



L. Valdma, R. Siimar, U. Kandmer

**METALLIDE
LÖIKE-
TÖÖTLEMINE**

*Laboratoorseid töid
metallide tehnoloogiast*

*Tallinn
1967*

A-29017

TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT

Metallide tehnoloogia kateeder

L. Valdma, R. Siimar, U. Randmer

M E T A L L I D E L Ö I K E T Ö Ö T L E M I N E

Laboratoorseid töid metallide tehnoloogiast

Toimetanud L. Valdma

Tallinn

1967

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра технологии металлов

Л.Вальдма, Р.Сиимар, У.Рандмер

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Руководства к лабораторным работам
по технологии металлов

На эстонском языке

Под редакцией Л.Вальдма



TARTU ÜLIKOOLI

RAAMATUKOGU

Vastutav toimetaja L.Valdma

Trükkimisele antud 21. X 1967. Paber 60x84/16
Trükipg. 7,0. Tingpg. 6,51. Tiraaž 2000
MB-09622. TPI rotaprint, 1967. Tell.459
Hind 18 kop.

N. V. Gogol' nim. T.
Linna Keskraamatukogu
(Tehnik)

N. V. Gogol' nim.
Taru Linna
Keskraamatukogu

S a a t e k s

Käesolevas, TPI metallide tehnoloogia kateedri õppejõudude poolt koostatud laboratoorsete tööde juhendis eeldatakse, et üliõpilased on sooritanud tööpraktika õppetöökojas ning on saanud kogemusi lõikeriistade ja lõikepinkide käsitlemiseks. Samuti eeldatakse, et üliõpilased on loengukursusest "Metallide tehnoloogia" kuulanud lõiketöötlemise osa, ning saadud teoreetilisi teadmisi rakendatakse käesolevas praktikumis.

Sageli kulgevad laboratoorsed tööd paralleelselt loengutega või jõuavad neist ette. Niisugusteks puhkudeks anname siin iga laboratoorse töö juurde ka vajalikke teoreetilisi selgitusi, et võimaldada üliõpilastel iseseisvalt ette valmistada igaks laboratoorseks tööks.

Tööd on koostatud vastavalt kehtivale õppeprogrammile ning arvestades metallide tehnoloogia kateedri materiaalset baasi, kusjuures need sisaldavad ülesandeid, mis on seotud olulisemate lõikeriistade ja universaallõikepinkidega.

Raamat sisaldab 8 tööd, milledest igaüks koosneb ülesande formulatsioonist, informatsioonist ülesande lahendamiseks ja kontrollküsimustest. Valiku neist tööd teeb juhendaja õppejõud vastavalt üliõpilaste erialale ja plaanilisele tundide arvule.

Töö arvestamiseks tuleb koostada kirjalik aruanne ja vastata suuliselt kontrollküsimustele. Aruanne peab olema lühike ja tal olgu vormikohane tiitelleht, mille ülemisel äärel on laboratooriumi tempel. Aruanne kirjutatakse tindiga, joonised tehakse pliiatsiga. Iga töö aruanne antakse õppejõule ära enne uue töö saamist. Praktikumi lõpul antakse kõik arvestatud tööd üliõpilasele tagasi, kes kinnitab need kausta, märgib kaanele oma nime ja õpperühma sümboli ning esitab kausta õppejõule

1814
arvestuse sissekirjutamiseks õpimärkmikku.

Laboratoorsed tööd nr.1, 2 ja 3 koostas ass. R. Siimar,
tööd nr. 4,5,6 ja 7 - dots. L. Valdma,
töö nr. 8 aga koostasid koos dots. kt.
U. Randmer ja dots. L. Valdma.

Mehaanikateaduskonna üliõpilastele on käesolev praktikum ettevalmistuseks erikursuste "Lõikepingid", "Lõikeriistad" ja "Masinaehituse tehnoloogia" läbivõtmisel.

TREITERA GEOMEETRIA

Ülesanne. Antud treiteri iseloomustavate geomeetriliste suuruste mõõtmine.

Tööks vajalikud vahendid.

1. Komplekt treiteri.
2. Laboratoorne laudnurgamõõdik.
3. Nihkmõõdik.

Tegevusjuhend.

1. Lugeda läbi informatsioon.
2. Määrata antud treiterade tüübid.
3. Joonestada õppejõu poolt määratud treiterade eskiisid koos vajalike lõigete ja vaadetega.
4. Mõõta terade nurgad $\alpha, \gamma, \beta, \delta, \varphi, \varphi_1, \varepsilon, \alpha_1, \lambda$.
5. Õppida vastama kontrollküsimustele.

Aruanne peab sisaldama.

1. Iga antud tera tüübi määrangu.
2. Mõõdetud terade joonised koos kõikide nurkade tähistete ja mõõtetega.

Märkusi. 1. Terad joonestada ühes vaates koos toorikuga, näidates ühtlasi ka tera geomeetrilised elemendid ja ettenihke suuna s.

2. Nurkade suurused joonistel anda tabelitena.

Kontrollküsimused (suuliselt vastamiseks, aruandesse mitte kirjutada).

1. Milliste tunnuste järgi liigitatakse treiteri?
2. Nimetage treiterade põhitüüpe.
3. Kuidas määratakse koordinaattasapindade asendid lõikeriistade geomeetria määramisel? Kuidas neid nimetatakse?
4. Nimetage treitera lõikeosa (pea) põhilised geomeetrilised elemendid.
5. Millises tasapinnas mõõdetakse peanurka plaanis φ ?
6. Kuidas mõõdetakse lõikenurka δ ?
7. Millal on esinurk γ positiivne ja millal negatiivne?
8. Milline on pealõikeserva kaldenurga λ märk, kui tera tipp on lõikeserva kõrgeim punkt?

9. Kuidas mõjub välistreimisel tera taganurgale α tema ülesseadmine tooriku pöörlemisteljest kõrgemale?
10. Kuidas mõjub sisetreimisel taganurgale α tera seadmine tooriku pöörlemisteljest madalamale?
11. Kuidas muutub taganurk α ettenihke suurenemisel?
12. Tera nurkade lühidefinitsioonid?
13. Milleks on peataganurk α ?
14. Kuidas mõjub pealõikeserva kaldenurk λ laastu eraldumise suunale.

I N F O R M A T S I O O N

1. LÕIKERIISTADE GEOMEETRIA. ÜLDMÕISTED JA DEFINITSIOONID

Iga lõikeriist koosneb tavaliselt kolmest erinevast osast: 1) lõikeosast, mille ülesandeks on laastu lõikamine, 2) kinnitusosast, mis on ette nähtud lõikeriista kinnitamiseks tööpinki, ja 3) korpusest, mis seob tervikuks lõike- ja kinnitussosa.

Lõikeriista ehituse uurimisel pööratakse põhitähelepanu lõikeosale, mis kujutab endast keerukat geomeetrilist keha. Alljärgnevalt on selgitatud lõikeriistade geomeetria põhimõisteid ja definitsioone.

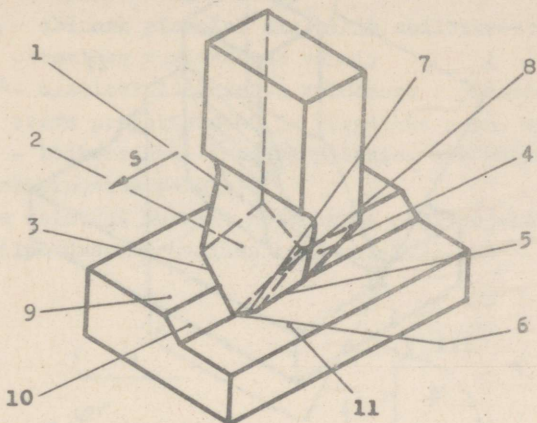
Töödeldava tooriku tähtsamaid geomeetrilisi elemente defineeritakse järgmiselt (vt. joon. 1,1):

- a) töödeldav pind 9 on tooriku see pind, millest eraldatakse laast;
- b) lõikepind 10 on lõikeserva poolt tekitatud pind lõikeprotsessis;
- c) töödeldud pind 11 on lõiketöötlemise tulemusena saadud pind.

Lõikeriista lõikeosa elementideks on tavaliselt (vt. joon. 1.1):

- 1 - esitahk, mida mööda eemaldub lõigatud laast;
- 2 - peatagatahk, mis asetseb lõikepinna vastas;
- 3 - pealõikeserv, mis on esi- ja peatagapinna lõikejoon;
- 4 - abitagatahk, mis asetseb töödeldud pinna vastas;
- 5 - abilõikeserv, mis on esi- ja abitagatahu lõikejoon;

6 - lõikeriista tipp, mis on tema lõikeservade lõikepunktiks.



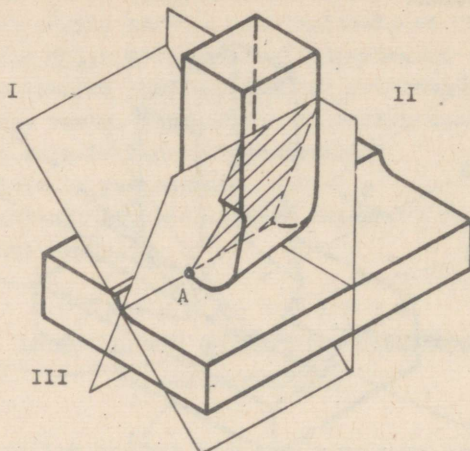
Joonis 1.1. Lõiketera põhielemendid:

1 - esitahk, 2 - peatagatahk, 3 - pealõikeserv, 4 - abitagatahk, 5 - abilõikeserv, 6 - tipp, 7 - ülemineku-lõikeserv, 8 - ülemineku-tagatahk, 9 - tooriku töödeldav pind, 10 - tooriku lõikepind ja 11 - tooriku töödeldud pind

Lõikeriistal võib olla ka rohkem kui üks abilõikeserv, abitagatahk ja tipp. Seejuures nimetatakse lõikeservi ja tagatahke omavahel ühendavaid lühikesi lõikeservi ja tahke vastavalt ülemineku-lõikeservadeks ning ülemineku-tagapindadeks (joon. 1.1, 7 ja 8).

Tooriku lõikeriista põhiliste elementide vaheliste seoste määramiseks seotakse lõikeriist ja toorik ristkoordinaatide süsteemiga (vt. joon. 1.2).

Koordinaattasapindade esialgne asend määratakse kindlaks staatilises olukorras tekkiva tooriku lõikepinna järgi (staatilises olukorras pundub lõikeriistal ettenihe), Koordinaatide süsteemi lähtetasapind, mida nimetatakse lõiketasapinnaks, võetakse nii, et ta oleks puntuvtasapinnaks tooriku lõikepinnale lõikeriista serva vaadeldavas punktis (punkt A joon. 1.2).



Joonis 1.2. Koordinaattasapinnad:

A - lõikeserva vaadeldav punkt, I - lõike-
tasapind, II - põhitasapind, III - ristta-
sapind

Teine koordinaattasapind, mida nimetatakse põhitasapinnaks, võetakse risti lõiketaspinnaga ning paralleelsena lõikeriista (või tooriku) pöörlemisteljega (joon. 1.2, kus pöörlev liikumine puudub, võime lugeda, et pöörlemistelg on lõikekohast lõpmata kaugel).

Kolmas koordinaattasapind asetatakse läbi lõikeserva vaadeldava punkti ja ta peab olema risti lõike- ja põhitasapinnaga. Seda nimetatakse risttasapinnaks.

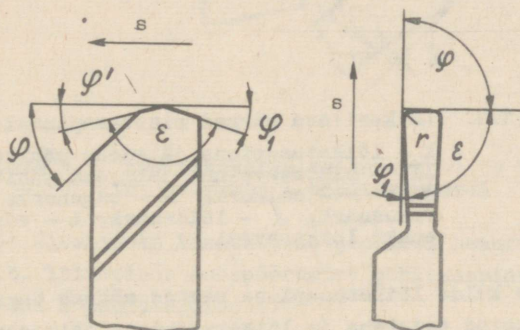
Kui vaadeldav punkt kuulub pealõikeservale, nimetatakse lõike- ja risttasapinda vastavalt pealõike- ja pearisttasapinnaks. Abilõikeserva punkti puhul aga vastavalt abilõike- ja abiristtasapinnaks.

Lõikeriista põhiliste geometriliste elementide omavahe-line asetus tooriku suhtes määratakse koordinaattasapindades mõõdetavate nurkade abil.

Põhitasapinnas mõõdetakse lõikeriista esitahu juurde kuuluvate nurkade projektsioone (nn. nurki plaanis) järgmiselt (joon. 1.3):

- 1) φ - peanurk plaanis, mis tekib pealõikeserva projekt-siooni ja ettenihke suuna vahel;
- 2) φ_1 - abinurk plaanis, mis tekib abilõikeserva projekt-siooni ja ettenihke vastassuuna vahel;
- 3) φ' - üleminekulõikeserva kaldenurk plaanis, mis te-kib selle serva projektsiooni ja ettenihke suuna vahel;
- 4) ε - lõikeriista tipunurk plaanis, mis tekib lõikeser-vade projektsioonide vahel.

Peale mainitud nurkade mõõdetakse põhiprojektsioonis lõi-keriista tipu ümardusraadiust r (joon. 1.3).

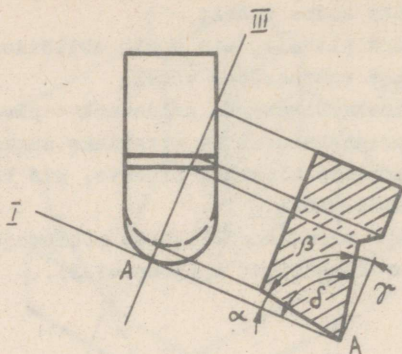


Joonis 1.3. Lõikeriista nurgad plaanis:

φ - peanurk plaanis; φ_1 - abinurk plaanis;
 φ' - üleminekulõikeserva kaldenurk plaanis,
 ε - tipunurk plaanis; r - tipu ümardusraa-
 dius. Noolega on tähistatud ettenihke suund

Risttasapinnas mõõdetakse lõikeriista tahkude kaldenurki lõiketapasinna suhtes ning nende omavahelisi nurki (joon.1.4).

Lõikeriista esitahu kalde põhitasapinna suhtes määrab esinurk γ , mille moodustavad esitahu jälgjoon ja punkti A lä-biv põhitasapinna nivoojoon risttasapinnal. Esitahu kalle lõi-
 ketasapinna suhtes määratakse lõikenurgaga δ , mis tekib esi-
 tahu ja lõiketapasinna jälgjoonte vahel risttasapinnas.



Joonis 1.4. Lõikeriista nurgad risttasapinnal:

I - lõiketapasapinna jälgjoon põhitapasapinnal;
 III - risttasapinna jälgjoon põhitapasapinnal;
 γ - esinurk; α - taganurk; β - teravusnurk;
 δ - lõikenurk; A - vaadeldav punkt lõikeserval

Tagatahu kalde lõiketapasapinna suhtes määrab taganurk α , mille moodustavad tagatahu ja lõiketapasapinna jälgjooned risttasapinnal.

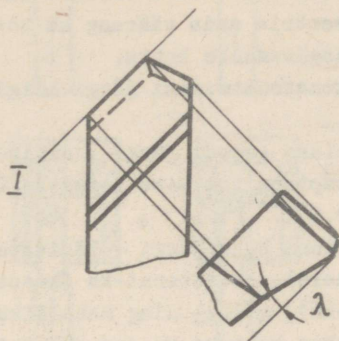
Esi- ja tagatahu vahelist nurka β nimetatakse teravusnurgaks. Ta moodustub esi- ja tagatahu jälgjoonte vahel risttasapinnas.

Pearisttasapinnas märgitakse nurgad ilma indeksita. Abiristtasapinnas märgitakse nad aga indeksiga 1.

Abiristtasapinnas mõõdetakse tavaliselt ainult abitagaturka α_1 , mille moodustavad abitagatahu ja abilõiketapasapinna jälgjooned abiristtasapinnal.

Risttasapindades mõõdetavate nurkade ilmekamaks kujutamiseks joonistel kasutatakse kujutavast geometriast teada olevat risttasapinna mahapööramise võtet ümber oma jälgjoone põhitapasapinnal. Joonisel 1.4 ühtib näiteks põhitapasapind joonise pinnaga ning risttasapinna mahapööre on tehtud ümber tema jälgjoone III põhitapasapinnal.

Lõikeriista lõikeserva asend määratakse lõikeserva kal-
denurgaga λ , mis tekib lõikeserva ja põhitasapinna nivoo-
joone vahel lõiketasapinnas (joon. 1.5).



Joonis 1.5. Pealõikeserva kaldenurk λ ja lõiketasapinna jälgjoon I põhitasapinnal.

λ äranäitamiseks kasutatakse joonisel samuti teda kandva pinna, s.o. lõikepinna mahapöörämist põhitasapinnale ümber tema jälgjoone I põhitasapinnal.

Eespool kirjeldatud lõikeriista nurki nimetatakse staatilisteks nurkadeks, sest need on määratud koordinaattasapindade staatilises asendis. Tegelikus tööolukorras kaldub koordinaattasapindade süsteem oma esialgsest asendist välja ning lõikeriista nurkade suurused muutuvad. Tööolukorras tekkivaid nurki nimetatakse kinemaatilisteks nurkadeks. Kinemaatiliste nurkade suurused määratakse tavaliselt arvutuslikult, võttes aluseks staatilised nurgad ning koordinaattasapindade asendi muutuse.

2. TREITERADE LIIGID

Treitera on lõikeriist, mida kasutatakse pöördpinnaga detailide töötlemisel treipingis. Ta koosneb kahest osast:

- 1) lõikeosast, mida nimetatakse tera peaks, ning 2) kinnitus-

osast, mida nimetatakse tera kehaks. Korpust kui konstruktiivset osa treitera puhul ei eristata.

Treiterade konstruktsioon võib sõltuvalt otstarbest olla väga erinev. Seetõttu tuleb tera ehituse kirjeldamisel peale tema lõikeosa geometria anda määrang ka tera otstarbe ja konstruktiivsete iseärasuste kohta.

Otatarbe ja konstruktsiooni järgi liigitatakse treiterasid järgmiselt.

1. Treitava pinna asendi järgi - silindrilise välis-, sise- ja tasase otspinna treimise teradeks (vastavalt read III, II ja I joonisel 1.6).

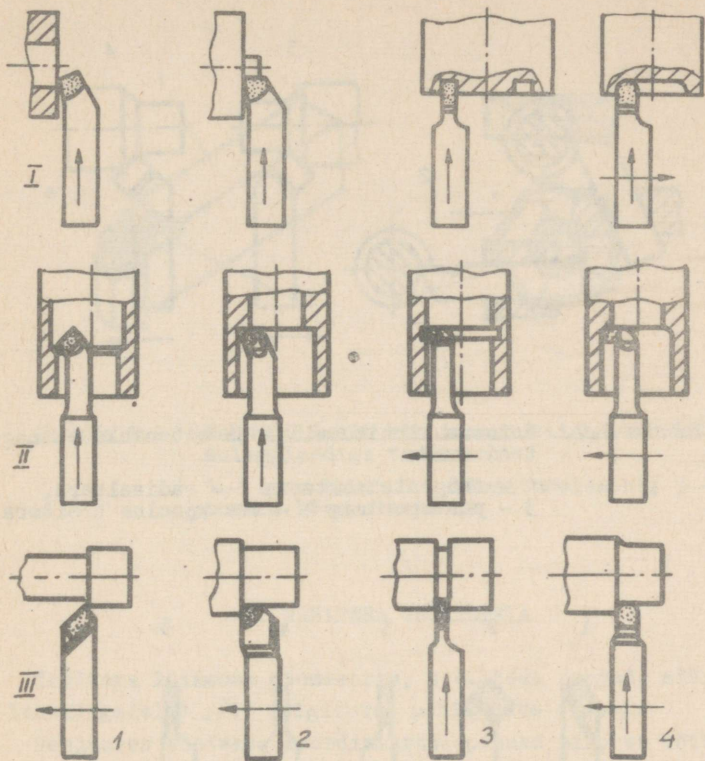
2. Treitava pinna kuju järgi - läbivateks (kui treitaval pinnal ei ole astmeid), astmeteradeks (kasutatakse astmelise pöördpinna saamiseks), soone- ning mahalõiketeradeks ja kaju-teradeks (kasutatakse keeruka kujuga pöördpindade treimisel). Vaata tulpasid 1, 2, 3 ja 4 joonisel 1.6.

3. Tera kinnitamise viisi järgi - radiaalseteks ja tangentsiaalseteks ehk puutujasuunalisteks teradeks (joon. 1.7 1 ja 2).

4. Ettenihke suuna järgi - parempoolseteks (töötavad ettenihkega paremalt vasakule) ja vasakpoolseteks teradeks (joon. 1.7 3 ja 4).

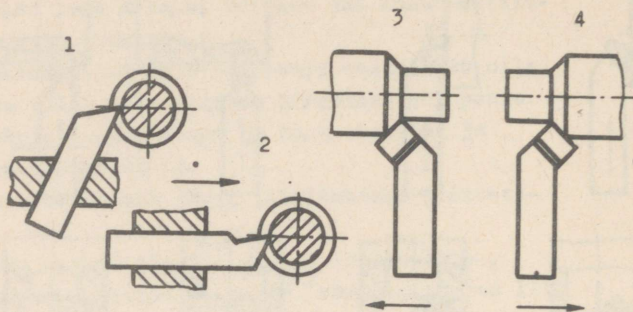
5. Tera pea asendi järgi - sirgeteks, painutatud ja nihutatud peaga teradeks (joon. 1.8).

6. Tera pea konstruktsiooni järgi terviklikeks (tera pea ja keha on valmistatud ühest ja samast materjalist) ning koostatud, s.o. mehaaniliselt kinnitatud või pealejoodetud plaatidega teradeks (joon. 1.9).



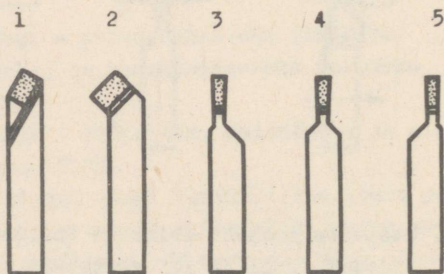
Joonis 1.6. Otstarbe poolest erinevad treiterad:

Ridades I, II ja III vastavalt otspinna sise- ja välispinna treimise terad. Tulpades 1 on läbivad, 2 - astmetreimise, 3 - soonetreimise ja mahalõiketerad ning 4 - kujuterad. Nooltega on joonisel näidatud ettenihkesuunad treimisel



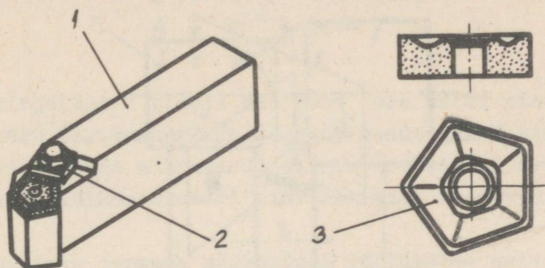
Joonis 1.7. Erineva kinnitusviisi ja ettenihke suunaga treiterad:

- 1 - tangentsiaaltera; 2 - radiaaltera,
3 - parempoolne; 4 - vasakpoolne treitera



Joonis 1.8. Erineva pea kujuga treiterad:

- 1 - sirge tera; 2 - vasakule painutatud peaga tera; 3, 4 ja 5 - vastavalt vasakule nihutatud, nihutamata ja paremale nihutatud peaga terad



Joonis 1.9. Mehaaniliselt kinnitatud viisnurkse kõvasulamplaadiga treitera:
 1 - tera keha; 2 - kinnituselement; 3 - viisnurkne kõvasulamplaat

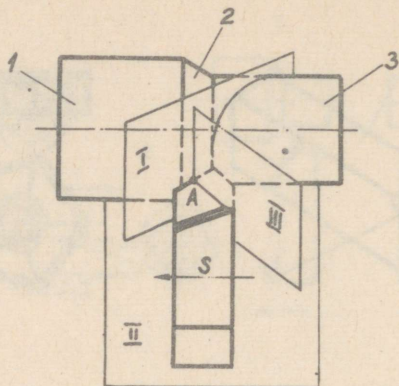
3. TREITERA GEOMEETRIA

Treitera lõikeosa geomeetria, s.o. tema nurgad, määratakse lehekülgedel 7...11 selgitatud põhimõtete alusel.

Seejuures võetakse koordinaattasapinnad nii, et lõike-tasapind oleks puutuvtasapinnaks lõikepinnale tera lõikeserva vaadeldavas punktis, põhitasapind paralleelne tooriku pöörlemise teljega ning risttasapind läbiks vaadeldavat punkti tera lõikeserval. Peale selle peavad kõik kolm koordinaattasapinda olema omavahel risti (joon. 1.10).

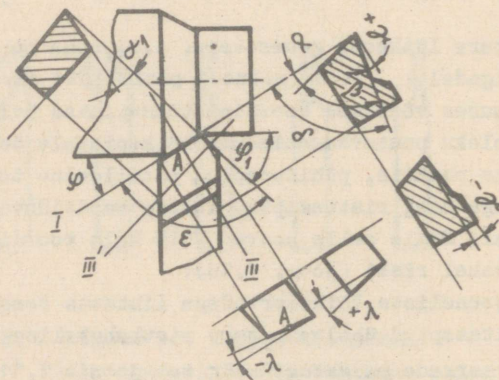
Sirgjooneliste lõikeservadega lihtsate terade puhul loetakse põhitasapind ühtivaks tera risttahukalise aluspinnaga.

Tera nurkade paigutust selgitab joonis 1.11.



Joonis 1.10. Treitera koordinaattasapinnad:

- 1 - tooriku töödeldav pind; 2 - lõikepind;
- 3 - töödeldud pind; I - lõiketasapind;
- II - põhitasapind; III - risttasapind;
- A - lõikeserva vaadeldav punkt



Joonis 1.11. Treitera geomeetrilised elemendid:

- δ - esinurk; α - peataganurk; δ - lõikenurk;
- β - teravusnurk; α_1 - abitanurk; λ - lõike-
- serva kaldenurk; φ - peanurk plaanis; φ_1 - abi-
- nurk plaanis; ϵ - tipunurk plaanis; I, III
- ja III' - vastavalt lõiketasapinna ning pea-
- ja abiristtasapinna jälgjooned põhitasapinnal

Nagu jooniselt näha, kehtivad treitera nurkade vahel järg-
nised matemaatilised seosed:

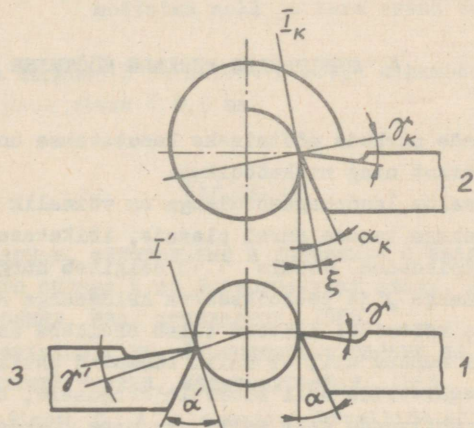
$$\varepsilon = 180^\circ - \varphi - \varphi_1 ;$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha - \gamma ;$$

$$\delta = 90^\circ - \gamma .$$

Ülalkirjeldatud viisil määratud tera nurki nimetatakse staatilisteks teritusnurkadeks, sest nende järgi teritatakse treitera ning nende määramisel ei ole arvestatud tera üles-
seadmisest ja lõikeprotsessi kinemaatikast tulenevaid nurkade muutusi.

Staatiliste nurkade määramisel lähtutakse eeldusest, et tooriku lõikepind on pöördpind, mis tekib juhul, kui teral puudub ettenihke pöörleva detaili suhtes. Tegelikus lõikeprot-
sessis, kui ettenihke on olemas, saab tooriku lõikepind kas kruvi- või spiraalpinna kuju, temaga seotud lõiketasapind võtab uue asendi ning muutuvad tera nurkade suurused (vt. joon. 1.12 1 ja 2). Tegelikus lõikeprotsessis tekkivaid tera nurki nime-
tatakse kinemaatilisteks nurkadeks.



Joonis 1.12. Treitera nurgad:

1 - staatilises olukorras; 2 - tööolukor-
ras; 3 - tooriku teljest madalamale seatud
treitera puhul

Staatiliste nurkade suuruse ja ettenihkest tingitud lõi-
ketasapinna nurgamuutuse ξ alusel arvutatakse kinemaatiliste

nurkade suurused järgmiste valemitega:

$$\alpha_k = \alpha - \xi;$$

$$\gamma_k = \gamma + \xi.$$

Treiteranurkade erinevust kinemaatilistest tuleb eriti silmas pidada keermeterade puhul, sest need töötavad suure ettenihkega (ξ on suur).

Treitera nurkade muutumist tööolukorras võib põhjustada ka tema ebaõige ülesseadmine tooriku suhtes (joon. 1.12 3). Jooniselt nähtub, et välispinna treimisel tooriku teljest madalamale seatud tipuga tera esinurk on väiksem, taganurk aga suurem kui õigesti ülesseatud teral. Siit selgub, et tera asendi muutmiselega tooriku suhtes ülesseadmisel võib tera geomeetriat teatavates piirides muuta tema teritusnurki muutmata. Teisest küljest tera kinnitamisel jäävad staatilised teritusnurgad praktiliselt kehtima ainult sel juhul, kui tera tipp on tooriku pöörlemistsentriga samal kõrgusel.

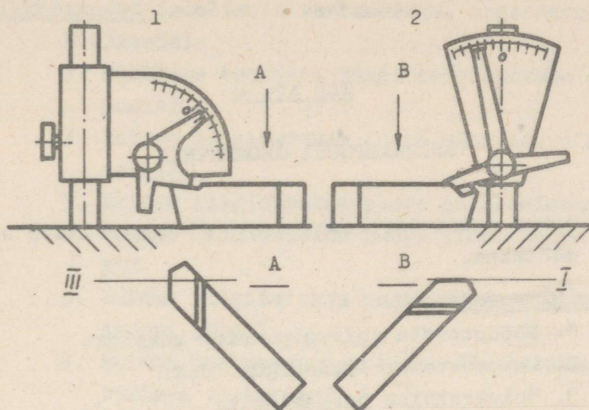
4. TREITERADE NURKADE MÕÕTMINE

Treiterade nurkade mõõtmiseks kasutatakse universaalset laudnurgamõõdikut ning nihkmõõdikut.

Universaalse laudnurgamõõdikuga on võimalik mõõta risttahukalise kehaga terade nurki plaanis, lõiketasapindades ning risttasapindades. Joonis 1.13 selgitab nurgamõõdiku kasutamist esinurga γ ja pealõikeserva kaldenurga λ mõõtmisel.

Esinurga mõõtmisel näiteks tuleb treitera asetada nurgamõõdiku malli suhtes nii, et malli tasapind ühtiks pearisttasapinnaga, reguleerida mall sobivale kõrgusele, seada nurgamõõdiku haar ühtivusse tera esitahuga ning lugeda mallilt esinurga suurus.

Analoogiliselt mõõdetakse ka pealõikeserva kaldenurka λ ning nurki plaanis, kasutades selleks vastavaid universaalse laudnurgamõõdiku malle. Nurki tuleb mõõta täpsusega $\pm 1^\circ$.



Joonis 1.13. Treitera esinurga γ ja pealõikeserva kaldeenurga λ mõõtmise skeem:

1 - mall esinurga mõõtmiseks ning tera paigutus malli suhtes; 2 - pealõikeserva mõõtmise mall ja tera asend selle suhtes

Tera keha kõrgust H ja laiust B mõõta nihkmõõdikuga. Mõõtmise täpsus peab olema $\pm 0,5$ mm.

Kirjandus

1. Резцы токарные, строгальные и долбежные с пластинками из твердого сплава и из быстрорежущих стали. Нормали машиностроения. Изд. стандартов, 1965.
2. И. П. Третьяков и др. Лабораторные работы по курсу "Резание металлов". Москва, Машиностроения, 1965.
3. V. A. Aršinov, G. A. Aleksejev. Metallide lõikamine. Tallinn, ERK, 1962.

SPIRAALPUURI GEOMEETRIA

Ülesanne. Antud puure iseloomustavate geomeetriliste suuruste mõõtmine.

Tööks vajalikud vahendid.

1. Mõõdetavate spiraalpuuride komplekt.
2. Laboratoorne laudnurgamõõdik.
3. Universaalne nurgamõõdik.
4. Nihkmõõdik.
5. Kruvimõõdik.

Tegevusjuhend.

1. Lugeda põhjalikult läbi informatsioon.
2. Määrata antud spiraalpuuride tüübid.
3. Joonestada õppejõu poolt antud puuride skitsid koos vajalike lõigete ja vaadetega.
4. Mõõta puuride nurgad ($\gamma_0, \alpha, \omega, \varphi, \alpha_1, \psi$) välisläbimõõdul.
5. Arvutada puuri välisläbimõõdul ja lõikeserva keskpunktis nurgad γ ja α_N , spiraalsoone kaldenurk ω ning kinemaatiline esinurk γ_k etteantud s väärtuse puhul.

Aruanne peab sisaldama.

1. Iga antud puuri tüübi määrangu.
2. Mõõdetud puuride joonised koos kõikide nurkade tähistega ja mõõtmega.

- Märkusi.
1. Puurid joonestada ühes vaates, näidates ära ka puuri geomeetrilised elemendid.
 2. Nurkade suurused joonistel anda tabelitena.

Kontrollküsimused (suuliselt vastamiseks, aruandesse mitte kirjutada).

1. Milliste tunnuste järgi liigitatakse spiraalpuure?
2. Kuidas liigitatakse puure töödeldava ava kuju järgi?
3. Kuidas liigitatakse puure pöörlemissuuna järgi?
4. Kuidas liigitatakse puure kinnitusosa kuju järgi?
5. Kuidas liigitatakse puure töötava osa konstruktsiooni järgi?
6. Kuidas paiknevad puuri koordinaattasapinnad staatilises olukorras?
7. Millised on puuri lõikeosa põhielemendid?
8. Mis on puuri esinurk, taganurk ja sideserva kaldenurk ja millistes tasapindades neid mõõdetakse?
9. Mis on puuri tipunurk, spiraalsoone kaldenurk ja samm, kuidas neid mõõdetakse?
10. Kuidas muutuvad puuri esi- ja taganurk raadiuse sihis?
11. Kuidas muutuvad puuri esi- ja taganurk tööolukorras?

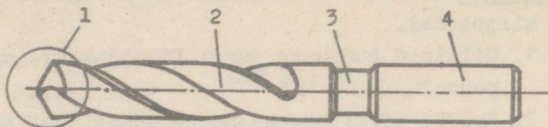
I N F O R M A T S I O O N

1. SPIRAALPUURIDE LIIGID

Spiraalpuur on silindriliste ja kooniliste avade töötlemisel kasutatav lõikeriist.

Tema tähtsamaks konstruktiivseks elemendiks (vt. joon. 2.1) on lõikeosa. Korpuse ülesandeid täidab puuril spiraalse laastu ärajuhtimise soonega töötav osa. Spiraalpuuri kinnitusosa nimetatakse sabaks.

Otstarbe ja konstruktsiooni järgi liigitatakse spiraalpuure järgmiselt.

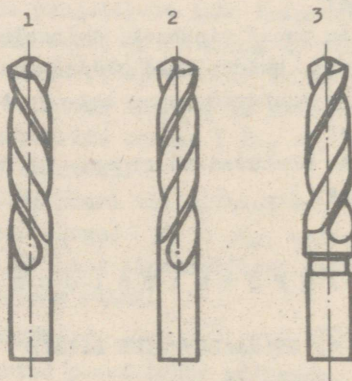


Joonis 2.1. Spiraalpuur:

1 - lõikeosa; 2 - töötav osa; 3 - kael;
4 - saba

1. Puuritava ava kuju järgi - silindrilise ja koonilise töötava osaga puurideks (joon. 2.2 2 ja 3).

2. Puuri pöörlemise suuna järgi - parempoolseteks (pöörlevad saba poolt vaadates päripäeva) ja vasakpoolseteks puurideks (joon. 2.2 1 ja 2).



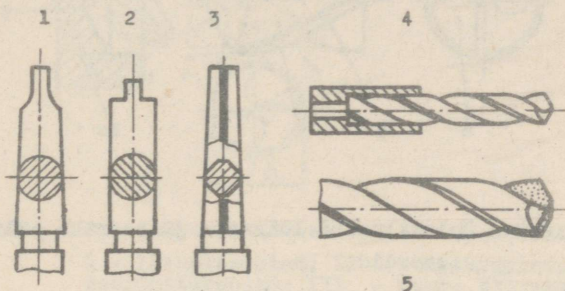
Joonis 2.2. Erineva töötava osa kujuga ja lõikesuunaga spiraalpuurid:

1 - vasakpoolne; 2 - parempoolne; 3 - koonilise töötava osaga puur

3. Jahutusvedeliku lõiketsooni juhtimise viisi järgi - jahutuskanalitega ning jahutuskanaliteta puurideks.

4. Saba kuju järgi - silindrilise, koonilise ja neljandilise aheneva sabaga puurideks (joon. 2.3 2 ja 3).

5. Lõike- ja töötava osa konstruktsiooni järgi - terviklikeks (kogu puur on valmistatud ühest ning samast materjalist) ning koostatud ehk kõvasulamist monoliitse töötava osaga või kõvasulamplaadiga puurideks (joon. 2.3 4 ja 5).



Joonis 2.3. Puuri kinnitusosa ja töötava osa erinevaid konstruktsioone:

1, 2 ja 3 - vastavalt kooniline, silindriline ja neljakandiline ahenev puuri saba; 4 - sabasse pressitud monoliitse kõvasulamist töötava osaga puur; 5 - kõvasulamplaadiga spiraalpuur

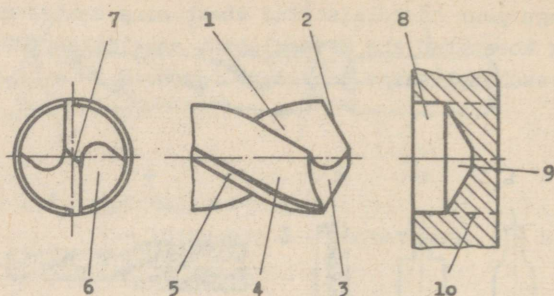
2. SPIRAALPUURIDE GEOMEETRIA

Spiraalpuuri geomeetria määratakse laboratoorse töö nr. 1 juhendis selgitatud üldpõhimõtete alusel, s.o. puuri töötavat osa vaadeldakse teatud ristkoordinaatide süsteemis.

Spiraalpuuri lõikeosa põhilisteks elementideks on (vt. joon. 2.4): 1 - esipind; 2 - pealõikeserv; 3 - tagapind; 4 - hamba selg; 5 - juhtriba; 6 - spiraalsoon ja 7 - sideserv.

Jooniselt 2.4 on näha, et spiraalpuuril on kaks telje suhtes sümmeetrilist lõikeserva, mis on omavahel ühendatud sideservaga.

Abilõikeservaks on spiraalpuuril juhtriba pealõikeserva lähedal olev osa. Töötava osa piirkonnas on juhtriba üles-



Joonis 2.4. Spiraalpuuri lõikeosa ja tooriku põhilised elemendid

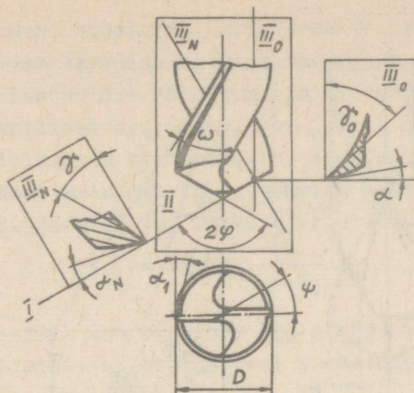
andeks puuri suunamine tooriku töödeldud pinna järgi. Koonilise töötava osaga puuril võtab lõiketööst osa kogu juhtriba.

Joonisel 2.4 on ära näidatud ka tooriku kolm tähtsamat elementi: 8 - töödeldud pind; 9 - lõikepind ja 10 - töödeldav pind.

Staatilises olukorras, kui puuril puudub ettenihe, on tooriku lõikepind koonusekujuline. Tema järgi orienteeritud koordinaattasapindade paigutus selgub jooniselt 2.5.

Nagu jooniselt näha, moodustavad spiraalpuuri puhul koordinaattasapindade kolmiku: 1) lõiketasapind I, mis läbib puuri lõikeserva ja on puutetasapinnaks tooriku koonilisele lõikepinnale, 2) põhitasapind II, mis on paralleelne puuri teljega ning läbib tema lõikeserva, ja 3) pearisttasapind, mis on risti puuri lõikeservaga ning põhi- ja lõiketasapinnaga. Lisaks neile kolmele koordinaattasapinnale kasutatakse spiraalpuuri puhul veel teljesihilist risttasapinda III_o. Joonisel 2.5 põhitasapind II ühtib joonise pinnaga, tasapinnad I, III_N ja III_o aga projekteeruvad joonise pinnale sirgjoontena. III_N ja III_o täistavad vastavate tasapindade mahapöördeid põhitasapinnale.

Põhitasapinnas mõõdetakse puuri tipunurka 2φ , mille moodustavad pealõikeservade projektsioonid, ning spiraalsoone



Joonis 2.5. Spiraalpuuri geomeetrilised elemendid:

I - lõiketapasapind; II - põhitapasapind; III_N -
 pearisttasapind; III₀ - puuri teljega paral-
 leelne risttasapind; - esinurk; - esi-
 nurk puuri teljesihilises risttasapinnas;
 - taganurk; - taganurk pearisttasapin-
 nas; - puuri spiraalsoone kaldenurk;
 - puuri tipunurk; - sideserva kalde-
 nurk; - abitagapurk ehk juhtriba taga-
 nurk; - puuri labimõõt

kaldenurka ω , mis tekib puuri telje projektsiooni ja spiraal-
 soonele tõmmatud puutuja projektsiooni vahel. Samuti võib põ-
 hitasapinnas mõõta spiraalsoone sammu H .

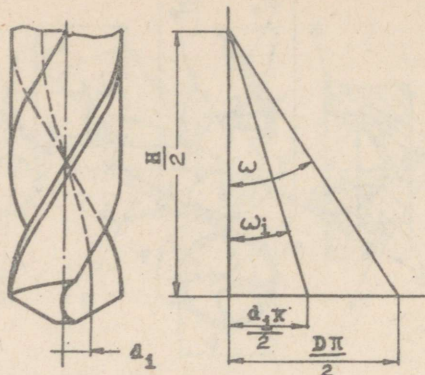
Kuna spiraalsoone samm on puuril püsiva suurusega, siis
 tema kaldenurk ω_i puuri teljest eri kaugusel olevates punkti-
 des on erinev (vt. joon. 2.6).

Spiraalsoone kaldenurka puuri teljest erineval kaugusel
 olevates punktides saab tema sammu järgi arvutada valemiga:

$$\operatorname{ctg} \omega_i = \frac{H}{\pi \cdot d_i}, \quad (1)$$

kus d_i on läbimõõt, mille otspunktiks on vaadeldav punkt.
 Seejuures on spiraalsoone kaldenurk ω_i puuri lõikeserva mingis
 punktis identne samas punktis teljesihilises risttasapinnas
 mõõdetud esinurgaga γ_{oi} .

Tegelikult mõõdetakse puuri esinurka γ^a pearisttasapin-
 nas, mis on teljesihilise risttasapinna suhtes pööratud nurga



Joonis 2.6. Spiraalsoone kaldenurk puuri teljest erineval kaugusel asuvates punktides

($90^\circ - \varphi$) võrra. γ paikneb põhitasapinna ja vaadeldavas lõikes puuri esipinnale tõmmatud puutuja vahel.

Eeltoodut arvestades võib puuri esinurga suuruse lõikeserva mingis punktis arvutada järgmiselt:

$$\operatorname{tg} \gamma_i = \frac{\operatorname{tg} \gamma_{oi}}{\sin \varphi}$$

Asendades selles valemis γ_{oi} tingimusest $\gamma_{oi} = \omega_i$ ning ω_i omakorda valemist (1), võib eeltoodud valemi kirjutada kujul:

$$\gamma_i = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{d_1 \cdot \pi}{H \cdot \sin \varphi}. \quad (2)$$

Puuri taganurka α mõeldakse tema teljesihilises risttasapinnas lõiketasapinna jälgjoone ja puuri tagapinnale vaadeldavas lõikes tõmmatud puutuja vahel. Ka taganurga suurus lõikeserva erinevates punktides pole ühesugune. α väärtus on suurim puuri telje ligidal olevates punktides. Taganurk peارئtasapinnas määratakse järgmiselt:

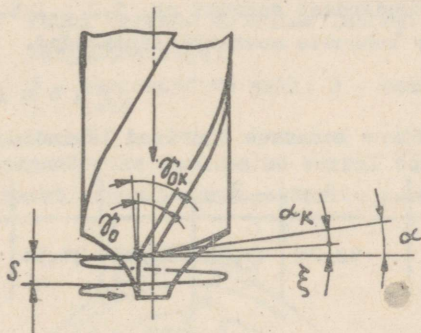
$$\operatorname{tg} \alpha_N = \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi.$$

Spiraaluuri siderserva kaldenurka ψ mõõdetakse tema tel-
jega ristiolevas tasapinnas. ψ on teravnurk, mis tekib selles
tasapinnas põhitasapinna jälgjoone ja siderserva vahel.

Kinemaatilises olukorras, kui puuril on ettenihke, muu-
tub tooriku lõikepind kruvipinnaks ning lõiketasapind kaldub
oma staatilisest asendist välja tooriku kruvipinna kaldenurga
 ξ võrra (vt. joon. 2.7). Nurka ξ arvatatakse valemiga:

$$\xi = \text{arc tg } \frac{s}{\pi \cdot d_1} \quad (3)$$

kus s on ettenihke suurus puuri ühe pöörde kohta;
 d_1 - läbimõõt, millel asetseb vaadeldav punkt.



Joonis 2.7. Puuri nurgad kinemaatilises olukorras:

ξ - lõiketasapinna kinemaatiline nurga-
muutus;
 α_k - kinemaatiline taganurk

Puuri kinemaatiliste nurkade arvutamiseks kasutatakse
järgmisi valemeid:

$$\alpha_k = \alpha - \xi; \quad (4)$$

$$\gamma_k = \gamma + \text{arc tg } \frac{\text{tg } \xi}{\sin \varphi}. \quad (5)$$

Kuna puurimisel kasutatavad ettenihked pole suured, erine-
vad kinemaatilised nurgad staatilistest vähe.

Peale lõikeosa iseloomustavate nurkade antakse puuri geomeetria määramisel ka tema kinnitusosa põhilised mõõtmed. Silindrilise sabaga puuril on nendeks saba läbimõõt ja pikkus, neljakandilise aheneva sabaga puuril saba pikkus ning suurim ja vähim ristlõike laius. Koonilise sabaga puuril tuleb mõõta saba koonilise osa suurim ja vähim läbimõõt ning koonilise osa pikkus. Nende andmete alusel arvutatakse koonuse kalde-
nurk α :

$$\alpha = \arctg \frac{D - d}{2l}, \quad (6)$$

kus D ja d on vastavalt koonuse suurim ja vähim läbimõõt mm;
 l - koonilise osa pikkus mm.

Spiraalpuuridel kasutatavale nn. Morse koonusele on ette nähtud kuus standardset suurust nr. 1,2 ... 6. Tabelis 2.1 on antud Morse koonuste suurimad läbimõõdud.

T a b e l 2.1

Morse koonuste suurimad läbimõõdud

Koonuse nr.	1	2	3	4	5	6
D mm	12,24	17,98	24,05	31,54	44,73	63,76

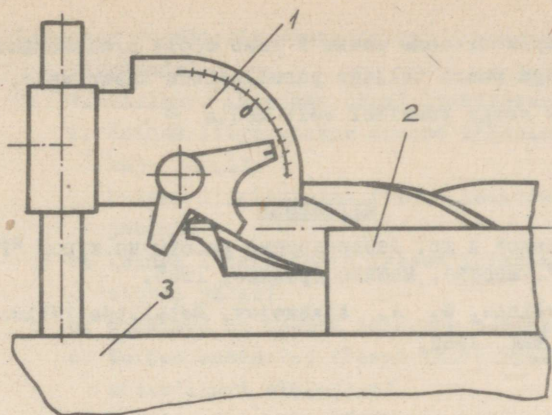
3. SPIRAALPUURIDE NURKADE MÕÕTMINE

Spiraalpuuri nurkade mõõtmiseks kasutatakse laboratoorset laudnurgamõõdikut ja universaalnurgamõõdikut. Pikkusmõõtmed määratakse nihk- või kruvimõõdikuga.

Põhiliseks meetodiliseks nõudeks puuri nurkade mõõtmisel on tema õige ülesseadmine mõõteriista suhtes: nurgamõõdiku malli tasapind peab ühtima mõõtetasapinnaga (põhitasapinna, pearisttasapinna või teljesihilise risttasapinnaga).

Joonisel 2.8 on näidatud, kuidas mõõta puuri nurki laboratoorse laudnurgamõõdikuga.

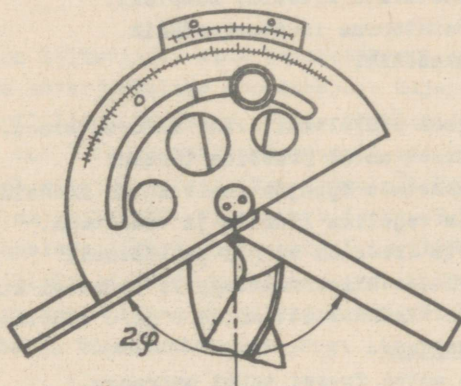
Mõõtmiseks laudnurgamõõdikuga seatakse puur üles prismale. Tema lõikeservad peavad seejuures olema paralleelsed prismale alusega.



Joonis 2.8. Puuri nurkade mõõtmine laboratoorse laudnurgamõõdikuga:

- 1 - nurgamõõdiku mall; 2 - seadeprisma;
3 - laud

Universaalnurgamõõdiku kasutamise korral toimub mõõtmine põhimõtteliselt samuti nagu laudnurgamõõdiku puhul



Joonis 2.9. Spiraalpuuri tipunurga 2φ mõõtmine universaalnurgamõõdikuga

Puuri spiraalsoone sammu H saab mõõta nihkmõõdiku või mõõtjoonlauaga puuri teljega paralleelses tasapinnas. Lühikese töötava osaga puuridel võib mõõta $\frac{H}{2}$.

Kirjandus

1. И.П.Третьяков и др. Лабораторные работы по курсу "Резание металлов". Москва, Машиностроение, 1965.
2. V. A. Aršinov, G. A. Aleksejev. Metallide lõikamine. Tallinn, ERK, 1962.

Töö nr.3

FREESI GEOMEETRIA

Ülesanne. Antud freese iseloomustavate geomeetriliste suuruste mõõtmine.

Tööks vajalikud vahendid.

1. Mõõdetavate freeside komplekt.
2. Laboratoorne laudnurgamõõdik.
3. Nihkmõõdik.

Tegevusjuhend.

1. Lugeda põhjalikult läbi informatsioon.
2. Määrata antud freeside tüübid.
3. Joonestada õppejõu poolt antud freeside skitsid koos vajalike lõigete ja vaadetega.
4. Mõõta freeside nurgad ja mõõtmed.
5. Arvutada sirghammastega ketasfreesi kinemaatiline taganurk etteantud s ja θ väärtuse puhul.

Aruanne peab sisaldama.

1. Iga antud freesi tüübi määrangu.
2. Freeside joonised, kuhu on kantud lõikeosa nurkade tähised ja kõik mõõtmed. Nurkade suurused tuua joonisel tabelis.

Kontrollküsimused (suuliselt vastamiseks, aruandesse mitte kirjutada).

1. Milliste tunnuste järgi liigitatakse freese?
2. Kuidas liigitatakse freese töödeldava pinna kuju järgi?
3. Kuidas liigitatakse freese lõikeosa asetuse järgi?
4. Kuidas liigitatakse freese lõikeosa konstruktsiooni järgi?
5. Millised on freesi lõikeosa põhielemendid?
6. Kuidas asetsevad freesi koordinaattasapinnad staatilises olukorras?
7. Milliseid nurki mõõdetakse lõiketasapinnas?
8. Milliseid nurki mõõdetakse risttasapindades?
9. Milliseid nurki mõõdetakse põhitasapinnas?
10. Kuidas muutub freesi esi- ja taganurk tööolukorras?

I N F O R M A T S I O O N

1. FREESIDE LIIGID

Frees on lõikeriist, mida kasutatakse tasapindade, sirgjoonelise ja kõverjoonelise moodustajaga kujupindade ning mitmesuguse profiiliga soonte ja pilude töötlemisel.

Freesi kui lõikeriista iseärasuseks on see, et tema lõikeosa koosneb mitmest terast (kui freesi lõikeosa ja korpus pole samast materjalist) või hambast (joon. 3.1).

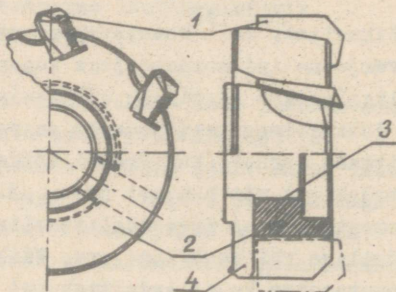
Kinnituselementideks on freesidel tavaliselt korpusesse töödeldud silindriline või kooniline ava. Väikeste freeside kinnitamiseks kasutatakse ka silindrilist või koonilist saba.

Otstarbe ja konstruktsiooni järgi liigitatakse freese järgmiselt:

1. Freesitava pinna kuju järgi tasapinna, kujupinna ning soone- ja mahalõikefreesideks (joon. 3.2 - 1, 2 ja 3).
2. Freesi lõikeosa asetuse järgi silindrilisteks freesideks, otsfreesideks ja mitmekülgeteks freesideks

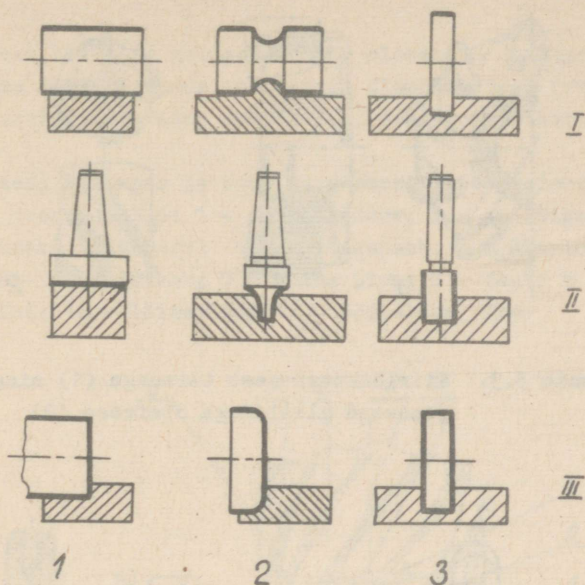
(joon. 3.2 - I, II ja III). Silindrilistel freesidel asub lõikeosa silindri külgpinnal, otsfreesidel silindri otspinnal ning mitmekülgsel freesidel nii silindri kül- kui ka otspinnal.

3. Freesi pöörlemise suuna järgi parempoolseteks (tööpingi spindli poolt vaadates pöörleb frees päripäeva) ja vasakpoolseteks freesideks. Mõningaid silindrilisi ja mitmekülgsid freese võib kinnitada freespinkide kahte pidi ning nad võivad seetõttu töötada nii vasak- kui ka parempoolsete freesidena.
4. Lõikeosa konstruktsiooni järgi terviklikeks, koostatud ning pealejoodetud plaatidega freesideks. Terviklikel freesidel on korpus ja hambad samast materjalist, koostatud freesidel kinnitatakse terad korpusesse mehaaniliselt (joon. 3.3).
5. Kinnitusosa kuju järgi silindrilise ja koonilise avaga ning silindrilise ja koonilise sabaga freesideks (joon. 3.4).
6. Hamba suuruse järgi suure ja väikese hambaga freesideks.



Joonis 3.1. Freesi konstruktiivsed elemendid:

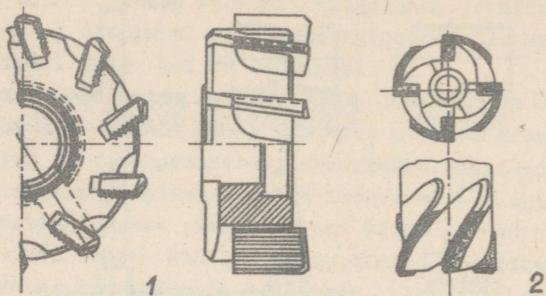
1 - lõikeosa (kiirlõiketerasest terad);
 2 - korpus; 3 - kinnitusosa (astmeline silindriline ava); 4 - liistusoon



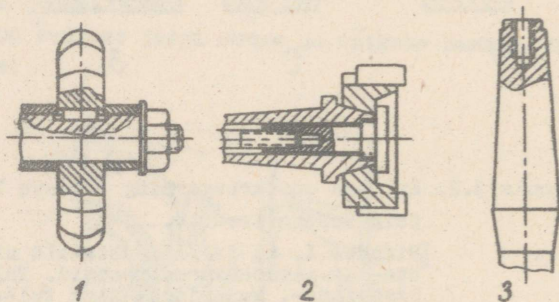
Joonis 3.2. Erineva otstarbega ning erineva lõikeosa paigutusega freesid.

Ridades I, II ja III vastavalt silindrilised, ots- ja mitmekülgsed freesid. Tulpades 1,2 - tasapinna-, kujupinna- ning tulbas 3 - scone- ja mahalõikefreesid. Freeside lõikeosa kontuur on joonisel näidatud jämeda joonega.

Telje sihis õhukesti silindrilisi ja mitmekülgsed freese nimetatakse tavaliselt ketasfreesideks ning väikese läbimõõduga terviklikke otsfreesi sõrmfreesideks.



Joonis 3.3. Kiirlõiketerasest teradega (1) ning pealejoodetud plaatidega otsafrees (2)

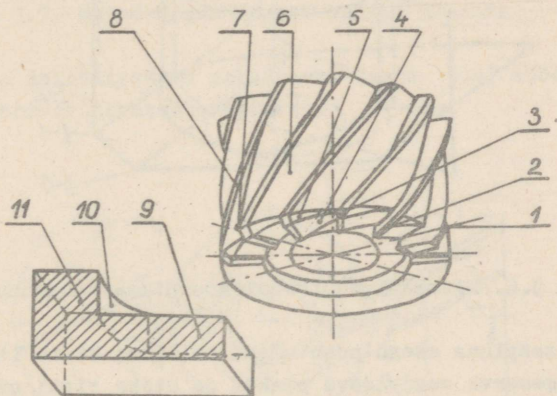


Joonis 3.4. Freeside erinevaid kinnitusviise:
 1 - silindrilisel tornil; 2 - koonilisel tornil; 3 - koonilise sabaga

2. FREESI GEOMEETRIA

Freesi lõikeosa geomeetrilised elemendid ja nende kuju määratakse lõikeriistade geomeetria üldpõhimõtete (vt. töö nr.1) alusel, arvestades seejuures freesi kui lõikeriista iseärasusi.

Freesi lõikeosa ja tooriku geomeetrilised elemendid on näidatud joonisel 3.5: 1 - pealõikeserv; 2 - abilõikeserv; 3 - ülemineku-lõikeserv; 4 - abitagatahk, 5 - ülemineku-tagatahk; 6 - peatagatahk; 7 - hamba tipp; 8 - faas; 9 - töödeldud pind; 10 - lõikepind; 11 - töödeldav pind.



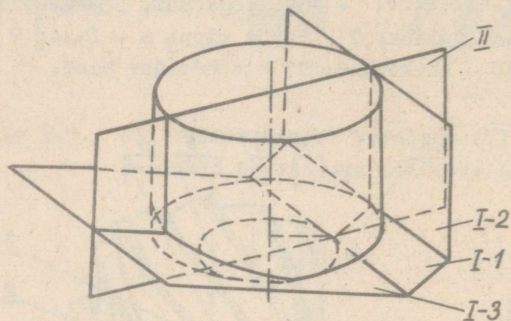
Joonis 3.5. Freesi lõikeosa ja tooriku geomeetrilised elemendid

Koordinaattasapindade lähteasend määratakse freesidel, nagu teistelgi lõikeriistadel, staatilises olukorras (frees pöörleb, kuid puudub ettenihe).

Koordinaattasapindadest peamine - lõiketaspind orienteeritakse nii, et ta oleks puutetasapinnaks lõikepinna ja läbiks freesi lõikeserva vaadeldavat punkti (joon. 3.6). Seejuures, nagu jooniselt näha, on lõiketaspinnal kolm iseloomulikku

asendit: I-2 läbi pealõikeserva mingi punkti; I-3 läbi abilõikeserva punkti ja I-1 läbi ülemineku-lõikeserva punkti.

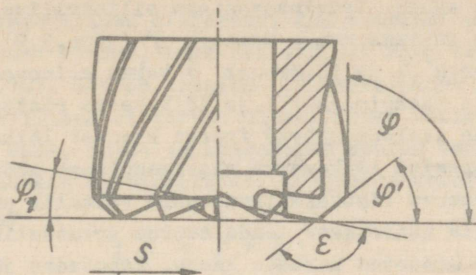
Põhitasapind II asetatakse läbi lõikeservade vaadeldavate punktide nii, et ta oleks risti lõiketasapinnaga. Kuna staatilises olukorras tekki tooriku lõikepind on pöördpind, mille telg ühtib freesi teljega, siis põhitasapind läbib freesi telje.



Joonis 3.6. Mitmekülgse freesi koordinaattasapinnad

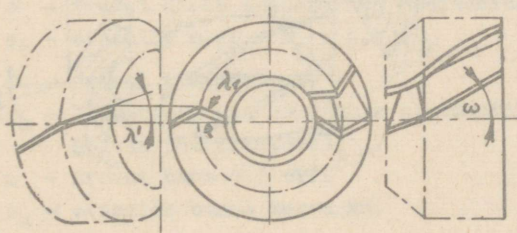
Risttasapinna asend peab olema selline, et ta läbiks freesi lõikeserva vaadeldava punkti ja oleks risti nii lõikekui ka põhitasapinnaga. Lisaks selliselt valitud risttasapinnale kasutatakse veel nn. lõikeservade risttasapindu. Need on risti põhitasapinnaga ning freesi lõikeservaga tema vaadeldavas punktis.

Põhitasapinnas mõõdetakse nurki plaanis, mis määravad freesi lõikeosa kontuuri. Jooniselt 3.7 on näha, et peanurk plaanis φ , abinurk plaanis φ_1 ja ülemineku-lõikeserva kalde-nurk plaanis φ' tekivad põhitasapinnas pea-, abi- ja ülemineku-lõikeserva projektsioonide ning ettenihke sihi vahel.



Joonis 3.7. Mitmekülgse freesi nurgad plaanis

Pea- ja abilõikeserva kaldenurki (joon. 3.8) mõõdetakse lõiketasapinna erinevates asendites.



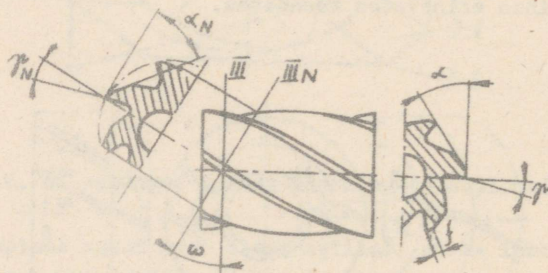
Joonis 3.8. Mitmekülgse freesi nurgad lõiketasapindades:

ω - pealõikeserva kaldenurk; λ' - ülemineku-
lõikeserva kaldenurk; λ_1 - abilõikeserva kal-
denurk. Freesi on vaadeldud niisugustes asen-
dites, kus lõiketasapinnad ühtivad joonise
pinnaga

Freesi hammaste kuju määratakse risttasapindades mõõdetavate nurkade kaudu. Kruvihammastega silindrilise freesi puhul mõõdetakse näiteks hamba esinurk γ (joon.3.9), taganurk α , teravusnurk β ja lõikenurk δ kahes erinevas risttasapinnas - pearisttasapinnas III ja lõikeserva risttasapinnas III_N. Seejuures iseloomustavad freesi hammast lõikeprotsessi seisukohalt paremini lõikeserva risttasapinnas mõõdetud nurgad. Kui lõikeserva risttasapinnas pole võimalik nurki vahetult mõõta, siis määratakse nende suurus arvutuslikult pearisttasapinnas mõõdetud nurkade kaudu, kasutades järgmisi valemeid:

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \omega};$$

$$\operatorname{tg} \gamma_N = \operatorname{tg} \gamma \cos \omega.$$



Joonis 3.9. Freesi hamba nurgad:

γ - esinurk pearisttasapinnas; α - taganurk pearisttasapinnas; γ_N - esinurk lõikeserva risttasapinnas; α_N - taganurk lõikeserva risttasapinnas; III - pearisttasapind; III_N - lõikeserva risttasapind; f - faas

Freesi nurgad plaanis φ , φ_1 ja φ' ning hamba teravusnurk β on konstruktiivse iseloomuga, tööprotsessis oma suurusst siltenuvad nurgad. Seevastu freesi esinurk γ , taga-

nurk α ja lõikenurk δ on tööprotsessis oma suurust muutvad nurgad. Kinemaatilises olukorras, kui toorikul on ettenihe pöörleva freesi suhtes, taganurk väheneb ning esinurk suureneb (joon.3.10). See on tingitud lõiketapaspinna asendi muutusest kinemaatilises olukorras staatilisega võrreldes.

Freesi esi-, taga- ja lõikenurga suurus tegelikus tööolukorras määratakse arvutuslikult. Seejuures kasutatakse järgmisi valemeid:

$$\begin{aligned}\gamma_k &= \gamma + \xi; \\ \alpha_k &= \alpha - \xi;\end{aligned}$$

kus ξ on lõiketapaspinna kinemaatiline nurgamuutus. ξ on omakorda arvatav valemist:

$$\begin{aligned}\xi &= \theta - \mu_k, \\ \text{kus } \tan \mu_k &= \frac{\sin \theta}{\frac{s_0}{\pi D} + \cos \theta},\end{aligned}$$

kus θ - freesi hamba kontaktnurk radiaanides;

s_0 - ettenihe mm/p, $s_0 = z \cdot s_z$;

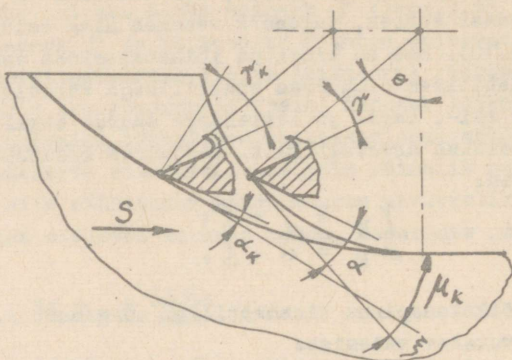
D - freesi läbimõõt mm;

μ_k - lõiketapaspinna kaldenurk kinemaatilises olukorras (radiaanides);

z - freesi hammaste arv;

s_z - ettenihe hamba kohta mm.

Toodud valemitest järeldub, et freesi lõiketapaspinna kinemaatiline nurgamuutus mingi kindla ettenihke suuruse juures pole püsiva suurusega, ning et ta on suurim freesi lõikest väljumise momendil.



Joonis 3.10. Freesi nurgad tööolukorras:

γ ja α - freesi esi- ja taganurk staatilises olukorras; γ_k ja α_k - samad nurgad tegelikus tööolukorras; ξ - lõiketasapinna kinemaatiline nurgamuutus

3. FREESI NURKADE MÕOTMINE

Freesi nurkade mõõtmiseks kasutatakse laboratoorset laudnurgamõõdikut ja selle juurde kuuluvat freesi ülesseadmise abirakist ning nihkmõõdikut.

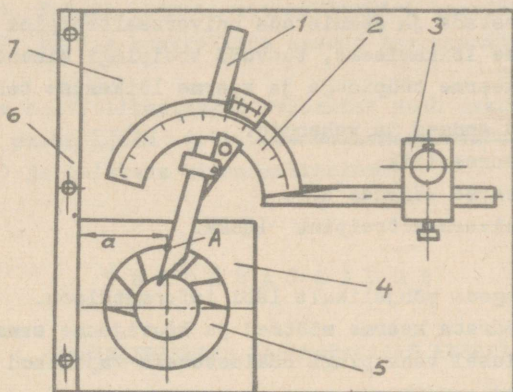
Laboratoorse laudnurgamõõdiku (joon.3.11) abil saab mõõta otspinnale ülesseatud freesi kõiki nurki, sest nurgamõõdiku malli saab horisontaalvarda ümber pöörata ja üles-alla ning külgsuunas nihutada. Malli ümber statiivi vertikaalsamba pöörata ei saa. Seetõttu tuleb frees kinnitusplaadile seada nii, et tema lõikeserva vaadeldavat punkti läbiv põhitasapind oleks kas risti või paralleelne malli statiivi horisontaalset varrast ja vertikaalsammast läbiva tasapinnaga.

Jooniselt 3.11 on näha, et freesi õigeks ülesseadmiseks tuleb tema lõikeserva vaadeldav punkt seada nurgamõõdiku juhtäärisest teljega võrdsele kaugusele (ristasendisse seadmisel). Paralleelasendisse seadmiseks peab ristasendisse seatud freesi

koos alusega pöörama 90° võrra.

Vaadeldav punkt freesi lõikeserval on soovitav enne mõt-
mist ära märkida pliiatsi või sulepeaga.

Freesi läbimõõt ja kõrgus ning tema kinnitusosa mõõtmed
määratakse mõõdikuga.



Joonis 3.11. Freesi nurkade mõõtmine laboratoorse laud-
nurgamõõdikuga:

1 - joonlaud; 2 - mall; 3 - statiiv; 4 -
ruudukujuline kinnitusalus; 5 - frees; 6 -
juhtääris; 7 - laud

Kirjandus

1. И. П. Третьяков и др. Лабораторные работы по курсу
"Резание металлов". Москва, Машиностроение, 1965.
2. S. V. Avrutin. Freesimistööd. Tallinn, "Valgus", 1966.
3. V. A. Aršinov, G. A. Aleksejev. Metallide lõikamine.
Tallinn, ERK, 1962.

Töö nr. 4

KEERME LÕIKAMINE UNIVERSAALTREIPINGIL

Ülesanne. Häälestada ja seadistada universaaltreipink ID62M keermelõikamiseks, tutvuda treipingi kinemaatika-ga, keermelõikamisega ja keermelõikamise tehnikaga.

Tööks vajalikud andmed ja vahendid.

1. Keermelõik.
2. Keermelõikude arv.
3. Universaaltreipink ID62M.

Tegevusjuhend.

1. Lugeeda põhjalikult läbi informatsioon.
2. Määrata keermelõikmed ja kruvijoone samm s_0 alusel teha pingi häälestuseks vajalikud arvutused.
3. Koostada pealiikumise kinemaatilise ahela võrrandid ja struktuurigraafik.
4. Häälestada ja seadistada pink keermelõikamiseks.

Aruanne peab sisaldama.

1. Keermelõikjoni koos kõigi lõikmetega tema valmistamiseks (anda ka tõusu- ja kaldenurk).
2. Spindli ja tööriista vahelise kinemaatilise ahela võrrandi antud keermelõikamiseks.
3. Pealiikumise struktuurigraafiku.

Märkus. Punktide 1, 2 ja 3 lahendamiseks vajalikud abiteh-ted teha lisalehtedel.

Kontrollküsimused (suuliselt vastamiseks, aruandesse mitte kirjutada).

1. Mis on keermelõiku tõusu- ja kaldenurk?
2. Mis tähendab vasak- ja parempoolne keere?
3. Mis on keermelõiku samm ja kruvijoone samm?
4. Mis erinevus on ühe- ja mitmekäigulisel kruvil?
5. Nimetada põhilised keermeliigid.

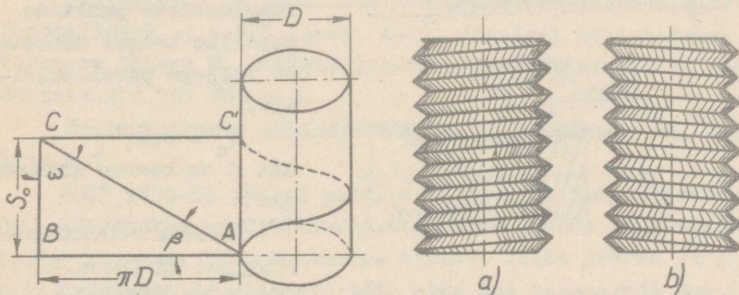
6. Mis tähendus on tigukeerme moodulil?
7. Nimetada universaaltreipingi põhiliste liikumiste kinemaatiliste ahelate võrrandid (skeemi järgi).
8. Nimetada universaaltreipingi põhisõlmed.
9. Miks kasutatakse keermelõikamisel käigukruvi?
10. Keermetera esinurga suurus?
11. Kuidas lõigata mitmekäigulist keeret?
12. Kuidas kontrollida saadud keermesammu õigsust?

Peale kontrollküsimuste vastamise peab oskama täielikult käsitseda pinki IД62M (lülitada erinevaid kiirusi, ettenihkeid jne.) ja seletada kinemaatikaskeemi.

I N F O R M A T S I O O N

1. MASINAEHITUSES KASUTATAVAMAD KEERMED

Kruvijoone kujundamist silindrile võib vaadelda kui teemale täismurkse kolmnurga ABC (joon. 4.1) pööramise tulemust. Üks kaatetidest on võrdne pööratava ringjoone pikkusega $D \cdot \pi$, teine aga kruvijoone sammuga s_0 , s.o. kahe naaberkruvijoone vahelise kaugusega silindri moodustajal. Hüpotenuus AC joonestab silindri külgpinnale kruvijoone. Nihutades mööda kruvi-



Joonis 4.1. Kruvijoone kujunemine:

a) parempoolne; b) vasakpoolne

joont tasapinnalist kujundit (kolmnurka, runtu, trapetsit jne.) nii, et tema tasapind läbiks silindri telje, saame mitmesuguse profiiliga keermed, olenevalt valitud kujundist.

Kasutatakse nii välis- kui ka sisekeermeid. Olenevalt kruijoone suunast, liigitatakse keermed parem- ja vasakpoolseks.

Parempoolsel keermel tõuseb kruijoon vasakult paremale (joon. 4.1, a) ja mutter keeratakse kruiule päripäeva.

Vasakpoolsel keermel tõuseb kruijoon paremalt vasakule (joon. 4.1, b) ja mutter keeratakse vastupäeva.

Kui keere koosneb kahest, kolmest või enamast silindrile paralleelselt pööratud kruijoonest (joon. 4.2), nimetatakse teda vastavalt kahe-, kolme- ja mitmekäiguliseks kruiuks.

Mitmekäigulistest keermetes tehakse vahet kruijoone sammu ja keermesammu vahel.

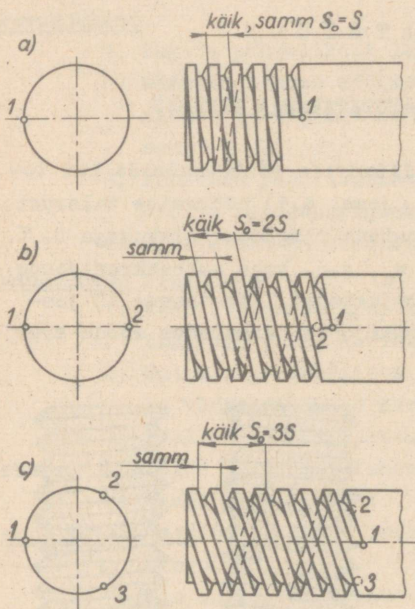
Kruijoone sammuks ehk krui käiguks s_0 nimetatakse tee pikkust, mille võrra mutter nihkub aksiaalsuunas ühe pöörde vältel.

Keermesamm s on keeme naaberprofiilide ühenimeliste punktide vaheline kaugus mõõdetuna teljega paralleelsisihis.

$$s_0 = s \cdot K,$$

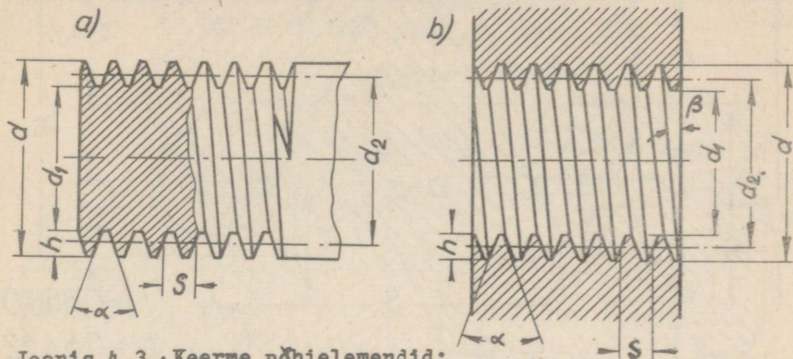
kus K on keeme käikude arv.

Keeme põhikarakteristikud on (joon. 4.3): välisläbimõõt d ; siseläbimõõt d_1 ; keskmine läbimõõt d_2 ; keermesamm s ;



Joonis 4.2. Ühe- ja mitmekäigulised kruid:
a) ühekäiguline; b) kahekäiguline; c) kolmekäiguline

profiilinurk α , profiili sügavus h ; kruvijoone tõusnurk β ; keerme käikude arv K ; kruvijoone suund.



Joonis 4.3. Keerme põhielemendid:
a) väliskeere; b) sisekeere

Kruvijoone tõusnurk keskmisel läbimõõdul $\operatorname{tg} \beta = \frac{s}{\pi \cdot d_2}$
(vt. joon. 4.1).

Kruvijoone kaldenurk $\omega = 90^\circ - \beta$.

Masinaehituses kasutatakse kõige sagedamini kolmnurkkeeret - detailide ühendamiseks ja kinnitamiseks ning täisnurkset ja trapetskeeret liikumiste ja jõudude ülekandmiseks.

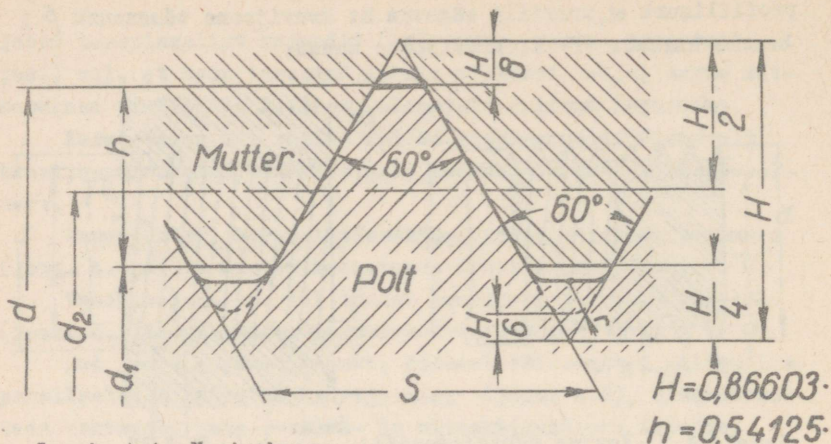
Kolmnurkkeere liigitatakse vastavalt üleliidulisele standardile meeter-, toll- ja torukeermeks.

Meeterkeere on peamiseks keermetüübiks keermesliidetes. Profiilinurk $\alpha = 60^\circ$ (joon. 4.4). Joonisel tähistatakse meeterkeere tähega M, millele lisatakse välislähimõõt ja samm. Näiteks M16 või M60 x 3.

Meeterkeermete põhimõõtmeid (normaalsammuga) vt. tabelist 4.1.

ГОСТ 9150-59 põhjal poldile ja mutrile ühine keermeprofiil määratakse profiilinurgaga 60° ja tasaste lõigetega $H/8$ ja $H/4$ kaugusel lähtekolmnurga tipust. Poldi keermepõhja kuju (mõõtmest d_1 allpool) võib olla kas tasane või ümardatud raadiusega $r = H/6 \dots H/8$ või $r = 0,144 s \dots 0,108 s$. Vajaduse korral võib poldi nimisiselähimõõdu arvutada valemiga

$$d_s = d - (2h + \frac{1}{6} H) = d - 1,2269 s.$$



Joonis 4.4. Meeterkeere.

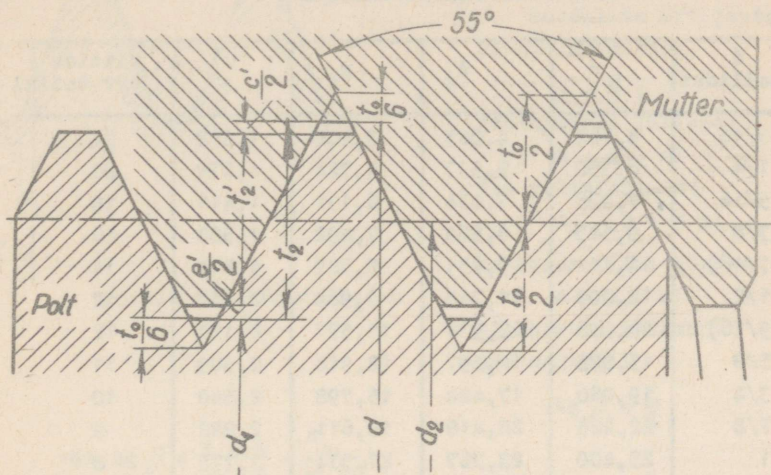
Tabel 4.1

Meeterkeerne põhimõtted mm

d	d ₂	d ₁	s	d	d ₂	d ₁	s
1,0	0,838	0,730	0,25	12	10,863	10,106	1,75
1,1	0,938	0,830	0,25	14	12,701	11,835	2,00
1,2	1,038	0,930	0,25	16	14,701	13,835	2,00
1,4	1,205	1,075	0,30	18	16,376	15,294	2,50
1,6	1,373	1,221	0,35	20	18,376	17,294	2,50
1,8	1,573	1,421	0,35	22	20,376	19,294	2,50
2,0	1,740	1,567	0,40	24	22,051	20,752	3,00
2,2	1,908	1,713	0,45	27	25,051	23,752	3,00
2,5	2,208	2,013	0,45	30	27,727	26,211	3,50
3,0	2,675	2,459	0,50	33	30,727	29,211	3,50
3,5	3,110	2,850	0,60	36	33,402	31,670	4,00
4,0	3,546	3,242	0,70	39	36,402	34,670	4,00
4,5	4,013	3,688	0,75	42	39,077	37,129	4,50
5	4,480	4,134	0,80	45	42,077	40,129	4,50
6	5,350	4,918	1,00	48	44,752	42,587	5,00
7	6,350	5,918	1,00	52	48,752	46,587	5,00
8	7,188	6,647	1,25	56	52,428	50,046	5,50
9	8,188	7,647	1,25	60	56,428	54,046	5,50
10	9,026	8,376	1,50	64	60,103	57,505	6,00
11	10,026	9,376	1,50	68	64,103	61,505	6,00

Tollkeere (joon. 4.5) on profiilinurgaga 55° ja keerme samm antakse tollides ($1'' = 25,4 \text{ mm}$).

OCT HKTH 1260 järgi vt. tabel 4.2.



Joonis 4.5. Tollkeere

$$t_0 = 0,96049 s;$$

$$t_2' = t_2 - \left(\frac{e_1'}{2} + \frac{c_1'}{2} \right);$$

$$t_2 = 0,6403 s.$$

Moodulkeermeks nimetatakse keeret, mille samm on π -kordne. Selline keere on tigidel, mis hambuvad tiguratastega. Tigukeerme profiil on tavaliselt trapetsikujuline (joon. 4.6) profiilinurgaga $2\alpha = 40^\circ$. On ka tigused, mille keermed telg-
lõikes on kõverjoonse profiiliga. Moodulkeerme samm

$$s = m \cdot \pi;$$

kruvijoone samm

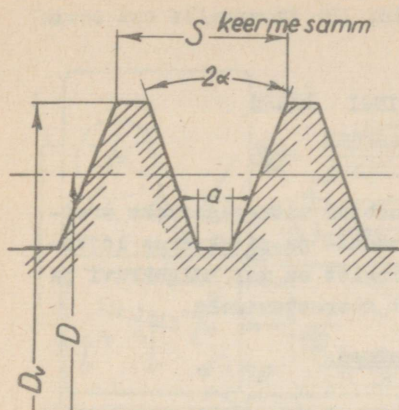
$$s_0 = K \cdot s,$$

kus m - moodul (hammasrataste hammaste sammu mõõtühik, sealhulgas ka tigude ja tigurataste). Moodul on võrdne jaotusringil mõõdetud hammaste sammu ja π suhtega.

Tabel 4.2

Tollkeerme põhimõõtmel mm

d tollides	d	d ₂	d ₁	s	Niitide arv tollil
3/16	4,762	4,085	3,408	1,558	24
1/4	6,350	5,537	4,724	1,270	20
5/16	7,938	7,034	6,131	1,411	18
3/8	9,525	8,509	7,492	1,588	16
(7/16)	11,112	9,951	8,789	1,814	14
1/2	12,700	11,345	9,989	2,117	12
(9/16)	14,288	12,932	11,577	2,117	12
5/8	15,875	14,397	12,918	2,309	11
3/4	19,050	17,424	15,798	2,540	10
7/8	22,225	20,418	18,611	2,822	9
1	25,400	23,367	21,334	3,175	8
11/8	28,575	26,252	23,929	3,629	7
11/4	31,750	29,427	27,104	3,629	7
(13/8)	34,925	32,215	29,504	4,233	6
1 1/2	38,100	35,390	32,679	4,233	6
(1 5/8)	41,275	38,022	34,770	5,080	5
1 3/4	44,450	41,198	37,945	5,080	5
(1 7/8)	47,625	44,011	40,397	5,644	4 1/2
2	50,800	47,186	43,572	5,644	4 1/2
2 1/4	57,150	53,084	49,019	6,350	4
2 1/2	63,500	59,434	55,369	6,350	4
2 3/4	69,850	65,204	60,557	7,257	3 1/2
3	76,200	71,544	66,907	7,257	3 1/2
3 1/4	82,550	77,546	72,542	7,815	3 1/4
3 1/2	88,900	83,896	78,892	7,815	3 1/4
3 3/4	95,250	89,829	84,409	8,467	3
4	101,600	96,179	90,759	8,467	3



Joonis 4.6. Moodulkeere

$$\text{või } \operatorname{tg} \beta = \frac{s \cdot K}{\pi \cdot D} = \frac{s_0}{\pi \cdot D},$$

kus K on teokäikude arv;

s_0 - teokruijoone samm.

Keermesoone põhja (keermeharja) laius

$$a = \frac{m(\pi - 4,4 \operatorname{tg} \alpha)}{2}.$$

Tollisüsteemiga maades kasutatakse moodulsüsteemi asemel pitšisüsteemi, mis määrab keeme mõõtmete vahelised seosed pitši kaudu (pitch - samm ingl. k.).

Pitškeermeks nimetatakse keeret, mis väljendatakse keeme diametraalpitši P kaudu.

$$P = \frac{\pi}{s}, \text{ kusjuures } s \text{ antakse tollides.}$$

Järelikult keermesamm tollides on

$$s = \frac{\pi}{P}.$$

Peale selle keh-
tivad järgmised teo pa-
rameetrite vahelised
seosed:

moodulite arv jaotus-
ringi läbimõõdul

$$q = \frac{D}{m};$$

jaotusringi läbimõõt .

$$D = q \cdot m;$$

teo välisläbimõõt

$$D_v = D + 2m;$$

keermeprofiili kõrgus

$$h = 2,2m;$$

tigukeeme tõusunurk

jaotusringil

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{K}{q}$$

2. UNIVERSAALTREIPINGI IД62M

KINEMAATIKASKEEM

Universaaltreipink on ette nähtud mitmesugusteks treimistõõdeks ning meeter-, toll-, moodul- ja pitskeerme lõikamiseks. Erinevalt lihtsast treipingist on tal käigukruvi ja veomatter, mida kasutatakse ainult keermetamiseks.

Pingi põhiantmed

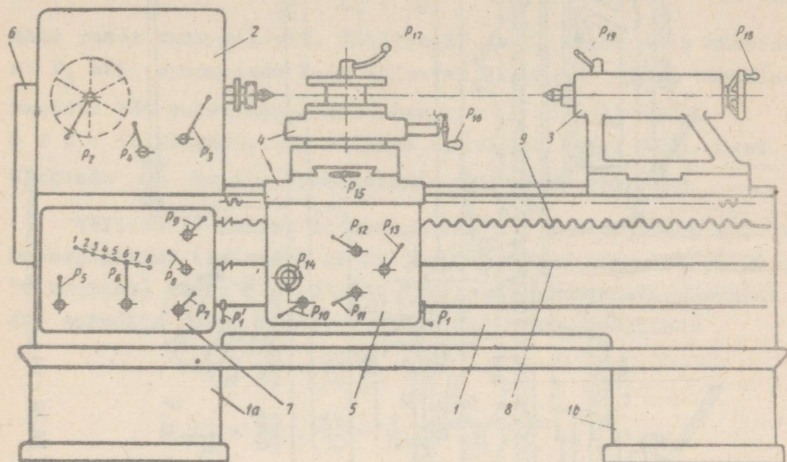
Tsentrite kõrgus mm	200
Tsentrite vahe mm	750 või 1000; 1500; 2000
Spindli kiiruste arv	18
Spindli pöörete arv minutis	11,5 ... 600
Piklettenihete arv	35
Piklettenihke suurused mm/p	0,082 ... 1,59
Ristlettenihete arv	35

Pingi juhtimisorganid on toodud joonisel 4.7, kinemaatika-skeem joonisel 4.8. Käepidemega P_1 või P_1 lülitatakse sisse käivitusfriktioonsidur A või pidur B pingi seiskamiseks.

P_2 , P_3 ja P_4 on kiirustekasti käepidemed. Käepidemega P_2 nihutatakse esimest kahte hammasratasplokki (34-39 ja 44-52-36) (joon. 4.8), mis annab kuus lülitust; käepidemega P_3 nihutatakse kolmandat (80-50) ja neljandat (20-50) hammasratasplokki, mis annab kolm eri lülitust. Seega võimaldab kiirustekast anda spindlile $6 \times 3 = 18$ kiirust. Käepidemega P_4 nihutatakse hammasratasplokki (50-50) piki võlli VIII, mis annab edasi liikumise ettenihkeks.

Ettenihetekastil on viis käepidet: P_5 abil nihutatakse ettenihetekasti esimest hammasratasplokki (28-28) mõõda võlli IX a ja samaaegselt hammasratasplokki (56-28) võllil XII; P_6 on sidestushammasratta käepide; P_7 on võllil XII asetseva hammasratasploki (28-42) käepide; P_8 on võllil XIV asetseva hammasratasploki (28-56) käepide; käepidemega P_9 lülitatakse

sisse kas käigukruvi või käiguvõll.



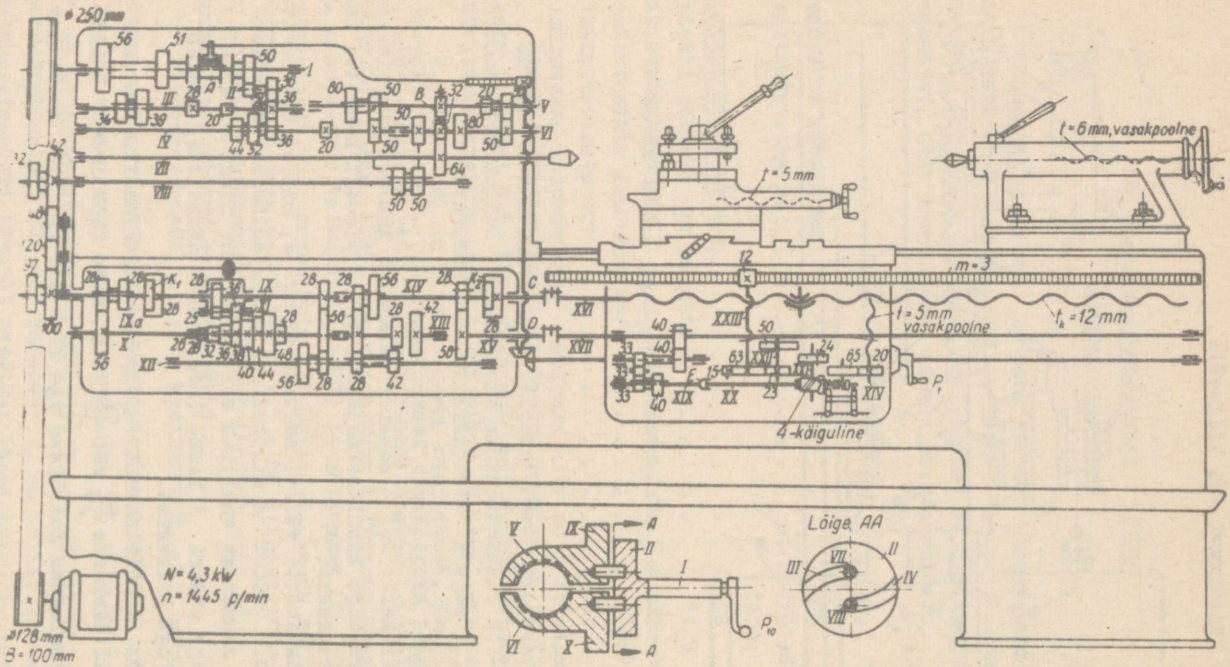
Joonis 4.7. Universaaltreipingi ID62M skeem

Supordipõlletel on viis käepidet: reverseeriva mehhanismi (hammasratasploki 33-40) käepide P_{10} ; langeva teo käepide P_{11} ; piki- ja risttiettenihke käepide P_{12} ; käigukruvi veomutri käepide P_{13} ; supordi käsipikiettenihke käsiratas P_{14} .

Ülejäänud käepidemeid kasutatakse: P_{15} - supordi käsitsi risttiettenihkeks; P_{16} - supordi terakelgu käsitsi ettenihkeks; P_{17} - terahoidja kinnikeeramiseks; P_{18} - pinoeli nihutava käsiratta pööramiseks.

Kiirustekasti võllil asetseb sidur A, mis on blokeeritud piduriga B. Siduri A nihutamisel parempoolsesse või vasakpoolsesse asendisse vabastab võllil V istuv pidur B selle; asetades aga siduri A kesk- (neutraal-) asendisse, peatab pidur B pingi liikumise.

Siduri A lülitamisel vasakpoolsesse asendisse antakse võllile III ülekande $\frac{51}{39}$ või $\frac{56}{34}$ kaudu kaks tõkkiirust, lülitades parempoolsesse asendisse aga ülekande $\frac{50}{24} \cdot \frac{36}{36}$ kaudu üks



Joonis 4.8. Universaaltreipingi ID62M kinemaatikaskem

tagasikäigukiirus. Võlli III kaks tõekiirust antakse võllile IV edasi ülekannete $\frac{20}{52}$, $\frac{28}{44}$, $\frac{36}{36}$ kaudu, järelikult võib viimane saada kuns kiirust. Võllide IV ja VI vahel võib käepideme P_3 abil moodustada kolm erinevat ülekannet (ilma vahetülekandeta või vahetülekandega). Seega võll VI võib saada $6 \times 3 = 18$ kiirust, mis antakse spindlile (võll VII) edasi ülekande $\frac{32}{64}$ kaudu. Vahetülekande ehitus on järgmine.

Võllilt IV kandub liikumine võlli V nihutatavate hammasrätasplokkide (esimesel on 80 ja 50 hammast ning teisel 20 ja 50 hammast) kaudu üle võllile VI. Nende hammasrätasplokkide eri asendite puhul saadakse järgmised ülekandesuhted:

$$i_1 = \frac{50}{50} \cdot \frac{50}{50} = 1;$$

$$i_2 = \frac{20}{80} \cdot \frac{50}{50} = \frac{1}{4};$$

$$i_3 = \frac{20}{80} \cdot \frac{20}{80} = \frac{1}{16}.$$

Tulemusena on vahetülekande sisselülitamisega võimalik vähendada kõiki pöörlemiskiirusi 4 ja 16 korda.

Treipingil on samu suurendamise lüli, mille ülesanne seisab järgmises.

Kiirustekastilt liikumist kitarrile ja seejärel ettenihetekastile ülekandval võllil VIII on nihutatav kaksikhammasrätasplokk (50-50), mille abil võib võlli VIII sidestada kas võlliga VI või võlliga IV. Esimesel juhul saadakse normaalne ettenihke (normaalne samm), kusjuures ettenihke võrrand on järgmine:

$$\left. \begin{aligned} s_p &= 1 \text{ spindlipööre} \cdot i_o \cdot i_{vr} \cdot i_{ek} \cdot i_{sp} \cdot \pi \cdot m \cdot z \\ &(\text{pikiettenihkel käiguvõlli kaudu}) \text{ või} \\ s_p &= s_o = 1 \text{ spindli pööre} \cdot i_o \cdot i_{vr} \cdot i_{ek} \cdot t_k \end{aligned} \right\} A$$

(keermetamisel käigukruvi kaudu).

Siin i_o on hammasrätaste $z = 64$ ja $z = 32$ alaline ülekandesuhe;

- i_{vr} - kitarrilise vahetushammasrattaste ülekandesuhe;
- i_{ek} - ettenihetekasti ülekandesuhe;
- i_{sp} - supordipõlle ülekandesuhe;
- m, z - hammaslati hammasratta moodul ja hammaste arv;
- s_0 - lõigatava keermee kruvijoone samm;
- t_k - käigukruvi samm.

Teisel juhul saadakse suurendatud ettenihke ehk samm ja ettenihke võrrand on järgmine:

$$\left. \begin{aligned} s_p &= 1 \text{ spindli pööre} \cdot i_0 \cdot \frac{1}{i_{vah}} \cdot i_{vr} \cdot i_{ek} \cdot i_{sp} \cdot \pi \cdot m \cdot z \\ s_p &= s_0 = 1 \text{ spindli pööre} \cdot i_0 \cdot \frac{1}{i_{vah}} \cdot i_{vr} \cdot i_{ek} \cdot t_k \end{aligned} \right\} B,$$

kus i_{vah} on vahetulekande ülekandesuhe.

Valemite (A) ja (B) võrdlemisel nähtub, et ettenihke (ehk samm) suureneb lüli sisselülitamisel $\frac{1}{i_{vah}}$ korda.

Ettenihkeliikumine saadakse hammasrattalt $z = 50$ (võll VI) või hammasrattalt $z = 50$ (võll IV) hammasrattasploki (50-50) kaudu, mis istub liugeliistul (võll VIII), s.t. ilma sammu suurendamise lüli sisselülitamiseta või selle sisselülitamisega.

Võllilt VIII kandub liikumine vahetushammasrattastega kitarrile. Vahetushammasrattad $z_1 = 42$ ja $z_2 = 100$ määravad kitarrilise ülekandesuhte.

$$i_{vr} = i_k = \frac{z_1}{z_2} = \frac{42}{100},$$

mida kasutatakse kõikide piki- ja risttiettenihete saamiseks ning kõikide meeter- ja tollkeermete lõikamiseks. Moodul- ja pitskeerme lõikamisel seatakse kitarrile vahetatavad hammasrattad $z_3 = 32$ ja $z_4 = 97$, mis annavad kitarrilise ülekandesuhte:

$$i_{vr} = i_k = \frac{z_3}{z_4} = \frac{32}{97}.$$

Treipingi ettenihetekast annab suure arvu piki- ja risttiettenihkeid, meeter- ja moodulkeermete ning toll- ja pitskeermete samme.

Piki- ja ristettenihete saamiseks lülitatakse ettenihetekast järgmiselt.

Võll X käitatakse ülekande $\frac{28}{56}$ kaudu, millelt sidestus-hammasrattaga hammasrataskoonuse abil antakse võllile IX kaheksa kiirust. Edasi kandub liikumine hammasrataste 28,56,28 kaudu (kokku kaheksa kiirust) võllile XII, sealt ülekannete $\frac{28}{56}$ või $\frac{42}{42}$ kaudu (kokku 16 kiirust) võllile XIII ja ülekannete $\frac{56}{28}$ või $\frac{28}{56}$ kaudu võllile XIV (kokku 32 kiirust). Siit antakse pöörlemine ülekandega $\frac{28}{56}$ käiguvõllile.

Peale selle saadakse hammasratta $z = 28$ lülitamisel siduriga K_1 kolm ettenihkekiirust järgmise ahela kaudu: võllilt IX võlli XI kaudu võllile X ülekannetega $\frac{36}{26}$, $\frac{36}{28}$ ja $\frac{36}{32}$, võllile XII ülekandega $\frac{28}{56}$, võllile XIII ülekandega $\frac{42}{42}$, võllile XIV ülekandega $\frac{56}{28}$, käiguvõllile XVII ülekandega $\frac{28}{56}$.

Sel viisil saab pingi suport kokku 35 kiirust. Meeter- ja moodulkeerme lõikamisel häälestatakse ettenihetekast järgmiselt: ülekanne $\frac{28}{56}$, võll X, võll XI, võll IX, hammasrattad 28,56,28, võll XII, võll XIII, võll XIV, hammasratta $z = 28$ lülitamine siduriga K_2 , käigukruvi XVI.

Toll- ja pitskeerme lõikamisel häälestatakse ettenihetekast järgmiselt: liikumine antakse hammasrattalt $z = 28$ sidurile K_1 , sealt võllide IX, XI, X, XII, XIII, XIV ning siduriga K_2 lülitatud hammasratta $z = 28$ kaudu käigukruvile XVI.

Treipingi põlles on supordi mehhanism, mis võimaldab hammasratta ja hammaslati või ristettenihke kruvi abil saada piki- ja ristiettenihkeid. Samas on ka käigukruvi veomutter keermetamisõude jaoks.

Supordipõllel on neljakäiguline langev tigu, mis kaitses pinki ülekoormamise eest. Kui suport peatub ülekoormamise või piirajate mõjul, surutakse langeva teo vedru kokku ja tigu lülitub välja (langeb alla).

Tigutlekanne annab liikumise völliilt XX üle hammasrattale $z = 24$, mis on asetatud liugeliistule völliil XXI. Lülitades hammasrattad $z = 24$ ja $z = 50$ saame pikiettenihke, $z = 24$ ja $z = 65$ annavad aga ristettenihke.

Käepidemed P_{12} ja P_{13} (joon. 47) on blokeeritud nii, et ettenihke samaaegne sisselülitamine käiguvölli ja veomutri kaudu on vöimatu.

Käigukruvi veomutter on kajutatud joonisel 48. See koosneb kahest, oma juhtpindadega IX ja X põllesoonetes libisevast poolmutrist V ja VI, mis on varustatud tihvtidega VII ja VIII. Käepideme P_{10} pööramisel pöörduv völli I kaudu ka spiraalsete väljalõigetega III ja IV ketas II ning nihutab oma väljalõigetes ulatuvate tihvtide abil poolmutreid üksteisest eemale või lähemale. Käepideme P_{10} pööramisega vöimaldab selline seadistus veomutrit sulgeda ja avada.

3. PINGI HÄALESTUSMETOODIKA KEERME LÕIKAMISEKS

Universaaltreipingi 1,4,62M hälestamisel keermelõikamiseks on üldvörrandil järgmine kuju:

$$s_p = s_0 = 1 \text{ sp. pöörre} \cdot i \cdot i_k \cdot i_{ek} \cdot s_k,$$

kus s_p on lõiketera pikiettenihke spindli ühe pöörde vältel;

s_0 - keermelõikurvi samm;

i - hammasrattade ülekandesuhe spindlilt kuni kitarrini;

i_k - kitarril vahetushammasrattade ülekandesuhe;

i_{ek} - ettenihetekasti hammasrattade ülekandesuhe;

s_k - pingilõikurvi samm.

Kuna i_k on vastavalt keermelõikurvi tüübile määratud (vt. pingilõikurvi kirjeldus), siis tuleb määrata i_{ek} ja i .

$$\text{Tähistame } i \cdot i_{ek} = X,$$

sel juhul $s_0 = X \cdot i_k \cdot s_k$ ja

$$X = \frac{s_0}{i_k \cdot s_k}.$$

Kuna 1-1 on kolm võimalikku väärtust, kaks vahetlekan-
 ga, kolmas ilma, siis tuleb koostada i_{ek} kõik võimalikud väärtused vastavalt keermete tüübile ning seejärel määrata 1.

Leides nii i kui ka i_{ek} väärtused, tuleb koostada kinemaatilise ahela võrrand spindlist käigukruvini konkreetsete ülekannetega. Võrrandite lahendamisel kasutada tabelis 4.3 toodud konstantide väärtusi.

Võrrandi õigsust kontrollida pingil olevate juhthoobade asendiga vastavalt pingetabelitele.

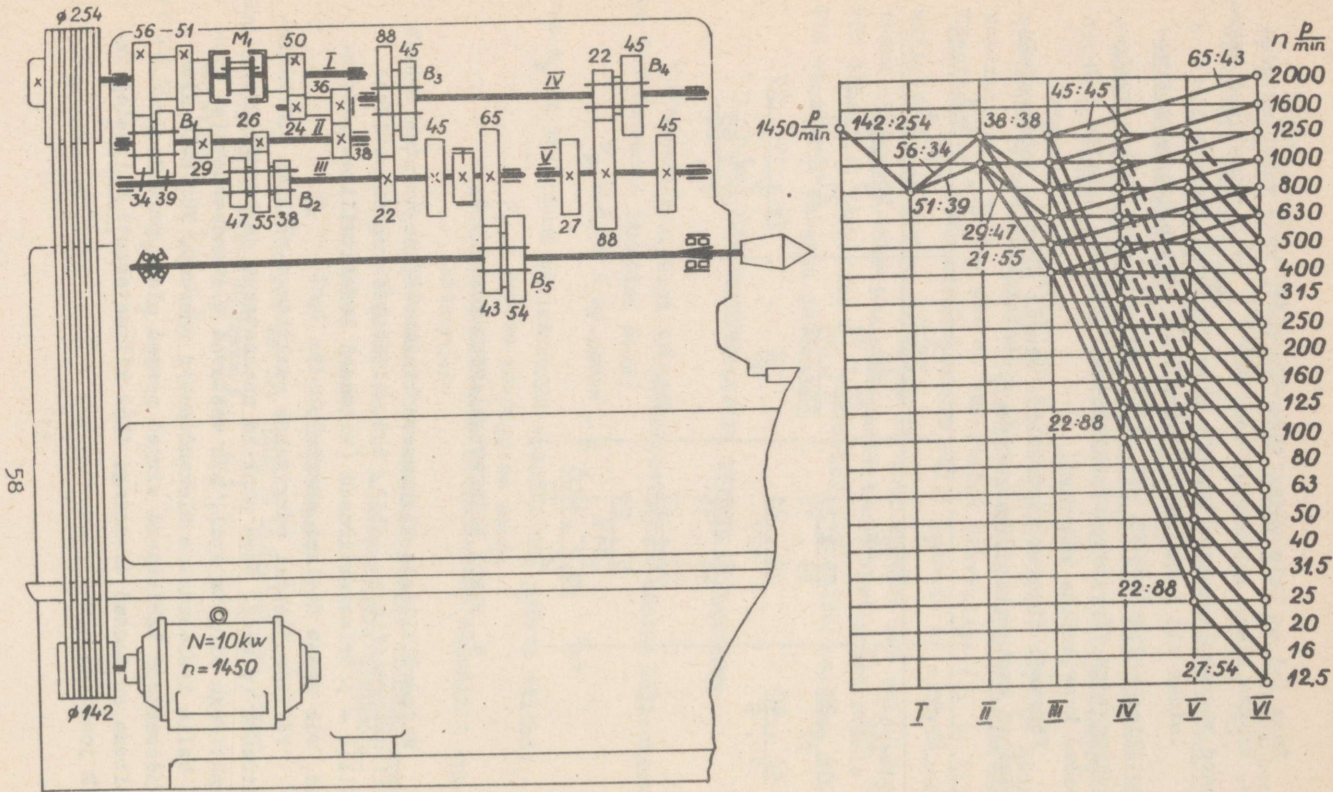
T a b e l 4.3

25,4	π	$\frac{\pi}{25,4}$	25,4
$\frac{127}{,5}$	$\frac{22}{7}$	$\frac{47}{4 \cdot 95}$	$\frac{22 \cdot 127}{7 \cdot 5}$
$\frac{18 \cdot 24}{17}$	$\frac{33 \times 27}{25 \cdot 11}$	$\frac{5 \cdot 19}{32 \cdot 24}$	$\frac{21 \cdot 19}{5}$
$\frac{40 \div 40}{7 \cdot 9}$	$\frac{19 \cdot 21}{127}$	$\frac{12}{97}$	$\frac{10 \cdot 17 \cdot 23}{7 \cdot 7}$
	$\frac{8 \cdot 97}{13 \cdot 19}$		$\frac{27 \div 65}{2 \cdot 11}$
	$\frac{13 \div 29}{4 \cdot 30}$		
	$\frac{5 \cdot 71}{113}$		
	$\frac{12,7 \cdot 400}{21 \cdot 77}$		

4. PINGI KIIRUSTEGRAAFIKU KOOSTAMINE

Mitmevõlliliste ülekannete kinemaatiline arvutus toimub kiirustegraafikute abil. Nad ehitatakse koordinaatides: völliid - pöörlemiskiirused (viimased logaritmilises mastaa- bis, mis annab ühtlase skaala).

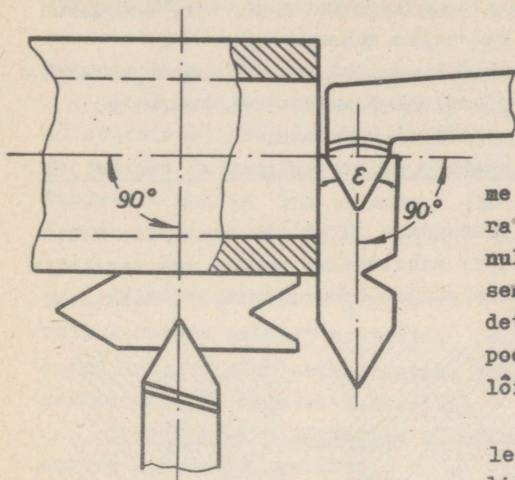
Völliide joontel märgitakse punktidega völliide pöörlemis- kiirused (p/min). Need punktid ühendatakse naabervölliide punktidega sirgete abil, mis vastavad ülekandesuhetele. Sir- ge kalle iseloomustab ülekandesuhte suurust. Vördseid üle- kandesuhteid tähistavad sirged peavad olema paralleelsed. Näitena on toodud treipingi 1K62 kiirustekasti kiirustegraa- fik joonisel 4.9.



Joonis 4.9. Treipingi 1K62 kiirustekasti kiirustegraafik

5. KEERMELÕIKETEHNIKA

Keerme profiili täpsus sõltub tera õigest teritamise-
st ja tema õigest ülesseadmise-
st pinki.



Joonis 4.10. Keermetera ülessead-
mine šablooni järgi

Täpse keerme saami-
seks tuleb silmas pida-
da järgmisi nõudeid:
1) tera tipunurk plaan-
is ϵ peab võrduma keer-
me profiili nurgaga; 2) te-
ra esinurk γ peab olema
null; 3) esitahk peab aset-
sema tasapinnas, mis läbib
detaili telge; 4) nurga
poolitaja peab olema risti
lõigatava keerme teljega.

Kõik kõrvalekalded loet-
letust põhjustavad profiili
moonutusi. Tera ülessead-
miseks kasutatakse šabloo-
ni (joon. 4.10).

Keerme sammu täpsus sõltub ainult käigukruvi sammust.
Eriti täpne samm lõigatakse korrigeeriva seadisega pinkidel.

Paaris- ja paaritu keere. Paariskeermeks nimetatakse
niisugust keeret, mille lõikamisel käigukruvi kruvijoone sam-
mu s_k suhe lõigatava keerme kruvijoone sammuga s_0 on täisarv

Kõikidel teistel juhtudel nimetatakse keeret paarituks.
Et terakäigu kordamisel tera satuks alati lõigatavasse keer-
meniiti, kasutatakse järgmisi viise.

Esimene viis. Pärast terakäiku viiakse tera keermeniidist
välja teda pikisuunas nihutamata ja antakse pingile tagasi-
käik. Seejärel alustatakse järgmist terakäiku, lähendades
tera detaili pinnale ja seades ta vastavale lõikesügavusele.
Selline viis tagab tera sattumise lõigatavasse keermeniiti,
kuid pole küllalt tootlik.

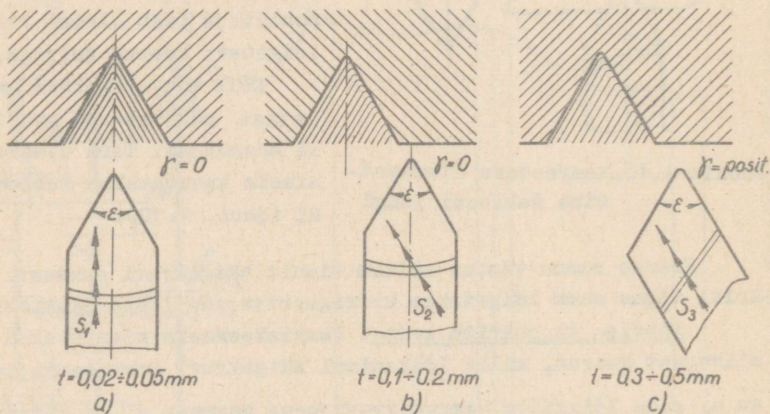
Teine viis. Paariskeerme lõikamisel avatakse veomutter pärast iga terakäiku ja, viies tera keermeniidist välja, vändatakse suurt kiiresti käsitsi lähteasendisse, pinki seejuures peatamata. Seejärel, lähendades tera detailile ja seades ta vastavale lõikesügavusele, suletakse veomutter, kusjuures tera satub lõigatavasse keermesse automaatselt.

Kolmas viis. Treipinkidel, millel on tollkeermega käigu kruvi, võib tollkeermel lõikamisel kasutada nn. keermekella. Meeterkeermel puhul keermekella ei kasutata.

Lõikesügavuse suurendamise viisid kolmnurkse keerme lõikamisel.

Lõikesügavust võib suurendada järgmiste meetodite abil:

1. Normaalse keermetera nihutatakse pärast iga terakäiku risti detaili teljega noole suunas (joon. 4.11, a). Niisugune



Joonis 4.11. Keermetera sisselõike viisid

ettenihe annab puhta pinna keermeniidi mõlemal küljel, kuid teda kasutatakse ainult väikese sammuga (kuni 2 mm) keerme lõikamisel ($t = 0,02 \dots 0,05$ mm).

2. Sama tera on seatud üles nii, et ta telg on risti detaili teljega, kuid terakelk on pööratud nurga $\frac{\epsilon}{2}$ võrra ja ettenihe sügavusse toimub noole S_2 suunas, mis on paralleelne

parempoolse lõikeservaga (joon. 4.11, b). Sel juhul saadakse keermeniidi vasakpoolne pind sile, parempoolne aga kare, mis vajab edasist töötlemist. Kuna laastu eraldumise tingimused on sel juhul soodsamad kui esimesel, võib kasutada suuremat lõikesügavust ($t = 0,1 \dots 0,2$ mm). Kasutatakse eelkeermetamisel, kui kerme samm on suurem kui 2 mm.

3. Positiivse esinurgaga γ tera kasutamisel (joon. 4.11 c) ettenihkelikumine sügavusse antakse analoogiliselt eelmise juhuga. Positiivse esinurga tõttu võib lõikesügavus olla tunduvalt suurem kui eelmistel juhtudel ($t = 0,3 \dots 0,5$ mm). Kerme puhtus on väike, eriti keermeniidi paremal poolel.

Väikese sammuga ($s_0 = 1,0 \dots 1,5$ mm) kerme lõikamiseks võib kasutada esimest meetodit. Suure sammuga ($s_0 = 2$ mm ja enam) on kasulik eelkeermetada kolmandal meetodil, lõppkeermetada aga esimese kohaselt.

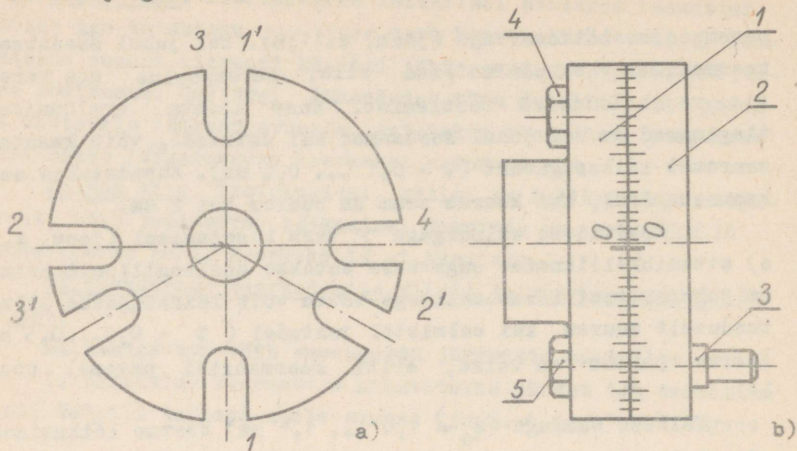
Trapetskerme lõikamine ei erine põhimõtteliselt kolmnurkse kerme lõikamisest.

Mitnekäigulise kerme lõikamine toimub järgmiselt: esmalt eelkeermetatakse üksteise järel kõik keermeniidid, mis seejärel samas järjekorras silutakse. Üleminekul ühelt keermeniidilt teisele on tähtis, et iga keermeniit algaks eelmise suhtes rangelt määratud kohas. Kahekäigulise kerme lõikamisel peab teine keermeniit algama esimese keermeniidi lõpule diametraalsest vastasküljest või punktist, mis asetseb esimese keermeniidi kahe keru vahel ja mis jagab nendevahelise kauguse täpselt pooleks. Sama reegel laieneb ka mistahes suure käikude arvuga kermele.

Tuntakse mitut viisi ühelt keermeniidilt teisele üleminekuks.

1. Kasutatakse veopadrunit sisselõigetega 1, 2, 3 ja 4 ning 1', 2' ja 3' (joon. 4.12, a), millede arv vastab kerme käikude arvule. Kaasavedaja peab asetsema tihedalt sisselõikes. Pärast ühe keermeniidi lõikamist võetakse detail tsentritelt ära ja kaasavedajat maha võtmata asetatakse pärast pööramist tagasi selliselt, et kaasavedaja sõrm satuks järje-

korras järgmisesse sisselõikesse.^x



Joonis 4.12. Mitmekäiguliste keermete padrunid

2. Kasutatakse eri jagamispadrunit (joon. 4.12, b). See koosneb kahest kettast, milledest üks on varustatud kraadijaotuste skaalaga. Esimene keermeniit lõigatakse mõlemate ketaste nulljaotuste ühtimisel. Enne järgmise keermeniidi lõikamist vabastatakse poldid 4 ja 5 ning pööratakse esimest ketast vajaliku murga võrra. Kaasavedajat detaililt maha ei võeta, samuti pole vajadust detaili tsentritelt äravõtmiseks.

3. Supordi ristkelk seatakse paralleelseks detaili teljega. Supordi edasipaigutamisel liigub koos sellega piki detaili edasi ka tera, kusjuures vajalik nihutamise määr saavutatakse limbi abil.

4. Mitmekäigulist keeret võib lõigata ka keermekammiga või terade komplektiga, mis on paralleelselt üles seatud.

^x Kahekäigulise keeme lõikamisel kasutatakse veopadrundi sisselõikeid 1 ja 3, kolmekäigulise puhul - sisselõikeid 1', 2' ja 3' ja neljakäigulise puhul - sisselõikeid 1, 2, 3 ja 4.

Seejuures lõigatakse kõik keerмениidid korraga. Sellisesse komplekti kuuluvatel teradel peab olema täpne paksus, mis kindlustaks lõigatava keermee täpse sammu. Sel põhjusel nende külgpinnad lihvitakse.

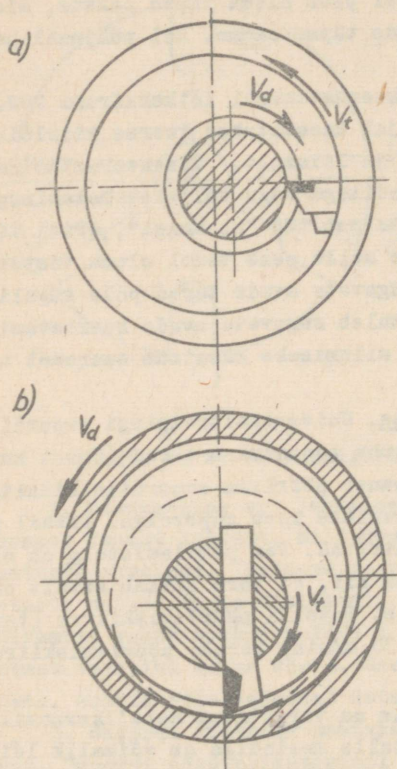
Novaatorid kasutavad keermetamisel lõikekiirusi 200... ..300 m/min. Käesoleval ajal kasutatakse keermee kiirlõikamise meetodeid ikka laiemalt ja laiemalt. Sisekeermetamine toimub põhiliselt samade meetoditega nagu väliskeermetaminegi.

Sügavate avade puhul toimub töö "kobamisi", eriti väikeste läbimõõtude puhul. Peale selle peab teral olema vastava pikkusega keha, mistõttu sügavate avade terad pole sageli küllalt jäigad. Seepärast tuleb sügavate avade keermetamisel vähendada lõikesügavust ja silumiseks kasutada suuremat arvu terakäike.

Lendteraga keermetamine. Universaaltreipingi supordile kinnitatakse eriline pea, kuhu asetatakse terad (ühest kuni neljani, joon. 4.13). Pea paneb pöörlema supordile kinnitatud elektrimootor, mis saab ettenihke koos supordiga. Detail pöörleb padrunis või pingi tsentrites. Pea pöörlemistelg on nihutatud detaili telje suhtes nii, et tera lõikab ainult oma teekonna teatud osa ulatuses. Detaili pöörlemiskiirus (terasel lõikamisel) $v_1 = 20 \dots 30$ m/min; terade pöörlemiskiirus $v_2 = 200 \dots 400$ m/min.

Kasutatakse terasid, mis on varustatud metallkeraamiliste plaadikestega mark T15K6. Selle meetodiga on võimalik lõigata nii välis- kui ka sisekeerret. Lendteraga keermetamine on tootlikum kui keermetamine tavalisel viisil.

Eriti kasulik on keermetada suure sammuga keerret, sest lõikamine toimub ühe töökäiguga. See meetod annab suure täpsuse (2.kuni 3.täpsusklass) ja kõrge pinnasileduse.



Joonis 4.13

Keermelõikamine lendteraga

Kirjandus

1. A.N.Gladilin jt. Metallide tehnoloogia. Tallinn, ERK, 1956.
2. В.И. Сысоев. Резание металлов, станки и инструменты. Москва, Машгиз, 1960.
3. В.А.Блюмберг. Справочник токаря. Лениздат, 1963.
4. В. Bruštein, V. Dementjev. Treialitööd. Tallinn, ERK, 1955.
5. Н.Н. Чернов. Металлорежущие станки. Москва, Машиностроение, 1965.
6. Справочник металлиста. Том 2. Москва, Машиностроение, 1965.
7. А.Т. Батурин. Masinaelemendid. Tallinn, ERK, 1964.

METALLILÕIKEPINGI LÕIKEKIIRUSE JA MASINA AJA

VÕRRANDITE GRAAFILINE KUJUTAMINE

Ülesanne. Koostada ühe metallilõikepingi spindli pöörlemiskiiruste (linguri kaksikkäigu kiiruste) ja masina- aja määramise nomogrammide tavalistes ja logaritmilistes koordinaatides.

Tööks vajalikud vahendid.

1. Metallilõikepink.

Tegevusjuhend.

1. Lugeda põhjalikult läbi informatsioon.
2. Teha kindlaks antud pingi spindli pöörlemiskiiruste (linguri kaksikkäigu kiiruste) ja ettenihete rida.
3. Määrata kiiruste ja ettenihete diapasonid.
4. Määrata kiiruste ja ettenihete ridade tüübid ja parameetrid (rea tegurid, kiiruste langud jne.).
5. Ehitada nomogramm pöörlemiskiiruste (kaksikkäigu kiiruste) määramiseks v ja $d(1)$ järgi ning masina- aja määramiseks n ja s järgi.
6. Ehitada logaritmiline nomogramm n ja T_0 määramiseks v , $d(1)$ ja s järgi.

Aruanne peab sisaldama kõik lahenduskäigus märgitud nomogrammid (vt. tegevusjuhendi punktid 5 ja 6). Vajalikud abitehted nende koostamiseks tuua lisalehtedel.

Kontrollküsimused (suuliselt vastamiseks, aruandesse mitte kirjutada).

1. Mis on lõikekiirus?
2. Milliseid lõikekiirusi praktikas kasutatakse?
3. Miks kasutatakse lõikepinkides kiiruste geomeetrilist rida?
4. Mis on geomeetrilise rea tegur?
5. Mida nimetatakse kiiruste diapasoniks?

6. Mis on suhteline lõikekiiruse kadu?
7. Mis on nomogrammi moodul?
8. Milleks kasutatakse nomograafiat?
9. Miks eelistatakse antud töös logaritmilisi koordinaate?
10. Miks ei kasutata lõikepinkides pöörlemiskiiruste aritmeetilist rida.

Peale kontrollküsimustele vastamise peab oskama täielikult käsitseda ülesandes antud metallilõikepinkide.

I N F O R M A T S I O O N

1. PINKIDE SPINDLITE PÖÖRLEMISKIIRUSTE, KAKSIKÄIKUDE JA ETTENIHETE READ

Pöörleva pealiikumisega pinkide spindlite pöörlemiskiirus määratakse seosega

$$n = \frac{1000 \cdot v}{d \cdot \pi} \quad \text{p/min,}$$

kus v on lõikekiirus m/min,

d - töödeldava tooriku või lõikeriista läbimõõt mm.

Töödeldava detaili või lõikeriista läbimõõtu antud pingil võib muuta piirides d_{\min} kuni d_{\max} . Peab olema võimalik muuta ka spindli pöörlemiskiirusi n_{\min} kuni n_{\max} :

$$n_{\min} = \frac{1000 \cdot v_{\min}}{\pi \cdot d_{\max}} \quad \text{ja} \quad n_{\max} = \frac{1000 \cdot v_{\max}}{\pi \cdot d_{\min}}.$$

Suhet $\frac{n_{\max}}{n_{\min}} = R_n$ nimetatakse pöörlemiskiiruste reguleerimise diapasooneiks ja ta iseloomustab pingi eksploatatsioonivõimalusi.

Kui on pealiikumise kiiruste astmeteta reguleerimise mehhanism, siis võib saada kiiruste diapasooni piirides kõiki n väärtusi. Sel juhul võib sisse lülitada pöörlemiskiiruse, mis vastab optimaalsele lõikekiirusele antud tooriku läbimõõdu puhul. Siiski astmeteta ülekanded spindli pöörlemis-

kiiruse sujuvaks muutmiseks pole seniajani pinkides leidnud laialdast kasutamist.

Valdavas enamuses on pinkides astmelised pöörlemiskiiruste read. Sel juhul selle pöörlemiskiiruse asemel, mis vastab täpselt optimaalsele löikekiirusele antud läbimõõdul, tuleb valida lähim väiksem pöörlemiskiirus. Sellele tegelikule pöörlemiskiirusele n_t vastab siis tegelik löikekiirus

$$v_t = \frac{\pi d n_t}{1000} \text{ m/min,}$$

mis on arvutatust väiksem $v - v_t$ võrra.

Sel juhul suhteline löikekiiruse kadu (lang) üleminekul lähimale väiksemale on

$$\nu = \frac{v - v_t}{v} = \frac{\pi d n - \pi d n_t}{\pi d n} = \frac{n - n_t}{n},$$

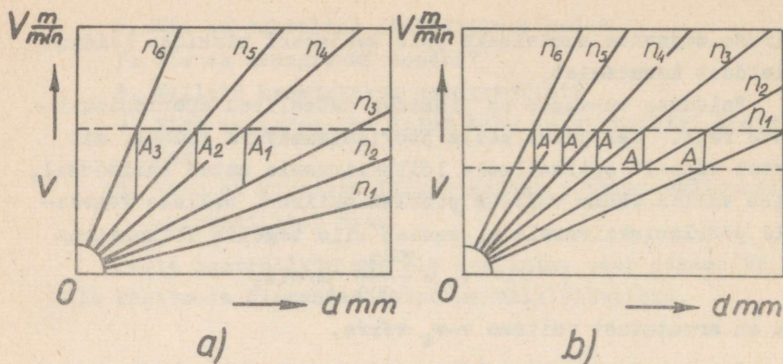
kust järeldub, et suhteline löikekiiruse kadu on seda väiksem, mida väiksem on vahe $n - n_t$ ja järelikult ka mida väiksemad on rea naaberkiiruste vahelised intervallid.

Piirkiiruste n_{\min} ja n_{\max} vahelised kiirused võib asetada mitmesugusesse ritta. Kuid mitte kõik võimalikud read pole võrdse väärtusega. Pingehituses osutub kõige ratsionaalsemaks geomeetiline rida, mis kujutab endast arvude rida, kus iga järgmine arv erineb eelnevast rea teguri φ kordselt.

Geomeetrilise rea peamiseks eeliseks on see, et löikekiiruse suhteline kadu siirdumisel ühelt löikekiirusele (nõutavalt) lähimale väiksemale jääb konstantseks kõikides pöörlemiskiiruste intervallides (vt. joon 5.1). See kindlustab pingi võrdsed ekspluatatsioonitingimused pöörlemiskiiruste kogu diapasooni piirides.

Võttes $n_1 = n_{\min}$ omandab geomeetiline rida järgmise kuju:

$$\begin{aligned} n_1 &= n_{\min}; \\ n_2 &= n_1 \varphi; \\ n_3 &= n_2 \varphi = n_1 \varphi^2; \\ n_4 &= n_3 \varphi = n_1 \varphi^3; \\ &\dots\dots\dots \\ n_z &= n_{z-1} \varphi = n_1 \varphi^{z-1}. \end{aligned}$$



Joon. 5.1. Spindli pöörlemiskiiruste read:

- a) meelevaldsete intervallidega;
- b) geomeetriline rida.

Asendades n_1 valemites n_{\min} ja võttes $n_z = n_{\max}$,

saame

$$n_{\max} = n_{\min} \varphi^{z-1},$$

kust

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}},$$

kus z on rea astmete arv.

Pingehituses kehtivate normaalide kohaselt spindlite pöörlemiskiirused ja ettenihked muutuvad geomeetrilise rea järgi. Rea tegur φ on standardiseeritud.

Standardiseerimisel võeti arvesse järgmised seisukohad:

- 1) pealiikumise ajamites kolmeefaasilise vooluga kahekii-
ruseliste elektrimootorite kasutamine pöörlemiskiiruste suh-
tega 2;
- 2) rea teguri seos arvuga 10, s.o. kümnendkorduvuse põhi-
mõte.

Pingehituses on kehtestatud geomeetriliste ridade tegu-
rite normaliseeritud väärtused. Allpool on toodud lõikekii-
ruste suhteliste kadude Δv maksimaalväärtused protsentides
naaberkiiruste vahel.

φ	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2
v	5	10	20	30	40	45	50

$$\Delta v = \frac{v_z - v_{z-1}}{v_z} = \frac{n_z - n_{z-1}}{n_z} = 1 - \frac{n_{z-1}}{n_z} = 1 - \frac{n_1 \varphi^{z-2}}{n_1 \varphi^{z-1}} =$$

$$= 1 - \frac{1}{\varphi} = \frac{\varphi - 1}{\varphi}$$

ehk protsentides $\Delta v = \frac{\varphi - 1}{\varphi} \cdot 100 (\%)$.

Vaatame, millise seaduse järgi peavad muutuma kaksikkäikude kiirused sirgjoonelise edasi-tagasi pealiikumisega pinkides. Sirgjoonelise edasi-tagasi pealiikumisega pinkidel võivad olla kiirused mõlemas suunas käigu pikkuse vältel konstantsed (pikihõõvelpink), kuid võivad ka muutuda, näiteks õõtsuva kulissiga (risthõõvelpink) või pöörleva kulissiga (tõukepink) mehhanismides.

Tähistades

L - käigupikkus;

n - kaksikkäikude kiirus (kaksikkäikude arv ajaühikus);

$T = \frac{1}{n}$ - kaksikkäigu aeg;

T_1 ja T_2 - töö- ja tagasikäigu aeg;

v_1 - töökäigu kiirus;

v_2 - tagasikäigu kiirus;

saame esimesel juhul:

$$T = \frac{1}{n} = T_1 + T_2 = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} = \frac{(v_1 + v_2) L}{v_1 v_2};$$

$$n = \frac{1}{T} = \frac{1}{L} \cdot \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{v_2}{L} \cdot \frac{1}{(1 + \frac{v_2}{v_1})}$$

ja lõikekiirus

$$v = v_1 = \frac{v_2}{v_2 - Ln} \quad Ln.$$

Valemist nähtub, et v oleneb mitte ainult n -st, vaid ka v_2 -st, seepärast antud juhul kiiruse maksimaalne suhtelise

kao $\left(\frac{v_z - v_{z-1}}{v_z} \right)$ konstantsuse tingimusest ei tulene nõuet, et kaksikkäikude kiiruste rida peaks olema geomeetriline rida. Pinnatöötlemise tootlikkus aga juhul, kui ettenihke s on konstantne, on

$$Q = Lsn.$$

Tootlikkuse suurim lang, juhul kui $s = \text{const.}$ ja

$\varphi = \frac{n}{n_z - 1} = \text{const.}$, s.t. tingimusel, kui kaksikkäikude kiiruse rida moodustab geomeetrilise rea, on

$$\left(\frac{Q_z - Q_{z-1}}{Q_z} \right)_{\max} = 1 - \frac{n_{z-1}}{n_z} = \text{const.}$$

Teisel juhul (õõtsuva ja pöörleva kulissiga pingid) on töö- ja tühikäigu kiirused käigu vältel eri punktides erinevad. Kui lugeda liuguri töökäigu keskmise kiiruse maksimaalset suhtelist kadu konstantseks, siis peab ka sel juhul olema liuguril kaksikkäigu kiiruste geomeetriline rida.

Õõtsuval kulissil olenevus, mis seob keskmist lõikekiirust v_k ja käigupikkust L , ei ole lineaarne ja koordinaatide süsteemis ($L; v_k$) mitmesugustel $n_z = \text{const.}$ saadakse diagrammil mitte sirg-, vaid kõverjooned.

Samuti nagu spindlite pöörlemiskiiruste read on ka ettenihete read minimaalse ja maksimaalse ettenihke piirides tavaliselt muudetavad astmeliselt geomeetrilise progressiooni seaduse kohaselt. Ettenihke maksimaalse ja minimaalse väärtuse suhet nimetatakse ettenihete muutuse diapsooniks:

$$R_s = \frac{s_{\max}}{s_{\min}}.$$

Tuleb märkida, et spetsiaalpinkide, samuti mõnede hambatöötlemis-, lihv- ja teiste pinkide ettenihete read ei allu mingile seaduspärasusele.

Ettenihete read keermelõikamisel on kohandatud keermete süsteemiga ja lõigatavate keermete sammu mõõtmega.

2. TREIPINGI LÕIKEKIIRUSE JA MASINAAJA VÕRRANDI

GRAAFILINE KUJUTAMINE

Praktikas arvutatakse lõikekiirus või pöörlemiskiirus ja masinaaeg (tehnoloogiline põhiaeg) T_0 järgmiste valemite põhjal:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \quad p/\text{min. ja } T_0 = \frac{L}{s \cdot n} \text{ min.}$$

Nende võrrandite analüütiline lahendamine nõuab palju aega, mis tootmisolukorras on tülikas. Kõikide nende võrrandite lahendamine väikseima ajakuluga on võimalik spetsiaalsete arvutusjoonlaudade või siis nomogrammide abil, mis valmistatakse nende võrrandite graafiliseks lahendamiseks.

Nomogrammi võrrandite lahendamiseks võib ehitada kas liht- või logaritmilistes koordinaatides. Viimastel on teatud paremused.

Kui ehitada lihtkoordinaatides, siis esimene toodud võrranditest, olles esimese astme võrrandiks, kujutab graafiliselt sirgete kimpu erinevate n väärtustega, mis läbib koordinaatide d ja v alguspunkti. Tulemusena saadakse kiirte nomogramm, mille puuduseks on aga vasaku alumise osa mittekasutatavus, kuna sirged siin ühtivad. Teine võrrand annab hüperbooli koordinaatides T_0 ja s . Praktikas ehitatakse nomogramm harilikult logaritmilistes koordinaatides.

Sellise nomogrammi ehitamiseks logaritmitakse kiiruse võrrand:

$$\log v = \log \frac{\pi \cdot n}{1000} + \log d.$$

Asendades

$$\log v = y; \log \frac{\pi \cdot n}{1000} = c; \log d = x,$$

saame:

$$y = kx + c;$$

Kuna tegur k on 1, siis kujutab kiiruse võrrand logaritmilistes koordinaatides paralleelsete sirgete rida, mis on abstsisssteljega 45° -se nurga all ja mida ordinaatteljelt lõikavad sirglõigud c .

Nomogrammi ehitamiseks võetakse täisnurkne koordinaatide süsteem ning kantakse abstsiss- ja ordinaattelgedele ühe ja sama mooduliga logaritmilised skaalad. (Mooduliks nimetatakse antud juhul skaala mastaabi karakteristikut, s.o. logaritmilise skaala ühiku väärtust millimeetrites). Logaritmilise skaala ehitamiseks kasutatakse tavaliselt logaritmilist joonlinda mooduliga 125 või 250 mm.

Tömmates läbi logaritmiliste jaotuste sirged, mis on paralleelsed koordinaattelgedega, saadakse kahekordne logaritmiline võrk. Esimese võrrandi (lõikekiiruse) kandmisel logaritmilisele võrgule valitakse skaalad ja suund. Ordinaatteljele kantakse detaili läbimõõdud suunaga alt üles, intervallis näiteks 10 kuni 1000 mm. Abstsisssteljele kantakse lõikekiirus v suunaga vasakult paremale valitud intervallis, näiteks 10 kuni 1000 m/min. (joon. 5.2). Sel juhul avaldub spindli pöörlemiskiirus n graafiliselt kaldsirgetena, mis lõikuvad abstsisssteljega 45° -se nurga all.

Kalde suund määratakse kiiruse võrrandist, kust nähtub, et v ja d on võrdelised. Järelikult püsivatel n väärtustel vastavad väiksematele läbimõõtudele ka väiksemad lõikekiirused ja vastupidi. Edasi tõmmatakse diagrammile püsiva lõikekiiruse $v = 31,4$ m/min. vertikaalne kriipsjoon. Sellel joonel märgitakse punkt A, kus

$$d = \frac{1000 \cdot 31,4}{\pi \cdot 100} = 100 \text{ mm.}$$

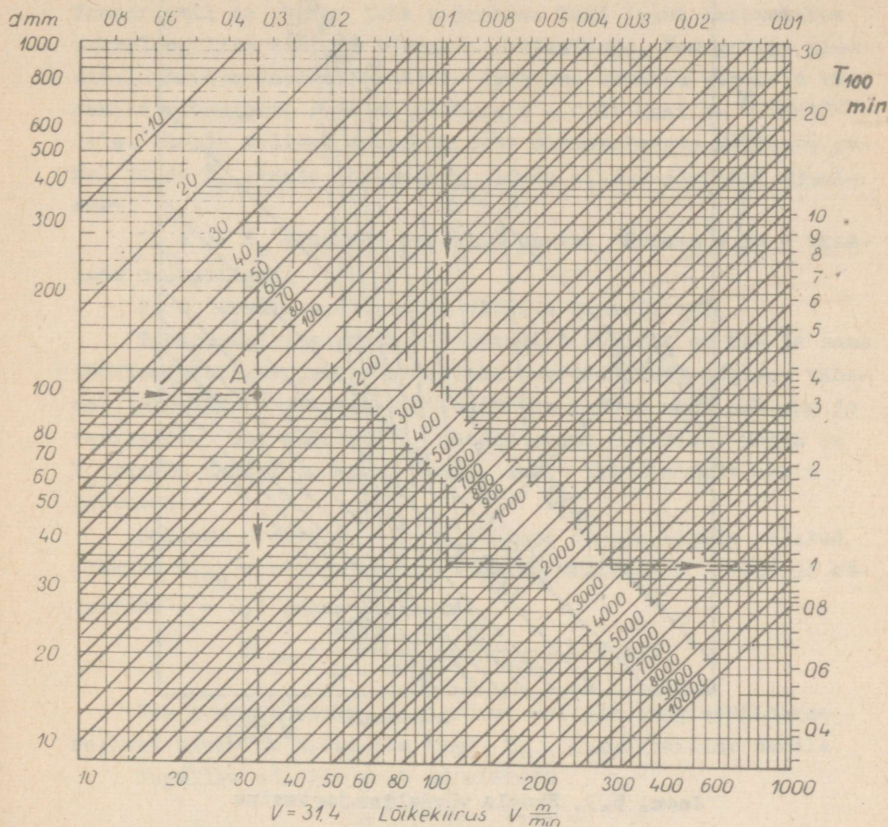
Läbi selle punkti tõmmatakse kaldsirge 45° -se nurga all, mis vastab pöörlemiskiirusele $n = 100$ p/min.

Asetades võrrandisse $n = 1000$, leitakse samal joonel $v = 31,4$ jaotus

$$d = \frac{1000 \cdot 31,4}{\pi \cdot 1000} = 10 \text{ mm,}$$

millest tõmmatakse läbi teine kaldsirge 45° -se nurga all esimesega paralleelselt, kus $n = 1000$ p/min.

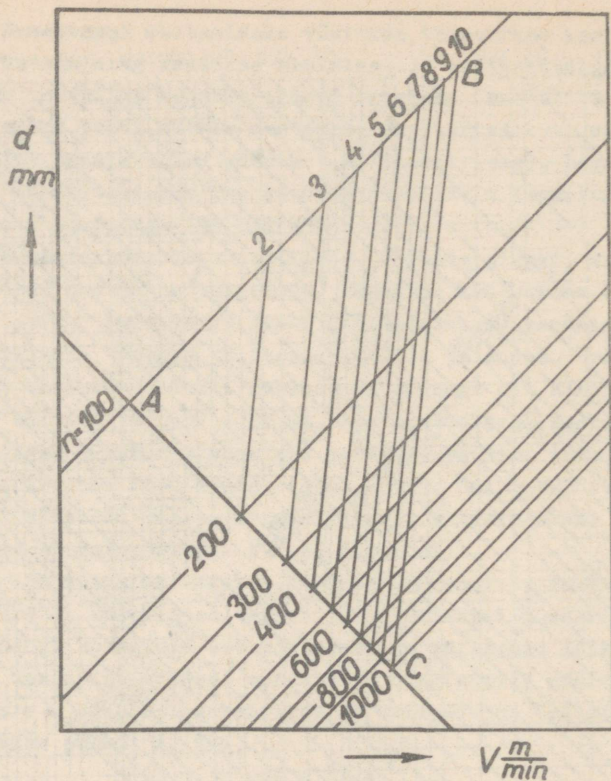
Teades kahe kaldsirge $n = 100$ ja $n = 1000$ asendit, näeme, et nende vahekaugus vastab ühele täiele moodulile, mis suuruselt aga erineb koordinaattelgedel valitud moodulist. Seepärast tõmmatakse meelevaldses kohas nomogrammile kaldsirgetega n risti olev sirge ning saame pörete arvu n telje, millele



Joon. 5.2. Logaritmiline nomogramm lõikekiiruse ja tehnoloogilise põhiaja leidmiseks

tuleb nüüd kanda logaritmilised jaotused, kasutades selleks võrdelise jaotamise graafilist meetodit.

Selleks kantakse punktist A paremale poole mööda pöörlemiskiiruse $n = 100$ joont logaritmilise skaala täismoodul (joon. 5.3). Skaala viimane jaotus (punkt B) ühendatakse punktiga C. Läbi skaala AB jaotuste tõmmatakse BC-ga paralleelsed sirged, mis lõikumisel AC-ga annavad pöörlemiskiiruse teljele logarit-



Jeon. 5.3. Skaala võrdeline jaotamine

milised jaotused. Kuna moodulid AC ja AB on pöörlemiskiiruste intervallide 10 ... 100; 100 ... 1000 jne. kohta võrdsed, siis on pöörlemiskiiruste $n = 10$ kuni $n = 100$ skaala saamiseks küllaldane kanda üle saadud jaotused pöörlemiskiiruste $n = 100$ kuni $n = 1000$ skaalalt.

Tehnoloogilise põhiaja ehk masinaaja võrrandi

$$T_0 = \frac{L}{s \cdot n}$$

kandmiseks samale nomogrammile kasutatakse nomogrammi vaba ülemist horisontaalset ja parempoolset vertikaalset külge.

Tehnoloogilise põhiaja võrrandis on pöörlemiskiirus n .

Nomogrammil on olemas juba n-jooned. Neid jooni kasutatakse tehnoloogilise põhiaja võrrandi ehitamiseks. Nomogrammi ülemisele horisontaalsele küljele kantakse suunaga paremalt vasakule ettenihete skaala, näiteks $s = 0,01$ kuni $s = 1$ mm/pöördele. Skaala valitud suuna ja juba olemasolevate n-joonte puhul tuleb T_0 skaala ehitamisel pidada silmas järgmisi tingimusi:

1) s ja T_0 skaalade moodulid peavad võrduma v ja d skaalade moodulitega;

2) T_0 skaala suund tuleb määrata katseliselt.

Tehnoloogilise põhiaja võrrandist nähtub, et ühe ja sama pöörlemiskiiruse juures ettenihke suurendamisel põhiaeg väheneb, järelikult väikesele ettenihkele vastab suur põhiaeg ja vastupidi. See määrabki T_0 skaala suuna alt üles. Seega on T_0 skaala moodul ja suund teada, tuleb leida ainult selle jaotused.

Selleks arvutatakse kogu põhiaja skaala kindla valitud pikkuse $L_{100} = 100$ mm kohta. Pöörlemiskiiruse $n = 1000$ ja ettenihke $s = 0,1$ jaoks leitakse

$$T_{100} = \frac{L_{100}}{s \cdot n} = \frac{100}{0,1 \cdot 1000} = 1 \text{ min.}$$

See punkt kantakse nomogrammi teljele ning märgitakse sellest üles- ja allapoole kogu T_{100} logaritmiline skaala. Tegelik põhiaja saab järelikult

$$T_0 = \frac{L}{L_{100}} \cdot T_{100}.$$

Kirjandus

1. A.В. Gladilin jt. Metallide tehnoloogia. Tallinn, BRK, 1955.
2. Н. Н. Чернов. Металлорежущие станки. Москва, Машиностроение, 1965.

Töö nr. 6

SIRGHAMMASTEGA SILINDERHAMMASRATTA LÕIKAMINE KOPEERIMISMEETODIL

Ülesanne. Häälestada ja seadistada jagamiskettaga universaaljagamispea ning universaalfreespink 6H81 sirghammaste lõikamiseks silinderrattale.

Tööks vajalikud vahendid.

1. Lõigatav hammasratas.
2. Universaaljagamispea.
3. Universaalfreespink 6H81 (kirjeldus vt.töö nr.7).
4. Moodulfreeside komplekt.

Tegevusjuhend.

1. Lugeda põhjalikult läbi informatsioon.
2. Skitseerida hammasratas ja määrata põhisuurused hambalõikamiseks.
3. Häälestada jagamispea eelneva põhjal nii liht- (kui on võimalik) kui ka diferentsiaaljagamiseks.
4. Seadistada ja häälestada pink hambalõikamiseks (asetada kohale toorik ja frees ning häälestada spindli pöörlemiskiirus ja laua ettenihe).

Aruanne peab sisaldama.

1. Lõigatava hammasratta joonise koos kõigi vajalike mõõtmete ja parameetritega.
2. Jagamispea häälestusskeemid (vt.joon. 6.3 ja 6.4) ja arvutused liht- ja diferentsiaaljagamiseks.
3. Kirjutada pingi kinemaatikaskeemi järgi freesi pöörlemiskiiruse ja laua pikiettenihke kinemaatiliste ahelate võrrandid katseliselt valitud suuruste kohta.

Kontrollküsimused (suuliselt vastamiseks, aruandesse mitte kirjutada).

1. Nimetada hambalõikamise põhiviisid ja -meetodid.
2. Mooduli, hambumissammu, hammaste arvu ja jaotusringjoone läbimõõdu vahelised seosed.

3. Hamba kõrguse seos mooduliga.
4. Mis tähendab kukaldatud frees?
5. Nimetada vända pöörete arvu ja jaotuste arvu seos liht- ja diferentsiaaljagamisel.
6. Nimetada vahetushammasrataste valiku meetodid.
7. Millised tööliikumised on pingil 6H81 sirghamba lõikamisel?
8. Kuidas toimub pingi liikumiste reverseerimine?
9. Kuidas kinnitatakse frees ja toorik pinki?

Peale kontrollküsimustele vastamise peab oskama täielikult käsitseda jagamispead ja demonstreerida hambalõikamist ning jagamist vastavalt ülesandele.

I N F O R M A T S I O O N

1. SILINDERHAMMASRATASTE HAMMASTE LÕIKAMISE PÕHIMEETODID

On olemas hammasrataste lõikamise kaks põhimeetodit: kopeerimis- ja rullumismeetod.

Kopeerimismeetod seisneb selles, et lõigataval rattal töödeldakse iga hambavahe järgemööda tööriistaga, millel on täpselt hambavahe profiil. Tööriistaks sel juhul on tavaliselt ketas- või sõrm-kujufrees. Töödeldakse freespinkidel jagamispea abil.

Antud viis on vähetäpne ja vähetootlik, sest palju aega kulub jagamisele. Seetõttu kasutatakse seda remonditsehhiides ja individuaaltootmises, juhul kui täpsusest piisab, samuti ka eeloperatsioonideks.

Tänapäeval lõigatakse hammasrattaid peamiselt rullumismeetodil. See meetod tagab töö automaatsuse, suure tootlikkuse, peaaesjalikult aga lõigatavate rataste suure täpsuse. Pealegi võimaldab ta lõigata teatud kindla mooduliga, kuid erinevate hammaste arvudega rattaid ühe ja sama tööriistaga, millel on sama moodul.

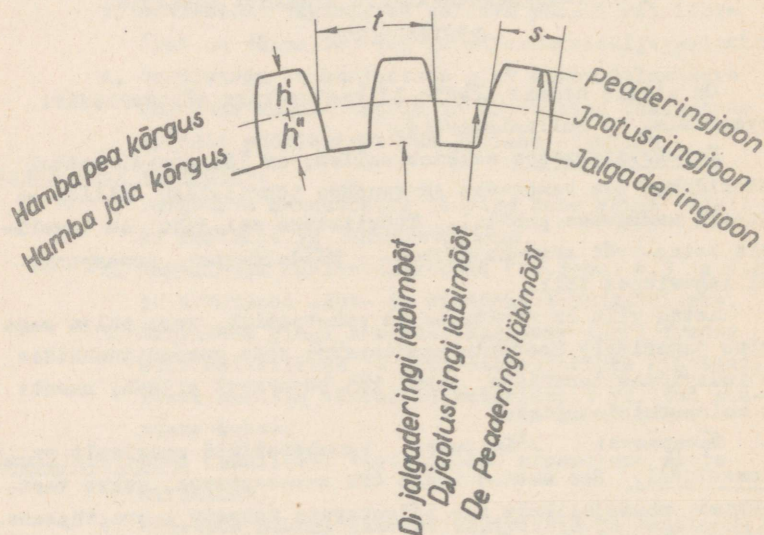
Hambalõikamisel rullumisega tööriista lõikehammade pro-

fiilid võtavad ratta hammaste profiilide suhtes rea üksteisele järgnevaid asendeid, lõigates metalli neist kohtadest, kus peavad olema hammaste vahed (seejuures tööriist ja toorik imiteerivad liikumist, mis vastab nende hambumisele, s.t. rulluvad vastastikku).

Levinumad on järgmised silindriliste hammasrataste töötlemise viisid rullumismeetodil: lõikamine lattlõikuriga (kam-miga), tigufreesiga ja rataslõikuriga - tõukuriga.

Käesolevas töös vaadeldakse hambalõikamist kopeerimis-meetodil: moodulfreesiga freespingil jagamispead kasutades.

2. SIRGHAMMASTEGA SILINDERHAMMASRATTA PÕHISESED



Joonis 6.1. Hammasratta põhielemendid

Hambumiselemendid	Tähis	Arvutusvalem
Moodul	m	$m = \frac{t}{\pi} = \frac{D_e}{z + 2} = \frac{D_d}{z}$
Hambumissamm	t	$t = m\pi = \frac{D_d}{z}$
Hammaste arv	z	$z = \frac{D_d}{m} = \frac{D_e - 2m}{m}$
Peaderingjoone läbimõõt	D_e	$D_e = (z + 2)m = D_d + 2m$
Jaotusringjoone läbimõõt	D_d	$D_d = zm = D_e - 2m$
Hamba kõrgus	h	$h = 2,25 m$
Hamba pea kõrgus	h'	$h' = m$
Hamba jala kõrgus	h''	$h'' = 1,25 m$
Hamba paksus	s	$s = \frac{t}{2} = \frac{\pi m}{2}$
Hammasrataste tsentrite- vaheline kaugus (z_1 ja z_2 hambuvate hammasrataste hammaste arvud)	A	$A = \frac{(z_1 + z_2)m}{2}$

3. HAMBALÕIKEFREESID

Hammasrataste freesimiseks horisontaalfreespinkidel kasutatakse ketasfreese profiiliga, mis vastab hambavahe profiilile. Selliseid freese nimetatakse hambalõike ketasfreesideks ehk ketas-moodulfreesideks.

15-freesiline komplekt

Freesi number	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	
Lõigatava hammasratta hammaste arv z	12	13	14	15...16	17...18	19...20	21...22	
Freesi number	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8
z	23...25	26...29	30...34	35...41	42...54	55...79	80...134	135...latt

8-freesiline komplekt

Freesi number	1	2	3	4	5	6	7	8
z	12...13	14...16	17...20	21...25	26...34	35...54	55...134	135...latt

Frees valitakse sõltuvalt lõigatava hammasratta moodulist ja hammaste arvust. Seetõttu tuleks iga erineva mooduli ja hammaste arvu jaoks võtta eri frees. Tootmistingimustes võib piisava täpsusega kasutada iga mooduli jaoks teatud freesikomplekti. Täpsematel hammasratasatel kasutatakse iga mooduli jaoks 15-freesilist komplekti ja vähem täpsematel 8-freesilist komplekti.

Moodulid on standardiseeritud: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,75; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,50; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 33; 36; 39; 42; 45; 50 mm.

Moodulfreesid on kukaldatud hammastega.

4. JAGAMISPEA, JAGAMISMEETODID JA JAGAMIS- PEA HÄALESTUSVALEMID

Jagamispea

Pärast ühe hamba lõikamist toorikule tuleb seda pöörata ühe hamba võrra, et lõigata järgmist. Sellist operatsiooni nimetatakse hambalõikamise juures jagamiseks ja seadet, millega jagatakse - jagamispeaks.

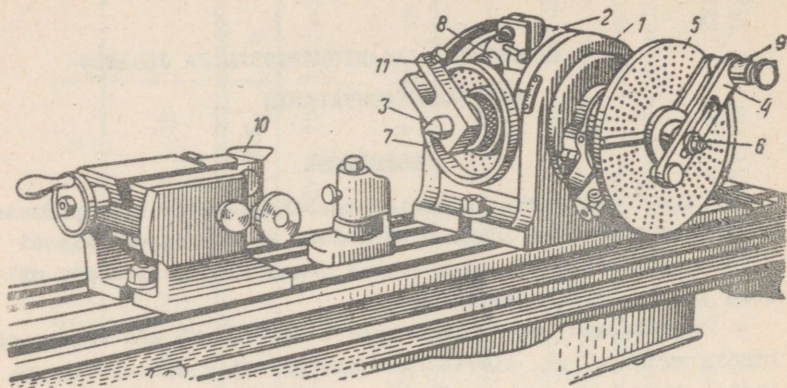
Jagamispäid, mis võimaldavad toorikut pöörata vaid mingi kindla nurga võrra, nimetatakse lihtjagamispeadeks. Universaalne jagamispea annab võimaluse pöörata toorikut mitmesuguste (võrdsete või mittevõrdsete) nurkade võrra tooriku telje ümber.

Kaasaegsed universaaljagamispead liigitatakse konstruktiivselt küljest jagamiskettaga (limbiga) ja jagamiskettata (limbita) jagamispeadeks. Levinumad on jagamiskettaga jagamispead.

Jagamiskettaga universaaljagamispea (joon. 6.2) koosneb järgmistest põhielementidest: korpusest 1, pööratavast osast 2, spindlist 3, vändast 4, jagamiskettast 5, võllist 6, otseste jagamise kettast 7, tihvtidest 8 ja 9, tagumisest tsentripukist 10 ja kaasavedajast 11.

Spindli 3 perioodiline pööre saadakse vända 4 pööramise-ga korpuses 1 oleva tigutülekande kaudu. Vända 4 vajalik pöördenurk fikseeritakse jagamisketta 5 abil. Kettal on mitu rida auku, mis on paigutatud kontsentriliste ringidena. Aukude arv ringidel on erinev, aukude vahe ühel ja samal ringil aga võrdne. Vända käepideme tihvti 9 võib asetada ükskõik millisesse auku.

Tagumist tsentripukki kasutatakse tööks tsentrite vahel. Detaili võib kinnitada ka padrunisse, mis keeratakse spindli keermetatud otsale.



Joonis 6.2. Jagamiskettaga universaaljagamispea

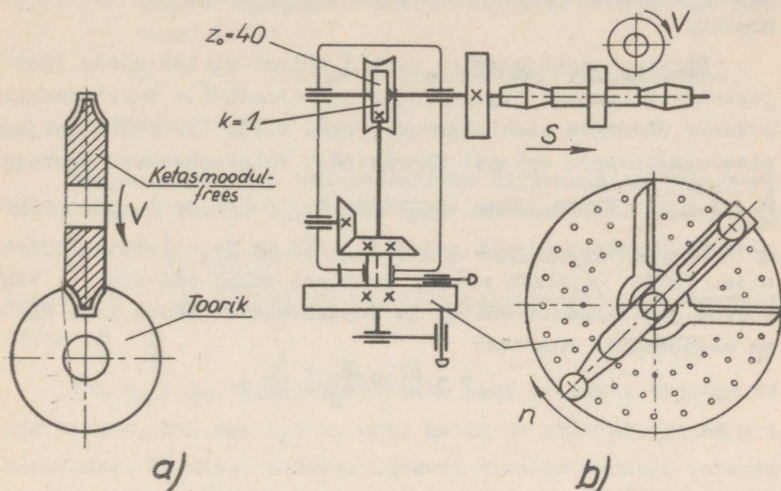
Jagamismeetodid ja häälestusvalemid

On olemas kaks universaaljagamispea häälestusmeetodit: lihtjagamise ja diferentsiaaljagamise häälestusmeetod.

Lihtjagamismeetod seisneb selles, et pöörates vänta (joon. 6.3), pöörduv spindel vajaliku murga võrra. Vänta pöörete arv määratakse järgmistest kaalutlustest. Vänta ühe täispöörde vältel võib spindel pöörduda $\frac{K}{z_0}$ pööret. Kuna jagamispeadel on ühekäiguline tigu, s.t. $K = 1$, siis spindel teeb vänta ühe pöörde korral $\frac{1}{z_0}$ pööret. Jagamispea tiguratta hamaste arv z_0 on tavaliselt 40 või 60, harvem 80 ja 120. Enamasti $z_0 = 40$. Üeldust järeldub, et jagamispea spindel teeb ühe pöörde vänta z_0 pöörde vältel. Et pöörata spindlit $\frac{1}{z}$ pööret (z - nõutav jaotuste arv, milleks ringjoon tuleb jagada), tuleb vänta pöörata mingi n pöörde võrra, mille määrame vale-

miga

$$n = \frac{z_0}{z}$$



Joonis 6.3. Universaaljagamispea häälestamine

Tiguülekanne ülekandesuhte pöördväärtust nimetatakse jagamispea karakteristikuks ja tähistatakse tähega N .

Järelikult $N = z_0$ ja seega $n = \frac{N}{z}$.

Et vänta täpselt keerata segaarvu või murruga väljendatud pöörete arvu võrra lisaseadeldiseta pole võimalik, on jagamispeal jagamisketas (limp).

Kui $z < N$, siis $n = \frac{N}{z} = A + \frac{b}{a}$.

Kui $z > N$, siis $A = 0$.

Siin A on vänta pöörete arvu täisarvuline osa;

a - aukude arv jagamisketta ühel auguringil;

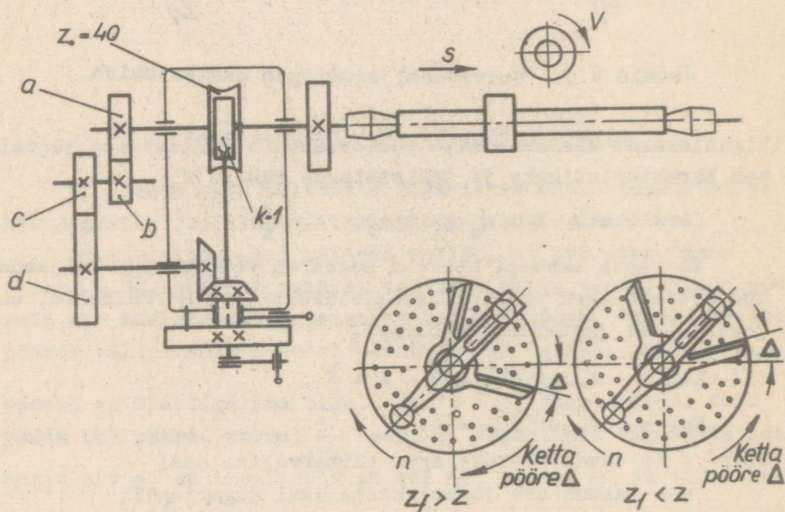
b - ringi augusammude (aukude vahekaugus auguringil) arv, mille võrra tuleb vänta täiendavalt pöörata lisaks täispööretele A .

Lihtjagamisel jääb jagamisketas liikumatuks. Ta kinnitatakse spetiaalriiviga jagamispea korpuse külge.

Vigade vältimiseks aukude lugemisel varustatakse pea reguleeritava sektoriga, mis koosneb kahest pööratavast joomlauast (vt. joon. 6.3). Need on kindla pöördenurga fikseerimiseks.

Diferentsiaaljagamise meetod võimaldab lahendada igat jagamise ülesannet jagamisketta ja täiendavate vahetushammasrataste üheaegse kasutamisega (joon. 6.4). Diferentsiaaljagamisel jagamispea spindel ühendatakse vahetushammasratastega $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = i_v$ kaudu jagamiskettaga. Sel juhul toob vända pööramine kaasa mitte ainult spindli, vaid ka jagamisketta pööramise. Vända vajaliku pöörde võib sel juhul esitada vända pöörde jagamisketta suhtes ja jagamisketta pöörde koos vändaga algebralise summana:

$$n = \frac{N}{z} = \frac{N}{z_p} + \frac{i}{z} ,$$



Joonis 6.4. Universaaljagamispea häälestamine diferentsiaaljagamisel

kus z_f on fiktiivne jaotuste arv, mis valitakse vabalt lähedasena nõutud jaotuste arvule z ja mis võimaldaks jagada lihtjagamise meetodil ning häälestada jagamiskitarri;

$$i_v = \frac{a \cdot c}{b \cdot d} - \text{vahetushammasrataste ülekandesuhe.}$$

$$\text{Beltoodust } i_v = N \left(1 - \frac{z}{z_f}\right).$$

Seega jagamispea häälestamiseks diferentsiaaljagamisel tuleb valida suurus z_f , mille abil määrata vända pööre ketta suhtes $n_k = \frac{N}{z_f}$, pärast seda määrata vahetushammasrataste ülekandesuhe i_v ja lõpuks valida vahetushammasrataste hammaste arvud $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$.

Kui $z_f > z$, siis jagamisketas peab pöörduma vändaga samas suunas, kui aga $z_f < z$, siis ketas ja vânt pöörduvad eri suundades. Viimane saadakse kitarril teisele sõrmele parasiit-hammasratte asetamisega.

5. VAHETUSHAMMASRATASTE HAMMASTE ARVU

VALIKU MEETODID

On olemas mitu viisi vahetushammasrataste hammaste arvu valikuks. Vaatleme neist mõningaid. Vahetushammasrataste ülespanekuks kasutatakse seadet, mida nimetatakse kitarriks. Esineb kahe- ja kolmepaarilisi kitarre. Igal kitarril on kindel vahetushammasrataste komplekt. Tavaliselt kasutatakse viieliskomplekte (hammaste arv jagub 5-ga) hammaste arvudega 20, 25, 30, 35 jne. kuni 120; paariskomplekte (4-ga jaguvaid) 20, 24, 28, 32 jne. kuni 80. Peale nende on komplektis tavaliselt spetsiaalhammasrattad 49, 97, 127, 157.

Et valitud hammasrattad mahuksid kitarril ega löi-kuks hammasrataste telgedesse, tuleb kontrollida järgmisi paigutustingimusi:

$$a + b > c + (15 \dots 20) \quad \text{ja} \quad c + d > b + (15 \dots 20).$$

Algteguriteks lahutamise viisi kasutatakse sel juhul, kui on võimalik lahutada ülekanadesuhte lugejat ja nimetajat algteguriteks.

$$\text{Olgu } i_v = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{299}{396} = \frac{13 \cdot 23}{2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 11}.$$

Lugeja ja nimetaja tegurid koondatakse kahte gruppi

$$i_v = \frac{(13) \cdot (23)}{(2 \cdot 3 \cdot 3) \cdot (2 \cdot 11)}$$

ning kumbagi gruppi korrutatakse arvuga, mis on kordne kas neljaga või viiega (olenevalt olemasolevast komplektist).

$$\text{Seis } i_v = \frac{(13 \cdot 5) \cdot (23 \cdot 5)}{(2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 11 \cdot 5)} = \frac{65 \cdot 115}{90 \cdot 110},$$

$$\text{s.t. } a = 65; \quad b = 90; \quad c = 115; \quad d = 110.$$

Hammaste arvude valik arvutuslükatil seisneb selles, et arvutuslükatil algteguriteks jagamatu ülekanadesuhte lugeja jagatakse nimetajaga. Pärast seda jäetakse lükati keel saadud asendisse. Lükati akna nihutamiseega leitakse aga kriipsud, mis ühtivad keelel ja alusel. Saadud uute täisarvude järgi, mis annavad jagamisel endise väärtuse, valitakse vahetushammasrataste hammaste arvud.

$$\text{Näiteks, } i_v = \frac{1,885}{3} \approx 0,629.$$

Jättes keele saadud asendisse, nihutame akent seni, kuni kriipsud keelel ja lükati alusel ühtivad, siis

$$i_v \approx 0,629 \approx \frac{49}{78} = \frac{7 \cdot 7}{6 \cdot 13} = \frac{70}{60} \cdot \frac{35}{65}.$$

Kirjandus

1. A. N. Gladilin jt. Metallide tehnoloogia, Tallinn, ERK, 1956.
2. S. V. Avrutin. Freesimistõõd, Tallinn, "Valgus", 1966.
3. В.П. Сысоев. Резание металлов, станки и инструмент. Москва, Машгиз, 1960.
4. А. М. Кучер и др. Металлорежущие станки (альбом). Москва-Ленинград, Машгиз, 1963.
5. А. Т. Батурин, Masinaelemendid. Tallinn, ERK, 1964.

KRUVIHAMMASTEGA SILINDERHAMMASRATTA LÕIKAMINE
KOPEERIMISMEETODIL

Ülesanne. Häälestada ja seadistada jagamiskettaga universaaljagamispea ning universaalfreespink 6H81 kruvihammastate lõikamiseks silinderhammasrattale.

Tööks vajalikud vahendid.

1. Lõigatav hammasratas.
2. Universaaljagamispea.
3. Universaalfreespink 6H81.
4. Moodulfreeside komplekt.

Tegevusjuhend.

1. Lugeda põhjalikult läbi informatsioon.
2. Skitseerida hammasratas ja määrata põhisuurused hambalõikamiseks.
3. Valida frees.
4. Häälestada jagamispea.
5. Seadistada ja häälestada pink hambalõikamiseks.

Aruanne peab sisaldama.

1. Lõigatava hammasratta joonise koos kõigi vajalike mõõtmete ja parameetritega.
2. Jagamispea häälestusskeemid nii jagamisel kui ka hambalõikamisel (vt. joon. 7.3.).
3. Pea- ning ettenihkeliikumiste kinemaatiliste ahelate võrrandid vastavalt katseliselt valitud lõikekiirusele ja ettenihkele.

Kontrollküsimused (suuliselt vastamiseks, aruandesse mitte kirjutada).

1. Mis on kruvihammasratta otsmoodul?
2. Mis on kruvihammasratta normaal moodul?
3. Moodulite vaheline seos kruvihammasrattal?
4. Mis on ekvivalenthammasratas?
5. Miks kasutatakse kruvihammasrattaid?

6. Millist jagamiseetodit tuleb kasutada kruvihammas-
te lõikamisel?
7. Mille alusel valitakse frees kruvihammaste lõikami-
sel?
8. Mis on kruvihammasratta kruvijoone samm?
9. Kuidas leida tšõltaua pöördnurka kruvihammasratta
freesimisel?
10. Kuidas teha kindlaks freespingi laua ettenihkekrui
kruvijoone sammu?

Peale kontrollküsimustele vastamise peab oskama täieli-
selt käsitseda universaalfreespinkki 6H81, seletada kinemaati-
kaskeemi, demonstreerida hamabalõikamist ning jagamist vasta-
valt antud ülesandele.

I N F O R M A T S I O O N

1. SILINDERHAMMASRATASTE HAMMASTE LÕIKAMISE PÕHIMETODID

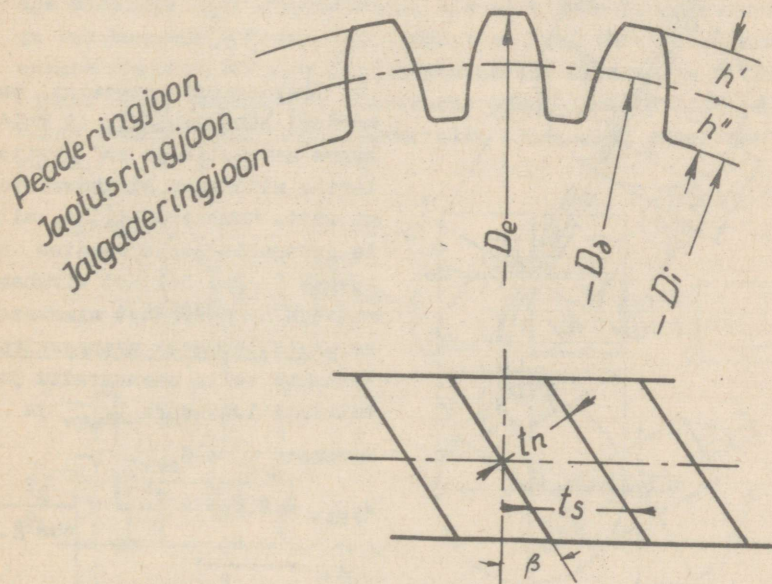
(vt. lab. tšõ nr.6)

2. KRUVIHAMMASTEGA SILINDERHAMMASRATTA PÕHISEOSED

(vt. joon. 7.1)

Hambumiselemendid	Tähis	Arvutusvalem
1	2	3
Normaalmoodul	m_n	$m_n = \frac{t_n}{\pi}$
Hamba kaldenurk jaetus- silindril		
Otsmoodul	m_s	$m_s = \frac{t_s}{\pi} = \frac{m_n}{\cos \beta}$
Normaalsamm	t_n	$t_n = m_n \pi$
Hambumissamm (otssamm)	t_s	$t_s = m_s \pi$
Hammaste arv	z	$z = \frac{D_0}{m_s} = \frac{D_0 \cos \beta}{m_n}$
Peaderingjoone läbimõõt	D_0	$D_0 = z \cdot m_s + 2m_n = m_n \left(\frac{z}{\cos \beta} + 2 \right) =$ $= D_0 + 2m_n$

1	2	3
Jaotusringjoone läbimõõt	D_0	$D_0 = m_s z$
Hamba kõrgus	h	$h = 2,25 m_n$
Hamba pea kõrgus	h'	$h' = m_n$
Hamba jala kõrgus	h''	$h'' = 1,25 m_n$
Hamba paksus (otspinnas)	s	$s = \frac{t_s}{2} = \frac{\pi m_s}{2}$



Joonis 7.1. Kruihammasratta põhielemendid

3. HAMBALÕIKEFREESI VALIK

Kopeerimismeetodil peab moodulfreesi profiil olema hamba-vahe profiiliga hamba normaallõikes. Kuna sirghammastega silinderhammasratastel hamba profiil normaallõikes sõltub teatavasti moodulist ja hammaste arvust, siis kruvihamba puhul tuleb profiili määramiseks kasutada normaalmoodulit ja nn. ekvivalenthammasratta hammaste arvu.

Ekvivalenthammasratas

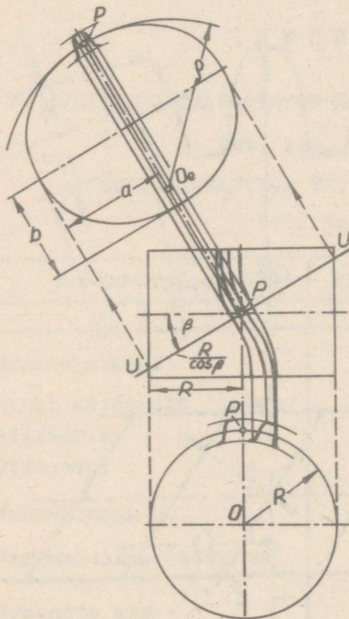
Kui lõigata kruvihammasratta jaotussilindrit tasapinnaga U (vt. joon. 7.2), mis punktis P on risti kruvihoonega jaotussilindril, siis kujuneb lõikejooneks ellips.

Ellipsi kõverusraadius punktis P on teatavasti

$$\rho = \frac{a^2}{b}$$

Beldatakse (tegemist on muidugi lähendusega), et kaldhamba normaallõige on ekvivalentne niisuguse sirghammastega ratta hambaprofiiliga, mille jaotusringjoone raadius on võrdne ρ -ga. Sellist sirghammastega hammasrattast nimetatakse ekvivalentseks hammasrattaks. Arvutame selle hammasratta jaotusringi läbimõõdu $D_{\partial \text{ekv}}$ ja hammaste arvu Z_{ekv} .

$$D_{\partial \text{ekv}} = 2 \rho = 2 \frac{a^2}{b} = 2 \frac{R^2}{\cos^2 \beta \cdot R} = \frac{D_{\partial}}{\cos^2 \beta};$$



Joonis 7.2. Ekvivalenthammasratas

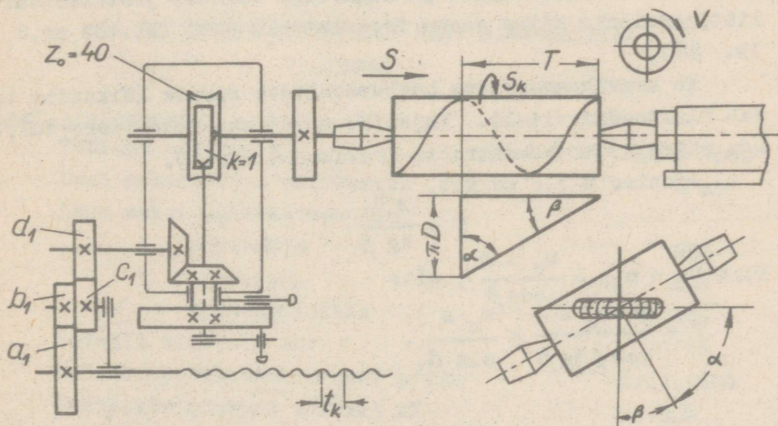
$$z_{ekv} = \frac{D_0 \cdot ekv}{m_n} = \frac{D_0}{\cos^2 \beta \cdot m_n} = \frac{z \cdot m_s}{\cos^2 \beta \cdot m_n} = \frac{z}{\cos^3 \beta}.$$

Seega tuleb valida moodul-ketasfrees saadud m_n ja z_{ekv} järgi (freeside komplektid vt. lab. töö nr.6).

4. JAGAMISPEA HÄÄLESTUSVALEMID KRUVIHAMBA LÕIKAMISEKS

Kuna kruvihammas moodustatakse üksteisega kõrvuti lõigatavate kruvisoontega, siis vaatleme algul kruvisoonte lõikamist freespingil üldse.

Kruvisoonte (spiraalsoonte) freesimiseks antakse toorikule keerukas liikumine: enda teljesihiline sirgjooneline ja sellega kooskõlastatud, ümber sama telje pöörlev liikumine. Sirgjoonelise liikumise saab toorik koos lauaga, pöörleva aga tööpingi laua käigukruvilt, mis on ühendatud jagamispea vahetushammasrataste abil. Tööpingi laud pööratakse kruvisoonte freesimisel algasendist kruvisoone kaldenurga β võrra (joon. 7.3). Vasakpoolse kruvisoone puhul lauda pööratakse nurga β võrra päripäeva, parempoolse kruvisoone puhul vastupäeva.



Joonis 7.3. Kruvisoone freesimine freespingil jagamispea abil

$$\text{Laua pöördenurk } \beta = \text{arc tg } \frac{\pi D_\beta}{T},$$

kus T on kruvisoone samm.

Kui kruvisoon on antud tõusunurgaga α , siis lauda tuleb algasendist pöörata nurga $90^\circ - \alpha$ võrra.

Aeglane pöörlemine antakse jagamispea spindlile pingi pikikäigukruvilt.

$$\text{Kinemaatilise ahela võrrand vahetushammasrataste } \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1}$$

kitarri häälestamiseks koostatakse tingimustest, et jagamispea spindli ühe pöörde jooksul pingi laud peab nihkuma edasi l'gatava kruvisoone sammu pikkuse võrra:

$$T = 1 \cdot \frac{z_0}{k} \cdot \frac{d_1}{c_1} \cdot \frac{b_1}{a_1} t_k,$$

$$\text{siit } \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = N \cdot \frac{t_k}{T},$$

kus t_k on laua pikikäigukruvi keerme kruvijoone samm. Vahetushammasrataste a_1, b_1, c_1, d_1 valiku meetodikat vt. lab. töö nr.6, lk. 85.

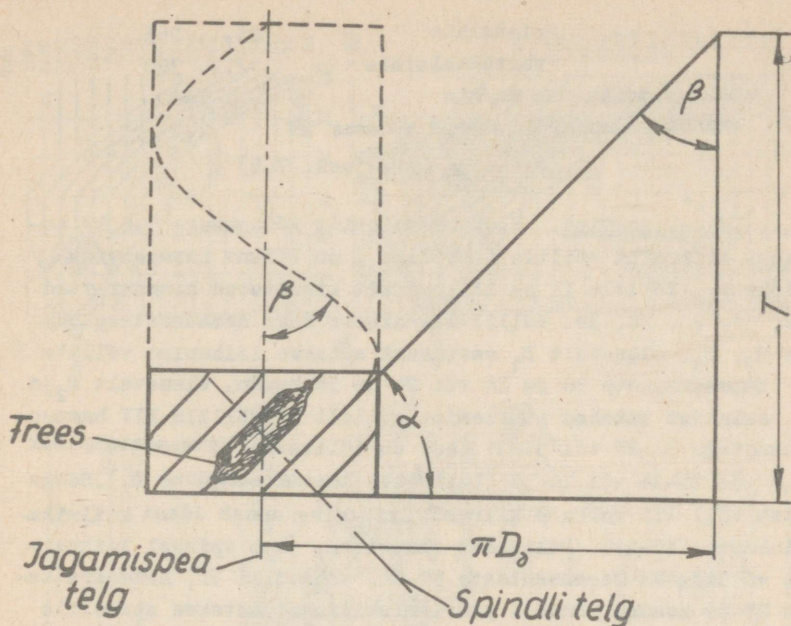
Seega universaaljagamispea häälestamine kruvisoonte lõikamiseks, mis on ühtlaselt paigutatud silindrile, seisneb: jagamispea ja pingi töölaua vahelise kitarri häälestamises, pingi töölaua pöörlemises ja auguringi valikus jaotuskettal lihtjagamiseks mitme soone freesimiseks (vt. lab.töö nr.6, lk. 82).

Ka kruvihammasratta hambavaheliste soonte lõikamine toimub ülaltoodud viisil. Vajalike arvutuste tegemiseks tuleb aga määrata kruvihammasratta kruvisoone samm T .

$$\text{Jooniselt 7.4 selgub, et } T = \frac{\pi D_\beta}{\text{tg } \beta}.$$

$$\text{Kuna } D_\beta = m_s z = \frac{m_n \cdot z}{\cos \beta}, \text{ siis}$$

$$T = \frac{\pi m_n z}{\cos \beta \text{ tg } \beta} = \frac{m_n z}{\sin \beta}.$$



Joonis 7.4. Kruvihammasratta kruvisoone sammu määramine

5. UNIVERSAALFREESPINGI 6H81 KINEMAATIKASKEEM

Pingi iseloomustus

Tõõlala määrtmed mm	250 x 1000
Laua maksimaalne pöördenuk	± 45°
Laua maksimaalnihutused mm	
pikisihis	650
ristsihis	200
vertikaalsihis	400
Spindli kiiruste arv	16
Spindli pöördemiskiirused p/min	60...1800
Peaelektr mootori võimsus kW	5,8
Ettenihete arv	16
Ettenihked mm/min	
pikisihis	30... 900

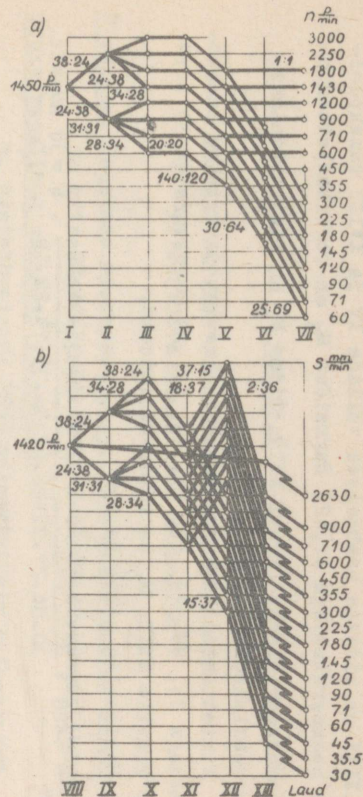
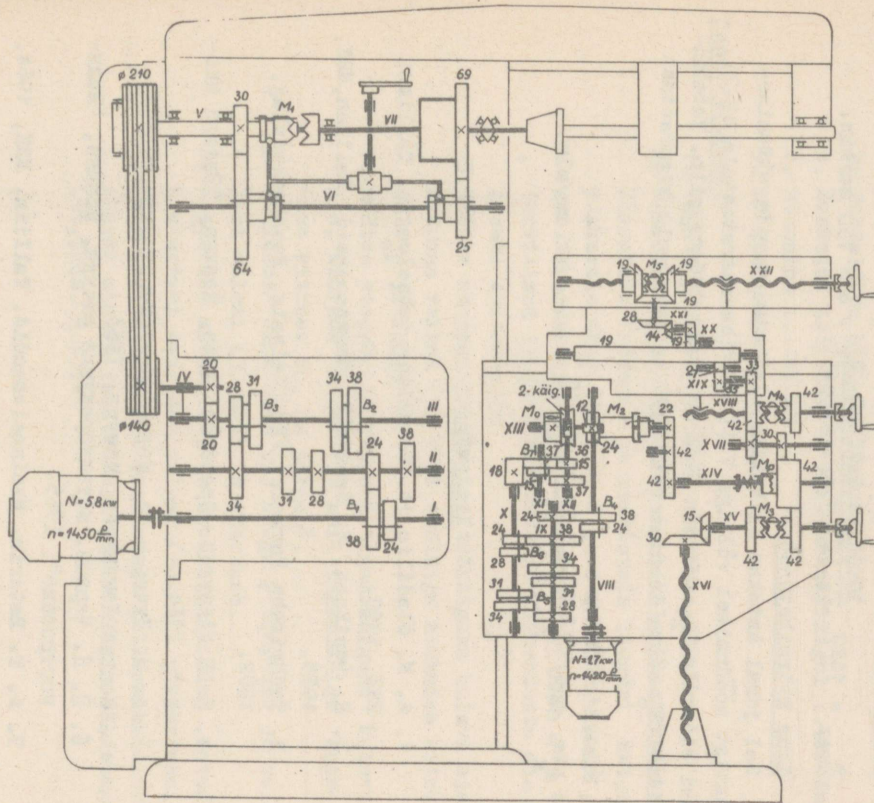
ristsihis	25... 765
vertikaalsihis	12... 380
Sama kiirnihiutus mm/min	2900
Ettenihkeajami elektrimootori võimsus kW	1,7

Kinemaatika (vt. joon. 7.5)

Lõikelikumine. Elektrimootorilt võimsusega 5,8 kW antakse liikumine völliile I. Völliil I on liikuv hammasratasplokk B_1 . Völliile II on liikumatult kinnitatud hammasrattad 34, 31, 28, 24, 38. Völliil III nihkub kaks hammasratasplokki B_2, B_3 . Olenevalt B_1 asetusest antakse liikumine völliile II hammasrataste 38 ja 24 või 24 ja 38 kaudu. Olenevalt B_2 ja B_3 asendist antakse pöörlemine völliilt II völliile III hammasratastega 32-28 või 31-31 (kui on lülitatud hammasratasplokk B_3) või 28-34 või 24-38 (lülitatud hammasratasplokk B_2). Seega saab völli III kokku 8 kiirust. Liikumise annab edasi kiilrihmülekanne 140-210. Lülitades siduri M_1 , saab spindel liikumise völliilt V hammasrataste 30-64, vahevölli VI, hammasrataste 25-69 kaudu. Suured pöörlemiskiirused antakse spindlile otse völliilt V (sidur M_1 on välja lülitatud), hammasrattad 64 ja 25 on hammasratastest 30 ja 69 eemal. Vahevölli kasutamisel saab spindlile anda kokku 16 kiirust.

$$n_{\min} = 1450 \cdot \frac{24 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 140}{38 \cdot 38 \cdot 20 \cdot 210} \cdot 0,985 \cdot \frac{30 \cdot 25}{64 \cdot 69} = 64 \text{ p/min.}$$

Ettenihkelikumised. Liikumised saadakse elektrimootorilt võimsusega 1,7 kW. Völliile IX antakse liikumine hammasratasploki B_4 hammasratastega 24-38 või 38-24. Völli X saab pöörlemise hammasratasplokkidelt B_5 või B_6 - kokku 8 kiirust. Völli X otsas on hammasratas 18 pidevas hambumises hammasratasploki B_7 hammasrattaga 37. Hammasratasploki B_7 hammasrattad võivad hambuda hammasratastega 15 või 37, andes völliile XII 16 kiirust. Völliilt XII läheb liikumine tigutülekanne 2-36 ja vabakäigusiduri M_0 kaudu völliile XIII. Völli XIII vastasotsas olev hammasratas 22 pöörab hammasratastega 42 ja 42 reversiivkasti völli XIV. Jaotushammasratas 42 on seotud völliiga XIV kaitseiduri M_n abil ja hambub samaaegselt hammasrattaga 30 völliil XVII ja parempoolsete hammasratastega 42, 42 mis on vabalt völliidel XV ja XVIII. Vasak hammasratas 30 või-



Joonis 7.5. Universaalfreespingi 6H81 kinemaatikaskoem

lil XVII on pidevas hambumises völliide XV ja XVIII vasakpoolsete hammasratastega 42,42. Nukksidur M_3 on vertikaalettenihke reverseerimiseks (kruvi XVI). Sidur M_4 on risttiettenihke reverseerimiseks (XVIII).

Pikiettenihe saadakse reversiivkastist ja antakse hammasratastega 33, 35, 27, 19, 19, 19, 14, 28 ja reversiga 19 - 19 - 19 kruvile XXII. M_5 on reverseerimiseks.

Minimaalne pikiettenihe

$$S_{\min} = 1420 \cdot \frac{24 \cdot 28 \cdot 18 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 22 \cdot 42 \cdot 30 \cdot 35 \cdot 14 \cdot 19}{38 \cdot 34 \cdot 37 \cdot 37 \cdot 36 \cdot 42 \cdot 30 \cdot 33 \cdot 19 \cdot 28 \cdot 19} \cdot 6 = 30 \text{ mm/min.}$$

Maksimaalne risttiettenihe

$$S_{\max} = 1420 \cdot \frac{38 \cdot 38 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 22 \cdot 42 \cdot 30}{24 \cdot 24 \cdot 15 \cdot 36 \cdot 42 \cdot 30 \cdot 42} \cdot 6 = 750 \text{ mm/min.}$$

Laua kiirnihutused.

Sel juhul antakse liikumine elektrimootorilt ettenihetekastist möödumisel völliiga VIII kruvihammasratastele 12-24, edasi sidurile M_2 , völliile XIII ja sealt tööorganile. Vabakäiguiduri M_0 tõttu lahutub völli XIII automaatselt tigurattast 36.

Pikikiirnihutus

$$s_k = 1420 \cdot \frac{12 \cdot 22 \cdot 42 \cdot 30 \cdot 35 \cdot 14 \cdot 19}{24 \cdot 42 \cdot 30 \cdot 33 \cdot 19 \cdot 28 \cdot 19} \cdot 6 = 2630 \text{ mm/min.}$$

Kirjandus

1. A. N. Gladilin jt. Metallide tehnoloogia, Tallinn, ERK, 1955.
2. H. Lepikson, E. Soonvald. Hammasajamid. Tallinn, ERK, 1955.
3. Technische Formeln. VEB. Leipzig, Fachbuchverlag, 1962.
4. С. В. Аврутин. Фрезерное дело. Москва, "Высшая школа", 1964.
5. А. М. Кучер и др. Металлорежущие станки (альбом). Москва-Ленинград, Машгиз, 1963.
6. Н. Н. Чернов. Металлорежущие станки. Москва, "Машиностроение", 1965.
7. А. Т. Батурин. Masinaelemendid. Tallinn, ERK, 1964.

Töö nr.8

RISTHÖÖVELPINGI PEALIIKUMISE KIIRUSTE JA KIIRENDUSTE GRAAFILINE MÄÄRAMINE

Ülesanne. Koostada risthöövelpingi 7B35 pealiikumise kiiruste ja kiirenduste graafik ning tutvuda kinemaatikaga.

Tööks vajalikud vahendid ja andmed.

1. Risthöövelpink 7B35.
2. Töödeldava pinna mõõtmed ...mm.
3. Keskmine löikekiirus tera kaksikkäigul ...m/min.
4. Ettenihe ... mm/kk.
5. Lõikesügavus ... mm.

Tegevusjuhend.

1. Lageda põhjalikult läbi informatsioon.
2. Häälestada pink liuguri vajalikule kaksikkäikude kiirusele (kk/min) ja seadistada liuguri käigu pikkusele ning mõõta l , H ja C (vt. joon. 8.3), s.t. konstruktiivsete elementide mõõtmed, mis on tarvilikud liuguri kiiruste ja kiirenduste diagrammi ehitamiseks.
3. Mõõtes stopperiga liuguri töökäiguks kuluva aja, määrame valemi (4) abil töökäigu keskmise kiiruse v_{ok} ja nurga α .
4. Mõõtes stopperiga liuguri tagasikäiguks kuluva aja, määrame valemi (5) abil tagasikäigu keskmise kiiruse v_{1k} ja nurga β .
5. Avaldame valemitest (2) nurga ψ väärtuse ja sellest valemi (3) abil R väärtuse.
6. Kasutades mõõdetud H ja arvutatud R ning antud L väärtusi, arvutame valemi (9) abil r väärtuse.
7. Ülalsaadud andmetega joonestame kulissmehhanismi skeemi mingis valitud mastaabis kõigi tähistega (vt. joon. 8.3).

8. Kulissmehhanismi kõik mõõtmed ja nurgad anda joonise all tabelis.

L	n	v_{ok}	α	v_{1k}	β	ψ	R	H	L	r	C	l

9. Määrata graafiliselt liuguri kiirused vähemalt 12 kulissisõrme asendis ja joonestada kiiruste graafik (vt. joon. 8.4).
10. Määrata liuguri kiirendused kiiruste graafiku graafilise diferentseerimise teel ja joonestada kiirenduste graafik (vt. joon. 8.4). Graafikutele märkida mastaabid.
11. Saadud andmetega joonestada kiiruste graafik liuguri käigupikkusest sõltuvalt (vt. joon. 8.3).

Aruanne peab sisaldama

1. Pealikumise kiirustegraafiku (juhend vt. töö nr.4).
2. Kulissmehhanismi skeemi ja vajalikud mõõtmed (tabelis) koos kiiruse graafikuga liuguri käigupikkusest sõltuvalt (vt. joon. 8.3).
3. Liuguri keskmiste ja maksimaalkiiruste analüütilise arvutuse töö- ja tagasikäigul.
4. Liuguri kiiruse ja kiirenduse graafiku edasi ja tagasi liikumisel vända ühe pöörde ulatuses sõltuvalt kulissisõrme asendist (vt. joon. 8.4).
5. Antud keskmise lõikekiiruse ja ettenihke kineemaatilise ahela võrrandid.
6. Masinaaja arvutuse vastavalt ülesandele (tera geometria valida ise).

Kontrollküsimused (suuliselt vastamiseks, aruandesse mitte kirjutada).

1. Mida nimetatakse lõikekiiruseks risthõõveldamisel?
2. Mida nimetatakse ettenihkeks risthõõveldamisel?
3. Kuidas liigitatakse hõõvelpinke?

4. Milliseid ajameid kasutatakse veel hõõvelpinkidel peale mehaaniliste?
5. Milliseid töid sooritatakse hõõvelpinkidel?
6. Mille poolest erinevad hõõvelpingi lõikeriistad treipingi omadest?
7. Mille alusel valitakse ettenihke?
8. Mille alusel valitakse lõikekiirus?
9. Millistel töödel kasutatakse pikihõõvelpinkide?
10. Milline mehhanism annab pingis 7B35 pealiikumise?
11. Milline mehhanism annab pingis 7B35 ettenihkelikumise?
12. Kuidas reguleeritakse tera käigupikkust?
13. Kuidas reguleeritakse ettenihet?
14. Miks teral on tagasikäigul suurem kiirus kui lõikamisel?
15. Kuidas toimub ettenihke reverseerimine?

Peale kontrollküsimustele vastamise peab oskama täielikult käsitseda pinki 7B35 ja seletada pingi kinemaatikaskeemi.

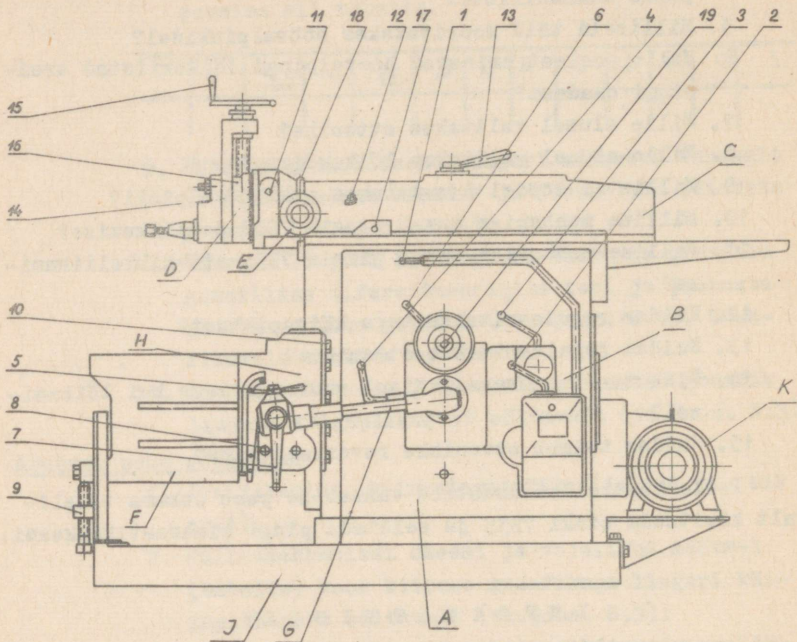
I N F O R M A T S I O O N

1. RISTHÕÖVELPINGI 7B35 KINEMAATIKASKEEM

Pingi iseloomustus

Liuguri maksimaalne käigupikkus mm	500
Laua maksimaalnihutused mm	
horisontaalsuunas	600
vertikaalsuunas	310
Laua kiirnihutuse kiirus m/min	2,2
Liuguri kaksikkäikude kiiruste arv	8
Liuguri kaksikkäikude kiirused kk/min.	12,3...138,4
Laua horisontaalettenihete arv	15
Laua horisontaalettenihete suurused mm/kk	0,3... 4,5
Laua vertikaalettenihete arv	6
Laua vertikaalettenihete suurused mm/kk	0,167...1,00
Elektrimootori võimsus kW	4,5

Pingi põhiosõlmed (vt. joon. 8.1):



Joonis 8.1. Risthõõvelpingi 7B35 põhiosõlmed

A - säng; B - kiirustekast; C - liugur; D - suport; E - supordi vertikaallettenihke mehhanism; F - töölaud; G - laua ettenihke ülekandevõll; H - konsool; I - alus; K - elektrimootor.

Pingi juhtimisorganid (vt. joon. 8.1):

1 - pealiikumise mehhanismi siduri hoob; 2 - pealiikumise kiiruste ümberlülitushoob; 3 - pealiikumise vaheülekande lülitushoob; 4 - laua kiirnihutuse lülitushoob; 5 - ettenihke reversiivsiduri hoob; 6 - ettenihete suuruste ümberlülitushoob; 7 - laua käsilettenihke vānt; 8 - laua vertikaalnihutuse käepide; 9 - laua täppistugi; 10 - laua kinnituskruvid vertikaaljuhtpindadel; 11 - pöördsupordi fikseerimiskāepide; 12 - liuguri väljaulatuse pikkuse reguleerimise kravi; 13 - liuguri

kinnitusmutri käepide; 14 - pöördsupordi kinnitusmutter; 15 - supordi vertikaalnihutuse käepide; 16 - limb; 17 - tugi supordile automaatse vertikaallettenihke andmiseks; 18 - käepide supordi automaatettenihke häälestamiseks; 19 - nelikant liuguri käigupikkuse muutmiseks.

Pingi liikumised. Pealiikumine - liuguri edasi-tagasi-liikumine koos lõiketeraga. Ettenihkeliikumine - laua katkendlik sirgjooneline liikumine risti liuguri liikumise sihiga ja supordi katkendlik sirgjooneline liikumine teraga. Abiliikumised - laua kiired mehhaniseeritud ja käsitsi seadenihutused horisontaalsihis, laua vertikaalne ja supordi käsitsinihutus, kulissikivi radiaalnihutus liuguri käigupikkuse muutmiseks ja liuguri sirgjooneline käsitsinihutus tema etteulatava osa pikkuse muutmiseks.

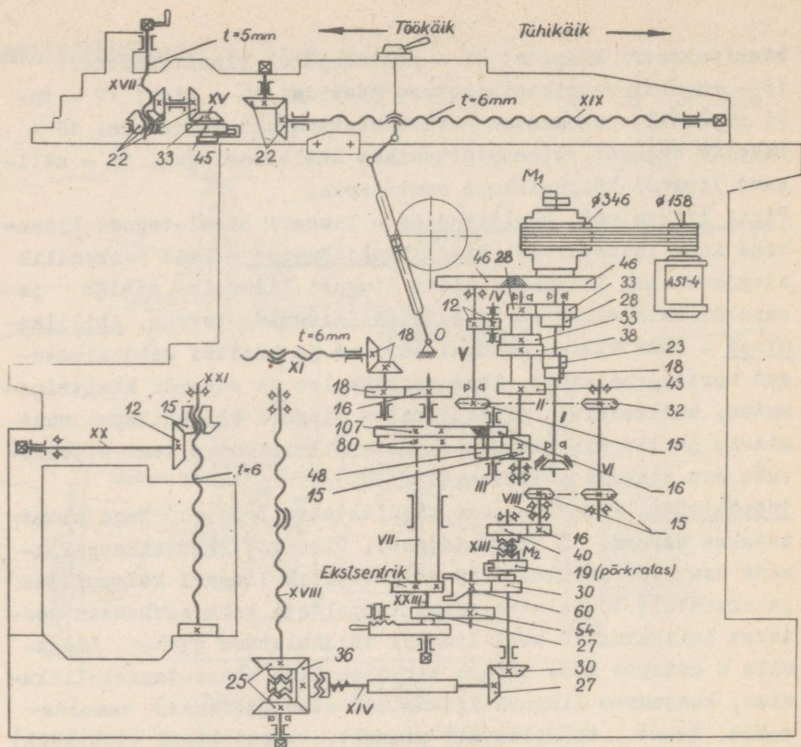
Tööpõhimõte. Töödeldav ese kinnitatakse lauale. Tera kinnitatakse supordi D terahoidjasse. Olenevalt hõõvelduspikkusest seatakse nelikandi 19 abil vajalik liuguri käigupikkus ja olenevalt töödeldava eseme töödeldava koha asukohast seatakse nelikandi 12 abil liuguri väljaulatuse pikkus. Liugurile C antakse koos teraga sirgjooneline edasi-tagasi-liikumine, kusjuures liuguri liikumisel ette (töökäik) eemaldatakse laast töödeldavalt pinnalt, tagasikäigul (tühikäik) laastu ei võeta.

Töödeldud pinna ja tera lõikeserva rikkumise vältimiseks tõuseb viimane koos pöörduva alusklotsiga tagasikäigul üles.

Laua katkendlik ettenihke koos esemega toimub tagasikäigu lõpul. Vertikaalsete ja kaldpindade töötlemisel antakse ettenihke supordile, mis on pööratav vajaliku nurga võrra liuguri otsa suhtes.

Kinemaatikaskeem (joon. 8.2).

Pealiikumine. Pöörlemine antakse elektrimootorilt 4,5 kW kiirrihmülekande $\frac{158}{346}$ kaudu võllil I vabalt pöörlevale hammasrat-tale. Lülitades sisse siduri M_1 käepidemega 1 (joon. 8.1), hakkab võll I pöörlema. Kiirustekasti võll II saab neli erinevat kiirust hammasratasplokkide sisselülitamisel käepidemega 2 (joon. 8.1) vastavalt $\frac{33}{28}$; $\frac{28}{33}$; $\frac{23}{38}$; $\frac{18}{43}$). Võllilt



Joonis 8.2. Risthõvelpingi 7E35 kinemaatikaskeem

II antakse liikumine edasi hammasratta $z = 15$ kaudu võllil III asetsevale hammasrattale $z = 48$, mis on nihutataval liis-
tul.

Hammasratasploki ($z = 48$ ja $z = 16$) nihutamisel käepi-
deme 3 abil (joon. 8.1) võllil III on hammasratta $z = 48$ pide-
valt hambumises hammasrattaga $z = 15$ ja ühega kulissmehha-
nismi hammasrattastest $z = 80$ ja $z = 107$. Nii kahekordistub
varem saadud kiiruste arv ja kulissi veoratas võib saada 8
eri kiirust.

Põrrevalt hammasrattalt $z = 46$ saab koos ajami rihma-
rattaga $d = 346$ mm põrrelemise hammasrataspump $z = 12$ ja $z = 12$
(võllidel V ja IV).

Kulissmehhanism muundab kulissiratta pöörleva liikumise liuguri edasi-tagasi-liikumiseks. Kulissiratta otspinnal olevas prismaatilises juhtsoones paikneb kulissi sõrm, millele on pandud kulissikivi, mis omakorda võib nihkuda kulissi pikisoones.

Kulissiratta pöörlemisel liigub kulissisõrm koos kiviga ringjoont mööda ja paneb kulissi jõtsuma ümber punkti O.

Kulissi ülemine ots on liigendi abil seotud liuguriga.

Ettenihke liikumine

Lauale risttiettenihe antakse jõnna kulissivõlli VII ot-sas olevalt ekstsentriskult. Ekstsentrik surub kang-hammasek-tori $z = 60$ kangi otsale ja pöörab seda ümber oma telje. Ham-massektor $z = 60$ pöörab hammasratast $z = 30$, mis on vabalt võllil XIII. Hammasratas $z = 30$ pöörab hoova ja pörklingi abil pörkratast $z = 19$, mis on samuti vabalt võllil XIII ja kust liikumine antakse lauale siduriga M_2 (käepide 4, joon. 8.1) võlli XIII, XIV ja kruvi XVIII kaudu.

Ekstsentriku asend kulissivõllil annab lauale ettenihke ainult liuguri tagasikäigu lõpul.

Hammasektori $z = 60$ tagasipööre saadakse vedru abil, pörklink libised seejuures pörkratta hammastel.

Ettenihke suurusi saab muuta käepideme 6 abil (joon.8.1). Käepide on seotud hammasrattaga $z = 27$ ja pöörab sellega ham-masratast $z = 54$ ja sektorit $z = 60$. Ületades vedru vastupann eemaldab hammasratas $z = 54$ sektori $z = 60$ hoova ekstsentri-kust, mistõttu ettenihke suurus väheneb ja muutub nulliks te-ma täielikul eemaldamisel.

Käepideme 6 pööramisel vastassuunas ettenihke suureneb. Va-litud ettenihke suurus on näha käepideme 6 juures oleval skaa-lal. Ettenihke reverseerimine toimub koonushammasrataste $z=25$ ja $z = 25$ vahel oleva siduriga (käepide 5, joon. 8.1).

Supordile annab automaatettenihke tõukur 17 hoova 18 (joon. 8.1), pörkratta $z = 45$, koonushammasrataste $\frac{33}{22}$; $\frac{22}{22}$ ja kruvi XVII kaudu.

Abiliikumised

Laua kiirnihtus ristsihis antakse hoovaga 4 (joon. 8.1)

siduri M_2 abil järgmist ahelat kaudu: kettülekanne $\frac{15}{32}$, võll VI, kettülekanne $\frac{15}{15}$, võll VIII, hammasülekanne $\frac{16}{40}$, sidur M_2 , võll XIV, võll XVIII.

Liuguri käigupikkus reguleeritakse võlli XXIII nelikantotsas 19 (joon. 8.1) oleva käepidemega. Võlli XIII pööramisel pööratakse hammasrattaid $\frac{16}{18}$; $\frac{18}{18}$ ja kruvi XI, mis nihutab sõrme koos kulissikiviga.

Liuguri etteulatava osa pikkust saab reguleerida käepidemega nelikandil 12 (joon. 8.1). Liuguri ja kulissi kinnumutter 13 (joon. 8.1) on seejuures lahti keeratud. Sel juhul pöörduv kruvi XIX ning nihkub koos liuguriga soovitud suunas.

Lauale on võimalik anda käsitsi horisontaalnihutust (risti), pöörates võlli XVIII otsas olevat nelikanti vändaga 7 (joon. 8.1). Lauda on võimalik nihutada käsitsi vertikaalsuunas nelikandi abil võllil XX.

Supordile D saab anda käsitsinihutust käepidemega 15 (joon. 8.1) kruvi XVII abil. Kruvi XVII pöörduv koonushammasratta $z = 22$ mutris ja nihkub ise koos supordiga. Sel juhul peab automaatettenihe olema välja lülitatud.

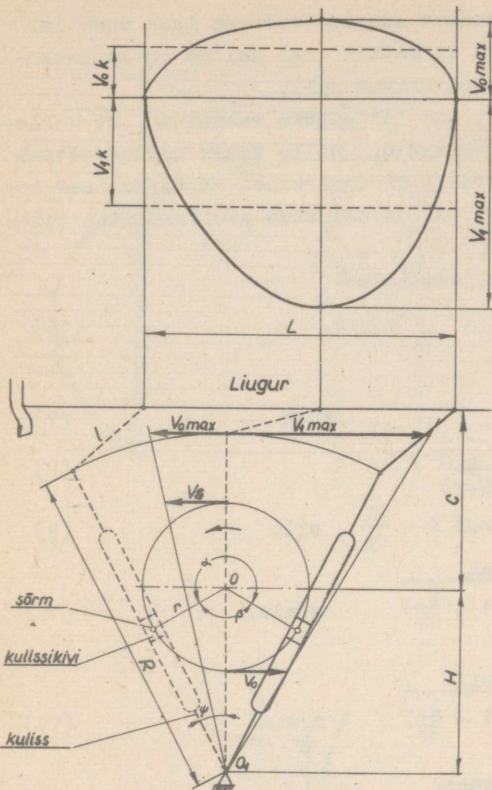
2. LIUGURI KIIRUSE JA KIIRENDUSE GRAAFIKU KOOSTAMINE

Liuguri keskmised, maksimaal- ja minimaalkiirused

Liuguri kaksikkäigu aeg on võrdne kulissiratta ühele pöördele kuluva ajaga

$$t = \frac{1}{n} = t_0 + t_1 = \frac{\alpha}{360} \cdot \frac{1}{n} + \frac{\beta}{360} \cdot \frac{1}{n} \quad \text{min}, \quad (1)$$

- kus t on liuguri kaksikkäigu aeg min;
 n - liuguri kaksikkäikude arv minutis;
 t_0 - liuguri töökäigu kestus min;
 t_1 - liuguri tagasikäigu (tühikäigu) kestus min;
 α - kulissiratta vända pöördenurk töökäigul;
 β - kulissiratta vända pöördenurk tagasikäigul.



Joonis 8.3. Rist-
höövelpingi 7B35 ku-
lissmehhanismi skeem

Jooniselt 8.3 järeldub, et

$$\alpha = 180 + 2 \psi; \quad \beta = 180 - 2 \psi \quad (2)$$

$$\text{ja } \sin \psi = \frac{L}{2R}, \quad (3)$$

kus L on liuguri käigupikkus mm;

R - kulissi pikkus mm;

ψ - kulissi äärmise asendi ja keskasendi vaheline nurk.

Töökäigu keskmine kiirus

$$v_{0k} = \frac{L}{1000 t_0} = 0,36 \frac{L n}{\alpha} \text{ m/min.} \quad (4)$$

tagasikäigu keskmine kiirus

$$v_{1k} = \frac{L}{1000 t_1} = 0,36 \frac{L n}{\beta} \text{ m/min.} \quad (5)$$

Liuguri kiirus on muutuv suurus teekonna igas punktis. Maksimaalväärtuse omandab ta hetkel, kui kuliss on keskasendis, äärmistes asendites on kiirus null.

Liuguri maksimaalkiiruse leidmiseks meenutame, et kulissi pöörlemistsentriks on punkt O_1 , mille ümber kuliss õõtsub. Kulissi punktide joonkiiruste hetkväärtused on võrdelised kaugustega pöörlemistsentrist O_1 ja suunatud risti kulissi teljega.

Leiame kulissisõrme joonkiiruse

$$v_s = \frac{2 \pi r n}{1000} \quad \text{m/min.} \quad (6)$$

Võime kirjutada, et

$$\frac{v_s}{H+r} = \frac{v_o \max}{R}, \quad \text{kust} \quad (7)$$

$$v_o \max = \frac{2 \pi r n R}{1000 (H+r)}. \quad (8)$$

Kuna $\frac{L}{2R} = \frac{r}{H} = \sin \psi$, kust $r = \frac{HL}{2R}$, siis (9)

$$v_o \max = \frac{\pi n L}{1000 \left(1 + \frac{L}{2R}\right)} \quad \text{m/min.} \quad (10)$$

Analoogiliselt saame

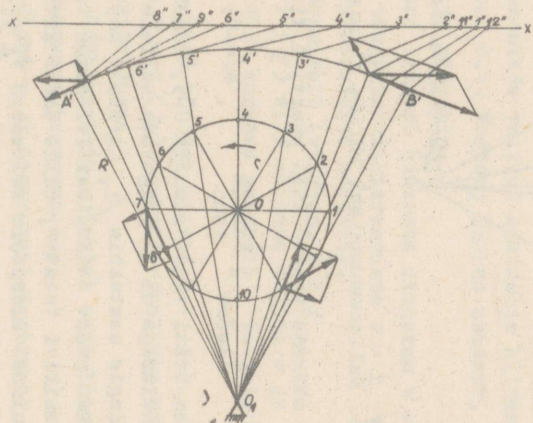
$$v_1 \max = \frac{\pi n L}{1000 \left(1 - \frac{L}{2R}\right)} \quad \text{m/min.} \quad (11)$$

Liuguri kiiruse hetkväärtused

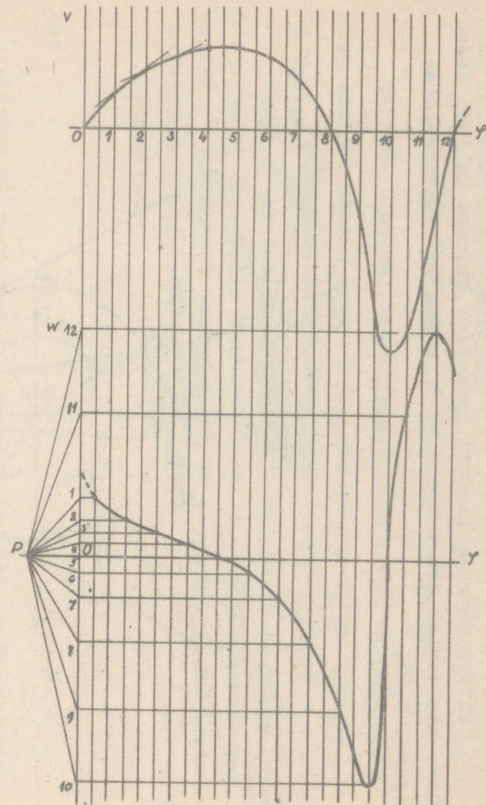
Kuna kiiruste hetkväärtuste analüütiline määramine osutub keerukaks, siis tehakse seda tavaliselt graafiliselt.

Selleks joonestatakse kulissmehhanismi skeem, valides mingi pikkuse mastaabi μ_l m/mm (joon. 8.4).

Kiirusegraafiku joonestamiseks jagame kulissisõrme trajektoori raadiusega r 12 võrdseks osaks, millest igaüks vastab nurgale 30° . Nummerdame punktid ringil 1, 2...12. Kulissi lähteasendiks loeme parempoolse äärmise asendi. Punktist O_1 tõmbame sirkliga kaare A'B' raadiusega, mis on võrdne kulissi pikkusega R , ja läbi punktide 1 ... 12 ning O_1 sirged. Viimaste lõikepunktid kaarega A'B' tähistame 1', 2' ...12'. Edasi tõmbame iga punkti 1' ...12' ümber sirkliga kaare, mille raadius on liuguri ja kulissi vahelise ühenduslüli pikkus 1.

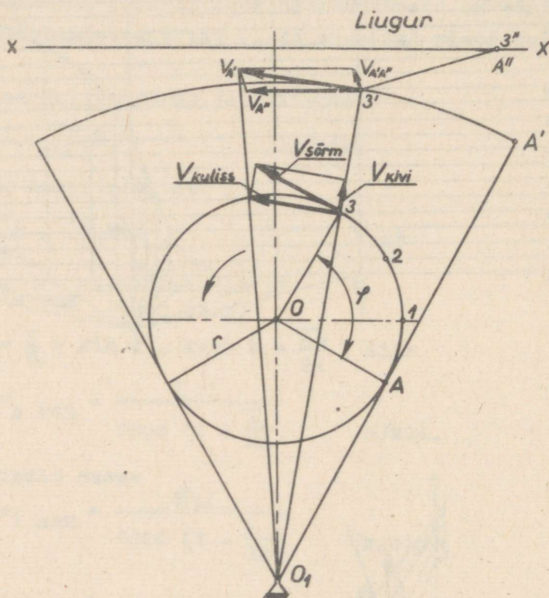


Joonis 8.4. Liuguri kiiruste ja kiirenduste graafik



Lüli ülemise otsa punktid kulissi erinevates asendites sirgel XX tähistame vastavalt 1", 2" ...12".

Mitena määrame liuguri hetkelise kiiruse kulissi asendis, mis vastab sõrme asendile 3 (pööre 90° lähteasendist) (joon. 8.5).



Joonis 8.5. Kulissmehhanismi lülide kiirused ühes asendis

Esiteks määrame vedava lüli punkti A kiiruse (sõrme joonkiirus)

$$v_{Asõrm} = \frac{2\pi r n}{1000} \quad \text{m/min,}$$

mille suund on risti vända suunaga 0-3. Tõmbame punktist 3 ristsirge raadiusega O3 ja paigutame sellele punkti A kiirusvektori mingis mastaabis μ_v (m/min.: mm).

Kuid vända punkt A (kulissikivi sõrme tsepter) on ühtlasi ka kulissikivi tsepter, mille ümber kivi pöördub, nihkudes piki kulissi ülespoole kiirusega v_A kivi ja pöörates

kulissi ümber tsentri O_1 kiirusega \vec{v}_A kulissis. t. \vec{v}_A sõrm, võib lahutada komponentideks

$$\vec{v}_A \text{ sõrm} = \vec{v}_A \text{ kivi} + \vec{v}_A \text{ kuliss}$$

Kulissi ülemise otsa kiirus \vec{v}_A , on risti sirgega $O_1 3'$ ning suuruse määrab tema lõikepunkt punkti O_1 ja vektori \vec{v}_A kuliss otspunkti läbiva sirgega.

Punkt A' on ühtlasi ühenduslülil alumiseks punktiks (asendis 3 punkt 3'), mille kiirusvektorit \vec{v}_A , võib vaadelda kui punkti 3' pöördumist ümber punkti 3'' ja punkti 3'' horisontaalnihkumise kiirusvektorite summat.

Järelikult

$$\vec{v}_{A'} = \vec{v}_{A'A''} + \vec{v}_{A''}$$

kus $\vec{v}_{A'A''} \perp A'A''$ ja $\vec{v}_{A''} \parallel XX$.

Saadud kiirusvektor $\vec{v}_{A''}$ annabki liuguri otsitava kiiruse hetkväärtuse, kui sõrm on asendis 3.

Liuguri kiirusegraafiku saamiseks kulissi edasi-tagasi käigu ulatuses tuleb läbi viia sama toiming kõigis 12-s asendis ja lõpuks joonestada valitud mastaabis kiiruste graafik, nagu näidatud joon. 8.4. Mastaap juurde näidata.

Liuguri kiirenduste määramine

Kui on ehitatud liuguri kiiruste diagramm $v = f(\varphi)$, koostame selle järgi tangentsiaalkiirenduste $w = f(\varphi)$ diagrammi graafilise diferentseerimise meetodil.

Seda teeme järgmiselt (vt. joon. 8.4):

1. Diagrammi $v = f(\varphi)$ alla ehitame teljed w ja φ ja koordinaatide alguspunkti kanname vasakule teljele lõigu $OP = K$ mm.
2. Punktist P (poolus) tõmbame kiired $P-1, P-2 \dots P-11$ paralleelsetena kõvera $v = f(\varphi)$ punktidevaheliste kõõludega lõikumiseni koordinaatteljega.

Nende kiirte lõikepunktid w teljel ongi liuguri keskmised kiirendused vastavas teekonnaosas.

3. Kanname need lõigud $w - \varphi$ diagrammil vastavate diagrammi-osaade keskmistele ordinaatidele.

4. Ühendame saadud punktid pideva joonega ja saame kiirenduste diagrammi.

Kiirenduste mastaap määratakse seosest

$$\mu_{\omega} = \frac{\mu_v}{\mu_t \cdot K} = \frac{\mu_v \cdot \omega}{\mu_e \cdot K} \quad \frac{\text{m} \cdot \text{min}^{-2}}{\text{mm}}$$

kus μ_v on kiiruse mastaap m/min:mm ;

μ_t - aja mastaap min/mm ;

μ_e - väнда marga mastaap π /mm;

ω - väнда nurkkiirus $\frac{1}{\text{min}}$.

Kirjandus

1. А. М. Кучер, М. М. Киватицкий, А. А. Покровский.
Металлорежущие станки (Альбом общих видов, кинематических схем и узлов). Москва-Ленинград, Машиностроение, 1965.
2. А. С. Коренько и др. Теория механизмов и машин. Киев-Москва, Машгиз, 1956.

S i s u k o r d

	lk.
Töö nr.1. Treitera geometria.	5
Töö nr.2. Spiraalpuuri geometria.	20
Töö nr.3. Freesi geometria.	30
Töö nr.4. Keerme lõikamine universaaltreipingil	42
Töö nr.5. Metallilõikepingi lõikekiiruse ja masinaaja võrrandite graafiline kujutamine	65
Töö nr.6. Sirghammastega silinderhammasratta lõikamine kopeerimismeetodil.	76
Töö nr.7. Kruvihammastega silinderhammasratta lõikamine kopeerimismeetodil.	87
Töö nr.8. Risthõõvelpingi pealikumise kiiruste ja kiirenduste graafiline määramine	97

N. V. Gogoli nim.
 Tartu Linna
 Keskraamatukogu

N. V. Gogoli nim. Tartu
 Linna Keskraamatukogu
 (Tehnika)

Hind 18 kop.

A
29017

5150307

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00515030 7