

*Eesti NSV Kõrgema ja Keskk-erihariduse
Ministeerium
Teaduslik-metoodiline Kabinet*

**TEHNILINE
NORMEERIMINE
MASINAEHTUSES**

Tallinn 1970

Eesti NSV Kõrgema ja Kesk-erihariduse
Ministeerium
Teaduslik-Metoodiline Kabinet

TEHNILINE NORMEERIMINE
MASINAEHITUSES

Koostanud A. Saaret

Tallinn 1970

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬСТВЕ
НА ЭСТОНСКОМ ЯЗЫКЕ

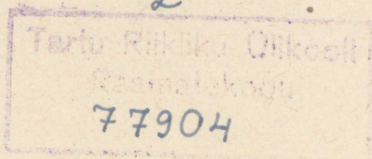
Составитель А. Саарет

Министерство высшего и среднего специального
образования ЭССР

Научно-методический кабинет

Таллин, ул. Валли 4

2



ARHIIVKOGU

Toimetaja J. Veerits

Trükkimisele antud 5. 8. 70. Paber 60x84/16
Trükipg. 3,25. Tingpg. 3,0. Arvestuspg. 2,53.
Tiraaz 700. MB-05928. Tell.nr. 350
TPI rotaprint, Tallinn, Koskla 2/9

Hind 11 kop.

Eessõna

Loengukonspekt "Tehniline normeerimine masinaehituses" on koostatud NSV Liidu Kõrgema ja Kesk-erihariduse Ministeeriumi 1963.a. programmi alusel. Haaratud on põhiline osa teoreetilistest alustest ning antud juhiseid tööpingitööde normeerimiseks.

Loengukonspekt on mõeldud kasutamiseks peamiselt metallide lõiketöötlemise eriala õpilastele, kuid õppematerjalina võivad seda kasutada ka teiste tööstuslike erialade päevase, õhtuse ning kaugõppeosakonna õpilased.

Koostaja

Sissejuhatus

Iga organiseeritud tootmine vajab töö mõtmist ehk töö koguse määramist. Töö määraks võib olla tööks kulutatud ajahulk. Õigesti hinnatud aeg tööks, väljendatuna ajanormi kaudu, võimaldab määrata ühiskondlikult vajaliku töö hulga mingi kindla töö tegemiseks, aga ka individuaalse töö osa ühiskondlikus töös. Ebaõigesti määratud ajakulu on tõsiseks takistuseks tööviljakuse kasvule.

Töö tehniline normeerimine on mitmesuguste võtete ja meetodite kogum, mille abil kehtestatakse vajalikud tööajakulutused mingi töö tegemiseks. Tehniliste normideta pole võimalik ettevõtte tööd õigesti planeerida.

Koos tootmise arenguga tekib vajadus üha täpsemate tehniliste arvutustega põhjendatud töönormide järele, sõltumata sellest, millist palgavormi või -süsteemi kasutatakse.

Seega tehnilise normeerimise ülesanneteks on tootmisprotsessi otstarbekas organiseerimine õige töönormi kehtestamise teel, tööajakulutuste uurimine, novaatorite kogemuste üldistamine ja levitamine, normide täitmise ja kontrolli organiseerimine.

Töö tehnilise normeerimise ja organiseerimise rajajaks loetakse F. Taylorit, kes 1881.a. esmakordselt kasutas kronometraaži.

Teadusliku suunitluse sai tehniline normeerimine meie maal alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni.

1. TEHNILISE NORMEERIMISE ALUSED

1.1. Tootmisprotsess ja tehnoloogiline protsess masinaehituses

Ajanormi kindlaksmääramiseks on vaja teada tööde mahtu, töö tegemise järjekorda ja viisi. Seega saab ajanormi koostada siis, kui on teada tehnoloogiline protsess. Toote valmistamise organiseeritud järjekord e. tootmisprotsess on tegevuste kogum, mille tulemusena materjalid ja pooltooted muudetakse ülesandele vastavaks valmistooteks. Tootmisprotsess haarab enda alla mitmeid paralleelselt toimuvaid protsesse, nagu töövahendite ettevalmistamine, materjalide hankimine ja säilitamine, detailide valmistamine, koostamine ja kontroll.

Tehnoloogiliseks protsessiks nimetatakse tootmisprotsessi osa, mis on otseselt seotud detaili töötlemisega. Võib vahet teha toorikute tootmise, termilise ja mehaanilise töötlemise ning koostamise tehnoloogiliste protsesside vahel. Mehaanilise töötlemise all mõistetakse detaili kuju, mõõtmete ja pinnakihi järk-järgulist muutmist kuni valmisdetaili saamiseni. Koostamine on seotud detailide vastastikuse asetuse muutmisega. Tehnoloogiline protsess on otstarbekalt projekteeritud siis, kui ta kindlustab tootele lühima töötlemise aja ja madalaima omahinna.

Tehnoloogiline protsess jaotatakse operatsioonideks. Operatsiooniks nimetatakse tehnoloogilise protsessi osa, mida saab iseloomustada kolme muutumatu tunnusega: töökoha, töö objekti ja töölise või tööliste grupiga, näiteks treial treib pingis võlle. Tööobjektiks võib olla mitu detaili.

Operatsioon on tehnilise normeerimise vahetuks objektiks, sest ajanorm määratakse kindlaks operatsioonile. Organisatsioonilises mõttes on operatsioon tehnoloogilise protsessi põhiline

osa, sest operatsiooni alusel määratakse tootmistööliste arv ja materiaal-tehniline varustus. Operatsioon on tootmise planeerimise aluseks.

Peale tehnoloogiliste operatsioonide esineb veel mitmesuguseid abioperatsioone, nagu transport, kontroll jt.

Tehtava töö mahu järgi võib tehnoloogilise operatsiooni jagada siireteks ja läbimiteks.

Siirde all mõistetakse operatsiooni osa, kus kindla pinna töötlemisel töörežiim ja lõikeriist jäävad muutumatuks. Koostamisiirde puhul jäävad liitekohad ja tööriist samaks.

Läbim on siirde osa, mille kestel võetakse töödeldaval detailil maha materjali üks kiht, kusjuures töörežiim mitme läbimi korral peab jääma samaks.

Siire jaguneb töövõteteks. Töövõtteks nimetatakse kindla eesmärgiga üksikute liigutuste lõplikku kogumit, näiteks võtta detail ja kinnitada rakisesse. Töövõtte koosneb tööliigutustest. Viimane kujutab endast prof. Joffe järgi elementaarset ühekordset katkematut edasiliikumist.

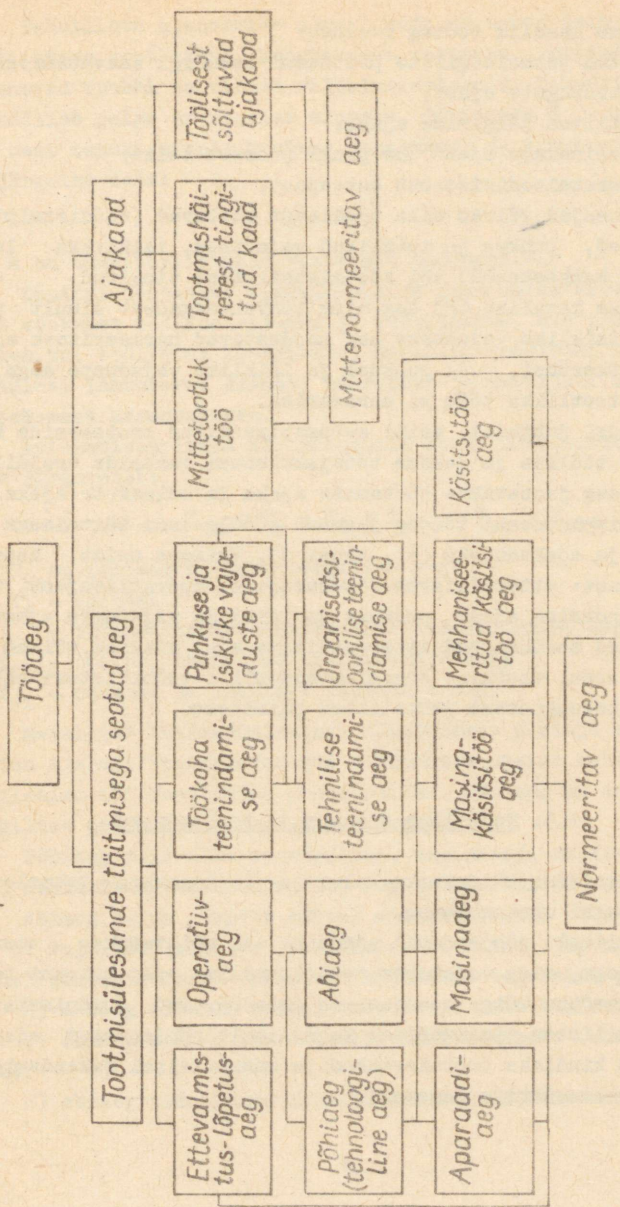
Paigaldus on operatsiooni osa, mille kestel ei muudeta töödeldava detaili kinnitust.

1.2. Tööajakulutuste klassifikatsioon

Tööajakulutuste klassifikatsiooni eesmärgiks on tööaja seline rühmitamine, mis lubab objektiivselt analüüsida tööaja kasutamist nii tööliste, seadme kui ka terve tootmisprotsessi seisukohalt. Tööaja kasutamise uurimisega tuleb leida võimalusi tööaja tihendamiseks. Eristatakse tööliste, seadme ja tootmisprotsessi tööajakulutusi.

Tööliste tööaeg, mille all mõistetakse vahetuse täielikku kestust ilma lõunavahesajata, jaotatakse töötamise ajaks ja töövahesajadeks. Töötamise aeg jaguneb kasuliku töö ajaks ja mitmetootliku töö ajaks, mis ei ole tootmisülesandes ette nähtud.

Tootmisprotsessi tööajakulutuste klassifikatsioon



Töölise kasulik tööaeg koosneb:

- 1) antud tehnoloogilise protsessi eesmärgi saavutamiseks suunatud toimingute ajast;
- 2) aktiivse jälgimise ajast;
- 3) üleminekute ajast ühe pingi juurest teise;
- 4) operatsioonisisisest ooteajast.

Töövahetajad võivad olla töölisest sõltuvad (töödistsipliinirikkumised, puhkus ja isiklikud vajadused, isiklikku laadi juhuslikud katkestused) või tootmishäiretest tingitud.

Töölise kasuliku töö aeg ning töövahetajadest ainult puhkuse ning isiklike vajaduste aeg moodustavad normeeritava aja.

Töökatkkestusi, v.a. puhkuse ja isiklike vajaduste aega, ning mittetootlikku tööd ei normeerita.

Paljudel juhtudel, eriti automatiseeritud protsesside korral, tuleb töölise ja seadme tööajakulutusl vaadelda eraldi. Seadme tööaeg jaotatakse töötamise ajaks ja seisakute ajaks.

Tootmisprotsessi tööaeg jaguneb tööülesande täitmisega seotud ajaks ja ajakadudeks (vt. skeem 1). Esimene neist koosneb neljast osast: ettevalmistus-lõpetusajast, operatiivajast, töökoha teenindamise ajast, puhkuse ja isiklike vajaduste ajast.

Ajakaod moodustavad mITTENORMITAVA aja. Ajakaod võivad sõltuda töölisest, tootmise organisatsioonilis-tehnilistest põhjustest ja mitmesugustest juhuslikest häiretest.

1.3. Tehniline ajanorm ja tootlusnorm

Operatsiooni täitmiseks kuluv aeg iseloomustab tehnoloogilise protsessi otstarbekust.

Tehniliselt põhjendatud ajanormi all mõistetakse masinaehituses aega, mida vajatakse tehnoloogilise operatsiooni tegemiseks ettevõtte kõige soodsamates ettemääratud organisatsioonilis-tehnilistes tingimustes. Tehniliselt põhjendatud ajanorm määratakse kindlaks tootmisvahendite maksimaalsel rakendamisel, kasutades novaatorite kogemusi.

Tehniliste ajanormide alusel kujuneb toote omahind, selgub tööriistade tootlikkus, koostatakse tootmise kalenderplaanid, kujunevad tsehhi ja tehase väljalaskeplaanid. Tehniline ajanorm on tööliste palga arvutamise aluseks. Tükihinde H, s.o. antud töö eest tasustamisele kuuluva rahasumma, ja ajanormi T vahel on järgmine seos:

$$H = MT,$$

kus M on tunnitariifimäär vastavalt tööjärgule.

Käsitsi tehtavate operatsioonide ajanormide arvutamise aluseks võetakse tööliste vilumus ja tööviljakus, mis peaks olema kõrgem kui töölistel keskmiselt. Masinaoperatsiooni ajanormi arvutamisel lähtutakse seadme, tööriista ja materjali kõige otsustavast kasutamisest.

Automatiseerimata tootmistsükli puhul määratakse tükiajanorm järgmiselt:

$$T_{tk} = T_p + T_a + T_{org} + T_{tt} + T_{pi},$$

kus T_p on põhiaeg e. tehnoloogiline aeg;

T_a - abiaeg;

T_{org} - töökoha organisatsioonilise teenindamise aeg;

T_{tt} - töökoha tehnilise teenindamise aeg;

T_{pi} - puhkuse ja isiklike vajaduste aeg.

Metallide lõiketöötlemisel mõistetakse põhiaja e. tehnoloogilise aja all tootmisprodukti olukorra muutmist mehaanilise töötlemise või koostamise protsessides, see aeg on antud tehnoloogilise protsessi vahetuks eesmärgiks.

Põhiaeg võib olla aparaadiaeg, masinaaeg, masina-käsitsiaeg, mehhaniseeritud käsitsitöö aeg ja käsitsitöö aeg.

Abiaeg kulub põhitöö kõrval mitmesugustele toimingutele, mis on vajalikud põhitöö läbiviimiseks. Abiaeg jaguneb masinatööldele sõltuvalt tema vältusele mõjuvaist tegureist järgmiselt:

a) abiaeg detaili paigaldamiseks ja mahavõtmiseks;

b) abiaeg seadme mehhanismide käsitlemiseks (abiaeg siirdeks);

c) abiaeg töödeldava detaili kontrollmõõtmisteks.

Normitakse põhiajaga mittekatuvad abiaega.

Põhi- ja abiaja summat nimetatakse operatiivajaks.

Nii põhi- kui abiaeg kaasnevad iga detailiga. Organisatsioonilise teenindamise aeg kulub töölisel töökoha eest hoolitsemiseks kogu vahetuse vältel. Teda kasutatakse peamiselt vahetuse algul ning lõpul rakiste ja tööriistade kohaleasetamiseks, töökoha koristamiseks, pingi õlitamiseks, pingi ülevaatuseks, vahetuse vastuvõtmiseks ja üleandmiseks. Praktilisel normeerimisel määratakse organisatsioonilise teenindamise aeg protsentides operatiivajast.

Tehnilise teenindamise aeg kulutatakse seadme hooldamiseks töö tegemise vältel, näiteks kulunud lõikeriista vahetamiseks, seadme järelhäälestamiseks, tööriista reguleerimiseks, laastude ja jäätmete koristamiseks. Masstootmises määratakse tehnilise teenindamise aeg protsentides põhiajast, seeriatootmises operatiivajast.

Puhkuse ja isiklike vajaduste aeg nähakse ette pikem väsitavate ja raskete tööde korral, ta võetakse protsentides operatiivajast.

Arvestades ülaltoodut, on tükiajanorm väljendatav järgmiselt: masstootmises:

$$T_{tk} = T_p + T_a + T_p \frac{K_1}{100} + (T_p + T_a) \frac{K_2 + K_3}{100};$$

seeriatootmises:

$$T_{tk} = T_p + T_a + (T_p + T_a) \frac{K_0 + K_3}{100};$$

individuaal- ja väikeseeriatootmises:

$$T_{tk} = T_{op} + T_{on} \frac{K}{100};$$

kus K_1 on töökoha tehnilise teenindamise aeg protsentides põhiajast;

K_2 - töökoha organisatsioonilise teenindamise aeg protsentides operatiivajast;

K_3 - puhkuse ja isiklike vajaduste aeg protsentides operatiivajast;

K_0 - töökoha teenindamise aeg protsentides operatiivajast;

K - töökoha teenindamise, puhkuse ja isiklike vajaduste aeg protsentides operatiivajast;

T_{op} - operatiivaeg.

Töö plaanimiseks kasutatakse kalkulatsioonilist tükiajanormi, mida arvutatakse järgmiselt:

$$T_{ktk} = T_{tk} + \frac{T_{el}}{n},$$

kus T_{el} on ettevalmistus-lõpetusaeg partiile;

n - detailide arv partiis.

Ettevalmistus-lõpetusaaja kestel valmistub tööline ette uue tootmisülesande täitmiseks ja teostab toiminguid antud tööülesande lõpetamiseks. Siia kuulub tööülesande, rakiste, tehnoloogia saamine, joonise lugemine, seadme häälestamine, valmistoodangu üleandmine, rakiste mahavõtmine. Ettevalmistus-lõpetusaeg ei sõltu detailide arvust partiis. Ettevalmistus-lõpetusaeg koosneb tööpingi, rakiste ja lõikeriistade seadistuse ajast ja täiendavate võtete ajast. Revolvertreipinkidel on kolmandaks komponendiks proovitöö aeg. Masstootmises ettevalmistus-lõpetusaega ei eraldata omaette ajakulutuste liigiks.

Partii töötlemise ajanorm

$$T_{partii} = T_{tk}^n + T_{el}.$$

Töönormi saab esitada veel tootlusnormiga. Tootlusnormiks nimetatakse ajaühikus valmistatavat toodangu hulka. Tootlusnorm saadakse ajafondi jagamisel ajanormiga. Nimetatud normi saab leida kahel viisil:

a) lähtudes tükiajanormist

$$N_t = \frac{T_v}{T_{tk}} = \frac{T_v}{T_{op} + T_{tt} + T_{org} + T_{pi}};$$

b) lähtudes operatiivajanormist

$$N_t = \frac{T_v - T'_{tt} - T'_{org} - T'_{pi}}{T_{op}},$$

kus T_v on vahetuse kestus;

ülakomaga on tähistatud ajad kogu vahetuse kohta.

Ajanorm ja tootlusnorm on omavahel seotud järgmiselt: ajanormi vähenemisel x % tootlusnorm kasvab y %:

$$N_t + y \frac{N_t}{100} = \frac{T_v}{T_k - \frac{x T_k}{100}}.$$

Asendades $T_v = N_t T_{tk}$, saame

$$x = \frac{100 y}{100 + y} \%$$

ja

$$y = \frac{100 x}{100 - x} \%.$$

Tootlusnorm määratakse kindlaks juhtudel, kui vahetuse kestel tehakse sageli ühte ja sama tööd.

1.4. Normeerimise meetodid masinaehituses

Ühe ja sama detaili töötlemise ajanorm on mitmesuguste tootmistüüpide korral erinev. Kasutatakse ju näiteks individuaal- ja väikeseeriatootmises universaalseid tööpinke, seerialisuse kasvuga aga suurema tootlikkusega tööpinke - masstootmises automaatsinod. Ajanormide kindlaksmääramise meetodid sõltuvad tootmise ulatusest. Tootmistüübist oleneb ajanormi määramise täpsus. Kõige täpsemaid ajanorme nõutakse mass- ja suureseriatootmises, sest väike viga miljoonite tooteühikute puhul võib viia tootmistsükli rikkumiseni. Näiteks tabelis 1 on toodud tehnilise normeerimise iseärasused seeriatootmises.

Seeriatootmine

| Tootmistüübi normeerimis- tehniline iseloomustus | Ajanormi määramise meetodid | Kasutatavate normatiivide iseloomustus |
|---|--|---|
| 1. Tehnoloogiline protsess on välja töötatud operatsioonide ja siirete kaupa. 2. Ühele töökohale on kinnistatud piiratud hulk konkreetseid detaile. | 1. Tehniliselt põhjendatud sjanorm arvutatakse normatiivide abil. Operatsioonidega korrigeeritakse töökohal ainult suurte partiiide puhul. | 1. Lõikerežiimide normatiivid on välja töötatud üksikutele tööliikidele tavaliselt kasutatava universaalse lõikeriista jaoks, mõnikord aga spetsiaalse lõikeriistana jaoks. |
| 3. Ühesuguste detailide töötlemine kordub perioodiliselt. | 2. Masinaaeg arvutatakse lõikerežiimide normatiivi-2. de ja pingi passi alusel igale siirdlele. | 2. Abiaja normatiivid on antud võtete kompleksidele ja võtetele, mis sageli korduvad universaalsete seadmete ja rakiste kasutamisel. |
| 4. Spetsiaalsete rakiste, mõtte- ja lõikeriistade kasutamine on piiratud. | 3. Abiaeg arvutatakse võtete komplekside ja üksikute võtete kaupa. | 3. Lõikerežiimide arvutamisel kasutatakse spetsiaalsete arvutusvahendeid. |
| 5. Vahetuse jooksul võib toimuda seadmete ümberhäälestamine. | 4. Ettevalmistus-lõpetusaeg arvutatakse kompleksnormatiivide alusel. | |
| 6: Ülekaalus on universaalsed seadmed. | | |

Eristatakse kolme normeerimise meetodit tehniliselt põhjendatud normide määramiseks:

- 1) arvutamine normatiivide alusel;
- 2) normeerimine vaatlustega mõõdetud ajakulutuste järgi;
- 3) koondatud tüüpnormidega võrdlemine.

Esimesel menetlusel määratakse normitava operatsiooni kestus elementide kaupa normatiivide alusel, milles on antud üksikute tööelementide täitmise kestuse arvatud suurused. Ajanorm määratakse tööliste tegevuse ja eksploatatsiooniomadustest ning -järjekorra parima kasutamise analüüsi tulemusena.

Teisel menetlusel arvutatakse ajanorm tööajakulu järgi, mis on leitud vahetult tootmistingimustes tehtud vaatlustega (kronometraaz). See menetlus leiab kasutamist põhiliselt suurseriaja masstootmise tingimustes.

Kolmanda viisi puhul määratakse ajanormid ligikaudselt koondatud tüüpnormide alusel, mis töötatakse välja üksikute tööliikide ja -protsesside tüüpiliste operatsioonide kohta. Seda normeerimismenetlust kasutatakse individuaal- ja väkeseeriatootmises.

Kõigil juhtudel on tehniliste normide kehtestamise aluseks operatsiooni ajanormi analüüs ja arvutus tema üksikute koostisosade järgi.

Praktikas leiavad kohati kasutamist normeerimismeetodid, mille kasutamisel ei saada tehniliselt põhjendatud norme. Üheks selliseks on kogemuslik meetod. Sel meetodil määratakse ajanorm normeeri- ja või meistri isiklike kogemuste põhjal. Teiseks taoliseks meetodiks on kogemuslik-statistiline normeerimine. Siin kasutatakse normi määramiseks andmeid analoogiliste tööde normide ja tegeliku täitmise kohta. Nende andmete põhjal leitud tööajakulutused korrigeeritakse vastavalt tööviljakuse kasvule.

Mõlema meetodi suur puudus on see, et ajanorm kehtestatakse operatsioonile tervikuna ilma tema elementide analüüsita ja teadusliku põhjenduseta. Need meetodid orienteeruvad saavutatud tööviljakuse tasemele ja seetõttu ei oma progressiivset iseloomu.

Normeerimismeetodid erinevad üksteisest töömahukuse poolest. Vähima töömahukusega on kogemuslik meetod, mis moodustab 3% analüütilise kronometraaziga kehtestatud normi töömahukusest.

Tehniliselt põhjendatud ajanormi iseloomustatakse normi suhtelise täpsusega, mille all mõistetakse normi väärtuse kõrvalkaldumist analüütiliselt määratud normist.

1.5. Tööaja pildistamine

Tööajakulutusi uuritakse põhiliselt kahel viisil: tööaja pildistamise ja kronometraazi teel.

Tööaja pildistamise all mõistetakse tööajakulutuste väljaselgitamise viisi kogu vahetuse või tehnoloogilise protsessi mõninga osa vältel vaatluse ja aja mõõtmise teel. Tööaja pildistamisel määratakse kindlaks:

- 1) tegelik tööajabilanss;
- 2) tööajakaod ja nende põhjused;
- 3) abinõud tööpäeva maksimaalseks tihendamiseks;
- 4) tööviljakuse tõstmise tegur;
- 5) tegelik tootlikkus kogu vahetuse vältel;
- 6) mitme tööpingi teenindusnorm;
- 7) üksikute tööliste koormus brigaadides;
- 8) kulutused ettevalmistus-lõpetus- ja teenindusajanormatiivide kindlaksmääramiseks.

Tööaja pildistamine on tööaja peamiseks ja universaalseks uurimisviisiks.

Tööaja pildistamine koosneb neljast etapist:

- 1) ettevalmistus vaatluseks;
- 2) vaatluse läbiviimine;
- 3) tööaja pildi andmete läbitöötamine;
- 4) organisatsioonilis-tehniliste abinõude väljatöötamine ajakadude kõrvaldamiseks.

Tööaja pildistamise liigid on:

- 1) tööaja individuaalne pildistamine, mis võib olla:
 - a) vaatleja poolt läbiviidav;
 - b) töölise enda poolt teostatav e. isepildistamine;
- 2) töölise grupi (brigaadi) tööaja pildistamine;
- 3) pildistamine momentvaatluste meetodil;
- 4) tehnoloogilise protsessi pildistamine.

Tööaja individuaalse pildistamise korral on vaatluse objektiks üks tööline, kes töötab ühel töökohal või teenindab mitut pimki. Isepildistamise korral märgib tööline ise oma seisakud, samuti nende põhjused ja süüdlased vaatluslehele. Tööline teeb ettepanekud seisakute kõrvaldamiseks.

Grupipildistamisel on jälgimise objektiks töölise grupp või brigaad. Siinjuures pildistamise põhiülesandeks on tööaja ja seisakute suhte kindlaksmääramine, seisakute arvu ja kestuse ning nende põhjuste kindlakstegemine. Analüüsi tulemusena saadakse koondandmed töölise kasuliku koormuse erikaalust ja tööajakadudest antud tootmisjaoskonnas.

Momentvaatluse meetod seisneb töölise ja seadmete töö ning seisakute registreerimises antud momendil. Viimatinimetatud vaatlusmeetodil on rida eeliseid võrreldes ülejäänutega: väiksem töömahukus ja läbiviimise lihtsus, operatiivsus, võimalus katkesta da vaatlus selle täpsust vähendamata.

Pildistamine koosneb kahest samaaegselt läbiviidavast vaatlusest: tehnoloogilise protsessi kulgemise ja töölise tööajakulutuste pildistamisest. Ühest küljest uuritakse seadmete koormust ning teisest küljest töölise koormatust ja seisakuid.

Üheks kõige levinumaks tööaja pildistamise viisiks on individuaalne tööaja pildistamine vaatleja poolt. Järgnevalt on lähemalt vaadeldud nimetatud pildistamise viisi.

Ettevalmistus vaatluseks algab päev enne pildistamist töökoha tutvumisega. Uuritakse seadmeid, rakiseid, lõikeriistu, tööorganiseerimist, valitakse endale sobiv vaatluse asukoht, informeeritakse administratsiooni eelseisvast vaatlusest. Vaatleja täidab vaatluslehe ülaosa (tabel 2). Vaatleja asub tööle vahetuse algul, kuid kohal tuleb olla mõni minut enne vahetuse algust, et registreerida töölise ettevalmistust tööks.

Tabel 2

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Ettevõtte | | Individuaalse töötaja pildistuse | | | Vaatileja L. kask | |
| Tsehh mehaanika | | vaatlusleht nr. | | | | |
| Vaatlu- se kuupäev | Vahe- tus | Vaat- luse algus | Vaat- luse lõpp | Vaat- luse kestus | Seade | Põhilised andmed |
| 09.11.65 | I | 8,00 | 16,00 | 8 | Freepink 6H82 | |
| Tööline | E. Liiv | | | | Toode | |
| Eriala | Freesija | | | | Detail 01-11 | |
| Järk | 3. | | | | Operatsioon | |
| Staaž erialal | 4 a. | | | | Pindade freesimine | |

Märkused. Detailid tuuakse töökohale konteineris ja asetatakse rakisesse käsitsi.

VAATLUSE ANDMED

| Jrk. nr. | Mida vaadeldakse | In- deks | Jook- sev aeg | Kestus minutites | Märkused |
|-------------|--|-------------|---------------------|---------------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Vaatluse algus | | 8,00 | | |
| 1. | Saab ülesande | EL | 05 | 5 | |
| 2. | Tutvub joonisega | EL | 08 | 3 | |
| 3. | Asetab rakise kohale | EL | 16 | 8 | |
| 4. | Seadistab pinki | EL | 23 | 7 | |
| 5. | Asetab detaili rakisesse | A | 24 | 1 | |
| 6. | Freesib | P | 28,5 | 4,5 | |
| 7. | Asendab töödeldud detaili toorikuga | A | 30 | 1,5 | 1. detail |
| 8. | Otsib võtit | MT | 33 | 3 | |
| 9. | Parandab freeside seadet | TT | 37 | 4 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|-------------------------------------|----|--------|-----|------------------------|
| 10. | Freesib | P | 8.41,5 | 4,5 | |
| 11. | Asendab töödeldud detaili toorikuga | A | 43 | 1,5 | 2. detail |
| 12. | Operatiivtöö | OP | 9.28 | 45 | 10. detail |
| 13. | Vahetab freesi | TT | 32 | 4 | |
| 14. | Suitsetab, ajab juttu | PI | 40 | 8 | |
| 15. | Operatiivtöö | OP | 10.12 | 32 | 15. detail |
| 16. | Elektrienergia katkestus | SO | 21 | 9 | |
| 17. | Operatiivtöö | OP | 45 | 24 | 19. detail |
| 18. | Pühib laaste | TT | 47 | 2 | |
| 19. | Operatiivtöö | OP | 11.19 | 32 | 25. detail |
| 20. | Vahetab freesi | TT | 23 | 4 | |
| 21. | Puhkab | PI | 26 | 3 | |
| 22. | Operatiivtöö | OP | 12.00 | 34 | 31. detail |
| | | | | | Lõuna 12.00 - 13.00 |
| 23. | Pingi õlitus | TT | 13.02 | 2 | |
| 24. | Operatiivtöö | OP | 14.08 | 66 | 41. detail |
| 25. | Pingi remont | SO | 24 | 16 | |
| 26. | Operatiivtöö | OP | 15.45 | 81 | 55. detail |
| 27. | Annab töö kontrolörile üle | EL | 50 | 5 | |
| 28. | Puhastab pinki | TT | 56 | 6 | |
| 29. | Lahkub töölt | ST | 16.00 | 4 | |

Tabel 3

| | | Vaatluse tulemused | | |
|---|--------|--------------------|----------------------|------------------|
| Ajakulutuse liik | Indeks | Tööaja bilanss | | |
| | | Tegelik | | Normeeritud |
| | | Kestus minutites | % vaatluse kestusest | Kestus minutites |
| Operatiivaeg | OP | 327 | 77,9 | 320 |
| Ettevalmistus- lõpetusaeg | EL | 28 | 6,65 | 24 |
| Töökoha teenindamise aeg | TT | 22 | 5,24 | 6,4 |
| Puhkus ja isiklikud vajadused | PI | 11 | 2,62 | 9,6 |
| Mittetootlik töö | MT | 3 | 0,71 | - |
| Töölisest olenev vaheaeg | ST | 4 | 0,95 | - |
| Tootmise tehnoloogia- st ja organisat- sioonist tingitud vaheaeg | SO | 25 | 5,94 | - |
| Kokku | VK | 420 | 100,0 | - |

Tööaja pildistamine toimub jooksva aja järgi tavaliselt täpsusega 0,5 min. Vaatluse algmoment märgitakse reale "Vaatluse algus". Veergu "Mida vaadeldakse" kirjutatakse töölise tegevus ja vaheajad töös. Lehele kantakse tegevuse ja vaheaegade lõppmomentide ajad (vaatluse lõpp langeb kokku järgmise algusega).

Tööaja pildi andmete läbitöötamine algab veeru "Indeks" täitmisega. Sinna märgitakse tööajakulutuse kategooria tingtähis. Tööajakulutuste indeksitena kasutatakse tähelisi, numbrilisi ja tähelis-numbrilisi indekseid. Kulutuste täpsel uurimisel kasutatakse numbrilisi indekseid.

Pärast tööajakulutuste indekseerimist arvutatakse nende kestus, mis saadakse eelmise rea jooksva aja lahutamisel antud rea jooksvast ajast. Tööpäeva tegeliku bilansi koostamiseks summeeritakse üheliigilised ajakulutused. Selgitatakse välja liigsed ajakulutused ja töötatakse välja abinõud nende likvideerimiseks.

Vaatlustulemuste analüüs on toodud tabelis 3. Tööaja pildistamise andmetel arvutatakse:

a) tööpäeva tihendamise tegur k_t protsentides, mis saadakse kõigide ajakulutuste summa T_{ak} jagamise teel vahetuse kestusega T_v ja korrutamisel saajaga:

$$k_t = \frac{T_{ak}}{T_v} 100 = \frac{7 + 4 + 15,6 + 1,4 + 3 + 4 + 25}{420} 100 = 14,3\%$$

b) tööviljakuse tõus M , mis saadakse kõigi ajakadude kõrvaldamisel:

$$M = \frac{k_t}{100 - k_t} 100 = \frac{14,3}{100 - 14,3} 100 = 16,7\%$$

1.6. Kronometraaz

Tehnilises normeerimises mõistetakse kronometraazi all operatsioonide esinevate korduvate elementide analüüsimist aja mõõt-

mise teel. Kronometraaži põhiülesandeks on operatsiooni kestuse kindlaksmääramine ja normatiivide väljatöötamine tööpingi-, lukksepa- ja koostamistöde tehniliseks normeerimiseks. Lisaks sellele kontrollitakse arvutuslikul meetodil kehtestatud ajanorme, sest abiaja kattumise tõttu põhijaga võib tegelik tükiaeg olla arvutuslikust väiksem. Tööviljakust on võimalik tõsta operatsioonelementide ratsionaalse struktuuri projekteerimise teel.

Kronomeetrilise uurimise käik on järgmine.

1. Operatsioon jaotatakse koostiselementideks ja määratakse fikseerimispunktid, s.t. piirid, mis eraldavad üht elementi teisest. Koostiselementideks jaotamise iseloom sõltub tootmistüübist.

2. Tehakse kindlaks tegurid, mis mõjutavad iga elemendi kestust.

3. Mõõdetakse operatsiooni korduvate elementide põhi- ja abiaja kestust.

4. Vaatlustulemuste analüüsi põhjal määratakse iga elemendi ja operatsiooni kestus ja sisu.

Kronovaatluse läbiviijaks peab olema kogunud normeerija, kes on põhjalikult tuttav vaadeldava tööga ja kes omab küllaldaselt tehnilisi ja organisatsioonilisi kogemusi, sest ta on uuritava töö otseseks suunajaks ja organiseerijaks nõutaval tasemel.

Kronometraaži läbiviimise erinevate etappide ülesanded on järgmised.

Ettevalmistus vaatluseks.

1. Tutvutakse põhjalikult vaadeldavat operatsiooni mõjutavate teguritega.

2. Valitakse tööline, kelle töötulemused langevad keskmiste ja maksimaalsete vahe peale. Töölisele selgitatakse kronometraaži vajalikkust ja teda instrueeritakse, kuidas peab töötama.

3. Kõrvaldatakse töölinde ebaratsionaalsed liigutused, näiteks muudetakse tööelementide järjekorda, et kindlustada ettenähtud lõikerežiim.

4. Töökoht organiseeritakse võimalikult otstarbekalt ja varustatakse kõige vajalikuga: toorikute, rakiste, tööriistade ja mõõteriistadega.

5. Operatsioon jaotatakse koostiselementideks vastavalt tootmistüübile. Mass- ja suurseeriatootmises operatsiooni koostiselementideks võetakse võtte, liigutus, seeria- ja väikeseeriatootmises jaotatakse operatsioon suuremateks elementideks - võtete kompleksideks. Üksikute elementide piirid eristatakse fikseerimispunktidega, millisteks võivad olla näiteks lüliti või detaili käega puutumine, detaili puutumist saatev heli jne.

6. Projekteeritakse operatsioon sõltuvalt tootmistingimustest.

7. Täidetakse kronokaardi ülaosa (tabel 4).

8. Määratakse kindlaks kronovaatluste arv. See sõltub nii operatsioonielemendi kui ka operatsiooni kestusest. Vaatluste arv määratakse Töö Teadusliku Uurimise Instituudi poolt koostatud tabeli järgi, millest väljavõtte on toodud tabelis 5.

Vaatluste läbiviimine. Kronometraažil võib aega mõõta kahel viisil: kas pidevalt jooksva aja järgi või väljavõtteliselt. Kui uuritakse mingit operatsiooni tervikuna, siis operatsiooni elementide kestust mõõdetakse jooksva aja järgi, s.t. ajamõõtjat ei peatata enne vaatluse lõppu. Sel meetodil mõõttes ei ole vaja eraldi fikseerida operatsioonielemendi algust, vaid piirdutakse lõpu fikseerimisega, sest järgneva elemendi algus loetakse ühtelangevaks eelneva lõpuga. Väljavõttelist ajamõõtmist kasutatakse üksikute võtete kronometraažil.

Mõõtmisel kasutatakse kahe osutiga sekundimõõdikut.

Kronovaatlused viiakse läbi vahetuse keskel, paar tundi pärast vahetuse algust ja paar tundi enne tööpäeva lõppu. Siis on töölisel normaalne töörežiim välja kujunenud.

Enamikul juhtudel mõõdetakse jooksvat aega, märkides aega kasvavalt reale "J".

Vaatlusandmete analüüs. Kõigepealt arvutatakse operatsiooni-elementide kestus tabelireal "K", lahutades antud operatsiooni-elementi real näidatud jooksvast ajast eelmisel real asetseva operatsioonielemendi jooksva aja. Nii saadakse iga operatsiooni-elementi kestuse rida, mida nimetatakse kronoreaks. Igas kronoreas esineb kõikumisi, mis tulenevad nii aja mõõtmisel tehtud vigadest kui ka töö rütmist kõrvalekaldumisest.

Tabel 5

Vaatluste arv kronometraazil

| Töö iseloomustus | Operatsioonielementide kestus sekundites | Vaatluste arv, kui operatsiooni kestus on min | | | |
|--|--|---|-------|--------|--------|
| | | Kuni 1,0 | 1...5 | 5...10 | Üle 10 |
| Masinatöö või töö sundrütmiiga vooluliinil | Üle 10 | 10 | 10 | 6 | 4 |
| | Alla 10 | 20 | 20 | 6 | 4 |
| Masina-käsitsitöö | Üle 10 | 15 | 15 | 10 | 6 |
| | Alla 10 | 30 | 30 | 10 | 6 |
| Käsitsitöö | Üle 10 | 30 | 20 | 12 | 8 |
| | Alla 10 | 60 | 30 | 12 | 8 |

Tabel 6

Kronorea normatiivne püsivustegur

| Tootmistüüp töökohal | Tööelemendi kestus sekundites | Kronorea normatiivne püsivustegur | | |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------|
| | | Masinatööl | Masina-käsitsitööl | Käsitsitööl |
| Masstootmine | Kuni 6 | 1,2 | 1,5 | 2,0 |
| | 6...15 | 1,1 | 1,3 | 1,7 |
| | Üle 15 | 1,1 | 1,2 | 1,5 |
| Suurseeriatootmine | Kuni 6 | 1,2 | 1,8 | 2,3 |
| | 6...15 | 1,1 | 1,5 | 2,0 |
| | Üle 15 | 1,1 | 1,3 | 1,7 |
| Seeriatootmine | Kuni 6 | 1,2 | 2,0 | 2,5 |
| | Üle 6 | 1,1 | 1,7 | 2,3 |
| Väikeseeriatootmine | | 1,3 | 2,0 | 3,0 |

Järgmiseks kronorea töötlemisel on vabanemine ebaõigetest suurustest. Kronorea õigsuse hindamiseks kasutatakse püsivuse mõistet. Arvutatakse kronorea tegelik püsivustegur k_{teg} ja võrreldakse seda normatiivsega k_{norm} :

$$k_{teg} = \frac{t_{max}}{t_{min}} \leq k_{norm}$$

kus t_{max} on maksimaalne ajaline kestus kronoreas;
 t_{min} - minimaalne ajaline kestus kronoreas.

Kui tegelik kronorea püsivustegur osutub suuremaks kui normatiivne, tuleb vabaneda ebaõigetest suurustest kronoreas või teha täiendavaid kronovaatlusi. Kronoridade normatiivsed püsivustegurid on toodud tabelis 6.

Operatsioonielemendi kestuse saamiseks summeeritakse vastava kronorea liikmed ja jagatakse vaatluste arvuga, s.t. leitakse kronorea aritmeetiline keskmine. Operatsiooni kestus võrdub kõikide kronoridade aritmeetiliste keskmiste summaga.

1.7. Normeerimisalase töö korraldamine ettevõttes

Tehnilise normeerimise alase töö põhilisteks suundadeks ettevõttes on uute normide operatiivne kehtestamine, arvestus ja ülevaatamine, tööliste instrueerimine, uute töörežiimide väljatöötamine eesmärgiga suurendada tööviljakust ning ühtlasi kergendada tööliste tööd, uute töövõtete levitamine. Sõltuvalt tootmise ulatusest ja organiseerimise struktuurist tegeleb tehnilise normeerimisega töö tehnilise normeerimise grupp või büroo. Viimane asub väikeses ettevõttes tehnikaosakonna juures, keskmistes ja suurtes ettevõtetes on ta töö ja töötasu osakonna allüksuseks (skeem 2).

Töö ja töötasu osakonna ülesanneteks tehnilise normeerimise alal on:

- 1) pidev novaatorite töökogemuste ja töökoha organiseerimise tundmaõppimine;
- 2) tööajakulutuste kindlakstegemine;
- 3) normatiivide väljatöötamine töö normeerimiseks;
- 4) ajanormide ja tootlusnormide ning hinnete määramine;
- 5) töönormide arvestus ja kontroll;
- 6) toodete töömahukuse vähendamise uurimine ja ülesannete kehtestamine tsehhidele.

Masinaehituses esinevate enamike tööde jaoks on olemas üldmasinaehituslikud normatiivid erinevate tootmistüüpide kohta. Praktikas aga tuleb kindlasti arvestada antud ettevõtte organisatsioonilis-tehnilisi tingimusi. Seega enne normatiivide kasutamist on vaja kindlaks teha nende sobivus antud tootmistingimustes. Vajaduse korral tuleb ettevõtte tootmistingimused lähendada normatiivsetele.

Operatiivse normeerimisega, s.o. aja- ja tootlusnormide kehtestamisega, tegeleb operatiivse normeerimise grupp või tsehi normeerija. Ettevõtte normeerija tüüp määrus on toodud kirjanduses [7].

Uus tehnika, tehnoloogia muutmine või tootmise organiseerimise täiustamine põhjustab nii kehtivate normatiivide kui ka kehtivate normide korrigeerimise.

Normide ülevaatamine on üks normeerimisbüroo tähtsamaid ülesandeid. Organisatsioonilis-tehniliste tingimuste ja töötingimuste paranemisega peab reeglina kaasnema tööviljakuse tõus. Mõningail juhtudel kasutatakse vananenud ja ekslikke norme, mis vajavad kõrvaldamist. Tuleb selgitada, millest on tingitud, et üksikud töölised ei täida normi.

Töönormide arvestust peetakse üksikute tööliste kui ka jaoskondade ja tsehhide kaupa.

Normitäitmise näitajaks on keskmine protsent:

$$P = \frac{N_{teg}}{N_t} 100\%,$$

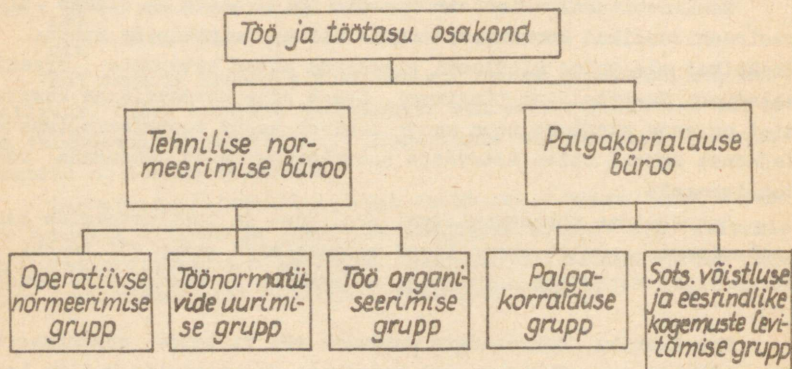
kus N_{teg} on tööliste tegelik toodang ajaühikus;

N_t - tootlusnorm.

Praktikas arvutatakse normitaitmise protsent ka palga järgi: tegeliku tükipalga summa jagatakse tariifse töötasusummaga ja korrutatakse sajaga.

Skeem 2

Töö ja töötasu osakonna struktuur suures ettevõttes



Aegunud töönormide läbivaatust teostatakse kooskõlas NSVL Ministrite Nõukogu määrusega 15. augustist 1956.a. nr.1124 "Töönormide läbivaatamise korra muutmisest". Kehtestatud normid kooskõlastatakse ametiühingukomiteega, uutest normidest teatakse töölisele vähemalt 2 nädalat enne nende rakendamist.

Ajutised töönormid uue toodangu juurutamisel kehtivad kuni 3 kuud. Ajutised ja ühekordsete tööde normid tehakse teatavaks töölisele enne töö algust.

Kokkuvõtteks: ajanormid nendele töödele, mis kindlustavad tootmise ja töö organiseerimise paranemise, muudetakse ettevõtte direktori poolt kehtestatud tähtaegadel kooskõlastatuna ametiühingukomiteega. Normide läbivaatamiseks koostatakse kalenderplaanid, mille vorm on toodud kirjandus [7].

Tsehhid ja jaoskonnad peavad normeeritud töömahukuse muutmise arvestuseks vastavaid žurnaale. Nendest tehakse igas kuus kokkuvõtted töö ja palgaoskonnale.

Selleks et stimuleerida töölisi ja meistreid vähendama töömahukust, suunatakse osa tulust, mis saadakse normide vähendamisest, tööliste täiendavaks tasustamiseks kolme kuni kuue kuu jooksul.

2. TÖÖDE NORMEERIMISE METOODIKA MASINAEHITUSES

2.1. Pingitööde normeerimise üldised alused

Ühe ja sama detaili töötlemiseks on mitmesuguseid mooduseid. Otstarbekaks võib lugeda sellist tehnoloogilist protsessi, mille korral detaili omahind on vähim. Toote omahind aga sõltub valmistamise ajast. Majanduslikult kasulikku töötlemisaega on võimalik leida, kui on teada optimaalsed lõikerežiimid.

Pingitööde normeerimise alustamiseks peab olema koostatud detaili valmistamise tehnoloogia ja valitud või arvutatud optimaalsed lõikerežiimid. Optimaalsete lõikerežiimide leidmiseks kasutatakse kas tabeleid, nomogramme, tsentrogramme või eksperimentaalseid arvutusvalemeid. Lõikerežiimi elementide määramiseks kasutatakse:

- 1) detaili tööjoonist;
- 2) lõiketera materjali, geomeetriat ning kulumist iseloomustavaid andmeid;
- 3) tööpingi passiaandmeid.

Lõikerežiimi arvutamise järjekord.

1. Lõikesügavus. Töötlemisvaru on kasulik võimalikult väikese läbimite arvuga maha võtta. Koorival töötlemisel peaks lõikesügavus t võrdnema töötlemisvaruga h . Juhul kui edasine arvutus näitab, et vajalik lõikevõimsus tuleb suurem kui pingi lubatud võimsus, siis töödeldakse mitme läbimiga. Läbimite arv

$$i = \frac{h}{t}.$$

Lõikesügavus treimisel, ümarlihvimisel

$$t = \frac{D - d}{2},$$

kus D on tooriku läbimõõt;

d - lõppmõõde.

2. Ettenihe. töödelda tuleb maksimaalselt võimaliku ettenihkega. Ettenihe sõltub silumisel põhiliselt töödeldava pinna nõu-
tavast siledusest. Koorival töötlemisel pinna kvaliteet ei ole
määrav, siin piiravad ettenihke suurus lõiketera, tooriku ja pin-
gi tugevus ning jäikus. Ettenihe võetakse normatiividest või ar-
vutatakse analüütiliselt. Näiteks maksimaalselt lubatud ettenihe
treimisel, lähtudes riskülikukujulise ristlõikega treitera tuge-
vusest

$$S_{\text{lub}} = \frac{0,75}{\sqrt{\frac{BH^2 [\sigma_p]}{6C_{pz} l t}}} \text{ mm/pöördele,}$$

kus B on tera laius mm;

H - tera kõrgus mm;

l - tera väljaulatuva osa pikkus mm;

$[\sigma_p]$ - tera lubatud paindepinge kg/mm^2 ;

C_{pz} - lõikejõu tegur, mis sõltub töödeldavast materjalist.

Valitud dettenihet kontrollitakse tera jäikuse, tooriku jäi-
kuse ja ettenihkemehhanismi tugevuse järgi.

3. Tera püsivusaeg. Tera püsivusajaks nimetatakse masinaaega
lõikeriista teritamisesest kuni järgmise teritamiseni või kulumise
teatud määrani. Püsivusajad valitakse НИБТН-i poolt koostatud ta-
belitest. Katseliselt on kindlaks tehtud, et tera püsivusaja T ja
lõikekiiruse v vahel on järgmine seos:

$$v = \frac{A}{T^m} = \text{const},$$

kus A on kosnatnt, mis oleneb töötingimustest;

m - suurus, mis sõltub töödeldavast materjalist ja treitera materjalist.

4. Lõikekiirus. Valemid lõikekiiruse määramiseks on saadud katselisel teel. Treimisel avaldub lõikekiirus järgmiselt:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K \text{ m/min.}$$

kus C_v , x_v , y_v on töödeldavat materjali iseloomustavad suurused; K - lõikekiiruse parandustegur.

Lõikekiiruse valemid teiste töötlemisviiside jaoks on lähedased ülaltooduga.

5. Tooriku pöörete arv. Spindli või tooriku pöörete arv arvutatakse leitud lõikekiiruse järgi:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} \text{ p/min.}$$

Seda pöörete arvu korrigeeritakse pingi passi järgi, s.t. leitakse tegelik pöörete arv n_{teg} . Passist võetakse lähim väiksem pöörete arv või erandina ka suurem, kui viimane ei ületa 5% arvutatud pöörete arvu. Pingi passi järgi saadakse analoogilisel viisil tegelik ettenihe. Tegelik lõikekiirus

$$v_{\text{teg}} = \frac{\pi D n_{\text{teg}}}{1000} \text{ m/min.}$$

6. Lõikejõud. Lõikejõu väärtus sõltub lõikesügavusest, ettenihkest, töödeldavast materjalist, lõiketera materjalist ja geomeetriast. Treimisel arvutatakse lõikejõud järgmise valemiga:

$$P_z = C_{pz} t^x s^y P_K \text{ kG,}$$

kus C_{pz} , x_p , y_p on töödeldavat materjali iseloomustavad suurused; K - lõikejõu parandustegur.

7. Pöördemoment. Pöördemoment arvutatakse tangentsiaalse lõikejõu ja tooriku läbimõõdu järgi:

$$M = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} \text{ kGm.}$$

8. Võimsus. Lõikamiseks vajalik võimsus

$$N = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} = \frac{P_z v}{6120} \text{ kW}$$

või

$$N = \frac{Mn}{974000} \text{ kW.}$$

Lõikamiseks vajalik võimsus peab olema väiksem või piirjuhul võrdne pingi efektiivvõimsusega (pingi efektiivvõimsus on võimsus spindlil):

$$N \leq N_{ef} = N_{el} \eta,$$

kus N_{el} on pingi elektrimootori võimsus;

- pingi kinemaatilise ahela kasutegur.

Kui lõikevõimsus ületab võimsuse spindlil, tuleb muuta lõike-
režiime. Üldreeglina vähendatakse lõikesügavust, s.t. töödeldakse
suurema läbimite arvuga kui üks. Puhastöötlemisel võimsuse järgi
kontrollida pole vaja.

9. Masinaaeg. Masinaaja leidmine toimub siirete kaupa. Ope-
ratsiooni masinaaeg on üksikute siirete masinaaegade summa. Masi-
naaja valemi üldkuju pingitööl on järgmine:

$$T_m = \frac{L}{ns} i,$$

kus L on arvatav töötlemispikkus mm; see saadakse kui töötlemi-
se algpikkusele lisatakse lõikeriista sisse- ja ülejooksu
teekonnad.

Sama lõikekiiruse kaudu:

$$T_m = \frac{\pi D L i}{1000 v s}.$$

Konkreetsete töötlemisviiside jaoks on masinaaja valemid toodud normatiivides.

10. Abiaeg. Abiaja määramiseks kasutatakse normatiive või analüütilist kronometraaži. Abiaja difarentseerimise aste sõltub tootmistüübist. Näiteks seeriatootmises liigitatakse abiaeg sõltuvalt tövõtetest järgmistesse rühmadesse.

Detaili ülesseadmise ja mahavõtmisega seotud abiaeg. Siia kuuluvad järgmised tövõtted: detaili ülesseadmine, rihtimine, kinnitamine, lahtikeeramine, eemaldamine, samuti kuulub siia tööpingi sisse- ja väljalülitamine. Peamisteks teguriteks, millest see aeg sõltub, on detaili mõõtmed, kaal, kinnitusviis.

Siirdega seotud abiaeg. Selle abiaja näideteks on ajakuludused järgmistele võtetele: pingi juhtimine, ettenihke sisse- ja väljalülitamine, tera lähendamine detailile, proovilaastu võtmine ja mõõtmine. Siirdega seotud abiaeg oleneb pingi tüübist ja mõõtmetest.

Abiaeg lõikerežiimide muutmiseks. Nimetatud abiaja moodustavad näiteks pöörete arvu ja ettenihke muutmine, lõikeriista vahetamine, jagamispea pööramine.

Abiaeg kontrollmõõtmistele sõltub sellest, kas kasutatakse universaalseid või spetsiaalseid mõõteriistu. Mõõtmiste perioodilisus oleneb detaili mõõtmetest ja töötlemise täpsusest.

Masstootmises toimub abiaja arvutamine üksikute võtete kaupa. Kui abiaeg kattub masinaajaga, siis teda ajanormi hulka ei arvata.

11. Töökoha tehnilise teenindamise, organisatsioonilise teenindamise ning puhkuse ja isiklike vajaduste aeg leitakse konkreetse tööpingi ja tootmistüübi jaoks normatiividest.

Enamiku tööpinkide puhul moodustab tehnilise teenindamise aeg 1...3,5% põhiajast. Lihtsustatud arvutustes võib tehnilise teenindamise aja määrata protsendina operatiivajast.

Suurseeria- ja masstootmises moodustab organisatsioonilise teenindamise aeg 0,8...2,5% operatiivajast. Seeriatootmises määratakse mõnikord tehnilise ja organisatsioonilise teenindamise aeg summaarse protsendina operatiivajast. Sõltuvalt teenindatava pingi tüübist kõigub see protsent piirides 2...13%.

Puhkuse ja isiklike vajaduste aeg väikeseeria- ja seeria-
tootmises moodustab 4...6%, suurseeria- ja masstootmises 5...8%
operatiivajast.

Nimetatud ajakulutused arvutatakse tehnoloogilise protses-
si iga operatsiooni kohta eraldi.

12. Tükiajanormi valemid on toodud peatükis 1.3.

2.2. Treimistööde normeerimise näide seeriatootmises

Treimistööde ajanormide määramiseks tuleb kasutada üldmasi-
naehituslikke lõikerežiimide ja ajanormide normatiive seeria-
tootmisele [8] või normeerija käsiraamatut [9].

Ülesanne. Arvutada ajanorm võlli koorivaks töötlemiseks
treipingis 1K62.

Lähteandmed:

- 1) tooriku materjal - kuumvaltsitud süsinikkonstruksiooni-
teras, $\sigma_s = 75 \text{ kG/mm}^2$;
- 2) tooriku mõõtmed: $D = 90 \text{ mm}$, $l = 725 \text{ mm}$;
- 3) tooriku kaal: 36 kG;
- 4) partii suurus: 40 tükki;
- 5) toorik on eelnevalt tsentreeritud ja töödeldud otpinda-
dega;
- 6) tooriku ühe otsa töötlemine toimub koorivalt 5. täpsus-
klassi järgi ja pinnakaredusega $\nabla 1$;
- 7) detail kinnitatakse tsentrite vahele kaasavedajaga;
- 8) töötlemine toimub kõvasulamplaatidega T5K10 varustatud
teradega, kusjuures tera mõõtmed on $20 \times 30 \text{ mm}$, peanurk plaanis
 $\varphi = 45^\circ$ ja abinurk plaanis $\varphi_1 = 10^\circ$.

Treipingi 1K62 passiaandmed.

Kahekordne pöördemoment 2M (kGm) ja pöörete arv n (p/min):

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| n | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 |
| 2M | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 248 | 195 | 156 | 124 | 98 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| n | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 |
| 2M | 78 | 62 | 52 | 40,5 | 31 | 24 | 18,6 | 14 | 11 | 8,4 | 6 |

Võimsus spindlil nõrgema lüli järgi pöörete arvul kuni 20 p/min on 2,67 kW, võimsus spindlil teistel pöörete arvudel:

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|-----|-----|-------------|
| n | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63 | alates 1000 |
| N_{ef} | 3,34 | 4,2 | 5,35 | 6,7 | 8,0 | 7,0 |

Piki- ja ristettenihked s_{piki} ja s_{risti} (mm/pöördele):

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,25 | 0,28 | 0,3 | 0,32 | 0,37 | 0,42 | 0,51 | 0,56 | 0,61 |
| 0,65 | 0,75 | 0,84 | 0,88 | 0,93 | 1,02 | 1,11 | 1,22 | 1,3 |
| 1,39 | 1,50 | 1,68 | 1,76 | 1,9 | 2,08 | 2,28 | ... | |

Ettenihkemehhanismile lubatud suurim jõud: $P_x = 360$ kG ja $P_z = 1300$ kG.

Lõikerežiimide ja ajanormi arvutus.

Kooriva töötlemise operatsioon koosneb kahest siirdest.

Esimene siire: läbimõõdu $d_1 = 74$ mm treimine pikkuses $l = 300$ mm.

1. Lõikesügavus võetakse võrdseks töötlemisvaruga:

$$t = h = \frac{D - d_1}{2} = \frac{90 - 74}{2} = 8 \text{ mm.}$$

2. Ettenihke väärtused koorivale treimisele on toodud kaardil 14 [9]. Soovitav ettenihke koormisterale mõõtmega 20x30 mm, tooriku läbimõõdule kuni 100 mm ja lõikesügavusele kuni 8 mm: $s = 0,5 \dots 0,7$ mm/p.

Ettenihet, mida soovitab kaart 4, kontrollitakse elektrimootori võimsuse (kaart 13), terahoidja tugevuse (kaart 14) ja kõvasulamplaadi tugevuse (kaart 15) järgi.

Kaardilt 13 saadakse lõikesügavuse $t = 8$ mm, elektrimootori võimsuse $N_{el} = 8$ kW ja abinurga $\varphi_1 > 0^\circ$ juures ettenihke väärtuseks $s = 0,47$ mm/p. Samalt kaardilt leitakse ettenihke parandus-tegur $K_s = 0,78$, mis sõltub töödeldava materjali omadustest.

Seega lubatav ettenihke elektrimootori võimsuse järgi:

$$s = 0,47 \cdot 0,78 = 0,37 \text{ mm/p.}$$

Kaardilt 14 leitakse tera mõõtmete 20.x 30 mm ja lõikesügavuse $t = 8$ mm järgi ettenihke $s = 2,38$ mm/p. Saadud ettenihke väärtust tuleb korrutada töödeldava materjali omadustest sõltuva parandusteguriga $K_g = 0,93$ ja lõiketera väljaulatusest $l = 1,5H$ sõltuva parandusteguriga:

$$s = 2,38 \cdot 0,93 \cdot 0,58 = 1,28 \text{ mm/p.}$$

Kaardil 15 on peanurgale plaanis $\varphi = 45^\circ$, kõvasulamplaadi paksusele $c = 6$ mm ja lõikesügavusele $t = 8$ mm vastav ettenihke $s = 2,09$ mm/p. Arvestades materjali omadustest sõltuvat parandustegurit, saadakse

$$s = 2,09 \cdot 0,93 = 1,95 \text{ mm/p.}$$

Võrreldes kaartidelt 13, 14 ja 15 leitud ettenihke väärtusi $s = 0,37; 1,28$ ja $1,95$ mm/p, osutub limiteerivaks elektrimootori võimsus. Seega tuleb ettenihet $s = 0,37$ mm/p korrigeerida tööpingi 1K62 passi järgi. Viimasest saadakse ettenihke tegelikuks väärtuseks $s = 0,37$ mm/p.

3. Lõikekiiruse ja spindli pöörete arvu määramine. Kaardi 19 lehelt 2 leitakse lähteandmete $t = 8$ mm, $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$, $s = 0,40$ mm/p järgi lõikekiirus $v = 131$ m/min, lõikejõud $P_z = 615$ kG ja efektiivvõimsus $N_{\text{ef}} = 13$ kW.

Kaardi 45 lehelt 2 määratakse sõltuvalt töödeldava materjali omadustest lõiketera töötingimuste jaoks parandustegurid: $K_v = 0,87$, $K_{P_z} = 1,07$, $K_{N_{\text{ef}}} = 0,93$.

$$\text{Seega } v = 131 \cdot 0,87 = 114 \text{ m/min;}$$

$$P_z = 615 \cdot 1,07 = 658 \text{ kG;}$$

$$N_{\text{ef}} = 13 \cdot 0,93 = 12,1 \text{ kW.}$$

Antud detaili ei ole võimalik selliste lõikerežiimidega pingis 1K62 töödelda, sest pingi lubatav võimsus

$N_{\text{sp}} = N_{\text{el}} \eta = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ kW}$
on väiksem vajalikust.

Efektiiivõimsuse vähendamiseks on kaks teed: a) vähendada lõikekiirust või b) vähendada lõikesügavust ja töödelda kahe läbimiga.

Lõikekiiruse vähendamine. Selleks arvutatakse lõikekiiruse vähenemise tegur, mis saadakse spindli võimsuse jagamisel vajaliku lõikevõimsusega. Antud juhul

$$\frac{N_{sp}}{N_{ef}} = \frac{7,8}{12,1} = 0,645.$$

Kaardi 45 lehelt 7 leitakse arvutatud teguri jaoks lõikekiiruse parandustegur $K_v = 0,6$.

Seega lõikekiirus

$$v = 114 \cdot 0,6 = 68,4 \text{ m/min.}$$

Vajalik pöörete arv

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 68,4}{\pi \cdot 90} = 241 \text{ p/min.}$$

Pingi passist $n = 250 \text{ p/min.}$

Seega lõikerežiim esimese siirde jaoks on järgmine: $t = 8 \text{ mm}$, $s = 0,37 \text{ mm/p}$, $n = 250 \text{ p/min}$ ja tegelik lõikekiirus

$$v = \frac{Dn}{1000} = \frac{90 \cdot 250}{1000} = 22,5 \text{ m/min.}$$

Järgnevalt vaadeldakse teist võimalust efektiiivõimsuse vähendamiseks. Vähendatakse lõikesügavust, kusjuures mõlema läbimi jaoks võetakse lõikesügavuseks $t = 4 \text{ mm}$.

Vastavalt $t = 4 \text{ mm}$, $\varphi > 0^\circ$ ja $N_{ef} = 8 \text{ kW}$ saadakse kaardilt 13 ettenihkeks $s = 1,19 \text{ mm/p}$. Seda ettenihet korrutatatakse parandusteguriga:

$$s = 1,19 \cdot 0,93 = 1,11 \text{ mm/p.}$$

Arvutuslik ettenihke langeb antud juhul kokku pingi passis toodud ettenihkega.

Vastavalt lähteandmetele $t = 4 \text{ mm}$, $\varphi = 45^\circ$ ja $\varphi_1 = 10^\circ$ saadakse kaardi 19 lehelt 1 lõikerežiim ettenihkel $s = 1,0 \text{ mm/p}$:

$v = 92 \text{ m/min}$, $P_z = 580 \text{ kG}$ ja $N_{ef} = 8,7 \text{ kW}$. Lõikerežiim ettenihkel
 $s = 1,5 \text{ mm/p}$: $v = 76 \text{ m/min}$, $P_z = 816 \text{ kG}$ ja $N_{ef} = 10,1 \text{ kW}$.

Kasutades interpoleerimist leitakse lõikerežiim ettenihkel
 $s = 1,11 \text{ mm/p}$:

$$v = 92 - \frac{16 \cdot 0,11}{0,5} = 88,48 \text{ m/min};$$

$$P_z = 580 + \frac{236 \cdot 0,11}{0,5} = 632 \text{ kG};$$

$$N_{ef} = 8,7 + \frac{1,4 \cdot 0,11}{0,5} = 9,06 \text{ kW}.$$

Kasutades materjali omadustest sõltuvaid parandustegureid,
saame:

$$v = 88,48 \cdot 0,87 = 77 \text{ m/min};$$

$$P_z = 632 \cdot 1,07 = 675 \text{ kG};$$

$$N_{ef} = 9,06 \cdot 0,93 = 8,40 \text{ kW}.$$

Vaatamata elektrimootori lühiajalisele ülekoormusele, saab
seda detaili töödelda kahe läbimiga.

Vajalik pöörete arv

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 77}{\pi \cdot 90} = 270 \text{ p/min}.$$

Pingi passist $n = 250 \text{ p/min}$.

Tegelik lõikekiirus

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi D \cdot 250}{1000} = 70,6 \text{ m/min}.$$

4. Masinaaeg esimesele siirdel:

a) vähendatud lõikekiiruse juures

$$T_{m1}'' = \frac{l + l_1}{ns} i = \frac{300 + 8}{250 \cdot 0,37} = 3,33 \text{ min},$$

kus l_1 on tera sissejooks (kaart 65);

b) töötlemisel kahe läbimiga

$$T_{m1}'' = \frac{300 + 8}{250 \cdot 1,11} \cdot 2 = 2,22 \text{ min}.$$

Toodud näidetest selgub, et töötlemine kahe läbimiga on tootlikum kui ühe läbimiga.

Teine siire: läbimõõdu $d_2 = 84$ mm treimine pikkuses $l = 350$ mm.

1. Lõikesügavuseks võetakse kogu töötlemisvaru:

$$t = h = \frac{90 - 84}{2} = 3 \text{ mm.}$$

2. Ettenihke määramine. Kaardilt 4 saadakse lõiketera mõõtmete 20×30 mm, töödeldava tooriku läbimõõdu kuni 100 mm, lõikesügavuse $t = 3$ mm juures ettenihkeks $s = 0,8 \dots 1,0$ mm/p.

Kaardil 4 soovitatud ettenihet kontrollitakse analoogiliselt esimese siirdega elektrimootori võimsuse järgi. Kui $t = 3$ mm ja $N_{e1} = 8$ kW, siis kaardilt 13 saadakse ettenihke $s = 1,8$ mm/p. Arvestades parandusteguriga $K_s = 0,93$ on ettenihke

$$s = 1,8 \cdot 0,93 = 1,67 \text{ mm/p.}$$

Seega ettenihkeks valitakse kaardil 4 soovitatud maksimaalne suurus $s = 1,0$ mm/p. Pingi passist saame tegeliku ettenihke $s = 0,93$ mm/p.

3. Lõikekiiruse ja spindli pöörete arvu määramine. Vastavalt lähteandmetele $t = 3$ mm, $\varphi = 45^\circ$ ja $\varphi_1 = 10^\circ$ leitakse, kasutades interpoleerimist ja võttes arvesse parandustegureid, lõikerežiim ettenihkel $s = 0,93$ mm/p (kaart 19 leht 1):

$$v = 98,7 \cdot 0,87 = 86 \text{ m/min;}$$

$$P_z = 404 \cdot 1,07 = 432 \text{ kG;}$$

$$N_{ef} = 6,59 \cdot 0,93 = 6,03 \text{ kW.}$$

Arvutatakse vajalik spindli pöörete arv:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 86}{\pi \cdot 90} = 305 \text{ p/min.}$$

Pingi passist $n = 315$ p/min.

Järelikult tegelik lõikekiirus

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 90 \cdot 315}{1000} = 89,2 \text{ m/min.}$$

Teise siirde lõikerežiim on järgmine: $t = 3 \text{ mm}$; $s = 0,93 \text{ mm/p}$;
 $n = 315 \text{ p/min}$; $v = 89,2 \text{ m/min}$.

4. Masinaaeg teisele siirdele

$$T_{m2} = \frac{l + l_1}{ns} i = \frac{350 + 3}{315 \cdot 0,93} = 1,045 \text{ min.}$$

Operatsiooni masinaaeg

$$T_m = T_{m1} + T_{m2} = 2,22 + 1,045 = 3,27 \text{ min.}$$

5. Abiaja arvutus on toodud tabelis 7.

Tabel 7

| Jrk. nr. | Abiaja komponendid | Aeg minutites | Kaart/pos. |
|---------------------|--|---------------|-------------|
| 1. | Abiaeg detaili ülesseadmiseks ja mahavõtmiseks | 2,1 | 53/1 |
| 2. | Esimese siirdega seotud abiaeg | 2·0,11=0,22 | 60/3 |
| 3. | Teise siirdega seotud abiaeg | 0,11 | 60/3 |
| 4. | Abiaeg lõikerežiimide muutmiseks, kui | | |
| | a) pöörete arvu muudetakse kahe hoovaga | 2·0,06=0,12 | 61/2 |
| | b) ettenihet muudetakse ühe hoovaga | 2·0,04=0,08 | 61/1 |
| | c) aeg supordi nihutamiseks | 3·0,02=0,06 | 60 märkus 2 |
| Operatsiooni abiaeg | | 2,69 | |

6. Operatiivaeg

$$T_{op} = T_m + T_a = 3,27 + 2,69 = 5,96 \text{ min.}$$

7. Töökoha teenindamise aeg

$$K_0 = 2,5\% \text{ (kaart 49 pos. 37)}$$

ning puhkuse ja isiklike vajaduste aeg

$$K_3 = 4,0\% \text{ (kaart 49 pos. 38).}$$

8. Tükiajanorm

$$T_{tk} = T_{op} \left(1 + \frac{K_0 + K_3}{100} \right) = 5,96 \left(1 + \frac{2,5 + 4,0}{100} \right) = 6,36 \text{ min.}$$

9. Ettevalmistus-lõpetusaeg

$$T_{el} = T_{el1} + T_{el2} = 7,0 + 1,5 = 8,5 \text{ min,}$$

kus T_{el1} on tööpingi ja lõikeriistade seadistamise aeg

(kaart 49 leht 1 ja 2);

T_{el2} - aeg piiraja reguleerimiseks (kaart 49 pos. 22).

10. Kalkulatiivne tükiajanorm

$$T_{ktk} = T_{tk} + \frac{T_{el}}{n} = 6,36 + \frac{8,5}{40} = 6,57 \text{ min.}$$

11. Ajanorm partii töötlemiseks

$$T_{partii} = nT_{ktk} = 40 \cdot 6,57 = 262,8 \text{ min.}$$

Operatsioonikaardile (tabel 8) kantakse tükiajanorm, ettevalmistus-lõpetusaeg, põhiaeg, abiaeg, töökoha teenindamise ning puhkuse ja isiklike vajaduste aeg.

2.3. Revolvertreipinkide töö normeerimise iseärasusi

Revolvertreipinkide tootlikkus on tunduvalt suurem kui tavaliste treipinkide tootlikkus. Küllalt suur seadistamise aeg piburdas revolvertreipinkide laialdast levikut. Varem leidsid need pingid kasutamist suurseria- ja seeriatootmises. Et tuua revol-

vertreipinke ka väkeseeriatootmisse võrdlemisi väikeste partii-
de töötlemiseks, on vaja vähendada seadistamiseks kuluvat aega.

Suur ajakulu häälestamiseks on seletatav sellega, et revol-
vertreipinke häälestatakse iga detaili töötlemiseks, mis erine-
vad üksteisest tavaliselt kuju ja mõõtmete poolest. Et vähendada
seadistamise aega, on vaja pink häälestada mitte ühele detaili-
le, vaid detailide grupile, s.t. ühte häälestust tuleb kasutada
mitme, aga sarnase detaili töötlemiseks. Individuaalsete teho-
loogiliste protsesside koostamiselt tuleb üle minna grupiviisi-
lisele.

Lõikerežiimide ja masinaaja leidmine revolvertreipingis lõi-
keriistade järjestikusel tööl on sarnane ühe lõikeriistaga tööt-
lemise juhuga, sest lõikeriistad töötavad üksteisest sõltumatult.

Väikeste detailide korral, kui siirde aeg on väga lühike,
leitakse ühine pöörete arv mitmele siirdele või tervele operat-
sioonile. Nii toimitakse ka lõikeriistade paralleelsel tööl.

Lõikerežiimid arvutatakse järgmises järjekorras:

1. Koostatakse töötlemise tehnoloogiline plaan.
2. Valitakse lõikesügavus igale riistale.
3. Määratakse maksimaalne ettenihe igale siirdele eraldi,
ühiseks ettenihkeks võetakse vähim kõikidest, mis korrigeeritak-
se pingi passi järgi.

4. Leitakse igale siirdele lõikekiirus, mille kaudu arvuta-
takse pöörete arv igale siirdele. Pöörete arvu korrigeerimiseks
arvutatakse ajategur λ valemiga:

$$\lambda_1 = \frac{n_1}{\sum n}; \quad \lambda_2 = \frac{n_2}{\sum n}; \quad \lambda_3 = \frac{n_3}{\sum n} \text{ jne.},$$

kus n_1, n_2, n_3 on erinevate siirete pöörete arvud;

$\sum n$ - pöörete arvude summa neil siiretel, mida soovitakse
töödelda ühise pöörete arvuga.

Sõltuvalt λ väärtusest leitakse igale siirdele tegur K ,
mille abil korrigeeritakse pöörete arvud:

$$n_k = n \cdot K.$$

Nüüd leitakse n_k abil igale siirdele abiarv W , need abiarvud summeeritakse ja summa $\sum W$ abil leitakse ühine pöörete arv n_0 . Viimane tagab lõikeriistadele kõige kasulikuma püsivuse.

5. Määratakse lõikejõud ja teostatakse kontroll võimsuse järgi. Mitme lõikeriista üheaegsel tööl saadakse summaarne lõikejõud ja võimsus vastavalt üksikutele lõiketeradele mõjuvate jõudude ning võimsuste summana.

6. Määratakse tükiajanorm, mille arvutamise käik on sarnane mitme siirde töötlemisele ühe lõikeriistaga.

2.4. Mitme pingi töö normeerimine

Operatsiooni ajanorm mitme pingi teenindamisel koosneb samadest põhiosadest, mis ühe pingi tööl.

Mitme pingi tööl põhiaja e. tehnoloogilise aja all mõeldakse automaatset masinaaega T_{ma} . Abiaja võib jaotada kaheks: a) masinaajaga kattuvaks abiajaks T_{ak} ja b) masinaajaga mitte-kattuvaks abiajaks T_{amk} . Esimese (T_{ak}) all mõeldakse abiaega, mis kattub ühe tööpingi masinaajaga; teise (T_{amk}) all mõeldakse abiaega, mis ei lange kokku ühe pingi masinaajaga.

Peale ülalnimetatud ajakulutuste arvatakse abiaja hulka ka aeg, mis kulub töölisel üleminekuks ühe pingi juurest teise juurde, proovilaastu võtmiseks.

Automaatne masinaaeg leitakse arvutuslikul teel, kasutades masinaaja määramise valemeid konkreetse pingi kohta. Abiaeg määratakse normatiivide abil, nii nagu ühe pingi töö puhul.

Töökoha tehnilise teenindamise aeg T_{tt} , organisatsioonilise teenindamise aeg T_{org} ning puhkuse ja isiklike vajaduste aeg T_{pi} moodustavad täiendavad ajakulutused T_{tn} :

$$T_{tn} = T_{tt} + T_{org} + T_{pi} \text{ min.}$$

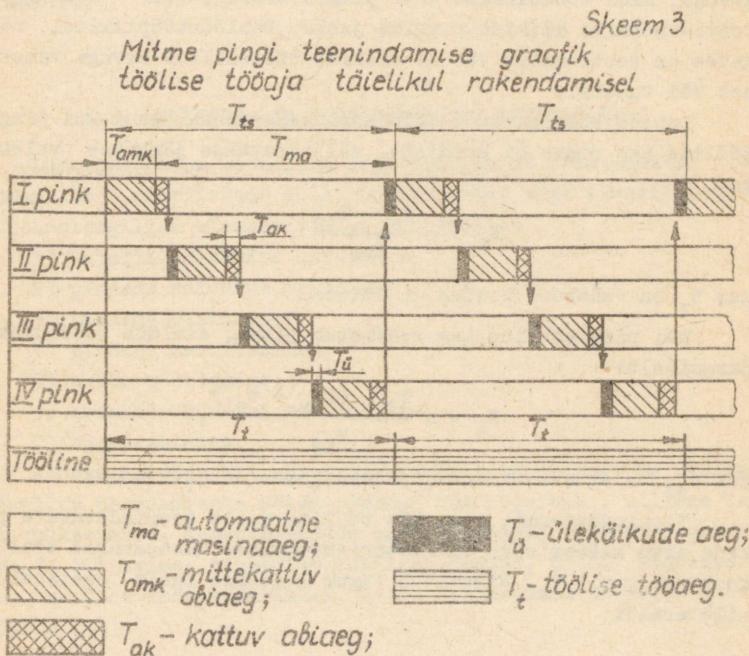
Täiendavad ajakulutused normitakse ülaltoodud elementide kaupa kogu vahetuse ajale vastavaid normatiive kasutades. Need

täiendavad ajakulutused ei kuulu töötsükli kestusesse ja nad arvutatakse eraldi. Mitme pingi töötsükliks nimetatakse ajavahe-
mikku, mille vältel tehakse ühtesid ja samu kordumatuid töövõt-
teid kõigil teenindavatel pinkidel.

Mitme pingi teenindamise tsükli graafik töölise tööaja mak-
simaalsel rakendamisel on toodud skeemil 3. Tsükli kestus T_{ts}
mitme pingi tööl saadakse automaatse masinaaja ja mittekattuva
abiaja liitmisel:

$$T_{ts} = T_{ma} + T_{amk} \text{ min,}$$

kusjuures masinaajaga kattuv abiaeg, s.o. aktiivse kontrolli aeg,
ja üleminekute aeg ühe pingi juurest teise juurde kattuvad auto-
maatse masinaajaga.



Automaatne masinaaeg dublöörtööpinkide teenindamisel on täielikult kasutatud sel juhul, kui ta katab kõikide pinkide, v.a. esimese pingi mittekattuva abiaja, kõikide pinkide kattuva abiaja ja üleminekute aja.

Seega

$$T_{ma} \geq T_{amk}(m - 1) + (T_{ak} + T_{ü})m \text{ min,}$$

kus m on ühe töölise poolt teenindatav pinkide arv.

Viimasest valemist saame

$$m \leq \frac{T_{ma} + T_{amk}}{T_{amk} + T_{ak} + T_{ü}}.$$

Mitme pingi tootlusnorm vahetuses väljendatakse detailide arvuga, mida töödeldakse ühel pingil eraldi, või summaarse tootlusnormina kõikide pinkide jaoks. Dublöörtööpinkidel töötades on tootlusnorm võrdne pinkide töötsükelite arvuga vahetuses või tunnis.

Dublöörtööpinkide tootlusnorm vahetuses, juhul kui pingitööline ise pinke ei seadista, väljendatakse järgmise valemiga:

$$N_t = m \frac{T_v - T_{tn}}{T_{ts}},$$

kus T_v on vahetuse kestus minutites.

Kui pingitööline ise seadistab pinke, avaldub tootlusnorm järgmiselt:

$$N_t = m \frac{T_v - (T_{tn} + t_{el})}{T_{ts}},$$

kus t_{el} on ettevalmistus-lõpetusaeg ühe detaili kohta.

Teenindusnormi, s.o. ühe töölise poolt teenindatavate pinkide arvu määramiseks väikeseeriatootmises kasutatakse töölise koormustegurit K_k . Nimetatud tegur leitakse igale operatsioonile eraldi:

$$K_k = \frac{T_k}{T_{OP}},$$

kus T_k on töölise koormus antud operatsiooni jooksul, s.o. ühe pingi teenindamise aeg.

Töölise poolt teenindavate pinkide arv leitakse tingimusest, et üksikute koormustegurite summa ei ületa ühte:

$$\sum_{i=1}^m K_{ki} = K_{k1} + K_{k2} + K_{k3} + \dots + K_{km} \leq 1,$$

kus indeks m näitab teenindavate pinkide arvu.

Individuaal- ja väikeseeriatootmises koormuse tegurite summa ei ületa tavaliselt 0,7...0,8, et vältida seadmete juhuslikke seisakuid.

2.5. Lukksepa- ja koostamistöõde normeerimine

Lukksepatöö on metallide lõiketöötlemise viis käsitsi või mehaaniliste tööriistade abil. Lukksepatöid võib klassifitseerida tehnoloogilise olemuse põhjal järgmiselt:

- 1) metalli lõikamine käsisaega;
- 2) pindade raalumine meisliga;
- 3) pindade viilimine;
- 4) pindade kaabitsemine;
- 5) avade töötlemine;
- 6) kraatide käsitsi eemaldamine;
- 7) külmeetamine.

Koostamistöõde all mõistetakse käsitsioperatsioone üksikute detailide ühendamiseks sõlme, gruppi või komplekti, millega kaasneb lukksepatöö. Koostamistöõde hulka kuuluvad detaili puhastamine ja õlitamine, tihendite kohaleasetamine, poldi sissekeeramine, seibide kohaleasetamine, mutri kinnikeeramine, tifti sisselöömine jt.

Sageli on lukksepa- ja koostamistööd mehhaniseeritud tööriistade vähese kasutamise tõttu väga suure töömahuga. Tööviljakuse tõstmiseks tuleks:

1) asendada võimalikult paljud käsitsitööd töötlemisega pingis ja likvideerida sobitustööd, näiteks asendada käsiviiliga viilimine freesimisega, käsitsi kaabitsemine lihvimisega, materjali käsitsi saagimine tükeldamisega tükelduspingis jne.;

2) võtta kasutusele uusi elektrilisi ja pneumaatilisi tööriistu, näiteks laagrite õlisoonde väljaraiumiseks kasutada pneumaatilisi meisleid, pindade puhastamiseks painduva võlliga lihvpäid, neetimiseks pneumohaamreid, mutrite kinnikeeramiseks elektrilisi mutrikeerajaid jne.;

3) rakendada laiemalt mitmesuguseid universaalseid raki-seid, nagu pöördlaud, universaalseid koostatavaid rakiseid jne.;

4) kasutada igal võimalikul juhul voolkoostamist, mis loob soodsad võimalused rütmiliseks tööks.

Individuaal- ja väikeseeriatootmises, kus pole võimalik sobitustööd vältida, tuleb kasutada pisimehhaniseerimisvahendeid, nagu elektritrille jt., vabastada lukksepad abi- ja ettevalmistustöödest. Suurseeria- ja masstootmises on lukksepa- ja koostamistöode tööviljakuse tõstmisel suure tähtsusega töölise töökoha ratsionaalne organiseerimine, mugava tööasendi loomine, ratsionaalsete tööliigutuste kasutamine, üleliigsete ja väsitavate tööliigutuste vähendamine.

Lukksepa- ja koostamistöode operatsiooni ajanorm sõltub suurel määral töölise võimetest ja vilumusest. Seetõttu on nimetatud tööde normeerimisel mõningaid iseärasusi võrreldes pingitöödega. Ajanormi määramine lukksepa- ja koostamistöodel, kus põhilise aja operatsiooni ajanormist võtab enda alla käsitsitöö, on kõige vähem läbitöötatud lõik masinaehitusalasest normeerimises. Operatsiooni teostamise subjektiivsus takistab operatsioonile kuluva tegeliku aja, s.t. operatsioonile kõige enam vastava ajanormi määramist. Pingitöödel on sarnaste töötingimuste korral (ühesugune töö organiseerimine, ühesugune ping, sama jär-guga tööline) töötulemused ühesugused, aga lukksepa- ja koostamistöodel võivad küllalt palju erineda.

Tehaste praktikas kasutatakse sageli kogemuslik-statistilisi ajanorme lukksepa- ja koostamistöde normeerimiseks, kuid need normid ei võimalda täpse graafikukohase töö sisseviimist. Senikaua, kuni puuduvad üldmasinaehituslikud ajanormatiivid lukksepa- ja koostamistöde normeerimiseks, tuleks koostada vastavad tehasesisesed normatiivid. Normatiivide puudumisel ei ole võimalik normi ette projekteerida, vaid saab määrata kohapeal, näiteks kronometraaži teel.

Masstootmise tingimustes saab ajanorme koostada üksikute tööliigutuste kaupa. Paljude uurijate järgi koosneb tööõtte alati kaht tüüpi tööliigutustest: "haarama" ja "ümbert paigutama". Tööliigutuste kestuste leidmiseks võib kasutada kirjanduses [1] toodud tabeleid. Teiste tootmistüüpide korral normeeritakse tehnoloogiliste komplekside kaupa, kusjuures mitmesuguseid töötingimusi võetakse arvesse parandusteguritega.

Seeria- ja väikeseeriatootmises lukksepatööde üksikasjalist tehnoloogilist protsessi välja ei töötata, küll aga esitatakse töötlemise järjekord operatsioonide kaupa. Operatsiooniks lukksepatööl nimetatakse detaili töötlemist üht tüüpi tööriistaga. Operatsiooni tükiajanormi lukksepa- ja koostamistööl võib üldkujul esitada järgmise valemiga:

$$T_{tk} = (t + t_{1AK}) \left(1 + \frac{K_0 + K_3}{100}\right),$$

kus t on abiaeg operatsiooni teostamiseks, see esineb tavaliselt lukksepaoperatsioonidel;

t_1 - operatiivaeg töödeldava detaili ühe mõõtühiku töötlemiseks, näiteks pinna viilimisel on mõõtühikuks 1 cm^2 , puurimisel üks ava, koostamisel ühe mutri kinnikeeramine jne.;

A - üldine töömaht aluseks võetud mõõtühikutes;

K - parandustegur, mis arvestab mitmesuguseid muutlikke tegureid, nagu töötlemise asendit, mugavust, töödeldava materjali omadusi jt.;

K_0 - töökoha teenindamise aeg protsentides operatiivajast;

K_3 - puhkuse ja isiklike vajaduste aeg.

Kalkulatiivne tükiajanorm arvutatakse nii nagu pingitööde puhul:

$$T_{\text{ktk}} = T_{\text{tk}} + \frac{T_{\text{el}}}{n},$$

kus T_{el} on ettevalmistus-lõpetusaeg partiile;
 n - partii suurus.

Järgnevalt on lähemalt vaadeldud tüüpilist lukksepatööd - pindade viilimist. Viilimisega antakse töödeldavale detailile vajalik kuju ja mõõtmed. Pindade viilimisel oleneb tootlikkus väga suurel määral tööliste poolt avaldatavast survejõust. Lisaks survejõule mõjutavad ajanormi käsitsi viilimisel järgmised tegurid:

- a) töödeldava pinna suurus;
- b) töötlemisvaru;
- c) töödeldava materjali kõvadus;
- d) töödeldava pinna kuju;
- e) töötlemise täpsus;
- f) töötamise mugavus.

Põhi- ja abiaeg 4. täpsusklassi detaili viilimiseks kruus-tangides on toodud tabelites 9 ja 10. Tabelid on võetud kirjan-
 dusest [5] ja mõeldud õppeotstarbeliseks kasutamiseks.

Tabel 9

Põhiaeg minutites terase $\sigma_t \leq 70 \text{ kg/mm}^2$ viilimiseks

| Viilitava pinna mõõtmed mm | | Töötlemisvaru mm | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Laius | Pikkus | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| 100 | 100 | 1,2 | 1,7 | 2,1 | 2,5 | 2,8 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 3,9 |
| 100 | 200 | 6,0 | 8,4 | 10,2 | 13,0 | 16,8 | 18,9 | 21,6 | 22,8 | 24,0 | 25,0 |

Tabel 10

Abiaeg minutites terase $\sigma_t \leq 70 \text{ kg/mm}^2$ viilimiseks

| Abivõte | Viilitav pind cm^2 | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| | 10 | 50 | 150 | 200 |
| Võtta viil | 0,03 | 0,06 | 0,09 | 0,09 |
| Panna viil kõrvale | 0,024 | 0,048 | 0,072 | 0,072 |
| Võtta joonlaud ja nurgik | 0,018 | 0,054 | 0,09 | 0,09 |
| Mõõta pind | 0,09 | 0,27 | 0,15 | 0,45 |
| Panna joonlaud ja nurgik kõrvale | 0,12 | 0,036 | 0,06 | 0,06 |
| Vabastada detail | 0,042 | 0,156 | 0,462 | 0,522 |
| Kinnitada detail | 0,08 | 0,30 | 0,96 | 1,08 |
| Kokku | 0,296 | 0,924 | 2,184 | 2,364 |
| Mõõtmiste arv | 1 | 3 | 5 | 6 |

Eespoolnimetatud tegurite mõju ajanormi leidmisel võetakse arvesse parandusteguritega, näiteks malmi, mille kõvadus HB on kuni 220 viilimisel 4. täpsusklassi järgi parandustegur $K = 0,75$, 3. täpsusklassi järgi $K = 1,2$.

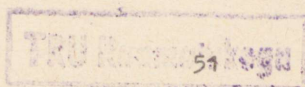
Töökoha teenindamise aja all mõistetakse lukksepatöödel aega tööriistade ja rakiste korrastamiseks enne töö algust ning korrashoiuks töö kestel, töökoha koristamiseks töö lõpul. See aeg moodustab keskmiselt 4% operatiivajast. Puhkuse ja isiklike vajaduste aeg moodustab ligikaudu 5% operatiivajast. Ettevalmistus-lõpetusaeg sõltub lukksepatöö keerukusest ja on tavaliselt piires 2,5 kuni 5 min.

Kirjandus

1. Гальцов А.Д. Нормирование и основы научной организации труда в машиностроении. Машгиз , 1967.
2. Техническое нормирование, организация труда и заработной платы в машиностроении. Под.ред. Захарова Н.Н. Машгиз, 1964.
3. Захаров Н.Н. Задачник по техническому нормированию труда в машиностроении. Машгиз , 1962.
4. Захаров Н.Н. Техническое нормирование труда в машиностроении. Машгиз , 1958.
5. Миллер Э.Э. Техническое нормирование труда в машиностроении. Изд. "Машиностроение" , 1966.
6. ЦБНТ . Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для технического нормирования работ в машиностроении массовое , крупносерийное, серийное, мелкосерийное и единичное производство. Мшгиз, 1959-1963.
7. Справочник нормировщика-машиностроителя. Под. ред. Гальцова А.Д. Том II. Машгиз , 1961.
8. Toltsonov, T. Tööpingi-, lukksepa- ja montaažitööde tehniline normeeringimine. ERK , Tallinn, 1958.
9. Fominoh, J. Normeerija käsiraamat. "Valgus" , Tallinn, 1969.

Sisukord

| | lk. |
|---|-----|
| Eessõna | 3 |
| Sissejuhatus | 4 |
| 1. Tehnilise normeerimise alused | 5 |
| 1.1. Tootmisprotsess ja tehnoloogiline protsess masinaehituses | 5 |
| 1.2. Tööajakulutuste klassifikatsioon | 6 |
| 1.3. Tehniline ajanorm ja tootlusnorm | 8 |
| 1.4. Normeerimise meetodid masinaehituses | 12 |
| 1.5. Tööaja pildistamine | 15 |
| 1.6. Kronometraaž | 20 |
| 1.7. Normeerimisalase töö korraldamine ettevõttes | 25 |
| 2. Tööde normeerimise metoodika masinaehituses | 28 |
| 2.1. Pingitööde normeerimise üldised alused | 28 |
| 2.2. Treimistöö normeerimise näide seeriatootmi- ses | 33 |
| 2.3. Revolvertreipinkide töö normeerimise iseära- sus | 40 |
| 2.4. Mitme pingi töö normeerimine | 43 |
| 2.5. Lukksepa- ja koostamistöde normeerimine .. | 46 |
| Kirjandus | 51 |



Hind 11 kop.

A-

31012

77 904

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00495439 4