

EESRINDLASTE TÖÖKOGEMUSI

R. PIILBERG

TÖÖKOGEMUSI
HAMMASRATASTE
FREESIMISEL



2/21384

A-19749

EESRINDLASTE TÖÖKOGEMUSI

ROBERT PIILBERG

TÖÖKOGEMUSI
HAMMASRATASTE
FREESIMISEL



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

TALLINN 1953

✓

Käesolevas brošüüris tutvustab vabariigi tuntum hammasrattaafreesija-tööesrindlane, Tööpunalipu ordeni kandja Robert Piilberg oma töökogemusi mitme tööpingi teenindamise ja töötoolikkuse tõstmise alal hammasrataste freesimisel.

2

Tartu Riikliku Ollkeel
Raamatukogu

21384

1. KUIDAS ÕPPISIN METALLIFREESIJAKS.

Juba poisikesena huvitasid mind igasugused masinad. Jälgides nende tööd tekkis minulgi soov õppida metallitööliseks-masinaehitajaks.

Ametiõppimist kodanlikul ajal ei saa võrreldagi elukutse omandamisega praegu, nõukogude korra tingimustes.

Valitses tugev tööpuudus. Sellest tingituna polnud mul võimalik töökohta oma soovi järgi valida. Tuli vastu võtta, mis ette juhtus. Nii kujuneski, et metallitehase asemel hakkasin tööle puidutööstuses saapaliistude kopeerfreespingil. Päeval töötasin, õhtul aga õppisin Tööstusõpilaste koolis metallitööd.

Töötasin nii oma 22. eluaastani, mil lõppeks õnnestus mul pääseda oma huvialasele tööle metallifreesijaks. 1938. a. nimelt kuulutas tehas „Arsenal” ajalehes, et võtab tööle ka väiksema tööstaaziga metallifreesijaid.

Minul puudusid küll kogemused, kuid soov metallitööala õppida ja saada metallifreesijaks oli nii tugev, et otsustasin õnne katsuda.

Praegugi on mul selgesti meeles esimene tööpäev tehases. Mulle teatati, et metallitöölise nimekirja pääsemiseks tuleb sooritada katsetöö. Olin kindel, kui mitte varem, siis õhtuks olen uuesti väravate taga.

Kuid asi õnnestus siiski. Nimelt paari tuttavast töölise kaasabil õnnestus meistrite seljataga sooritada katsetöö. Esimene samm metallifreesimisel oli tehtud, olgugi teiste kaasabil.

Rakendasin nüüd kogu oma tähelepanu freesimiseala kiireks tundmaõppimiseks.

Tähelepanu keskendades ja püüdlikult töötades õppisin vajalikke töövõtteid oma kaastöötajailt. Olin rõõmus, kui jõudsin juba niikaugemale, et võisin iseseisvalt sooritada mulle antud töid. Muidugi ei saanud ma end veel kogenenud tööliseks pidada, freesija nime võisin aga ausasti kanda.



Robert Piilberg.

Edasijõudmiseks oma tööalal polnud mul siiski välja-vaateid. Kapitalistlike tootmissuhete juures ei saanud tööline arendada oma võimeid tööviljakuse tõstmiseks. Keegi ei hinnanud töölise omaalgatust, tema loovat initsiatiivi. Tööline omaltpoolt ei olnud huvitatud kapitalistide kasumi suurendamisest.

Põhilise pöörde tööliste olukorda tõid ajaloolised juunipäevad 1940. aastal. Kommunistliku partei juhtimisel kihutas eesti töötav rahvas rõhujad riigivõimu juurest ja võttis oma saatuse juhtimise enda kätte.

Üleminek sotsialistlikule plaanimajandusele ja lülitumine Nõukogude Liidu rahvamajandusse avas Eesti NSV tööstusele enneolematult avarad arenemisperspektiivid. Nõukogude Eesti töötajate ette kerkis ülesanne muuta meie vabariik agrarmaast industriaalmaaks kõrgesti arenenud tööstuse- ja põllumajandusega.

Uutes tingimustes kasvas töötajate tööentusiasm, töötati oma sotsialistliku kodumaa heaks. Töölistel avanesid piiramatud võimalused rakendada tootmisel oma algatust, oma võimeid.

Tutvumine novaatorliku liikumisega tekitas pöörde tootmises. Levis ratsionaliseerimine ja leiutamine. Otsiti iga-suguseid teid ja võimalusi tööviljakuse tõstmiseks. Rakendati uudset tehnoloogiat, tööpäeva maksimaalset kasutamist, eesrindlikke lõikerežiime ja töövõtete ratsionaliseerimist. Levis mitmel pingil töötamine.

Minul oli juba paariaastane praktika freespingil töötamisel. Uutes tingimustes hakkasin ka mina teenindama kahte freespinkki. Minust, noorest oskustöölisest, sai lõõk-tööline. Tööpäeva ülesande täitsin keskmiselt 180—225-prot-sendilisel.

Vaevalt aasta sain töötada uutes tingimustes, kui algas Suur Isamaasõda.

Meie tehase kollektiiv astus ajajärku, mil iga töötaja poolt valmistatud detail aitas vastu panna kallaletungile ja anda hoope fašistlike anastajate purustamiseks.

Tootmises tekkinud kitsaskohad likvideeriti uskumatu kiirusega. Tänapäev oli homme ületatud. Kasvasid uued novaatorid, uued ratsionaliseerijad.

Hitlerlik okupatsioon ajutiselt katkestas eduka sotsia-listliku ülesehitustöö Eestis ja tõi töötavale rahvale tohuttuid kannatusi. Fašistliku okupatsiooni tagajärjeks olid purustatud tehased, kaevandused ja elektrijaamad.

Alles pärast fašistlike okupantide maalt väljakihutamist võiduka Punaarmee poolt 1944. a. hakkas eesti töötav rahvas jällegi vabalt hingama ja teiste vennasrahvaste, eriti suure vene rahva abiga viivitamatult taastama oma purustatud rahvamajandust.

Tallinna Masinaehitustehase, kuhu olin vahepeal tööle asunud, peamiseks ülesandeks oli uute masinate ja agregaatide ehitamine fašistide poolt purustatud põlevkivibas-seinile. Nende suurte ja täpsete seadmete ehitamine nõudis kogu kollektiivilt suuri pingutusi ja palju omaalgatust, et olemasoleva tööpingipargiga sooritada kõiki töid. Vastavaid eripinke ja seadmeid veel ei olnud. Ka minul tuli paljudel kordadel leida teid ja abinõusid, et tihti väga keerukaid töid läbi viia lihtsal universaalfreespingil.

Tehases valitseva töölistepuuduse tõttu tuli asuda noorte väljaõpetamisele. Võtsin oma hoole alla kolm noorukit, kellele andsin edasi oma teadmisi ja kogemusi.

Rõõm oli töötada ühtses sõbralikus peres, kus üks andis oma kogemusi edasi teisele, kus puudus vaenulik suhtumine tööstuse juhtivate töötajate ja tööliste vahel. Nüüd olid töölisel ja juhtiv personal ühtse kollektiivi liikmed, kes eluliselt olid huvitatud tootmise jõudsast arendamisest.

1945. aasta sügisel täitus minu ammune soov. Mind viidi töötama hambalõikepinkidele.

Teadsin küll, et nende pinkide häälestamine nõuab minult senisest hoopis enam teoreetilisi teadmisi. Kuid see innustas mind seda enam.

Esimeste raskuste ületamine polnud küll kerge, aga toime tulid. Jõu ja nõuga oli mulle abiks tsehhi meister sm. Pärnits. Ohtuti kodus aga püüdsin oma teadmisi täiendada vastava tehnilise kirjanduse uurimisega.

Töökäigus tuli mul tihti rattaid valmistada eeskuju järgi. Spiraalhammastega hammasrataste ja tigurataste moodulite ja kaldenurga otsimine ja hiljem pingi häälestamiseks vastavate diferentsiaalhammasrataste leidmine nõudis täpset aritmeetilist arvutust. Pean ütlema, et algul ja isegi hiljem esines aritmeetilise arvutusvea tõttu praagi juhtumeid. Ettevaatusabinõuna võtsin tarvitusele tühitöökäigu, mis seisis selles, et viisin freesi toorikule üsna lähedale, nii et frees jättis detailile kerged jäljed, ja lasin pingi kiirendatud käigul töötada. Freesitud jälgede abil sain hammaste arvu ja kaldenurka lihtsalt kontrollida. Aega kulus küll rohkem, kuid täpne ja praagita töö oli kindlustatud. Sama kontrollimisviisi kasutan ka nüüd vastutusrikka ja keeruka arvutusega seotud pingi häälestamise korral.

2. HAMMASRATASTE FREESIMISE MEETODID.

Tänapäeval kasutatakse masinaehituses peamiselt evolventprofiiliga hammasrattaid, millede hambalünkade freesimiseks on põhiliselt tarvitusel kaks menetlust:

1) hambalünkade freesimine moodulfreesidega, nn. kopeerimismenetlus, ja

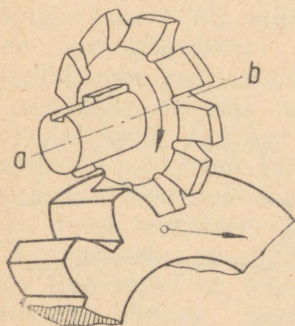
2) hambalünkade freesimine tigufreesidega, nn. rullumismenetlus.

Kopeerimismenetluse puhul kasutatakse erifreesi (kuju-freesi), mille lõikeserv täpselt jäljendab lõigatava hammasratta hambalünga profiili. Freesi kuju nii-öelda kopeeritakse hammasratta hambalüngale.

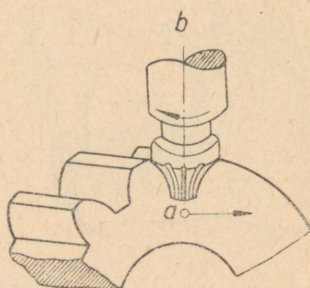
Neid freese nimetatakse tihti moodulfreesideks, kuna teatavasti mooduliga mõõdetakse hammaste suurust¹.

Erineva suurusega hammaste freesimiseks on eri komplekt moodulfreesi.

Moodulfreesid on kas ketas- või otsfreesid.



Joon. 1.



Joon. 2.

Hambalünga freesimine ketasmoodulfreesiga on kujutatud joonisel 1.

Ketasfrees pöörleb oma telje ab ümber. Perpendikulaarselt ketasfreesi pöörlemise teljele antakse hammasrattale ettenihe. Liikumised on näidatud joonisel 1 nooltega.

Suuremate hammaste puhul tuleks ketasmoodulfreesi teha väga suur. Seetõttu freesitakse need otsmoodulfreesidega. Viimaseid kasutatakse ka erikujuliste hammaste freesimiseks, nagu siksak-kujulised, noolekujulised jne., kuna neid ketasmoodulfreesiga freesida ei saa.

Hambalünga freesimine otsmoodulfreesiga on kujutatud joonisel 2.

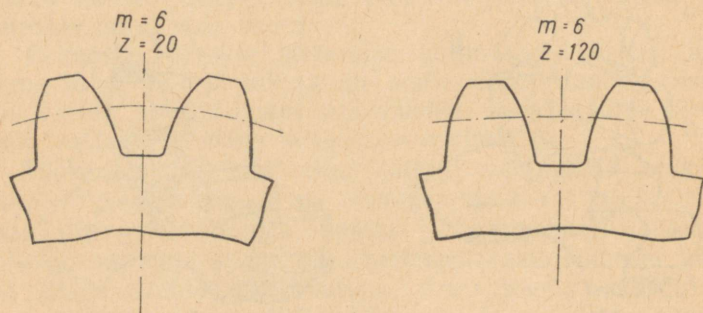
¹ Mooduli suuruse millimeetrites saame hammasratta jaotusringjoone läbimõõdu (millimeetrites) jagamisel hammaste arvuga. Hamba kõrgus on harilikult vähe üle kahe mooduli.

Analoogiliselt ketasfreesile antakse ka otsfreesile pöörlev liikumine oma telje *ab* ümber, kusjuures hammasratta ettenihe toimub samuti perpendikulaarselt otsfreesi pöörlemise teljele. Liikumised on näidatud joonisel 2 nooltega.

Otsmoodulfreesi ei ole võimalik kasutada hammasrataste tigufreespinkidel.

Hambalünga kuju oleneb peale kõrgusemõõdu (mooduli) veel hammaste arvust. Mida väiksem on hammaste arv, seda suurem on hambalünk, nagu on näha joonisel 3.

Hammasrataste töötlemiseks tuleks võrdse mooduli puhul valmistada erinevate hammaste arvule vastav arv moodulfreesi. Individuaal- ja väikeseeriatootmisel osutuks



Joon. 3.

see aga hammasrataste suure nomenklatuuri tõttu väga kulukaks. Seetõttu kasutatakse hammasrataste töötlemiseks kõige sagedamini niisuguseid moodulfreeside komplekte, mis koosnevad kaheksast moodulfreesist iga mooduli jaoks. Freesid on nummerdatud. Moodulfreesiga nr. 1 on võimalik freesida kaheteistkümne ja kolmeteistkümne hambaga hammasrattaid, moodulfreesiga nr. 2 on võimalik freesida neljateistkümne, viieteistkümne ja kuueteistkümne hambaga hammasrattaid jne. Täpsemate hammasrataste freesimiseks kasutatakse ka viieteistkümnest või isegi kahekümne kuuest üksikfreesist koosnevaid moodulfreeside komplekte.

Väga lihtsate tööde puhul leiavad kasutamist ka kolmest üksikfreesist koosnevad moodulfreeside komplektid.

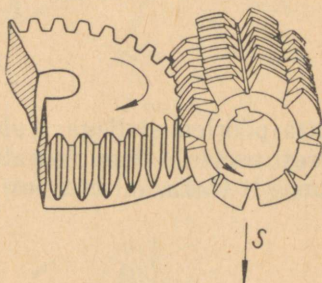
Hammasrataste freesimisel moodulfreesidega on puuduseks suhteliselt väike täpsus, kuna komplektis olevate moodulfreeside kuju on tehtud täpsete kujude vahepealsena.

Täpsust vähendab veel asjaolu, et peale hambalünga freesimist tuleb hammasratas käsitsi edasi pöörata jaotuspea abil, millel on oma hälbed.

Pealegi teostatakse hammasrataste freesimist moodulfreesiga universaalfreespingil, mille hälbed samuti mõjutavad töötlemise täpsust. Selletõttu on hammaste kujus teatavad ebatäpsused ehk hälbed paratamatud ja need loetakse lubatavaks.

Teiseks olulisemaks puuduseks hammasrataste freesimisel moodulfreesidega on suhteliselt väike tootlikkus ja seega suur omamaksumus. Väike tootlikkus on tingitud lõikeprotsessi perioodilisusest (detail tuleb pärast töökaiku tühikäiguga tagasi viia algasendisse, et oleks võimalik alustada uut töökaiku), pikast sisselõikumise teekonnast, mille osatähtsus on seda suurem, mida lühemaid hambaid tuleb lõigata, ja suhteliselt väikesest üheaegselt lõikeprotsessis olevast freesi hammaste arvust.

Paremusteks moodulfreesidega freesimisel on freesimise suhteline lihtsus, lõikeriista odavus ja võimalus töödelda hammasrattaid universaalfrees-



Joon. 4.

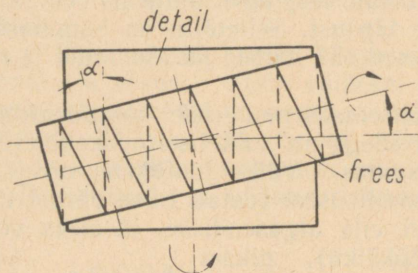
pingil. Langeb ära vajadus erikonstruktsiooniga hamba lõikepinkide muretsemiseks.

Freesides hammasrattaid rullumismenetlusega kasutatakse tigumoodulfreesi, mille telgristlõige sarnaneb hammaslatile. Väliselt sarnaneb tigumoodulfrees kruviga, mille keermed on spiraalselt läbi lõigatud lõikeservade moodustamiseks. Seetõttu moodustavad freesi lõikeservad soonte arvule vastava arvu veidi spiraalselt asetsevaid hammaslatte.

Hammaslatt annab aga õige hambumise evolventprofiiliga hammasratta ükskõik missuguse hammaste arvu puhul. Seetõttu saab ühe tigumoodulfreesiga lõigata ühtlase täpsusega hambakuju mistahes hammaste arvuga hammasrattale.

Hammaste lõikamine tigumoodulfreesiga on kujutatud joonisel 4. Lõigatav hammasratas ja tigumoodulfrees pöörlevad niisuguses vahekorras, et üheniidilise tigumoodul-

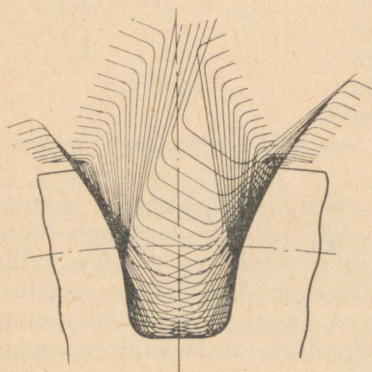
freesi ühe pöörde kohta pöörduks detail ainult ühe hamba võrra. Seega hammasratta ühe pöörde jooksul teeb tigu-frees pöördeid vastavalt hammasrattale lõigatavate hammaste arvule. Ettenihe antakse siin freesile rööbiti hammas-



Joon. 5.

ratta pöörlemisteljega. Tuleb tähele panna, et tigumoodul-frees asetseks hammasratta suhtes kaldu kerme tõusunurga α võrra, nii et freesi detailipoolsete hammaste suund

oleks paralleelne detaili teljega, nagu on näha joonisel 5.



Joon. 6.

Joonisel 6 on näha hambalünga kujunemise protsess rullumismenetluse puhul.

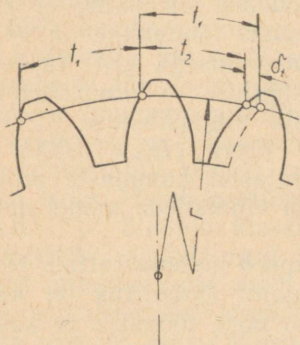
Kuna rullumismenetlusel teostub löikeprotsess vahetpidamata ja üheaegselt mitme hambaga (vt. joon. 4), siis saavutatakse siin tunduvalt suurem tootlikkus kui kopeerimismenetlusel. Samuti on rullumismenetlusega saavutatav täpsus suurem.

Seepärast kasutatakse meie tehases peamiselt rullumismenetlust.

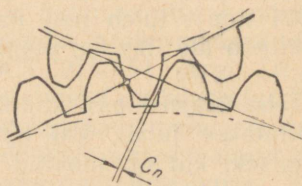
Olulisemaks teguriks hammasrattaste töötlemisel on vajaliku täpsuse tagamine. Vastavalt GOCT 1643-46 jagatakse üldmasinaehituses kasutatavad hammasrattad põhiliselt nelja klassi.

Esimesse täpsusklassi kuuluvad eriti täpsed hammasrattad. Neid kasutatakse juhul, kui hammasajami töötamise ringkiirus on üle 8 m/sek, kui on lubatud ainult väga nõrk, vaevalt kuuldav, ühtlane töömüra ja kui kasutegur peab olema vähemalt 99%.

Esimese klassi täpsusega 300 mm läbimõõduga ja

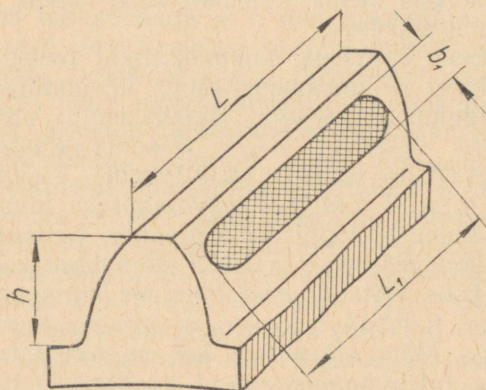


Joon. 7.



Joon. 8.

6 mm mooduliga hammasratta suurim hälve δ_t kõrvutiasuvate hambasammude vahel on lubatud ainult 0,018 mm (joon. 7).



Joon. 9. Hambumise puuetäpp.

Hammasajami telgede vahe suurim hälve ΔA on lubatud $\pm 0,06$ mm ja väikseim lõtk hammaste külgpindade vahel $c_{n \min} = 0,11$ mm (joon. 8). Kattes koostatud ajami ühe hammasratta värviga ja kontrollides teist hammasrattast peale rattapaari pöörlemist, peab teisele hammas-

rattale ülekantud värvilaik ehk puutepinna laius b_1 olema vähemalt 60% hamba kõrgusest h ja pikkus L_1 75% hamba pikkusest L , vastavalt joonisele 9.

Eeltoodud üksikutest täpsusnõuetest on näha, et esimese klassi täpsusega hammasrattaste töötlemine on väga raske. Neid freesitakse rullumismenetlusega eriti täpsetel pinkidel. Vajaliku hambaprofiili ühtluse ja pinnasileduse saavutamiseks, mis peab vastama pinnasileduse $\nabla\nabla\nabla$ 9-ndale klassile ГOCT 2789-51 järgi ($H_{ck} = 0,0002 \dots 0,0004$ mm), tuleb neil hammasrattastel hammaste profiilid hiljem üle lihvida, plankida või viimistleda mõnel muul teel.

Teise täpsusklassi kuuluvad täpsed hammasrattad. Neid kasutatakse juhul, kui hammasajami ringkiirus on kuni 10 m/sek, kui on lubatud ühtlane nõrk töömüra ja kasutegur ei tohi olla alla 98%.

300 mm läbimõõduga ja 6 mm mooduliga hammasrattal on teises täpsusklassis kõrvutiasuvate hambasammude suurim hälve $\delta_t = 0,035$ mm, hammasajami telgede vahel suurim hälve $\Delta A = \pm 0,09$ mm ja hammastevaheline väikseim lõtk $c_{n \min} = 0,13$ mm. Koostöö kontrollimisel peab puutepinna kõrgus olema vähemalt 60% hamba kõrgusest ja 65% hamba pikkusest.

Teise klassi täpsusega hammasrattaid freesitakse täpsetel tööpinkidel rullumismenetlusega üheniidilise lihvitud profiiliga tigumoodulfreesiga. Hambaprofiili pinnasiledus peab vastama vähemalt $\nabla\nabla\nabla$ 7-ndale klassile ГOCT 2789-51 järgi ($H_{ck} = 0,008 \dots 0,0016$ mm). Vajaliku pinnasileduse ja profiili ühtluse saavutamiseks toimub peale freesimist hammaste lõplik viimistlemine vastaval proovipingil, kus hammasrattad lastakse ettenähtud koormusega paarikaupa koos töötada. Profiilpindade kiiremaks silumiseks kaetakse hambad määrde- ja abrasiivainest valmistatud pastaga. Mõne aja pärast, kui on saavutatud vajalik pinnasiledus, tuleb hammasrattad hoolikalt puhastada ja kontrollida, kas tehniliste tingimuste nõuded on täidetud.

Kolmandasse täpsusklassi kuuluvad keskmise täpsusega hammasrattad. Neid kasutatakse juhul, kui hammasajami ringkiirus on kuni 6 m/sek, kui on lubatud vaikne töömüra, ja kasutegur ei tohi olla alla 96%.

300 mm läbimõõduga ja 6 mm mooduliga hammasrattal on selles klassis lubatud kõrvutiasuvate hambasam-

mude suurim hälve $\delta_t = 0,06$ mm, hammasajami telgede vahe suurim hälve $\Delta A = \pm 0,12$ mm ja hammastevaheline väikseim lõtk $c_{n \min} = 0,16$ mm. Koostöö kontrollimisel peab puutepinna kõrgus olema vähemalt 60% hamba kõrgusest ja 50% hamba pikkusest.

Kolmanda klassi täpsusega hammasrattaid freesitakse normaalse täpsusega tööpinkidel rullumismenetlusega üheniidilise lihvimata profiiliga tigumoodulfreesiga või ka universaalfreespingil kopeerimismenetlusega, kui moodulfrees on valmistatud täpselt freesitava hammasratta hammaste arvu jaoks. Hambaprofiili pinnasiledus peab vastama vähemalt $\nabla \nabla$ 5-ndale klassile GOCT 2789-51 järgi ($H_{ck} = 0,0032 \dots 0,0063$ mm). Kui freesimisel on kasutatud liiga suurt ettenihet, siis tuleb ka siin kasutada hammasrattaste paariviisilist sissetöötamist (plankimist) abrasiivainest pastaga nagu 2. klassi täpsusega hammasrattaste juures. Silumislaastuga freesides (väike ettenihe) pole sissetöötamine oluline.

Neljandasse täpsusklassi kuuluvad väikese täpsusega hammasrattad. Neid kasutatakse juhul, kui hammasajami ringkiirus ei ületa 2 m/sek, kui töötamisel ei tohi esineda teravaid lööke ja kasutegur ei tohi olla alla 94%.

300 mm läbimõõduga ja 6 mm mooduliga hammasrattal on lubatud kõrvutiasuvate hambasammude suurim hälve $\delta_t = 0,1$ mm, hammasajami telgede vahe suurim hälve $\Delta A = \pm 0,24$ mm ja hammastevaheline väikseim lõtk $c_{n \min} = 0,21$ mm. Koostöö kontrollimisel võib puutepind esineda üksikute laikudena. Neljanda klassi täpsusega hammasrattaid freesitakse üheniidilise lihvimata profiiliga tigumoodulfreesiga rullumismenetlusega või universaalfreespingil kopeerimismenetlusega harilike tigumoodulfreesidega. Kuna siin hambaprofiili pinnasiledus peab vastama ainult ∇ 3. klassile GOCT 2789-51 järgi ($H_{cp} = 0,040 \dots 0,063$ mm), siis pinna viimistlemist pole vaja läbi viia.

Oma tööpraktikas olen oma teenindada olevail hambalõikepinkidel töödeldud väga mitmesuguse konfiguratsiooniga, mõõtmetega ja täpsusega hammasrattaid, ketirattaid kui ka muid perioodilise jaotusega detaile.

Kõige rohkem on minul tulnud töödelda kolmandasse ja neljandasse täpsusklassi kui ka väljapoole klasse kuuluvaid, vähema täpsusega hammasrattaid.

Töödeldavad hammasrattad on olnud väga mitmesugusest materjalist. Esikohal on olnud malm ja valatud

või sepistatud teras. Viimasel ajal esineb ikka sagedamini legeeritud terasest hammasrattaid, millede mehaaniline töötlemine on töömahukam. See selgus mulle optimaalsete lõikerežiimide määramisel-katsetamisel.

Kirjeldades järgnevalt minu poolt kasutatavaid hamba-
lõike meetodeid ja töövõtteid, pean ütlema, et need kau-
geltki ei osutu erandlikeks ega uudseteks, vaid neid võib
leida ka teiste hambafreesijate tööpraktikas.

3. HAMBAFREESPINKIDE TÄIUSTAMISEST.

Hambalõikepinkide konstruktsioon ja gabariidid määra-
vad ära töödeldava hammasratta suurima läbimõõdu ja
mooduli. Pinkide täiustamisel on aga võimalik vastavate
abinõudega neid piire laiendada.

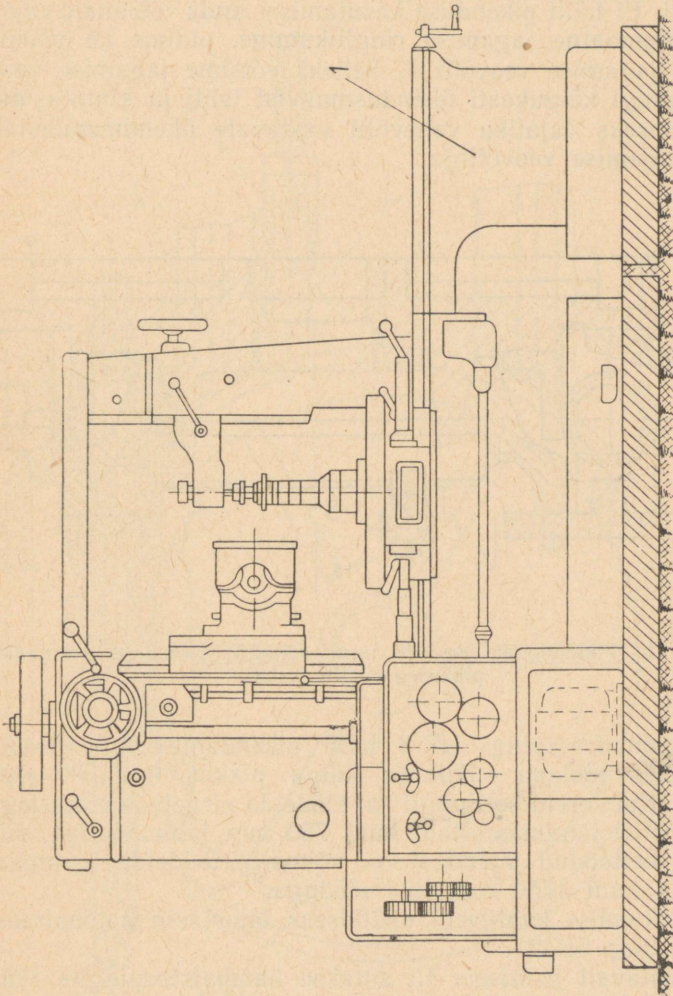
Sõltuvalt individuaalsest tootmisprofiilist on meil teha-
ses valmistatavate toodete nomenklatuur võrdlemisi
suur. Sellest tingituna oli tarvis mõnikord tellimuste täit-
miseks töödelda suurema läbimõõduga silindrilisi hammas-
rattaid, kui seda võimaldas tehase hambalõikepinkide park.
Neil juhtudel pidi tehase administratsioon leidma võimalusi
hammasrattaste töötlemiseks mujal. Koopereerimine teiste
tehaste ja ettevõtetega oli aga tihtipeale seotud mitmesu-
guste raskustega. Sageli esines juhuseid, kus tellimuse
vastuvõtjal polnud võimalik hammasrattaid tähtajaks töö-
delda ja meie hilinesime toote komplekteerimisega.

Mõtlesin tihti sellest, kuidas oleks võimalik hambafrees-
pinkidel töödelda suure läbimõõduga hammasrattaid. Tut-
vusin põhjalikult pingi kinemaatikaga ja leidsin lõppeks
soodsa lahenduse.

Minu ettepanekul valmistati hambafreespingile HF-8
hälli pikendus 1 (joon 10), mis seati üles eri vundamen-
dile. Hälli juhtpinnad töödeldi täpseks. Koos hälli piken-
damisega oli vajalik säilitada ka töölaua liikumise kine-
maatilise side pingi teiste sõlmedega, siis kui töötlemine
toimub hälli pikendusel. Selleks tuli valmistada mõned
täiendavad detailid.

Pingi hälli normaalse pikkuse korral on töölaua 2 piki-
ettenihke kruvivõlli mutter 1 kinnitatud töölaua kelgu 4
küljes oleva liistu keskele (joon. 11). Pingi konstruktsioo-
nist tingituna ei ole hälli pikenduse kasutamisel võimalik
seda moodust rakendada. Samuti ei luba pingi konstrukt-

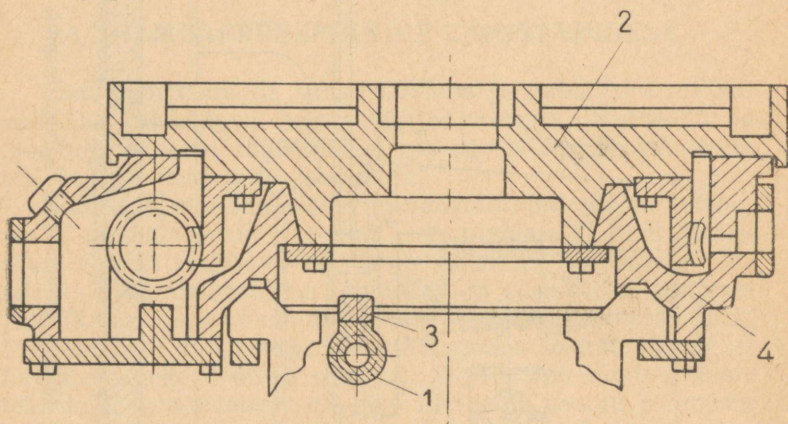
sioon valmistada pikemat töölauda pikiettenihke kruvivõlli. Selle probleemi lahendamiseks pidime kasutama teist moodust.



Joon. 10. Pikendatud hälliga universaalne hambafreespink.

Freesides silindrilisi hammasrattaid suurema läbimõõduga kui 750 mm on vajalik töölauda 2 kelgule kinnitatud kruvivõlli mutri kinnitusliist asendada uue pikendusliistuga

1 (joon. 12). Kinnitades selle külge pingi kruvivõlli mutri 3 saame ka pikendatud hälli puhul anda töölauale vajaliku pikiliikumise kruvivõlli pööramise teel automaatselt või käsitsi. Et hälli pikenduse kasutamisel anda töölauale vajalik automaatne jagamise ringliikumine, pidime ka pikendama jagamise veovõlli 4. Selleks võtsime jagamise veovõlli pingi käigukasti ühendusmuhvist lahti ja kinnitasime pikenduseks vajaliku vahevõlli vastavate ühendusmuhvide abil jagamise veovõlliga.



Joon. 11. Pikiettenihke veovõlli mutri kinnitus töölauga normaalse pikkusega hälli puhul.

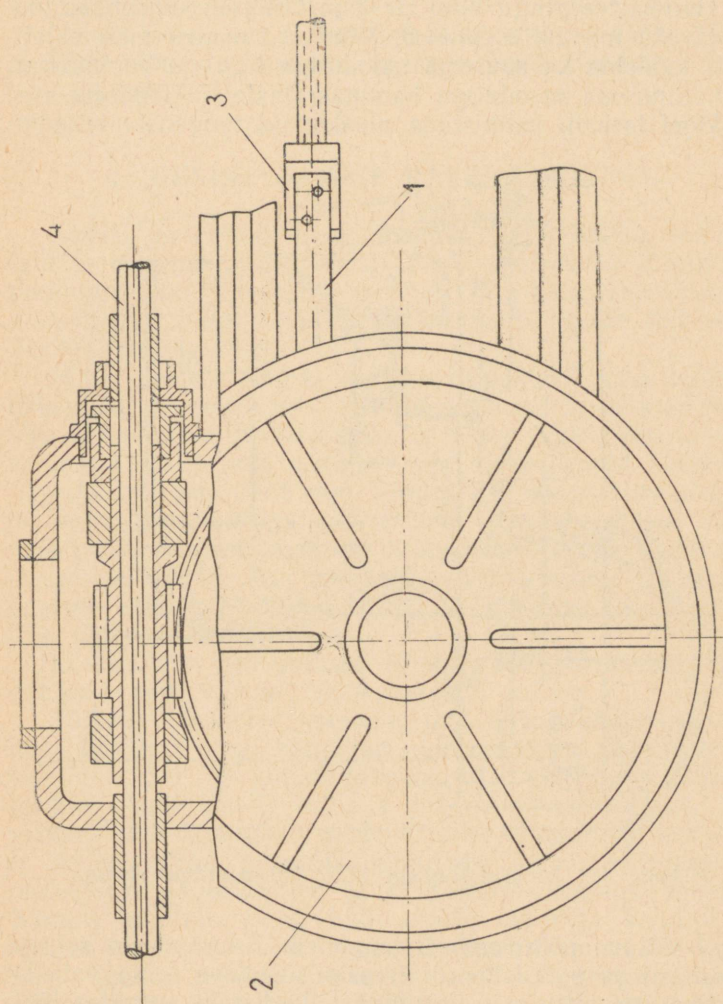
Hambafreespingi HF-8 hälli pikendamise tulemusena suurenes töölaua liikumise käigu pikkus ligi 500 mm võrra. Kui varem sel pingil sai töödelda sirgete hammastega silindrilisi hammasrattaid kuni 750 mm läbimõõduga, siis peale eeltoodud uuendust on võimalik töödelda hammasrattaid kuni 1750 mm läbimõõduga.

Töötlemise kvaliteedi tõstmiseks täiustasin hambafreespinke tüüp 5B32¹.

Vastavalt joonisele 13 antakse hambafreespingile tüüp 5B32 elektrimootorilt 1 tigu ja tiguratta 2 kaudu ülekanne edasi hammasrattastele a ja b. Töötades võrdlemisi suure

¹ Hambafreespink 5B32 on edaspidi üldisel käsitlusel tähistatud HF-8.

ringkiirusega kuluvad need sirgete hammastega hammasrattad suhteliselt kiiresti ja tekitavad kaunis suurt müra. Samuti tekib kulunud hammasrataste hambumisel vibree-



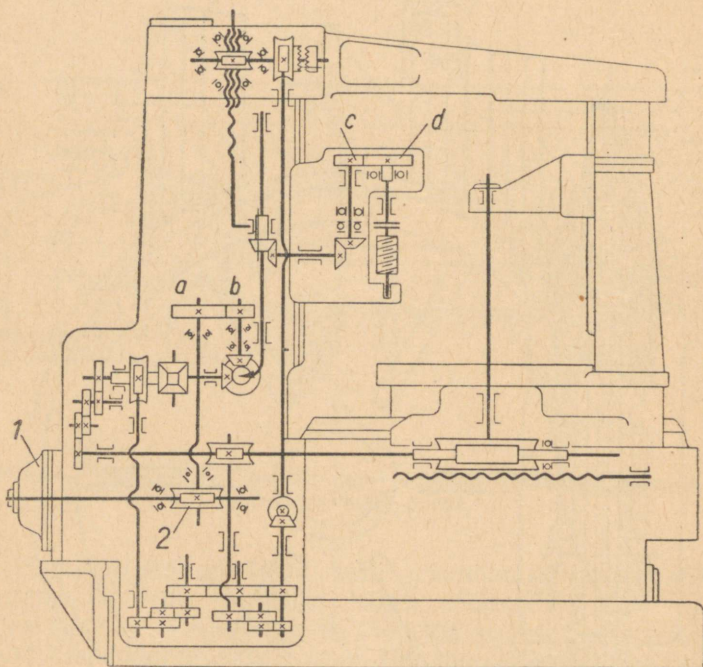
Joon. 12. Pikiettenihke veovõlli kinnitus töölauga hälli pikenduse kasutamisel.

rimine, mis kandub üle pingi ülekandeahela teistele sõlmedele ja vähendab pingi tööiga kui ka töötlemise kvaliteeti.

Eeltoodud puuduste vältimiseks lasksin valmistada uued toorikud ja freesisin neile spiraalhambad. Uued spi-

raalhammastega vahetusrattad töötasid laitmatult, olles kulumiskindlamad, töötades mürata ja andes sujuva ülekande pingi ülekandeahelale.

Hambafreespingil tüüp HF-8 ja 5B32 on suurimaks töödeldavaks mooduliks $m = 8$. Mõnikord osutus meil vajalikuks töödelda ka suurema mooduliga tigu- ja hammasrat-
taid. Suurema mooduliga hammasrataste töötlemiseks neil pinkidel lasksin valmistada alusklotsid tangensiaalettenih-



Joon. 13. Hambafreespingi 5B32 kinemaatiline skeem.

kega töötava pöördsupordi laagritele. Suurendasin sellega freestorni ja pöördsupordi freesimisõnsuse seina vahelist kaugust, mistõttu sain kasutada lõikeriistaks suurema läbimõõduga ketas- või lendfreesi. Koos vahetükkide kasutamisega tuli aga suurendada ka spiraalhammastega silindriliste hammasrataste *c* ja *d* (joon. 13) läbimõõtu vastavalt telgedevahelise kauguse suurenemisele. Samuti vähendasin

nende rataste endist ülekandearvu $\frac{1}{3}$ võrra, kuna lõikeriista läbimõõdu suurenemisega tuli vibratsiooni vältimiseks ja lõiketera püsivuse säilitamiseks vähendada freesitorni töövõlli pöörete arvu.

Nende täienduste tulemusena saab nüüd pinkidel HF-8 ja 5B32 töödelda hammas- ja tigurattaid mooduliga kuni $m = 20$ mm.

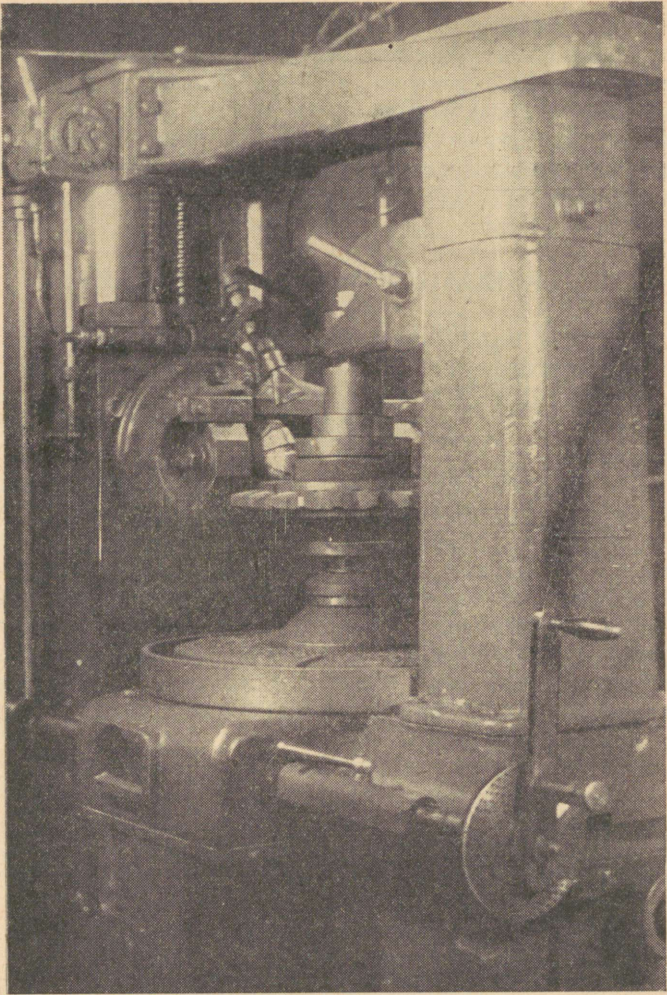
4. ÜKSİKJAGAMISE RAKENDAMISEST.

Sageli on vajalik hambafreespinkidel töödelda ketirattaid ja hammasrattaid, mida ei saa spetsiaalse lõikeriista puudumise või liiga suure mooduli tõttu töödelda rullumismenetlusega. Sel juhul tuleb kasutada hamba lõikamist üksikjagamisega.

Meie tehasele saabus vennasvabariikidelt kaks hamba lõikepinkki „Komsomolets”. Kahjuks polnud arvestatud meie tehase muutmist rasketööstuse tehaseks. Uued pingid olid samast klassist, mis eelmised ega võimaldanud kasutada tigumoodulfreese üle 8 mm. Pingid olid ette nähtud sirgete ja spiraalhammastega silindriliste hammasrataste ning tigurataste poolautomaatseks töötlemiseks. Kuna hammaste lõikamine toimub neil pinkidel rullumismenetlusel freesimisega, siis kasutatakse normaalselt vastavaks lõikeriistaks tigu- või lendfreesi.

Et kasutada neil pinkidel üksikjagamise menetlust, võtsin kasutusele kaunis lihtsa vahendi.

Töölaua jagamise veovõlli, mis ühendusmuhvi kaudu on sidestatud pingi käigukasti võlliga, teen ühendusmuhvist lahti. Sellega katkeb kinemaatiline side pingi töölaua ja käigukasti vahel. Töölaua jagamise veovõlli ots, mis asetseb hälli lõpu pool, töödeldi minu ettepanekul selliselt, et sellele oleks võimalik kinnitada universaalfreespingi jagamispea jaotuskettaid ja pööramiseks vajalik käepide. Samuti kinnitati pingi hälli otsale laagriga konsool ja rõngas jagamise veovõlli teljesuunalise liikumise takistamiseks. Teades töölaua jagamise teo ja tiguratta vahelist ülekandearvu, mis tüüp 5B32 juures on $\frac{1}{84}$, võib freespingi jagamispea jaotusketaste komplekti abil häälestada töölauda täpselt soovitud arvuga üksikjagamisele. (Joonisel 14 on näidatud üksikjagamise mehhanismi kasutamine ketiratta freesimisel.)



Joon. 14.

N ä i d e.

Häälestada jagamisrakis 64 hambaga ratta töötlemiseks töölauda tigu-ajami ülekandearvu $\frac{1}{84}$ juures.

$$n = \frac{N}{z} = \frac{84}{64} = 1 \frac{5}{16}.$$

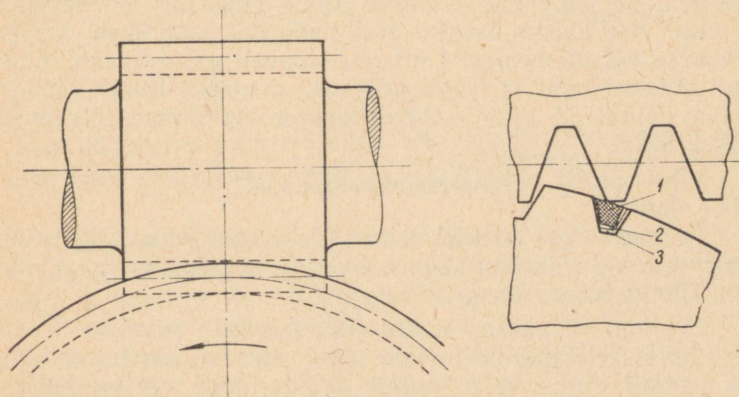
See tähendab, et jagamisel on vaja käepidet pöörata üks täisring ja peale seda asetada käepideme teravik jaotusketta 16-augulises ringis edasi 5 augu võrra.

Valemis esinevad tähistused:

- n — pöörete arv, mis on vajalik teha jagamisrakise käepidemega selleks, et pöörata töölauda vajaliku ringi osa võrra;
- z — võrdsete osade arv, milleks on vaja jagada tooriku ümbermõõt (hammasratta puhul hambalünkade arv);
- N — jagamise karakteristik, mis on jaotusmehhanismi ülekandearvu pöördväärtus.

5. TIGUFREESIDE TOOTLIKKUSE TÕSTMISEST.

Tigufreesi kasutamise efektiivsus oleneb tema asendist töödeldava ratta telje suhtes. Tavaliselt kinnitatakse tigufrees töödeldava detaili suhtes sümmeetriliselt



Joon. 15. Hammasratta lõikamine sümmeetriliselt asetatud tigu-freesiga, kui $z=40$. 1 — esimese hambaga lõigatava laastu rist-lõikepind; 2, 3 jne. — järgnevate hammastega lõigatud laastude rist-lõikepinnad.

(joon. 15). Lõigates frees sellise kinnitusviisi juures hammasrattaid, millel hammaste arv on suurem kui 30, langeb frees esimesele hambale väga suur koormus. Esimese hambaga lõigatud laastu paksus tuleb järgnevate hammastega lõigatud laastude paksusest nii mitu korda suurem, kui mitu lõikehammast on tigu-freesi ühel ringil.

Nii näiteks lõikab freesi esimene hammas laastu paksusega 0,25 kuni 0,3 mm. Kuna harilikult on freesil 10 lõikehammast, siis eraldavad samal ajal freesi ülejäänud lõikehambad 10 korda õhema, s. o. 0,02—0,03 mm paksusega laastu. Seda võime alati märgata paljuhambaliste rataste töötlemistingimustes, kus frees töötab muutuva koormatusega. Sellest tingituna määratakse kasutatav ettenihe ainult freesi esimese lõikehamba koormuse põhjal. Kuna koormus lõikehammastele on ebaühtlane, siis ei võimalda selliselt ülesseatud frees suurendada lõikerežiime.

Freesi hammaste ebaühtlane koormus põhjustab iga lõikehamba tagatahu erinevat kulumist. Rohkem kulub esimene lõikehammas, kuna teiste hammaste juures on kulumine vähem märgatav.

Freesi hammaste ebaühtlase koormuse korral on võimsuse kulu lõikamisel suurem, võrreldes juhuga, mil freesi kõik hambad eraldavad metalli ühtlaselt. See seletub sellega, et lõikamise erisurve (lõikejõud, mis on tarvilik 1 mm² ristlõikega laastu eraldamiseks) suureneb laastu paksuse vähenemisega. Ühtlasi alanevad märgatavalt lubatud lõikerežiimid ja freesi püsivus, olenevalt freesi, töödeldava detaili ja pingi vibreerimisest ebaühtlase lõikeprotsessi tõttu.

Vibreerimist põhjustab samuti ka suhteliselt väike ettenihe, kuna:

1) freesi igal pöördel esineb järsk ebaühtlus lõikamisel, sest esimese lõikehambaga eraldatakse paksem laast kui ülejäänud hammastega;

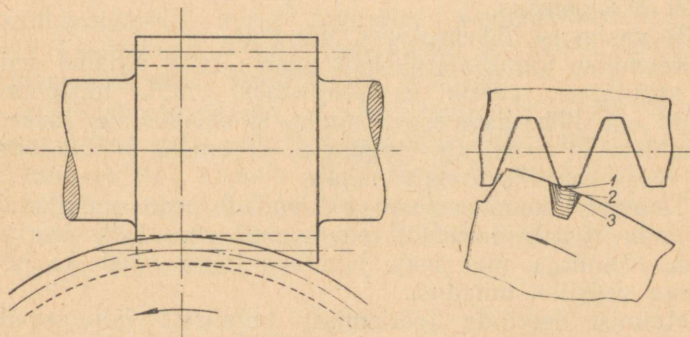
2) väga õhukese laastu eraldamisel toimub freesi hamba sisselõikumine metalli alles siis, kui hamba esitahu ja metalli pinna vahel mõjub radiaaljõud, mis on küllaldane purustama kalestunud metalli pinnakihti. Seetõttu libiseb freesi hammas enne metalli lõikumist mõni aeg metalli pinnal ja põhjustab freesi eemalesurumist koos kinnitustorniga ning hammaste tagatahkude suuremat kulumist.

Paljuhambaliste rataste koorimisel tuleb kasutada väikseid ettenihkeid, kuigi see põhjustab lõikeriista lühikese püsivusaja.

Et luua harilikule tigufreesile soodsamaid koorimistingimusi sirge- ja spiraalhammastega rataste lõikamisel, võtsin Uraali masinaehitustehase mitmel pingil töötaja,

Stalini preemia laureaadi, novaatori-hambafreesija V. T. Ponomarevi eeskujul kasutusele ebasümmeetrilise tigufreesi kinnitusviisi. Sellise kinnitamisviisi puhul asetseb suurem osa tigufreesi lõikehambaid eespool töödeldava detaili telgtasapinda, kuna ainult üks täisprofiiliga hammaste ring asub telgtasapinna taga (joon 16).

Kasutades lõikeriista ebasümmeetrilist paigaldamist võin lõikamisel suurendada ettenihet ligi 30% võrra, samal ajal suureneb tunduvalt ka freesi püsivusaeg lõikehammaste palju ühtlasema kulumise tõttu.



Joon. 16. Hammasratta lõikamine ebasümmeetriliselt asetatud tigufreesiga, kui $z = 40$. 1, 2, 3 jne. — freesi üksikute hammastega lõigatud laastude ristlõikepinnad.

Paremaid tulemusi olen saavutanud tigufreesi nihutamisega silindriliste hammasrattaste töötlemisel moodulitega 6 kuni 12 mm ja hammaste arvuga üle 30-ne.

Tuleb aga silmas pidada, et siin on vajalik veel teistkordne hammasratta töötlemine vastassuunas nihutatud tigufreesiga, kuna muidu hamba profiil ei tuleks õige.

6. JAHUTUSVEDELIKE KASUTAMISEST.

Hammaste töötlemise lõikeprotsessis omab jahutamine väga olulist tähtsust. Laastude eraldumisel töödeldavast materjalist tekib niipalju soojust, et puuduliku jahutamise korral lõikeriista hammaste lõikeservad kuumenevad ülemäära, mistõttu hammaste kõvadus väheneb ja lõikeriist kiiresti nürineb.

Lõikeriista jahutamiseks ja hõõrdumise vähendamiseks

seks laastu lõikamisel on soovitav kasutada jahutusvedelikku, mis omaks ka õlitava toime.

Jahutusvedeliku õlitav toime on vajalik selleks, et vähendada laastu eraldamisel hõõrdumist lõikeriista hamba esitahu ja laastu vahel. See loob laastu palju soodsama kujunemise võimaluse ja vähendab vibreerimise tekkimist lõikeprotsessis.

Jahutusvedeliku valikul tuleb lähtuda järgmistest nõuetest:

- 1) jahutusvedeliku keemiline toime,
- 2) ökonoomsus,
- 3) vastavus lõikeprotsessi nõudeile.

Keemilise toime seisukohalt peab silmas pidama seda, et kasutatav vedelik ei põhjustaks pingi, töödeldava detaili ega lõikeriista roostetumist, ei moodustaks raskesti eemaldatavat sadet ega laguneks, ei omaks halba lõhna ega oleks kahjulik töötaja nahale.

Terasest hammasrataste töötlemisel pean soovitavaks kasutada 10% mineraalõli emulsiooni vees kaltsineeritud sooda lisandiga, mis peale jahutava toime omab ka häid õlitava vedeliku omadusi.

Malmist detailide töötlemisel tavaliselt jahutusvedelikku ei kasutata. Malmi lõikamisel tekib väga palju tolmu ja purutaolisi laaste, mis jahutusvedelikuga töötamisel ummistaks ning määriks pingi, rakised, jahutusvedeliku torustiku jne.

Ajakaod puhastamisel ja korrastamisel on märgatavalt suuremad kui ajavõit kõrgemate lõikerežiimide arvel.

Jahutusvedeliku kasutamisel tuleks juhtida selle juba nii, et see uhuks minema freesi hammaste vahedesse kogunenud laastud ega laseks neil uuesti lõiketsooni sattuda. Lõiketsooni sattudes jäävad laastud hamba ja töödeldud pinna vahele, nühivad, kriimustavad ja püüavad kinni kiiluda, mille tulemusena saame väga halva kvaliteedilise töödeldud pinna.

Töödeldes ühel ja samal pingil väga erinevate profiilmõõdetega hambalünki, on kasutatavad lõikeriistad samuti erimõõtelised. Erinevatele lõikeriistadele soodsate jahutustingimuste loomiseks kasutan laias ulatuses reguleeritavat jahutusvedeliku väljavoolu suudmikku.

Teadlik ja õige suhtumine hammaste töötlemise lõikeprotsessi jahutusküsimustesse võimaldab märgatavalt tõsta lõikerežiime, ilma et väheneks lõikeriista püsivus.

7. HAMBAREESPINKIDE VARUSTUSE TÄIUSTAMISEST.

Hambafreespinkide varustuse komplekti kuulub mitmesuguseid töötlemise ning kinnitamise-paigaldamise raki-seid. Viimased võivad olla normaalsed või spetsiaalsed, mis on kohandatud ainult teatud kindla detaili töötle-miseks.

Universaalhambafreespingi juures osutuvad põhilisteks normaalsed töötlemisraki- ja tangentsiaal-ettenihkesupordid ning tagumine sammastuetustsenter, mida kasutatakse võllhammasratade ja teiste detailide töötlemiseks, mille kinnitustorn pole jääk.

Tuleb silmas pidada, et alati oleks käepärast vajalik varustus teenindatavate hambalõikepinkide jaoks. Sellega väldime asjatut ajakulu pingi töökorda seadmisel.

Alljärgnevalt peatume enamlevinenud varustuse liiki-del, mis omavad mõningaid praktilisi iseärasusi hamba-lõikamise seisukohalt.

a. Vahetushammasrattad.

Igal hambafreespingil on häälestamiseks kasutada keskmiselt kuni 100 vahetushammasrattast. Pingi kiireks ja vigadeta häälestamiseks tuleb vahetushammasrattad hoida töökohal korralikult püramiidi laotuna.

Nagu praktika näitab, on terasest vahetushammas-rattad kulumisele palju vastupidavamad kui malmist. Viimased kuluvad tööprotsessis kiiresti ja muudavad pin-gis tsirkuleeriva õli sogaseks. Malmi tolm määrdelise põhjustab aga pingi osade enneaegset kulumist.

Kulunud vahetushammasrattad ja nende puksid peab õigeaegselt asendama uutega. Kulunud osad võivad põh-justada pingi avariid, lõikeriista purunemist ja praaktoe-teid.

Häälestamise vahetusratade eea pikendamiseks on soovi-tav kasutada suuremaid hammasrattaid, kuna need pöör-levad aeglasemalt. Väikesed vahetusrattad pöörlevad kii-resti ja nende kinnituspuksid kuluvad rutemini.

b. Freestornid.

Olenevalt töö iseloomust tuleb hambatöötlemiseks kasutatavate lõikeriistade tornid liigitada koorimistornideks ja silumistornideks. Liigitamine on tingitud sellest, et hammaste koorimistöötlemisel on lõikeriista torn palju raske- mates tingimustes kui silumisel ja kaotab kiiremini oma täpsuse.

Frees kinnitatakse freestornile vastavate distantspuksidega, mis on valmistatud väga hoolikalt. Pukside otspinnad peavad olema omavahel paralleelsed ja täpselt risti augu teljega. Otspindade mitteparalleelsus põhjustab freestorni paindumise freesi kinnitamisel ja lõikeriista vältimatu viskumise.

Kasutades korralikult ja täpselt valmistatud freestorne ning distantspukse, ei tohi unustada ka pingi töövõlli koonuspesa ega freestorni laagritapi tugilaagri korrasolekut. Lõikeriista kinnitamisel supordisse peab eelnimetatud osad enne lapiga hoolikalt puhastama.

c. Kinnituspoldid ja võtmed.

Töötlemise ettevalmistuseks kuluv aeg oleneb samuti töökoha juurde kuuluvate kinnitusvahendite komplekssusest ja kvaliteedist.

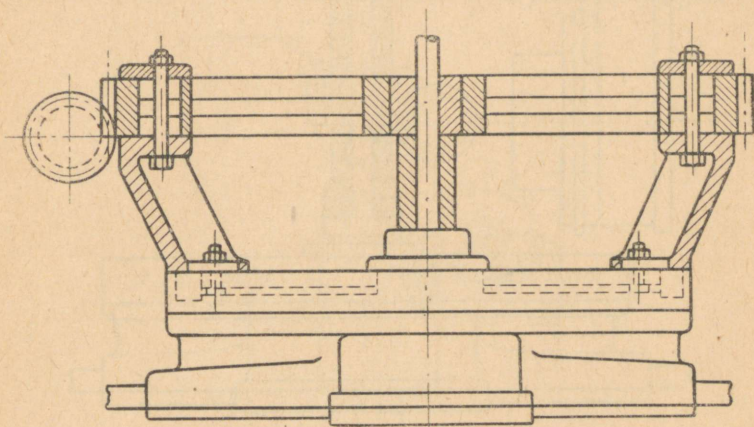
Enamik kinnituspolte on mõõdetelt standardsed ja neid peab olema igal pingil. Suurema partii detailide töötlemisel valmistatakse eripoldid, arvestades vastava töödeldava detaili, pingi töölaua ja rakise mõõteid. Kinnituspoltide projektimisel tuleb silmas pidada, et poltide peade ja mutrite mõõdete nomenklatuur ei oleks suur. Siis vajatakse töökohal vähem erinevate mõõdetega ja eritiüpi võtmeid.

Poltide ja mutrite valmistamiseks on soovitav kasutada karastatavat või tsementiidivat terast. Sellise materjali kasutamisel võib termilise töötlemisega anda kinnitusdetailide enam koormatud kohtadele (nagu keermed, mutrite tahud jne.) peale kõvaduse ka küllaldase sitkuse. Niisuguste poltide ja mutrite valmistamine on küll kallim, kuid eksploatatsiooni tingimustes osutuvad need vastupidavamateks.

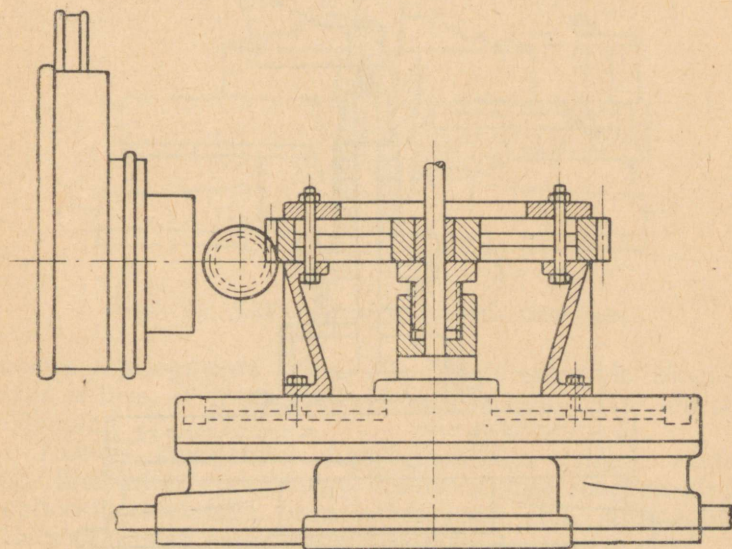
Poltide kinnitamiseks kasutatavad mutrivõtmed peavad vastama kinnitusdetailide mõõdetele. Tihti kaotavad töötajad palju tootlikku aega sobivate mõõdetega võtit otsides või oodates, kuni see kaastöötajal vabaneb. Selletõttu ongi vajalik, et iga pink omaks vastava komplekti kinnitusvõtmeid.

d. Kinnitusrakised.

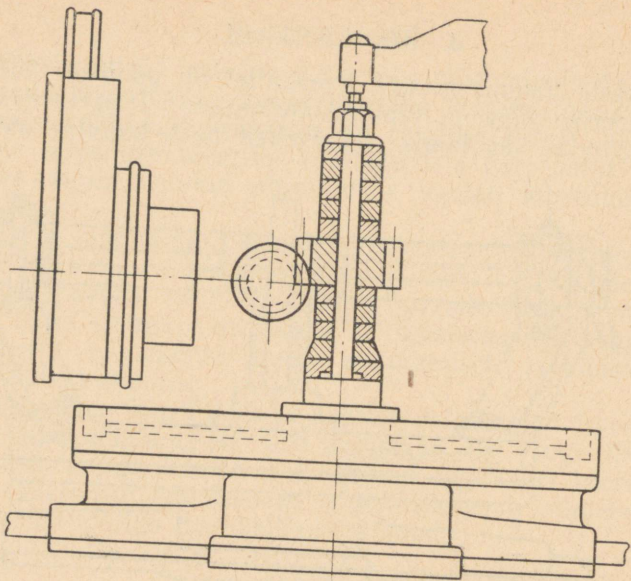
Täpsete hammasrataste freesimisel on põhilise tähtsusega tooriku õige ja täpne kinnitamine. Progressiivsete lõikerežiimide kasutamise seisukohalt peab kinnitus olema



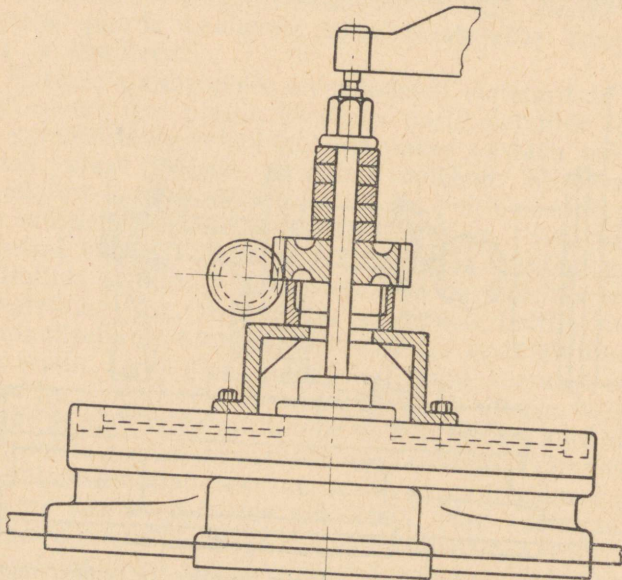
Joon. 17. Tugisegmentidele kinnitatud hammasratas.



Joon. 18. Hammasratta kinnitus tugisegmentide ja rummu reguleeritava toega.



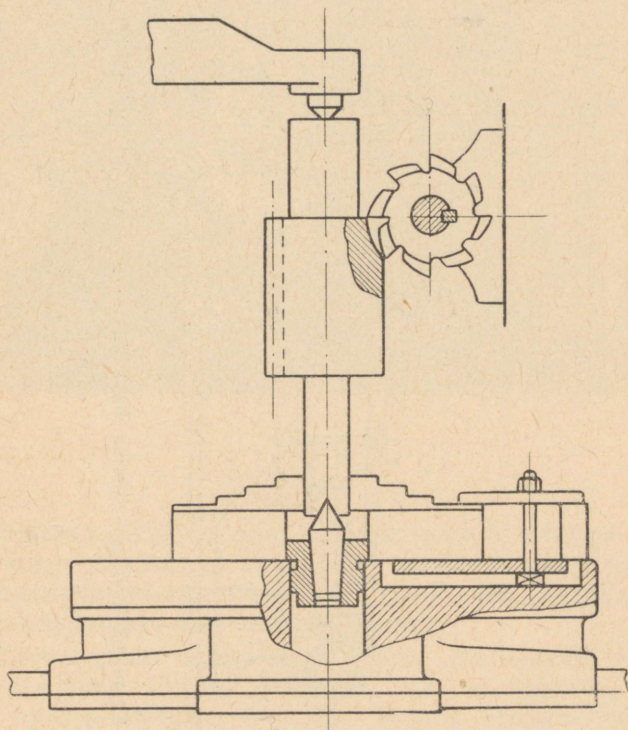
Joon. 19. Hammasratta kinnitus tsentreerimistorniga.



Joon. 20. Hammasratta kinnitus tugisegmentidele tsentreerimistorniga.

küllalt jäik. Toortükide kinnitamiseks kasutan mitmesuguseid universaalseid rakiseid, mis on ökonoomsed valmistada individuaaltootmise seisukohalt.

Detailide töötlemisel, mille mõõted ühtivad pingi töölauda omadega või on nendest suuremad, kasutan paigalda-



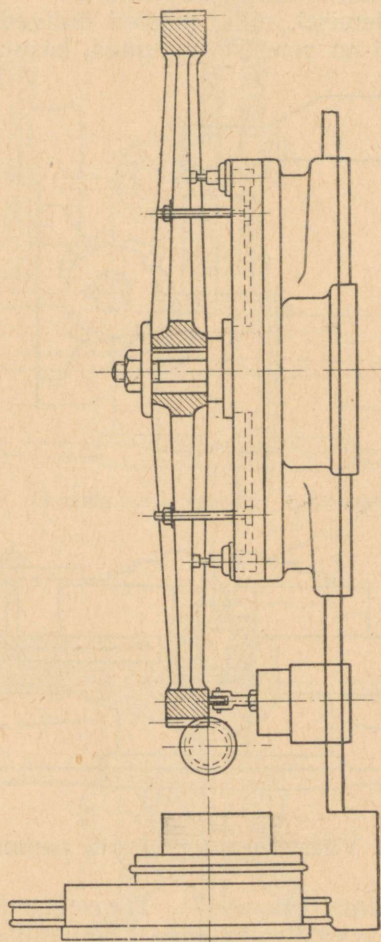
Joon. 21. Völlhammasratta kinnitus tsentritele.

miseks tugisegmente (joon. 17). Tugisegmentide kõrguse valin sellise, et frees hambalüngast väljumisel ei löikuks töölauda.

Tooriku kinnitamine tugisegmentidele toimub vastavate klambrite ja klotsidega. Tsentreerimise sooritan pingi juhttornil asetatava tsentreerimispuksi abil, mille välisläbimõõt vastab ratta rummu augule.

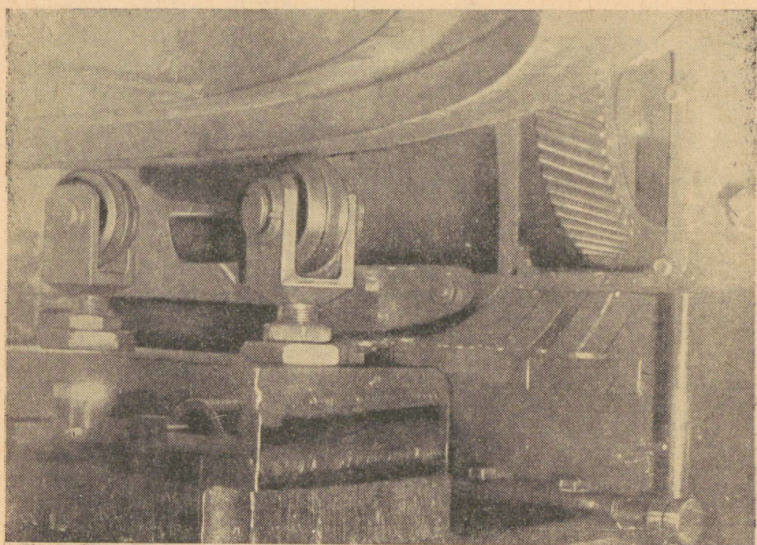
Universaalseks paigaldamisrakiseks on hammasrattarummu reguleeritava kõrgusega tugirakis, mida kasutan

jäiga konstruktsiooniga hammasrataste töötlemisel, et vältida nende deformeerimist ja vibreerimist (joon. 18).



Joon. 22. Suure läbimõõduga tooriku toetamine reguleeritavate tugirullidega.

Väikeste mõõdete ja mooduliga hammasrattad kinnitatakse pingi tsentreerimistornile (joon. 19). Distantpukside kasutamisega annab toorikule sellise kõrguse, mis väldib freesi hambalüngast väljumisel supordi kokkupuute pingi töölauga.



Joon. 23.

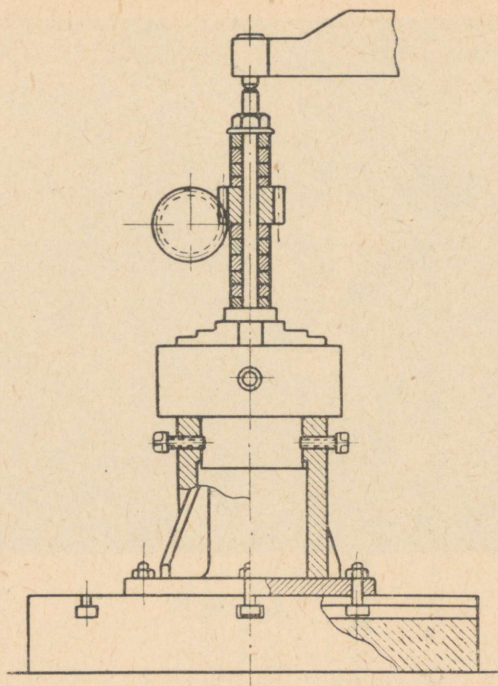
Väiksema läbimõõduga, kuid suurema mooduliga hammasrataste töötlemisel kasutan tooriku tsentreerimiseks ja kinnitamiseks tsentreerimistorni (joon. 20). Küllaldase jäikuse saamiseks kasutan tugisegmente.

Mitmesuguste võllhammasrataste töötlemisel toetan ühe otsa pingi töölauda keskavas asuvale tsentrile, teise otsa aga sammastoe tsentrile. Detaili kaasavedamiseks kasutan neljapakilist padrunit (joon. 21).

Töödeldes hammasrattaid, mille läbimõõt ületab tunduvalt pingi töölauda mõõted, kasutan ratta pöia toetamiseks reguleeritavaid tugirulle (joon. 22, 23), mis tagavad soovitava jäikuse hammaste lõikekohas.

Väikese läbimõõdu ja mooduliga hammasrataste lõikamisel, mille augu läbimõõt on väiksem kui standardsetel tsentreerimistornidel, kasutan tsentreerimiseks spetsiaalselt valmistatud torni.

Et saavutada küllaldast jäikust ka väikeste torni läbimõõtude juures, kinnitan torni ühe otsa isetsentreerivasse



Joon. 24. Väikese rummuavaga hammasratta kinnitamine.

padrunisse, kuna torni teise otsa toetan pingi sammastoe tsentrile (joon. 24).

Isetsentreeriva padruni kinnitan koos erialusega pingi töölauale.

8. HAMBALÕIKE TIGUFREESIDE TERITAMISEST.

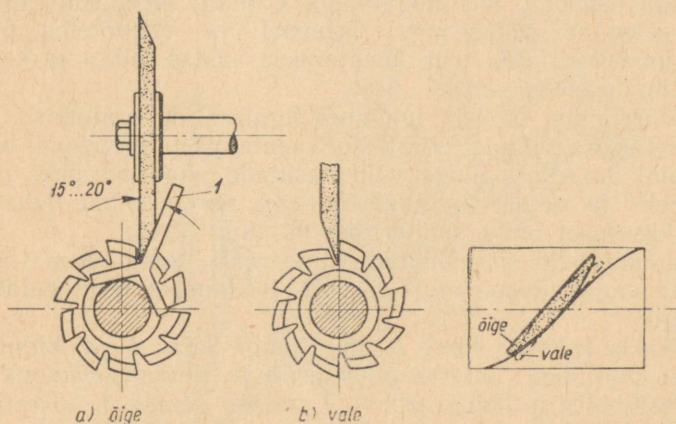
Hambalõike tigufreesid (peale koostatavate) valmistakse kukaldatud hammastega, mistõttu neid teritatakse hammaste esitahkudelt. Tigufreesi teritamine on väga vastutusrikas operatsioon, mis peab toimuma selliselt, et oleks tagatud freesi lõikeelementidele antud geomeetria püsivus.

Joonisel 25, a on näidatud teritamise põhimõtteline skeem. Teritamine peab toimuma tingimata taldrikkäia

koonilise küljega (joon. 25, *a*). Teritamine käia sirge küljega (joon. 25, *b*) on lubamatu, kuna freesi hammaste esitahu teritamisel piki spiraalset soont lõikuks käia sirge külg hammaste esitahku, nagu näha joonisel 25 joonpunkt-joonega kujutatud käia ristlõikest, ja hamba profiil oleks rikutud.

Käia koonilise küljega teritamisel puudutab see tigu-freesi kumera küljega ja hamba profiili rikkumine on välditud (joon. 25, täisjoonega näidatud käia ristlõige).

Tigufreeside teritamisel võivad freesi hamba profiilis tekkida hälbed, mis kanduvad üle lõigatava hammasratta



Joon. 25. Käia asendi skeem tigufreesi esitahu teritamisel.

hamba profiilile. Hälvete tekkimise põhjusi võib kokku võtta järgnevalt:

1. Ebaühtlus freesi übermõõdul olevate hammaste sammus, mis tekib siis, kui hambavahede jagamine toimub teritamisel ebaühtlaselt. See põhjustab freesi hammaste ebaühtlase töötamise ja valmistatavate hammasrattaste ebatäpsuse.

2. Esitahu suuna hälve radiaalsuse suhtes ükskõik kummale poole annab tigufreesi hambale vale profiili. Lõigates hammasrattaid sellise tigufreesiga, mille lõikehammaste esitahud on paisutatud või nõgusad, saame ebatäpse hambaprofiiliga hammasrattad.

3. Freesi spiraalsoone hälve teoreetilisest sirgjoonest põhjustab tigufreesi lõikehamba profiili moonumise.

Kõik loetletud ebatäpsused on välditavad. Peale tigu-
freeside teritamist tuleb neid kontrollida. Lubatud hälbed
tigufreesidele on määratud ГОСТ 2973-45.

Tööriista- ja teritustsehhide praktikas kasutatakse järg-
misi teritamiskiisi:

- 1) teritamine eripingil;
- 2) teritamine universaal-terituspingil erirakise kasuta-
misega;
- 3) käsitsi teritamine.

Ülalloetletud teritamiskiisidest täpsemaks ja parimaks
osutub esimene, mis nõuab aga eripingi olemasolu, mille
muretsemine väiksematel tehastel ja ettevõtetel pole
ratsionaalne, kuna teda kasutatakse aastas harva ja koor-
mustegur oleks väike.

Võrdlemiskiisi täpseid tulemusi tigu-
freeside teritamisel on võimalik saavutada erirakise kasutamisel universaal-teri-
tuspinkidel. Neid pinke võib kasutada väga mitmeks ots-
tarbeks ja nende koormustegur on parem. Meie tehases
on kasutusel universaal-terituspink tüüp 3A64.

Joonisel 26 on näidatud lihtne rakis, mida kasutatakse
mitte väga täpsete tigu-
freeside teritamisel eelnimetatud
pingil.

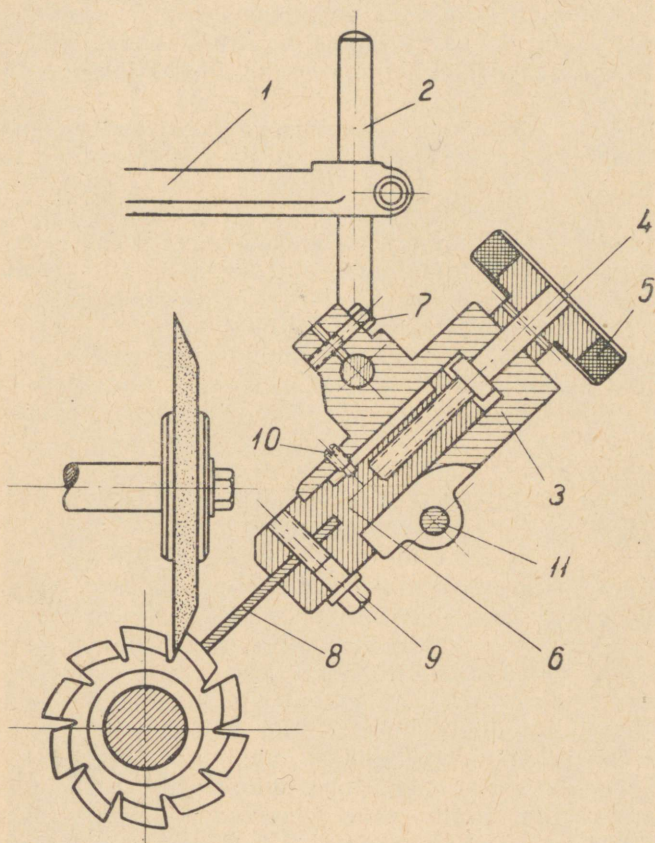
Rakis koosneb toest 1, mis paigaldatakse ja kinnita-
takse poltidega universaal-terituspingi lihvimispea pukile,
konksutaolisest hoidevardast 2, rakise kerest 3, tõkestaja
hoidjast 6, käigukruvist 4, käepidemest 5 ja tõkestajast 8.
Rakise kere seatakse hoidevarda painutatud otsale ja kinni-
tatakse poltidega 7. Käigukruvi 4 ja käepideme 5 abil liigu-
tatakse keres tõkestaja hoidjat, kusjuures kruvi 10, mis
liigub tõkestaja hoidja nuudis, takistab selle ringliikumist.
Tõkestaja hoidja 6 asendit fikseeritakse kruviga 11.
Tõkestaja 8 asetatakse tõkestaja hoidja 6 pilusse ja kinni-
tatakse kahe kruviga 9.

Sellele rakisele on ette nähtud komplekt mitmesuguse
laiusega tõkestajaid, kusjuures tõkestaja laius valitakse
vastavalt teritatava freesi hambasammule. Kasutatava
tõkestaja laius ei tohi olla väiksem kui freesi kahe hamba-
niidi samm.

Tigu-
freesi teritamine ülalnimetatud rakisega toimub
järgmiselt:

1. Taldrikukujuline lihvimiskäi kinnitatakse pingi lih-
vimispea spindli pikendusele.

2. Käia kooniline külj silutakse õgvendamisrakisesse kinnitatud tehnilise teemandi või teemant-metalse pulgaga sirgeks.



Joon. 26. Tõkestaja kasutamine tigufreesi teritamisel.

3. Teritav tigufrees kinnitatakse tornile. Torn seatakse pingi eesmisele ja tagumisele tcenterpukile.

4. Šablooni 1 abil (joon. 25, a) seatakse teritav frees käia suhtes õigesse asendisse ja lihvimispea pööratakse freesi otsale märgitud soone kaldenurga võrra.

5. Pingi lihvimispea pukile kinnitatakse tugi 1 (joon. 26).

6. Toe 1 auku kinnitatakse hoidevarb 2, millel asetseb rakise kere 3 koos tõkestajaga.

7. Kere 3 pööramisega hoidevarval ning tõkestaja hoidja 6 reguleerimisega käepideme 5 abil saavutatakse kontakt tõkestaja ja teritatava tigufreesi kukaldatud hammaste tagatahkudega. Lõplik asend fikseeritakse poldi 11 kinnitamisega.

8. Pingi töölaua pikiliikumisega pöörleva lihvimiskäia suhtes sooritatakse freesi hammaste järkjärguline teritamine.

9. Freesi ettenihe lihvimise sügavusele toimub tõkestaja hoidja 6 liigutamisega käepideme 5 keeramise abil, kusjuures polt 11 tuleb enne lahti keerata.

Tigufreesi teritamine käsitsi on väga ebatäpne ja seda võib sooritada ainult kõrge kvalifikatsiooniga teritaja.

Meie tehases teritatakse kulunud tigufreesid tsentraliseeritud korras tööriistatsehhi teritusjaoskonnas, mis tagab hambatöötlemise lõikeriistade õige geomeetria ja korrasoleku.

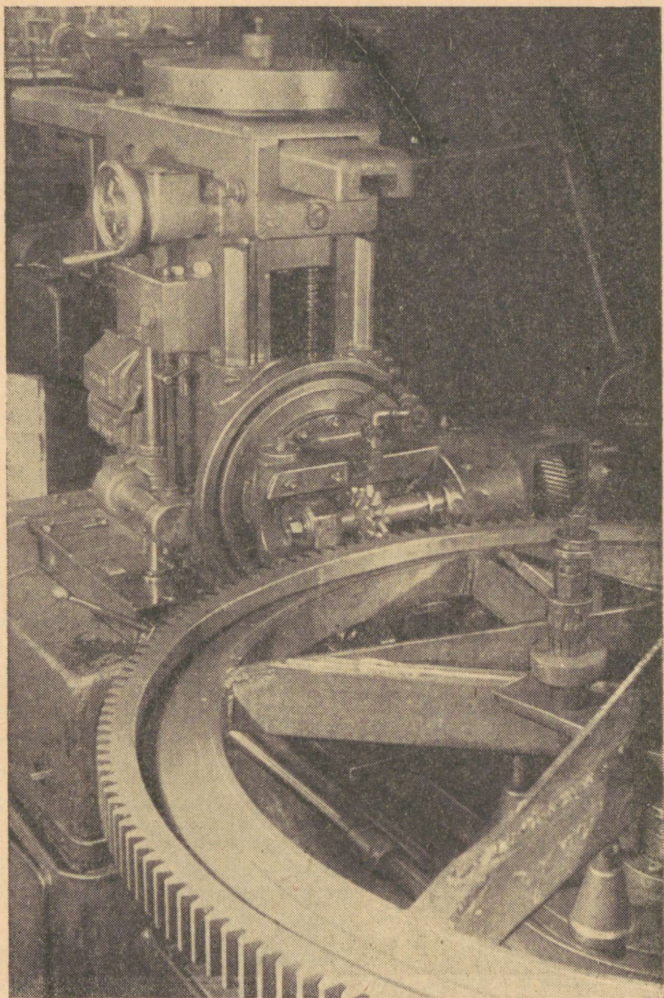
9. SILINDRILISTE HAMMASRATASTE LÖIKETÖÖTLEMISEST.

Mõni aasta tagasi võisin oma kasutada oleval tööpingipargi baasil töödelda hammasrattaid mooduliga kuni 8 mm, kusjuures töödeldava ratta maksimaalne läbimõõt ei võinud ületada 750 mm. Nagu juba varem mainisin, võimaldasid minu poolt rakendatud pinkide konstruktsiooni täiendused lõigata hammasrattaid välisläbimõõduga kuni 1750 mm ja mooduliga kuni 20 mm.

Töödeldes valandite puhastamise liivapritsi töölaua hammasrattast, pidin selle hambad lõikama pikendatud sängiga hambafreespingil HF-8 üksikjagamise põhimõttel, sest ratta välisläbimõõt oli 1620 mm ja moodul 9 mm. Rattal oli 178 hammast.

Töömahukuse vähendamiseks tuli mul luua soodsamaid töötlemistingimusi.

Suure läbimõõdu tõttu ulatus töödeldava ratta pöid rohkem kui 500 mm üle töölaua. Kinnitasin ratta poltidega ja toetasin kodarate alt reguleeritavate tugedega. Lisaks seadsin ratta pöia toetamiseks pingi supordi juurde reguleeritavad tugirullid (joon. 23 ja 27), millega kindlustasin vajaliku jääkuse freesimisel.

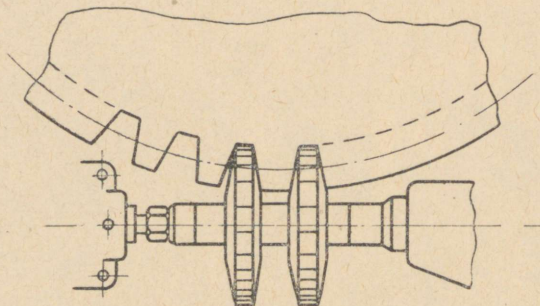


Joon. 27.

Hambalünkade ettekoorimisel kasutasin kahte ketasfreesi komplekti (joon. 27 ja 28). Varem sooritasin analoogiliste tööde juures ettekoorimise ühe ketasfreesiga.

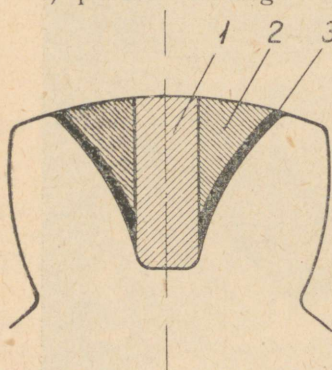
Uue meetodi rakendamisega vähenes freesi supordi töökäikude arv kaks korda, sest iga supordi töökäigu järel

tuli pöörata ratast edasi kahe hamba võrra. Kuigi kasutasin hambalütkade koorimisel kahe freesiga 20% väiksemat ettenihet kui ühe freesiga töötlemisel, saavutasin siiski ligi kahekordse tööjõudluse suurenemise järgmistel põhjustel:



Joon. 28. Hambalütkade ettekoorimine kahe ketasfreesiga.

- 1) töökäikude vähenemine kaks korda;
- 2) jagamiseks kuluva abiaja vähenemine ca 40%;
- 3) pärast töökäigu lõpetamist freesi löikeasendisse tagasiviimiseks ja töökäigu sisselülitamiseks kuluva abiaja vähenemine kaks korda.



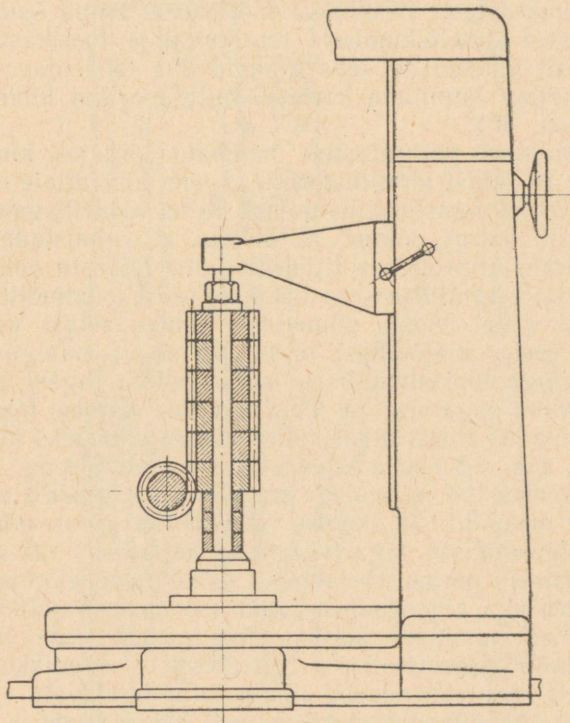
Joon. 29. Suure mooduliga hammasratta hambalünga töötlemise järjekord.

Hambalütkade ettekoorimisel jätan silumiseks hamba külgedele töötlusliisa 0,5 kuni 2 mm, olenevalt koorimisfreesi kujust ja hamba modulist. Kuna silumisfreesimisega antakse hambale õige profiil ja pinnapuhtus, siis sooritatan selle töö kergendamiseks hambalünga ettekoorimise kuni hamba täisprofiili sügavuseni või vähe enam.

Minu tööpraktikas on esinenud juhuseid, kus pidin hambafreespingil, millel tehnilise karakteristiku järgi on võimalik lõigata rattaid mooduliga kuni 8 mm, töötleva hammasrattaid mooduliga kuni 20 mm. Neil juhtudel kasutasin 14 mm ja suurema mooduliga hammaste lõikamisel järgmisi töökäike:

1. Hambalünga ettekoorimine ketasreesiga kuni täisprofiili sügavuseni koos hambatüve juures asuvate üleminekuraadiuste lõikamisega (joon. 29 pos. 1);

2. Hambalünga lõikamine vastava profiilreesiga silumifreesimise töötulisani (joon. 29 pos. 2),



Joon. 30. Mitme hammasratta üheaegne töötlemine hambafreesingil.

3. Hammaste profiilide silumine profiil- või lendfreesiga (joon. 29 pos. 3).

Varem töötlesin suure mooduliga hambaid kahe töö käiguga: esiteks lõikasin hambalünga ette ketasreesiga, siis töötlesin vastava moodulfreesiga mõõtu. Kasutades nüüd kolme töö käiku sain kõrgemate lõikerežiimide ja lõikeriista suurema püsivuse juures paremaid töötulemusi, keskmiselt 10% tööaja vähenemisega.

Kui hammasrattaid saab töödelda hambafreespinkidel rullumismenetlusega, siis kasutan hammaste lõikamiseks tigufreese. Kui töötlemistäpsus lubab, siis kasutan hamba mõõtu freesimiseks moodulite puhul kuni 6 mm ühte töö-
käiku, moodulite 6 kuni 12 mm juures aga kahte töö-
käiku: ettekoorimine ja mõõtu freesimine.

Hammasrattaste ükshaaval töötlemisel kulub üsna palju aega freesi sisselõikumisele toorikusse ja toorikust väljumisele. Et vähendada seda ajakulu ühe töödeldava detaili kohta, püüan kinnitada korraga mitu toorikut kinnitustornile (joon. 30).

Ekstraktori pörkrattastele hambaid lõigates kinnitasin korraga 10 ratast kinnitustornile. Igale pörkrattale oli vaja lõigata 72 lukustuslingi hammast. Kuna töödeldavate detailide partii suurus polnud küllaldane, et valmistada nende töötlemiseks eriprofiiliga tigufreesi, siis lõikasin neile hambad vastava profiilifreesiga üksikjagamise põhimõttel. Tööprotsessi vältel leidsin võimaluse, kuidas abiaja vähendamise-
ga veelgi tööjõudlust tõsta. Nii viisin esialgu pärast iga töö-
käigu lõppemist freesi algasendisse tagasi, sooritasin vajaliku jagamise ja alustasin uue hamba freesimist. Pingil puudus freesi algasendisse tagasiviimiseks kiirkäigu ajam ja ma pidin seda tegema käsitsi väntamisega. See on jõudu nõudev töö ja pealegi kulus selleks igakord aega 50 kuni 60 sekundit. 72 hamba lõikamiseks kulus mul aega freesi algasendisse tagasiviimiseks keskmiselt 66 minutit.

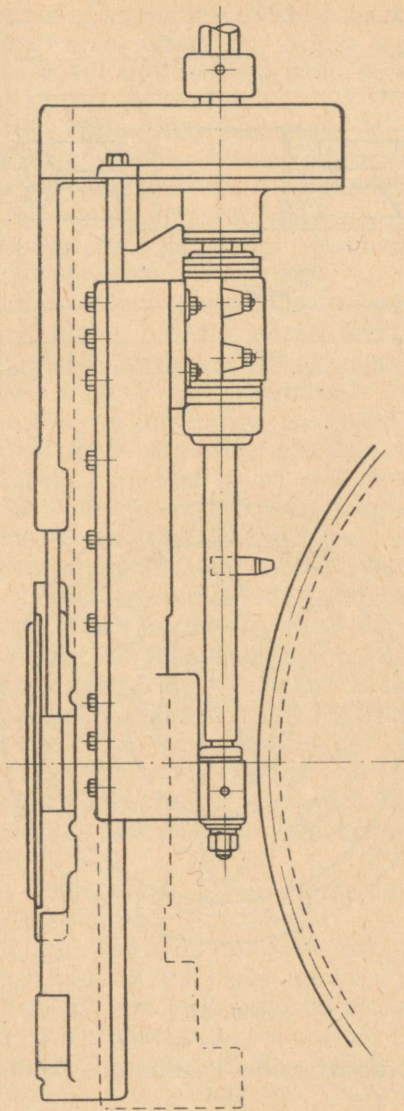
Otsustasin pärast ülevalt alla töö-
käigu lõpetamist freesi mitte üles viia algasendisse, vaid sooritasin vajaliku jagamise freesi alumises seisus ning pärast seda lülitasin lõikeriistale teisesuunalise — alt ülesse — ettenihkega töö-
käigu. Sellega vähendasin abiaja kulu tunduvalt.

Kasutades ettenähtust kõrgemaid lõikerežiime ja vähendas töötlemise abiaega miinimumini, suutsin täita töönormi ühel pingil keskmiselt 160%.

10. TIGURATASTE LÕIKETÖÖTLEMISEST.

Seeria- ja masstootmise tingimustes, kus töödeldavate ühetaoliste tigurataste arv on suur, kasutatakse nende lõikamisel spetsiaalseid silindrilisi ja koonilisi tigufreese.

Silindriliste tigufreesidega lõigatakse tigurattaid radiaalettenihkega, kooniliste tigufreesidega toimub hammaste lõikamine tangensiaalettenihkega.



Joon. 31. Teguratta hammaste lõikamine tangentsiaalsupordi ja lendfreesiga.

Individuaaltootmise ja remonttööde tingimustes, kus töödeldavate tigurataste nomenklatuur on väga lai ja ühetüübiliste arv väike, ei osutu kallihinnaliste ja keeruka

Meie tehase tootmistingimustes kasutan tigurataste lõikamisel lendfreese (joon. 31). Nende tööjõudlus on küll märksa väiksem kui tigufreesidel, kuid nende valmistamine on suhteliselt lihtne ja odav.

Mõnede töövõtete rakendamisega on ka lendfreesiga töötlemisel võimalik märgatavalt vähendada tiguratta lõikamiseks kuluvat masinaaega ja suurendada tööjõudlust. Nagu silindrilistele hammasratastele nii olen ka tiguratastele lõiganud suurema mooduliga hambaid kui pingi esialgne konstruktsioon seda ette nägi.

Nagu teada, on suure mooduliga mitmekäiguliste tigurataste valmistamine, millede hamba kruvijoone tõusunurk on suur, küllaltki töömahukas operatsioon. Tavalise tehnoloogia kohaselt toimub nende hammaste koorimis- ja silumislõikamine vastava mooduliga lendfreesi abil.

Valmistades meie vabariigi põlevkivibasseinile kolmekäigulist tiguratast mooduliga 20 mm ja hammaste tõusunurgaga $19^{\circ}28'$, oleksin endise tehnoloogia kohaselt kasutanud hammaste koorimisel lendfreesi, mis kinnitatakse hambafreespingi tangensiaalettenihke supordisse.

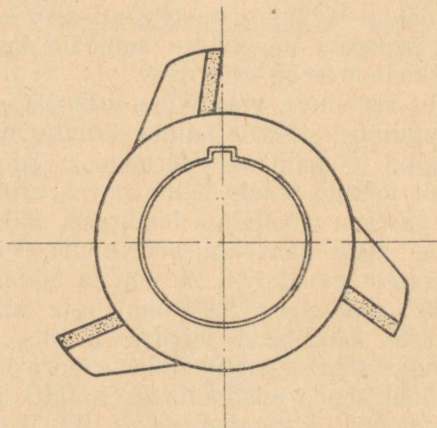
Püüdsin tööülesande ennetähtaegselt täita ja kasutasin koorimisoperatsiooni kiirendamiseks uut hambalünkade ettekoorimise viisi vastava ketasfreesiga. Selleks pöörasin pingi harilikku supordisse kinnitatud ketasfreesi tööjoonisel ettenähtud nurga võrra ja töötlesin hambalüngad üksikjagamisega ettenähtud sügavuseni.

Pärast hammaste ettekoorimist vahetasin supordi ja töötlesin tangensiaalettenihet kasutades lendfreesiga hambalüngad mõõtu. Sel viisil suutsin vähendada töötlemisega ligi 20%.

Tunduvat tööjõudluse tõusu võimaldab mitmeteraliste lendfreeside kasutamine.

Kord tuli mul töödelda malmist tiguratas (joon. 32), millele kolmekäigulise teo jaoks oli vaja lõigata 45 hammas mooduliga 12 mm ja kruvijoone tõusunurgaga $20^{\circ}33'$. Kasutades tiguratta lõikamiseks üheteralist lendfreesi, oleksin pidanud koorima esmalt ühe kolmandiku hammaste üldarvust esimeste töökäikudega. Järgmiste hammaste lõikamisel oleksin pidanud hambafreespingi töölauda iga kord jagamise abil nihutama ühe kolmandiku võrra tigu-võlli hambaniidi sammust. Analoogilised töökäigud oleksid kordunud ka hammaste silumislõikamisel.

Rakendades kolmekäigulist lendfreesi (joon. 33) vältisin asjatu ajakulu, mis oleks tekkinud hammaste töötlemisel eelkirjeldatud jagamist kasutades. Samuti vähenes masinaaeg, sest lõiketerale vajalike läbimiste kogupikkus lühenes ja kasutades lõikematerjalina kõvasulamit, võisid rakendada kõrgemaid lõikerežiime kui legeeritud terasest



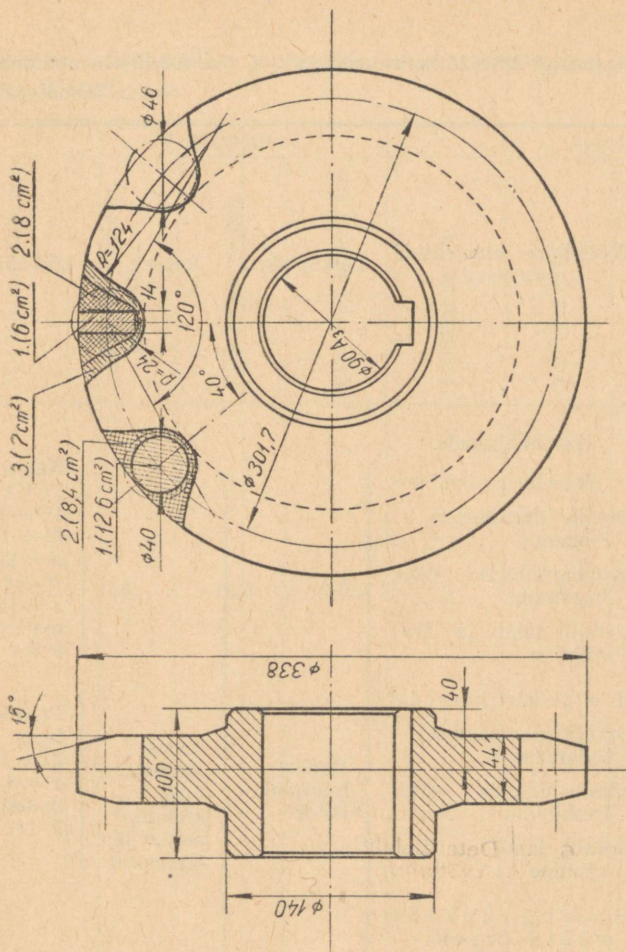
Joon. 33. Kolme kõvasulamist lõiketeraga rõngakujuline lendfrees.

lõikeriistaga. Võrreldes endise, üheteralise lendfreesiga lõikamise meetodiga võisid nüüd tööülesande täita kaks korda kiiremini.

11. KETIRATASTE LÕIKETÖÖTLEMISEST.

Tehases valmistatavatel toodetel esineb sageli konstruktiivseid sõlmi, kus jõülekanne toimub kettajamite kaudu. Et selliste tellimuste nomenklatuur ei oma tehases püsivat iseloomu, vaid alatasa muutub, siis on töödeldavate ketirataste sammud ja hambalünga profiilid väga mitmesugused.

Tavaliselt on tellimuse alusel töödeldavate ühesuguste detailide arv partiis suhteliselt väike, mis takistab kaas-aegse tehnika eesrindlike meetodite kasutamist, nagu ketirataste töötlemine rullumismenetlusel eriprofiilidega tigu-freeside abil. Oma kõrge tootlikkusega on see meetod



Joon. 34. Suurte hambalüünkadega ketiratas. $z = 9$. $f = 103,19$ ($4\frac{1}{16}$ ”).

võrdlemisi levinenud vennasvabariikide eesrindlikes tehases seeria- ja masstootmisel.

Töödeldes tehases valmistatavaid ketirattaid olen püüdnud leida ja rakendada meie tootmistingimustele vastavaid ratsionaalsemaid töömeetodeid.

Ketirataste hambalünga suurusest oleneb ka nende töötlemine. Väiksema hambalüngaga ketirattaid töötlen mõõtu ühe töökäiguga. Selleks kinnitan pingi supordi freestornile

Valuterasest CтЛ 25-4525 ketirataste ($z = 9, t = 103,19$) hambalünkade
endise tehnoloogilise

Töötlemise elemendi nr.	Töötlemise elementide nimetused	Lõikepink	Rakis	Lõikerist		
	Hambalünkade					
1.	I ettekoorimine Detaili kinnitamine töölauale	} Hamba- reespink HF-8	} Tsent- reerimise torn, kinnitus- poldid ja -klambrid	} Ketasrees ГОСТ 1669-45 $D = 110$ $d = 27$ $B = 14$ $z = 14$ materjal P 9		
2.	Hambalünkade ette- reesimine					
3.	Detaili lahti- ja ära- võtmine					
4.	II ettekoorimine Detaili kinnitamine töölauale			} Hamba- reespink HF-8	} Tsent- reerimise torn, kinnitus- poldid ja -klambrid	} Profiil- rees $D = 120$ $z = 8$ materjal P 18
5.	Hambalünkade ette- reesimine					
6.	Detaili lahti- ja ära- võtmine					
7.	Hambalünkade mõõtu freesi- mine			} Hamba- reespink HF-8	} Tsent- reerimise torn, kinnitus- poldid ja -klambrid	} Profiil- rees $D = 136$ $z = 9$ materjal P 18
8.	Detaili kinnitamine koos ülesrihtimisega					
9.	Hambalünkade mõõtu reesimine					
	Detaili lahti- ja ära- võtmine					

Operatiivaeg kokku $T_o = T_m + T_a = 201 + 66 = 267$ min.

Tabel 1.

freesimise tehnoloogiliste elementide loetelu autori poolt kasutatud protsessi järgi.

Lõikerežiimid					Aeg min.	
Töötlemise pikkus mm	Lõikeriista pöörete arv p/min.	Lõikekiirus m/min.	Ettenihke pöördede mm	Töökaikude arv	Masinaaeg T_m	Abiaeg T_a
44	56	19,3	0,26	9	49	6 12 3
44	45	17	0,22	9	63,5	6 12 3
44	45	19,2	0,17	9	88,5	9 12 3
Kokku					201	66

Valuterasest CrJI 25-4525 ketirataste ($z = 9$, $t = 103,19$) hambalünkade tehnoloogilise

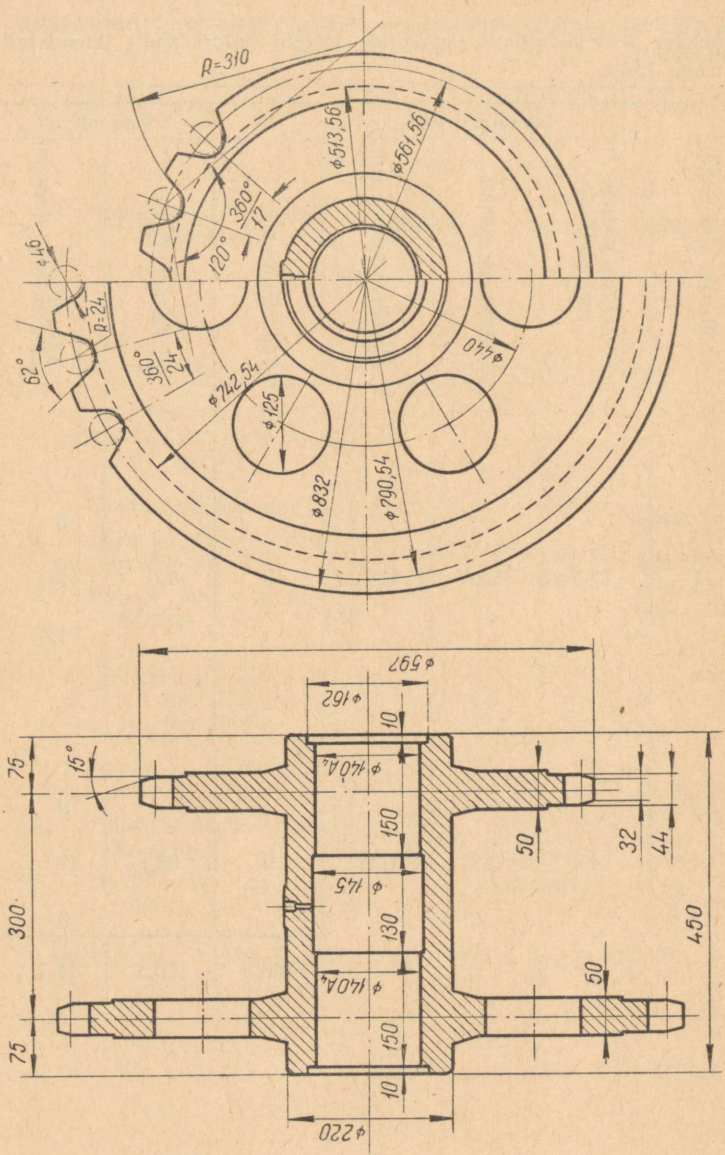
Töötlemise elemendi nr.	Töötlemise elementide nimetused	Lõikepink	Rakis	Lõikeriist
	I. Hambalünkade ettepuurimine			
1.	Detaili kinnitamine	} Radiaalpuurpink	Kinnituspolt ja klamber	Spiraalpuur ГОСТ 888-41 Ø 40 materjal P 9
2.	Hambalünkade ettepuurimine			
3.	Detaili lahti- ja äravõtmine			
	II. Hambalünkade mõõtu freesimine			
4.	Detaili kinnitamine koos ülesrihtimisega	} Hamba-freespink HF-8	Tsentreerimise torn, kinnituspolidid ja klambrid	Profiilfrees $D = 136$ $z = 9$ materjal P 18
5.	Hambalünkade mõõtu freesimine			
6.	Detaili lahti- ja äravõtmine			

Operatiivaeg kokku $T_o = T_m + T_a = 100,5 + 34,5 = 135$ min.

Tabel 2.

töötlemise tehnoloogiliste elementide loetelu autori poolt täiendatud protsessi järgi.

Lõikerežiimid					Aeg min.	
Töötlemise pikkus mm	Lõikeriista pöörete arv p/min.	Lõikekiirus m/min.	Ettenihe pöör'ele mm	Töökaikude arv	Masinaaeg T_m	Abiaeg T_a
44	130	16,3	0,4	9	12	3 6 1,5
44	45	19,2	0,17	9	88,5	9 12 3
Kokku					100,5	34,5



Joon. 35. Suurte hambalüünkadega kahepoolne ketiratas. $z = 24$; 17 . $t = 103,19$ ($4\frac{1}{16}''$).

kaks freesi, millest üks koorib hambalünga ette, kuna teine lõikab vajalikku profiili. Suurte hambalünkadega ketirat-
taid töötlen mitme töökäiguga, kasutades ettekoorimist ja
mõõtu silumist. Olenevalt hambalünga suurusest kasutan
ühe- või kahe-töökäigulist koorimist, millele järgneb hamba-
lünga mõõtu freesimine.

Kord tekkis tootmises kitsaskoht meie põlevkivibassei-
nile minevate ekstraktorite käitusseadiste valmistamisel.
Nende seadiste jaoks valatud ketiratstel ilmnisid hamba-
lünkade freesimisel valutühimikud, mis olid tekkinud valu-
peade süsteemi ebaõige asetuse tõttu.

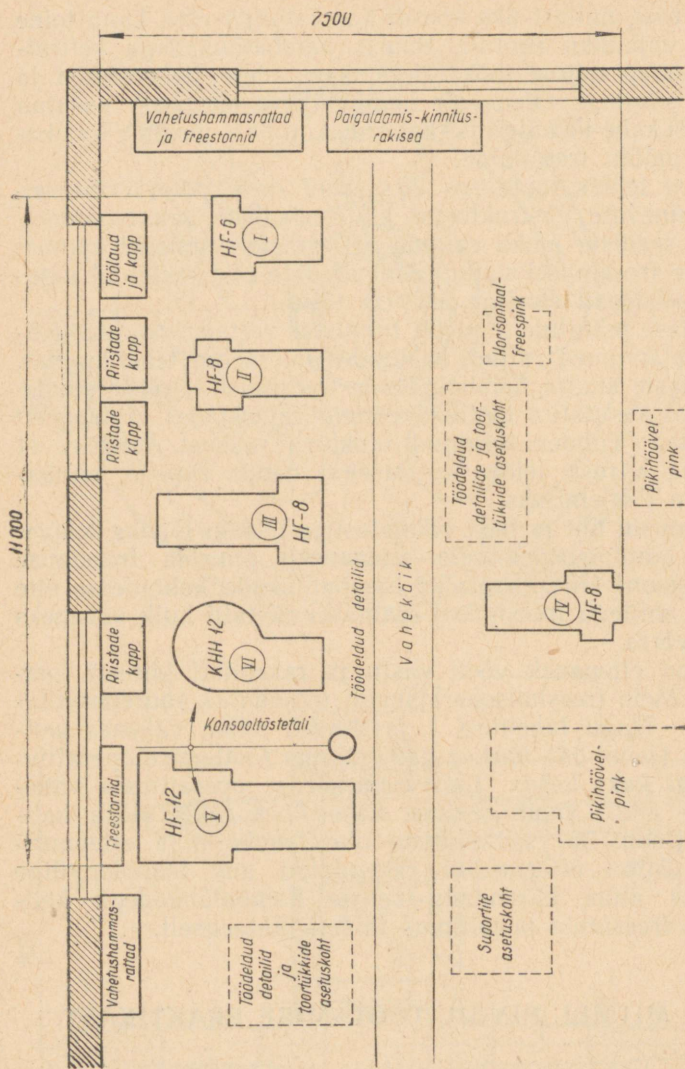
Tehase tehniline kontroll tunnistas rattad praagiks. Kii-
restil valati uued rattad, kasutades muudetud tehnoloogiat.
Ketirataste suurte hambalünkade freesimist ei oleks suude-
tud seni kasutatud töötlemisvõtteid rakendades tähtaegselt
lõpetada. Tundes tekkinud olukorra raskust, teadsin, et
on vaja kiiresti leida uus meetod nende rataste hamba-
lünkade töötlemiseks.

Kaalusin üht ja teist võimalust ja leidsin lõpuks sobiva.
Tegin administratsioonile ettepaneku puurida freesimise
operatsiooni kiirendamiseks hambalünkade kohtadesse ette
augud, millega freesimisel eraldatav metalli hulk väheneks
poole võrra.

Minu ettepanek võeti vastu ja rakendati kiiresti toot-
misse. Meie freesimisoperatsiooni tööjõudlus suurenes tundu-
valt. Nagu tabelitest 1 ja 2 võib näha, vähenes keti-
rataste (joon. 34) üheksa hambalünga töötlemise operatiiv-
aeg ligi kaks korda. Ligi kolmekordse operatiivaja vähe-
nemise andis sama seadise kahe ühes tükis oleva keti-
ratta (joon. 35) neljakümne ühe hambalünga ettepuuri-
mine. Minu ettepanekul rakendatud uus tehnoloogiline
protsess aitas kiirendada suurte hambalünkadega keti-
rataste freesimist ja tellimus täideti tähtaegselt.

12. MITMEL PINGIL TÖÖTAMISE PRAKTIKAST.

Meie tehase mehaanikatsehhis, kus töötan hambalõika-
jana, on hammasrataste töötlemiseks viis hambafreespink
ja üks hambahöövelpink. Hambafreespinkidest töötavad
kaks ainult poolautomaatselt rullumismeetodiga (HF-12 ja
HF-6), kolmel pingil (HF-8) võib pärast minu ettepane-
kute juurutamist lõigata hambaid universaalselt, s. o.



Joon. 36. Hambalõikepinkide aetusplaan tsehhis. 1) HF-8 universaalhambafreespingid, 2) HF-12 ja HF-6 poolautomaatsed hambafreespingid, 3) KHH-12 kooniliste hammasrataste höövelpink.

üksikjagamisega või poolautomaatselt rullumismeetodiga. Kooniliste hammasrataste höövelpink (KHH-12) lõikab hambaid poolautomaatselt kopeerimismeetodil (joon. 36).

Seeria- ja masstootmise tingimustes on töödeldavas partiis detailide nomenklatuur väike. Meie tehases tuleb

toota aga laia nomenklatuuri tõttu väga väikeste partiide juures alati erinevate mõõdetega detaile.

Vastavalt meie tehase tootmisprofiilile on vormistatud ka tootmise tehnilise ettevalmistuse dokumentatsioon. Nii kaasub iga detailiga vastavalt töötlemisfaasidele tööjoonisega varustatud tehnoloogiline marsruutkaart. Kaardile on märgitud üksikute operatsioonide järjekord, nende sooritamise üldkirjeldus, töötlemise normaeg, tööliik ning detaili iseloomustavad üldandmed.

Tingituna individuaaltootmise profiilist ja selle operatiivsusest ei kasutata meil detailide töötlemise operatsioonitehnoloogilisi kaarte, nagu neid kasutatakse seeria- ja masstootmisel. Operatsiooni sooritavaal töötajal puuduvad täpsemad instrueerivad juhised operatsiooni üksikute elementide järjekorra, tehnoloogiliste režiimide kui ka normaaja koostise kohta. Iga töötaja peab ise oma praktiliste töökogemuste varal koostama ja määrama parima tehnoloogilise järjekorra ning töötlemisrežiimi. Samuti ei kindlusta individuaaltootmise iseloom mitmel pingil töötajale töötlemiseks vajalike detailide pidevat juurdevoolu. See toob kaasa töökoormatuse ebahütluse. Seega oleneb mitmel pingil töötamisel seadiste kasutamise ja koormatuse tase ning üksikute töötajate tööviljakus peamiselt töötaja kvalifikatsioonist ja initsiatiivist.

Täites oma igapäevaseid tööülesandeid püüan need läbi viia üheaegselt mitmel pingil töötamisega. Olenevalt töödeldavate detailide hulgast, olen õige töö organiseerimisega suutnud teenindada kõiki kuut hambalõikepinkki. Oma mitmeaastase mitme pingi teenindamise praktikas on mul kujunenud kindlad reeglid tööülesannete täitmisel.

Asudes vahetuses tööle käivitan esmalt pingi, mis vajab häälestamiseks kõige vähem käsi-abitöö aega. Teised pingid rakendan tööle nende masinaaja kestvuse järjekorras, alates pingist, millel masinaaeg lõikamisel on kõige suurem.

Eriti tähelepanelikult suhtun neisse pinkidesse, millel on võimalik kasutada kõrgeid lõikerežiime. Tähelepanelik pinkide tundmaõppimine võimaldab mul hästi eraldada nende ebanormaalse töötamise tunnusmärke ja põhjusi. Võin kindlalt ja eksimatult öelda, kas pingid töötavad normaalselt või mitte. Sellega hoian ära pinkide ohtliku ülekoormamise.

Nagu teisedki töötlemisviisid, nii on vahel ka hamba-

lõikamine olnud tootmise kitsaskohaks. Olen siis eriti kriitiliselt suhtunud oma töösse, mõeldes vabal ajal kodus järele vahetuses kasutatud töömeetodite üle ja analüüsides tehtud töö otstarbekust. Peaaegu alati olen leidnud senisest progressiivsemaid töövõtteid esinenud raskuste ületamiseks.

Mitmel pingil töötamisel tekib vahel paratamatult ka mõne pingi tööseisak, kuna kõik käsitsi töötlemisajad ei ühtu alati pinkide masinaaegadega. Sel juhul teenindan esmalt pinke, mis rohkem limiteerivad tootmist, teises järjekorras teenindan vähemtähtsaid detaile töötlevaid pinke.

Meie tehas toodab väga mitmesuguseid tooteid, tihti üksikult või väikeste seeriatena. Seetõttu pole alati võimalik kasutada rullumismenetlust ja osa detaile tuleb töödelda ketasfreesiga üksikjagamise põhimõttel. Üksikjagamise kasutamine nõuab aga suhteliselt rohkesti käsiaega ja raskendab mitme pingi ratsionaalset teenindamist.

Püüan valida võimalikult niisugust tööjaotust, et üksikjagamisega töötlen ainult kahel lähestikku asetseval pingil, ülejäänud pinkidel aga töötlen rullumismenetlusega.

Üksikjagamise töövõtteid püüan läbi viia selliselt, et kui üks pink lõikab laaste, vântan teisel pingil, millel laastude lõikamine lõppes, tühikäigu tagasi ja pööran detaili ühe (kahe ketasfreesiga töötlemisel kahe) hamba võrra edasi. Uute tööde alustamist ja vastavate pinkide häälestamist püüan nii organiseerida, et ülejäänud pingid töötaksid. Pinkide seisuaaja vähendamiseks, kui osa pinke töötleb detaile üksikjagamisega, häälestan ja teenindan teisi pinke perioodiliste vaheaegadega.

Parema ülevaate saamiseks minu tööviisist mitme pingi teenindamisel esitan ühe tööpäeva töökäigu graafiliselt. Graafikus antud pinkide koormatust ei või võtta keskmisena, kuna see võib olla ka madalam, olenevalt töödeldavate detailide juurdevoolust kui ka töötlemise iseloomust.

Tabelis 3 on toodud ligikaudsed andmed tööülesannete kohta tööpinkide kaupa.

I hambafreespingil HF-6 olid detailid pinki pandud juba eelneval tööpäeval (10 minutit) ja töödeldud rullumismenetlusega 16 minutit 170-st minutist. Vaadeldaval tööpäeval oli vaja masinaaega hammaste mõõtu lõikamiseks rullumismenetlusega 154 minutit, detailide lahtivõtmiseks, ärapanemiseks ja pingi puhastamiseks laastudest 10 minutit. Sellele järgnes analoogiliste detailide töötlemine.

Tabel 3.

Hambalõike- pingi nimetus	Lõigatava detaili nimetus	Töövõtete kirjeldus	Masina- aeg	Käsitli- töötle- mise aeg
			m i n.	
1	2	3	4	5
I hambafrees- pink HF-6	Silindrilised hammasrattad. 5 detaili kor- raga kinnitatud. (Suurem partii — seega korduv üles- anne.)	Detailide võtmine ja pink kinnitamine	—	10
		Hammaste mõõtu lõika- mine rullumismenetlusega	170	—
		Detailide lahtivõtmine, ärapanek ja pingi puhasta- mine laastudest	—	10
K o k k u			170	20
II universaal- ne hamba- freespink HF-8	Silindriline hammasratas	Tööpingi häälestamine. Freesi ja freestorni kinni- tamine	—	18
		Detaili võtmine ja töö- pink kinnitamine. Freesi lõikesügavusele seadmine ja proovilaastu võtmine	—	12
		Hammaste lõikamine rullumismenetlusega	120	—
		Detaili lahtivõtmine, ära- panek ja pingi puhasta- mine laastudest	—	10
K o k k u			120	40
	Ketirattad. (Suurem partii — seega kor- duv ülesanne.)	Pingi häälestamine	—	15
		Detaili võtmine ja pinki kinnitamine	—	5

(järg)

1	2	3	4	5
		24 hambalünga üksikjagamisega mõõtu freesimine	à 8 kokku 192	—
		Käsiaeg üksikjagamisel	—	à 2 kokku 48
		Detaili lahtivõtmine, ärapanek ja pingi laastudest puhastamine	—	10
K o k k u			192	78
III universaalne hambafreespink HF-8	Ühekäiguline tiguratas	Supordi lahtivõtmine ja ärapanek. Tangensiaal-ettenihke supordi ülesseadmine ja kinnitamine. Ettenihke-, kiiruste, jagamis- ja diferentsiaalülakannete häälestamine. Lendfreesi kinnitamine ja lõikesügavuse seadmine	—	80
		Esimene koorimislõikamine	190	—
		Tangensiaalsupordi käitsi tagasiväntamine ja algasendisse seadmine. Lõikesügavuse seadmine	—	13
		Teine koorimislõikamine	205	—
		Tangensiaalsupordi käitsi tagasiväntamine ja algasendisse seadmine. Silumise lendfreesi kinnitamine. Lõikesügavuse kontroll ja seadmine	—	27

(järg)

1	2	3	4	5
		Hammaste silumislõikamine	200	—
		Hammaste kontroll. Detaili lahtivõtmine ja ärapanek. Pingi laastudest puhastamine	—	20
Kokku			595	140
IV universaalne hambafreespink HF-8	Ketirattad	Detaili võtmine ja kinnitamine	—	5
		Järgmise hambalünga jagamine	—	à 2 48
		24 hambalünga mõõtu freesimine üksikjagamisega	à 8 192	—
		Detaili lahtivõtmine ja ärapanek. Pingi puhastamine	—	10
Kokku			192	63
V hamba-freespink HF-12	Silindriline hammasratas	Ettenihke-, kiiruste ja jagamisülekannete häällestamine. Freesi ja freestorni kinnitamine	—	15
		Detaili võtmine ja tööpinki kinnitamine. Freesi lõikesügavusele seadmine ja proovilaastu võtmine	—	25
		Hammaste koorimisloikamine rullumismenetlusega	235	—

(järg)				
1	2	3	4	5
		Ettenihke- ja kiiruste ülekande häälestamine silumislaastuks	—	5
		Hammaste silumislöikamine	170	—
		Hammaste kontroll. Detaili lahtivõtmine, ärapane ja pingi laastudest puhastamine	—	20
K o k k u			405	65
VI kooniliste hammasrataste hõõvelpink KHH-12	Kooniline hammasratas	Ettenihke-, kiiruste ja jagamisülekannete häälestamine. Lõiketera kinnitamine	—	30
		Kopeeri kinnitamine	—	3
		Hambalünga põhjade laiuse lõikamine	210	—
		Kopeeri vahetamine ja uue kinnitamine	—	4
		Lõikesügavuse seadmine hammaste ühe külje koorimiseks	—	3
		Hammaste ühe külje koorimislöikamine	245	—
		Lõikesügavuse seadmine hammaste teise külje koorimiseks	—	4
		Hammaste teise külje koorimislöikamine	245	—

(järg)

1	2	3	4	5
		Lõikesügavuse seadmine silumislõikamiseks. Lõikekiiruste ja ettenihke-ülekannete häälestamine	—	12
		Hammaste ühe külje silumislõikamine	180	—
		Lõikesügavuse seadmine hammaste teise külje silumislõikamiseks	—	4
		Hammaste teise külje silumislõikamine	180	—
		Hammaste kontroll. Detaili lahtivõtmine, ärapanek ja pingi laastudest puhastamine	—	20
		Kokku	1060	80

II universaalhambafreespingil HF-8 eelneval tööpäeval alustatud silindrilise hammasratta freesimiseks rulumismenetlusega oli vaadeldaval tööpäeval vaja veel 92 minutit 120-st minutist ja siis tuli pärast töödeldud detaili mahavõtmist (5 min.) pink ümber häälestada ketirataste töötlemiseks üksikjagamisega.

III universaalhambafreespingil HF-8 oli eelneval tööpäeval esimesest koorimisilõikamisest teostatud 72 minutit 190-st minutist.

IV universaalhambafreespingil HF-8 oli eelneval tööpäeval ketiratta 24 hambalüngast üksikjagamisega mõõtu freesitud ainult üks hambalünk.

V hambafreespingil HF-12 oli eelneval tööpäeval töö lõpetatud ja vaadeldaval tööpäeval tuli tööpink kohe ümber häälestada silindrilise hammasratta töötlemiseks.

VI kooniliste hammasrataste hõõvelpingil KHH-12 oli eelneval tööpäeval koonilise hammasratta hambalünkade põhjade laiuse lõikamise masinaaja 210 minutist teostatud 76 minutit.

Tööd alustades lülitasin tööpingid I, II, III ja VI järjekorras käiku, siis pärast üksikjagamise teostamist IV tööpingil hakkasin häälestama V hambafreespinkki HF-12.

Järgnevalt kulges töö joonisel 37 näidatud graafiku alusel.

Nagu nähtub graafikust, olid vaadeldaval tööpäeval ajakaod käsitöövõtete ühtelangemise tõttu I pingil 5%, II — 10%, III — 4%, IV — 1%, V — 3% ja VI — 1%.

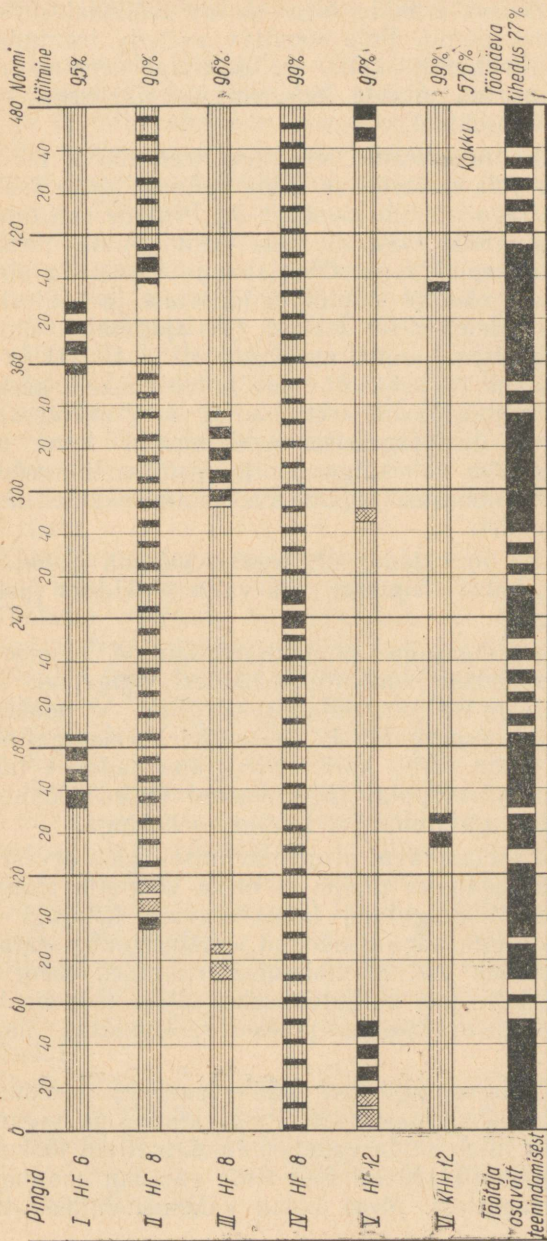
Võttes aluseks tabelis 3 toodud ajanorme oli normitaitmine vaadeldaval tööpäeval 576%. Minu tööpäeva tihe-
dus aga oli ainult 77%. Ülejäänud vaba aja, antud juhul 23%, kasutan tavaliselt automaatselt töötavate tööpinkide töö jälgimiseks kui ka järgnevalt täitmisele tulevate tööülesannetega tutvumiseks, vajalike korralduste tegemiseks lõiketerade teritamiseks, toorikute kohaletoomiseks jne.

Esitatud graafikust ei tule nii aru saada, nagu koostaksin selliseid graafikuid enne tööle asumist iga tööpäeva kohta, vaid graafik on ainult vahendiks, mis aitab selgitada ajaliselt minu tööpäeva organiseerimist. Tegelikult organiseerin üksikute tööpinkide tööd kogemuste alusel ilma graafiku abita.

13. TÖÖKOHA ORGANISEERIMISEST.

Kõrge tööviljakuse saavutamiseks on üheks põhilisemaks nõudeks töökoha ratsionaalne organiseerimine, mis peab tagama vajalikud tingimused suure tootlikkusega töötamiseks antud töökohal väikseima aja- ja jõukuluga. Hästi organiseeritud töökohal ei tohi esineda tööprotsessi katkestusi, üleliigseid või ebamugavaid töövõtteid ega töö kvaliteedi langemist.

Pingil töötaja töökohana tuleb mõista territooriumi, kus põhiliseks elemendiks on tööpink või tööpingid kui ka abiseadmed, inventar, rakised, tööriistad jne. vastavalt töö ise-
loomule antud töökohal.



Joon. 37. Mitme pingi teenindamise graafik.

Eriti oluline on pinkide õige asetus töökohal mitmel pingil töötamise puhul. Pole soovitatav asetada teenindatavaid seadmeid ridamisi, kuna see pikendab teenindamise rinnet ega võimalda jälgida löikeprotsessi üksteisest kaugel asuvatel tööpinkidel.

Pean õigeaks tunnistama, et minu teenindada olevate pinkide asetus pole otstarbekas, kuna enamuse pinke asetsevad ridamisi, nagu nähtub jooniselt 36. Pinkide ratsionaalset ümberpaigutamist takistab meie tsehhi pinna ülekoormatus metallilöikepinkidega. Olen saanud arvestada ainult minu teenindada olevate tööpinkide käivituse ja häälestuse mehhanismide ratsionaalset asetust. Üksikjagamist võimaldavad universaalsed hambafreespingid HF-8 II, III ja IV (joon. 36) asuvad keskel, sest neile kulub rohkem käsitsitöö abiaega. Eriti mugavalt asetsevad II ja IV universaalse hambafreespingi üksikjagamise mehhanismid, kuna neid võib käsitseda otse vahikäigu poolt, mistõttu liikumistekond on minimaalne üksikjagamise sooritamiseks neil kahel pingil vaheldumisi.

Seetõttu, kui on vajadus üheaegselt töötada üksikjagamisega ainult kahel tööpingil, siis valin pinkideks just II ja IV tööpingi.

Pikema masinaajaga poolautomaatpingid asetsevad neist universaalsetest hambafreespinkidest kaugemal. Tööpinkide teenindamise kergendamiseks peaks V poolautomaatne hambafreespink HF-12 asetsema horisontaalfreespingi kohal (joon. 36), kuid sellist ülesseadmist takistavad horisontaalfreespingi taga asuvad teised tööpingid, millede ümberpaigutamine on seotud raskustega.

Tööpinkide asetusplaani projekteerimisel tuleb arvestada remontimiseks vajalikku pinda, et oleks võimalik tööpingi lähedale lähedalt paigutada lahtivõetavaid tööpingi osi. Samuti on vaja ette näha asukohad vahetushammasratate, rakiste, tööriistade jne. alalhoidmise inventari, töödeldud detailide, toorikute jne. paigutamiseks, nii et töökoha korrastamine ja teenindamine poleks raskendatud asjatu transpordiga.

Igal hambafreespingil on häälestamiseks keskmiselt kuni 100 vahetushammasrattast. Pingi kiireks ja vigadeta häälestamiseks tuleb hoida vahetushammasrattaid töökohal, nii et oleks võimalik kiiresti üles leida vajaliku hammaste arvuga hammasrattast. Mina hoian vahetushammasrattaid

vastavatel töökohtadel (vt. joon. 36) korralikult püramiidi laotuna.

Tihti oleneb töötlemise ettevalmistamiseks kuluv aeg väga suurel määral töökojal olevate rakiste, käsitööriistade ja kinnitusvahendite kompleksusest ja kvaliteedist.

Juba rakiste konstrueerimisel tuleb silmas pidada nende sobivust sooritatava töö täitmiseks kui ka nende käsitsemise mugavust. Töökojal on väga oluline vastava inventari olemasolu, kuhu oleks võimalik paigutada rakiseid nii, et neid vajaduse korral kergesti ja kiiresti kätte saaks. Suuremate rakiste jaoks, nagu paigaldamise-kinnitamise rakised ja freestornid, on mul ette nähtud eraldi hoideraamid ja riiulid, väiksemaid rakiseid hoian koos käsitööriistadega riistakappides. Inventari asukohad on näha joonisel.

Käsitööriistade all on mõeldud lukusepatöödeks vajalikke riistu üksikute lisaoperatsioonide teostamiseks, nagu kraadide eemaldamine, terava serva ümardamine jne., kui ka mitmesuguseid tööpinkide varustuse juurde kuuluvaid riistu.

Käsitööriistadega töötamiseks on ette nähtud vastav töölaud-kapp ja nende alalhoiuks riistakapid.

Töökoja rakised, käsitööriistad ja kinnitusvahendid peavad alatiselt asuma antud töökojal. Selleks on soovitatav märgistada need vastava töökoja numbriga ja anda töölise vastutusele. Töökoja varustuse korrasoleku tagamiseks tuleb rakendada perioodilist kontrollimist varustuse kvaliteedi kui ka arvulise vastavuse suhtes. Kontrollimine on eriti oluline pärast üksikute rakiste jne. remontimist. Teiseks tuleb moodustada tööriistatsehhi lao juurde varuosade tagavarad, mis võimaldaks viivitusega asendada uutega töökoja varustuse kulunud, purunenud, kadunud jne. osad.

Uue tööülesande saamisel tutvun põhjalikult ülesandega ja selle iseärasustega. Kontrollin, kas oman töötlemiseks vajalikke töö- ja lõikeriistu, paigaldamis-kinnitamiserakiseid jne. Puuduste esinemisel teatan neist kohe oma osakonna meistrile, kes aitab kindlustada minule vajalikud töötlemisvahendid.

Pea märkima, et oma töökoja organiseerimise parendamisega õnnestus minul tunduval määral vähendada ajakulu tööpinkide häälestamisel, uute detailide paigaldamisel, töödeldud detailide mahavõtmisel ja sooritatud töö kvaliteedi kontrollimisel.

14. NELJAS VIISAASTAK — SANN EDASI TÖÖVILJAKUSE TÖSTMISEL.

Sõjajärgse viie aasta plaani põhiülesanne — taastada meie maa kannatada saanud rajoonid, saavutada tööstuse ja põllumajanduse sõjajärgne tase ning ületada siis see tase tunduvas ulatuses — seadis meie tehase kollektiivile ette ülesande suurendada tootmist ja tõsta töövõljalikust tehnika edasise arendamise ning parema ärasutamise teel.

Esimese sõjajärgse viie aasta plaani ennetähtaegse täitmise loosungi all arenes ajavahemikul 1946—1950 tehases ulatuslik liikumine uute, kõrge viljalikusega töömehodite omandamiseks ja siseressursside mobiliseerimiseks.

Neljanda stalinliku viisaastaku esimesel aastal muudeti meie tehase üleliidulise alluvusega ettevõtteks. Tootes peamiselt seadmeid, mis olid määratud meie vabariigi kannatada saanud põlevkivitööstuse taastamiseks, suutis tehase kollektiiv täita 1946. a. riikliku plaani kaubatoodangu osas 111,3% ja üldtoodangu osas 112,5%, andes 1 243 000 rubla üleplaanilist kasumit. Tehase kollektiiv lülitus sotsialistlikku võistlusesse Saraatovgaasi Trusti ja Uraali masinaehitajatega. Novaatorite arv suurenes 215 ja lööktöölise arv 226 tööliseni. Aasta jooksul õpetati välja 42 mitmesuguse erialaga töötajat.

Järgnedes Uraali masinaehitajate eeskujule hakkas hõveldaja Boris Grant teenindama kahte pikihõvelpinku ja treial Erich Grant töötama üheaegselt sise- ja plaantreipingil.

Valmistades 1947. a. Kohtla-Järvele ehitatavale Leninigradi gasifitseerimise tehase I blokile mitmesuguseid seadmeid, seadmeid põlevkivi ümbertöötlemise tehastele ning põllutöömehodid, täideti tehase riiklik plaan üldtoodangu osas 101,1% ja kaubatoodangu osas 103,5%, andes üleplaanilist kasumit 1 985 000 rubla ulatuses.

Sotsialistliku võistluse laienemisega suurenesid novaaatorite read aasta lõpuks 263-ni ja lööktöölise arv 282 töötajani. Väljastatava toodangu kogumahus saavutati sõjajärgse toodangu tase. Tunduvalt suurenes erialatöötajate ettevalmistamine, mis ulatus aasta lõpuks 118 töötajani.

1948. aastal laialt levima hakanud uus patriootlik liikumine siseressursside mobiliseerimiseks, ettevõtete rentaabluuse tõstmiseks ja üleplaanilise akumulatsiooni suuren-

damiseks tõi kaasa samaks aastaks tootmisele määratud omahinna alandamise plaani tunduva ületamise. Selle tulemusena saavutati 1948. aastal üleplaanilist akumulatsiooni üle 2 miljoni rubla. Tehases hakati valmistama metallkonstruktsiooniga naftapuurimise torne, millede kõrgus oli ligemale 50 meetrit; samuti valmistati õigeaegselt seadmed Leningradi gasifitseerimiseks. Novaatorite ja insener-tehniliste töötajate kaasabil valmistati ette 94 uut erialatöötajat. Terasesulatajate ja valajate kaadri ettevalmistamisele osutasid suurt abi novaatorid ja insener-tehnilised töötajad Leningradi Kirovi-nimelisest tehasest, kuhu siirdusid meie tehase töötajad omandama erialaseid kogemusi. Moskva Riikliku Katelde Järelevalve Peainspektsiooni metallide proovimise tsentraaljaamas omandasid uue, keevisõmbluste läbivalgustamise eriala mitmed tehase röntgenograafid. Leningradi Sverdlovi-nimelise tööpingiehitustehase treialnovaator Bortkevitši algatusele, töödelda metalle kiirlõikamisega, järgnesid tehases esimesena treialid August Pipar, Erich Grant, Raimond Erm (praegu on mehaanikatehhismeister) jt. Metallide kiirlõikamise juurutamisele osutas abi ka Tallinna Polütehnilise Instituudi vanemõpetaja sm. Liiver, kes nõupidamisel andis sellest ülevaate ja selgitas uue meetodi olemust ja iseärasusi.

1949. aastal saavutati üleplaaniline kasum ligemale 7,3 miljoni rubla ulatuses tänu uuele sotsialistlikule kohustusele — ettevõtte käibevahendite ringluse kiirendamisele ja edasisele siseressursside mobiliseerimisele, mis tugines masside loovale algatusvõimele ja võimaldas sotsialistliku tootmisviisi majanduslike võimaluste eeliste täielikumat ärakasutamist. Tehase töötajad hakkasid ikka enam ja enam valdama ettevõtte ökonoomikat. Töötajate arv, kes suutsid täita ja ületada oma isiklikke viie aasta töönorme, ulatus 415 tööliseni. Esmakordselt NSV Liidus valmistati tehases uue tootena suur trummelkuivatusseade, mis kaalus 130 tonni. Tallinna elektriijaamale valmistati uus katel. Nafta- ja põlevkivitööstustele tehti mitmesuguseid uusi seadmeid.

Metallide kiirtöötlemine levis treimiselt ka freesimisoperatsioonidele. Esimesena rakendas seda freesimisel novaator Karuauk, kes saavutas gaasisulgurite malmkerede töötlemisel lõikekiiruse 134 m/min., mis ületas varemkasutatatu ligemale 4-kordselt. Treial Pipar, treides ekstraktori võlli tappe, saavutas terase treimiselt lõikekiiruseks 735

m/min. Tehase tootmisprotsessi juurutati räubustaja kihi all keevitamise automaat, mille toodang ületas mitmekordselt käsitsikeevituse toodangu nii koguse kui ka kvaliteedi poolest.

Eesti Teaduslike Insener-Tehniliste Ühingute Nõukogu organiseeris tehase töötajaile mitmesuguseid erialaseid loenguid. Tallinna Elektromehaanika Tehnikumi õppejõud sm. Herm abistas tehase inseneri tehnilise normimise alaste teadmiste täiendamises. Tallinna Polütehnilise Instituudi õppejõud tehn. tead. kand. sm. Lepikson selgitas tehase insener-tehnilistele töötajatele ja töölistele ventilatorite ja rootorite tasakaalustamise küsimusi, mis omakorda aitas parandada nende toodete kvaliteeti.

Neljanda stalinliku viisaastaku viimasel aastal täitis tehase aastaplaani kogutoodangu osas Nõukogude Liidu Konstitutsiooni päevaks. Tootmisse juurutati uue tootena nafta-aurupumbad. Erineva nomenklatuuriga seadmeid valmistati nafta- ja põlevkivitööstustele. Õigeaegselt valmistati Novo-Kuibõševi ja Novo-Ufinski tehaste uusehitustele tellitud metallkonstruktsioonid. Üle plaani valmistati terve rida malm- ja terasarmatuure ning teisi naftaaparatuure. Suure aktiivsusega võtsid tehase töötajad osa ratsionaliseerimis- ja leiutamistegevusest. Esitati 386 ettepanekut, millede rakendamine andis üle 1,5 miljoni rubla kokkuhoidu aastas.

Aasta lõpuks oli keskmiselt 85% töötajaid haaratud sotsialistlikku võistlusse. Kõik sotsialistlikud kohustused olid konkreetse iseloomuga, sisaldades punkte, mis suunasid töötajaid viie aasta plaani ennetähtaegsele täitmisele, tööviljakuse tõstmisele, toodangu kvaliteedi paremtamisele, toormaterjalide kokkuhoiule ja omahinna alandamisele.

Tehase sisemise sotsialistliku võistluse võitjale tsehhile anti üle rändpunalipp ja paremaid tulemusi saavutanud tööliste, insener-tehniliste töötajate ning teenistujate pildid asetati tehase, rajooni ja linna autahvlitele. Parimad töötajad esitati ENSV Ministrite Nõukogule ja ENSV Ametiühingute Nõukogule autasustamiseks.

Novaatorite arvestus toimus igal kuul. Nende arv tõusis 347-ni ja lööktööliste arv 371 töötajani. Neljanda stalinliku viie aasta plaani tööülesanded täitis 503 töötajat, neist täitis viie aasta jooksul 15 kuni 20 aasta töönormi 23 ja üle 20 aasta töönormi 2 töötajat.

Laialdaselt rakendati tootmisnovaatorite Kovaljovi, Korobelnikova, Vorošini jt. algatusi.

Vennasvabariikide kaasabil täienesid tootmisseedmed, mis võimaldas anda rahvamajandusele mitmesuguseid süsinik- ja legeritud terasest tooteid.

1950. a. suudeti 50 protsenti mehaanikatsehhi metalli- lõikepinke üle viia kiirrežiimide rakendamisele.

Asudes sotsialistlikku võistlusse viie aasta plaani enne- tähtaegseks täitmiseks, võtsin endale kohustuse anda igal aastal nelja aasta norm. See tähendab täita viisaastaku lõpuks 20 aasta norm. Minu kohustuse eesmärgiks oli mitte ainult võimalikult suure normitäitmise protsendi saavutamine, vaid soovisin näidata ka teistele töötajatele mitmel pingil töötamise paremusi.

Minul õnnestus kolmanda töölisena vabariigis täita isikliku viie aasta plaani töönormid juba 1947. a. kevadeks.

Pidevalt suurenesid novaatorite read, kes saavutasid kõrgeid töönäitajaid. Pinev sotsialistlik võistlus arenes mul katelsepatsehhi novaatori sm. Ojastega, kes samuti võttis vastu kohustuse täita neljanda viisaastaku vältel 20 aasta töönorm. Võistluse võitja selgus alles viisaastaku viimase aasta teisel poolel, kus minul õnnestus saavutada minimaalne edu. Viisaastaku jooksul suutsin täita 53 300 normitunniga 22½ aasta töönormi.

Viisaastaku aastad olid mulle suureks töötootlikkuse kooliks. Tõsi, igakord ei olnud mulle, hammasrataste free- sijale, tingimused kõige soodsamad. Tsehhi ei suudetud alati rütmiliselt toorikutega varustada, mille all kannatas ka minu teenindada olevate pinkide töökoormus. Töötades üksi hambalõikepinkidel nõudis ebarütmiline etteandmine kuu lõpus minult tööpäeva maksimaalset kasutamist ja sundis mind leidma uusi vahendeid töötootlikkuse tõstmiseks, et kuuplaani õigeaegselt täita.

Kuue pingi täieliku töökoormuse tagamine, tööpäeva maksimaalne kasutamine, tootmisprotsessi ratsionaliseeri- mine, pidev tehnoloogilise protsessi ja töökoha organiseerimise parandamine seadis minule ja tehnilistele töötajatele väga suure ülesande. Tänu tehase parteiorganisatsiooni ja administratsiooni pidevale tähelepanule ja hoolitsusele likvideeriti palju lünki õigeaegselt.

Et anda veelgi rohkem meie sotsialistliku kodumaa hüvanguks, täiendasin end pidevalt teoreetiliste ja prakti- liste teadmistega. Mind võeti vastu ENSV Poliitiliste ja

Teadusalaste Teadmiste Levitamise Ühingu ja Eesti Teaduslike Insener-Tehniliste Ühingute Nõukogu liikmeks. Ühingute poolt korraldatud kursused, teaduslikud loengud ja konverentsid aitasid kaasa minu teoreetiliste teadmiste täiendamisel. Suurt praktilist tähtsust omas ka ENSV Ametiühingute Nõukogu poolt korraldatud freesijate üllinnaline kokkutulek. Ettekandega esines suurte töökogemustega ja tööstaažiga freesija-ratsionaliseerija novaator Kenas. Pärast ettekannet toimunud läbirääkimised andsid palju väärtuslikke kogemusi koosolevaile freesijatele ja insener-tehnilistele töötajatele. Tunduvalt tihenes omavaheline side sellel erialal töötajate vahel. Tihti külastasin paremaid freesijaid nende töökohtadel, kus vahetasime praktilisi töökogemusi ja töövõtteid.

Väga palju andsid mulle ja teistele töötajatele vennasvabariikide novaatorite poolt algatatud liikumised, nende poolt kirjutatud brošüürid ja raamatud. Kahju, et neist on ilmunud eesti keeles ainult mõned üksikud.

Kitsaskohtade likvideerimine minu töös insener-tehniliste töötajate abiga aitas täiendada minu teadmisi ja viia praktikasse üht või teist hambalõikealast uuendust. Oma isiklike kogemuste alusel veendusin, et ilma tehniliste teadmiste täiendamiseta ei ole ma suuteline leidma teid vennasvabariikide kuulsate eesrindlaste tasemele jõudmiseks.

Seoses silmaringi laienemisega kultuurilis-tehnilisel alal suurenesid minu nõuded ka enese suhtes. Ma õppisin analüüsima, kaaluma ja kriitiliselt hindama iga uut mõtet ja algatust. Õppisin paremini kasutama eesrindlaste kogemusi, süstemaatiliselt otsima ja leidma reserve tootlikkuse tõstmiseks selle arvel, et kasutada rohkem tehnikat ja ratsionaliseerida oma tööd.

Neljandal stalinlikul viisaastakul pingelise sotsialistliku võistluse, töökogemuste vahetamise, uute lõike-režiimide rakendamise, olemasoleva masinapargi moderniseerimise ja kõrgendatud tehniliste normide juurutamise tulemusena suutsin omahinda alandada ligemale 60% võrra.

Viienda viisaastaku normi täitsin 1952. aasta kesksaiku ja praegu jätkan üleplaani toodangu andmist.

Nõukogude Liidus, erinevalt kapitalistlikest maadest, on töötav rahvas ise oma riigi peremees, võttes vahetult osa riigi valitsemisest ja juhtimisest.

1948. aastal valiti mind Tallinna Linna Tööraha Saadikute Nõukogu saadikuks. Töötades tehases tsehhi ametiühingu komitee koosseisus valiti mind 1949. aastal Eesti NSV Ametiühingute Nõukogu liikmeks. Suurimat tähelepanu ja au osutati mulle partei, töötava rahva ja ühiskondlike organisatsioonide poolt 1950. aastal, mil valiti mind, lihtsat metallitöölisi, meie maa kõrgema riigivõimuorgani — NSVL Ülemnõukogu saadikuks. See suur tähelepanu näitab kujukalt meie riigi konstitutsiooni paremusi võrreldes kapitalistlike maade omadega. Koos Jossif Vissarionovitš Staliniga ja tema lähemate kaastöötajatega oli minul võimalus Kremlis Ülemnõukogu istungjärgudel arutada meie riigi ellu puutuvaid küsimusi.

Suurt tähelepanu, mida valitsus ja partei omistab töölilistele nende ennastalgava töö eest, iseloomustab kujukalt tööeesrindlaste autasustamine valitsuse poolt. Mitmed ordenid ja medalid ehivad tootmisnovaatorite rinda. Au- ja kiituskirjad ilustavad nende kodusid.

Minu tööd on valitsus hinnanud väga kõrgelt. 1947. aastal omistati mulle medal „Eeskujuliku töö eest Suure Isamaasõja ajal 1941.—1945. a.” ja 1950. aastal „Tööpunalipu orden”. Palju kordi on mind autasustatud au- ja kiituskirjadega.

Selline suur tähelepanu ja hoolitsus meie partei ja valitsuse poolt innustab meid, kõiki töölisi, veelgi rohkem saavutama, et täita ennetähtaegselt NLK Partei XIX kongressi poolt vastuvõetud direktiivides NSV Liidu arendamise viienda viie aasta plaani kohta ettenähtud ülesanded.

SISUKORD.

	Lk.
1. Kuidas õppisin metallifreesijaks	3
2. Hammasrataste freesimise meetodid	6
3. Hambafreespinkide täiustamisest	14
4. Üksikjagamise rakendamisest	19
5. Tigufreeside tootlikkuse tõstmisest	21
6. Jahutusvedelike kasutamisest	23
7. Hambafreespinkide varustuse täiustamisest	25
a. Vahetushammasrattad	25
b. Freestornid	26
c. Kinnituspoldid ja võtmed	26
d. Kinnitusrakised	27
8. Hambalõike tigufreeside teritamist	32
9. Silindriliste hammasrataste lõiketöötlemisest	36
10. Tigurataste lõiketöötlemisest	40
11. Ketirataste lõiketöötlemisest	44
12. Mitmel pingil töötamise praktikast	51
13. Töökoha organiseerimisest	60
14. Neljas viisaastak — samm edasi tööviljakuse tõstmisel	64

Toimetaja A. Korba.
Tehniline toimetaja I. Vahtre.
Korrektorid H. Peel ja Ü. Rattur.

Ladumisele antud 6. VIII 1953. Trükkimisele antud 7. X 1953. Trükiarv 1500. Paber 54×84 , $\frac{1}{16}$. Trükipoognaid 4,5. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 3,69. Arvutuspoognaid 3,36. MB-12070. Hans Heidemanni nimeline trükkoda, Tartu, Vallikraavi 4. Tellimise nr. 3076.

На эстонском языке.

Роберт Пийлберг.
Опыт по фрезеровке зубчатых колес.

Hind rbl. 1.—

3—1

TKO

Rbl. 1.—

A-19749

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00357128 0