsmaskinen vanligen urborrad?*

## Uppsättning på genomgående dorn

Med genomgående dorn förstår vi en dorn, vars yttre ända uppbäres av maskinens stödlager. En sådan dorns utseende framgår av fig. 5. Den vänstra ändan är försedd med kona passande till frässpindelns kona. Den för fräsen avsedda delen av dornen är cylindrisk och försedd med kilspår utefter hela längden. På denna del kan distansringar A uppträdas, med vilkas hjälp fräsen kan placeras i lämpligt läge på dornen i förhållande till arbetsstycket. Tack vare dessa ringar kan också samma dorn användas

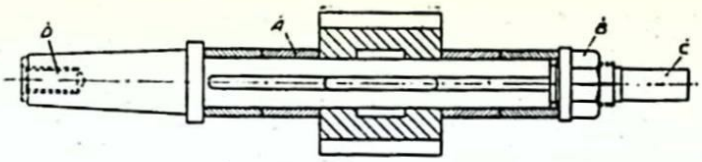



*Fig. 5. Genomgående dorn.*
A. Distansringar. B. Mutter. C. Tapp. D. Gängat hål.

för fräsar med olika bredd. Fräsen inspännes mellan distansringarna med muttern B och hindras av en kil att vrida sig på dornen. Kilen bör ligga an mot kilspåret i fräsen endast med sidytorna. Dornen avslutas med en tapp C, passande till fräsmaskinens stödlager. Då detta inte kan uppta någon axiell belastning, måste dornen dras fast vid frässpindeln med en bakifrån införd stång (se fig. 4), som inskruvas i det därför avsedda hålet D.

En genomgående dorn kan ibland få så klena dimensioner, att det inte lämpar sig att förse den med kona, som direkt passar till frässpindelns kona. Man använder sig då av en *insatshylsa,* som är utförd på ungefär samma sätt som de insatshylsor, vilka användes vid borrmaskiner (se även fig. 7).

**Fråga 4.** *Vad förstås med genomgående dorn?*

## Frihängande uppsättning

Skaftfräsar med koniskt skaft kan indrivas direkt i frässpindelns kona, om konorna har samma dimensioner. Ofta har dock skaftfräsen mindre kona än spindeln och man måste då använda insatshylsa. En speciell utföringsform visas i fig. 6. Insatshylsans ända är här försedd med en utvändig, grövre gänga och frässkaftet med en

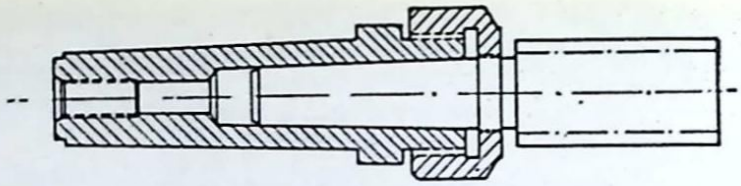


*Fig. 6. Skaftfräs insatt i insatshylsa.*

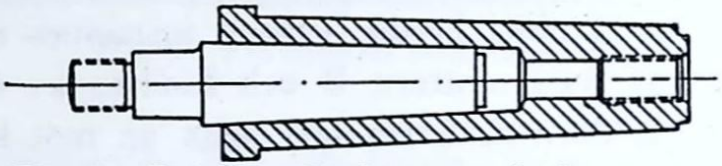


*Fig. 7. Fräsdorn för fräsar med gängat nav.*

finare gänga. Fräsen kan då dras fast vid insatshylsan med en mutter, som är försedd med en grövre gänga för insatshylsans gänga och en finare gänga för gängan på frässkaftet. Då muttern dras åt, inpressas fräsen med stor kraft i insatshylsan, där den stadigt sitter kvar på grund av skillnaden i gängornas stigning. Då muttern lossas, pressas fräsen ur insatshylsan.

Fräsar med cylindriskt skaft fastsättes i speciella hållare. En sådan hållare utgöres av en dorn med koniskt skaft passande till frässpindelns kona. Dornens främre del är svagt konisk, uppskuren på tre ställen samt försedd med urborrning för frässkaftet. Detta omslutes sålunda av tre konade flikar, vilka klämmes till om frässkaftet med en hylsmutter försedd med invändig kona.

Fig. 7 visar en dorn för fräsar med gängat nav. Fräsen gängas upp på dornens tapp tills den stöder mot ansatsen. Denna fastsättningsmetod användes ibland för mindre fräsar, vilkas nav är så kort, att ett tillräckligt långt kilspår ej kan erhållas. Dornen måste ges en sådan rotationsriktning, att fräsen ej skruvas av under arbetet. I allmänhet

använder man dock även på friändsdornar kil för att hindra fräsens vridning. Fig. 8 visar en vanlig fräsdorn försedd med kilspår. Fräsen dras fast mot ansatsen A med en mutter på den gängade tappen B. Den avbildade dornen, som är avsedd att passa till fräsmaskinens spindelkona utan användande av insatshylsa, är försedd med ett gängat hål C för fastlåsning.

Det förekommer också att stora fräsar fastskruvas direkt på spindeln. Fräsen blir då emellertid svår att lossa, emedan skärkraften strävar att dra fast den allt hårdare. Ett utmärkt sätt att fastsätta större änd- och mantelskärsfräsar anges av fig. 9. Fräsen fastskruvas här med skallskruv direkt på frässpindelns främre ända. De två klackarna A tjänstgör som medbringare. Såväl fastsättningsmetoden som spindelkonans formgivning är standardiserad. På en del fräsmaskiner användes även spindel försedd med utvän-

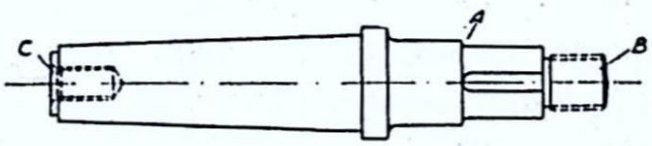



*Fig. 8. Fräsdorn med kilspår.*
A. Ansats. B. Gängad tapp. C. Gängat hål.

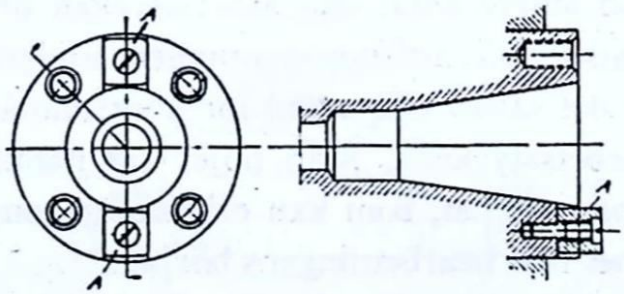



*Fig. 9. Fastsättningsanordning för stora änd- och mantelskärsfräsar.* A. Medbringarklackar.

dig kona, på vilken fräsen kan dras upp direkt. Fastlåsning sker med genomgående stång, som förut beskrivits.

**Fråga 5.** *Ge exempel på hur frihängande uppsättning kan anordnas!*

## Arbetsstyckets uppspänning

Vid fräsning ställer de uppträdande krafterna stora krav på uppspänningsanordningarna för arbetsstycket. Elektromagnetisk spännplatta kan därför inte användas. Man hänvisas uteslutande till mekaniska, tryckluftsmanövrerade eller hydrauliska uppspänningsanordningar.

Om flera ytor på ett arbetsstycke skall bearbetas, är det i allmänhet omöjligt att utföra alla bearbetningarna i samma uppspänning. Man kan då fråga sig vilka ytor, som skall bearbetas först. Vid andra verktygsmaskiner är det vanligt att de ytor, som skall bearbetas till största noggrannhet, sparas till sist. Så gör man emellertid inte vid fräsning. *Här bearbetar man först sådana ytor, som skall vara uppspänningsytor vid de följande uppspänningarna oavsett bearbetningens finhetsgrad.*

Emedan uppspänningen i allmänhet tar avsevärd tid, söker man vid större antal lika arbetsstycken ordna dessa i lämpliga satser, så att uppspänningen underlättas. Däremot åtgår det sällan någon tid för kontrollmätning (tolkning) av arbetsstyckena. Man nöjer sig nämligen i regel med den noggrannhet, som kan erhållas genom inställning av skärdjupet före bearbetningens början.

Uppspänningen kan ske på olika sätt alltefter arbetsstyckets och bearbetningens art. Man skiljer sålunda mellan

*uppspänning direkt på arbetsbordet, uppspänning i skruvstycke eller fixtur fäst på arbetsbordet* samt *uppspänning i delningsapparat.* Betr. uppspänningsanordningar hänvisas även till brev 4.

**Fråga 6.** *Vilka ytor bearbetas först vid fräsning?*

All uppspänning måste ske med största omsorg. Framför allt måste man se till att inga grader eller spån förhindrar arbetsstyckets och uppspänningsanordningarnas rätta inställning.

## Uppspänning direkt på arbetsbordet

Vid uppspänning direkt på arbetsbordet använder man ofta *fästjärn* och *fästbultar,* dvs. samma hjälpmedel som vid andra verktygsmaskiner. För att hindra arbetsstyckets förskjutning utför man om möjligt uppspänningen som fig. 10 visar, nämligen så att arbetsstycket får stöd mot ett fast anslag. Man kan också spänna fast ett stödblock på bordet vinkelrätt mot rörelseriktningen. För att arbetsstycket ej skall ge vika under frästrycket, bör man se till, att det vilar

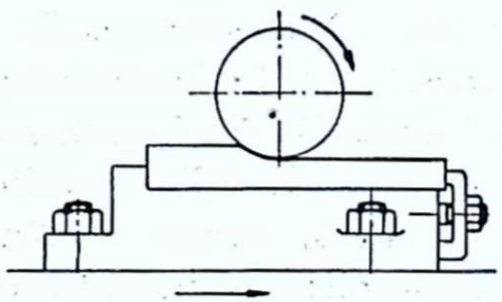


*Fig. 10. Arbetsstycket stöder mot ett fast anslag.*

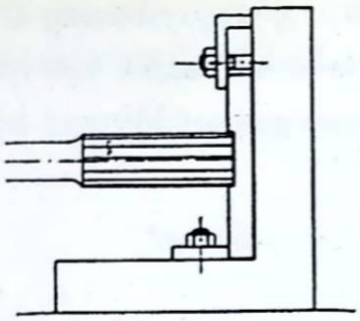


*Fig. 11. Uppspänning medelst vinkelhylla.*

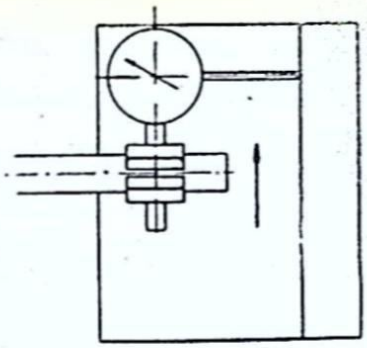


*Fig. 12. Uppspänningen kontrolleras med mätklocka.*

stadigt antingen direkt på arbetsbordet eller på ett tillräckligt antal underläggsklotsar.

Ofta är det lämpligt att fästa arbetsstycket vid en gjuten vinkel s. k. *vinkelhylla.* Detta gäller särskilt tunna arbetsstycken, som skall bearbetas stående på högkant. (Se fig. 11). Vinkelhyllan bör spännas fast på sådant sätt, att den vertikala delen blir vinkelrät mot frässpindeln, dvs. parallell med bordets rörelseriktning. Man kan lätt kontrollera detta med en *mätklocka,* som fästes på frässpindeln så, att dess spets berör vinkeln (fig. 12). Förflyttar man bordet i pilens riktning, ser man på mätklockans utslag, om inställningen är riktig. Man använder för övrigt samma metod, då det gäller att ställa in ett arbetsstycke så, att dess ena sidoyta blir parallell med bordets rörelseriktning.

Då samma operation skall utföras på flera smärre arbetsstycken uppspännes så många av dem som möjligt samtidigt på arbetsbordet (se fig. 13). Genom lämplig gruppindelning kan den totala arbetstiden ytterligare förkortas. Vid vissa maskiner kan man sålunda ta ur den

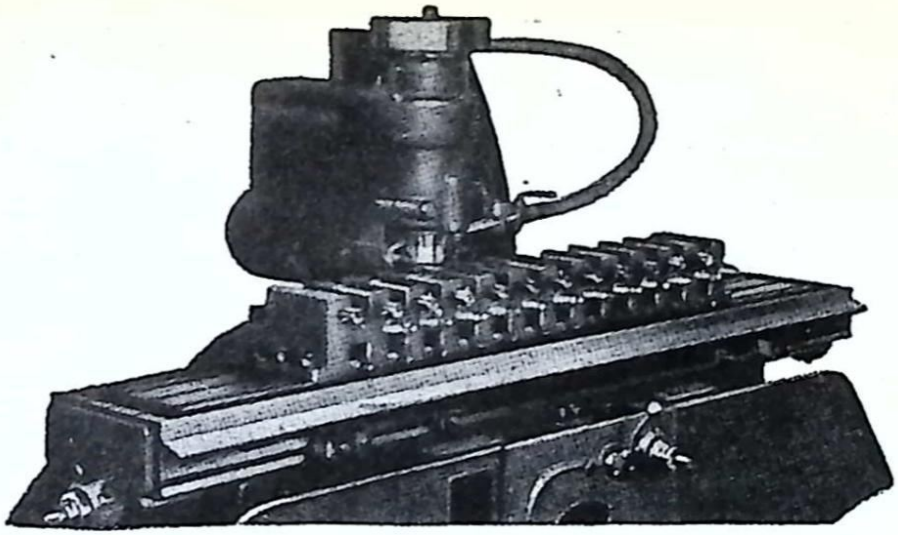


*Fig. 13. Fräsning av ett flertal arbetsstycken i samma uppspänning.*

först bearbetade gruppen och ersätta den med obearbetade arbetsstycken under det att en följande grupp fräses.

**Fråga 7.** *När är det lämpligt att använda vinkelhylla?*

**Fråga 8.** *Varför uppspännes så många arbetsstycken som möjligt samtidigt vid bearbetning av lika arbetsstycken?*

## Uppspänning i skruvstycke

Mindre arbetsstycken kan i regel spännas fast i skruvstycken. För fräsmaskiner avsedda skruvstycken är i allmänhet försedda med utbytbara backar, fästa medelst skruvar. Backarna kan då anpassas efter det speciella arbetsstycke, som skall bearbetas. Härigenom förbättras inspänningen och vibrationer undvikes. Samtidigt kommer arbetsstycket alltid i samma läge i förhållande till fräsen. Vid inspänning av cylindriska föremål använder man t. ex.

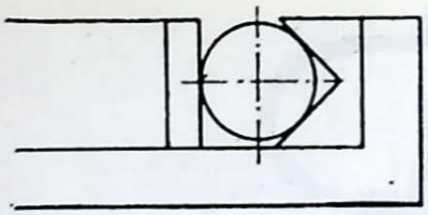


*Fig. 14. Inspänning med plan och V-formad back.*

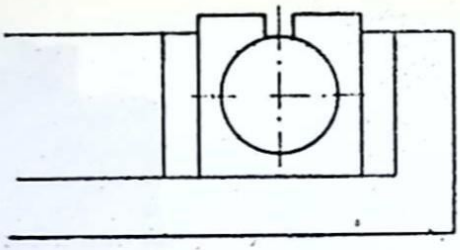


*Fig. 15. Inspänning med plana backar och bussning.*

en plan back och en V-formad back enligt fig. 14. En annan metod för fastspänning av axlar vid fräsning av kilspår anges av fig. 15. Här användes två plana backar och en fyrkantig bussning, vars hål passar till axeln. Bussningen är upptill försedd med ett genomgående spår, vars bredd är något störrre än fräsens.

Skruvstycket spännes fast på fräsbordet antingen så, att dess backar blir parallella med eller vinkelräta mot frässpindeln. Inställning parallellt med frässpindeln i en horisontalfräsmaskin utföres enklast genom att höja bordet i jämnhöjd med frässpindeln och ställa in skruvstycket så, att en dorn insatt i frässpindeln ligger an utefter den ena backens insida (fig. 16). Inställning vinkelrätt mot fräs-

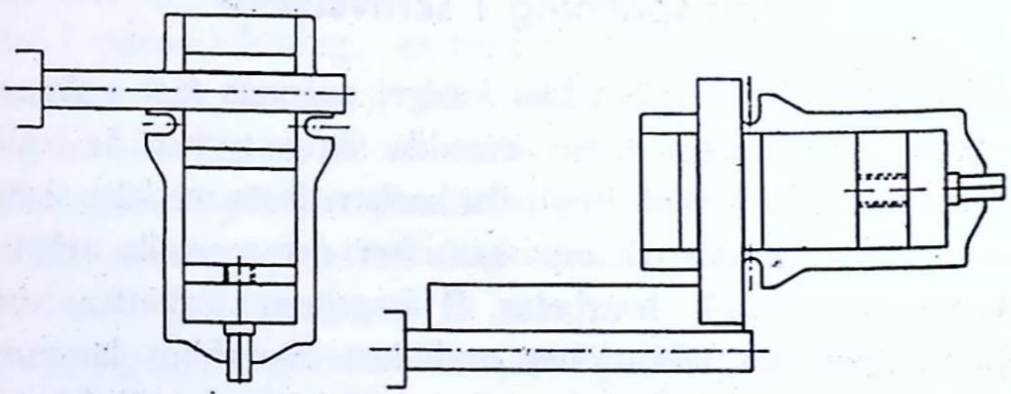


*Fig. 16—17. Skruvstyckets inställning vid horisontalfräsmaskin. Fig. 16 parallellt med, fig. 17 vinkelrätt mot frässpindeln.*

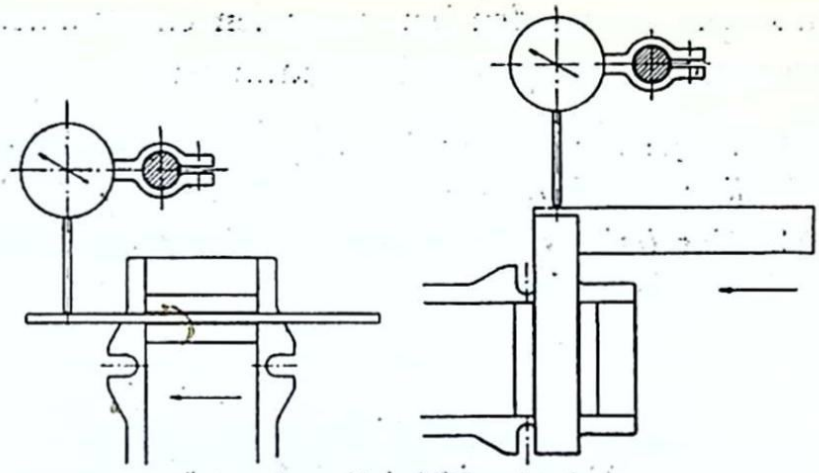


*Fig. 18—19. Skruvstyckets inställning vid vertikalfräsmaskin. Fig. 18 parallellt med, fig. 19 vinkelrätt mot bordets rörelseriktning.*

spindeln utföres med hjälp av en rät vinkel (anslagsvinkel). Denna fastspännes med *anslaget* mellan backarna, varefter skruvstycket inställes så, att det andra benet (klingan) ligger an mot fräsdornen (fig. 17).

Skruvstycken avsedda för fräsmaskiner har ofta två spår på undersidan, av vilka det ena är vinkelrätt mot och det andra parallellt med backarnas insidor. Sådana skruvstycken kan lätt ställas in med hjälp av en styrlist, vars undre del passar till T-spåren i fräsbordet och vars övre del passar till skruvstyckets spår.

Vid inriktning av skruvstycket i en vertikalfräsmaskin (vertikal frässpindel) förfar man på följande sätt. På en i frässpindeln indriven dorn fastskruvas en mätklocka. Mellan backarna i skruvstycket inspännes en linjal, då man vill ha backarna parallella med bordets rörelseriktning (fig. 18) och en vinkel, då man vill ställa in backarna vinkelrätt mot bordets rörelseriktning (fig. 19). Mätklockans

spets inställes så, att den berör linjalen eller vinkeln, varefter bordet förflyttas i matningsriktningen.

**Fråga 9.** *Varför har skruvstycken, avsedda för fräsmaskiner, vanligen utbytbara backar?*

**Fråga 10.** *Hur inriktas ett skruvstycke vid uppspänning på fräsmaskinsbordet?*

## Uppspänning i fixtur

Fixturer användes mycket ofta för fastspänning av arbetsstycken i verktygsmaskiner. I brev 4 visar fig. 30 ett exempel på fräsfixtur. Fixturernas form och utseende blir naturligtvis mycket skiftande beroende på arbetsstyckenas form och fräsningens art.

Som ytterligare exempel visas i fig. 20 en enkel fixtur för inspänning av axlar, i vilka kilspår skall fräsas. Fixturens kropp A, som spännes fast vid fräsbordet, är försedd med två eller ev. flera V-formade spår i vilka axlarna läggas. Axlarna klämmes fast med fästjärnen B. Läget i axiell led fixeras med hjälp av anslag på kroppen A. Beroende

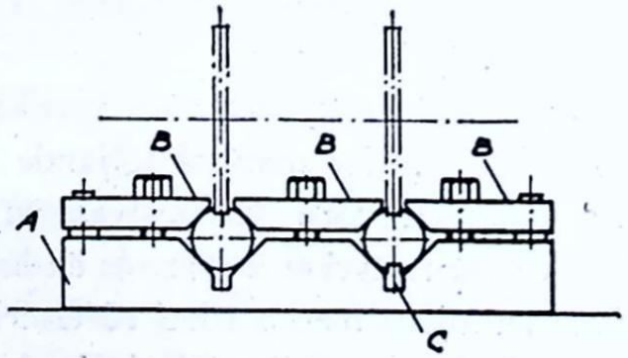



*Fig. 20. Enkel fixtur för fräsning av kilspår i axlar.*

på axlarnas längd använder man två eller flera fixturer. Om axlarna skall förses med två diametralt motsatta kilspår, fräses först det ena spåret. Axeln vrides därefter runt ett halvt varv och låses fast med en styrkil C, som passar till V-spårens botten. Därefter fräses det andra spåret.

## Uppspänning i delningsdocka

Delningsdocka användes för vridning av arbetsstycken, i vilka skruvlinjespår eller axiella spår med visst vinkelavstånd skall fräsas. Delningsdockans konstruktion och funktion har tidigare beskrivits i samband med universalfräsmaskinen. Fig. 21 visar en bild av en delningsdocka med tillhörande dubbdocka. Delningsspindeln är i främre ändan utförd på ungefär samma sätt som arbetsspindeln till en mindre svarv. Den är sålunda utvändigt försedd med ansats och gänga för uppdragning av planskiva, chuck eller medbringarskiva samt invändigt försedd med konisk urborrning för fastsättning av centrumdubb eller dorn. Delningsapparaten och dubbdockan fästes vid

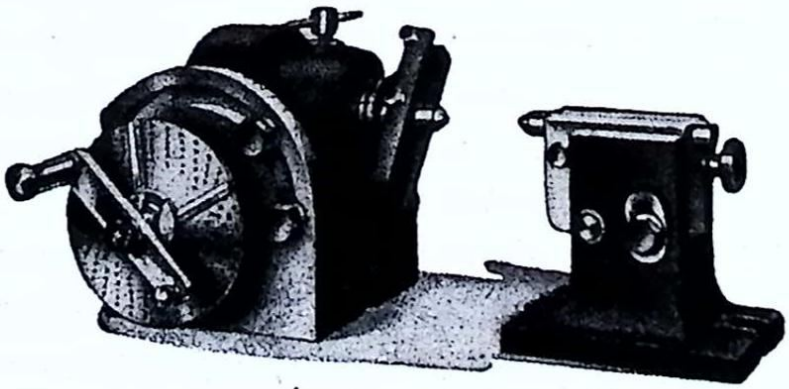


*Fig. 21. Universaldelningsdocka med dubbdocka.*

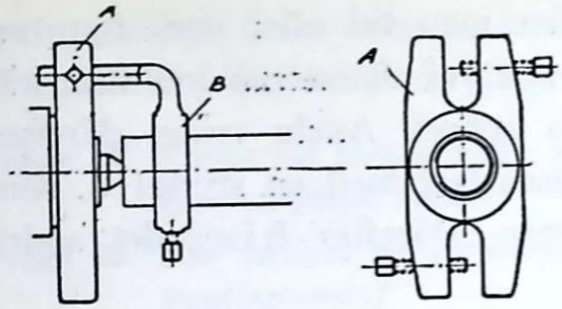



*Fig. 22 a. Uppspänning mellan dubbarna.*
A. medbringarskiva. B. medbringare.

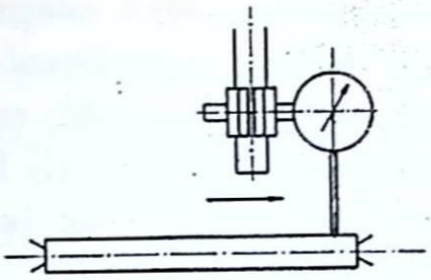


*Fig. 22 b. Kontroll av uppspänningen.*

arbetsbordet medelst skruvar. Arbetsstycket fastspännes antingen direkt mellan dubbarna i delningsdocka och dubbdocka eller uppspännes på delningsdockans spindel medelst *planskiva, chuck* eller *dorn*. Uppspänningen utföres sålunda med samma hjälpmedel, som användes vid vanliga svarvar.

Vid uppspänning mellan dubbarna måste man använda *medbringare* och *medbringarskiva* för att överföra delningsspindelns rörelse till arbetsstycket. Medbringaren (B i fig. 22 a) fästes vid arbetsstycket medelst en skruv. Medbringarskivan A, som dras upp på delningsspindeln, erhåller vid delningsdockor ofta den form, som figuren visar.

För kontroll av arbetsstyckets inställning användes helst mätklocka. Skall t. ex. arbetsstyckets axel vara parallell med bordets rörelseriktning, inspännes en väl centrerad och noggrant slipad dorn mellan dubbarna. Man spänner därefter fast mätklockan på en dorn indriven i frässpindeln och undersöker den mellan dubbarna uppsatta dornens läge såväl i vertikal- som horisontalplanet (se fig. 22 b).

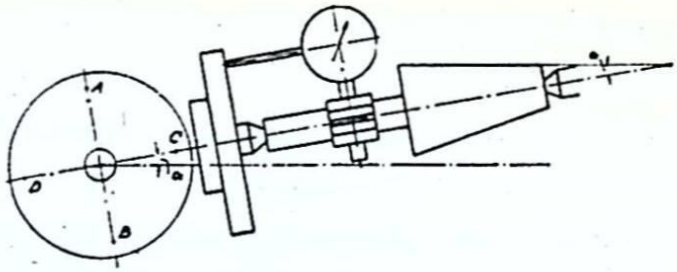


*Fig. 23. Uppspänning för bearbetning av koniskt arbetsstycke. (Till vänster visas medbringarskivan sedd från dubbsidan.)*

Vid bearbetning av koniska föremål vrides *delningshuvudet* så, att spindeln bildar en vinkel med horisontalplanet (fräsmaskinsbordet), som är lika med konans halva toppvinkel (fig. 23). Dubbdockans dubb kan ofta förskjutas i höjdled och ibland även vridas i vertikalplanet (se även fig. 45). Det är naturligtvis av största vikt, att den inställes så, att arbetsstyckets centrumlinje sammanfaller med spindelns centrumlinje. Man kontrollerar detta bäst med mätklocka, som fastspännes på arbetsstycket, fig. 23. Genom arbetsstyckets vridning bringas mätklockans spets i kontakt med punkterna A, B, C och D på medbringarskivan, som då bör utgöras av en rund skiva. Om samma utslag erhålles i samtliga punkter, är arbetsstyckets centrumlinje parallell med spindelns centrumlinje.

Långa och klena arbetsstycken, uppspända mellan dubbarna, måste understödjas på lämpligt sätt för att de ej skall fjädra undan för frästrycket (se fig. 39).

**Fråga 11.** *Hur överföres delningsspindelns rörelse till arbetsstycket vid uppspänning mellan dubbarna?*

**Fråga 12.** *Hur kontrolleras arbetsstyckets inställning?*

Vid uppspänning på planskiva, chuck eller dorn kan uppspänningen anses frihängande, eftersom arbetsstycket endast bäres upp av delningsspindeln. Dubbdockan kommer här således inte till användning.

Planskiva användes för fastspänning av oregelbundet formade, korta arbetsstycken, vilka inte kan spännas upp i chuck och inte kan anbringas på dorn. Planskivan (se brev 4) dras upp på spindeln på samma sätt som en medbringarskiva. Den kan emellertid även vara försedd med ett koniskt centrumhål och uppsättes då på en konisk dorn, som drives in i delningsspindeln.

Chuck användes gärna, eftersom uppsättningen kan utföras fort och lätt. Man använder helst självcentrerande chuckar (se brev 4).

För inspänning i chuck lämpar sig särskilt mindre, cylindriska föremål, på vilkas ändar spår, fyrkanthuvuden e. d. skall fräsas. Chuck användes även för arbetsstycken, vilka är för långa för att kunna spännas in mellan dubbarna och som är så klena, att de kan passera genom den urborrade delningsspindeln.

Arbetsstycken med noggrant bearbetade centrumhål anbringas på dorn, som drives in i delningsspindeln. På detta sätt uppsättes t. ex. fräsar med genomgående hål, då tänderna skall fräsas.

# Arbeten i fräsmaskiner

## Allmänt

De synpunkter, som här skall framföras, berör i huvudsak plan-, universal- och vertikalfräsmaskiner men kan också tillämpas på andra slag av fräsmaskiner.

Vid utförande av en fräsningsoperation bör man alltid ha för ögonen, att arbetet skall utföras med så små tomgångsperioder som möjligt samt att fräsbredden skall utnyttjas i största möjliga grad. Dessa synpunkter har också stort inflytande på arbetsstyckets uppspänning.

Vid sådana arbetsstycken, där *universalfräsmaskin* ej behöver komma ifråga, har man att välja mellan att använda *horisontalfräsmaskin* eller *vertikalfräsmaskin*. Valet blir slutligen en kostnadsfråga, om man från början förutsätter en viss kvalitet på arbetet. Vid kostnadsberäkningen måste man då ta hänsyn inte bara till arbetslön utan även till kostnad för maskin, eventuella fixturer, specialverktyg m. m. Vanligen är det lämpligt att bearbeta stora plana ytor i vertikalfräsmaskin. Mindre ytor, speciellt på oregelbundet formade arbetsstycken, bearbetas i regel fördelaktigast i horisontalfräsmaskin. Profilerade ytor bearbetas nästan alltid i horisontalfräsmaskin.

Som allmänna regler för fräsning må följande anföras.

Fräsmaskinen skall vara i gott skick och så styv som möjligt. Glapp i de drivande delarna ger upphov till vibrationer och får ej förekomma. Den frihängande längden på fräsdornen skall vara så kort som möjligt. Där så erfordras användes stödlager. Drivmotorns effekt måste vara tillräckligt stor för den spånavverkning, som önskas.

Fräsarna skall ha lämplig diameter och tanddelning för ifrågavarande bearbetning. På valet av fräsdiameter inverkar den erforderliga styvheten hos dornen, däremot knappast arbetets karaktär av slät- eller grovfräsning. På valet av tanddelning inverkar arbetsstyckets material och skärdjupet.

Fräsarna måste vidare vara skarpa och i övrigt noggrant slipade samt bearbetade på sådant sätt, att de vid uppsättningen kommer i riktigt läge på dornen eller frässpindeln.

Fordringarna på fräsmaskinen och dess rätta handhavande måste vara särskilt stora, om *hårdmetallverktyg* användes. Detta beror dels på den uppdrivna spånavverkningen, som förutsätter, att maskinen i alla avseenden tål de uppkommande påkänningarna, dels på att hårdmetallverktygen är mycket ömtåliga för stötar och slag mot tänderna.

**Fråga 13.** *Vilka regler skall iakttas för att ett gott resultat skall erhållas vid fräsning?*

## Uppriktning av arbetsstycket

I det föregående har de vanligaste metoderna för arbetsstyckets uppsättning beskrivits. Här må endast ytterligare framhållas att uppspänningen vid produktionsfräsning oftast sker i skruvstycken eller fixturer.

Som förut anförts kan man vid uppsättning i skruvstycke lätt rikta in arbetsstycket genom att anbringa detta på lämpligt sätt mellan skruvstyckets parallella käftar. Den

egentliga inriktningen erhålles i de flesta fall genom själva skruvstyckets inriktning på arbetsbordet. Detta kan ske på förut angivet sätt med tillhjälp av dorn eller linjal och mätklocka eller med hjälp av de på skruvstyckets undersida befintliga spåren. Skruvstycken anbringas dessutom ofta på ett enkelt rundbord försett med gradering. Härigenom kan arbetsstycket ställas in i godtycklig vinkel i horisontalplanet.

Då fixturer användes för arbetsstyckets bearbetning erhålles uppriktningen av sig själv genom rätt inläggning i fixturen. Denna skall, som förut framhållits, vara så beskaffad, att arbetsstycket kommer i sitt rätta läge och ej kan ändra plats under bearbetningen. Den skall vidare vara så beskaffad, att arbetsstycket vid inspänningen ej ändrar form eller utsättes för otillbörliga påkänningar. Vidare måste fixturen vara anordnad på sådant sätt, att arbetsstycket ej fjädrar undan för verktyget under bearbetningen. Helst bör även fixturen vara så konstruerad, att arbetsstycket ej kan läggas in fel. Den skall dessutom vara försedd med sådana anordningar, att den lätt kan spännas fast i önskat läge vid maskinens arbetsbord, eftersom det slutligen är härigenom som arbetsstyckets inriktning i förhållande till frässpindeln erhålles.

De enklaste och vanligaste fixturerna spännes upp parallellt med arbetsbordets rörelseriktning (i längdled) och konstrueras på sådant sätt, att arbetsstycket härvid bearbetas i önskat läge. Fixturernas inriktning åstadkommes med lösa styrlinjaler, som skruvas fast i spår på fixturens bottenplatta. Styrlinjalerna passar till spåren i arbetsbordet. Istället för styrlinjaler användes även tappar med fyrkanthuvud. Fixturerna spännes för övrigt fast vid arbetsbordet

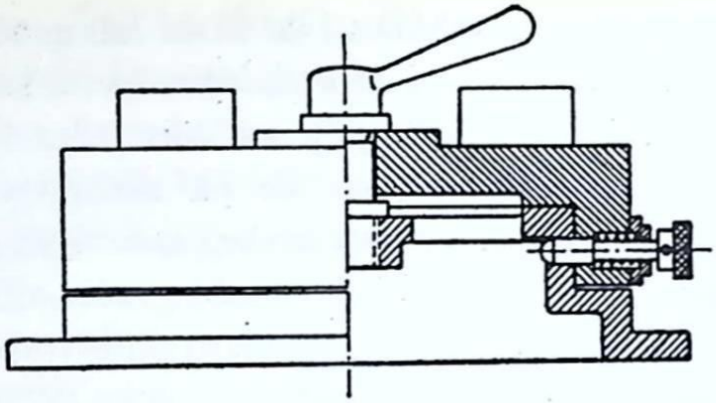


*Fig. 24. Fixtur, inställbar i olika lägen.*

antingen direkt, med hjälp av skruvar, eller med skruv och fästjärn.

Fixturer är ofta utförda för flera olika bearbetningar på samma arbetsstycke. Fixturen anbringas då på en delnings- eller inställningsanordning, som möjliggör dess fastlåsning i flera olika arbetslägen. En sådan *delningsanordning* kan utgöras av en skiva, på vilken fixturen kan vridas i olika lägen kring en tapp. Fixturen förses härvid med en tapp (indexpinne), som faller in i hål på skivan, vilka är borrade på punkter, som motsvarar arbetsstyckets inställning för de olika operationer, som skall utföras. (Fig. 24). Arbetsstycket erhåller alltså fortfarande sin rätta inställning genom fixturen.

Samma är förhållandet med *dubbla fixturer,* vilka kan vridas ett halvt varv. I en sådan fixtur inspännes ett nytt arbetsstycke samtidigt som ett annat bearbetas.

Inställningsrörelsen består inte alltid i vridning utan kan ibland vara en rätlinjig förflyttning. Vid alla delnings- och inställningsanordningar möter det vissa svårigheter att få fixturen att inta exakt riktigt läge. Dels kan delningen i och för sig vara behäftad med fel, dels ökas detta fel lätt

på grund av frässpån, som lägger sig mellan styrningar och anslag och hindrar fixturen att inta de av låsanordningarna anvisade lägena.

**Fråga 14.** *Vilken fördel vinnes med s. k. dubbel fixtur?*

**Fråga 15.** *Hur sker arbetsstyckets inriktning vid fräsning i fixtur?*

## Inställning av verktyget

Ofta är fordringarna på arbetsstyckets dimensioner inte större än att tillräcklig noggrannhet erhålles genom inställning av arbetsbord eller frässpindel med härför avsedda rattar. Fixturerna är i allmänhet ej heller försedda med anvisningar utvisande hur långt bearbetningen skall ske.

Såväl då skruvstycken som fixturer användes, kan man emellertid erhålla önskad inställning av fräsen på ett mycket enkelt sätt. Man förser nämligen fixturen på lämpligt ställe med en *utgångsyta.* Denna placeras på sådan höjd, att bearbetning till riktigt djup erhålles genom att direkt ställa in fräsen i höjdled så, att den berör ytan, som naturligtvis måste vara noggrant bearbetad. Utgångsytan kan också anordnas så, att fräsen inställes för beröring av *passbitar* lagda på ytan. Fig. 25 anger detta förfarande tillämpat med såväl direkt inställning för bearbetning av ytan A som med inställning mot passbitar C för bearbetning av ytan B.

Samma metod kan också i många fall begagnas för fräsens inställning, då arbetsstycket spännes in i skruvstycke.

Vid fräsning med spår- och profilfräsar måste fräsens läge fixeras såväl i höjdled som i sidled, eftersom man då

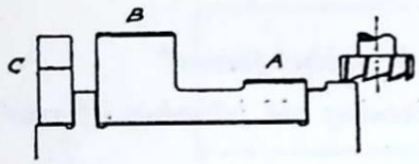



*Fig. 25. Fräsen inställes mot fast yta för fräsning av ytan A, mot passbitar (C) för fräsning av ytan B.*

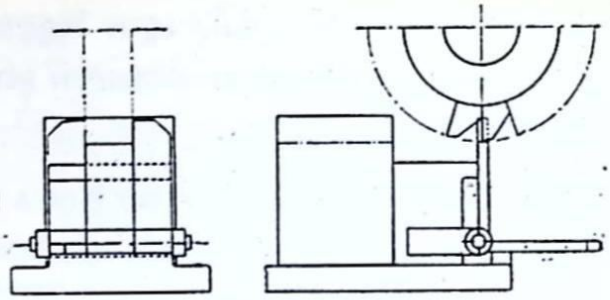


*Fig. 26. Inställning med mall vid spårfräsning.*

skall fräsa antingen ett spår i visst läge och till visst djup eller fräsa ut en profil med bestämt läge på arbetsstycket. Fräsen inställes då efter mall, som dels ger anvisning för höjdläget, dels ger styrning i sidled för fräsen vid inställningen. Vid spårfräsning kan man till exempel använda en nedfällbar mall av det slag, som visas i fig. 26.

Inställning av fräsen i höjdled, med utgångspunkt från arbetsbordet, kan utföras med passbitar eller ritskubb. Då passbitar användes förfar man på samma sätt som vid inställning från en utgångsyta på en fixtur. Man upplägger alltså på arbetsbordet, på varandra, det antal passbitar, som erfordras för att bilda det avsedda måttet. Bordet inställes sedan så att en frästand med spetsen i sitt nedersta läge berör den översta passbiten. Vid fräsningen kommer då den bearbetade ytan på samma avstånd från arbetsbordet.

Då ritskubb användes, ställes ritsnålen in efter stålskala med den omböjda spetsen riktad uppåt. Fräsen inställes därefter så att den nedersta tanden berör spetsen.

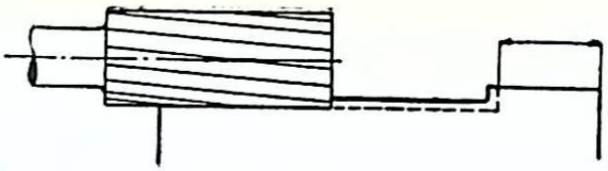


*Fig. 27. Inställning för fräsning med pinnfräs.*

Om en yta skall fräsas, på ett visst avstånd från en annan i höjdled, lägger man lämpligen passbitar på den först bearbetade ytan och ställer in fräsen därefter (Jfr fig. 25)

Inställning av fräsen i sidled kan ibland utföras efter ögonmått. Detta är t. ex. fallet, då ett arbetsstycke skall fräsas på hela bredden. Skall däremot fräsningen utföras med pinnfräs (fig. 27) så att en ansats bildas på ett visst avstånd från den förut bearbetade ändytan, uppmätes detta avstånd direkt med ett skjutmått e. d. innan fräsningen börjar.

En metod, som är användbar, då det gäller att rikta in en spårfräs mitt över en axel visas i fig. 28. En vinkel placeras först på ena sidan av axeln, därefter på den andra på sådant sätt, att vinkelbenet tangerar axeln. Avståndet *A* uppmätes och fräsens läge passas tills avstånden blir lika.

När en noggrann inställning av ett arbetsstyckes centrumlinje i höjd med frässpindelns centrumlinje erfordras, kan följande metod användas. Enligt fig. 29 använder man sig härvid av en mätklocka *1*, en hållare *2*, som indrives i maskinspindeln, en vinkelarm *3* med mätspets, två passbitsskänklar *4* och *5* samt en passbit *6*. Olika centrumhöjder erhålles genom att ändra på passbiten *6*. Mätningen utföres enligt figuren i två diametralt motsatta lägen. Övergång från det ena till det andra sker ge-

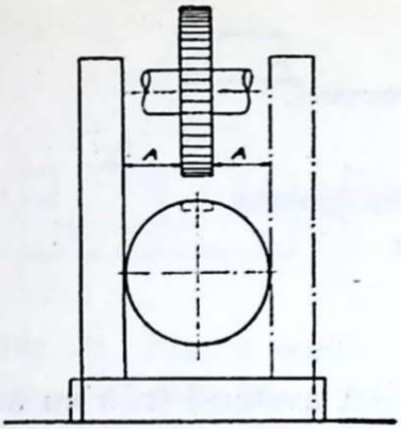


*Fig. 28. Inställning vid spårfräsning.*

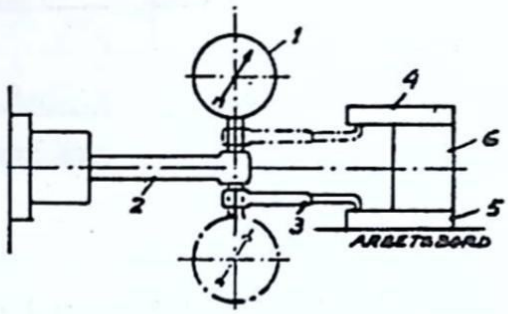



*Fig. 29. Inställning med mätklocka.* 1. mätklocka. 2. hållare 3. vinkelarm.4, 5, 6. passbitar.

nom vridning av frässpindeln 180°. Då mätklockan ger samma utslag i båda lägena befinner sig spindeln på önskad höjd över bordet. Metoden har bl. a. den fördelen, att inställningen blir oberoende av eventuell nötning i höjdmatningsskruven.

**Fråga 16.** *Vilka hjälpmedel användes för inställning av verktyget?*

## Smörjning och kylning av fräsen

För smörjning och kylning av fräsen användes *skäroljor* av olika slag. Skäroljans uppgift vid fräsning är densamma som vid bearbetning med andra spånskärande verktyg. Den skall sålunda dels verka smörjande, genom att minska friktionen mellan verktyg, arbetsstycke och spån, dels kylande genom att bortleda värme. Den erforderliga effekten för fräsningen minskar härigenom och verktyget håller sig längre skarpt.

*Förutom att smörja och kyla verktyg och arbetsstycke har skäroljan även till uppgift att spola bort spånen.*

Vid tyngre fräsarbeten måste tillförseln av skärolja vara synnerligen riklig (se fig. 15 i brev 4). Vi hänvisar också i övrigt betr. smörjning och kylning till brev 4.

Uppspänningen av arbetsstycket måste utföras på sådant sätt, att skäroljan både kan komma fram till den yta, som bearbetas, och avrinna därifrån. Detta måste särskilt beaktas vid tillverkning av fixturer, vilka måste förses med rymliga öppningar, genom vilka spån och skärolja kan avgå.

Fortfarande måste man vid vissa arbeten använda den enkla metoden att tillföra skäroljan genom påstrykning med pensel. Påstrykningen bör då göras på den sida av fräsen, som avlägsnar sig från arbetsstycket, emedan penseln i motsatt fall lätt kan dras in mellan fräsen och arbetsstycket.

**Fråga 17.** *Vilken uppgift har skäroljan och vid vilka material bör den användas?*

## Arbetsexempel

### Fräsning av spår med pinnfräs

Vid fräsning av spår med pinnfräs möter det vissa svårigheter att få ett jämnt spår med riktiga dimensioner placerat på rätt ställe. Antag t. ex. att ett spår skall fräsas med en pinnfräs på det sätt, som fig. 30 visar. Fräsen tänkes sedd i riktning från frässpindeln och roterar i den angivna pilriktningen. Som framgår av figuren är det endast

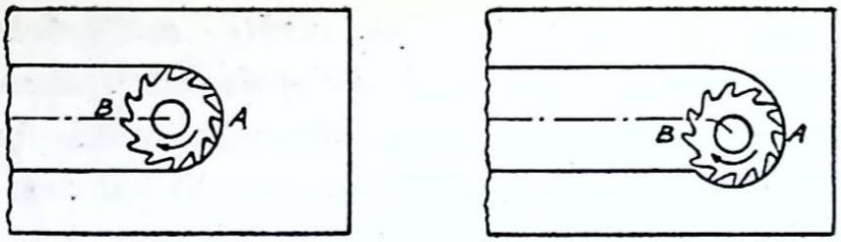



*Fig. 30—31. Vid spårfräsning med pinnfräs kan spåret lätt få oriktig form.*

de mot A vända tänderna, som skär i ett visst ögonblick. De på motsatta sidan (vid B) befintliga tänderna går under tiden så att säga i tomgång. Fräsen blir därför utsatt för ett ensidigt, uppåtriktat tryck. På grund av detta ensidiga tryck fjädrar spindeln något uppåt, varför spåret kommer att ligga något högre än som avsetts. Hade spåret istället frästs från föremålets motsatta ända, hade förhållandet blivit omvänt. Spåret hade då på grund av ett ensidigt nedåtriktat tryck kommit att ligga något lägre än som avsetts.

Då noggranna spår skall fräsas med pinnfräs, är det därför lämpligt att först grovfräsa spåret med en mindre fräs och sedan slätfräsa det. Slätfräsningen kan antingen utföras med en till spåret passande fräs, varvid båda sidorna fräses samtidigt, eller med en mindre fräs, varvid varje sida av spåret fräses för sig.

Om spåret ej skall vara genomgående dvs. gå från ena ytterytan till den andra, uppstår en annan svårighet vid spårets avslutning. Om nämligen fräsen får fortsätta att rotera ett ögonblick efter det matningen avbrutits, kommer spåret att få det utseende, som antydes av fig. 31. Då matningen frånkopplas, upphör nämligen det av spånskärningen vid A åstadkomna uppåtriktade trycket på frässpindeln. Denna söker därför återta sin normala ställning. Här-

under skär tänderna bort spån på undersidan. Följden blir, att en fördjupning uppstår i spåret. Fördjupningen undvikes genom att urkoppla skärrörelsen samtidigt med matningsrörelsen.

**Fråga 18.** *Vilka svårigheter har man att övervinna vid spårfräsning?*

## Matning mot ansats

Om en fräst yta skall avslutas mot en ansats enligt fig. 32, uppstår lätt en fördjupning i den bearbetade ytan intill ansatsen. Denna försänkning åstadkommes på samma sätt som fördjupningen vid slutet av ett spår vid spårfräsning. Då fräsens tänder kommer i beröring med ansatsen ökas nämligen trycket nedåt på fräsdornen, eftersom flera och högre upp belägna tänder kommer i arbete. Fräsen pressas härigenom djupare ned i materialet än förut. Dylika försänkningar kan emellertid undvikas, om arbetsstycket sänkes något just i det ögonblick, då fräsen kommer fram till ansatsen.

**Fråga 19.** *Vad bör man särskilt iaktta vid fräsning mot ansats?*

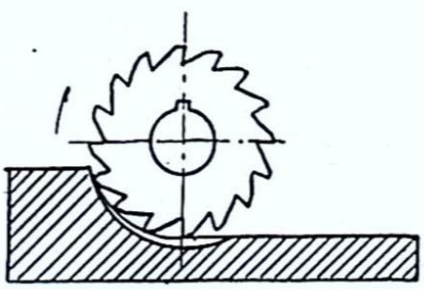


*Fig. 32. Vid fräsning mot ansats uppstår lätt en fördjupning.*

## Fräsning av skruvlinjespår

Vi har i föregående brev visat att man med hjälp av en universaldelningsdocka kan fräsa skruvspår i en rotationskropp. Härför erfordrades:

1. Att rotationskroppen, arbetsstycket, vrides med konstant hastighet kring sin axel.
2. Att arbetsstycket matas med konstant hastighet i axiell riktning.
3. Att de två rörelserna genom lämplig utväxling avpassas så i förhållande till varandra, att skruvspåret får den avsedda stigningen.
4. Dessutom fordras att fräsen har lämplig profil och kan inställas så att vinkeln mellan fräsen och arbetsstyckets axel blir lika med skruvningsvinkeln[1].

Eftersom arbetsstycket således måste matas i en riktning, som ej är vinkelrät mot fräsens axel, kan arbetet endast utföras i universalfräsmaskin.

Skruvlinjespår kan alltså fräsas i en vanlig universalfräsmaskin med horisontal axel med användande av delningsdocka. Härvid går man tillväga på följande sätt. Sedan delningsdockan fastspänts på bordet och medelst lämplig kugghjulsutväxling anslutits till bordets matarskruv, inspännes cylindern, i vilken spåret skall fräsas i horisontalt läge mellan dubbarna. Fräsmaskinsbordet vrides därefter så att vinkeln mellan cylinderns axel dvs. bordets längdriktning och fräsens vertikala mittplan blir lika med skruv-

[1] Man har tidigare kallat den *inställningsvinkel.* (Se fig. 33).

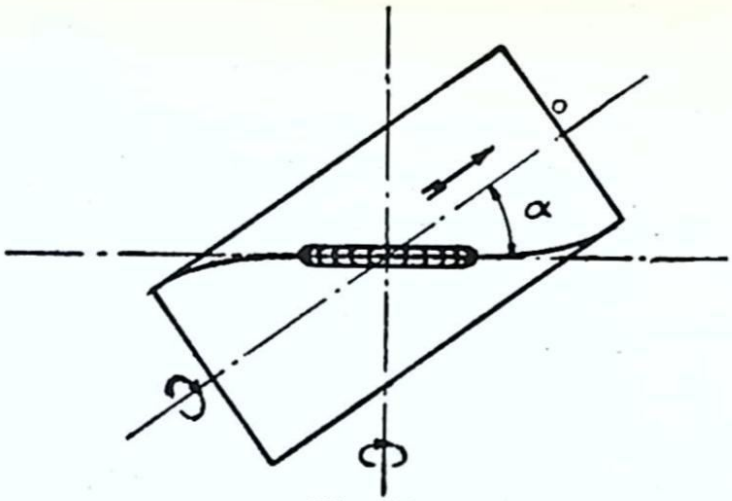



*Fig. 33.*

ningsvinkeln. Fräsens tänder bör ha samma profil som det skruvlinjespår, som skall fräsas.

I exemplet i föregående brev fann vi, att utväxlingen mellan delningsdockans drivaxel och matarskruven i fräsmaskinsbordet skulle vara 20 : 37. På drivaxeln skulle man därför sätta ett hjul med 37 kuggar, om man på matarskruven anbringar ett hjul med 20 kuggar.

Mellan dessa två hjul kan man sätta ett mellanhjul med godtyckligt antal kuggar. Mellanhjulet, som inte inverkar på utväxlingsförhållandet, monteras på en särskild axel (mellanaxel). Denna axel uppbäres av ett s. k. ställjärn, vilket kan inställas i olika lägen alltefter de använda hjulens storlek. Med en universalfräsmaskin levereras vanligen en sats kugghjul med lämpliga kuggantal för åstadkommande av erforderliga utväxlingar mellan skruvspindel och matarspindel.

Det vid uträkningen erhållna utväxlingsförhållandet förkortas eller förlänges, så att man erhåller tal, som överensstämmer med de tillgängliga kugghjulens kuggantal. Ibland kan det bli nödvändigt att använda dubbel utväxling för att

erhålla det önskade utväxlingsförhållandet. Detta är bl. a. fallet, då utväxlingsförhållandet blir så stort, att det ej kan bildas med enkel kuggväxel. Man uppsätter då tvenne kugghjul på en mellanaxel, av vilka det ena arbetar mot drivaxelns kugghjul och det andra mot matarskruvens kugghjul. Om t. ex. ett utväxlingsförhållande av 1 :20 erhålles, uppdelas detta på följande sätt

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{5} = \frac{15}{60} \cdot \frac{15}{75}$$

Följande kugghjul kan alltså användas, 15 kuggar på matarskruven, 60 och 15 kuggar på mellanaxeln samt 75 kuggar på delningsdockans drivaxel.

**Fråga 20.** *Hur utför man uppspänning och inriktning av arbetsstycket vid fräsning av skruvlinjespår?*

## Fräsning av koniska kugghjul

Koniska kugghjul med teoretiskt riktig kuggform kan fräsas enligt *avrullningsmetoden* i härför avsedda specialmaskiner. Vid måttliga fordringar på kuggform och delning kan man emellertid även fräsa koniska kugghjul i universalfräsmaskin med skivfräs. Metoden får dock ej användas för kugghjul med mindre än 25 kuggar eller för hjul, där kuggbredden överstiger 1/3 av hela konlängden. Innebörden av det senare villkoret framgår av fig. 34, där kuggbredden $B$ skall vara mindre än 1/3 av hela konlängden $L$. Om ej dessa villkor uppfylles, blir avvikelserna från den riktiga kuggformen för stora, för att hjulen överhuvudtaget skall kunna användas.

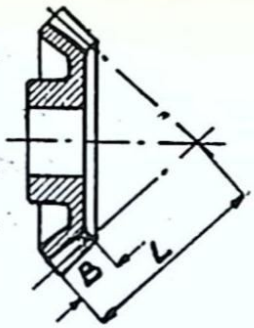



*Fig. 34. Kuggbredd på koniskt kugghjul.*

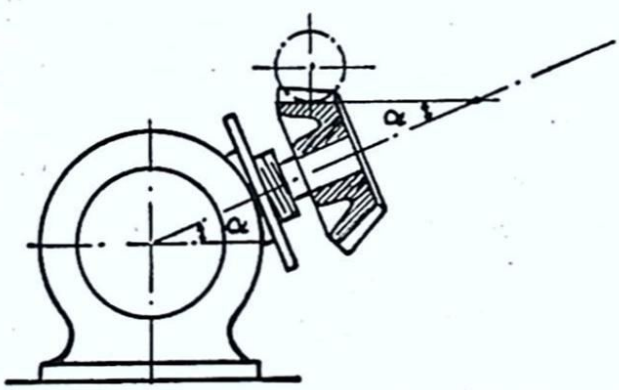



*Fig. 35. Inställning av konvinkel med hjälp av universaldelningsdocka.*

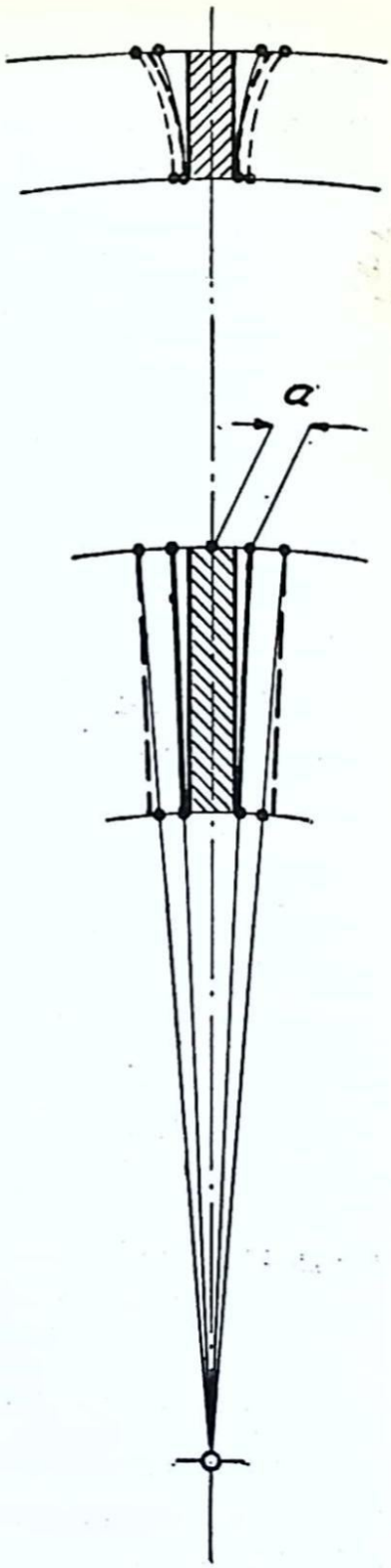



*Fig. 36. Metod och felkällor vid fräsning av koniska kuggar med skivfräs.*

Ämnet uppsättes på dorn i delningsdockans delningsspindel och inställes på sådant sätt, att botten på den kuggglucka, som skall fräsas, blir horisontal (se fig. 35). Fräsen ges en profil, som svarar mot kuggformen på ämnets största diameter. Emedan fräsen måste kunna passera kuggluckan även vid det koniska hjulets minsta diameter, där delningen är mindre än vid den största diametern, måste fräständerna vara smalare än kuggluckan vid hjulets insida.

Då koniska hjul med större moduler skall fräsas, förfräser man först en kugglucka med parallella sidor. Därefter bearbetas kuggflankerna var för sig. Härvid vrides ämnet en vinkel svarande mot måttet *a* i fig 36, först åt ena sidan och sedan åt andra.

Då hjul med små moduler och av mjukt material skall fräsas, bearbetas kuggflankerna fortfarande var för sig, men förfräsningen kan undvaras.

Mellan varje kugglucka, som bearbetas, vrides ämnet en kuggdelning. Antalet skär, som erfordras för varje kuggglucka, blir beroende av modulens storlek och av den noggrannhet, som erfordras. Metodens nackdel ligger i att kuggflankerna blir felaktiga mot hjulets insida, samt däri att delningsfelen blir ganska stora. Metoden användes dock, som nämnts, för mindre noggranna hjul.

**Fråga 21.** *Hur uppsättes och inriktas ämnet vid fräsning av koniska kugghjul?*

Vi avslutar detta kapitel med att visa några bilder av fräsarbeten. Studera bilderna noga och lägg märke till hur verktygen arbetar samt hur uppspänningen anordnats i de olika fallen.

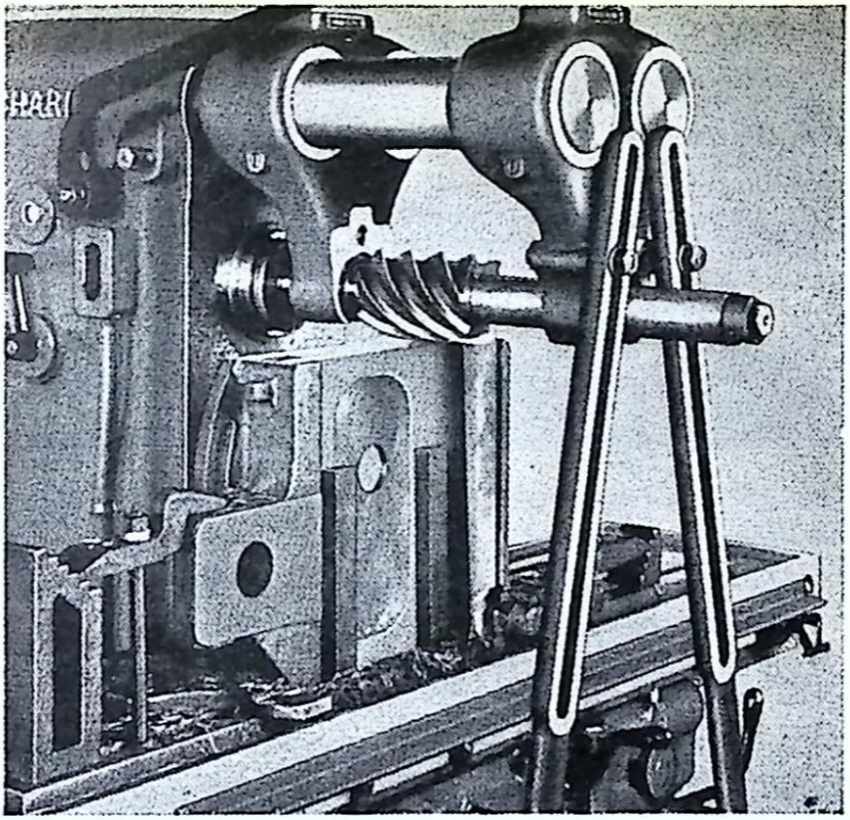


*Fig. 37. Planfräsning av arbetsstycke fastspänt direkt på arbetsbordet.*

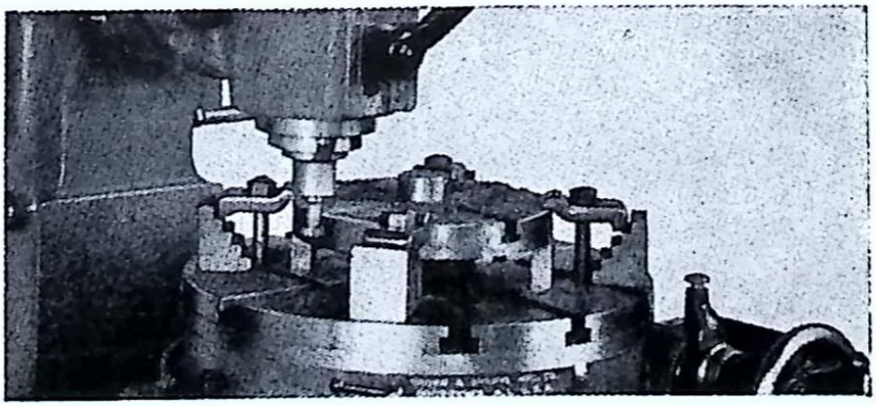


*Fig. 38. Fräsning med vertikalapparat av T-spår i skiva uppsatt på rundbord.*

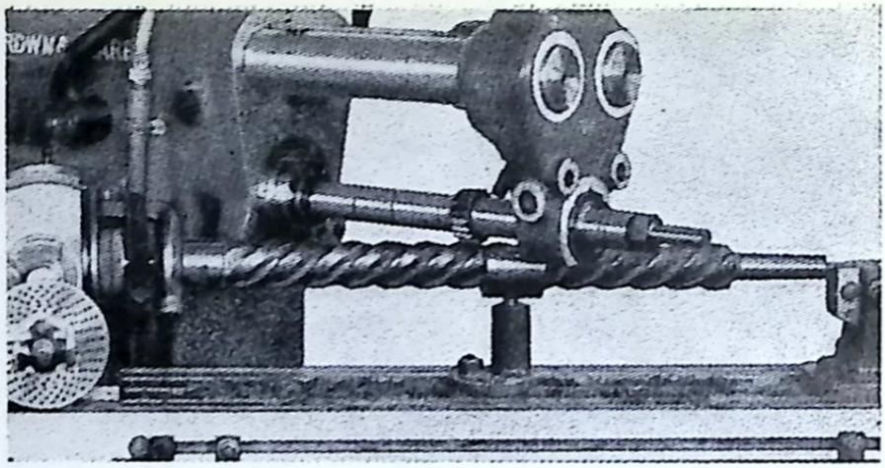


*Fig. 39. Skruvspårsfräsning i vekt arbetsstycke uppsatt mellan dubbarna och understött för att ej fjädra undan för frästrycket.*

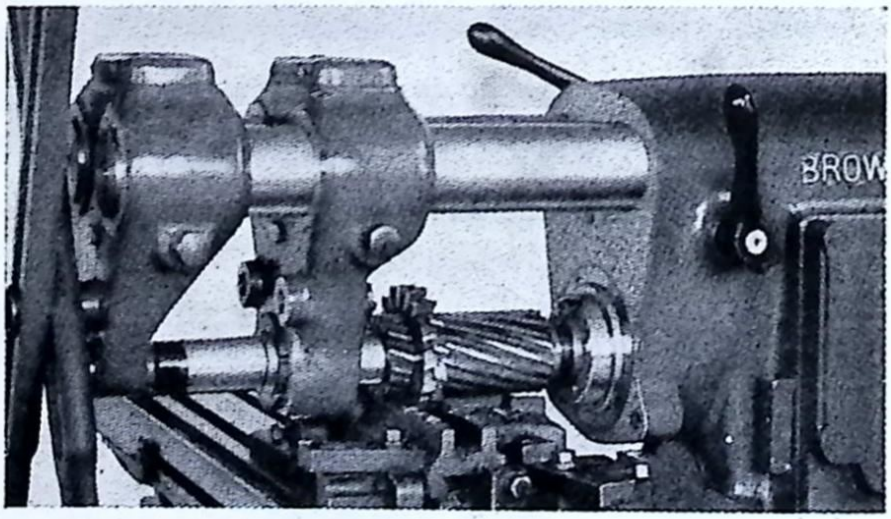


*Fig. 40. Fräsning med sammansatt fräs av arbetsstycke uppsatt i fixtur.*

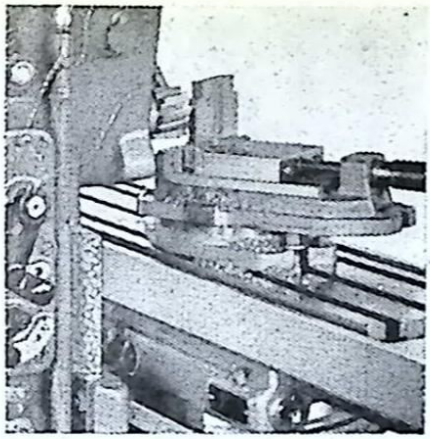


*Fig. 41. Arbetsstycke uppspänt i vridbart skruvstycke.*

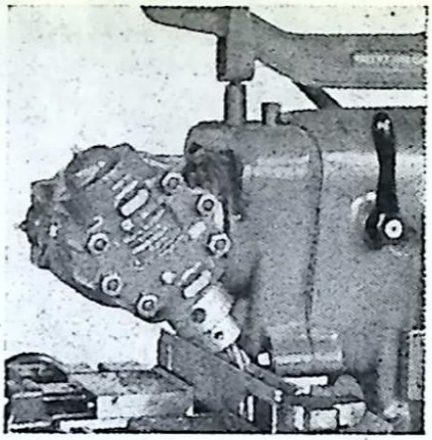


*Fig. 42. Fräsning av vinkelspår med hjälp av universal vertikalapparat i arbetsstycke uppspänt i två skruvstycken.*

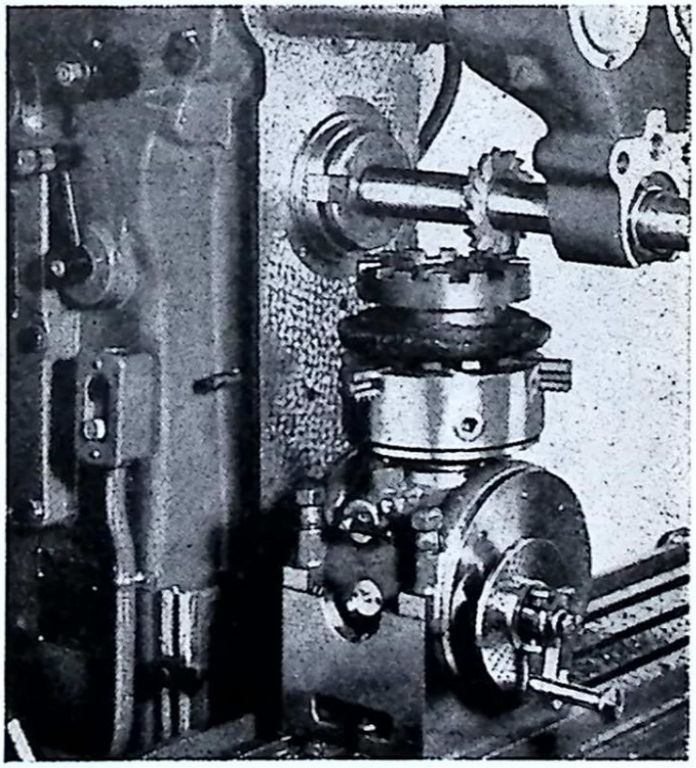


*Fig. 43. Fräsning av kopplingshalva uppsatt i chuck på delningsdocka.*

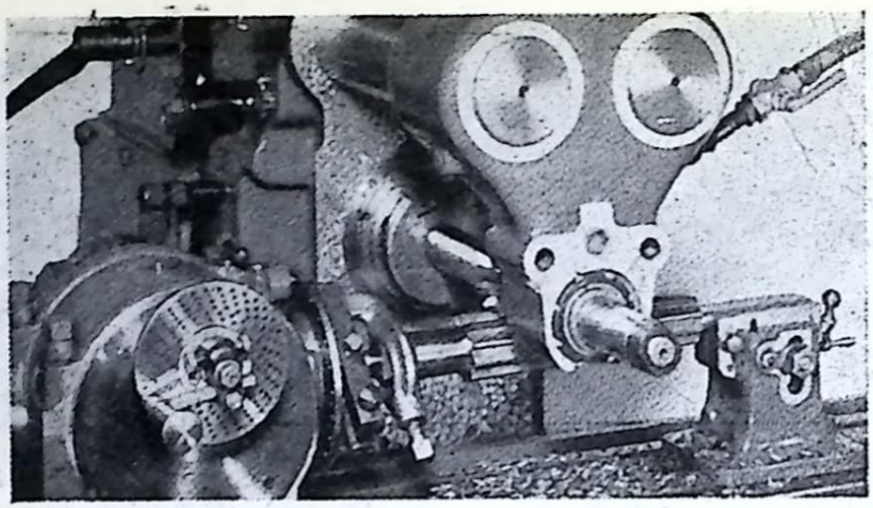


*Fig. 44. Fräsning av konisk brotsch. Observera att dubbdockans inställning kan regleras i höjdled.*

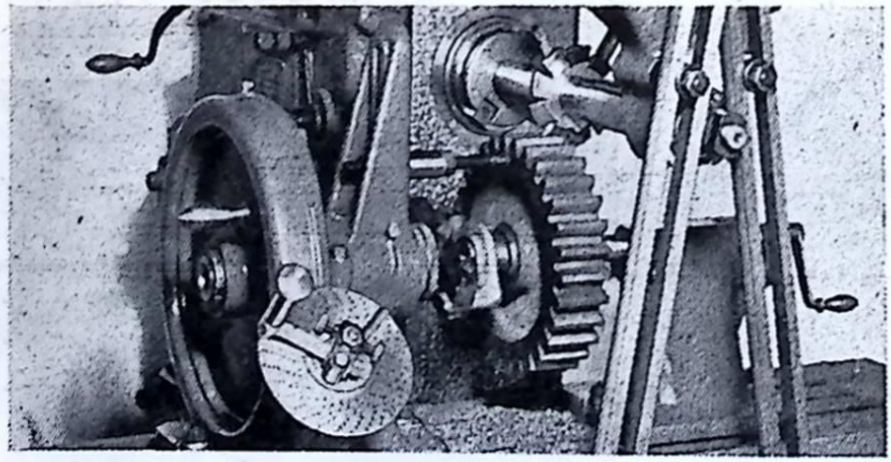


*Fig. 45. Fräsning av kugghjul med hjälp av speciell delningsdocka. Observera pinnen, mot vilken hjulet erhåller stöd.*

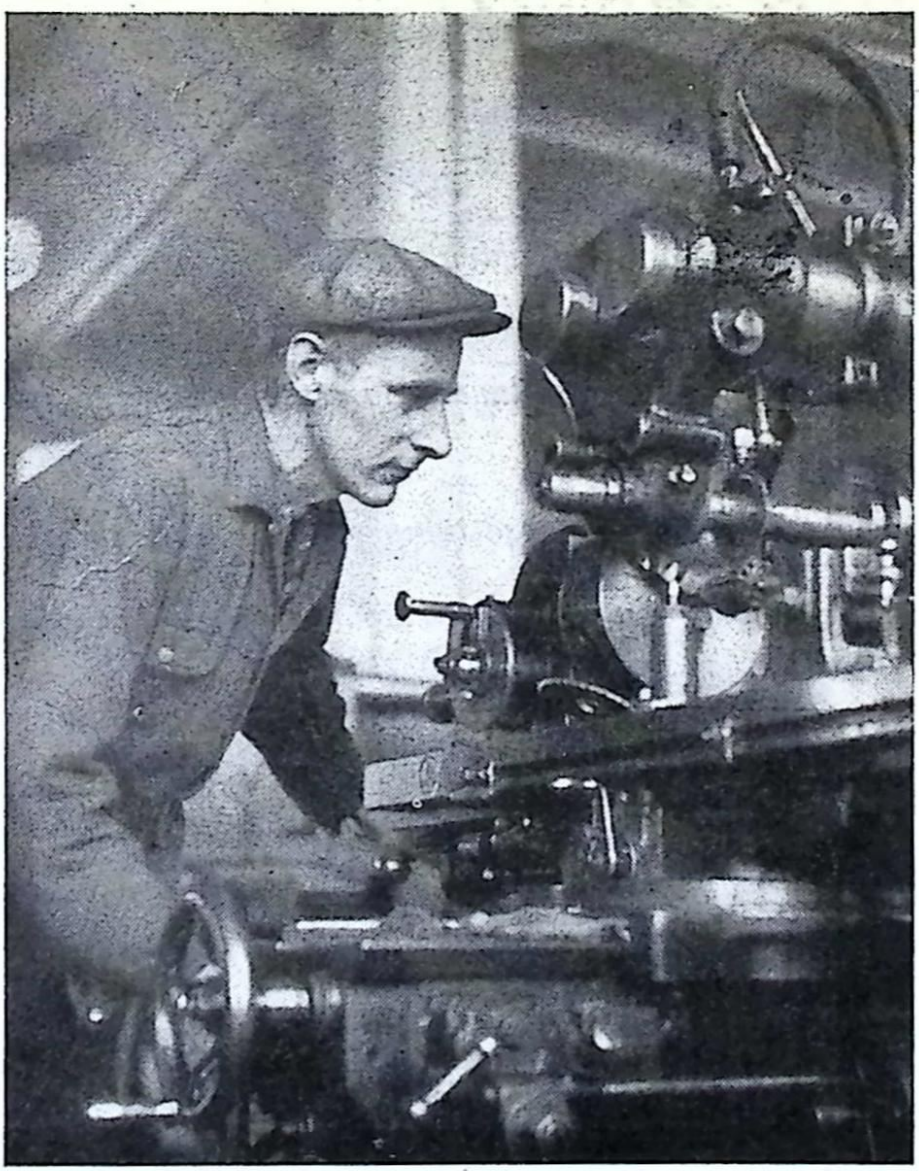


*Fig. 46. Fräsning i universalfräsmaskin med delningsdocka.*

# Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

1. *Nämn något om skillnaden mellan fräsar med spetsiga tänder resp. avbackade tänder!*

2. *Hur överföres det vridande momentet från frässpindel till fräs?*

3. *Vilka fördelar har uppsättning på genomgående dorn?*

4. *Nämn några allmänna fordringar på uppspänningsanordningar för fräsning!*

5. *Nämn några verktyg, som användes vid inställning av fräsen!*

6. *Vilka slag av arbetsstycken uppspännes direkt på arbetsbordet?*

7. *Vad blir det för fel på kuggflankerna på koniska kugghjul, som fräses med hjälp av universaldelningsdocka i horisontalfräsmaskin?*

8. *Vilken uppgift har delningsdockan vid den fräsningsoperation, som visas i fig. 43?*

KATALOG OCH TIDSKRIFTSTRYCK, STOCKHOLM
02065

VERKSTADSKURSEN

BREVSKOLAN BREV 12

# Slipmaskiner

## Inledning

De verktyg, som användes i slipmaskinerna benämnes *slipskivor*. En slipskiva utgöres av en rund skiva bestående av ett lösare material, *bindemedlet,* med inbäddade *korn* av hårt material. Då slipskivan roterar med stor hastighet och samtidigt tryckes mot arbetsstycket, under det att matningsrörelse äger rum, avskiljer de fina och skarpkantade kornen på slipskivans yta material från arbetsstycket i form av mycket små spiralformade spån. Slipskivan kan sålunda liknas vid en fräs med ett mycket stort antal tänder.

Ursprungligen användes slipmaskiner huvudsakligen för slipning av verktyg till andra verktygsmaskiner. Så småningom erhöll de även till uppgift att utföra den avslutande bearbetningen på i andra maskiner grovbearbetade arbetsstycken, då noggranna dimensioner och släta ytor er-

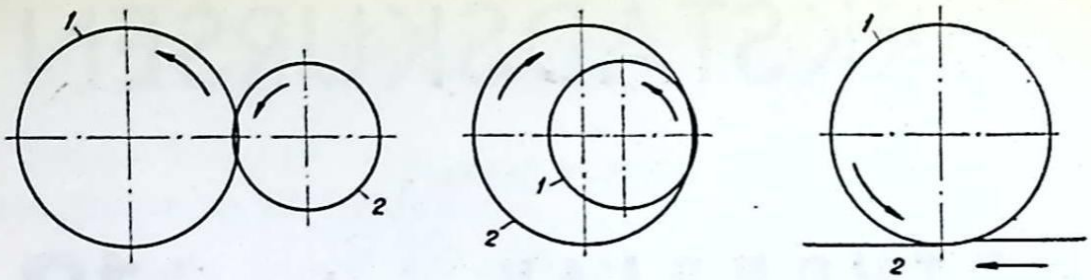



*Fig. 1.* *Fig. 2.* *Fig. 3.*

*Fig. 1—3. Från vänster visas schematiskt utvändig rundslipning, invändig dito och planslipning.*

1. Slipskiva. 2. Arbetsstycke.

fordrades. Ifrågavarande arbetsstycken grovbearbetas då först i t. ex. svarv och slät- resp. finbearbetas i slipmaskin. Vid standardiserad tillverkning har sålunda slät- och finbearbetning i stor utsträckning övertagits av slipmaskiner.

Slipmaskiner användes även i form av hand- eller stativmaskiner i stor utsträckning i gjuterier och järnverk för rensning av gjutgods samt för bortslipning av det s. k. skägget vid sänksmiden. Slutligen användes slipmaskiner även för putsning och polering av arbetsstycken.

Utom verktygsslipning är de viktigaste bearbetningarna ut- och invändig rundslipning samt planslipning. Den roterande skärrörelsen utföres alltid av slipskivan. Matningsrörelsen, som kan vara roterande eller rätlinjig eller sammansatt av båda slagen av rörelse, utföres antingen av verktyget eller av arbetsstycket eller av både verktyg och arbetsstycke. Fig. 1, 2 och 3 visar schematiskt resp. utvändig rundslipning, invändig rundslipning och planslipning.

**Fråga 1.** *Hur arbetar en slipmaskin?*

# Slipskivor

## Kornmaterial

Kornmaterialet i vanliga slipskivor utgöres antingen av *korund* eller *kiselkarbid.*

*Konstgjord korund* framställes av det i naturen förekommande mineralet *bauxit*[1] genom smältning i elektrisk ugn, varvid bauxiten övergår till aluminiumoxid. Konstgjord korund tillverkas och försäljes under ett flertal olika namn. Ett av dem är *Alundum.*

*Kiselkarbid,* vars kemiska formel är SiC, är en konstgjord produkt, som erhålles, då en blandning av koks, kvartssand, sågspån och salt upphettas till 3000—4000 °C i elektrisk ugn. Även kiselkarbiden förekommer i handeln under ett flertal olika namn. De vanligaste är *Karborundum* och *Krystolon.*

Kiselkarbiden är hårdare men också sprödare än korund. Korund användes därför när materialet i arbetsstycket har stor brotthållfasthet, vilket är förhållandet med stål av alla slag, aducergods, sega bronser, volfram m. m. Kiselkarbid användes däremot dels för hårda och spröda material som gjutjärn, hårdmetaller, glas och porslin, dels för mjuka material som aluminium, koppar, gummi och vulcanfiber.

*Kornstorleken* bestämmes genom siktning eller slamning i vatten och betecknas med siffror.

Man använder grövre korn för grovslipning och finare för finslipning. Vid rundslipning kan man dock erhålla en fin yta även med grovkornig skiva, om hastigheterna på

---

[1] Bauxit utläses båsi't, med tonvikt på sista stavelsen.

arbetsstycke och slipskiva väljes rätt. Arbetsstycken av mjukare material fordrar i allmänhet större korn än arbetsstycken av hårda, täta och spröda material. Detta beror på att de mjukare materialen lättare smetar av sig på slipskivan.

**Fråga 2.** *Vilka synpunkter tillämpas på valet av kornstorlek och kornmaterial?*

## Bindemedel

De bindemedel, som användes för slipskivor, är av tre slag, nämligen *mineraliska, vegetabiliska* och *keramiska.*

Det enda nu använda *mineraliska bindemedlet* är *vattenglas* (natriumsilikat). Vattenglas med tillsats av lera är vattenfast och användes för slipning av eggverktyg.

De *vegetabiliska bindemedlen* utgöres av *schellack, gummi, bakelit* m. fl. Slipskivor med vegetabiliskt bindemedel blir därför elastiska och därför mindre känsliga för slag och stötar. De kan även utföras med ringa tjocklek.

De *keramiska bindemedlen,* som är mest använda, består av leror av varierande sammansättning. Efter inblandning av slipkornen pressas eller gjutes råmaterialet i formar och brännes därefter vid hög temperatur (c:a 1400 C°) i stora ugnar. Skivorna blir nästan fullständigt oelastiska och okänsliga för värme, kyla och vatten. En speciell fördel med de keramiska bindemedlen är att man genom lämpligt val av råmaterial kan variera bindemedlets hårdhet.

Slipskivans *hårdhet,* som bestämmes av bindemedlets hållfasthet, är av den allra största betydelse. Hårdheten avser sålunda icke slipkornens hårdhet. Bindemedlet skall vara

så beskaffat, att det fasthåller kornen på den arbetande ytan, så länge de är skarpa. När kornen blir avtrubbade och skärmotståndet följaktligen växer, skall de brytas loss, så att nya skarpa korn kommer fram.

Kornstorleken och hårdheten är ej ensamma avgörande för slipskivans karaktär. Denna påverkas också av *strukturen*. En slipskiva, som innehåller stora eller få korn och mycket bindemedel blir porös och säges ha öppen struktur. En skiva med små och många korn blir mindre porös och säges ha en tät struktur. En skiva med öppen struktur verkar mjukare och en skiva med tät struktur hårdare än vad hårdhetsgraden anger. Hårdhetsgraden betecknas vanligen med bokstäver och strukturen med siffror.

**Fråga 3.** *Vilka är de vanliga bindemedlen?*

## Arbetsförhållanden

Om skivan är för hård, sitter de avtrubbade kornen kvar för länge, så att skivan blir *belagd* eller *glasad*. Är skivan däremot för mjuk, lossnar kornen för hastigt, så att avnötningen blir onödigt stor. I båda fallen arbetar skivan sålunda dåligt och blir lätt orund. Det är dock i allmänhet bättre att använda för mjuk än för hård skiva, emedan den förra kan skära längre och erfordrar mindre effekt.

Med *belagd* skiva förstås en skiva, vars porer blivit igensatta av spån från arbetsstycket. Detta kan förorsakas dels av för stor hårdhet, dels av att skivan är för finkornig, har för tät struktur, för låg periferihastighet eller arbetar med för stort skärdjup.

Med *glasad* skiva förstås en skiva, där slipkornen är så

nötta och avtrubbade att slipskivans verksamma yta verkar blank. Detta kan dels bero på för stor hårdhet, dels på för litet skärdjup.

På *valet av skivans hårdhet* inverkar storleken av beröringsytan mellan slipskiva och arbetsstycke samt arbetsstyckets material.

Skivan måste vara mjukare, ju större beröringsytan är, för att kornen skall kunna brytas loss i tid. En skiva med stor diameter måste alltså vara mjukare än en skiva med liten diameter, och en skiva för invändig rundslipning måste vara mjukare än en skiva för planslipning. Den skiva, som användes för planslipning, förutsättes i detta sammanhang vara så beskaffad, att bearbetningen sker med manteln. För planslipning användes även s. k. skålskivor (se följ.), vilka bör vara *mycket* mjuka. De hårdaste skivorna används för slipning av kulor.

Arbetsstyckets material inverkar på följande sätt. Hårda material bearbetas med mjuka skivor, emedan utbrytningen av de avtrubbade kornen måste ske fortare, då kornen slites snabbare. Ju mjukare materialet är, desto hårdare skiva kan man använda. Vid mjuka material, som lätt råkar i flytning (t. ex. koppar), använder man dock mjuka skivor, så att lossbrytningen av kornen inträffar, innan temperaturen hunnit stiga så långt, att det avspånade materialet smetar på skivan. Det har också visat sig att slipskivans hastighet, arbetsstyckets hastighet och skärdjupet påverkar skivans hårdhet.

Hög skärhastighet har sålunda samma inverkan som stor skivdiameter dvs. kommer skivan att verka hårdare. Däremot kan man inte uttala sig lika enkelt om inflytandet av

arbetsstyckets hastighet och skärdjupet. Genom ökning av endera eller båda av dessa storheter kan man under vissa omständigheter få skivan att verka hårdare under andra åter mjukare. Man får därför hålla sig till de i det följande givna uppgifterna om hastigheter, matning och skärdjup samt pröva sig fram under aktgivande på skivans uppträdande. Slipskivan får varken bli belagd eller glasad utan skall hålla sig skarp och friskärande.

**Fråga 4.** *Vad förstås med en slipskivas hårdhet och vilken betydelse har detta begrepp?*

## Formgivning

För bearbetning av arbetsstycken användes huvudsakligen de i figurerna 4, 5, 6 och 7 visade formerna. Den i fig. 4 visade formen användes för planslipning och utvändig rundslipning, den i fig. 5 avbildade skivan, som benämnes *skålskiva,* användes för planslipning, den i fig 6 visade skivan, *ringskiva,* som arbetar på samma sätt som skålskivan, dvs. med ringformig ändyta, användes även för planslipning och slutligen användes den i fig. 7 visade skivan, som har samma form som den i fig. 4 avbildade, ehuru diametern är mindre i förhållande till bredden, för invändig rundslipning.

## Fastsättning

Slipskivornas fastsättning på arbetsspindeln sker med hjälp av flänsar. Fig. 8 visar den riktiga fastsättningsmetoden för den vanliga cylindriska slipskivan. Flänsarna bör



*Fig. 4.*



*Fig. 5.*



*Fig. 6.*



*Fig. 7.*

*Fig. 4—7. Slipskivor.*

ha lika diametrar. Mellan flänsarna och skivan inlägges pappmellanlägg, som bör ha något större diameter än flänsarna. Slipskivans centrumhål skall vara försett med blyinlägg. Flänsarna bör hållas så stora som maskin och arbetssätt tillåter. Flänsdiametern bör vara större än halva skivdiametern. Vartefter skivan slites, kan flänsarna utbytas mot mindre. Man reder sig vanligen med en sats av tre par flänsar. Detta förfarande rekommenderas av yrkesinspektionen och avser att minska risken för skivans sönderspräng ning på grund av de stora centrifugalkrafterna.

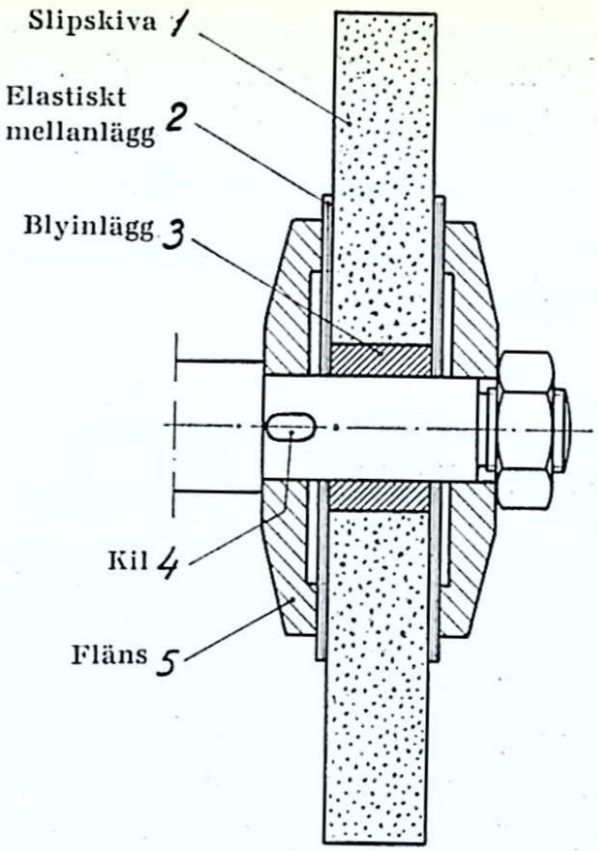



*Fig. 8.*
*Fastsättning av slipskiva.*

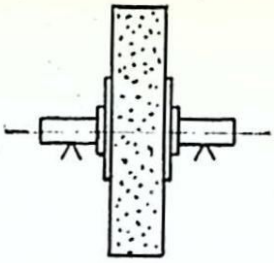


*Fig. 9.*
*Balansering av slipskiva.*

Ringskivor fastgjutes med svavel i ett ringformigt spår på en passande fläns.

För att slipskivan skall kunna utföra fullgott arbete, är noggrann utbalansering av nöden. Slipskivan måste därför centreras så noggrant som möjligt på spindeln. Arbetsspindel och flänsar måste naturligtvis också vara utbalanserade.

Nya slipskivor levereras i regel noggrant utbalanserade. Efter nedslitning kan emellertid obalans uppstå, emedan materialet i slipskivan ej är fullt likformigt. Slipskivan måste då ombalanseras, vilket sker genom att anbringa slipskivan på en noggrant slipad dorn. Dornen med skivan upplägges på ett avvägningsblock (fig. 9), varvid skivan ställer in sig

med tyngsta delen nedåt. Genom anbringande av blyvikter på navet kan fullständig balans åter erhållas. Balans är uppnådd, då skivan ligger stilla utan att rulla på avvägningsblocket, oberoende av i vilket läge man släpper den.

**Fråga 5.** *Vilka försiktighetsmått måste man vidtaga vid fastsättning av en slipskiva?*

## Rivning av slipskivor

En slipskiva, som av en eller annan anledning blivit orund, måste *rivas* (avsvarvas), så att den återtager sin rätta form. Detta sker med diamant uppsatt i lämplig hållare, som tryckes mot skivan, under det densamma får rotera med hög hastighet.

Slipskivor, avsedda för grövre arbeten, rives med hjälp av en gängad eller tandad stålrulle, ett järnrör fyllt med kiselkarbid e. d.

Diamanthållaren (fig. 10) bör monteras på maskinen med så liten fri längd som möjligt, varigenom vibrationer undvikes. Man tar fina skär med högst 0,02 mm djup och tillför rikligt med kylmedel under rivningen. Om slipskivans sidomatning hålles stor, blir skivan befriad från beläggning och »skärpes». Dess skärförmåga blir stor, men arbetsstyckets yta blir jämförelsevis grov. Minskas återigen sidomatningen, minskas skivans skärförmåga, men arbetsstycket får i gengäld en finare yta.

Diamanthållare användes även i förening med kopieringsanordning för att svarva slipskivor till önskad profil för profilslipning.

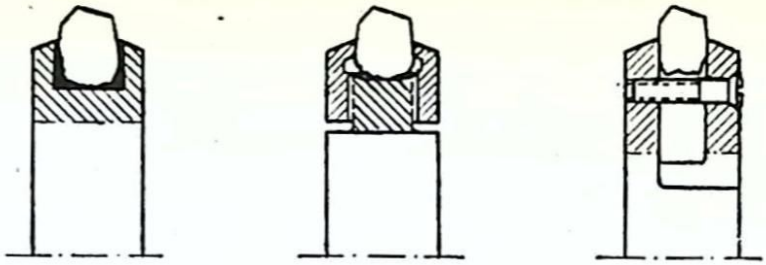


*Fig. 10. Diamanthållare.*

Nya slipskivor bör efter uppsättning i maskinen få rotera med fullt varvtal, innan de tas i bruk. Härvid bör sliparen inte stå mitt för slipskivan. Då slipningen börjar, bör slipskivan uppvärmas så småningom, genom att man undan för undan ökar skärdjupet till det avsedda. Efter slutad slipning låter man skivan rotera med kylmedelstillförseln avstängd tills den torkar. Skivorna bör skärpas ofta och tid efter annan ombalanseras under iakttagande av de försiktighetsmått, som omnämnts i det föregående.

**Fråga 6.** *Vad kan man åstadkomma genom att riva en slipskiva?*

## Skärkrafter, hastigheter och skärdjup

De vid slipning uppträdande krafterna blir enligt fig. 11, som avser planslipning, en radiellt riktad kraft, $P_1$, med vilken slipskivan måste tryckas mot arbetsstycket, samt en tangentiellt riktad kraft $P_2$, som har att övervinna motståndet mot slipskivans rotation. På grund av det ringa skärdjupet blir kraften $P_2$ nära horisontell. Såväl $P_1$ som $P_2$

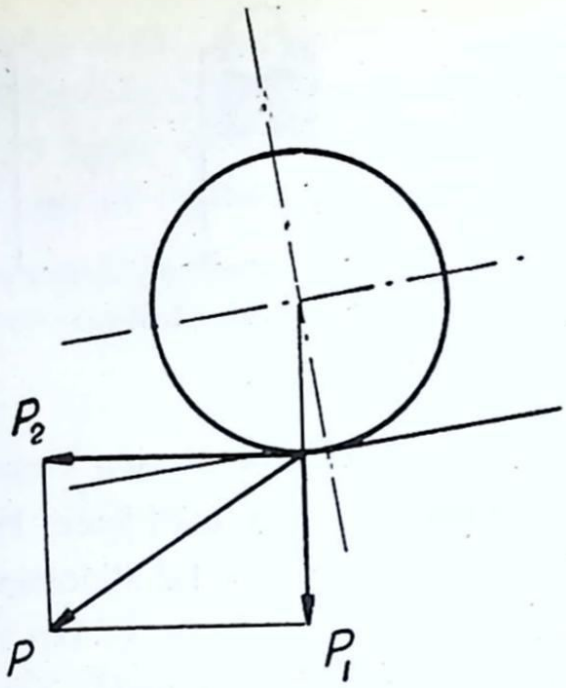



*Fig. 11. Skärkrafter vid planslipning.*

blir i jämförelse med motsvarande krafter vid fräsning små. Totala skärkraften $P$, resultant till $P_1$ och $P_2$, blir alltid nedåtriktad.

Slipskivans periferihastighet vid slipning med mantelytan är

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \text{ m/sek.,} \qquad [1]$$

där $d$ = slipskivans diameter i m och

$n$ = slipskivans varvantal per min.

Matningshastigheten är som vanligt arbetsstyckets rätlinjiga hastighet mot verktyget. Vid roterande arbetsstycken får man räkna med arbetsstyckets periferihastighet på den slipade diametern.

Slipskivans hastighet mätes i m/sek. och är avsevärt större än arbetsstyckets hastighet, som anges i m/min. Förhållandet mellan dessa båda hastigheter kan i runda tal sägas ligga mellan 50 : 1 och 150 : 1.

Följande tabell anger en del värden på lämpliga hastigheter för olika bearbetningar och material. Utom vid planslipning avser uppgiften om arbetsstyckets hastighet periferihastigheten.

*Tabell 1.*

| Operation | Gjutjärn | | Mjukt stål | | Härdat stål | | Mässing, brons | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Arbetsstycke m/min. | Slipskiva m/sek. | Arbetsstycke m/min | Slipskiva m/sek. | Arbetsstycke m/min. | Slipskiva m/sek. | Arbetsstycke m/min. | Slipskiva m/sek. |
| Rundslipning grovbearbetn. | 12—15 | — | 12—15 | — | 14—16 | 35 | 18—20 | 35 |
| Rundslipning färdigbearb. | 6—10 | 28—33 | 6—8 | 28—33 | 6—10 | 28—33 | 14—16 | 28—33 |
| Innerslipning | 18—22 | 10—30 | 15—20 | 10—30 | 18—22 | 10—30 | 28—32 | 10—30 |
| Planslipning | 8—15 | 20—30 | 8—15 | 20—30 | 8—15 | 20—30 | 8—15 | 20—30 |
| Skrotslipning Verktygsslipn. | — | 25—30 | — | 25—30 | — | 25—30 | — | — |

Matningsrörelsen parallellt med slipskivans axel utföres med $^2/_3$—$^4/_5$ av slipskivans bredd vid grovbearbetning och med $^1/_3$—$^1/_2$ av slipskivans bredd vid finbearbetning pr varv av arbetsstycket.

Följande uppgifter om skärdjupet är hämtade ur Karlebo Handbok:

| | |
|---|---|
| Rundslipning av stål .... | 0,01—0,05 (0,10) mm |
| Do gjutjärn ..... | 0,01—0,15 mm |
| Planslipning av stål .... | 0,01—0,10 » |
| Do gjutjärn ..... | 0,01—0,20 » |

Ovanstående värden gäller grovslipning. Vid finslipning användes såväl vid rundslipning som planslipning för både stål och gjutjärn ett skärdjup av 0,005—0,01 mm.

För innerslipning kan inga regler uppställas. Skärdjupet rättas efter förhållandena i varje särskilt fall.

Skärdjupet bestämmes huvudsakligen av arbetsstyckets form, slipskivans form och hårdhet samt av beröringsytans storlek. Hårda material, finkorniga skivor och stora beröringsytor kräver litet skärdjup. Ytans utseende påverkas också av skärdjupet. Under det gjutjärn slipas mest ekonomiskt med stort skärdjup och liten matning, gäller motsatsen för stål.

Materialtillägget för slipning är huvudsakligen beroende på arbetsstyckets dimensioner. Den önskade ytnoggrannheten eller toleransen påverkar däremot inte materialtillägget. Detta beror på att avmåttet för toleransen ävensom det materialskikt, som borttages vid finbearbetning, under alla förhållanden är mycket litet i förhållande till materialtillägget.

Vid såväl rundslipning som innerslipning beror materialtillägget dels av den bearbetade diametern, dels av bearbetningslängden. För rundslipning varierar tillägget från 0,15 mm för ett arbetsstycke med 3 mm diameter och 50 mm längd till 1,15 mm för 300 mm diameter och 1500 mm längd. För innerslipning tillägges från 0,15 mm för ett hål

med 12 mm diameter och 12 mm längd till 0,77 mm för 300 mm diameter och 300 mm längd. Motsvarande gäller vid planslipning, där materialtillägget alltså måste vara större ju större den bearbetade ytan är.

**Fråga 7.** *Välj hastigheter, skärdjup och matning för grovslipning av en axel av mjukt stål!*

## Kylmedel vid slipning

Slipningen skall om möjligt utföras under spolning av kontaktytan mellan arbetsstycke och slipskiva med en lämplig vätska, som skall taga hand om det värme, som utvecklas vid spånskärningen och därigenom framför allt förhindra lokal uppvärmning av arbetsstycket. Härvid borttransporteras slipdammet, som bindes vid vätskan, och slipskivans porer hålls öppna längre än vid torr slipning.

Kylmedlet måste överspola slipskivan i riklig mängd för att inte slipsprickor skall uppstå. Kylmedelsmängden beror dels av slipskivehastigheten, dels av beröringsytans storlek. Sålunda fordrar en högre hastighet större kylmedelsmängd, likaså fordrar en större beröringsyta mera kylvätska än en mindre.

Torr slipning *kan* utföras på vissa material, nämligen gjutjärn och metaller dvs. icke-järnmetaller. Hastigheterna måste då vara måttliga.

Vidare *bör* man slipa vissa material torrt, emedan risken för sprickbildning (slipsprickor) vid bearbetning av dessa är synnerligen stor vid ojämn kylmedelstillförsel eller eventuellt avbrott i tillförseln. Detta är t. ex. fallet med hårdmetaller (Widia, Seco).

Man måste alltid räkna med mindre spånavverkning vid torrslipning än vid våtslipning. Slipdammet avlägsnas vid torrslipning med dammsugningsanordning.

**Fråga 8.** *Kräver innerslipning mer eller mindre kylmedel än motsvarande rundslipning?*

## Arbetsstyckets uppsättning

Metoden för arbetsstyckets uppsättning i slipmaskiner blir i hög grad beroende av den arbetsprestation, som skall utföras, och av arbetsstyckets form.

Vid utvändig rundslipning uppspännes arbetsstycket i allmänhet på samma sätt som vid svarvning. Uppspänningen sker sålunda antingen mellan tvenne dubbar, varvid arbetsstycket förses med medbringare, eller mellan dubb och chuck eller planskiva.

Dubbarna i dubbdockan är i regel fasta dvs. de roterar ej med arbetsstycket. För långa och klena arbetsstycken eller eljest, när förhållandena så kräver, användes stöddockor.

Vid invändig rundslipning kan uppspänningen även utföras med vanliga vid svarvar använda anordningar t. ex. chuck eller planskiva. Dessutom användes i stor utsträckning fixturer, emedan detaljer, som skall slipas invändigt, ofta har sådan form, att de icke lämpligen kan uppspännas eller inriktas med andra anordningar.

Vid såväl utvändig som invändig rundslipning användes hydrauliskt manövrerade chuckar samt magnetchuckar. Eftersom bordrörelsen på moderna maskiner nästan uteslutande utföres hydrauliskt, ligger den hydrauliskt manövre-

rade chucken väl till. Pneumatiska chuckar användes däremot sällan.

Elektromagnetisk fastspänning är emellertid vanligast vid planslipning, ehuru även här uppspänning med hjälp av fästjärn eller liknande anordningar användes, speciellt för större arbetsstycken.

Vid verktygsslipning användes fixturer i stor utsträckning bl. a. för att tillförsäkra verktygen riktiga skärvinklar.

## Översikt av maskinerna

Slipmaskinerna indelas lämpligen i följande grupper:

*Skrotslipmaskiner,*

*Verktygsslipmaskiner,*

*Ytslipmaskiner,*

Rundslipmaskiner för roterbara arbetsstycken
Rundslipmaskiner för icke roterbara arbetsstycken
Planslipmaskiner
Specialmaskiner.

Vi skall i det följande i korthet gå igenom verktygsslipning samt redogöra för de vanliga ytslipmaskinernas arbetssätt.

## Verktygsslipmaskiner

I sin enklaste form utgöres en verktygsslipmaskin av en drivmotor med stativ, för golvmontage, eller utan stativ för bänkmontage samt en direkt på motoraxeln uppsatt slip-

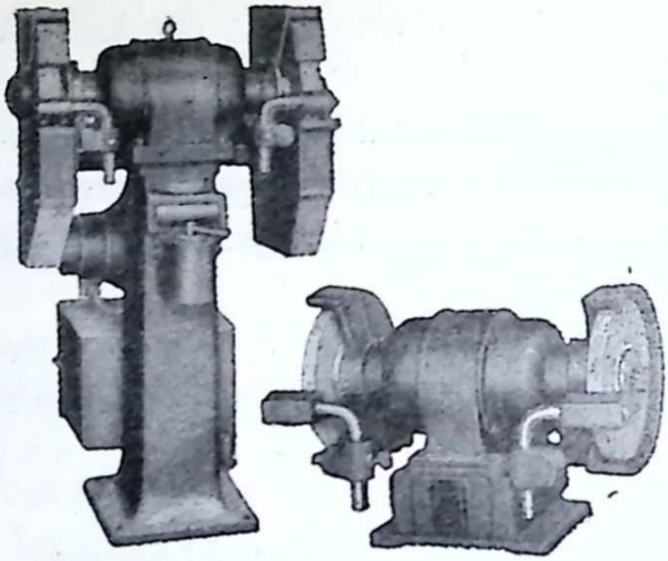


*Fig. 12. Slipställ.*

skiva med skyddskåpa och stöd för det verktyg, som skall slipas. Slipning av svarv- och hyvelstål, mejslar och spiralborrar m. m. utföres alltjämt i stor utsträckning med sådana maskiner, »slipställ», särskilt i små verkstäder (fig. 12).

Det är emellertid klart, att vinklarna på en spiralborr eller ett svarvstål, som slipas för hand, blir mindre noggranna och en fräs kan knappast överhuvud taget slipas på detta sätt. För allt flera verktyg har därför speciella maskiner eller åtminstone speciella styranordningar för verktygen framkommit. Först härigenom blir det möjligt, att slipa t. ex. alla svarvstål av ett visst slag med samma vinklar eller att erhålla rätta vinklar vid slipning av en spiralborr.

**Fråga 9.** *Varför erfordras specialmaskiner för verktygsslipning?*

## Slipning av svarv- och hyvelstål

*Verktyg med hårdmetallskär* får ej utsättas för stark lokal uppvärmning under slipningen. På grund av hårdmetallens sprödhet uppstår nämligen lätt sprickor vid hög temperatur. Vanligen tillgodoses detta krav genom att taga lätta skär, varigenom sliptiden dock förlänges. Vid slipning av svarv- och hyvelstål kan tiden emellertid avsevärt förkortas genom följande åtgärder.

Slipningen, som vid verktygsslipning i allmänhet uppdelas på flera operationer, utföres på släppningsytan med avrundade skivor för första och andra slipningen (fig. 13 och 14). Avrundningen bidrager till att minska värmeutvecklingen. Skålskivor för den tredje slipningen (skärpningen) får däremot vara raka. Skall större materialmängder bortslipas t. ex. på svårt skadade verktyg, eller då man behöver ändra stålets form, slipar man växelvis stålskaftet och hårdmetallskäret.

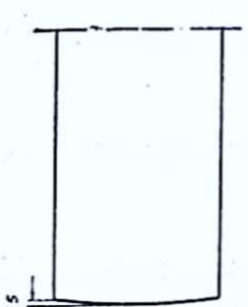


*Fig. 13.*

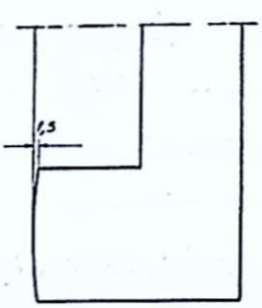


*Fig. 14.*

*Fig. 13, 14. Avrundade slipskivor.*

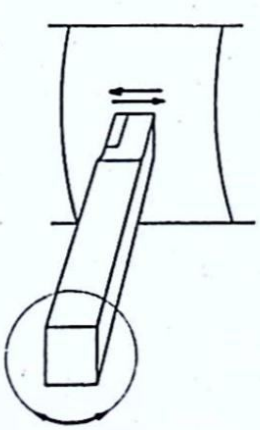


*Fig. 15.*
*Verktygets rörelser.*

För slipning av hårdmetallskär lämpar sig skivor med korn av kiselkarbid bäst. Dessa blir emellertid ganska hastigt belagda, då vanligt stål slipas, under det däremot hårdmetallen har tendens att avsvarva skivan, varvid dock hårdmetallskäret förstöres, om skivan är belagd med stålspån.

Ytterligare medel att förhindra för stark lokal uppvärmning är ständig rörelse på stålet under slipningen. Viktigast är härvid att röra stålet fram och tillbaka utefter slipskivan parallellt med skivans axel. Denna rörelse bör för övrigt inläggas vid all verktygsslipning. Dessutom bör stålet oupphörligt vridas såväl med- som motsols omkring sin egen längdaxel, då större materialmängder skall bortslipas (fig. 15).

Om stålets spånyta skall slipas, bör detta ske före slipningen av släppningsytorna. Den egentliga skärpningen bör nämligen alltid ske genom slipning av släppningsytan. Då denna slipas, bör man i enlighet med fig. 16 vid första operationen slipa en större släppningsvinkel (10°) än den slutligen avsedda (6°), som slipas vid andra operationen (med en annan skiva). Vid den andra operationen bearbetar slipskivan endast hårdmetallskäret. Härigenom uppfylles på ett praktiskt sätt kravet på att skaft och skär ej får bearbetas med samma skiva, emedan stålspån fastnar i karbidskivor och förstör eggen på hårdmetallskäret.

Man bör utöva måttligt tryck vid grovslipningen samt lätt tryck vid färdigslipning och skärpning.

Även vid slipning av *snabbstålsverktyg* bör stålet tryckas lätt mot slipskivan. Blir trycket för stort uppstår nämligen lätt enstaka djupare slipränder, som kan åstadkomma brott. Vid slipning av *verktyg av kolstål* är det av vikt, att verk-

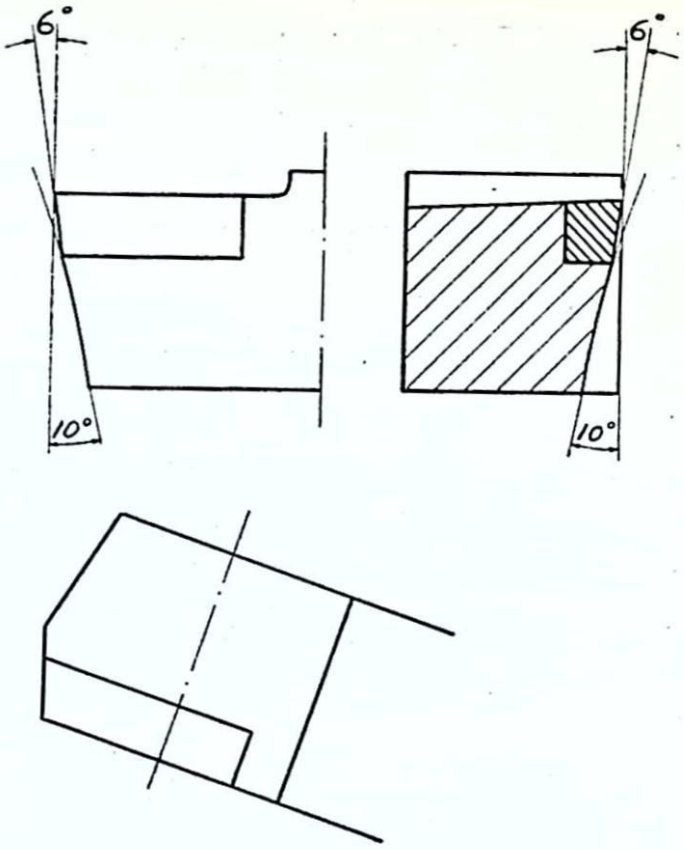



*Fig. 16. Slipning av släppningsvinkel på hårdmetallskär.*

tyget icke uppvärmes så mycket, att det utlöpes. Vattenspolning är därför nödvändig. Bryning av eggen efter slipningen kommer vanligen blott ifråga på stål för slätskär. Vare sig verktygets material är hårdmetall, snabbstål eller kolstål bör man hålla stålet i rörelse, så att stålet omväxlande kommer i beröring med alla delar av slipskivans arbetande yta.

**Fråga 10.** *Vad skall man i första hand iakttaga vid slipning av svarv- och hyvelstål?*

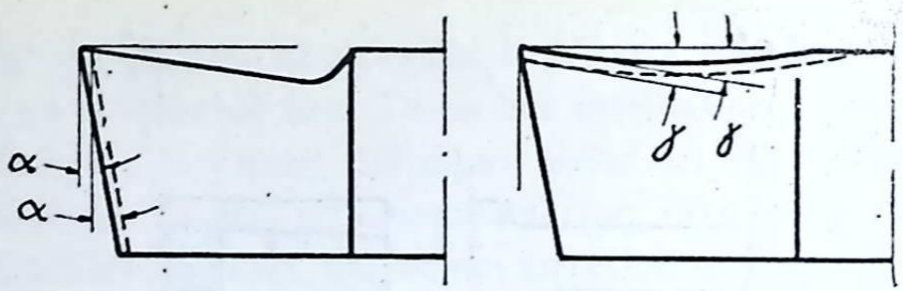



*Fig. 17.* *Fig. 18.*

*Fig. 17, 18. Slipning av svarvstål.*

Vad tidigare sagts om hårdmetallskär betr. slipning på släppningsytan gäller, med några få undantag för *stål* i allmänhet oberoende av stålets material. Genom slipning på släppningsytan spar man stålmaterial. Stålet försvagas ej

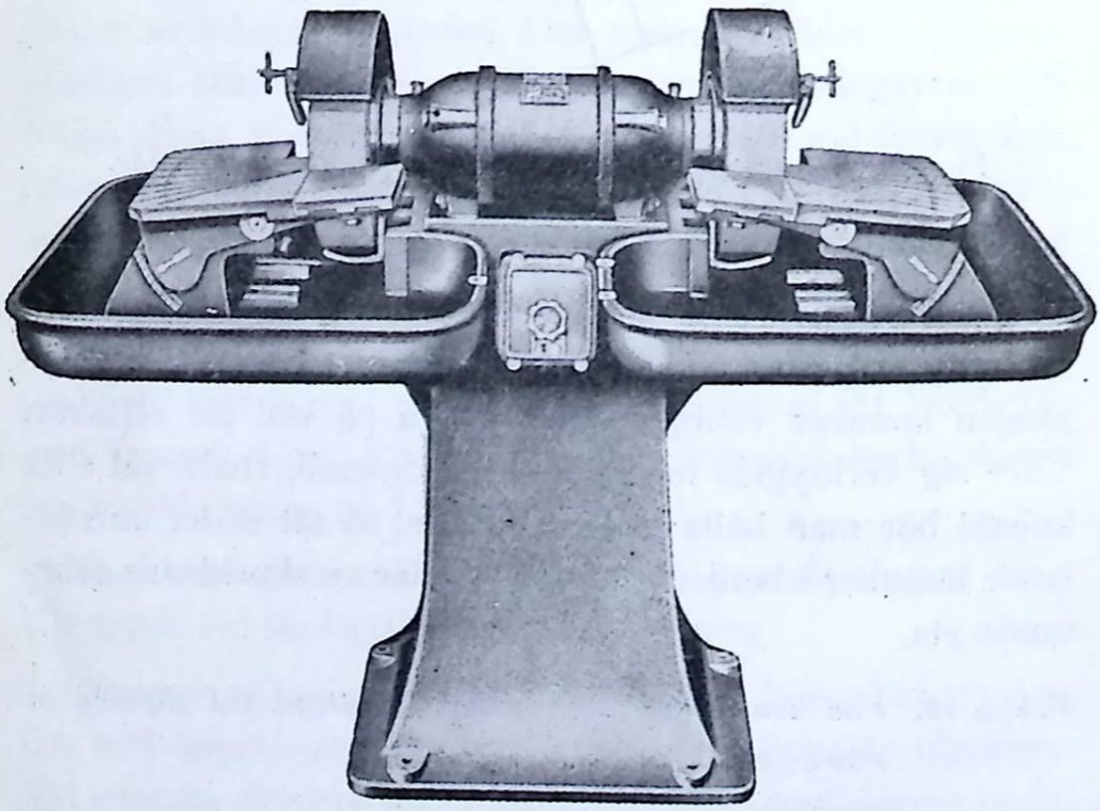


*Fig. 19. Verktygsslipmaskin.*

heller, om slipningen utföres på släppningsytan, vilket däremot blir fallet, om man slipar spånytan (fig. 17). Stål med krökt spånyta (fig. 18) måste dock slipas på spånytan, emedan spånvinkeln förändras om släppningsytan slipas.

## Slipning av spiralborr

Vid slipningen skall 2 lika långa huvudskär samt en tväregg med lämplig vinkel framställas. Vidare skall borren förses med rätt spetsvinkel och släppning (fig. 20). På borrar med större diameter göres dessutom en urslipning vid spetsen för att minska borrtryck och vridande moment (fig. 21). Borrar avsedda för gjutjärn slipas med

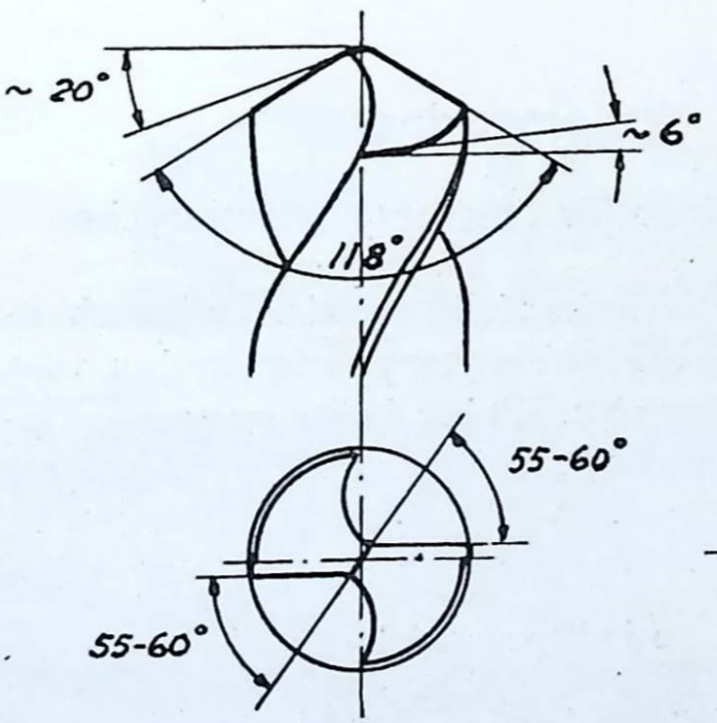



*Fig. 20.*

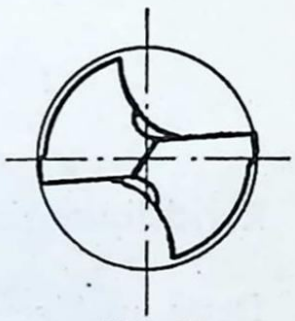


*Fig. 21*

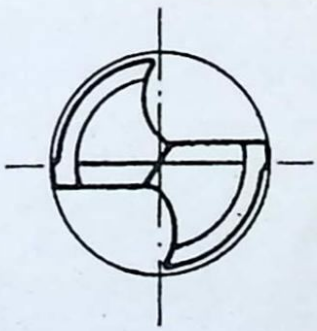


*Fig. 22.*

*Fig. 20—22. Slipning av spiralborr.*

större släppning utom på en fas, som ligger närmast skäret, vidare avfasas hörnen kraftigt (fig. 22).

Vid slipning för hand erhåller man mycket dålig utnyttjning av borren på grund av olika långa skär, felaktiga skärvinklar m. m.

Vid maskinslipning slipas vardera släppningsytan för sig, vanligast så att den bildar en del av manteln på en kon. Under slipningen svänges borren omkring konens axel. När ena släppningsytan slipats, vrides borren 180°, varefter den andra släppningsytan slipas. Hållare för slipning enligt denna princip kan anbringas på vilken maskin som helst, som har en noggrant rundgående skiva utan lagerglapp.

**Fråga 11.** *Hur slipas spiralborr?*

## Ytslipmaskiner

### Rundslipmaskiner för roterbara arbetsstycken

Dessa maskiner användes för bearbetning av in- och utvändiga cylindriska och koniska ytor på arbetsstycken, vilka kan roteras utan olägenhet. Hit hör 3 olika grupper av maskiner, nämligen *rundslipmaskiner, dubblösa slipmaskiner* och *innerslipmaskiner.*

#### Rundslipmaskiner

Maskinernas arbetssätt karakteriseras av fig. 23. Längdmatningen utföres av arbetsstycket, som bibringas en fram- och återgående rörelse av bordet.

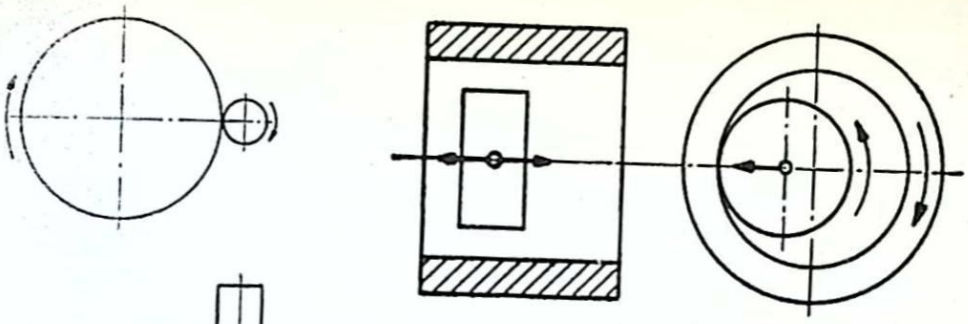


*Fig. 26. Arbetsschema för innerslipmaskin.*

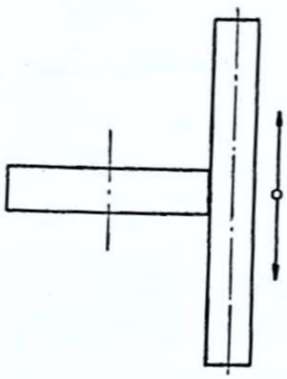


*Fig. 23. Arbetsschema för rundslipmaskin.*

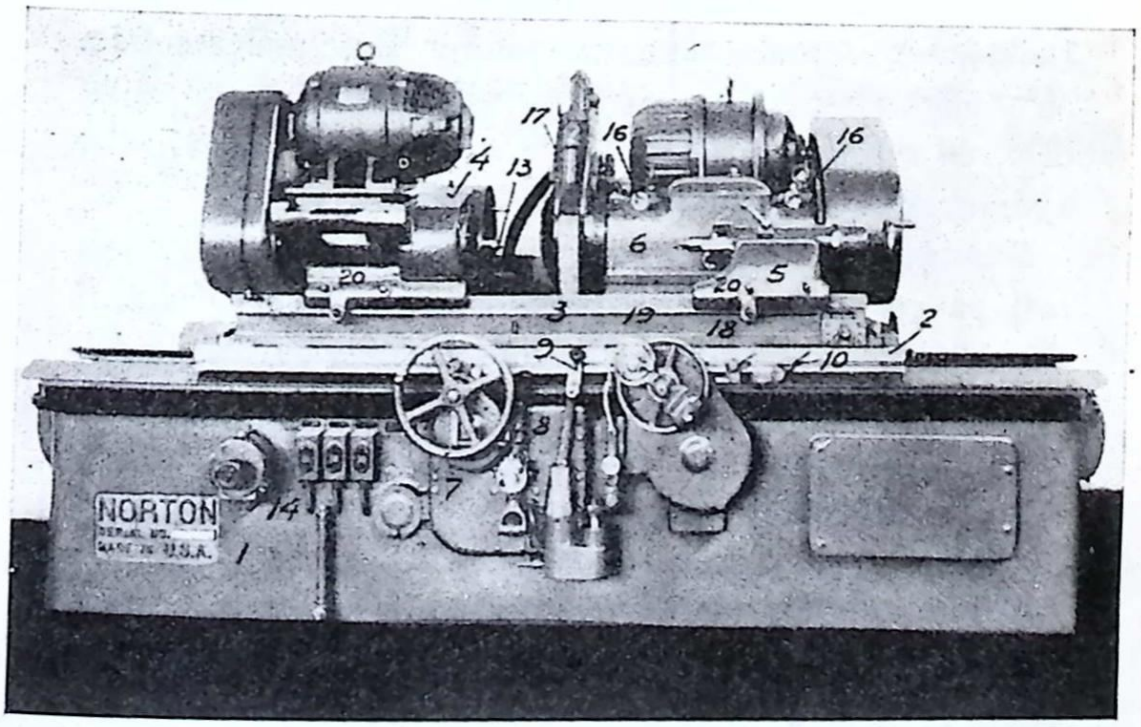



*Fig. 24. Rundslipmaskin.*

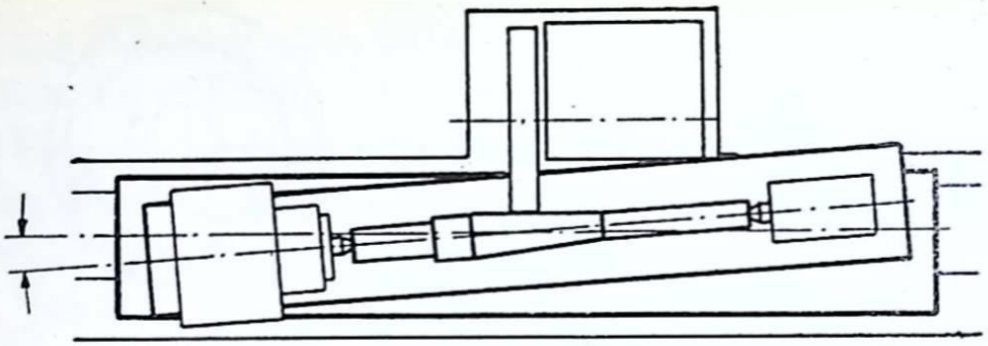


*Fig. 25. Slipning av kona.*

En sådan maskin av Nortons konstruktion visas i fig. 24. Maskinen är användbar för såväl grov- som finslipning.

Den fram- och återgående bordrörelsen kan genom klackar och anslag bringas att ske automatiskt, dessutom kan vändning erhållas i exakt önskat läge, vilket möjliggör noggrann slipning fram till en ansats på en axel eller dylikt. I allmänhet användes flera drivmotorer. Det vanliga antalet på produktionsmaskiner är 3, av vilka en driver slipspindeln, en arbetsstycket och den tredje oljepumpen för det hydrauliska systemet samt kylmedelspumpen m. m.

Rundslipmaskiner, på vilka slipspindeldockan är anordnad på en vridbar skiva, kallas *universalslipmaskiner*. I dessa kan korta konor slipas genom vridning av slipspindeldockan. Maskiner, som saknar denna vridningsmöjlighet, kallas *enkla rundslipmaskiner*. Såväl enkla som universella rundslipmaskiner har i allmänhet dubbdocka och spindeldocka för arbetsstycket anordnade på en i förhållande till det fram- och återgående arbetsbordet vridbar skiva, varigenom slipning av långa konor möjliggöres (fig. 25).

**Fråga 12.** *Vad menas med rundslipmaskin?*

## Innerslipmaskiner

Rundslipmaskiner för utvändig bearbetning kan, om de förses med extra anordningar, användas även för invändig slipning.

De verkliga innerslipmaskinerna, som är specialbyggda för invändig slipning, utmärker sig för långt driven automatisering av rörelserna, varigenom i allmänhet halvautomatiskt arbetssätt kan påräknas. Liksom vid förut behandlade rundslipmaskiner användes hydraulisk drift i stor utsträckning utom för slipskivans rotation. Innerslipmaskinernas arbetssätt visas schematiskt i fig. 26 (sid. 25).

## Rundslipmaskiner för icke roterbara arbetsstycken

Dessa maskiner är också innerslipmaskiner och användes för arbetsstycken, vilkas form eller storlek är sådan, att de icke lämpligen kan roteras under slipningen. De byggas numera enligt den princip, som anges i fig. 27.

**Fråga 13.** *Vad menas med innerslipmaskin?*

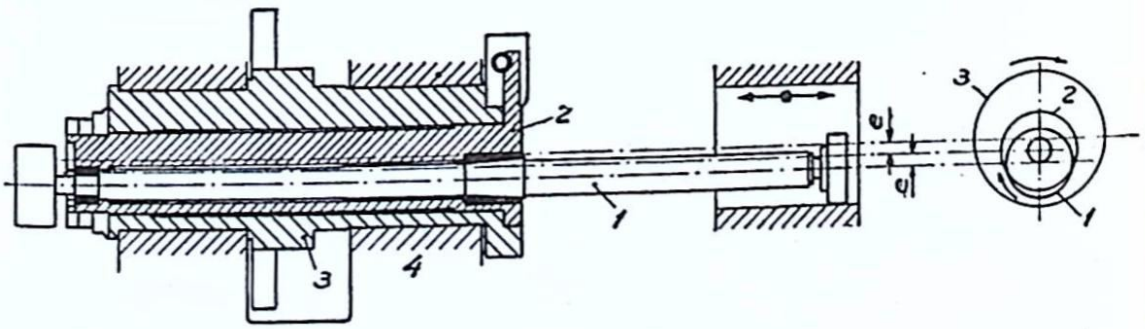



*Fig. 27. Rundslipmaskin för icke roterbara arbetsstycken.*

## Planslipmaskiner

Planslipmaskiner användes för bearbetning av plana ytor. De utföres med horisontal eller vertikal slipspindel samt med fram- och återgående eller roterande bord.

### Horisontalslipmaskiner med växelgående bord

Arbetsschemat för en sådan maskin framgår av fig. 28. Slipskivan roterar alltså kring sin axel och utför samtidigt en fram- och återgående rörelse i axiell riktning. Arbetsstycket matas dessutom fram under slipskivan. En sådan maskin av Nortons tillverkning visas i fig. 29.

### Vertikalslipmaskiner med växelgående bord

Maskinen arbetar i enlighet med schemat i fig. 30. Arbetsbordet har hydraulisk fram- och återgående rörelse. Vid tillsättning av skär förflyttas slipspindeldockan hydrauliskt

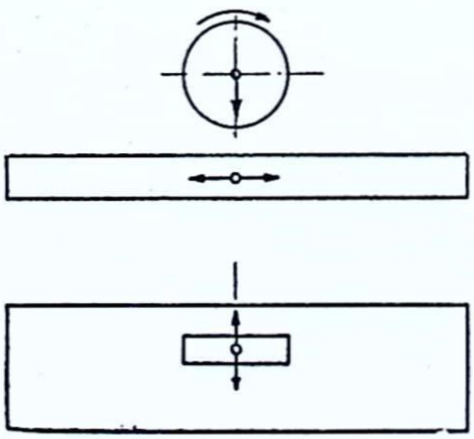


*Fig. 28. Arbetsschema för planslipmaskin.*

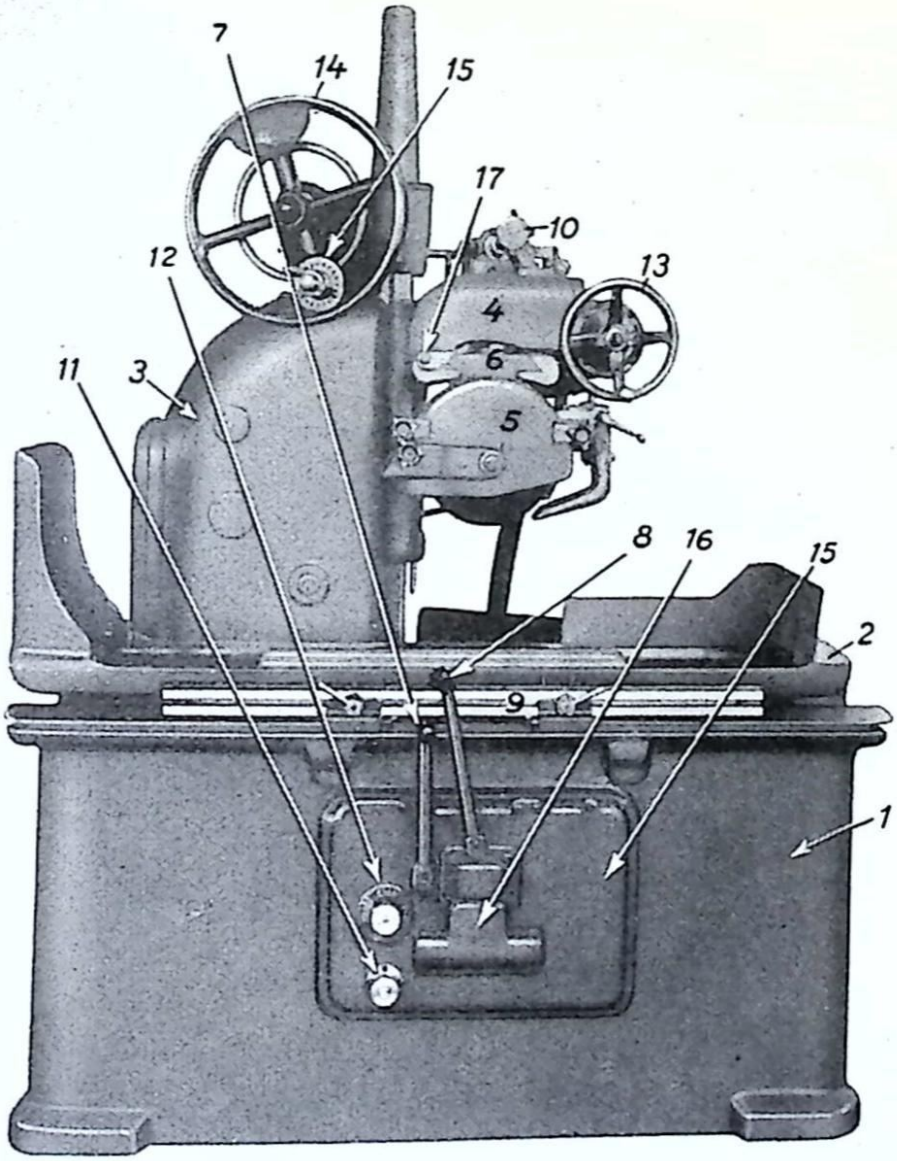



*Fig. 29. Planslipmaskin.*

mot arbetsstycket. Spindeldockan kan även vridas i vertikalplanet, vilket gör det möjligt att bearbeta ytor, som lutar mot arbetsbordet.

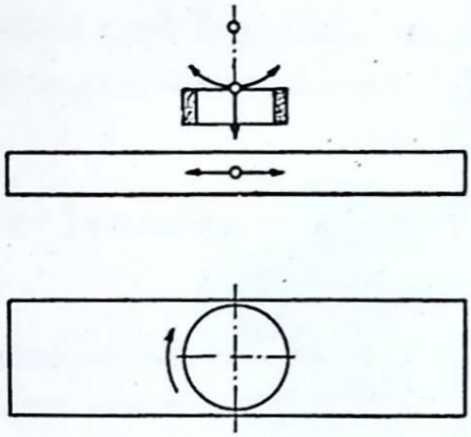


*Fig. 30. Arbetsschema för planslipmaskin.*

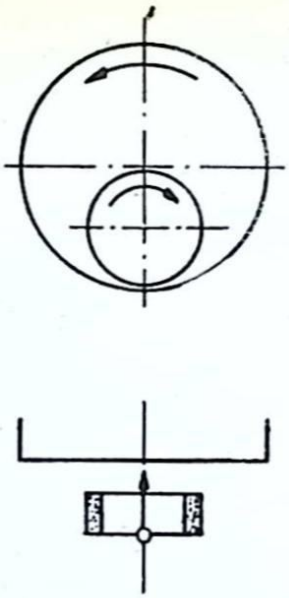


*Fig. 32. Vertikal planslipmaskin med roterande bord.*

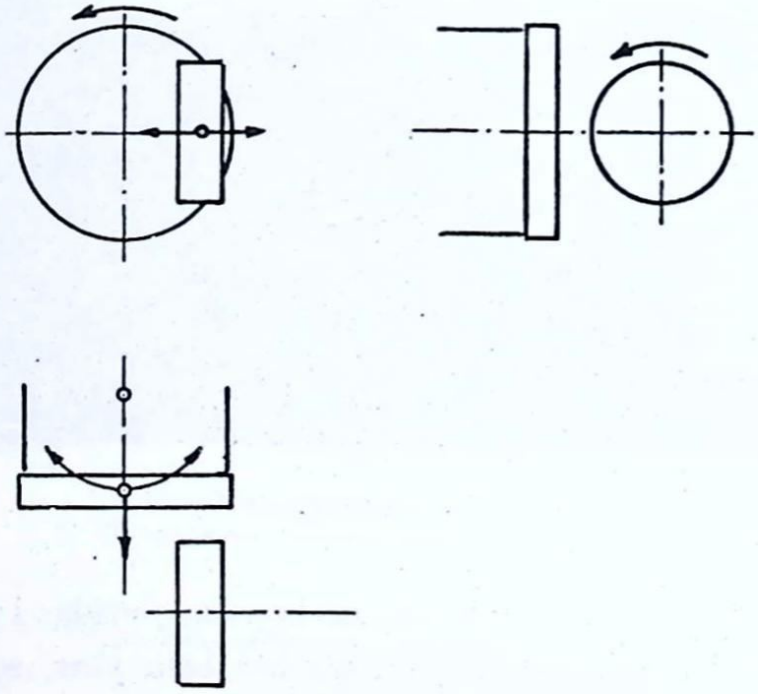


*Fig. 31. Horisontell planslipmaskin med roterande bord.*

### Horisontalslipmaskiner med roterande bord

Maskiner av denna typ (fig. 31), har ett roterande arbetsbord med horisontell axel. Detta byggnadssätt medför ibland bättre överblick än det vanligare byggnadssättet med vertikalt lagrat bord.

### Vertikalslipmaskiner med roterande bord

En sådan maskins arbetsschema visas i fig. 32.

Maskinen arbetar med slipring och lämpar sig liksom övriga maskintyper med roterande bord bäst för bearbetning av små plana ytor på större partier av arbetsstycken, vilka bearbetas i så stora satser som magnetbordet medger.

**Fråga 14.** *Vilka olika typer av vertikalfräsmaskiner finns att tillgå?*

## Ytslipning

### Allmänna erinringar

Ett oundgängligt villkor för ett gott arbetsresultat är en vibrations- och glappfri maskin.

Spånen uppstår under gnistbildning med temperaturer av 1600—2000° C. Slipskivans tillstånd och arbetsstyckets material påverkar gnistans temperatur, form och färg. (Ljusgult för vanligt stål övergår t. ex. till mörkrött när skivan blir belagd.) Slipskivans rotationsriktning är i allmänhet sådan, att spånen och gnistorna avgår i riktning nedåt och från sliparen.

Skivans fastsättning måste utföras med omsorg. Lagom åtdragning, som håller slipskivan men inte mera, är idealet. Skivan bör kunna skjutas på spindeln för hand. Behöver man driva på skivan med slag, händer det lätt att den spricker, när den uppvärmes på grund av sliparbetet.

Maskinen bör smörjas dagligen och grundligt rengöras 2 à 3 gånger i veckan. Kylmedel av lämpligt slag och i riklig mängd utan extra utspädning skall tillföras beröringsstället mellan arbetsstycke och slipskiva. Slipskivespindeln och dess lager skall lämnas i fred så länge arbetsstyckena blir som de skall vara. Justering av spindellagren bör endast utföras av specialutbildad personal. Använd icke hammare e. dyl. för att få bordet att röra sig och försök inte att slipa arbetsstycken, som är för stora för maskinen.

Använd så mjuka slipskivor som möjligt och tag hellre flera lätta skär än ett fåtal djupa sådana. Slipskivan bör i allmänhet ej vara smalare än 2″ och skall ha så stor diameter som möjligt.

Använd diamanten ofta och med omdöme så att avsett resultat uppnås. Ju slätare diamantspetsen är, desto bättre blir ytan på arbetsstycket.

Visar sig vibrationsmärken på den slipade ytan, bör man i första hand söka felet i uppspänningen, som kan vara olämplig eller dåligt utförd. Felet kan också ligga hos slipskivan, som kanske behöver skärpas eller ombalanseras. Även olämpligt förhållande mellan slipskivans och arbetsstyckets hastigheter kan åstadkomma vibrationer. I sista hand sökes felet hos maskinen.

**Fråga 15.** *Vilka allmänna försiktighetsmått skall man vidtaga vid slipning?*

## Rundslipning

Utvändig rundslipning betecknas allmänt endast med ordet *rundslipning*. Denna kan utföras på en del olika sätt med hänsyn till matningen.

Det vanligaste är dock att slipskivan för varje slag matas ett stycke närmare arbetsstycket.

I detalj utföres rundslipning av en mindre axel på följande sätt i en enkel rundslipmaskin.

Lämplig slipskiva utväljes. Slipmaskinen smörjes och lämpliga hastigheter för arbetsstycke och slipskiva inläggas. Slipskivan rives. Medbringaren fastskruvas på arbetsstyckets ena ända. Dubbhålen i axelns båda ändar smörjes. Arbetsdocka och dubbdocka inställes genom justering av vridskivan så, att arbetsstycket blir parallellt med slipspindeln. Arbetsstycket inspännes mellan dubbarna. Om längden så fordrar anbringas en eller flera stöddockor.

Anslagen på bordet inställes så, att bordrörelsen vändes, då slipskivans bana ännu är i kontakt med arbetsytan. (Se fig. 33.) Slipskivan matas fram, tills den nästan berör

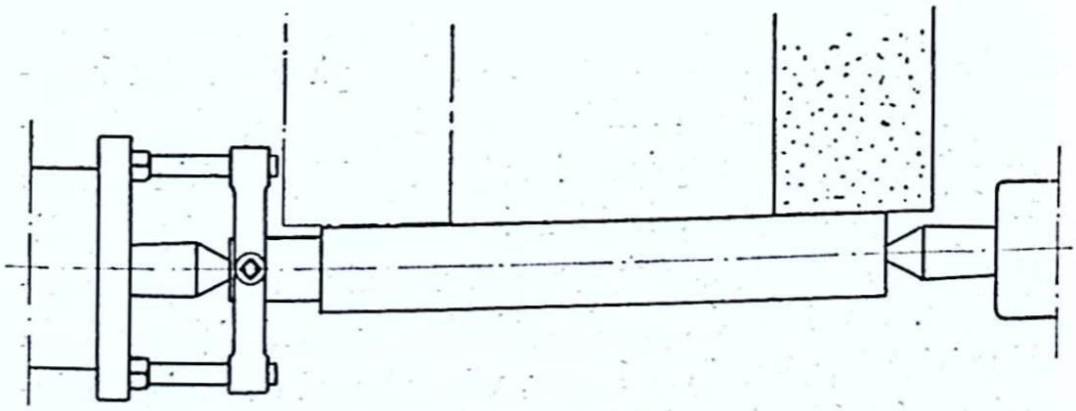


*Fig. 33. Rundslipning.*

arbetsstycket, varefter bordet för hand förflyttas fram och tillbaka. Om härvid såväl slipskiva som skyddshuv går klara för medbringare och dubbdocka, är inställningen riktig. Bordhastigheten inställes på lämpligt värde.

Maskinen kan därefter sättas igång med slipskivan på betryggande avstånd från arbetsstycket. Den automatiska bordrörelsen inkopplas, varefter slipskivan för hand matas fram mot arbetsstycket tills en gnista synes. Tvärmatningen utföres därefter med ca 0,01 mm per slag av arbetsstycket, som får gå några slag förbi slipskivan. Efter ytterligare några slag *utan frammatning* av slipskivan, drages slipskivan tillbaka och bordrörelsen stoppas. Arbetsstyckets båda ändar mätes därefter med mikrometer, sedan rotationsrörelsen urkopplats. Härigenom kontrollerar man att arbetsstycket är cylindriskt. Är detta icke fallet justerar man vridskivans inställning och tar ytterligare några lätta skär tills arbetsstycket blivit cylindriskt. Därefter slipar man till mått under kontroll med hakmått eller mikrometer.

**Fråga 16.** *Vilka olika kontrollåtgärder bör man vidtaga vid rundslipning?*

Slipning av utvändiga konor utföres på olika sätt beroende på konans längd och branthet. Långa och svagt lutande konor slipas lämpligen i enkel rundslipmaskin genom vridning av bordets vridskiva. Korta och branta konor slipas i universalslipmaskin genom vridning av slipspindeldockan. Om härvid slipspindeldockan kan förskjutas i sin längdriktning, kan även konor, vilkas längd överstiger slipskivans bredd, slipas. Vid all konisk slipning är det av vikt,

att efter ett lätt försöksskär kontrollera konans lutningsvinkel.

Vid rundslipning mellan dubbar måste dubbhålen i arbetsstycket och dubbspetsarna i maskinen vara ytterst noggrant utförda för att arbetsstycket skall bli runt. Stöddockor i erforderligt antal måste användas. Vid uppspänning i chuck eller fixtur måste centreringen vara fullkomlig. Axlar slipas i allmänhet mellan stillastående dubbar, varvid rotationsrörelsen överföres till axeln medelst medbringare. Arbetsresultatet blir härigenom oberoende av ojämnheter eller exentricitet i spindelns lagring.

## Innerslipning

En hel del detaljer som jiggbussningar, specialverktyg o. dyl. kan slipas i universalslipmaskin. Produktionsslipning utföres dock i regel i innerslipmaskin, om arbetsstycket icke kan roteras. Slipning av invändiga konor möjliggöres genom vridning av arbetsstyckets drivdocka.

Vid innerslipning tillämpas motsvarande förfarande som vid rundslipning. Sedan maskin och arbetsstycke inställts, matas slipskivan försiktigt mot den sida av hålets ytterända, som ligger närmast sliparen, tills en gnista synes. Hela hålet slipas därefter rent under användande av handmatning. För att hålet skall bli riktigt i förhållande till arbetsstycket fordras, att detta är riktigt uppspänt. Är arbetsstycket uppspänt i fixtur, kommer det automatiskt riktigt, om fixturen är riktigt utförd. Är arbetsstycket uppspänt i chuck, kan kontrollen lämpligen utföras med hjälp av mätklocka.

Sedan man övertygat sig om att hålet ej är koniskt, fortsättes slipningen till mått, som kontrolleras med tolk. Tolken skall lätt kunna tryckas in i hålet under vridning.

Slipskivan bör under slipningen icke tillåtas lämna hålet. Vändningen bör sålunda vid vardera ändan ske, innan slipskivan gått ifrån hålet. Låter man slipskivan gå ut, blir hålet gärna koniskt i ändan på grund av spindelns fjädring. Rivning av slipskivan innan de sista skären tages påverkar arbetsresultatet i gynnsam riktning.

**Fråga 17.** *Vad har man att iakttaga vid innerslipning?*

## Planslipning

De olika metoderna för planslipning är bundna till respektive maskintyper.

Vid planslipning behöver man inte alltid ägna så stor uppmärksamhet åt arbetsstyckets uppspänning, som här många gånger kan utföras utan särskild kontroll av uppriktningen. Detta är t. ex. fallet, då arbetsstycket med en bearbetad yta vilar direkt på arbetsbordet eller vid uppläggning på magnetbord.

När enstaka arbetsstycken skall slipas, förfar man i tillämpliga delar som vid rundslipning. Man matar sålunda, när slipningen skall börja, slipskivan sakta mot arbetsstycket tills en gnista synes, varefter handmatning eller automatisk matning användes under slipning till mått.

Produktionsslipning av smådelar utföres vanligen efter provslipning av en eller ett par detaljer, varunder slipmaskin och slipskiva inställes. Efterställning av slipskivan utföres i samband med rivning. I övrigt laddas och tömmes arbetsbordet mellan slipningarna, som ofta sker i ett skär.

# Svarsuppgifter

Svaren inskrives i *svarshäftet,* som sändes till *Brevskolan, Stockholm 15,* för granskning.

1. *Två slipskivor innehåller olika mängder slipkorn av samma storlek. Vilken skiva får den tätaste strukturen?*

2. *Vad är förutsättningen för att slipskivan skall kunna skära spån?*

3. *Vilka faktorer utövar inflytande på valet av slipskivans hårdhet?*

4. *Vid planslipning enligt fig. 11 blir skärkraften alltid nedåtriktad. Vilken betydelse har detta?*

5. *Vad har stålets rörelser för inflytande på resultatet vid verktygsslipning?*

6. *Visa med en skiss i stor skala hur spånvinkeln förändras vid slipning av ett stål enligt fig. 18 på släppningsytan!*

7. *En axel av hårt stål med diametern 40 mm skall rundslipas med en 60 mm bred slipskiva. Hur stor skall matningshastigheten vara uttryckt i m/min. vid finslipningen?*

8. *Vad kan gnistbildningen säga vid slipning?*

Riksförsäkringsanstalten har i egenskap av yrkesinspektionens chefsmyndighet utfärdat anvisningar (nr 25) angående skydd mot yrkesfara vid bruk av vissa slipskivor för metallbearbetning (slipskiveanvisningar). Anvisningarna upptar föreskrifter, som skall iakttagas dels av tillverkare och dels av brukare av slipmaskiner och slipskivor.

Med hänsyn till bestämmelserna i lagen om arbetarskydd är jämväl försäljare ansvariga för att av dem försålda slipmaskiner och slipskivor uppfyller fordringarna i nämnda anvisningar.

Slipskiveanvisningarna kan under beteckningen S 61 erhållas från Statens Reproduktionsanstalt, Stockholm 6.

# Anteckningar

5821