

UMAROV E.O.

KESISH NAZARIYASI VA ASBOBLAR

TOSHKENT

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

UMAROV E.O.

KESISH NAZARIYASI VA ASBOBLAR (I qism)

**O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
tomonidan oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun darslik sifatida
tavsiya etilgan**

TOSHKENT – 2019

UO'K: 379.8.091.6(075)

KBK 34.63

U 47

U 47

Umarov E.O. Kesish nazariyasi va asboblari. Darslik 1-qism, –T.:
«Fan va texnologiya», 2019, 304 b.

ISBN 978–9943–5962–2–1

Darslikda materiallarni kesib ishlash jarayonida hosil bo'layotgan asosiy hodisalarni asosiy qonuniyatlari berilgan: fanning mashinasozlikdagi tutgan o'rni; asbobsozlik materiallari; kesish jarayoni fizik-kimyoviy asoslari; keskich geometriyasi; kesish mexanikasi; kesish harorati va uni roli; kesish rejimi elementlarini tanlash-belgilash qonunlari; har xil kesish usullarida (yo'nish, parmalash, frezalash, jilvirlash va h.k.) ishlatiladigan keskichlarni yoritish va boshqalar. Materiallarni ishlantirishligi va uni yaxshilash usullari yoritilgan. Maxsus xossali (qiyin eriydigan, olovbardosh) po'latlarni ishlash texnologiyalari berilgan. O'ta tez kesish va "nanokesish" masalalari alohida o'rin olgan. Yuqoridagi barcha masalalar metallofizika asoslarida tushuntirilgan.

Darslik "5320200-Mashinasozlik texnologiyasi, mashinasozlik ishlab chiqarishini jihozlash va avtomatlashtirish" yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

В учебнике даны основные закономерности: место науки-предмета в машиностроении; инструментальные материалы; физико-химические основы процессов резания; геометрия реза; механика резания; температура резания и её роль; закономерности расчёта назначения элементов режима резания; различные методы обработки резанием (точение, сверление, фрезерование, шлифование и др.); описание применяемых инструментов; и др. которые появляются в процессе обработки материалов резанием. Освежены вопросы обрабатываемости и улучшение их. Дана технология обработки сталей с особыми свойствами (тугоплавкие, жаростойкие и др.). Особое место занимает скоростное и «нано» резание. Все вышеизложенные объяснены на основе металлофизики.

Учебник предназначен для студентов высших заведений, обучающихся по направлению «5320200 - Технология машиностроения, оборудование и автоматизация машиностроительных производств». Он также полезен студентам всех машиностроительных вузов.

In this tutorial the basic Patterns that appear in the process of machining: the place of science-the subject in mechanical engineering; tool materials; physico-chemical bases of the procession of the cutting; cutter geometry; mechanics of cutting; cutting temperature and its role; the rules of calculation of destination elements of cutting modes; different methods of machining (turning, drilling, milling, grinding, etc.); description of the applied tools; etc. overelaborate the machinability and improving them. The technology of steel processing e special properties (refractory, heat-resistant, etc.). A special place will feed high-speed and " nano " cutting. All of the above are explained on the basis of metal physics.

The textbook is intended for students of higher education in the direction of 5320200. It is also useful for students of machine-building universities.

UO'K: 379.8.091.6(075)

KBK 34.63

Taqrizchilar:

Umarov T.U. – texnika fanlari doktori, professor, ToshDTU;

Karimov Sh.A.– texnika fanlari nomzodi, dotsent, ToshDTU;

Ibragimov F. – OAJ Agregat zavodi bosh texnologi.

ISBN 978–9943–5962–2–1

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2019.

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2019.

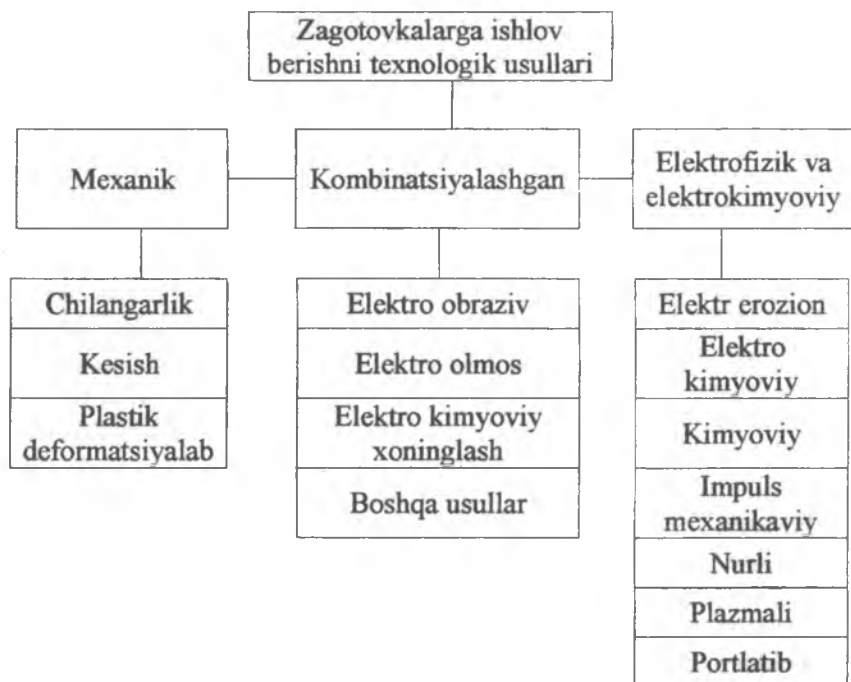
KIRISH

O'zbekiston Davlatimiz mashinasozligi rivojlangan va o'sayotgan davlatlardan. Hozirda yuzlab mashinasozlik zavodlari ishlaydi. Kelajak 2-3 yil ichida zamonaviy texnika va texnologiya bilan ta'minlangan eng katta Toshkent metallurgiya zavodi ishga tushishi rejalashtirilgan. Mashinasozlik zavodlarida o'ta katta tezlikda kesib ishlash qo'llanila boshlandi.

Xalq xo'jaligini rivojlanishida mashinasozlik hal qiluvchi rolni o'ynaydi. Buni rivojlanishini belgilari – bu texnologik jarayonlarni mexanizatsiyalash, avtomatlashtirish, robot texnikalarini keng qo'llash, yuqori mehnat unumi. Quyidagi jadvalda hozirgi paytda mavjud mashina detallarini zagatovkalarini texnologik ishlash usullarini shartli klassifikatsiyasi berilgan.

Ko'pchilik texnologik usullar orasida materiallarni kesib ishlash usuli alohida o'rin egallaydi, ayniqsa, aniq o'lchamli detal, mashina va asboblarni ishlab chiqarishda. Hozirgi vaqtda aniqlikka talab kundankunga ortmoqda. Mexanikaviy ishlov berishni universalligi "gibkiyligi" ayniqsa katta bo'lmagan partiya mahsulotlarini ishlab chiqarishda seriyalab ishlab chiqarishda va namunaviy ishlab chiqarishda uning afzalligini yanada oshiradi. Kesib ishlash bilan eng yuqori aniqlikka erishish mumkin. Ishlangan yuza sifati ham yuqori bo'ladi. Kesib ishlash iqtisod tomondan ham boshqa usullarga nisbatan arzon: Sarf qilingan energiya miqdori ham kamroq-energiya sarfi kam. Korxonani ishlab chiqarishga tayyorlash vaqti ham ancha kam: Masalan, bosim bilan ishlash quyib ishlash usullariga nisbatan.

Kesib ishlash jarayonini asosiy kamchiliklaridan biri – ishlanayotgan materialning bir qismini qirindiga o'tishidir. AQSH da o'tkazilgan kuzatuvlar (1957-yil) bo'yicha bir yilda 100 mln tonna po'lat ishlab chiqarilib uning 15mln. tonnasi qirindiga o'tkazilgan [11], ya'ni 10%, lekin unga qaramay mashinasozlik korxonalari bir necha o'n yillar davomida kesib ishlash nisbiy hajmi 50-70% ni tashkil etib turibdi. Shuni aytish joizki, kesib ishlashni sarf qilish energiya hajmi ancha kam. Mavjud usullarni mukammallashtirilishi va yangilarining yaratilishi kesib ishlash nazariyasi va amaliyotisiz mumkin emas.



1k-rasm.

Ishlangan yuza sifatini, o'lchamlar aniqligini, mehnat unumini ta'minlash, kesib ishlash nazariyasini – asoslarini bilmasdan mumkin emas: Keskich turlarini tanlash ularni loyihalash, materialini tanlash va hokazolar ham kesib ishlash asoslariga tayangan. Metall kesuvchi stanoklarni turlarini belgilash, loyihalash, ishlatish moslamalari ham kesib ishlash asoslari bilan chambarchas bog'langan. Hozirgi paytda mashinasozlikda yangi zamonaviy materiallar keng qo'llanilyapti. Maxsus po'latlar: qiyin eriydigan, zanglamaydigan, olovbardosh, issiqbardosh, radiatsiyabardosh, magnitli va hokazo. Kompozitsion materiallar, polimerlar, keramika, nanomateriallar. Bu materiallardan boshqa usullar bilan detallar yasash mumkin emas yoki iqtisodiy to'g'ri kelmaydi. Bu yerda ham kesib ishlash nazariyasi kerak.

Yuqoridagi texnologik jarayonlarning hammasi uchun ham "Kesish nazariyasi va asboblari" fani bazaviy hisoblanadi.

"Kesish nazariyasi va asboblari" fani ancha tarixiy fan – nazariy-amaliy fan. Bu sohada juda ko'p chet ellik olimlar ishlashgan:

I.A.Timo, L.Chebishev, F.Taylor, I.M.Besprozvonniy, M.I.Klushin, Y.P.Nadennekaya, X.Opits, T.N.Lopatze, N.N.Zorev, G.I.Granovskiy, A.M.Danneleyan va boshqalar.

“Kesish nazariyasi va asboblar” fanini tug‘ilishida rivojlanishida o‘zbekistonlik olimlarni ham o‘z o‘rni bor. Toshkent politexnika instituti – ToshPI ni mexanika fakulteti qoshida Ikkinchi jahon urushi ishtirokchilari V.A.Mirboboyev va G.I.Yakunin boshchiligidagi “Kesib ishlash” sohasi bo‘yicha ilmiy ishlar olib borishgan. “Kesib ishlash”dagi fiziko-kimyoviy jarayonlarni o‘rganish muammosi yo‘nalishi bo‘yicha ilmiy maktabga asos soldilar. Bu maktabda o‘z zamonining yetakchi olim va mutaxassislari yetishib chiqishdi. M.T.Bolabekov, E.O.Umarov, F.Y.Yakubov, A.A.Abdurahmonov, M.S.Abdullaxonov, K.B.Usmonov, A.N.Hoshimov, S.M.Hasanov, A.A.Ansupov, A.A.Assaturov, G’.Komoliddinov va boshqalar.

Ularning ishlariga bir qator chet elda nashr qilingan monografiya va darsliklarda [2,3,4] murojaat qilingan.

Darslikni tayyorlashda O‘zbekiston hamda yaqin va uzoq mamlakatlar nufuzli oliy o‘quv yurtlarida shu sohada ish olib borayotgan olim va mutaxassislarni materiallaridan foydalanilgan.

“Kesish nazariyasi va asboblar” fanini ilmiy ishlari va amaliyotini kelajakdagi asosiy yo‘nalishlari

Bu masala ancha murakkab va javobgar masala. Metallarni kesib ishlash sohasi bo‘yicha ishlagan va ishlayotgan dunyodagi eng kuchli va tamqli olimlar o‘z vaqtida kesib ishlash fanini rivojlanishini asosiy yo‘nalishlariga quyidagi masalalarni kiritishgan.

1. Kesish jarayonini jadallashtirish – “intelsifikatsiya” qilish.
2. Yangi zamonaviy materiallarni ishlashni o‘zlashtirish.
3. Ishlash aniqligini va sifatini oshirish.
4. Jarayonni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalash.
5. Izlashlarni ilmiy darajasini ko‘tarish

Mexanikaviy ishlov berish o‘zining yuqori samaradorligi, “gibkiyligi”, murakkab o‘lchab va formalni ishlash mumkinligi, yuqori aniqlik sifatli ishlangan yuza olishligi, yangi materiallarni (kompozitsion materiallarni) ishlash mumkinligi bilan ajralib turadi. Bu afzalliklarga yuqori mehnat unumini kam energiya sarf qilishini,

texnologik hammabopligi, ishonchliligi, universalligini qo‘shib qo‘yish lozim.

Oxirgi yillarda kesib ishlash jarayonini o‘rganishda quyidagi ilmiy izlanishlar yo‘nalishlari ajralib turibdi [12]:

1) yuqori tezlikda ishlash. Oddiy tezlikka nisbatan 2-3 marta kattaroq tezlikda. ($V=1000$ m/min);

2) moylovchi yemiruvchi muhit qo‘llamasdan;

3) maxsus keskichlarni qo‘llash: maxsus vazifani bajaruvchi qoplamali (ishqalanib yeyilishga chidamli); Modifikatsiyalashtirilgan qatlamli (har qatlam o‘zini vazifasini bajaradi);

4) yuqori dinamik kuchlanish bilan ishlash;

5) murakkab formadagi mahsulotlarni ko‘pkoordinatli bitta keskich bilan ishlash;

6) ishlash aniqligini va ishlangan yuza sifatini oshirish. Ayniqsa, yangi maxsus xossalari materiallarni ishlashda;

7) kompyuterlashtirilgan tizimlar bilan boshqariladigan stanoklarda – uskunalarda mexanikaviy ishlov berish texnologik jarayonlarni yaratish va tatbiq qilish;

8) mikro va nanoishlash jarayonlarini rivojlantirish.

Metallarni kesib ishlash usulining sanoatda tutgan o‘rni

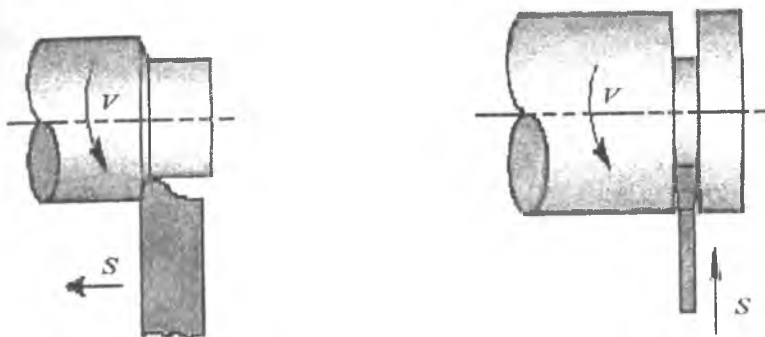
Quyimni kesib, qirindiga aylantirib, tashlab yuborish bu, albatta iqtisodiy maqsadga to‘g‘ri kelmaydi: qancha pul, metall sarf bo‘lgan u boshqa sohalarida qator progressiv usullarning joriy etilishi zagatovka aniqligini oshirib mexanikaviy ishlov berishga mo‘ljallangan quyim qiymatini ancha kamaytirdi va ayrim hollarda mutlaqo bo‘linmasligiga olib kelmoqda.

Ammo sanoatda turli sohalarining, ayniqsa, elektronika, atom va raketa texnikasi hamda samoliyotsozlikning rivojlanishi mashina detallarning ish parametrlarini ancha ko‘tarib, ularga yangi - yangi sifat talablar quymoqda: umuman zanglamaydigan metallar, kuchli deformatsiyaga chidaydigan, o‘ta mustahkam, o‘ta mo‘rt va h.k. metall va ularning qo‘shilmalarni qo‘llash kerak. Bularni hozirgi texnika taraqqiyoti holatida arzon sifatli ishlash usulini yagonasi bu – kesib ishlash. Shu sababli, oxirgi paytda kesib ishlashning usuli oshib borayapti.

Kesib ishlash usullari

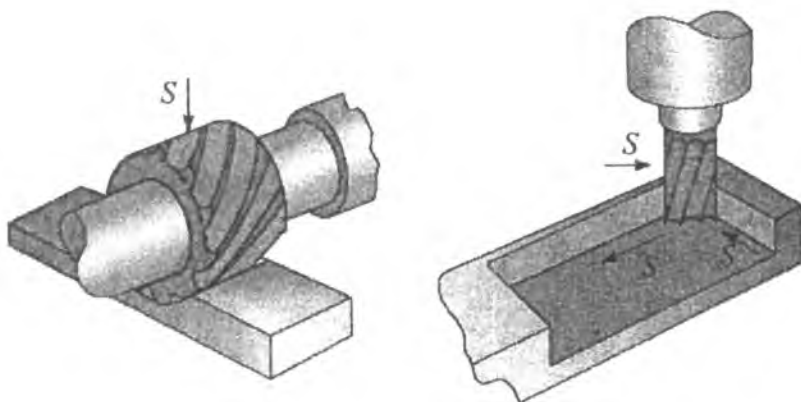
1. Yo'nish
2. Parmalash
3. Randalash
4. Frezalash
5. Sidirish
6. Jilvirlash
7. Pardozlash

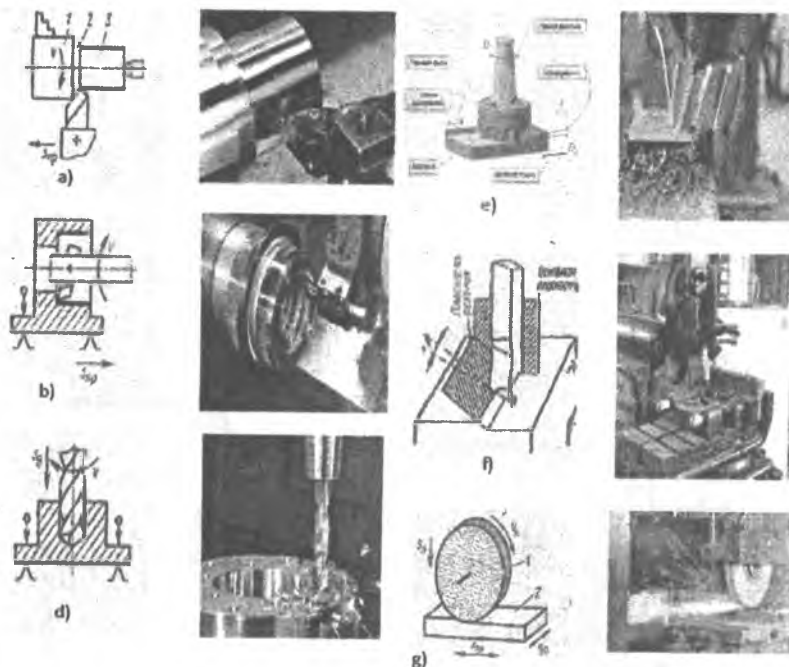
Yo'nishga misol rasmlar [17]



2k-rasm.

Frezalashga misol rasmlar





3k-rasm. Zagatovkalarini ishlash sxemalari:
a – yo‘nish; b – teshik kengaytirish; d – parmalash; e – frezerlash;
f – randalash; g – jilvirlash.

I-BOB. ASOSIY TUSHUNCHA VA TA'RIFLAR

1.1. Ishlab chiqarish nima?

Davlatni, turmushni farovonligida texnik va iqtisodiy sabablarga ko'ra, ishlab chiqarish muhim ahamiyatga ega. Texnologiya jamiyatni va uni a'zolarini kerak mahsulotlar bilan ta'minlash yo'lida ilmni qo'llanishidir. Texnologiya so'zi lotincha texne-hunar, logos – o'rganish; hunar o'rganishni anglatadi.

Iqtisodiyot nuqtayi nazaridan ishlab chiqarish moddiy farovonlikni-mulkchilikni yaratuvchi quroldir. Hozirgi zamon dunyo iqtisodiyotida mamlakat kuchli ishlab chiqarish bazasiga ega bo'lishi kerak.

Bu kirish qismida ishlab chiqarishni umumiy masalalarini ko'rib chiqamiz. Ishlab chiqarishni o'zi nima? Sanoatda bu qanday tashkil etilgan?

Ishlab chiqarish lotincha ikki so'zdan kelib chiqqan: "manus" – qo'l; "faktus"- qilingan-yasalgan. Mahsulot qo'l bilan yasalgan, tabiatdan tayyor emas. Albatta, hozirgi zamonda mahsulotlar avtomatlashtirilgan mashinalar, kompyuterlar voitasida yasaladi.

Mahsulot olish tarixini ikki bo'lakka ajratish mumkin: 1-material va jarayonlarni ixtiro qilish; 2-ishlab chiqarishni rivojlanishi. Quyish, bolg'alash jarayonlariga 6000 yil va undan ko'p bo'lgan.

Sanoat revolyutsiyasi yillarida (1760-1830) suv, shamol va hayvonlar kuchlarini o'rini bir qator mashinalar va bug' kuchlari egaladi. Detallarni o'zaro almashish imkonini beradigan ishlab chiqarish texnologiyasi tadbiq qilindi. 1881-yilda birinchi elektrostansiya qurildi. Detal va mahsulotlarni olishda fizik-kimyó jarayonlar ishlatildi. Mahsulotlarni potok-oqim usulida ishlab chiqarish usuli tatbiq qilindi. Standartlash qabul qilindi. O'z davrini yangi va ilg'or materiallari ixtiro qilindi.

Oddiy operatsiyalar uchun stanoklar 1770-1850-yillarda ishlab chiqarilgan. 1913-yilda Genri Ford mashinalarni yig'ish tizimini ("liniyasini") tatbiq qildi – konveyer ishga tushdi.

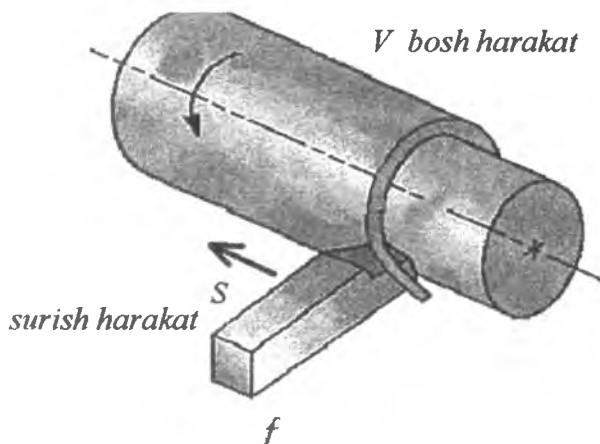
Hozirda ishlab chiqarishni ikki usulda aniqlash mumkin: 1-texnologik; 2-iqtisodiy. Texnologik deganda, materiallarga (mashinamexanizmlarga) fizik, kimyo, mexanik va h.k. jarayonlarni ta'sir ettirib detallar yoki mahsulot ishlab chiqarishga aytiladi. Iqtisodiyot nuqtayi nazaridan ishlab chiqarish bu materialni ko'proq ahamiyatli (tannarxli) mahsulotlarga aylantirish. Ishlab chiqarish texnologik-iqtisodiy qonuni: bu kam mehnat (jismoniy, aqliy) sarf qilib, sifatli mahsulot olish. Ishlab chiqarishni kalitli vaqti shundaki, ishlab chiqarish materialni qiymatini (tutgan o'rmini, tannarxini) oshiradi (formalarini, xossalarini o'zgartirib; ularni boshqa materiallar bilan qo'shib va h.k). Masalan, temir rudasi po'latga aylanadi; qum shishaga. Mahsulot bor; ishlab chiqarish bor.

Mashinasozlikda uch xil ishlab chiqarish turi mavjud: ommaviy-ko'plab, seriyalab, donabay. Namunaviy, tajribaviy ishlab chiqarishlar donalab ishlab chiqarishga tog'ri keladi. Lekin ularni texnologik ta'riflash, loyihalash boshqacha o'ziga xos. Ommaviy ishlab chiqarish – bu shunday ishlab chiqarish turi bo'lib, bunda bir xil mahsulot o'zgarmas chizmalar asosida uzoq vaqt-muddatda to'xtovsiz ishlab chiqariladi. Seriyalab ishlab chiqarishda mahsulot seriyalab-partiyalab ishlab chiqariladi. Texnologik jarayon vaqti-vaqti bilan takrorlanib turiladi. Seriyadagi mahsulotlarning soniga qarab uch turga bo'linadi: yirik, o'rta va mayda seriyali. Donalab ishlab chiqarishda mahsulot bir-ikki dona yasaladi.

Zavod quvvati deb yiliga ishlab chiqilgan mahsulot birligiga aytiladi: zavodda bir yilda eritilgan po'lat miqdori (necha tonna), zavodda ishlab chiqilgan avtomobillar soni (necha dona) va h.k.

1.2. Kesish rejimi elementlari va kesilayotgan qatlam

Kesish jarayonida kesish asbobi ishlanayotgan xomashyoga nisbatan harakat qilishi kerak. Bu yo'sinda ikki xil harakat mavjuddir. Ulardan biri bosh harakat deb ataladi va xomashyodan metall qirindisining ajratish tezligini aniqlaydi. Ikkinchisi esa yordamchi harakat – surish harakati deb nomlanadi. Surish harakati kesish asbobi keskichni xomashyoga yorib kirishini ta'minlaydi (1.1-rasm). Bosh harakatning tezligi kesish tezligi deb ataladi. Kesish tezligi xomashyoning o'z o'qini atrofida aylanish tezligidir.



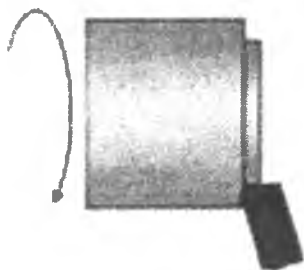
1.1-rasm. Bosh va surish harakatlarining yo'nish jarayonidagi sxemasi:
 N – bosh harakat; f – surish harakati.

Keskich turlicha surilishi mumkin:

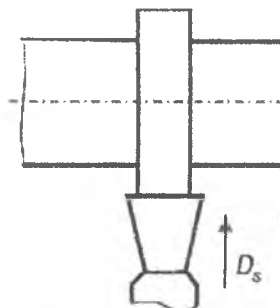
- a) Uzunasiga bu holda silindrik shakl hosil bo'ladi (1.1-rasm).
- b) Ko'ndalang surish. Ko'ndalang surish natijasida markazlar o'qiga tik yuza hosil bo'ladi (1.2-rasm). Yoki silindrik yuza shu sharoitdagi keskich o'z kesish tig'ining butun bo'yi bo'ylab markazlar o'qiga parallel surilsa, (1.3-rasm) jimjimador keskichlar vositasi orqali esa har xil aylanma harakat yuzalari hosil bo'ladi (1.4-rasm).

Bosh harakat
 Surish harakati
 Ko'ndalang kesish

Bosh harakat
 Surish harakati
 Bo'rt kesish

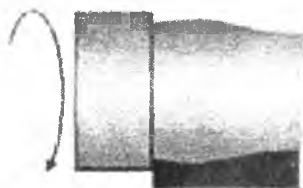


1.2-rasm.



1.3-rasm.

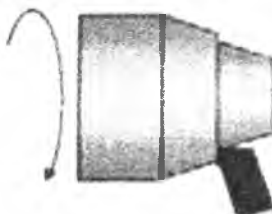
Murakkab yuzalarni jimjimador keskich bilan ishlash



1.4-rasm.

d) Markazlar o'qiga ma'lum burchak ostida surish. Bu holda konus yuza vujudga keladi (1.5-rasm).

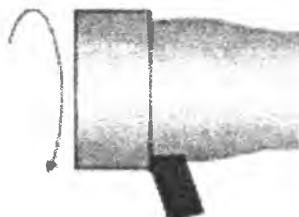
Konus yuzalarni ishlash



1.5-rasm.

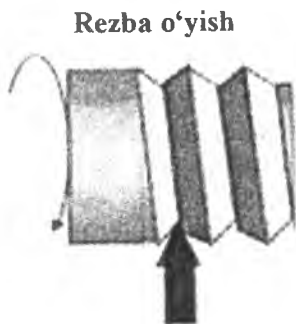
e) Berilgan egri chiziq bo'yicha (qo'l bilan yoki maxsus andaza yordamida) surish, murakkab yuza hosil bo'ladi (1.6-rasm).

Murakkab yuzalarni ishlash



1.6-rasm.

f) Rezba shaklidagi keskich xomashyoning har bir qadami bir xil uzunasiga surilsa, rezba hosil bo'ladi (1.7-rasm).

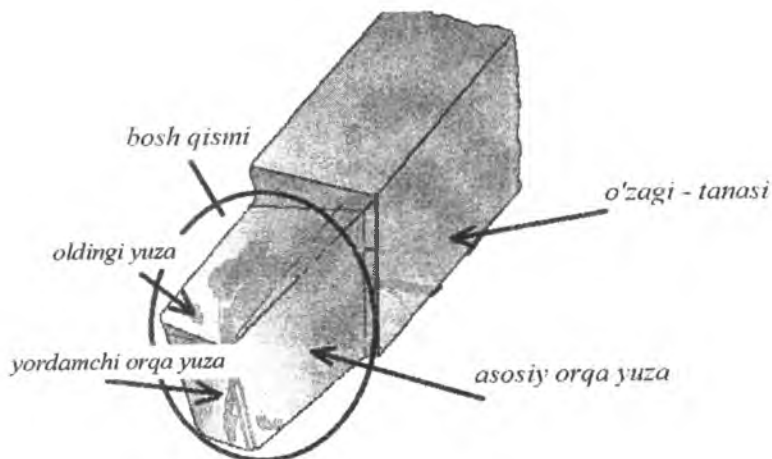


1.7-rasm.

Kerakli yuzani olish uchun lozim bo'lgan asbob va xomashyoning bir-biriga nisbatan harakatlarining yig'indisi ishlashning kinematik sxemasi deb ataladi.

1.3. Tokarlik keskichining element va qismlari

Keskich ikki qismdan tuzilgan (1.8-rasm): bosh qismi – kesish tig' lari joylashgan va o'zagi (tanasi) qaysiki, uni keskich ushlagichda joylashtirib mahkamlashga xizmat qiladi.



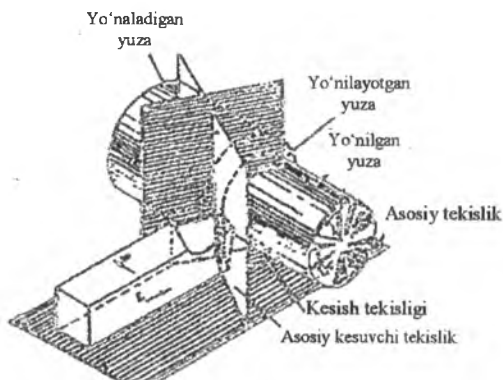
1. 8-rasm. Tokarlik keskichining element va qismlari.

Ishlanayotgan xomashyoga kesilayotgan davrda quyidagi yuzalarni ta'rif etadilar (1.9-rasm).

Ishlayotgan yuza, bu yuzadan metall qatlami kesiladi va ushbu qatlam ishlash uchun qiytim deb ataladi. Ishlangan yuza qaysiki, qiytim olib tashlangandan so'ng hosil bo'ladi. Kesish yuzasi keskichning bosh kesish tig'i vositasida hosil bo'ladi.

Keskichning bosh qismi quyidagi yuzalardan tashkil topgan: a) oldingi, b) asosiy orqa, d) yordamchi orqa.

Oldingi yuza – metall qirindisi sirpanib tushadigan yuza (1.8-rasm). Asosiy orqa yuza bu keskichning ishlash davridagi kesish yuzasiga qaragan yuzasidir. Yordamchi orqa yuza esa ishlangan yuza tarafga qaragan.



1.9-rasm. Tokarlik keskichi bilan ishlashdagi yuzalar.

Oldingi va asosiy orqa yuzalarning kesishgan chizig'i kesish asbobining asosiy kesish tig'ini hosil qiladi. Oldingi va yordamchi orqa yuzalarining kesishgan chizig'i esa yordamchi kesish tig'ni hosil qiladi. Asosiy va yordamchi tig'larning kesishgan nuqtasi keskichning cho'qqisini tashkil etadi.

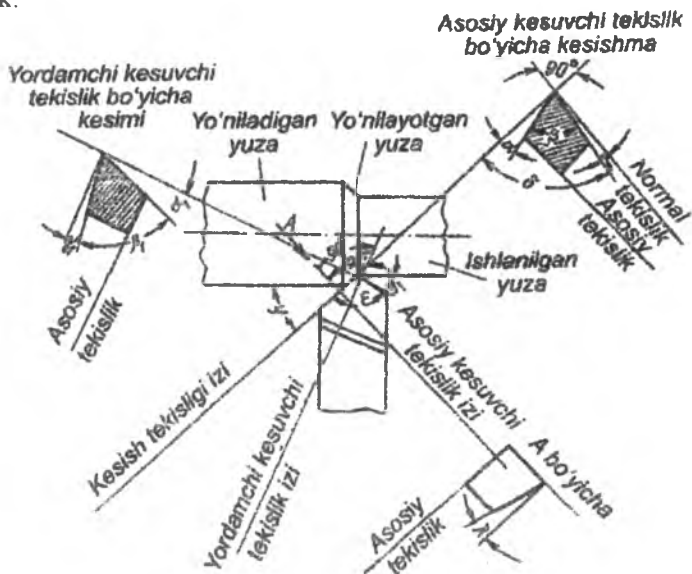
Kesish asbobining burchaklari tekisliklar orqali aniqlanadi. Ulardan biri asosiy tekislik deb ataladi. Asosiy tekislik keskichning uzunasiga va ko'ndalangiga surishlariga parallel bo'lgan tekislikdir (1.9-rasm). Asosiy kesish tig'idan o'tib kesish yuzasiga urunma bo'lgan tekislikni kesish tekisligi deb ataladi (1.9-rasm). Asosiy kesuvchi tekislik deb asosiy kesish tig'ining asosiy tekislikdagi iziga tik bo'lgan tekislikka aytiladi. Shu yo'sinda yordamchi kesuvchi tekislik ham

topiladi: bu tekislik yordamchi tig'ining asosiy tekislikdagi iziga tik bo'ladi (1.10-rasm).

1.4. Keskichning burchaklari

Keskich burchaklarini statik holatda va kesish jarayonida ko'rishni qabul qilamiz. Birinchi navbatda statik holatdagi burchaklarni ko'rib chiqamiz. Har qanday keskichda asosiy va yordamchi burchaklar mavjud. Barcha asosiy burchaklar asosiy kesuvchi tekislik bo'yicha topiladi va ular quyidagilar:

Oldingi burchak γ – kesish asbobining oldingi yuzasi bilan asosiy kesish tig'i orqali o'yib kesish tekisligiga tik bo'lgan tekislik orasidagi burchak.



1.10-rasm. Keskich burchaklari.

Asosiy orqa burchak α – bu asosiy orqa yuza bilan kesish tekisligi orasidagi burchakdir.

Kesish burchagi δ – kesish tekisligi bilan asbobning oldingi yuzasi orasidagi burchakdir.

O'tkirlik burchagi β – esa keskichning oldingi va asosiy orqa yuzalari orasidagi burchakdir.

1.10-rasmdan koʻrinib turibdiki, α, β, γ va δ burchaklari oʻrtasida quyidagi bogʻliqliklar mavjud.

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

$$\gamma + \delta = 90^\circ$$

$$\alpha + \beta = \delta$$

yuqoridagilardan kelib chiqadi $\delta = 90^\circ - \gamma$

Yordamchi burchaklar yordamchi kesuvchi tekislik boʻyicha topiladi va asosiy burchaklar kabi aniqlanadi.

Plandagi burchaklar ham mavjud.

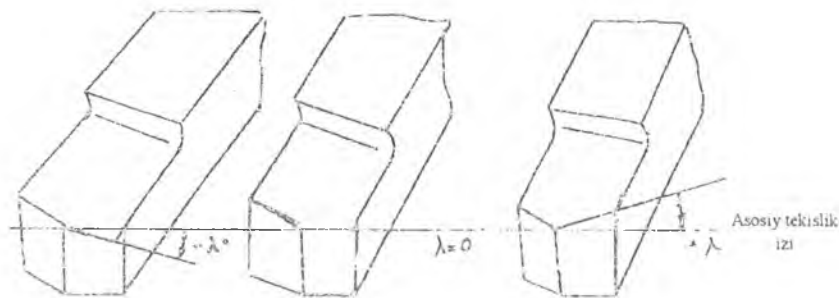
ϕ – plandagi asosiy burchak – bu asosiy kesish tigʻining asosiy tekislikdagi izi bilan surish yoʻnalishi orasidagi burchakdir (1.10-rasm).

φ_1 – plandagi yordamchi burchak – yordamchi kesish tigʻining asosiy tekislikdagi izi bilan surish yoʻnalishi orasidagi burchak (1.10-rasm).

ε – choʻqqidagi burchak esa, asosiy va yordamchi kesish tigʻlarining asosiy tekislikdagi izlari orasidagi burchakdir.

Keskich asbobining yana bir burchagi bor. U ham boʻlsa, asosiy kesish tigʻning qiyalik burchagidir.

Asosiy tekislik izi

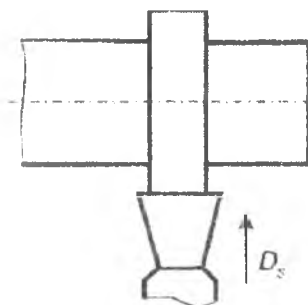


1.11-rasm. Asosiy kesish tigʻining qiyalik burchagi.

Keskich choʻqqisidan oʻtkazilgan asosiy tekislik bilan asosiy kesish tigʻi orasidagi burchakka asosiy kesish tigʻining qiyalik burchagi (λ) deb ataladi (1.11-rasm) va kesish tekisligi boʻylab oʻlchanadi. Agar choʻqqi kesish tigʻining pastki nuqtasi boʻlsa, qiyalik burchagi musbat hisoblanadi, aks holda manfiy boʻladi.

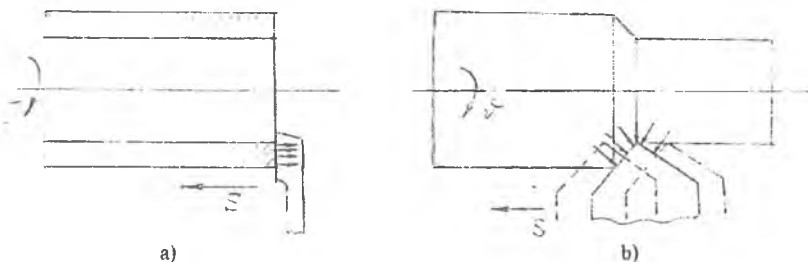
1.5. Erkin va murakkab kesish

Kesish tig'ining qiyalik burchagi metall qirindisini ma'lum tomonga yo'nalishini ta'minlaydi. Bu burchak musbat bo'lganda metall qirindisi ishlangan yuza tomonga yo'naladi, manfiy bo'lsa – ishlanadigan yuza tarafga va $\lambda=0$ holda esa, asosiy kesish tig'iga tik bo'lgan holda yo'naladi (1.12-rasm).



1.12-rasm. λ burchagining metall qirindisi yo'nalishiga ta'siri.

Kesish tig'ining har bir nuqtasida metall qirindisi zarrachalarining harakat yo'llanmasi bir xil bo'lsa, bunday kesish erkin kesish deb nomlanadi. Bu kesish jarayonida birgina kesish tig'i ishtirok etgandagina mavjud bo'ladi (1.13a-rasm).



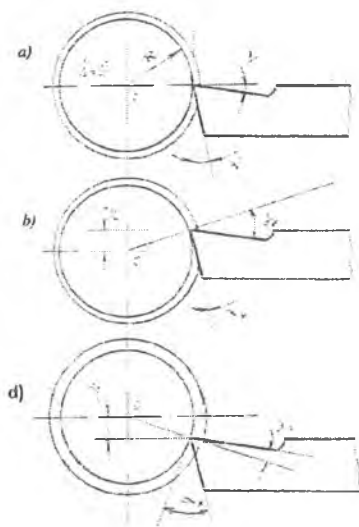
1.13-rasm. Kesish turlari: a – erkin kesish; b – murakkab kesish.

Amaliyotda ko'pincha kesish jarayonida ikki va undan ortiq tig'lar ishtirok etadilar. Shuning uchun metall qirindisi murakkab deformatsiyalanadi. Metall qirindisi o'zining ko'ndalang kesimi

bo'yicha notekis deformatsiyalanadi. Bunday kesish murakkab kesish deb ataladi (1.13b-rasm).

1.6. α va γ burchaklarning keskichning o'rnatilishiga qarab o'zgarishi

Keskich asbobi cho'qqisining xomashyo o'qiga nisbatan baland yoki past o'tkazilishi natijasida α va γ burchaklarining qiymati o'zgaradi. Tashqi yuzalarini yo'nib ishlashda cho'qqi xomashyo o'qidan baland o'tkazilsa, kesish tekisligi o'z holatini o'zgartirishi natijasida oldingi burchak γ kattalashadi, orqa burchak α esa kichiklashadi (1.14b-rasm). [13]



1.14-rasm. Keskich xomashyo o'qiga nisbatan o'tkazish holatining α va γ burchaklari qiymatiga tashqi yuzalarni yo'nishdagi ta'siri:

a – o'q bo'ylab; b – o'qdan yuqori; d – o'qdan past; R – mahsulot radiusi.

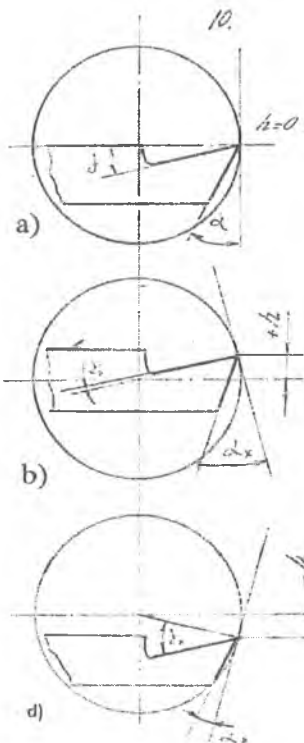
Bunday hol ichki yuzalarni yo'nganda ham mavjud (1.15a,b,d-rasm). Burchaklarning o'zgarish qiymati (ε) quyidagicha topiladi:

$$\sin \varepsilon = \frac{h}{R}$$

Bundan

$$\varepsilon = \arcsin \frac{h}{R} \quad (1.1)$$

bu yerda, h – keskich cho'qqisining xomashyo o'qiga nisbatan past yoki baland o'tkazilgan miqdori.



1.15-rasm. Keskich xomashyo o'qiga nisbatan o'tkazish holatining α va γ burchaklari qiymatiga ichki yuzalarni yo'nishdagi ta'siri:

a – o'q bo'ylab, b – o'qdan yuqori, d – o'qdan past.

Agar keskichni o'qqa nisbatan past yoki baland o'tkazilishi natijasida hosil bo'lgan haqiqiy burchaklarni γ_x va α_x deb belgilasak, ularning qiymati (1) iborani e'tiborga olib:

$$\gamma_x = \gamma + \varepsilon \quad (1.2)$$

$$\alpha_x = \alpha - \varepsilon$$

Qayerda, α va γ keskich cho'qqisi o'q bo'ylab o'rnatilgan holdagi old va asosiy orqa burchaklar.

Ibora (2) keskich yuqori o'tkazilgan holat uchun. Past o'rnatilgan holda esa:

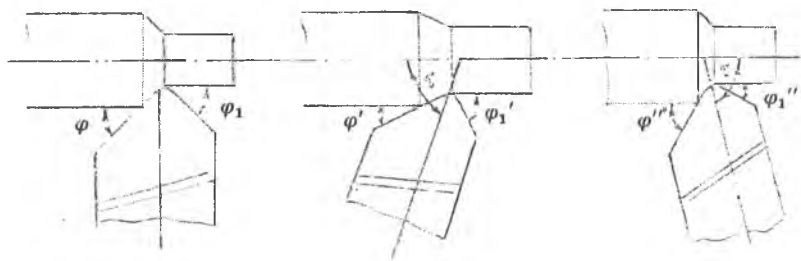
$$\gamma_x = \gamma - \varepsilon \quad (1.3)$$

$$\alpha_x = \alpha + \varepsilon$$

Mulohazalar (1.14-rasm va 1.15-rasm) shuni ko'rsatadiki, keskichni past va baland o'tkazish natijasida α va γ burchaklarining o'zgarishi past-baland o'tkazish miqdori (h ning miqdori) va mahsulot diametriga bog'liq. Mahsulot diametri ortishi bilan burchak o'zgarishi kamayad, h miqdori ortishi bilan esa ortadi. Masalan, mahsulot diametri $D=20\text{mm}$ bo'lsa, keskichning plandagi burchagi $\phi=45^\circ$ va baland o'tkazish miqdori $\lambda=0,03D$ (yoki $h=0,6\text{mm}$) bo'lsa, burchak o'zgarishi $\sigma=2^\circ$ ni tashkil etadi. Modomiki, $h=2\text{mm}$ bo'lsa, $\varepsilon=8^\circ$ tashkil etadi. Bu holga esa mutlaqo yo'l qo'yib bo'lmaydi.

1.7. Plandagi ϕ va φ_1 burchaklarining o'rnatilishiga qarab o'zgarishi

Keskich o'qining stanok markazlar o'qiga nisbatan joylanishiga qarab plandagi burchaklar ϕ va φ_1 lar ham o'zgaradi (1.16-rasm).



1.16-rasm. Keskich o'qining mahsulot o'qining o'zaro holatining plandagi ϕ va φ_1 burchaklariga ta'siri.

1.16-rasm dan ko'rinib turibdiki,

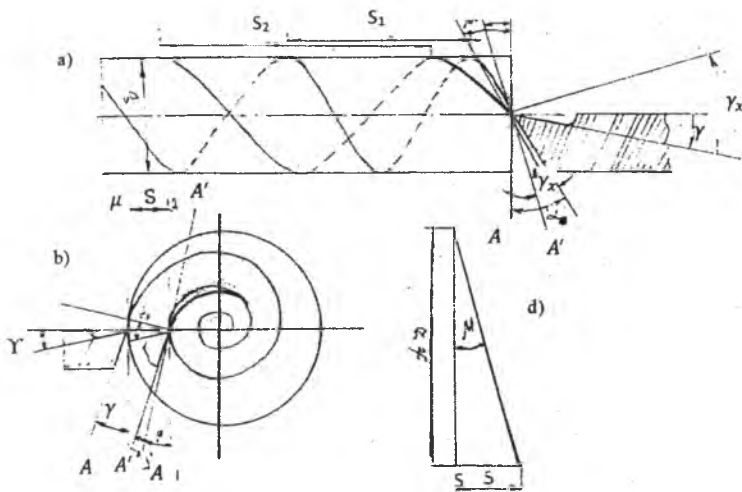
$$\begin{aligned}\phi' &= \phi - (90^\circ - \tau); \\ \varphi_1' &= \varphi_1 + (90^\circ - \tau) \\ \phi'' &= \phi + (90^\circ - \tau); \\ \varphi_1'' &= \varphi_1 - (90^\circ - \tau)\end{aligned}\tag{1.4}$$

1.8. Kesish jarayonida α va γ burchaklarning o'zgarishi

Keskich asbobining va xomashyoning bir-birlariga nisbatan murakkab harakatlari natijasida kesish tekisligi o'z holatini o'zgartiradi. Buning natijasida old burchak va orqa burchaklarning qiymatlari o'zgaradi.

Keskich cho'qqisi ko'ndalang kesish davrida burama yo'li bo'ylab harakat qiladi. Kesish yuzasi esa burama yuza bo'ladi (1.17-rasm). Kesish tekisligi $A'A'$ holatini egallaydi va statik holatdagi AA holatiga nisbatan μ burchakka aylanadi. 1.17-rasm dan ko'rinib turibdiki, surish S ortishi va mahsulot diametrining kichiklashishi bilan aylanish burchagi μ shuncha ortadi. Bu kesish davomida γ va α burchaklari ham shu miqdorcha (μ'' miqdorga) o'zgaradi degan gapdir.

[13]



1.17-rasm. Kesish jarayonida burchaklarning o'zgarishi: a – uzunasiga yo'nish davrida; b – ko'ndalang kesishda; d – burama yo'lning yoyilmasi.

Agar kesish jarayonidagi haqiqiy burchaklarni α_x va γ_x deb belgilasak,

$$\gamma_x = \gamma + \mu; \alpha_x = \alpha - \mu;$$

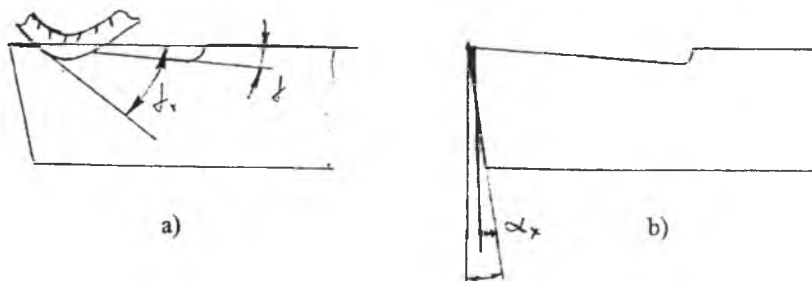
Burchak μ qiymatini burama yo'lning yoyilmasidan topamiz (1.17d-rasm).

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{S}{\pi D}; \mu = \arctg \frac{S}{\pi D}$$

Shuni aytish kerakki, bu bog'liqlik plandagi asosiy burchak $\phi = 90^\circ$ va asosiy kesish tig'ining qiyalik burchagi $\lambda = 0$ bo'lgan holat uchun. Bu shart bajarilmagan hollarda:

$$\tan \mu_x = \tan \mu \cdot \sin \varphi = \frac{S}{\pi D} \cdot \sin \varphi.$$

Ko'rilayotgan masala doirasida shuni ham aytish kerakki, kesish asbobining yoyilish hisobiga ham burchaklarning o'zgarishi ma'lum. O'zgarish uzluksiz davom etadi. Metall qirindisining ishqalanishi natijasida keskichning oldingi yuzasida chuqurcha hosil bo'ladi va old burchak qiymatini o'zgartiradi (1.18a-rasm). Shu kabi orqa yuza yeyilishi ham burchak α qiymatini o'zgartiradi (1.18b-rasm).

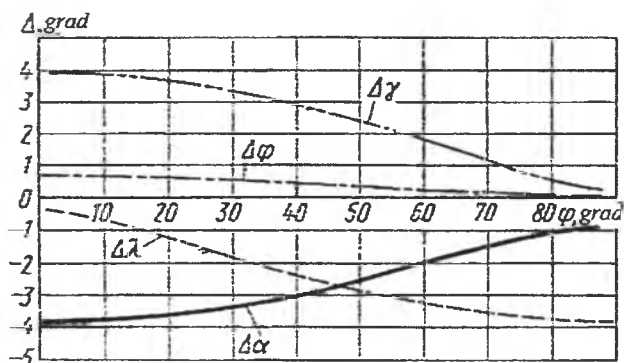


1.18-rasm. Kesish asbobi yeyilishining burchaklarga ta'siri:
a – oldingi yuza yeyilishining ta'siri; b – asosiy orqa yuza yeyilishining ta'siri.

1.9. Plandagi ϕ va φ_1 burchaklarining o'zgarishi

O'rnatish burchaklarini dastlabki geometrik parametrlarga, keskich cho'qqisi surilishi va ishlanayotgan yuza diametriga qarab o'zgarishi.

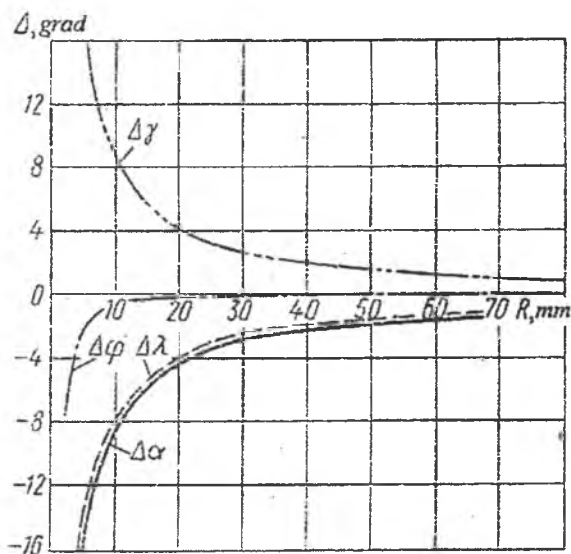
O'rnatish burchaklarini ishlash jarayonidagi qiymatlari dastlabki burchaklar parametrlari (charxlash davrida olingan) va ishlash sharoitini ifodalovchi parametrlar (keskich cho'qqisi surilishi – H, ishlanayotgan yuza radiusi – R) bilan aniqlanadi.



1.19-rasm. Plandagi asosiy burchak ϕ ni keskichni o'rnatish burchaklarini o'zgarishiga ta'siri [13].

Plandagi asosiy burchak ϕ ni keskichni o'rnatish burchaklari o'zgarishiga ta'siri. Dastlabki sharoit: oldingi burchak $\gamma=10^\circ$, asosiy orqa burchak $\alpha=8^\circ$, asosiy kesish tig'i qiyalik burchagi $\lambda=10^\circ$, keskich

cho'qqisini zagotovka aylanish o'qiga nisbatan siljish kattaligi $H=2\text{mm}$. Ishlanayotgan zagotovka diametri $R=30\text{mm}$. Grafikdan ko'rinib turibdiki, plandagi asosiy burchak φ kattalashishi bilan asosiy kesish tig'i qiyalik burchagi λ o'zgarishi yetarli darajada. Oldingi burchak γ va asosiy orqa burchak α o'zgarishlari ham yetarli. O'rnatish burchaklari o'zgarishiga eng katta ta'sir ko'rsatadigan parametr – bu zagatovkani ishlayotgan yuza diametric 1.20-rasmda dastlabki parametrlari $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$, $\lambda=0^\circ$, $\varphi=45^\circ$, $H=2\text{mm}$ bo'lgan jarayondagi ishlanayotgan yuza radiusining ta'siri ko'rsatilgan. Bu ta'sir radiusi $R<30\text{mm}$ da.



1.20-rasm. Ishlanayotgan yuza radiusini keskichni o'rnatuvchi geometrik parametrlarini xatoligiga ta'siri [13].

Ishlanayotgan yuza radiusini o'rganuvchi geometrik parametrlar xatoliklariga ta'siri eng katta ekan. $R<1\text{mm}$ da esa orqa burchak xatoligi $\Delta\alpha$ burchakni o'zini qiymatidan o'tib ketar ekan. Bu degani orqa burchakni normal ishlashi uchun sharoit yo'q degani. Buni hisobga olish lozim.

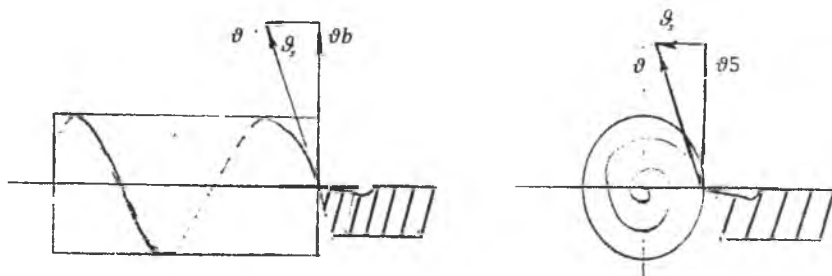
1.10. Kesish usuli elementlari

Kesish jarayonini ta'riflovchi eng asosiy kesish usuli (rejimi) elementlari quyidagilar: kesish tezligi, surish, kesish chuqurligi, kesilayotgan yuzaning qalinligi va kengligi.

Kesish tezligi bu kesish qirrasining ishlanayotgan yuzaga nisbatan harakat tezligidir. Kesish tezligi bosh harakat (v_b) va yordamchi harakat (v_s) tezliklarining geometrik yig'indisi sifatida topiladi (1.21-rasm).

Ya'ni $\vec{v} = \vec{v}_b + \vec{v}_s$,

Yordamchi harakat tezligi v_s bosh harakat tezligi v_b ga nisbatan juda kichkina bo'lganligi sababli, uning qiymatini hisobga olmaydilar.



1.21-rasm. Tezliklar vektorlari:

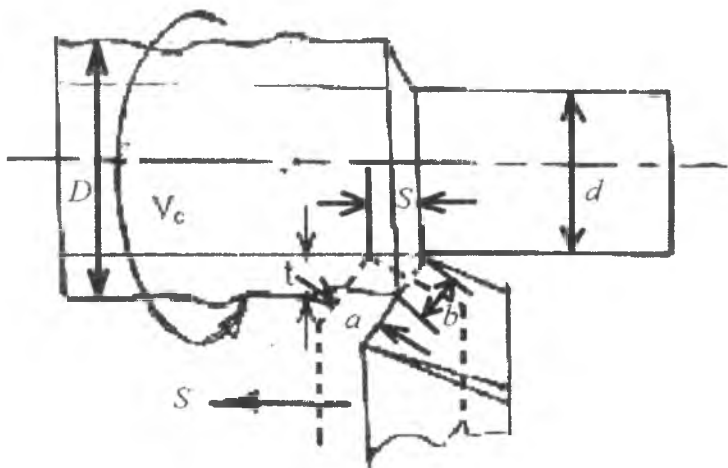
a – uzunasiga yo'nishda; b – ko'ndalang yo'nishda.

Kesish tezligi deb, ishlanayotgan xomashyoning aylanish tezligi olinadi:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ [m/min];}$$

Qayerda, D – ishlanayotgan yuzaning eng katta diametrik mm da;
 n – xomashyoning har daqiqada aylanishlar soni.

Surish bu keskichni xomashyoning bir aylanishiga to'g'ri kelgan surilgan qiymatidir. Uning yo'nalishi yordamchi harakat yo'nalishi bo'yicha bo'ladi va S harfi bilan belgilanadi (1.22-rasm). Bu holda S mm/ayl bilan o'lchanadi.



1.22-rasm. Yo'nish jarayonidagi kesish elementlari.

Keskichning dastgoh (stanok) markazlari o'qiga nisbatan harakati yo'nalishiga qarab surish quyidagicha uch turda bo'lishi mumkin: a) Uzunasiga harakat yo'nalishi dastgohning markazlar o'qi bo'ylab. b) Ko'ndalangiga – o'qqa tik. d) Qiyasiga – markazlar o'qiga ma'lum burchak ostida oxirgi holatda ishlash natijasida konus yuza hosil bo'ladi.

Bulardan tashqari, minutlik surish ham mavjud: keskichning bir daqiqa vaqt ichida siljish miqdori bilan aniqlanadi va mm/min bilan o'lchanadi:

$$S_{\text{min}} = S \cdot n, \text{ [mm/min]}$$

Kesish elementlaridan yana biri kesish chuqurligidir. Kesish chuqurligi bu ishlanayotgan va ishlangan yuzalar orasidagi masofa bo'lib, ishlangan yuzaga tik holda o'lchanadi. Kesish chuqurligi t bilan belgilanib (1.22-rasm), mm bilan o'lchanadi.

Yo'nish bilan kesish jarayoni uchun kesish chuqurligi xomashyoning kesimdan oldingi va kesilgandan keyingi diametrlari ayirmalarining yarimisiga teng (1.22-rasm):

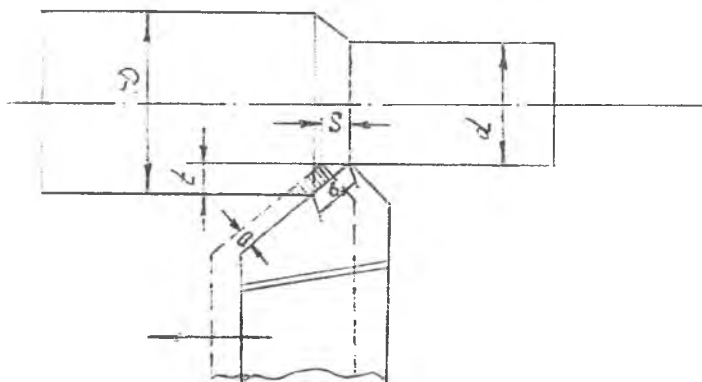
$$t = \frac{D-d}{2} \text{ [mm]}$$

1.11. Yo‘nishda kesilayotgan qatlamning elementlari va geometriyasi

Kesilayotgan qatlam elementlariga uning kengligi, qalinligi va yuzasi kiradi. 1.23-rasm da punktir chiziqlari keskichning xomashyoni bir aylanish davriga to‘g‘ri kelgan siljishi natijasida olgan holati tasvirlangan. Shtrixovka qilingan yuza esa kesilayotgan yuza ko‘ndalang kesilishining yuzasini ko‘rsatadi.

Kesilayotgan qatlam kengligi – bu ishlanayotgan va ishlangan yuzalar orasidagi masofa bo‘lib, kesish tekisligi bo‘ylab o‘lchanadi va b harfi bilan belgilanadi. Umumiy holatda qachonki, $\gamma \neq 0$ va $\lambda \neq 0$, kesilayotgan qatlam kengligi keskich kesish tig‘i ishchi qismining* asosiy tekislikdagi proyeksiyasiga teng.

Kesilayotgan qatlam qalinligi (a) zagatovka bir aylanganda keskichning kesish yuzasida egallagan oldingi va oxirgi vaziyatlari orasidagi masofa bo‘lib, keskichning asosiy tig‘iga tik yo‘nalishda o‘lchanadi. Qatlam 2 xil bo‘lishi mumkin: to‘g‘ri to‘rtburchak va o‘zgaruvchan.



1.23-rasm. Yo‘nish jarayonidagi kesish elementlari.

Keskich kesish tig‘ining ishchi qismi deb, uning kesish jarayonida ishtirok etayotgan (ishlayotgan va kesayotgan) qismiga aytiladi.

Kesish rejimlari (S , t) va qatlam geometriyasi (a , b) orasida bog‘liqlik mavjud.

$$\Delta 1,2,3 \text{ dan } \frac{t}{b} = \sin \varphi; b = \frac{t}{\sin \varphi} \text{ [mm]}$$

$$\Delta 534 \text{ dan } \frac{a}{S} = \sin \varphi; a = S \cdot \sin \varphi \text{ [mm]}$$

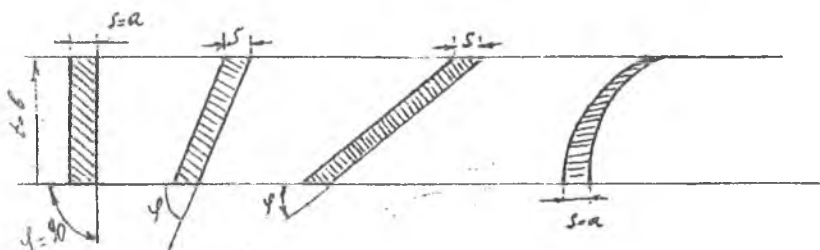
Bular S , t , a va b larni burchak φ ga bog'liqligini ko'rsatadi.

Kesilayotgan qatlam yuzasi – kesilayotgan qatlamni ko'ndalang kesimi, qaysiki, asosiy tekislik bo'yicha o'lchanadi.

$$f = a \cdot b, \text{ mm}^2, f = t \cdot S, \text{ mm}^2$$

buning formasi burchak φ ga bog'liq;

$t = \text{const}$; $S = \text{const}$, sharoitida asosiy kesish tig'ining formasiga ham bog'liq.



Yuqoridagi formulalar vositasida aniqlangan kesish nominal kesim deyiladi. Haqiqiy kesim nominaldan kichik bo'ladi. Nominal qiymati ishlangan yuzada qolayotgan uchburchak yuzasi qiymatiga teng.

$$f_{\text{haq}} = f_{\text{qoldiq}}$$

Bu yerda,

f_{qoldiq} – ishlangan yuzada kesilmay qolgan qatlam yuzasi.

$$\Delta ABC \text{ dan } f_{\text{qoldiq}} = \frac{S \cdot H}{2}$$

$$\Delta ADC \text{ dan } \frac{DA}{DC} = \tan \varphi; DC = \frac{DA}{\tan \varphi} = \frac{H}{\tan \varphi};$$

$$\Delta ADB \text{ dan } \frac{DA}{BD} = \tan \varphi_1; BD = \frac{H}{\tan \varphi_1}; BD + DC = S;$$

$$S = \frac{H}{\tan \varphi} + \frac{H}{\tan \varphi_1}; S = H \left(\frac{1}{\tan \varphi} + \frac{1}{\tan \varphi_1} \right) = H \left(\frac{\tan \varphi_1 + \tan \varphi}{\tan \varphi \cdot \tan \varphi_1} \right);$$

$$H = S \cdot \left(\frac{\tan \varphi \cdot \tan \varphi_1}{\tan \varphi_1 + \tan \varphi} \right);$$

$$\text{Bundan, } f_{\text{qoldiq}} = \frac{S \cdot H}{2} = \frac{S^2}{2} \cdot \left(\frac{\tan \varphi \cdot \tan \varphi_1}{\tan \varphi_1 + \tan \varphi} \right);$$

O'z-o'zini tekshirish savollari

1. Asosiy kesib ishlash usullarini klassifikatsiyasini aytib bering.
2. Keskich qirqish tig'ini geometrik parametrlari nimdan iborat?
3. Keskichning oldingi burchagi qanday aniqlanadi?
4. Keskichning plandagi asosiy burchagi ϕ qanday aniqlanadi?
5. Asosiy kesuvchi tekislik qanday topiladi?
6. Asosiy tekislikdagi barcha burchaklarning yig'indisi nimaga teng?
7. Keskich burchaklarining qaysi biri nolga teng bo'lmaydi $\alpha, \beta, \gamma, \varphi, \lambda, \varepsilon$?
8. Qirindi orqa babka tomon yo'nalishi uchun asosiy qirqish tig'ining qiyalik burchagi qanday bo'lishi kerak?

II-BOB. ASBOBSOZLIK MATERIALLARI

2.1. Kesuvchi asboblarning materiallariga qo'yilgan talablar

Asbobsozlik po'latlari deganda, ko'pincha, kesib ishlash asboblari po'latlari tushuniladi. Vaholanki, bu guruhga o'lov asboblari va shtamplar uchun ishlatiladigan po'latlar ham kiradi. Bu po'latlar o'ziga xos og'ir sharoitda ishlaydi. Ayniqsa, metall kesuvchi keskich materiallari katta bosim ostida, yuqori haroratda, har xil tashqi muhit ta'sirida, shiddat bilan ishqalanib yeyilish sharoitida ishlaydi. Tezkesar po'latdan yasalgan tokarlik keskichini bir turg'unlik davrida (bir charxlash bilan ikkinchi charxlash orasidagi vaqt) keskich oldingi yuzasidan 8 km uzunlikdagi qirindi sirpanib o'tadi. Shtamplar bundan og'ir sharoitda ishlaydi.

Kesuvchi asboblarning materiallariga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi:

1) yetarli darajadagi yuqori qattqlik. Bu qattqlik ishlanayotgan material qattqligidan ancha katta bo'lishi lozim. Uni qattqligi 1.4-1.7 marta qattiq bo'lishi kerak zagotovka qattqligiga nisbatan, tig' ishlashi uchun;

2) kesuvchi asbobni kesish tig'i mustahkam bo'lishi kerak. Keskichni oldingi yuzasiga katta bosim ta'sir qiladi, bir necha yuz kilogrammdan bir necha tonnagacha. Bu bosim kesish tig'ini uchiga to'g'ri keladi. Yana qizig'i shundaki, bu bosim vaqt bo'yicha o'zgaruvchan chunki qiytim qatlami har xilligi hisobiga kuch ham o'zgarib turadi;

3) ishqalanib yeyilishga katta chidamlilik. Keskich oldingi yuzasidan qirindi rotorli ekskavatori tishlari kabi tirnab o'tib yuzaga ishqalanib yeyiladi. Bular hammasi yuqori harorat ostida o'tadi;

4) issiqqa bardosh bo'lishi lozim. Kesish jarayonida ko'p va katta issiq chiqadi. Uglerodli asbobsozlik po'latlarni issiqqa bardoshligi 200-250°C. Umuman olganda, po'latni issiqqa bardoshligi deb, uni qaysi haroratgacha qizdirilganda o'zini mexanik xossalarini saqlab turish qobiliyatiga aytiladi. Tezkesar po'latlari uchun u 600°C ga, qattiq qotishmalar uchun 800-900-1000°C keyingi. Issiqqa bardoshlik bilan

ruxsat etilgan kesish tezligi orasida katta bog‘liqlik bor. Issiq bardoshlikni oshishi yuqori tezlikda kesish imkonini beradi [11];

2.1-jadval

Material	Kritik issiqbardosh harorati, °C	Po‘lat45 ni kesishdagi ruxsat etilgan tezlik, m/min
Uglerodli asbobsozlik po‘latlari	200-250	10-15
Legirlangan asbobsozlik po‘latlari	350-510	15-30
Tez kesar po‘latlar	600-650	40-60
Qattiq qotishmalar:		
VK guruhi	900-930	120-200
TK vaTKK guruhi	1000-1030	150-250
Volframsiz guruhi	800-830	100-300
Qoplamali	1000-1100	200-300
Kesuvchi keramika	1200-1230	400-600

5) keskich materiali ishlanayotgan material bilan bir-biriga yopishqoqligi iloji boricha kam bo‘lishi lozim. Yopishgan hajm o‘zidan keyingi kelayotgan oqim bilan o‘pirib olib ketadi;

6) iloji boricha keskich materialini issiqlik o‘tkazish qobiliyati yuqori bo‘lishi kerak. Keskich cho‘qqisidagi issiqlik to‘planib qolsa, cho‘qqi o‘ta qizib kesish qobiliyatini yo‘qotadi (Ariqdagi suv toshgan kabi);

7) ishlanayotgan materialga nisbatan fiziko-kimyoviy aktiv-masligi (loqaydligi);

8) yuqori texnologiklik. Keskichni yasashdagi optimal sharoitni borligi. Masalan yaxshi kesilishligi, bosim ostida ishlanishligi, termik ishlashda injiqmasligi (yaxshi va chuqur toblanishligi iloji boricha deformatsiyalanmasligi, darz ketmasligi va h.k.), yaxshi jilvirlanishligi ayniqsa, termik ishlangedan so‘ng;

9) iqtisodiy ko‘rsatkichligi (arzon bo‘lishi kerak);

Hozirda asosan 5 xil guruhdagi asbobsozlik materiallari qo‘llaniladi.

Materiallar:

1. Uglerodli asbobsozlik po'latlari.
2. Legirlangan asbobsozlik po'latlari.
3. Tezkesar po'latlar.
4. Qattiq qotishmalar.
5. Mineralo-keramik materiallar.
6. Olmoslar.
7. Jilvirlovchi-abraziv materiallar.

2.2. Asbobsozlik po'latlari

2.2.1. Asbobsozlik uglerodli po'latlari

Bular asosan quyidagilar; U7A; U8A; U8GA; U9A, U10A, U10GA, U12A, U13A. O'qilishi: Masalan U7A: U-uglerodli degani: 7-o'ndan bir ulushda uglerod miqdori, ya'ni uglerod C=0,7%, A-po'lat yuqori sifatli, ya'ni zararli elementlar P, S lar har birining miqdori 0,025% dan oshmagan deganidir.

2.2-jadval

Fizik mexanik xossalar	U12A	R 18	VK 6	T15K6	Minerollo-keromika
Zichlik, g/sm ³	7,8	8,73	14,7	11,1	3,9
Egil, kg/mm ² ,	360	370	140	125	30-45
Issiqlik o'tkazuvchanlik, kkal/sek S	0,09	0,07	0,145	0,065	0,01
Issiqqa bardoshligi, S °	200-300	600	860	900	1200
Qattqlik, HRA	90	90	91	91	92
Qisilishga, Mustahkamlik σ , kg/mm ²		380		400	90-150

Albatta, termik ishlanadi. Toblashda qizdirish qo'rg'oshinli vannalarda, tuz eritmalari vannalarida va elektr pechlarda olib boriladi. Katta o'lchamli asboblarda toblashdan oldin t=350-450°C dastlab qizdirib olinadi (darz ketmasligi uchun). Qizdirish vaqti asbob ko'ndalang kesimi kattaligiga qarab belgilanadi: har bir mm. ko'ndalang kesimga

quyidagi birlik bo'yicha qo'rg'oshin vanna uchun 6-8 sek, tuz vannalari uchun 12-14 sek, elektr pechlari uchun 50-80 sek olinadi.

Termik ishlash rejimlari

2.3-jadval

Po'lat markasi	Toblash harorati, t-°C	Sovutish muhiti	Qattqlik, toblangan-dan so'ng, HRC	Bo'shatish	Bo'shatgandan so'ng qattqlik HRC
U7A	800-830°C	Suv	61-63	Past	60-63
U8GA	800-830°C	Suv so'ngra yog'	61-63	bo'shatish	60-63
U9A	790-810°C	Suv so'ngra yog'	62-64	160-180°Cda	60-63
U10GA	760-810°C	yog'	61-63	Ushlab	60-63
U10A	770-790°C	Suv so'ngra yog'	62-64	turish	60-63
U12A	760-780°C	Suv so'ngra yog'	62-65	1-2	60-63
U8A	790-820°C	Suv	61-63	soat	60-63

Uglerodli po'latlarni termik ishlash jarayonida tobtashlash, darz ketish odati bor.

U7A, U8A, U9A, po'latlardan slesarlik va temirchilik asboblari, ushlagichlar, qattiq qotishmali keskichlarning korpuslari yasaladi.

U10A, U12A, po'latlardan tokarlik va randalash keskichlari, parmalar, metchiklar, razvyorkalar, plashkalar, qo'larra, tasmali (lentasimon) arralar yasaladi.

U10GA po'latidan yog'och va metallarni kesadigan tasmali-lentasimon arralar ishlab chiqariladi.

2.2.2. Legirlangan asbobsozlik po'latlari

Legirlangan asbobsozlik po'latlari uglerodli po'latlar tarkibiga u yoki bu legirlovchi elementlarni (Cr, V, Mo, W va h.k) kiritish bilan olinadi. Bundan maqsad lozim bo'lgan xossalarni olishdir. Xrom qo'shilsa, po'lat qattiqligi, zangga bardoshligi va ishqalanib yeyilishga qarshiligi ortadi.

Volfram va molibden kiritilsa, po'latni qattiqligi, ishqalanib yeyilishiga qarshiligi issiqbardoshligi ortadi.

Vannadiy po'latni strukturasi yaxshilaydi: Turg'un karbidlar hosil qiladi, toblangandan so'ng mayda donali struktura hosil qiladi.

1. Volframli po'latlar: V1, V2. Bu yerda volfram miqdori 1% va 2%. Volframni qo'shilishi po'latni o'taqizishga moyilligini pasaytiradi; uyushqoqligi ortadi. Parmalar, kichik o'lchamdagi metchiklar, razvyortkalar, plashkalar va h.k. yasaladi.

2. Xromli po'latlar: 9X, X05, X. Xromni qo'shilishi toblashdagi kritik sovutish tezligini pasaytiradi; birmuncha ishqalanib yeyilishga chidamliligini oshiradi; qattiqlikni ko'taradi. O'qilishi: 9X-da $C=0,5\%$ $Cr \approx 1\%$; Bu po'latdan tokarlik va randalash keskichlari, parmalar, metchiklar, razvyortkalar va h.k. lar yasaladi.

3. Xrom-margenetsli po'latlar: XVG; XG. XVG ni o'qilishi: $C \approx 1\%$; $Cr=0,9-1,2\%$, $W=1,2-1,6\%$, $Mn=0,8-1,1\%$, XG ni tarkibi: $C=1\%$; $Cr=1,3-1,6\%$; $Mn=0,45-0,7\%$.

Bu po'latlarni zo'r xossalardan biri bu – toblash jarayonida tobtashlash (deformatsiyalanish) darajasi ancha kichik. Shuning uchun bu po'latdan uzun sterjensimon va o'lchamlari ishlangan detallarga o'tadigan keskichlar yasaladi: protyajkalar, maxsus parmalar va razvyortkalar.

4. Xrom-volframli po'latlar: XV5: tarkibi $C=1,25-1,5\%$; $Cr=0,4-0,7\%$; $W=4,5-5,5\%$; Juda qattiq. HRC=70 toblangandan so'ng. Yuqori ishqalanib yeyilishga chidamli-turg'un. Bu po'latlardan tokarlik va randalash keskichlari, frezalar, maxsus keskichlar yasaladi.

5. Xrom-kremniyli po'latlar: 9XS, 9X, 9XS ni kimyoviy tarkibi: $C=0,9\%$; $Cr=1\%$, $Si=1,4\%$. Kremniy po'latni toblanishlik qobiliyatini oshiradi; ishqalanib yeyilishga turg'unligini-chidamliligini, uyushqoqligini oshiradi. Metchiklar, parmalar, plashkalar, frezalar yasaladi.

6. Yuqori xromli po‘latlar: X12; X12M. tarkibi: C=1,45-2,3%; Cr=11-13%; Mn=0,5-0,8%; HRC=62-65% toblangandan so‘ng. Bu po‘latdan frezalar, razvyortkalar, parmalar, protyajkalar yasaladi.

2.2.3. Tezkesar po‘latlar

Tezkesar po‘latdan yasalgan keskichlar kesish tezligi yuqori, kesish chuqurligi katta, demak, yuqori haroratda ishlaydi. Qattiqligi yuqori HRC=68 ga tengdir. Uglerodli asbobsozlik po‘latlari 200°C ga qiziganda uning qattiqligi tez pasayadi (keskich o‘tirib qoladi), tezkesar po‘lati 600°C da ham yumshamay kesish qobiliyatini saqlab qoladi.

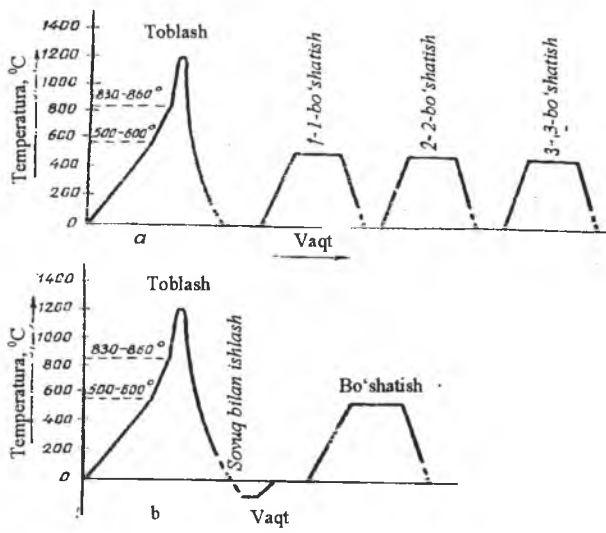
Tezkesar po‘latlarni turlari ko‘p. Ularning ba‘zilarini kimyoviy tarkibi quyidagicha:

2.4-jadval

Po‘lat markasi	S, %	Cr, %	W, %	V, %	Co, %
P18	0,7-0,8	3,8-4,4	17,5-19,0	1,0-1,4	—
P9	0,85-0,95	3,8-4,4	8,5-10,0	2,0-2,6	—
P9F5	1,4-1,5	3,8-4,4	9,0-10,5	4,3-5,1	—
P9K5	0,9-1,0	3,8-4,4	9,0-10,5	2,0-2,6	5,0-6,0
P9K10	0,9-1,0	3,8-4,4	9,0-10,5	2,0-2,6	9,5-10,5
P18K5F2	0,85-1,95	3,8-4,4	17,5-19,0	1,8-2,4	5,0-6,0

Tezkesar po‘latni termik ishlash jarayoni ancha murakkab: termik ishlash rejimi quyidagicha (2.1-rasm).

Tezkesar po‘latini issiqlik o‘tkazish qobiliyati kichik, birdaniga toblash harorati pechga qo‘yilsa darz ketadi. Shuning uchun oldindan 2 marta qizdirib olinadi: 1) 500-600°C, 2) 830-860°C. Bundan so‘ng tez qizdiriladi. P18 uchun $t_{\text{tabl}}=1280-1300^{\circ}\text{C}$. P9 uchun $t_{\text{tabl}}=1240-1260^{\circ}\text{C}$, Austenit strukturasi olinadi. Ma‘lum vaqt ushlab turilgach ($T=1-2\text{min}$) moyda sovutiladi. (tuz eritmasida ham bo‘lishi mumkin). Albatta bo‘shatiladi: 3 marta 1 soatdan bo‘shatiladi, birinchi bo‘shatilganda austenitni 85%, ikkinchi bo‘shatilganda 95-97%, uchinchi bo‘shatilganda 98-99% martensitga aylanadi. Shunda qattiqlik HRC=64 ga yetadi.



2.1-rasm. Tezkesar po'latdan yasalgan kesuvchi asboblarni termik ishlash rejimlari sxemalari. a-sovuq bilan ishlanmaganda, b-sovuq bilan ishlanganda.

Bo'shatish rejimini ikkinchi variant ham bor. Po'lat sovuq bilan ishlanadi: -80°C dan -100°C gacha sovutiladi. Bundan so'ng bir marta 560°C da bo'shatiladi. Shunda austenitni 97-98% martensitga aylanadi.

Tezkesar po'latlarni toblashdan oldin yumshatib olinadi.

Hozirgi zamon tezkesar po'latlarini 3 guruhga bo'lish mumkin: Normal, oshirilgan va yuqori issiqqa chidamli. Normal issiqqa chidamli guruhga volframli po'lat P18 va uning o'rin almashuvchilari qaysiki volfram miqdori kamaytirilgan. Masalan Po'lat P6M5. Bu po'latlarning toblangandan keyingi qattiqligi $\text{HRC}=63-64$ ga teng, egilishga qarshiligi $\sigma = 2900-3400 \text{ MPa}$, zarbiy qovushqoqligi $2,7-4,8 \text{ Dj/m}^2$, issiqqa chidamliligi $600-620^{\circ}\text{C}$. Tezkesar po'latlarni ichida eng ko'p ishlatiladigani (80%) bu bilan po'lat, cho'yan, rangli metall, plast-massalar kesiladi.

Issiqqa chidamliligi oshirilgan tezkesar po'latlarida uglerod, vanadiy, molibden va kobaltlar miqdori ko'paytirilgan. Vanadiyli po'latlar ichida eng ko'p ishlatiladigani P6M5Φ3 markasi, lekin yomon jilvirlanadi.

Jilvirlanishiga qarab 4 guruhga bo'linadi.

1 – guruh. Vannadiy miqdori 1,4% gacha nisbiy jilvirlanishligi 0,9-1,0 (birlik sifatida P18 po‘latini jilvirlanishi olingan) – eng yaxshi jilvirlangani uchun.

2 – guruh. Vannadiy miqdori 1,7-2,2%, nisbiy jilvirlanishligi 0,5-0,95 bular P6M5, P6M5K5, P2AM9K5.

3 – guruh. Vannadiy miqdori 2,3-3,3% gacha nisbiy jilvirlanishligi 0,3-0,5 bular 11P3AM3Φ2, P6M5Φ3, P12Φ3.

4 – guruh. Vannadiy miqdori 4% dan ko‘p, nisbiy jilvirlanishi 0,2-0,3 bular P12Φ4K5.

Kukun metallurgiyasi usuli bilan olingan tezkesar po‘latlari vannadiy miqdoriga qaramasdan 1 chi va 2 chi gruppaga to‘g‘ri keladi; Ya’ni yaxshi jilvirlanadi. Ko‘baltli po‘latlar orasida eng ko‘p qo‘llaniladigani P6M5K5, P9M4K8, P18K5Φ2 bularni qattiqligi HRC=66-68 gacha issiqqa chidamliligi 640-650 gacha

Yuqori issiqqa chidamli po‘latlarda uglerod miqdori kam, lekin legirlovchi elementlarning (volfram, kobalt, molibden) ko‘pligi bilan xarakterlanadi. Bular B11M7K23, B14M7K25, 3B20K20H4Φ; qattiqligi HRC=69-70, issiqqa chidamliligi 700-720.

2.2.4. Kukunli tezkesar po‘latlar

Tezkesar po‘latini sifati yuqorilashtirilgan, ularni eksplutatsion xossalari yuqorilashtirilgan. Strukturalari mayda, karbid fazalari bir tekis tarqatilgan. Termik ishlash davrida deformatsiyalanish kam, yaxshi jilvirlanadi, yuqori texnologik va mexanik xossalarga ega; bular hammasi an’anaviy usulda olingan po‘latlarga nisbatan.

Kukunli tezkesar po‘latini olish texnologik sxemasi quyidagidan iborat: suyuq tezkesar po‘latini gazaviy purkash usuli bilan parashokka aylantirish; hosil bo‘lgan parashokni silindrik konteynerga to‘kadi va degazatsiya qilinadi; kontenerlarni qizdiriladi, bolg‘alanadi (yoki prokatlanadi) va prutokka (chiviqqa) aylantiriladi. Yakunda prutok yuzidagi konteyner qoldiqlarini keskich bilan qirib tashlanadi. Yangi kukun tezkesar po‘latlarini yaratish yo‘llaridan biri vannadiy miqdorini 7% gacha ko‘tarish va yeyilishga chidamliligini 1,7% gacha ko‘tarish, kukun metallurgiyasi asosida olingan tezkesar po‘latlarini belgilash uchun po‘lat markasini oxiriga MΠ qo‘yiladi. Masalan P7M2Φ6-MΠ, P6M5Φ3-MΠ, P9M2Φ6K5-MΠ (ГОСТ 28369-89). Karbidli po‘lat oddiy tezkesar

po'latidan karbidli fazaning ko'pligi bilan ajralib turadi; Asosan titan karbidlari bilan, uning hajmi 20% gacha bo'ladi, qattiqligi HRC=68-70.

Bunday tezkesar po'latidan yasalgan keskichlarning turg'unligi 1,5-2 marta kattaroq, an'anaviy tezkesar po'latlarnikidan.

2.3. Qattiq qotishmalar

Kesuvchi asbob uchun qattiq qotishmalar plastin yoki boshqa formada kukun metallurgiyasi usullari bilan olinadi. Molibdenli aralashmada tarkibiga kobalt yoki nikel kirgan, hiyla yumshoq va kamroq qiyin eriydigan bog'lamalar yordamida birikkan mayda qattiq zarrachalar, volfram (WC), tantal (TaC), niobiy (NbC) karidlari; titan nitridlari va karbonitridlari (TiN, TiCN) shunday qotishmalarning asosiy tarkibiy qismlari hisoblanadi. Zararli aralashma sifatida erkin uglerod joylashishi mumkin.

Qattiq qotishmalar kesish orqali materiallarga unumli ishlov berishni ta'minlaydigan asosiy zamonaviy asbobbop (инструменталь) materiallar hisoblanadi. Hozirgi kunda mexanik ishlov berib ishlab chiqarishda qo'llaniladigan qattiq qotishmali asbobning umumiy miqdorining 30% gachasini tashkil etadi. Shu bilan birga qattiq qotishmali asboblarga nisbatan 2-3 baravar yuqoriroq bo'lganligi uchun ushbu asboblarga qirindini 65% gacha pasaytiradi.

Qattiq qotishmalarni tarkibiga ko'ra to'rt guruhga bo'lish mumkin: volfram-kobaltli (WC-Co), titan-volfram-kobaltli (WC-TiC-Co),), titan-tantal-volfram-kobaltli (WC-TiC-TaC-Co), volframsiz yoki titanli (TiC, TiCN asosidagi turli bog'lovchi bilan).

Asbobbop materiallar kabi qattiq qotishmalar elastiklik modulining katta qiymati (500-700 GPa) va kesish mustahkamlik chegarasi (6000 MPa gacha), 700-1100° C issiqlikda ham yuqori qattiqligi (HRA 82-92) saqlagan qator bebaho xususiyatlarga ega. Qattiq qotishmalar kesishda paydo bo'ladigan yuklamani yetarli darajada samarali qabul qilishga qodir.

2.3.1. Volfram-kobaltli qotishmalar (BK)

Volfram-kobaltli qotishmalar (BK guruhi) o'z strukturasida qattiq eritmada volfram va kobalt (Co) da uglerod – bog'lamasida joylashgan

volfram (WC) karbidi erkin donini namoyon qiladi. Bu guruh qotishmalari ulardagi kobalt miqdori volfram karbidi donlarining o'lchami va tayyorlash texnologiyasi bilan farq qiladi. Kesuvchi asbobni ta'minlash uchun tarkibida 3-10% kobalt bo'lgan qotishmalar qo'llaniladi.

An'anaga ko'ra sobiq Sovet Ittifoqi respublikalarida asosiy foizli tarkiblari bo'yicha barcha turdagi qotishmalarining belgilangan markalari tizimi qo'llaniladi (2.5-jadval). [11]

Bir karbidli qotishmalar shartli belgisida raqam kobaltli bog'lamaning foizli tarkibini ko'rsatadi. Masalan, BK6 shartli belgisi qattiq qotishma 6% kobalt, qolgani esa 94% volfram karbidi ekanligini ko'rsatadi.

3882-74(ISO 513-75) DST bo'yicha WC-Co(BK guruhi) asosli qotishmalarining tarkibi va asosiy fizik-mexanik xususiyatlari

2.5-jadval

Qotishma	Qotishma	Tarkibi %		Fizik-mexanik	Xususiyat-lari	Tavsifi
	WC	TaC	Co	Egilishdagi mustahkamlik chegarasi R_{bm}, M Pa kam bo'lmagan	Zichligi, $p \cdot 10^{-3}, kg/m^3$	HRA Kam bo'lmagan
BK3	97		3	1176	15,0-15,3	89,5
BK3-M	97		3	1186	15,0-15,3	91,0
BK4	96		4	1519	14,9-15,2	89,5
BK6	94		6	1519	14,6-15,0	88,5
BK6-M	94		6	1421	14,8-15,1	90,0
BK6-OM	92	2	6	1274	14,7-15,0	90,5
BK8	92		8	1666	14,4-14,8	87,5
BK10	90		10	1764	14,2-14,6	87,0
BK10-M	90		10	1617	14,3-14,6	88,0
BK10-OM	88	2	10	1470	14,3-14,6	88,5
BK10-XOM	88	2(CrC)	10	1500-1700	14,3-14,6	89,0

Qotishmalarda kobalt miqdori oshishida mustahkamlik, zarbiy qovushqoqlik va plastiklik oshadi, shu bilan bir vaqtda qattqlik va elastiklik moduli kamayadi. Kobalt miqdori ko'payishi bilan qotishmalarining issiqlik o'tkazuvchanligi va ularning termik kengayishi oshadi.

Barcha mavjud qotishmalardan BK guruhi qotishmalari tarkibida bir xil kobalt bo'lganda ko'proq yuqori zarbiy qovushqoqlik va egilishda mustahkamlik chegarasiga hamda yaxshi issiqlik va elektr o'tkazuvchanlikka ega. Biroq bu qotishmalarning oksidlanish va korroziya (yemirilish) ga chidamliligi pastroq, bundan tashqari, kesish orqali ishlov berishda qirindisi bilan yopishib qolishga moyil bo'ladi.

Bir xil tarkibli kobaltda qotishmalarning fizik-mexanik va kesish xususiyatlari volfram karbidi (WC) donining o'rta o'lchami bilan aniqlanadi. Ishlab chiqilgan usullar karbidli birikmalar donining o'rta o'lchamini mikrometr o'lchashida 20-15 mkm gacha o'zgartirish mumkin bo'lgan qattiq qotishmalar olishga imkon beradi.

Karbid o'lchamlari 3 mkm dan 5 mkm gacha bo'lgan qotishmalar yirik donilarga tegishli bo'ladi va B harfi bilan (masalan, BK8-B), karbid o'lchamlari 0,5 mkm dan 1,5 mkm gacha bo'lganlari esa M harfi bilan (masalan, mayda donli – BK6-M) belgilanadi. Donlarning 70% 1,0 mkm – OM da kamroq o'lchamga ega bo'lsa (alohida mayda donli – BK6-OM) hisoblanadi. Kichik o'lcham karbid fazali qotishmalarning yeyilishga chidamliligi va issiqlikka chidamliligi yuqoriroq, shuningdek, yanada o'tkirroq kesuvchi tig' ($\sigma_r=1,0-2,0$ mkm) bilan charxlashga imkon beradi.

Qotishmalarning fizik-mexanik xususiyatlari turli ekspluatatsiya (foydalanish) sharoitlarida ularning kesish xususiyatlarini aniqlaydi. Shunday qilib, minimal tarkibli kobaltli BK3 qotishmasi ko'proq yemirilishga chidamli bo'lganiga qaramay kamroq mustahkam bo'lganligi uchun ruxsat etilgan maksimal kesish tezligi bilan biroq kichik surish va kesish chuqurligi bilan toza ishlov berishga, BK8, BK10-M va BK10-OM qotishmalari esa zarbali yuklamalar sharoitida kesilayotgan qatlamning kattalashtirilgan kesimi va pasaytirilgan kesish tezligi bilan qora ishlov berishga tavsiya qilinadi.

2.3.2. Titan-volfram-kobaltli qotishmalar (TK)

TK guruhi qotishmalari uch asosiy fazadan tuzilgan: titan karbidi TiC tarkibida volfram karbidining WC qattiq eritmasi, erkin volfram karbidi WC va kobalt bog'lovchisi. Ular asosan qirindisi lentasimon bo'ladigan (asosan-po'lat) materiallarga ishlov berishda kesadigan asboblarga uchun mo'ljallangan. BK guruhi qotishmalariga qaraganda ular oksidlanish, qattiqlik va issiqlikka, mustahkamlikka qarshi ko'proq

chidamlilikka ega, ammo shu bilan bir vaqtda issiqlik o'tkazuvchanligi va elektr o'tkazuvchanligi hamda elastiklik moduli kamroq.

TK guruhi qotishmalarining BK guruhi qotishmalariga ko'ra po'lat bilan adgezion yopishish harorati yuqori bo'lganligi uchun sirpanuvchi qirindi ta'siri ostida yeyilishga qarshiligi ko'proq, bu esa asbobning chidamliligini sezilarli oshiradi va po'latga ishlov berishda yanada yuqoriroq kesish tezligini qo'llashga imkon beradi.

Shuningdek WC-Co qotishmalari kabi TK guruhi qotishmalarida ham egilish va siqilishga chidamlilik chegarasi hamda zarbiy qovushqoqlik kobalt tarkibi oshishi bilan oshadi (2.6-jadval). [11]

3882-74(ISO 513-75) DST bo'yicha WC-Co(BK guruhi) asosli qotishmalarning tarkibi va asosiy fizik-mexanik xususiyatlari

2.6-jadval

Qotishma	Qotishma	Tarkibi %		Fizik-mexanik	Xususiyatlari	Tavsifi
	WC	TiC-WC	Co	Egilishdagi mustahkamlik chegarasi R_{bm} , MPa kam bo'lmagan	Zichligi $p \cdot 10^{-3}$, kg/m^3	HRA kam bo'lmagan
TK30K4	66	30	4	980	9,5-9,8	92,0
T15K6	79	14	6	1176	11,1-11,6	90,0
T14K8	78	14	8	1274	11,2-11,6	89,5
T5K10	85	6	9	1421	12,4-13,1	88,5
T5K12	83	5	12	1666	13,1-13,5	87,0

BK guruhi qotishmalariga qaraganda TK guruhi qotishmalarining issiqlik o'tkazuvchanligi sezilarli kamroq, termik kengayish koeffitsiyenti esa yuqoriroq. Shunga ko'ra qotishmalarning kesish xususiyatlari ham o'zgaradi: kobalt tarkibi oshishida kesishdan yeyilishga chidamliligi pasayadi, titan karbidi tarkibi oshganda esa mustahkamlik pasayadi.

Shuning uchun T30K4 va T15K6 kabi qotishmalar kichik yuklamali va yuqori kesish tezlikli asboblarda po'latga yarim ishlov berish va toza ishlov berish uchun qo'llaniladi. Shu bilan bir vaqtda tarkibida kobalt ko'proq bo'lgan T15K10 va T5K12 qotishmalari pasaytirilgan kesish tezligi bilan zarbiy yuklamalarni og'ir sharoitlarida ishlash uchun mo'ljallangan.

Mavjud texnologiyalarni takomillashtirish yo'li bilan sezilarli zarbiy yuklamalar bilan po'latga ishlov berish uchun qo'llaniladigan yuqori mustahkam qotishmalar olindi (masalan, T5K10 standart qotishmasini almashtirish uchun T4K8).

2.3.3. Titan-tantal-volfram-kobaltli qotishmalar (TTK)

WC-TiC-TaC-Co guruhining tantal tarkibli sanoat qattiq qotishmalari uch asosiy fazadan iborat: tantal karbidining qattiq eritmasi TaC, titan karbidi TiC tarkibida niobiy NbC va volfram WC qattiq eritmasi, volframning erkin karbidi (WC) va kobalt asosidagi bog'lovchi.

Qotishmaga tantal karbidini qo'shish ularning fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilaydi, bu esa xona hamda yuqori haroratda qattiqlik va egilishga mustahkamlikni oshiradi.

Qotishmadagi tantal karbidi oquvchanlikni pasaytiradi, davriy yuklanishda uch fazali qotishmalarning past chegarasini siklik kuchlanishda jiddiy ko'taradi, hamda issiqlikka chidamliligi va havodagi oksidlanishga qarshi chidamlilikni sezilarli oshiradi. [11]

DST3882-74 (ISO 513-75) boyicha WC- TiC-TaC-Co (TTK guruhi) asosidagi qotishmalar tarkibi va asosiy fizik-mexanik xossalari

2.7-jadval

Qotishma	Tarkibi. %				Egilishdagi mustahkamlik chegarasi R_{bm} -MPa kam bo'lmagan	P^*10^{-3} Kg/m ³	HRA kam bo'lmagan
	WC	TiC	TaC	Co			
TT7K12	81	4	3	12	1666	13,0-13,8	87,0
TT10K8-B	82	3	7	8	1617	13,5-13,8	89,0
TT20K9	67	9,4	14,1	9,5	1470	12,0-13,0	91,0
TT8K6	84	8	2	6	1323	12,8-13,3	90,5

Qotishma tarkibida tantal karbidini oshishi uni turg'unligini ko'taradi ayniqsa, oldingi yuzada chuqurcha (lunka) hosil bo'lishga moyillik kam bo'lganligi va termo-siklik hamda charchash kuchlanishlar ta'sirida yemirilishga moyilligi natijasida. Shuning uchun tantal tarkibli qotishmalar asosan og'ir sharoitli kesishlarda tavsiya qilinadi. Qachonki keskich qirqish tig'lariga yetarli kuch va harorat ta'sir qiladi hamda uzlukli kesishda ayniqsa, frezalashda.

Eng og'ir sharoitlar (uzlukli yo'nish, randalash, qora frezalash) da ishlov berish uchun ko'proq mustahkamroq qotishma – TT7K12 qotishmasi hisoblanadi. Teskesar po'latidan yasalgan keskich o'miga TT7K12 ni qo'llash kesish tezligini 1,5-2 marta oshiradi.

Frezalash operatsiyasi uchun TT20K9 (po'latga ishlov berishda) va TT8K6 (cho'yanga ishlov berishda) qotishmalari qo'llaniladi. Oxirgisidan shuningdek, qiyin ishlov beriladigan materiallarga toza va yarim toza ishlashda qo'llaniladi.

2.3.4. Volframsiz (titanli) qattiq qotishmalar

Ko'pgina mamlakatlar volfram va kobalt tanqisligi munosabati bilan sanoatda nikel-molibden bog'lamali titan karbonitridi (TiCN) va titan karbidi (TiC) asosida volframsiz qattiq qotishmalar ishlab chiqara boshladilar. Bu qotishmalarning markasini belgilash shartli va kimyoviy tarkibi haqida hech qanday ma'lumot berilmaydi.

Volframsiz qattiq qotishmalar yuqori qattiqligi, metall zakiga chidamliligi bilan farqlanadi; po'lat bo'yicha ishqalanish koeffitsiyenti pastligi va ishlov berilayotgan material bilan adgezion ta'sirga kamroq moyillikka ega instrumentning yeyilishini kamaytirib ishlov berilgan sirtning g'adir-budurligini kamaytirishga imkon beradi. Shu bilan bir vaqtda titanli qotishmalar elastiklik moduli, issiqlik o'tkazish va zarbiy qovushqoqlikka kichik, shuning uchun ular issiqlik va zarbiy yuklamaga yomon qarshilik ko'rsatadi, shuningdek T15K6 qotishmasiga qaraganda issiqlikka chidamliligi kamligi bilan farqlanadi (2.8-jadval).

Almashuvchi ko'p qirrali plastina ko'rinishidagi volframsiz qattiq qotishmalarni qo'llash samarador hisoblanadi chunki, past issiqlik o'tkazuvchanligi uchun charxlash va kavsharlashda chiziqli kengayish koeffitsiyenti kattaligi yufayli ichki kuchlanish paydo bo'lishi mumkin. Bu esa darz ketishga olib keladi. Natijada ekspluatatsion turg'unlik pasayadi.

Volframsiz qattiq qotishmalarning (DST 26530-85) tarkibi va fizik-mexanik xususiyatlari.

2.8-jadval

Qotishma	Tarkibi, %				P, g/ sm ³	λ Vt/m* K	$\alpha \cdot 10^6$ K ⁻¹	Rbm* MPa, kam bo'l- magan	HRA, kam bo'l- magan
	Ti C	TiC N	Ni	Mo					
KHT16	-	74	19,5	6,5	5,5- 6,0	12,6- 21,0	8,5- 9,0	1200	89
TH20	79	-	15,0	6,0	5,5- 6,0	8,4- 14,7	8,5- 9,0	1050	90

So'nggi vaqtlarda volframsiz (titanli) qotishmalarning yanada mustahkamroq markalari: THM25, THM30, KHT20, KHT30 paydo bo'ldi. Ularning egilishdagi mustahkamlik chegarasi bm R o'zaro 1280 MPa, 1370MPa, 1550 MPa va 1700 MPa ga teng.

2.3.5. Qattiq qotishmalarni tanlash bo'yicha qisqa tavsiyalar

WC-Co asosidagi qattiq qotishmalar kul rang, modifikatsiyalashtirilgan va oq cho'yanlar; rangli metallar va ularning qotishmalari; shisha plastiklar va kalta sochiluvchan qirindilar hosil qiladigan boshqa shunday materiallarga ishlov berish uchun tavsiya qilinadi. WC-Co qotishmalari yuqori mustahkamlikka ega bo'lib, uzlukli (zarbli) kuchlanishlarga qarshilik ko'rsatadi.

BK tipidagi qotishmalar qiyin ishlanadigan yuqori puxtalikdagi va olovbardosh materiallarni, ayniqsa nikel va titan asosidagi materiallarni, qaysilarki, yuqori mustahkamlik va oquvchanlikka yetarli qarshilik ko'rsatuvchi (yuqori haroratlarda) hamda past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega materiallarni ishlashda tavsiya etiladi. Shunday materiallarga kesish bilan ishlov berishda zagotovka-keskich kontakti yuzasida juda yuqori harorat va kuchlanish vujudga keladi; qattiq qotishma zarrachasining navbatdagi uzilishi bo'lib o'tadi. Bunday sharoitlarda alohida mayda donli yuqori kobaltli qotishmalar yaxshi chidamlilikni ko'rsatadi.

WC-TiC-Co asosidagi qotishmalar yuqori tezlikda po'latlarni kesish davrida lentasimon qirindi hosil bo'lgan sharoitda ishlashda tavsiya qilinadi. Bu holatda keskich yeyilishi asbob-keskich materialini

ishlanayotgan materialda diffuzion erish xarakterida bo‘ladi. Volfram karbidini qattiq eritmasi titan karbidida po‘latda ancha yuqori haroratda va sekinroq eriydi, erkin volfram karbidiga nisbatan.

Diffuzion yemirilish tezligi ko‘proq darajada uning dondorligi bilan bog‘liq qattiqligiga qaraganda qotishmaning kimyoviy xossasiga bog‘liq. Bunday sharoitda asosi titan karbonitridi yoki volframsiz qotishmalar sezilarli katta chidamlilikka ega. Ular WC-TiC murakkab karbidiga qaraganda po‘lat bilan kamroq intensiv o‘zaro ta’sir qiladi.

WC-TiC-TaC-Co asosidagi qattiq qotishmalar uzlukli kesishda tavsiya qilinadi, keskich termo-siklik kuchlanish sharoitida ishlaganda; masalan, frezalashda tavsiya qilinadi. Shuning uchun frezalash, randalash asboblari uchun termik charchash va dinamik davriy yuklanishga kamroq seziluvchan bo‘lgan uch karbidli qattiq qotishmalar tavsiya qilinadi.

2.3.6. Qattiq qotishma markalari va ularni qo‘llash sohalari

Qirqishning og‘ir sharoitida, qoplamasiz qotishmalarda uqalanish va burdalanish kuzatilganda, qoplamali yemirilishga chidamli asboblار samaradorligi pasayadi. Turli guruh qiyin ishlov beriladigan materiallarga ishlov berishdagi turli qoplamali plastinalar sinovi natijalari shuni ko‘rsatadiki, ishlov berish qancha qiyin bo‘lsa, qoplamadan samara kamroq namoyon bo‘ladi.

ISO kodi		qoplamali qotishma	qoplamasiz qotishma
P Chelik	10	CT10M	PT10
	20	CT20M	PT20
	30	CT30M	PT30
	40	CT40M	PT40
	50	CT50M	PT50
M Hajratli chelik	10	CT10M	PT10
	20	CT20M	PT20
	30	CT30M	PT30
	40	CT40M	PT40
K Kovchik	10	CT10M	PT10
	20	CT20M	PT20

2.2a-rasm Qoplamali va qoplamasiz qotishmalarni qo‘llash sohasi farqlari (MKTS misolida).

Ta'kidlash joizki, qoplamali asboblarning yuqori bahosiga qaramay, qoplamasiz asboblarni qo'llashdagi o'xshash xarajatlar bilan qiyoslash bo'yicha mahsulot birligiga ishlov berishdagi iste'molchi xarajatlariga nisbatan asbob chidamliligi, yoki qirqish tezligi yoki ishlov berish ishlab chiqarishi tufayli pastroq.

Sanoati rivojlangan mamlakatlarda yemirilishga chidamli qoplamali qattiq qotishmali qirquvchi plastinalarni ishlab chiqarish ulami umumiy ishlab chiqarishdan 60-90%, qoplamali tezkesar po'latlari esa barcha asboblarning namunasining 70% ga yaqinini tashkil etadi.

2.3.7. ISO standarti bo'yicha zamonaviy qattiq qotishmalarning xalqaro klassifikatsiyasi va ulardan samarali foydalanish sharoitini aniqlash

Xalqaro va o'zimizdagi yetakchi firmalar tomonidan ishlab chiqarilgan qattiq qotishmalarning zamonaviy markalari tijorat nomiga ega bo'lib va albatta, ularning qo'llanish sohasi bo'yicha klassifikatsiyalanadi. Buning uchun odatda ishlov berilayotgan materiallar guruhi uchun hosil bo'lgan qirindilar tipi; ishlov berish tipi (toza, yarim toza va qora); ishlov berish sharoiti (yaxshi, me'yoriy va og'ir) hamda ishlov berish turlari (yo'nish, teshik kengaytirish, frezalash va boshqa) ni hisobga olib ishlov berilayotgan materiallar guruhi uchun ulardan foydalanishni ko'zda tutgan ISO standartlar xalqaro tashkiloti tavsiya nomalaridan foydalaniladi. ISO 513:2004 bo'yicha qattiq qotishmalar olti asosiy guruhga bo'linadi.

P guruhiga (ko'k rang bilan belgilanadi) uglerodli, konstruksion, legirlangan va asbobsozlik po'latlari hamda quyma po'lat kiradi. Bularni kesishda lentasimon qirindi hosil bo'ladi.

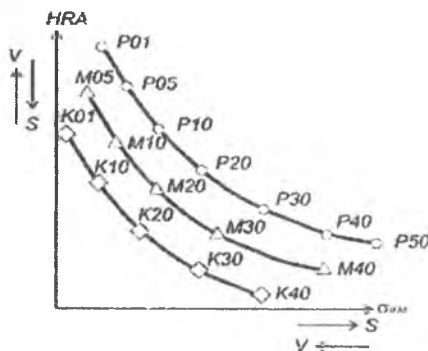
M guruhiga (sariq rang) ferritli, martensitli, austenitli zanglamaydigan, marganesli yuqori legirlangan po'latlarni, legirlangan cho'yanlarga ishlov berish uchun qotishmalar kiradi, qaysilarniki, kesishda ham elementli ham lentasimon qirindi hosil bo'ladi;

K guruhiga (qizil rang) kulrang va bolg'alanuvchi cho'yanlarga ishlov beruvchi qotishmalar kiradi. Elementli shu bilan birga lentasimon qirindi olinadi.

S guruhiga (olov rang) nikel, temir, kobalt va titan asosidagi olovbardosh qotishmalarga ishlov beruvchi materiallar kiradi.

N guruhiga (yashil rang) rangli metall va qotishmalarni, metall emas materiallarni va plastmassalarni ishlash uchun qotishmalar kiradi.

H guruhiga (kulrang) qattiq (toblangan) materiallar va qotishmalarga ishlov beruvchi materiallar kiradi.



2.2b-rasm 513:2004 ISO standarti bo'yicha qattiq qotishmalar podguruhlarini o'zaro joylashtirish sxemasi [11].

Qo'llanishining har bir guruhi kichik guruhlariga bo'linadi, 01 dan 50 gacha kichik guruh indeksi ortishi bilan ishlov berish sharoiti toza qirqishdan boshlab zarbali qora ishlovgacha keskinroq bo'ladi. Qo'llanishning kichik guruhi indeksi ortishi bilan qirqishning ruxsat etilgan tezligi va qattiq qotishmaning yemirilishga chidamliligi pasaya boshlaydi, ammo mustahkamlik (zarbiy qovushqoqlik) ruxsat etilgan surish va qirqish chuqurligi yuqori bo'ladi (2.2-rasm).

Qirqish tezligi, ishlov berishning uzluksizligi, stanok-moslama-asbob-zagotovka (S.M.A.Z) tizimi bikrligi, zagotovkani olish usuli (ishlanayotgan yuza holati) ishlash sharoitini aniqlashga imkon beradi va qattiq qotishmani asosiy xossalariga talablarni belgilashga olib keladi.

Yaxshilari. Yuqori tezlik. Uzluksiz kesish. Dastlab SMAZ ishlangan zagotovka. SMAZ texnologik tizimining yuqori bikrligi. Qattiq qotishmaga talablar – yeyilishga yuqori chidamlilik.

Me'yoriy (normal). Qirqishning mo'tadil tezligi. Konturli yo'nish. Pokovkalar va quymalar. SMAZ tizimini yetarli bikrligi. Qattiq qotishmaga talablar – yuqori yeyilishga chidamliligi bilan bir qatorda yaxshi mustahkamlik.

Og'ir. Yuqori bo'lmagan tezlik. To'xtab-to'xtab kesish. Quymada va pokovkada qalin po'stloq. Bkr emas SMAZ tizimi. Qattiq qotishmaga talablar – yuqori mustahkamlik.

Qo'llashning kichik podgruppasidan tashqari ishlov berish (toza, yarim toza, qora va yarim qora) tipi aniqlanadi; bular surish va kesish chuqurligi kattaligini mo'ljallashga imkon beradi (2.9-jadval).

Kesilayotgan qatlam o'lchamlariga qarab ishlash turlari

2.9-jadval

Qirqish rejimi parametrlari	Ishlov berish namunasi			
	Toza	Yarim toza	Yarim qoralama	Qoralama
Chuqurligi t, mm	0,25-2,00	0,5-3,0	2,0-6,0	5,0-10,0
Uzatish S, mm/ayl	0,05-0,15	0,1-0,3	0,2-0,5	0,4-1,8

Ishlov berish sharoiti va turiga qarab bog'liq qattiq qotishmalarni qo'llash sohasini 2.10-yig'ma jadvalida ko'rsatish mumkin.

2.10-jadval Ishlash turi va sharoitiga qarab qattiq qotishmalarni ishlash sohasini aniqlash 513: 2004 ISO standarti klassifikatsiyasiga muvofiq qattiq qotishmalarni qo'llash bo'yicha umumiy ma'lumot hamda ushbu klassifikatsiyaga muvofiq qattiq qotishmalarning o'zimizda ishlab chiqarilgan markalari 2.11-jadvalda ko'rsatilgan.

2.10-jadval

Ishlash sharoiti	ISO	Ishlash turi			
		Toza	Yarim toza	Yarim qora	Qora
Yaxshi	P	P01-P10	P10-P25	P25-P30	P30-P35
	M	M10-M15	M15-M20	M20-M25	M25-M30
	K	K01-K05	K05-K10	K10-K15	K15-K20
Normal	P	P10-P25	P25-P30	P30-P40	P40-P50
	M	M15-M20	M20-M25	M25-M30	M30-M35
	K	K05-K10	K10-K15	K15-K20	K20-K25
Og'ir	P	P30-P35	P35-P40	P40-P45	P45-P50
	M	M20-M25	M25-M30	M30-M35	M35-M40
	K	K10-K15	K15-K20	K20-K25	K25-K30

Ta'diklash joizki, zamonaviy qotishmalarni qo'llashning podgruppasini qo'llash chegarasi taxminan va har xil. Shuning uchun qattiq

qotishmalarning qator markalari qo'llashning ikki-uch kichik guruhlari (masalan, T15K6 – P10, P15, P20) va hatto qo'llashning turli guruhlari (masalan, BK8 – K30, K40, M30) da yaxshi ishlashi mumkin. [11]

2.9 va 2.10-jadvallar tavsifnomasidan foydalanib, ma'lum sharoitda har qanday materialni kesish uchun qattiq qotishma markasini tez va samarali tanlash mumkin.

Standart ISO 513: 2004 bo'yicha hozirgi zamon qattiq qotishmalarini klassifikatsiyasi

2.11-jadval

Kesish gruppalari		Qo'llash podgruppalari			Qattiq qotishma markasi
Belgilanishi	Rangi va markirovkasi	Belgilanishi	Ishlanayotgan material va qirindi turi	Ishlash turi va qo'llash sharoiti	
1	2	3	4	5	6
P	Ko'k	P01	Po'lat, po'lat quymasi qaysilarki, lentasimon qirindi beradi	kengaytirish, razvyortkalash	T30K4
		P10		Yo'nish, andaza bo'yicha yo'nish, rezba kesish, frezirlash, qayta parmalash. teshik yo'nish	T15K6, KHT16, MC111**, TH20
		P20	Po'lat, quyma po'lat, bolg'alanuvchi cho'yan, rangli metallar qaysilarki, lentasimon qirindi beradi	Yo'nish, andaza bo'yicha yo'nish, frezirlash	T14K8, KHT16, MC121**, KHT30
		P30		Qora yo'nish, frezirlash va randalash	T5K10, MC131
		P40	Po'lat, quyma	Juda noqulay	

2.11-jadvalning davomi

			po'lat, qum va rakovi- nalar qo'shi- lgani bilan	sharoitlarda ishlash uchun	
M	Sariq	M05 M10	Po'lat, quyma po'lat, yuqori legirlangan austenitli, olovbardosh, qiyin ish- lanadigan po'lat va qotishmalar, kulrang, bolg'alanuv- chi va legirlangan cho'yanlar	Yo'nish, razvyortka- lash	BK6-OM, MC306**, BK6-M, MC312**, TT8K6
		M20	Quyma po'lat, austenitli, marganetsli, olovbardosh, qiyin ishla- nadigan po'latlar va qotishmalar	Yo'nish, frezirlash	TT10K8-B MC221**
		M30	Qotishmalar, kulrang va bolg'alanuv- chi cho'yan- lar qaysilar- ki, lentasi- mon va ele- mentli qirin- di hosil qiladi	Yo'nish, frezirlash, randalash. Kesish sharoiti noqulay	BK10-OM, BK10- XOM, BK8, MC321**
			Kam legir- langan, past		

2.11-jadvalning davomi

		M40	mustahkamlikli po'lat, avtomat po'lat va boshqa metallar qaysilarki lentasimon va elementli qirindi hosil qiladi	Yo'nish, jim jimador yo'nish, kesib olish, ko'proq avtomat stanoklarda	TT7K12, MC1460
		K01	Yuqori kulrang cho'yan, kremniy miqdori ko'p bo'lgan aluminiiy qotishmalari. Toblangan po'lat, obrazivli plastmassalar, keramika, qaysilarki elementli qirindi beradi.	Toza yo'nish, teshik kengaytirish, frezirlash va shaberlash	BK3, MC301 BK3-M
		K05	Legirlangan va oq cho'yan, toblangan zanglamaydigan po'lat, yuqori puxtalikdagi va olovbardosh po'lat va qotishmalar, qaysilarki elementli qirindi beradi	Toza va yarim toza yo'nish, teshik kengaytirish, razvyorkalash, rezba kesish.	BK6-OM MC306** TT8K6

2.11-jadvalning davomi

K	Qizil	K10	Kulrang va bolg'alanuv- chi cho'yan- lar, yuqori qattqlikdag, toblangan po'lat, alu- miniy va mis qotishmalari, plastmassa- lar, shisha, keramika, qaysilarki elementli qi- rindi beradi.	Yo'nish, teshik kengayti rish, freziqlash, parmalash	TT8K6, BK6-M, MC312** BK6- OM, MC306**
		K20	Kulrang cho'- yan, rangli metallar, qattiq obraziv pres- langan yo- g'och, plast- massalar	Yo'nish, freziqlash, randalash, parmalash	BK6, MC313
		K30	Kam qattiq- lik va mus- tahkamlik- dagi kulrang cho'yan, past mustahkam- lik po'lat, yog'ochlar, rangli metal- lar, plast- massa	Yo'nish, freziqlash, randalash, parmalash ishlash sharoitlari yaxshi emas	BK8, MC321 BK10-XOM
		K40	Rangli me- tallar, yo- g'och, plast- massalar, qaysilarki elementli qi- rindi beradi	Yo'nish, freziqlash va randalash	BK8, MC321**. BK10-M, BK10

Qattiq qotishmalarni takomillashtirishning asosiy tendensiyalari. Qattiq qotishmalarning zamonaviy nomenklaturasi sezilarli o'zgarib, ularning sifati oshdi.

Bu ishlab chiqaruvchilarning zamonaviy yuqori samarali jihozlarni hamda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash bilan bog'liq. Bularning orasidan quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

- Juda mayda donchali radiusi (0,5 – 0,8 mkm va 1 mkm gacha kesuvchi lezviya doirasi) va ultra -mayda donchali strukturali (0,10 – 0,15 mkm va 0,1 – 0,5 mkm gacha kesuvchi lezviyasi doirasi) qotishmalarni ishlab chiqish;

- Issiqlikka chidamli va yuqori mustahkamlikka ega bog'lamali qotishmalarni yaratish;

- Sub-mayda donchalardan foydalanish asosida qotishmalar ishlab chiqarishning eng yangi texnologiyalarni qo'llash;

- Sintez va issiq presslash jarayonini birlashtirish;

- Argon muhitidagi issiq izostatik presslash (III jarayoni) ning maxsus qurilmalarida qotishmalar strukturasini zichlashtirishning qo'shimcha operatsiyani kiritish;

- Qattiq qotishmalarning maqsadli yo'naltirilgan issiqlik ishlov berishi, (ISM NAN Ukraina), masalan, BK8 qotishmasini 1000-1200° C gacha qizdirish va suv yoki moy (yog') da toblash 1780 MPa dan 2000 MPa gacha egilishdagi mustahkamlik chegarasini oshiradi.

2.4. Kesuvchi keramika

Sanoatda kesuvchi keramikaning to'rt guruhi ishlab chiqariladi: Al_2O_3 asosidagi oksidli (oq keramika), Al_2O_3 - TiC kompozitsiyasi asosidagi oksid - karbidli (qora keramika), Al_2O_3 - TiN asosidagi oksid - nitridli keramika va Si_3N_4 oksid - nitridli keramika.

Bog'lovchi fazasining yo'qligi kesuvchi keramikaning asosiy xususiyati hisoblanib, yuqori haroratda uning yanada mustahkamlik darajasini sezilarli pasaytiradi, plastiklik mustahkamlik darajasini oshiradi, kesishning juda yuqori tezligini qo'llash imkoniyatini belgilaydi, qaysiki qattiq qotishmalarnikidan ancha yuqori. Agar po'latni toza kesishda qattiq qotishmali asbob uchun qirqish tezligini yuqori darajasi 500-600 m/min ni tashkil etsa, kesuvchi keramika asbob uchun 900-1000 m/min gacha oshadi.

Kesuvchi keramikaning asosiy tiplari, ularning asosiy fizik-mexanik xossalari va qo'llash sohasi 2.12-jadvalda ko'rsatilgan.

Oksidli keramikaning kamchiligi – haroratni keskin tebranishlariga yuqori sezuvchanligidir (issiqlik zarbalariga). Ko'rsatilganlar asbobning sinib buzilganligi uchun ishlamaslikka olib keladigan kesishning dastlabki daqiqalarida asbobning kontakt maydonchalari va kesuvchi qirralarining mikro yoki makro uvalanishini asosiy sababi hisoblanadi. Shuning uchun keramika bilan kesishda sovitish qo'llanilmaydi.

So'nggi yillarda tarkibiga sirkoniy oksidi (ZrO_2) kiritilgan oksidli keramikaning yangi markalari paydo bo'ldi. Kremniy karbidi va nitridi (SiC , Si_3N_4) "ipsimon" kristallari bilan sinchlangan. Sinchlangan keramika yuqori qattqlik (HRA 92) va egilishda ko'tarilgan mustahkamlikka (Rbm 1000 MPa gacha) ega. Qatlamli keramika yaratish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

BOK-95C, BOK95-M shunday kompozitning namunasi hisoblanib, ishchi qatlami BOK-71 keramikasidan, asosi esa qattiq qotishmadan shakllangan. Aluminiy oksidi asosidagi keramik materiallarni takomillashtirishga parallel ravishda kremniy nitridi Si_3N_4 (silinit-P) asosida kesuvchi keramikaning yangi markasi yaratildi. Bu keramik material egilishga yuqori mustahkamlik (Rbm=800 MPa), termik kengayishning past koeffitsiyentiga ega bo'lib, bu esa uni boshqa oksidli keramik materiallardan farqlaydi. Bu cho'yanga qora ishlov berish, yarim toza frezalash hamda yuqori legirlangan va termik ishlov berilgan (HRC 60 gacha) po'lat va qotishmalarni toza yo'nishda nitrid keramikali asbobni muvaffaqiyat bilan foydalanishga imkon beradi.

Si_3N_4 asosidagi nitrid keramikali asbobdan foydalanishning asosiy alohida sohasi Ni asosidagi olovbardosh "super qotishmalar" ga ishlov berish hisoblanadi.

Kesuvchi keramika ikki tomondan perimetr bo'yicha manfiy faskali almashadigan plastina ko'rinishida ishlab chiqariladi. Faska kesuvchi lezviyani mustahkamlash uchun zarur. Uning kengligi 0,2-0,8 mm, oldingi burchagi -10° dan -30° gacha manfiy. Keramik plastinkalar yeyilishining ruhsat etilgan kattaligi qattiq qattiq qotishmalarga nisbatan kamroq. Orqa yuza bo'yicha maksimal yeyilish 0,3-0,5 mm dan, toza operatsiyalarida es 0,25-0,30 mm dan oshmasligi kerak.

Kesuvchi keramikaning tarkibi, xususiyatlari va qo'llash sohasi

2.12-jadval

Keramikaning guruhlari va markalari		Tarkibi	R_{bm} , GPa	ρ , gr/sm ³	HRA dan kam emas	Qo'llash sohalari
Oksidli	ЦМ332	Al ₂ O ₃ – 99% MgO – 1%	0.3–0.35	3.85–3.9	91	K01–K05
	BO–13	Al ₂ O ₃ – 99%	0.45–0.50	3.92–3.95	92	P01–P10 K01–K05
	ВШ–75	Al ₂ O ₃	0.25–0.30	3.98	91–92	K01–K05
Oksidli-karbidli	B–3	Al ₂ O ₃ – 60% TiC – 40%	0.60	4.20	94	P01–P10
	BOK–63	Al ₂ O ₃ – 60% TiC – 40%	0.65–0.70	4.2–4.6	94	P01–P05 K01–K05
	BOK–71	Al ₂ O ₃ – 60% TiC – 40%	0.70–0.75	4.5–4.6	94	P01–P05 K01–K05
	BOK–200	Al ₂ O ₃ , TiC	0.7–0.75	4.25	94	P01–P05 K01–K05
Oksidli-nitridli	ОНТ–20 (кортинит)	Al ₂ O ₃ > 60% TiN – 30%	0.64	4.30	90–92	K01–K05
Nitridli	РК–30 (силинит-Р)	Si ₃ N ₄ , Y ₂ O ₃ , TiC	0.70–0.80	3.2–3.4	94	K10–K20

Hozirgi sharoitda keramika bilan jihozlangan asbobdan kulrang, quyma, yuqori mustahkam va oq cho'yanlar; past va yuqori legirlangan po'latlar, jumladan toblangan; (HRC 55-60 gacha) rangli metallar K01-K05, P01-P05 sohasida qo'llash uchun konstruksion polimer materiallarni toza ishlov berishda foydalanish tavsiya etiladi. Ko'rsatilgan sharoitlarda kesuvchi keramika plastinasi bilan jihozlangan qattiq qotishmali asbob ishlash qobiliyatidan yaxshiligi ko'rinadi.

Kesish chuqurligi va surish katta bo'lganda va to'xtab-to'xtab kesishda keramikaning samaradorligi keskin kamayadi. Chunki, keramikali keskichning kesish tig'lari mo'rt yemiriladi. Yangi qator keramik asboblarning asosiy kamchiliklarini bartaraf etishning usullaridan biri qiyin eriydigan oksidlar (Al₂O₃), karbidlar (WC, TiC, ZrC, Cr₃C₂, Mo₂C), materiallar nitridlari (TiN) va metalli bog'lovchilar (Ni, Mo, W, Cr) dan iborat metall kompozitlarni yaratish bo'ldi. Bu materiallar kermetlar deb ataladi. Turli firmalar ma'lumotlariga ko'ra ham qattiq faza (oksidlar, nitridli yoki karbidli), ham metallning kermetdagi foizli tarkibi keng chegarada yotadi, shuning uchun kermetlar ham keramika, ham volframsiz qattiq qotishmalar hisoblanishi mumkin. [14,15]

2.5. O'ta qattiq asbobsozlik materiallari

Vickers bo'yicha 35 GPa dan yuqori mikro qattqlikka ega materiallarni o'ta qattiq material deb qabul qilingan. Kesuvchi asboblarda o'ta qattiq tabiiy materiallardan faqat olmosdan foydalaniladi. Sun'iy olmos va bor nitridining zich modifikatsiyasi suniy o'ta qattiq materiallar hisobida asbobsozlik materiali vazifasini bajaruvchisi hisoblanadi.

2.5.1. Bor nitridining zich modifikatsiyasi va olmos asosidagi sbobsozlik materiallarni olish xususiyatlari

Asbobsozlik sanoati olmos va bor nitridi zich modifikatsiyasi asosidagi sun'iy o'ta qattiq materiallarni ishlab chiqaradi.

Azaldan kesuvchi olmos sifatida qo'llangan tabiiy olmos yerdagi eng qattiq material. Polikristall tuzilishga ega asbobsozlik materiallardan monokristalli tabiiy olmosning prinsipial farqi shundaki, undan deyarli ideal o'tkir va to'g'ri chiziqli kesuvchi tig' olinadi. Shuning uchun XX asrning oxirida elektronika, presizion mashinasozlik va asbobsozlik rivojlanishi bilan tabiiy olmoslardan optik detallar, xotira diskleri, nusxa olish texnikasi barabanlari va h.k. oynali toza sirtini mikro charxlash uchun tabiiy olmoslarni qo'llash o'sdi. Biroq tabiiy olmoslar qimmat va mo'rt bo'lganligi uchun detallarga ishlov berish sifatlariga talablar uncha yuqori bo'lmagan umumiy mashinasozlikda qo'llanilmaydi.

Shvetsiya (ASEA firmasi) da va AQSH ("Jeneral elektrik") da 1959-yilda SSSR (Yuqori bosimlar fizikasi instituti) da grafit (C) ning geksoganal fazasi va bor nitridi (BN) dan yuqori statik bosimda kattalik sintez usuli bilan bor nitridi va sun'iy olmosning kubik fazalarini mayda zarrachalari olindi.

Olmosni sintez qilish nazariyasi ilk bora xarkovlik fizik O.I.Leypunskiy (1939-yil) tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, u olmosning grafitga aks o'tishidagi eksperimental ma'lumotlari asosida grafitning olmosga o'tish sharoitini shakllantirdi va yuqori bosimdagi grafit-olmos egri muvozanati hisobladi. Grafitdan olmos yuqori bosim (4,0 GPa dan kattaroq) va haroratda (1400° dan balandroq) uglerodning metall eritmaları (Ni, Fe, Co va b.) ishtirokida ishlab chiqariladi.

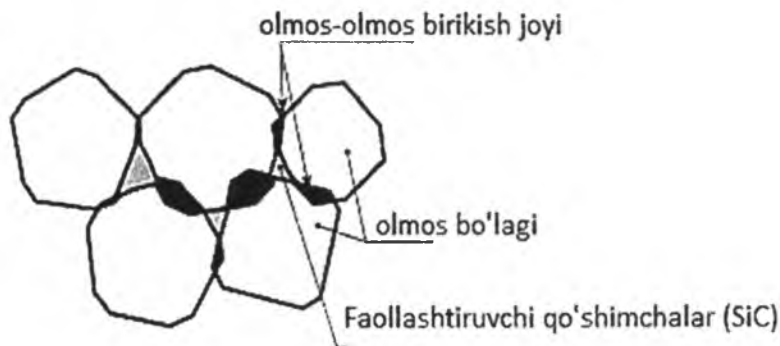
Borning kubik nitridi (BKN) – o'ta qattiq material bo'lib, tabiatda analogi (o'xshashi) yo'q. Ilk marta kubik borni nitridi 1956-yilda ("Jeneral

elektrik” firmasi tomonidan) yuqori bosim (4,0 GPa dan kattaroq) va haroratda (1473 K dan ortiqroq) geksoganal borning nitrididan ishqorli va ishqor yerli metallar (qo‘rg‘oshin, sur‘ma, qalay va b.) ishtirokida sintez qilingan. “Jeneral elektrik” firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan kubik bor kub nitridi “Borazon” deb atalgan.

BKN va sun‘iy olmos monokristallari nisbatan kichik o‘lchamga ega bo‘lib, shuning uchun qirquvchi asbob sifatida foydalanilganda ular polikristallik strukturaga aylantirilib pishiriladi.

Kubik borni nitridi va olmos asosidagi polikristallik o‘ta qattiq materiallar (PO‘QM) 60-70-yillarda paydo bo‘la boshladi. Bunday materiallar o‘ziga xos xususiyatlardan biri BKN yoki olmos donidan o‘sib chiqqan qattiq sinchning mavjudligidir (2.3-rasm).

BKN va olmos kukunlarini pishirish olmos va BKN ning termodinamik barqarorligida 5-9 GPa bosim va 1500-2000 K haroratda amalga oshiriladi. Polikristallik kompozitsion materiallarni odatdagi pishirish jarayonini faollashtiradigan qo‘shimchalar: olmosli kukunlar uchun – kobalt yoki kremniy, BKN uchun esa – aluminiy ishtirokida amalga oshiriladi.



2.3-rasm. Kompozitsion polikristalli olmos materiali strukturasi

PO‘QM tasnifi ularni olish usullari va struktura xususiyatlariga asoslangan. PO‘QM olish usullari 2.13-jadvalda ko‘rsatilgan.

Gu- ruh	Olish usuli	Misol
1	Eritma huzurida grafitni olmosga o'tishi	АСПК (ИФВД, Россия), АСБ (ИФВД, Россия)
	Eritma huzurida grafitimon bor nitridini kubikka o'tishi	Композит 01 (НПО «Ильич», Россия), композит 02 (ИФТТИП, Беларусь)
2	Aktiv qo'shimchali olmos kukunini pishirish	АКТМ (ИСМ Украина), СКМ, СВБН, карбонит.
	Vyursitli va sfaleritli bor nitridini pishirish	Композит 10 (ИСМ, Украина)
	Sfaleritli bor nitridini pishirish	Киборит, борсинит (ИСМ, Украина), ниборит (ИФВТ, Россия)
3	Olmosli ishchi qatlamli qattiq qotishma taglikka ikki qatlamli plastinani yopishtirish	АТП (ИСМ, Украина)
	КНВ li ishchi qatlamli taglikka ikki qatlamli plastinani yopishtirish	КТП (ИСМ, Украина), Композит 10Д (ИПМ, ПЗСАиАИ, Украина)

Eritmada grafitning olmosga o'tishida АСПК (karbanado) va АСБ (ballas) sun'iy olmoslari olinadi, tuzilishi tabiiy olmoslarga o'xshash bo'lganligi uchun nomi ham o'xshash. Olmos kukunlarini kuydirish orqali АКТМ, СКМ, СВБН, karbonit va boshqa kompozitlar olinadi.

Qattiq qotishmali poydevorga polikristallni pishirish orqali ikki qatlamli plastina olinadi; 0,5 – 2 mm qalinlikda o'ta qattiq material – ishchi qatlamdan iborat. Olmos ishchi qatlami bilan qattiq qotishmani plastinani pishirish orqali АТФ ishchi qatlami esa КНВ-КТР namunasidagi plastina olinadi. Olmos asosidagi kompozitlarning fizik-mexanik xususiyatlari 2.14-jadvalda keltirilgan.

Material markasi	PKO asosidagi materiallarni fizik-mexanik xossalari								
	Knipp bo'yicha qattqlik GPa	Zichlik gr/sm ³	Mustahkamlik GPa		Yung moduli GPa	Darz ketishga turg'unlik	Issiq o'tkazuvchanlik Vt/(m*K)	Havodagi termo turg'unlik, K	Chizig'iy kengayish koeffitsiyenti α
			Qisishga	Egishga					
ASB	50-90	3,50-3,90	0,4-0,6	0,78	800-850		290-300	873-993	0,9-1,2
ASPK	80-100	3,50-4,00	0,4-0,8	05-1,0	900		-	1073-1173	0,9-1,2
SKM	60-70	-	0,6-0,8	-	850		150-250	973-1073	
ATP	50	3,74-3,77	0,3-0,4	0,80-0,85		10-13	-	950-1000	
AKTM	52	3,46	0,5	-	970	8	260	1473	
SVBN	70-100	3,30-3,45	8-10	-			-	1073-1223	
Karbo nit	40-45	3,20-3,40	4,5-6,0	-			-	1473	
Almet	HRA 94-96	-	5,0-10,0	-	500-600		-	973	
SV	65-100	-	5,0-10,0	-	850		-	1573-1673	

PKO asosidagi materiallarning fiziko-mexanikaviy asoslari, bor nitridi ikki zich modifikatsiyaga farqlanadi: sfaleritli va vyursitli.

Bor nitridining zich modifikatsiyasi asosidagi materiallarning fizik-mexanik xususiyatlari

Polikristallar strukturasini shakllantirish jarayonini boshqarish qaysi sohada qo'llanishidan qat'i nazar qattqlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, chidamlilik va elektr o'tkazuvchanligi birgalikda zarur bo'lgan materiallar yaratish imkoniyatlarini ochdi. Polikristall o'ta qattiq materiallar fizik-mexanik xossaloriga ko'ra monokristallarga yaqin bo'lishi mumkin, ba'zilariga ko'ra esa ulardan o'tadi. Chunki olmosli polikristallarning ko'pchiligi turli yo'nalishlarda bir xilligi bilan

tavsiflanadi, yuqori yemirilishga chidamlilikka ega va darz ketishga chidamliligi bilan monokristallardan o'tadi.

Zich modifikatsiyalik bor nitridi asosidagi materiallarning fizik-mexanikaviy xossalari

2.15-jadval

	PKO xossalari									
	Knipp bo'yicha qattqlik GPa	Zichlik gr/sm^3	Mustahkamlik GPa			Darz ketishga turg'unlik ko'effitsiyenti K_{10} , $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$	Yung moduli GPa	Issiq o'tkazuvchanlik $Vt/(m\cdot K)$	Havodagi termo turg'unlik, K	Zarrachalar o'lchami, mkm
			Qisishga	Cho'zishga	Egishga					
Kompozit 01	32-38	3,31-3,45	2,25-3,15	0,43-0,49	0,70-0,98	3,7-4,2	680-720	60-80	1343-1473	5,2
Kompozit 02	38	3,42-3,5	4,00-6,50	-	0,68-0,70	10,8	720	85	1273-1423	0,2-5,0
Kompozit 10	30-38	3,34-3,5	2,00-4,00	0,26-0,39	1,20-1,50	7,1	650-780	30-60	1273-1373	0,1-0,3
Kiborrit	30-32	3,2-3,34	2,60-3,20	0,32-0,37	0,55-0,65	13,5	850-910	100	1573	3-14
KTP	25-33	-	-	-	-	14,5-16,1	-	80	-	-
Borsinit	39-43	-	-	-	-	10,0-10,4	860	150	-	-

Horijda olmos donalarini kuydirish orqali Syndite 025, Megadiamond, Sumidia, Compax va boshqa polikristall materiallar, BKN dan esa Amborite, BZN, Sumiboron, Wurzin va boshqalar olinadi. PO'QM o'lchamlari 10 mm diametr bo'lishi mumkin, bu katta uzunlikdagi qiruvchi qirrali asboblari olish imkoniyatlarini ochadi.

2.5.2. Sun'iy olmos polikristallarini (SOP) asosiy xususiyatlari va qo'llash sohalari

Monokristallari OP zarbali yuklamaga yaxshi qarshilik ko'rsatadi, cho'zilish va bo'ylama surilishda yuqori qiymatdagi mustahkamlikka ega. Bunda olmos polikristallining zarbiy mustahkamligi olmos kristalliklari o'lchamiga bog'liq va kamayishi bilan.

Monokristallik olmoslarga qaraganda instrumental OP afzalliklari ishchi qatlamida kristallitlarning erkin yo'nalishi bilan bog'liq, chunki u barcha yo'nalishlarda qattiqlik va chidamlilik bo'yicha bir xillilikni ta'minlaydi.

Amaliyotda kuzatilgan ko'pgina holatlarda tabiiy olmos yeyilishga chidamlilikka qarganda sun'iy olmoslar yiyilishga chidamliligi katta ularning strukturalarining farqi bilan izohlanadi. Olmosning sun'iy polikristalliklarida paydo bo'lgan darzlar tormozlanadi va kristalliklar chegarasida to'xtaydi. Aynan ushbu omil ularning yanada yeyilishga chidamliligi (1.5-2 marta) ni oshiradi.

Metallik OP darz koefi tabiiy olmosga qaraganda bir necha marta yuqori. Bu polikristallar yuzasiga kristallar zarrachalari hamda metallik faza (sintezidan keyin) yoki birikmalar zarrachalari tushishi bilan izohlanadi. Biroq ko'pgina metallik OP old yuzasidagi darz ketishning o'rtacha koeffitsiyenti 0.2 dan oshmasligi kerak. Bu esa kontaktda tashqi darzning mavjudligidan dalolat beradi. Olmos temir tarkibli materiallar bilan kimyoviy yaqinlikka ega, shuning uchun temir tarkibli qotishmalarning qiqishda olmosli asbobning kontaktli yuzasida intensiv kimyoviy ta'sir bo'lib o'tadi. Olmosdan iborat uglerod qizdirishda ushbu materiallar bilan faol ta'sirlanadi. Bu olmoslik asbobning intensiv yemirilishiga olib keladi va uning qo'llanish sohasini chegaralaydi.

Rangli metallar va ularning qotishmalaridan hamda yog'och va toshdan detallarga ishlov berishdagi tozalash va oxirgi operatsiyalarda olmosli asbobni qo'llash ko'proq samaralidir. Asbob frezerlash va uzuq-uzuq yuzani charxlashda foydalanish mumkin, biroq uning chidamliligi zarb bilan ishlov berishga qaraganda pastroq bo'ladi.

Polimer kompozitsion materiallarga ishlov berishda OPdan bajarilgan qirquvchidan muvaffaqiyatli foydalaniladi. Qattiq qotishmadan tayyorlangan instrumentga nisbatan mexanik mahkamlangan qirquvchi plastina 15-20 marta mustahkamlikni oshirishga imkon beradi.

OPni qo'llashning yana bir istiqbolli sohalaridan biri qiyin qirqiladigan va yog'och qipikli plitalar yelimi ko'p bo'lgan o'rtacha zichlikli plitalar, melamin saqichli qoplamalar, dekorativ qog'oz. Qatlamli plastikalar hamda materiallarga ishlov berishda qo'llaniladi. Shunday materiallarga oddiy asbob bilan ishlov berish iqtisodiy jihatdan samarali emas. Bu yerda OPdan yasalgan asbobning chidamliligi qiyin eriydigan asbobga nisbatan 200-300 marta yuqoriroq.

Olmosli asbobning geometrik parametrlari ko'pincha polikristallik olmosning xossalari bilan aniqlanadi. Ular yuqori mo'rtlikka ega. Shuning uchun instrumentning qirquvchi lezviyasi yuqori mustahkamlikka ega. Qirquvchi lezviyaning o'tkirlash burchagini mahkamlash maqsadida olmoslik asbob maksimal ruxsat etilgancha belgilanishi kerak.

PO'QM dan yasalgan asboblarning tebranishlar va dastgohlarning zarbli yuklanishiga sezuvchanligi yuqori bo'lganligi sababliqattiq materiallardan tayyorlash qirquvchi elementlarga ishlov berish uchun nisbatan aniqlik, qattiqlik va tebranishga chidamlilikka yuqori talablar qo'yiladi.

2.5.3. Bor nitridi zich modifikatsiyasi asosidagi PO'QM ning xususiyatlari va qo'llash sohalari

Bor nitridi zich modifikatsiyasi asosli PO'QM qattiqligi bo'yicha olmosdan sal pastroq bo'lib, yuqori issiqlikka chidamliligi (1573 K gacha), yuqori harorat davriy ta'siriga chidamliligi va ayniqsa, zamonaviy ishlov berilgan konstruksion materiallarning ko'pchiligi-ning asosiy komponenti hisoblangan temir kuchsiz kimyoviy ta'siri bilan farqlanadi.

BN asbobidagi asboblarchun ishlov berish mehnat unumini oshirishning asosiy rezervi qattiq qotishmali asbobni qirqish tezligini 5 yoki undan ko'proq martaga oshirishi mumkin bo'lgan qirqish tezligini oshirish hisoblanadi. Cho'yanlar, po'latlar va yuqori qattiqlikdagi qotishmalarga ishlov berishda BN asosli asboblarni qo'llash ko'proq samaralidir.

BN asosli PO'QM dan asboblarni qo'llash samaradorligini oshirish imkoniyatlaridan biri sovitish-moylash texnologik muhitlardan (SMTM) foydalanish hisoblanadi. BN dan yasalgan asboblarchun suyuq muhitlarni 1,5-1,7 m/s gacha kesish tezligida ularni purkash yo'li bilan foydalanish samarador.

BN polikristallari bilan jihozlangan asboblardan foydalanishning yana bir samarali sohalaridan biri metallurgiya asbob-uskunalarini, transport va boshqa detallarni mustahkamlaydigan yuqori qattiqlikdagi purkalgan va qoplangan materiallar (HRC 60-62 gacha), ishlov berish hisoblanadi.

Yaqin yillarda O'QM dan tayyorlangan asboblarning uchun dunyo bozorining birdaniga ko'tarilishi kutilmoqda. Bu birinchi navbatda, texnikaning turli sohalarida ishlov berishning prinsipial yangi sxemalari va qiyin ishlov beriladigan materiallarni ko'proq qo'llash o'z aksini topmoqda.

O'QM dan tayyorlangan asboblarning samaradorligi Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish sharoiti va mexanik ishlov berishning elastik o'zgarishida to'liq namoyon bo'lmoqda. ChPU dastgohlarida qirishning optimal (qulay) rejimlari bilan O'QM ni qo'llashda ishlab chiqarish mehnat unumi qattiq qotishmali asbobga qiyoslaganda 1,5-3 marta oshadi, ishlov berilgan yuza sifati yaxshilanadi, navbatdagi obraziv ishlov berish yo'qoladi.

2.6. Yeyilishga chidamli qoplamali asbobsozlik materiallari

Metalga ishlov berishning jahon amaliyotida qiruvchi qismi qoplamali asboblarning ko'proq o'z o'rnini topmoqda. Yupqa "plyonkali" 2 dan 10 mkm gacha bo'lgan qoplama tezkesar po'lat, qattiq qotishma va qiruvchi keramikadan yasalgan keskich o'tkirlangan va oxirigacha yetkazilgan asboblarning ishlash sharoitini o'zgartirish va ekspluatatsion ko'rsatkichlarini yaxshilash maqsadida nozik "plyonkali" 2 dan 10 mkm gacha bo'lgan plyonkalar yuzaga qoplanadi. Kuch va qirish haroratining 20-40% gacha pasayishi qirish asbobi turg'unligini ikki yoki ko'p marta va qirish tezligini 20 dan 60% gacha oshirish hamda ishlov berilgan yuzaning g'adir-budurligini sezilarli yaxshilashga imkon beradi.

Qiruvchi asbobning yemirilishga chidamli qoplamalariga qator talablar qo'yiladi:

- 1) Instrumental materialning qattiqligiga qaraganda 1,5-2 marta qattiqroq yuqori mikroqattqlik;
- 2) Sirt charchash buzilishiga sezilarli qarshilik;
- 3) Ishlov berilayotgan material bilan kimyoviy ta'sirga adgeziyaga past moyillik;

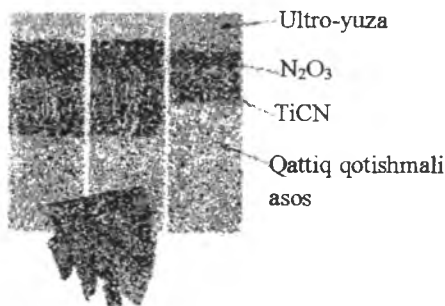
4) Yuqori haroratda ham asosiy xususiyatlarini saqlash, korroziya va oksidlanishga qarshi chidamlilik;

5) Ishlov berilayotgan materialda diffuzion erishga minimal qodirlik;

6) Asbobsozlik materiali bilan yuqori mustahkamlik, yopishishlik-bog'lanish ushbu talablarning ba'zilar o'zaro istisno tavsifga ega, masalan, ishlov berilayotgan material bilan kimyoviy ta'sirga past moyillik va asbobsozlik materiali bilan yuqori mustahkam bog'liqlik.

Tez qirquvchi po'latdan yasalgan asbob bilan temir asosli qotishmalarni qirqishda ko'p qatlamli yoki kompozitsion materiallar bilan qoplash maqsadga muvofiq (2.4-rasm).

Ko'p qatlamli qoplamalarni pastki qatlami keskich materialiga mahkam yopishishni, tepasi esa ishlov berilayotgan materialni minimal yopishishini ta'minlaydi. Oraliq qatlamlar esa qoplamalar buzilishida darzlar harakatiga to'sqinlik qiladigan qatlamlar yoki issiqqa to'siqlar rolini o'ynaydi. Gradiyentli qoplamalar ko'p qatlamli qoplamalarning turli-tumanligi hisoblanadi. Masalan, tez qirquvchi asbob uchun qoplama tarkibi muntazam sirkoniy nitrididan (ZrN), niobiy nitridiga (NbN) o'tishi niobiy nitridi asbob bilan yaxshiroq yopishishini ta'minlaydi.



2.4-rasm. Qattiq qatlamli plastinkaning ko'p qatlamli qoplama strukturasi.

Qoplama uchun materiallar sifatida karbidlar, nitridlar, karbonitridlar, boridlar va davriy tizimi IV–VI guruh qiyin eriydigan metallari (IV – titan, sirkoniy, gafniy; V – vanadiy, niobiy, tantal; VI – xrom, molibden, volfram) ning silisidlari foydalaniladi.

Shuningdek aluminiy va titan nitridlari (Ti , Al)N; uchli tizim nitridlari (Ti , Al , Zr)N, (Ti , Si , Cr)N, (Ti , Si , Al)N, (Ti , Zr , Si)N;

aluminium oksidi Al_2O_3 ; uglerodli (olmosga o'xshash) qoplamalar va boshqa birikmalar qo'llanadi.

Qirquvchi asbob yemirilishga chidamli qoplamalarni qoplash uchun gaz fazasidan (XOP) kimyoviy cho'kish usuli yoki CVD (Chemical Vapour Deposition), yuzani termodiffuzion to'yintirish yoki gaz fazasidan fizik cho'kindi yoki PVD (Physical Vapour Deposition) usullari keng tarqalgan.

Qoplamali asboblarda bilan ishlash tajribasi ularning ishlash qobiliyatini yanada oshirishga erishadigan sharoitlarni aniqlashga imkon beradi. Qoplamali tez qirquvchi po'latdan bo'lgan asboblarda uglerodli, konstruksion va kam legirlangan po'latlar hamda o'rta va past qattqlikdagi kulrang cho'yanlarga ishlov berishning har xil turlarida keskich turg'unligini sezilarli oshganini ko'rsatadi. Nikel, yuqori legirlangan va mustahkam qotishmalar asosida titanli va mustahkam qotishmalarga ishlov berishda qoplamali asboblarni qo'llash samarasi past, qator holatlarda salbiydir. Keskichni bir xil turg'unligida qoplama uni kesish tezligini 20-30% ga oshirishga imkon beradi. Eng katta samaradorlik kichik $a < 0,5$ mm va o'rta $a = 0,1 - 0,25$ mm qalinlikdagi qatlam olishda namoyon bo'ladi. Birinchi holatda bu asbob orqaga yuzasining yemirilishga chidamliligi oshishi hisobiga, ikkinchi holatda esa oldi yuzada yemirilish chuqurchasi o'sishining tormozlanishi hisobiga bo'lib o'tadi. Qirqilayotgan qatlamning $a = 0,05 - 0,10$ mm hamda $a = 0,3$ mm qalinligida qoplama jadal buziladi, birinchi holatda yuqori yuklama sababli orqaga yuza tomonidan, ikkinchi holatda old yuza tomondan. Ushbu tavsiyalarni qirqish rejimlarini belgilashda hisobga olish zarur.

TiC, TiN, (Ti, Al)N dan qattiq qotishmali qoplamalar konstruksion po'latlar va kulrang cho'yanlarni qirqish orqali ishlov berishning eng ko'p tarqalgan turlari, ayniqsa, yo'nish hamda yetarli toza va yarim toza frezirlash uchun samarali. Bunda qoplamali qattiq qotishmalarni qo'llash (ISO standartiga muvofiq) sohasi an'anaviy qoplamasizlarni qo'llash sohasiga nisbatan kengroq (2.5-rasm).

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Asbobsozlik materiallariga qanday talablar qo'yilgan?
2. Asbobsozlik materiallarini asosiy guruhlarini aytib bering.
3. Bu guruhlarining issiqbardoshlik chegaralarini belgilab bering.

4. Uglerodli hamda legirlangan asbobsozlik po'latlarini fizika-mexanikaviy va tarkibiy xossalari qanday va ularni qo'llash sohalari.

5. Tezkesar po'latini fizika-mexanikaviy xossalarini, kimyoviy tarkibini ishlatish joyini aytib bering.

6. Kimyoviy tarkibiga qarab qanday guruhlariga bo'linadi?

7. Har bir guruhning ratsional ishlatish sohasini ko'rsating.

8. Mineralo-keramik qotishmalar kimyoviy tarkibiga qarab qanday guruhlariga bo'linadi?

9. Kesuvchi keramik material guruhlarining afzalliklari va kamchiliklari.

10. Olmos asosidagi tabiiy va sun'iy o'ta qattiq materiallarni bir-biridan farqi nimada?

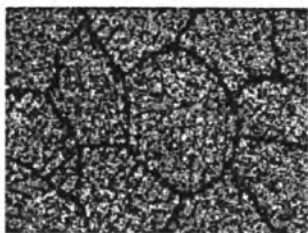
11. Yuqori puxtalikdagi toblangan holatdagi materiallarni kesishda qaysi asbobsozlik materiallari ishlatiladi.

12. ISO 513: 2004 bo'yicha podgrupp indeks kattalashishi bilan qattiq qotishmaning mustahkamligi va yeyilishga turg'unligi qanday o'zgaradi.

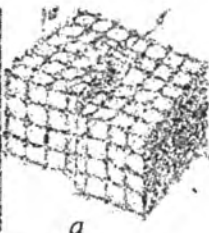
III BOB.METALLARNI KESIB ISHLASH JARAYONINING FIZIKAVIY ASOSLARI

3.1. Metallarni plastik deformatsiyasi haqida ba'zi ma'lumotlar

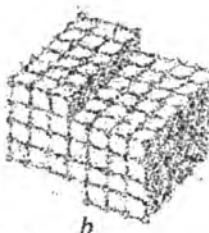
Materiallarni plastik deformatsiyasini asosiy belgisi, tashqi kuch ta'siri ostida o'zini forma va o'lchamlarini o'zgarishi yotadi. Barcha metallar va ularning qotishmalari kristallarning alohida-alohida zarrachalaridan (kristallidlaridan) tashkil topgan. Qaysilarki o'zaro mustahkam birlashgan (3.1-rasm).



3.1-rasm.



a



b

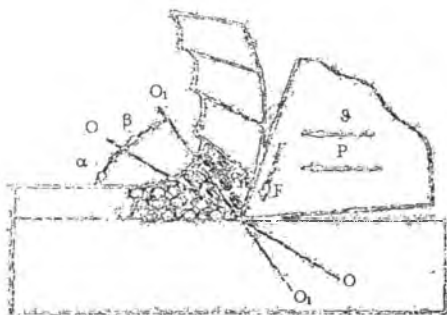
3.2-rasm.

Mexanik kuch ta'siri ostida metall zarrachalarida kuchlanishlar hosil bo'ladi va buni ta'sirida zarracha deformatsiyalanadi, ya'ni bir yo'nalishda cho'ziladi, boshqasida qisqaradi. Metall zarrachalarini deformatsiyasi surilish yo'li bilan amalga oshiriladi (surilish yuzalari bo'yicha). Surilish yuzalari kristallik yuzalarga parallel joylashgan. Har bir sirpanish yuzasi (polasa) bu yuqori zichlikdagi ma'lum tarzda yo'naltirilgan va o'zaro bog'langan dislokatsiyalarni lokal-mahalliy hududi (3.2-rasm). Sirpanish yuzani harakati plastik deformatsiyani ta'minlaydi. Buni tezligi bunday yuzalarni soni ko'payishi bilan ortadi. Dislokatsiyalarni to'siqlar oldida to'xtashi materialni puxtalashishini sababidir. Dislokatsiyalarni bundan keyin oldiga yurishi uchun kuchlanishni kattalashtirish kerak. Qirindi elementlarini hosil bo'lishi ikki etapdan iborat: keskich oldingi yuzasi oldidagi material hajmining kesilishi, keyinchalik shu hajmning surilishi. Bu hodisa keskich tomonidan zagatovkaga qo'yilgan kuch ta'sirida

zagatovka materialidagi zo'riqish material qarshiligidan katta bo'lganda vujudga keladi.

Oldin elastik, keyin plastik deformatsiya bo'ladi. Plastik deformatsiya natijasida materialning bir qismi ikkinchi qismiga nisbatan siljiydi. Shartli ravishda siljish deformatsiyasi OO tekisligi bo'yicha o'tadi deyiladi va tekislikka siljish tekisligi deyiladi.

U keskich yo'nalishiga taxminan 30° da bo'ladi va siljish burchagi deb nomlanadi.



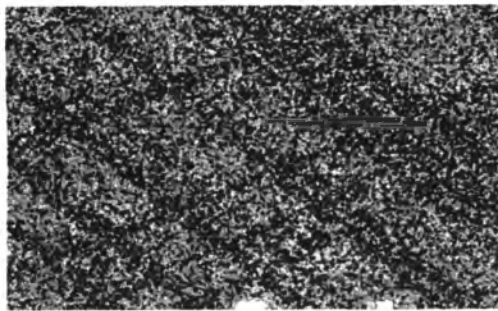
3.3-rasm. Qirindi hosil bo'lishi jarayoni sxemasi.

Siljigan metall yana bir (oldingi yuzaga ishqalinib) deformatsiyalanadi. Kesish zanasidagi metall strukturasi asosiy metall strukturasi katta farq qiladi: deformatsiyalangan, kristallar buzilgan, ancha maydalangan, cho'zilgan (bir qatorda). Cho'zilish ma'lum yo'nalishda-O₁O₁ tekisligi bo'yab bo'ladi. U siljish tekisligi bilan burchak β tashkil qiladi.

Deformatsiya xarakteri zagatovkaning fizika-kimyoviy xossalari, keskich geometriyasiga, kesish rejimlariga va sharoitiga bog'liq. Plastik materiallarni va o'rta qattqlikdagi po'latlarni kesganda, plastik deformatsiya ko'proq. Mo'rt materiallar kesilganda plastik deformatsiya yo'q hisobda. Bularda $\beta=0$. Plastik materiallar uchun $\beta=30^\circ$ C gacha bo'ladi.

3.2. Plastik deformatsiya

Metall strukturasi yuqori darajadagi deformatsiyada metall strukturasi sirpanishlar "polosasi" ko'rinishida xarakterli yo'naltirilgan strukturaga yig'indi, bunga "teksturalanish" deyiladi (3.4-rasm).



3.4-rasm. Po'latdagi dislokatsiyali sirpanish polosalari (tekstura).

3.3. Qirindi hosil bo'lishi zonasini o'rganish usullari

Har xil materiallarni kesishda qirindi hosil bo'lishi zonasini o'rganish muammosiga katta e'tibor beriladi. Barcha mavjud qirindi hosil bo'lishi usullarini quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

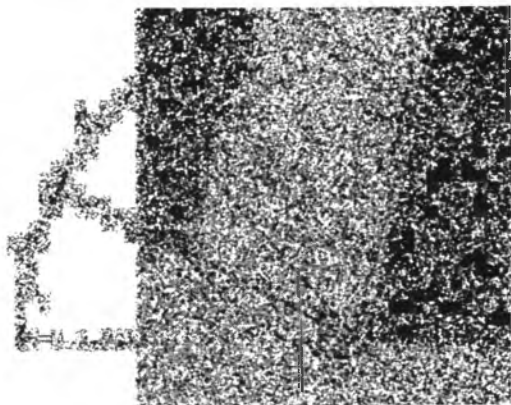
1. To'g'ridan-to'g'ri kesish jarayonini o'rganishda, eksperimental.
2. Qirindi hosil bo'lish zonasini to'g'ri usullar bilan o'rganish, eksperimental.
3. Qirindi hosil bo'lish zonasini fizikaviy modellab o'rganish, eksperimental.
4. Hisob-analitik usul – matematik modellab.



3.5-rasm. Deformatsiya natijasida koordinatli setkaning qiyshayishi-buzilishi.

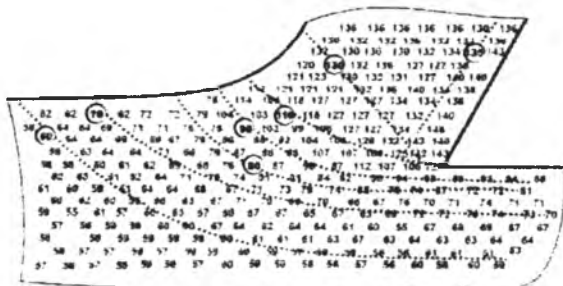
Kesish zonasini to'g'ridan-to'g'ri o'rganishni mikrotezlikda kesishda ko'z bilan ko'rib amalga oshirish mumkin; maxsus mikroskop vositasida. Yanada yaxshi ko'rgazmali bo'lishi uchun zagatovkani silliqqlangan biqin (torets) tekisligiga bir xil qadamli koordinatli setka chiziladi. Kesish jarayonida bu setka buzilib qiyshayadi. Plastiklikning matematik nazariyasi apparatini ishlatib, setka buzilgan o'lchamlariga qarab deformatsiya zonasini holatini; qirindi hosil bo'lishi qonuniyatlarini baholash mumkin (3.5-rasm). [16]

Qirindi hosil bo'lish zonasini o'rganish usullaridan yana biri – bu kesish jarayonini birdaniga to'xtatib namuna olishdir. Olingan namunadan “qirindi ildizi” mikroshlifini tayyorlash; mikroskop ostida (25-200 marta kattalashtirib) ko'rish; rasmga olish. Qirindi materiali strukturasi va deformatsiya zonasini o'zgarishi, teksturaning yo'nalishi deformatsiya zonalarini chegaralarini belgilash va deformatsiya jarayonlari to'g'risida natija chiqarishga imkon beradi (3.6-rasm).



3.6-rasm. Qirindi ildizi mikroshlifi.

Ikkinchi guruh usulini xarakterli vakili – bu qattiqlikni o'zgarishiga qarab kuchlanishni aniqlash usuli. Bunga asos: metallarni deformatsiyasi davrida “sirpanish” (kasatelniy) kuchi bilan qattiqlik orasida bog'liqlik bor: $\tau=0,185 \text{ HV}$; Detalni biqin yuzasiga mayda qadamli setka chiziladi va har bir kvadratni qattiqligi aniqlanadi (mikroqattiqlik). Qattiqlikni o'zgarishiga qarab deformatsiya hududlari chegarasi aniqlanadi (3.7-rasm).



3.7-rasm. “Qirindi ildizi”dagi bir xil qattqlikdagi nuqtalarning (chiziqlarning) joylashishi.

Fizikaviy modellash guruhiga optik-qutblash va lazerli interferometriya qilish usullari kiradi. Optik-qutblash yoki fotoelastik usuli quyidagi hodisaga asoslangan. Yoriq “izotrop” jismlar ularga tashqi kuch ta’sir qilganda “anizotrop” holatga o’tadi. Agar ularni qutblanuvchi yorug’likda qaralsa, interferensiya kartinasi ko‘rinadi va bu orqali ta’sir qiluvchi kuch kattaligini va belgisini (+,-) aniqlash imkonini beradi. Natijada qutblangan yorug’likda kuch berilganda kartina bo‘yiga bosh kuchlanishni, deformatsiyani va uni yo‘nalishini aniqlash mumkin (3.8-rasm).



3.8-rasm. Optik aktiv materialda kuchlanish kartinasi.

Bu guruh usullariga lazerli interferometriya va elektro-tenzometrik usullari ham kiradi. [18]

Matematik modellash usulida qirindi hosil bo'lish parametrlarini aniqlashda eksperiment qilinmaydi. Bu usulda kesish jarayoni ma'lum xossalari va ma'lum qonuniyatlarga ega jismlarning deformatsiya jarayoni deb qaraladi.

3.4. Qirindining asosiy turlari

Materialni qirindiga aylanish jarayonini ko'pchilik olimlar o'rganishgan, chunki u kesish jarayonini tub ma'nosini, fizikasini va umuman nazariyasini yoritadi – ifodalaydi. Qirindi juda murakkab jarayon mahsuloti. U har xil ko'rinish va formaga ega. Bular ishlanayotgan material kimyoviy tarkibiga, mexanik xossalariga, struktura holatiga, kesilayotgan qatlam qalinligiga, keskich oldingi burchagiga, kesish tezligiga va hokazolarga bog'liq.

Qirindilar 4 xil ko'rinishga ega: elementli (siniq); siniq (qovurg'asimon); tutash (lentasimon) va uvoq.

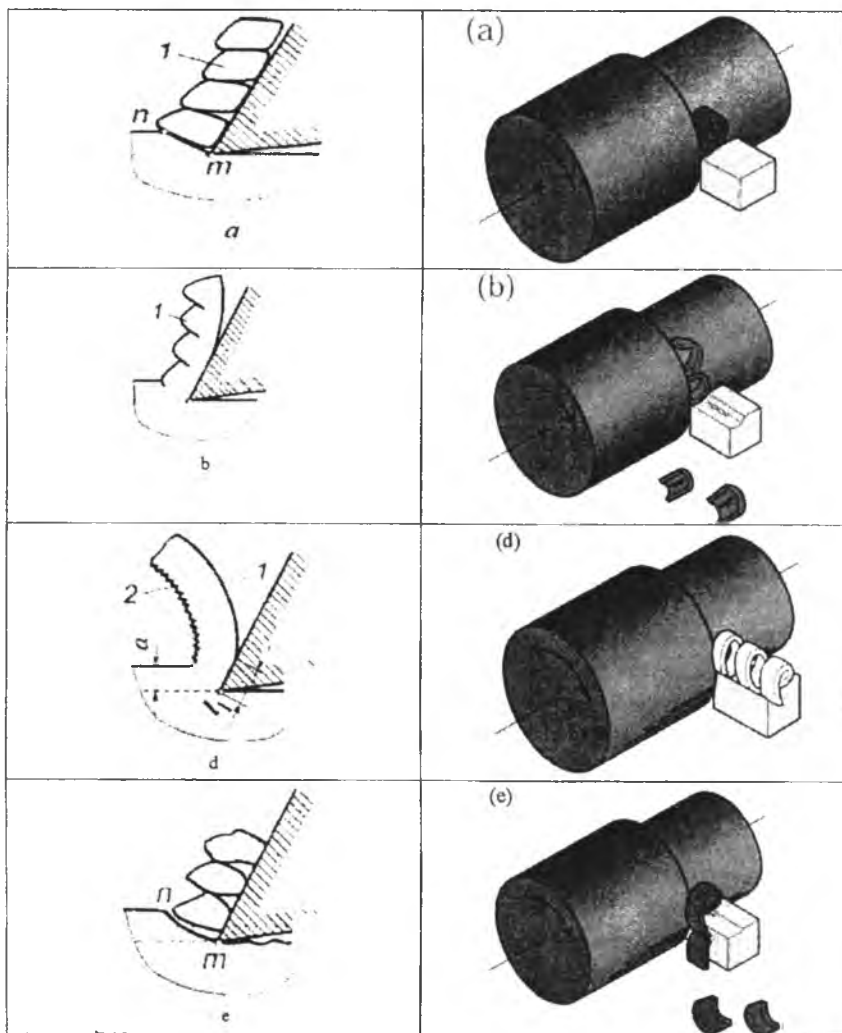
Elementli qirindi alohida-alohida taxminan bir xil formadagi "elementlar"dan iborat. Elementlar bir-birlari bilan kuchsiz bog'langan yoki bog'lanmagan (3.9a-rasm). Kesilayotgan qatlamdan ajralgan qirindi elementi chegarasi "nm" (rasmga qarang) surilish (sirpanish) yuzasi deb ataladi.

Siniq qirindi ma'lum darajada bir-biri bilan bog'langan ayrim elementlardan iborat; uning keskich tomonidagi yuzasi silliq; keskichga teskari tomonidagi yuzasi pog'onali (3.9b-rasm); o'rtacha va yuqori qattqlikdagi (uglerodli) kesishda ko'proq ko'rinadi.

Tutash (lentasimon) qirindi keskichni oldingi yuzasi bo'ylab lenta tarzida chiqadi. Qirindining keskich tomonidagi yuzasi silliq (3.9d-rasm, yuza 1) teskari tomonidagi yuza biroz g'adir-budir (3.9-rasm, yuza 2) tutash qirindi to'xtovsiz lenta yoki spiral tarzida chiqadi. Bunday qirindini kesish zonasidan olib tashlash ancha mashaqqatli, ayniqsa avtomat RDB stanoklarida ishlaganda. Bunday qirindilar yumshoq po'latli, qalay, mis, qo'rg'oshinli katta tezlikda, kichik kesish burchagida, yupqa qatlamli kesishda hosil bo'ladi.

Uvoq qirindi har xil o'lchamli va formalari bir-biri bilan bog'lanmagan, nomuntazam shaklli ayrim elementlardan iborat (3.9e-rasm). Qirindi hosil bo'lishi mayda metall changi chiqishi bilan birga bo'ladi. Buzilish yuzasi "nm" (rasmga qarang).

Kesish yuzasidan pastda bo'lishi mumkin. Shu sababli kesish yuzasida qirindi yulib olingan izlari bo'lishi mumkin. Uvoq qirindi mo'rt materiallarni kesishda hosil bo'ladi: cho'yan, bronza.



3.9-rasm. Kesishdagi qirindi turlari: a-elementli; b-siniq; d-tutash; e-uvoq.

Qirindi turi ishlanayotgan xiliga va mexanik xossalariga ko'p jihatdan bog'liq. Plastik materiallarni kesishda yuqorida sanalganlarning uch turini olish mumkin: elementli, siniq, tutash. Qattqlik va mustahkamlik ortishi bilan tutash qirindi siniq, keyinchalik elementli qirindiga aylanadi. Mo'rt materiallarni kesishda elementli va uvoq qirindi olinadi.

Geometrik faktorlardan eng katta ta'sir ko'rsatadigani bu keskichning oldingi burchagi γ va asosiy kesish tig'ini qiyalik burchagi λ hisoblanadi. Plastik materiallarni kesishda bu burchaklarni kattalashishi bilan elementli qirindi siniq, so'ngra tutash qirindiga aylanadi.

Qirindida plastik deformatsiya natijasida tekstura hosil bo'ladi. U polosa yoki qator ko'rinishida bo'ladi va shartli surilish yuzasiga ma'lum burchak ψ ostida joylashgan bo'ladi (3.10a-rasm). Bu burchak tekstura burchagi deb ataladi. Teksturaning hosil bo'lish tabiati yuqorida ko'rilgan.

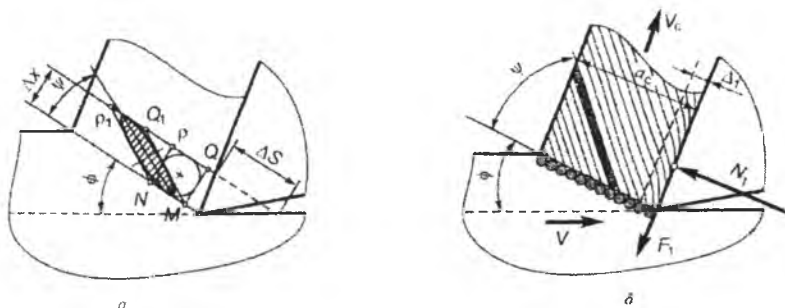
Dumaloq zarrachaning ellips formulasiga o'tishidagi tekstura burchagini quyidagi formuladan topsa bo'ladi.

$$\operatorname{ctg} \psi = \frac{(\varepsilon + \sqrt{\varepsilon^2 + 4})}{2}$$

bu yerda,

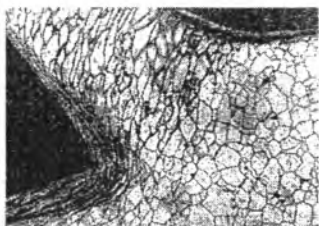
ε – kesilayotgan qatlamni qirindiga aylanayotgandagi nisbiy surilish.

Katta o'q bo'yicha yo'nalishdagi ellipslar zanjiri – bu qirindi deformatsiyasi chiziqlaridir (3.10b-rasm).



3.10-rasm. Sferoidal zarrachaning ellipsga aylanish sxemasi (a) va teksturaning hosil bo'lishi (b) [11].

Sferoidal zarrachaning ellipsga aylanishi bu kesilayotgan qatlam deformatsiyasidir. Lekin kesilayotgan qatlam keskich oldingi yuzasiga ishqalanib, yana bir marta deformatsiyalanadi. Bu qatlamning hajmi qirindi hajmidan kichik bo'lsa ham, uning deformatsiyalanishi darajasi qirindining o'rtacha deformatsiyalanish darajasidan ancha katta.



3.11-rasm. Olovbardosh qotishma XH77TFOPni lentasimon qirindisi ildizi mikroshtilfi.



3.12-rasm. Koordinat setkali qirindi ildizi – po'lat 45.

Qirindi hosil bo'lish jarayonida metalni plastik deformatsiyalash darajasini qirindi o'tirishi bilan baholash qabul qilingan. Kesilayotgan qatlam va bundan olingan qirindini uzunlik va ko'ndalang kesim o'lchamlarini bir-birlariga solishtiriladi. Plastik deformatsiya yuqorida ko'rsatilgan qonuniyatlar asosida o'tadi. Metalni plastik deformatsiyalanishi natijasida qirindining uzunligi L_2 , shu qirindi olingan qatlam uzunligi L_1 dan kichik bo'ladi. Qirindi kengligi b_2 va qalinligi a_2 qatlam kengligi b_1 va qalinligi a_1 dan katta bo'ladi. Shunday qilib, qirindi uzunasiga o'tiradi-kirishadi:

$$\varepsilon_z = \frac{L_2}{L_1} \leq 1 \text{ ko'ndalangiga qalinlashadi, } \varepsilon_a = \frac{a_2}{a_1} \geq 1 \text{ kengayadi } \varepsilon_b = \frac{b_2}{b_1} \geq 1.$$

Amalda ko‘proq plastik deformatsiya darajasi o‘tirish-kirishish ko‘effitsiyenti bilan baholanadi, u uzunasiga o‘tirishning teskarisi, ya’ni:

$$K_L = \frac{L_1}{L_2}$$

Umuman olganda hajm saqlangan holda, o‘tirish-kirishish bilan ifodalanadigan plastik deformatsiyada

$$V = L_1 \cdot a_2 \cdot b_2 = L_2 \cdot a_1 \cdot b_1$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{a_2 \cdot b_2}{a_1 \cdot b_1}$$

Amalda b_1 va b_2 larni o‘lchamlari orasidagi farq yo‘q hisobda $b_2 \equiv b_1$. U holda

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

$K_L = \frac{L_1}{L_2}$ – uzunasiga kirishish – kaltalanishlik ko‘effitsiyenti;

$K_L = \frac{b_2}{b_1}$ – kenglik tomonga kirishish – kengayish ko‘effitsiyenti;

$K_L = \frac{a_2}{a_1}$ – qalinlik tomonga kirishish – qalinlashish ko‘effitsiyenti.

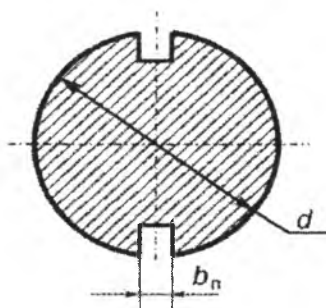
O‘tirish-kirishish ko‘effitsiyentini eksperimental aniqlash usulini uch xili mavjud.

1. Zagatovkaning uzunligi berilgan uchastkasidan olingan qirindi uzunligini o‘lchab.

2. Og‘irlikni o‘lchab.

3. Qirindi qalinligini (a_2) mikroskopda o‘lchab.

Birinchii usulda zagatovkadagi kesilayotgan qatlam uzunligini bilish uchun silindrik zagatovka paz-ariqcha o‘yiladi (3.13-rasm).



3.13-rasm. Qirindi o‘tirishini aniqlash uchun zagatovka formasi.

Zagatovka diametri d , paz-ariqcha kengligi b_p bo'lsa, kesilayotgan qatlam uzunligi quyidagiga teng:

$$L_1 = \frac{\pi \cdot d}{2} - 2b_p$$

Shu uzunlikdan kesib olingan bir nechta qirindining uzunligi o'lchanib, o'rtacha qiymati aniqlanadi. Qirindi uzunligi uning tashqi keskich oldingi yuzasi tomoniga qaragan yuzasi bo'yicha o'lchanadi. U holda qirindi o'tirishi

$$K_L = \frac{0,5\pi \cdot d - b_p}{L_2}$$

ga teng bo'ladi.

Yuqoridagidan:

$$L_1 = \frac{g}{a_1 \cdot b_1 \cdot \gamma}$$

Ikkinchi usul qirindi olingan qatlam uzunligi ma'lum bo'lmagan holda qo'llaniladi. Ma'lumki, o'sha qatlamdan olingan qirindi og'irligi quyidagiga teng:

$$g = a_1 \cdot b_1 \cdot \gamma \cdot L_1$$

bu yerda, γ – ishlanayotgan material zichligi, g/sm^3 .

Yuqoridagidan, qirindi olingan qatlam uzunligi:

$$L_1 = \frac{g}{a_1 \cdot b_1 \cdot \gamma} = \frac{g}{S \cdot t \cdot \gamma}$$

bu yerda, S – kesishdagi surish kattaligi; t – kesish chuqurligi.

Uzunasiga kirishish:

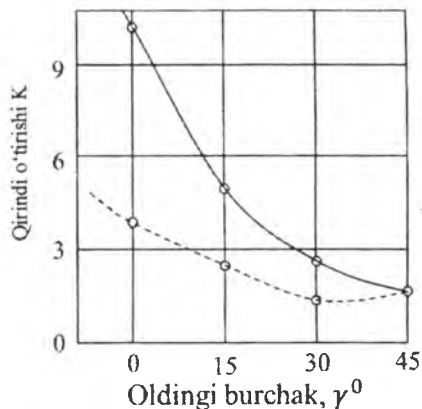
$$K_L = \frac{L_1}{L_2} = \frac{g}{S \cdot t \cdot \gamma \cdot L_2}$$

3.5. Qirindi o'tirishiga ta'sir qiluvchi faktorlar

Qirindi o'tirishi ishlanayotgan materialni fizik-kimyoviy xossalriga, qiriqish parametrlariga, keskich asbobining geometrik parametrlariga, moylovchi-sovutuvchi muhitga va h.k.larga bog'liq.

Ishlanayotgan material plastikliги ortishi bilan qirindi o'tirishi kattalashadi. Moylovchi-sovutuvchi suyuqlikni qo'llanishi asosan qirindi o'tirishini kichiklashtiradi.

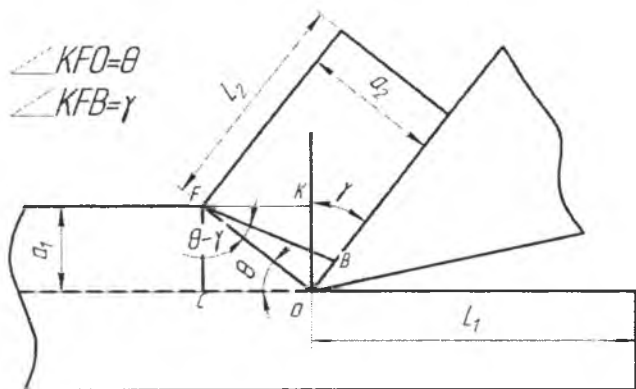
1. Keskich oldingi burchagi γ kattalashishi qirindi o'tirishini kichiklashtiradi.



3.14-rasm. Qirindi o'tirishiga oldingi burchakning ta'siri.

Oldingi burchak kattalashishi bilan kesilishishi ishlanayotgan materialga oson botiriladi (yorib kiradi), metall (kesilayotgan qatlam) kamroq deformatsiyanadi, natijada qirindi o'tirishi kamayadi.

Oldingi burchak ta'sirini geometrik usulda kesish burchagi (δ) orqali ko'rsatsa ham bo'ladi.



2. Kesish burchagi δ ta'siri.

$$\Delta OCF \text{ dan: } \sin \theta = \frac{CF}{OF}; CF = \sin \theta \cdot OF;$$

$$\Delta FOB \text{ dan: } \cos(\theta - \gamma) = \frac{BF}{OF}; BF = \cos(\theta - \gamma) \cdot OF;$$

$$CF = a_1; BF = a_2; K = \frac{a_2}{a_1} = \frac{\cos(\theta - \gamma)}{\sin \theta}.$$

Ma'lumki, $\gamma = 90^\circ - \delta$; U holda $K = \frac{a_2}{a_1} = \frac{\sin(\theta + \delta)}{\sin \theta}$.

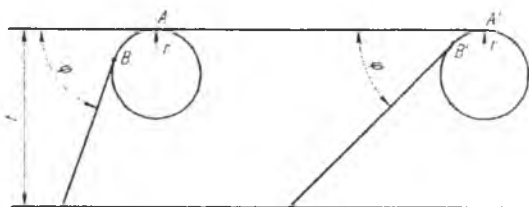
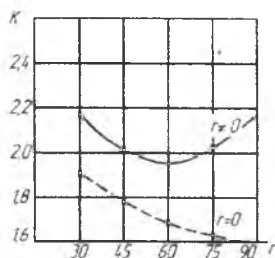
Ko'rinib turibdiki, kesish burchagi kattalashishi bilan qirindi o'tishi ham kattalashadi.

Lekin burchaklar γ va δ larning optimal qiymatlari bor. Masalan, γ ning kattalashishida:

a) Keskich kesish tig'ini mustahkamligi kamayadi va keskich uchi sinib ketishi mumkin yoki uqalanishi mumkin.

b) Keskichni issiqlik o'tkazuvchi hajmi kichiklashadi, natijada keskich ko'proq qizib yeyilishi ko'payib, turug'unligi pasayadi. Shuning uchun δ uchun "optimal" qiymati $\delta = 55 - 60^\circ$.

3. Plandagi asosiy burchak φ ta'siri.



3.15-rasm. Qirindi o'tirishiga plandagi asosiy burchak φ ning ta'siri.

Plandagi asosiy burchak φ kattalashishi bilan ($\varepsilon=0$ holda) qirindi o'tirishi kichiklashadi (punktir chiziq). Chunki, kesim yuzasi birligiga to'g'ri keladigan o'rtacha deformatsiya kamayadi. Qirindining keskich tomonidagi yuzasi qattiq deformatsiyalangan: shuning uchun φ burchagi kattalashishi bilan bu uchastkaning uzunligi qisqaradi, umuman o'rtacha deformatsiyaga ta'siri kamayadi.

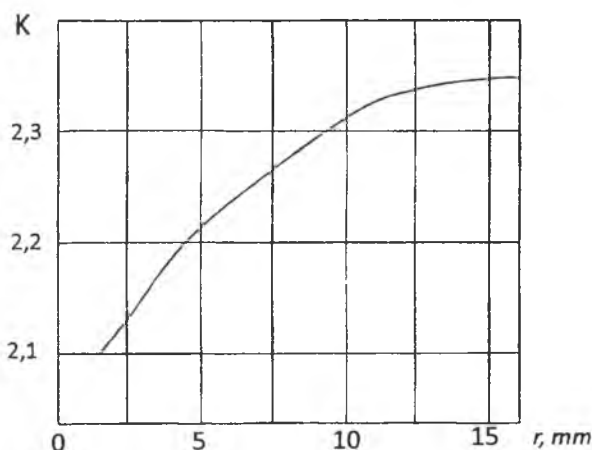
Agar $r \neq 0$ bo'lsa, burchak $\varphi = 60 \div 70^\circ$ dan boshlab qirindi o'tirishi kattalashadi, $t = \text{const}$ sharoitida keskich tig'ining egri qismini ko'prog'i qirindi olishda ishtirok etadi ($\overset{\sim}{AB} > \overset{\sim}{A'B'}$). Bu yerda deformatsiya ancha murakkab o'tadi. Chunki, bir necha siljishlar tekisliklari bir-birlari bilan kesishadi, kesim qalinligi ham qiyshiq tig'ning har yerida har xil

(qalinligi to'g'ri chiziq qismiga nisbatan kam). Shuning uchun keskichning egri chiziq qismida deformatsiya kattaroq.

Keskich cho'qqisidagi yumaloqlash radiusi " r " ning ta'siri

Yuqoridagi mulohazalarni bu yerga ham qo'llasak " r " kattalashishi bilan qirindi o'tirishi ham kattalashadi, negaki:

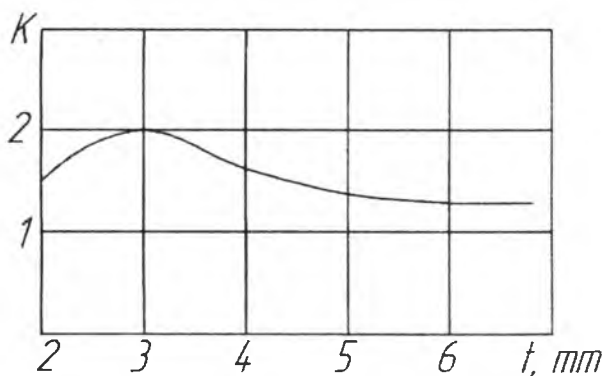
- a) egri chiziq qismida φ burchak kichikroq;
- b) tekisliklarni kesishi natijasida deformatsiya kattaroq;
- d) oldingi burchak γ kichiklashadi.



3.16-rasm. Qirindi o'tirishiga " r " ning ta'siri.

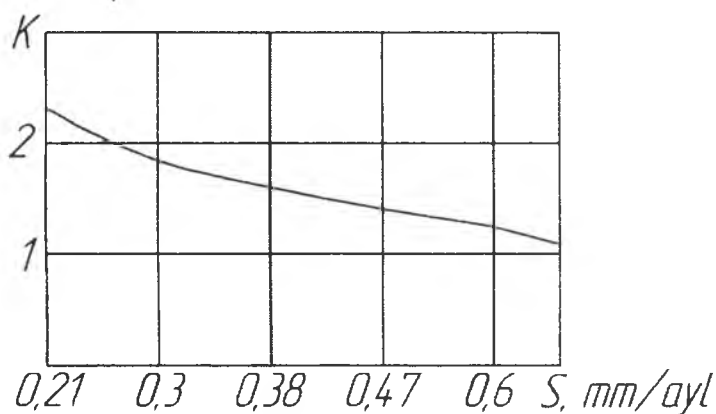
Kesish chuqurligi " t " va surish kattaligi " S " larning ta'siri

Kesish chuqurligi ortishi bilan keskich oldingi yuzasiga tik yo'nalishda deformatsiya darajasi har ikki holda ham bir xil. Lekin umumiy deformatsiya ortadi. Issiqlikni tarqalish yuzasi kattalashadi. Qiriqish harorati pasayadi.



3.17-rasm. Qirindi o'tirishiga kesish chuqurligi " t " ning ta'siri.

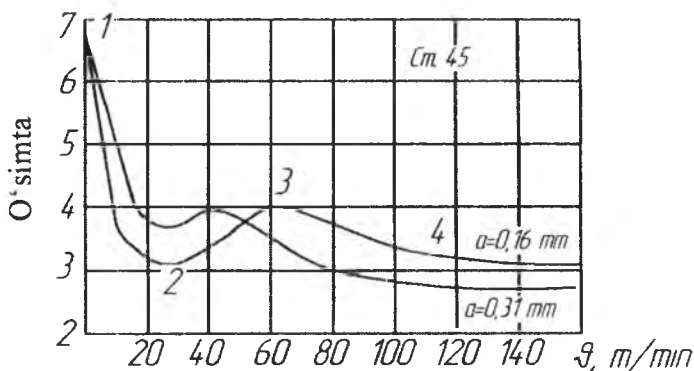
Surish " S " kattalashishi bilan nisbiy deformatsiya kamayadi: katta deformatsiyalangan qatlam kattalashadi. Kesish harorati pasaymaydi.



3.18-rasm. Qirindi o'tirishiga surish " S " ning ta'siri.

Kesish tezligi ta'siri

Kesish tezligini qirindi o'tirishiga ta'siri ancha murakkab va bir qancha faktorlarga bog'liq.



3.19-rasm. Kesish tezligini qirindi o'tirishiga ta'siri.

1-2 oraliq tezligida qirindi o'tirishini pasayishi, bu oraliqda keskich cho'qqisidagi o'simtaning ta'siri, oldingi burchak kattalashib plastik deformatsiyaning osonlashishidir.

2-3 oraliq tezligida o'simta kichiklashib, kesish burchagi "δ" ning kattalashishi ta'siri, ya'ni deformatsiya qiyinlashib, qirindi o'tirishi kattalashadi.

3-4 zonada o'simta yanada kichiklashib yo'qoladi. Bu zonada qirindi o'tirishining kamayishiga sabab kesish tezligi kattalashishi bilan keskich oldingi yuzasidagi haroratning ko'tarilishidir. Chunki, oldingi yuza harorati ko'tarilishi bilan u yerdagi ishqalanish koeffitsiyenti kichiklashib deformatsiya osonlashadi, demak, qirindi o'tirishi kichiklashadi. Kesish tezligini yanada kattalashishi bilan ($v_{\text{opt}} = 200 - 300$ m/min) qirindi bilan keskich orasidagi yuqori harorat — $t^{\circ} = 800 - 900^{\circ} \text{C}$ ta'sirida yarim qatlam hosil bo'ladi (bu qirindini barcha uzunligida). Natijada qirindi o'tirishi bir xil bo'ladi ($K = \text{const}$). Bundan tashqari, kesish tezligi ko'tarilishi bilan qirindi bilan keskich oldingi yuzasi orasidagi kontakt uzunligi qisqaradi. Bu ham ishqalanishni kamaytirib, qirindi o'tirishini kichiklashtiradi.

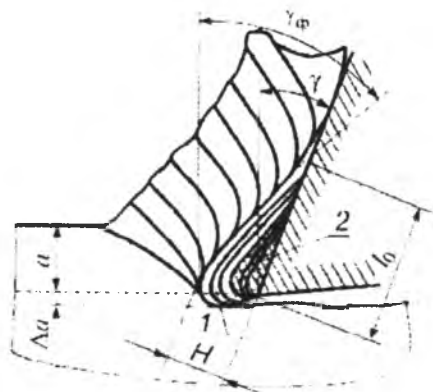
3.6. Kesish jarayonida o'simta hosil bo'lishi

Kesish jarayonida keskichni oldingi va orqa yuzalari ishlana-yotgan material bilan ishqalanadi. Yuqori harorat va bosimda keskich va qirindining kimyoviy yuzalari ishqalanib, bir-birlariga adgezion

yopishib (“tishlab oladi”) qoladi. Natijada keskich oldingi yuzasida qirindini (ishlanayotgan material) oqmay qolgan qatlami hosil boʻladi. Keyingi kelayotgan qirindi ham bu qatlam ustiga yangi qatlamni yopishtiradi. Qatlamlar koʻpayib, oʻsib ponasimon material hosil boʻladi. Bu oʻsimta hisoblanadi, baʼzan oqmay qolgan qatlam ham deyiladi. Oʻsimta hosil boʻlishi birinchi navbatda kesish rejimiga, aniqrogʻi kesish tezligi va surish kattaligi nisbatiga bogʻliq. Oʻsimta kattalashib, maʼlum forma va oʻlchamlarga ega boʻladi (3.20-rasm). [11]



3.20-rasm. Oʻsimtali qirindi ildizi mikrofotografiyasi.



3.21-rasm. Oʻsimta oʻlchamlari va koʻrinishi sxemasi.

O'simta ko'rinishi ancha murakkab: asosiy qismi (2) – bu keskich yuzasiga mahkam birlashgan “uchinchi jism” (ya'ni ishlanayotgan materialga ham, keskich materialiga ham o'xshamaydigan). Bunga kelayotgan qirindining qatlamlari qo'shiladi. O'simtaning qolgan qismi (1) – asosda joylashgan, kelib chiqishi boshqacha, oqmay qolgan zonaning bir qismidir.

O'simta qirindini pastki qismida (keskich oldingi yuzasiga tegib turgan qismida) plastiklik sharti bajarilmagan holda paydo bo'ladi.

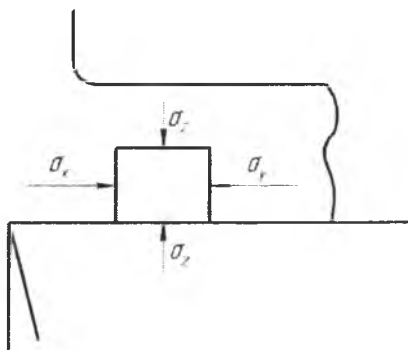
Yassi-tekis deformatsiya uchun (masalan, erkin kesishda) plastik deformatsiya sharti quyidagi ko'rinishga ega:

$$\tau_z = \frac{\delta_y - \delta_z}{2} \quad (3.1)$$

bu yerda,

δ_y va δ_z – asosiy normal kuchlanishdari;

τ – materialni plastik surilishga qarshiligi.



Agar harorat ko'tarilishi natijasida τ , qiymati kattaligi kamaysa, 1 zonani chegara qismida shart (3.1) bajariladi va plastik deformatsiya boshlanadi.

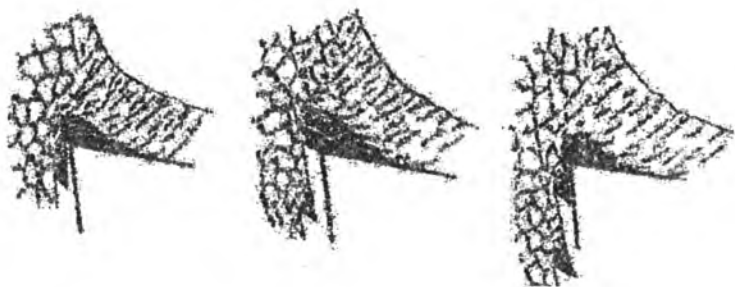
O'simtaning qattiqligi ishlanayotgan material qattiqligiga nisbatan 2,5-3,5 marta kattaroq (3.22-rasm).

Natijada o'simta keskich asbobining yangi elementi bo'lib qoladi (keskich bilan mahkam birikkan). Shu bilan keskichning kesish qobiliyatini o'zgartiradi, keskichni oldingi burchagi kattalashadi. Natijada keskich tig'ini qirindi tomonidan ishqalanib, yeyilishdan saqlaydi. Kesish tig'ini qizishini kamaytiradi. Bularni hammasi keskich eyilishini kamaytirib, keskich turg'unligini oshiradi. [19]



3.22-rasm. O'simta, qirindi va zagatovka mikro qattqligi.

Lekin o'simta ishlangan yuza sifatini ahamiyatli darajada pasaytiradi. Yuqorida aytilganidek, o'simta asta-sekin paydo bo'lib, asta o'sib, kattalashib aktiv formani oladi. Keyinchalik o'simta uchi kesish kuchiga chiday olmasdan uziladi va ishlangan yuzaga yopishib chiqib ketadi (3.23-rasm). [11]



3.23-rasm. O'simtani uzilishi natijasida ishlangan yuza g'adir-budirligini hosil bo'lishi sxemasi.

O'simta minutiga 3000 martagacha paydo bo'lib, uzilishi mumkin. Yuqorida aytilganidek, o'simta o'sib, aktiv formaga kirishib bori-shi bilan birgalikda keskich oldingi burchagi "γ" ham kattalashib, aktiv kattalikka ega bo'ladi. O'simta uzilganda oldingi burchak eski kichik

qiymatiga qaytadi. Bu degani shu tarzda kesish kuchlari ham o'zgaradi. Bu o'z navbatida stanok-moslama-keskich-zagatovka tizimini majburiy titrashga – vibratsiyaga olib keladi. Albatta, keskich yeyilishi (ayniqsa, uqalanib yeyilishi) ortib, keskich chidamliligi pasayadi.

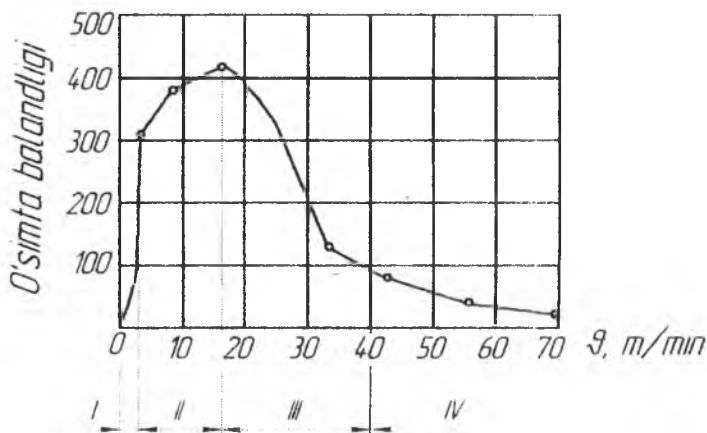
Tajribalar va ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, o'simtaning formasi, o'lchamlari va turg'unligi birinchi navbatda ishlanayotgan material turiga va kesish tezligiga bog'liq.

Materiallar o'simta hosil bo'lish tabiatiga qarab ikki xil bo'ladi: o'simta hosil bo'lishiga moyillari va unga moyil emasleri.

O'simta paydo bo'lish moyillariga mis, latun, bronza, qo'rg'oshin, ko'pchilik titan qotishmalari, oq cho'yan, toblangan po'lat, xrom va nikelli ko'p legirlangan po'latlar.

Moyil emaslariga: konstruksion po'latlar, uglerodli po'latlar, ko'pchilik legirlangan po'latlar, kulrang cho'yan va aluminiy.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, kesish jarayonining ko'p hollarida o'simta balandligi eng katta bo'ladi. Kesish harorati $\theta_{qir}=300^{\circ}\text{C}$ va $\theta_{qir}=600^{\circ}\text{C}$ da yo'qoladi. Quyidagi rasmda o'simta balandligiga kesish tezligiga bog'liqligi ko'rsatilgan (3.24-rasm).



3.24. O'simta balandligini kesish tezligiga bog'liqligi.

I – zona: o'simta yo'q, $v=1\text{m/min}$;

II – zona: o'simtani paydo bo'lishi; ishlangan yuza sifati pasayishi, zona turg'un emas, o'simta balandligi yuqori;

III – zona: o'simta balandligini pasayishi, zona turg'un;

IV – zona: o‘simta keskich yuzasida yupqa plastik qatlamga aylanadi, ishlangan yuza sifati yaxshi.

O‘rtacha kesish tezligi $v_q=3-5$ m/min o‘simta yo‘q. $v_{qir}=80$ m/minda o‘simta yo‘qoladi. [11]

Umuman olganda, qora operatsiyalarda o‘simta hosil bo‘lish jarayonini boshqarsa bo‘ladi. Toza operatsiyalarda yuqoridagi jarayonlar natijalari maqsadga muvofiq emas. Yuqoridagi salbiy hodisalarni oldini olish uchun toza ishlashda quyidagilarga e‘tibor berish kerak.

1. Shunday kesish tezligi zonasida ishlash kerakki, o‘simta hosil bo‘lmasin. Past tezlikda – bu holda mehnat unumi pasayib ketadi. Demak, yuqori tezlikda kesish lozim (keskich chidamliligini saqlagan holda). Bunda keskich yuzasidagi o‘simta to‘xtab qolmaydi.

2. Keskich oldingi yuzasini sifatini ancha yaxshilash, nozik jilvirlash, silliqlash, polirovka qilish va h.k.

3. Keskich oldingi yuzasi fizik-kimyoviy xossalarini o‘zgartirish: keskich yuzasiga yupqa plyonka qoplash yoki yupqa legirlash.

4. Oldingi burchak γ ni iloji boricha kattalashtirish, masalan $\gamma=45^\circ$ da o‘simta umuman hosil bo‘lmaydi.

5. Moylovchi-sovutuvchi muhit ishlatish, qaysiki, ishqalanishni kamaytiradi.

6. Ishlanayotgan material plastikligini kamaytirish: maxsus termik ishlash, marganetsi kamaytirilgan va oltingugurti ko‘paytirilgan avtomat po‘latlarini qo‘llash.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar:

1. Qirindi hosil bo‘lish zonasida qanday fizikaviy jarayonlar o‘tadi?
2. Qirindi turlarini sanab bering, tutash va elementli qirindilarni hosil bo‘lish mexanizmi?
3. Qirindi deformatsiyasiga ishlash jarayoni ta‘sirini ifodalang?
4. O‘simta nima va uning hosil bo‘lish mexanizmi?
5. O‘simtani ijobiy va salbiy tomonlari?
6. Keskichni orqa yuzasi bo‘yicha kontakti yuzasidagi fizik jarayonlar?
7. C40-10 materialini kesganda qanday qirindi hosil bo‘ladi?
8. Cran50 materiali kesilganda qanday qirindi hosil bo‘ladi?

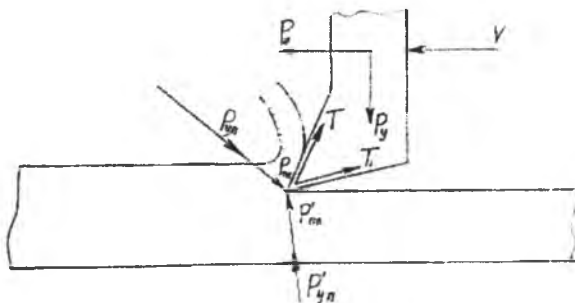
IV-BOB. KESISH JARAYONI STATIKASI VA DINAMIKASI

4.1. Kesish kuchlari va quvvati

Kesish kuchlari stanok–moslama–asbob–detal (SMAD) tizimiga taʼsir qiladi. Lekin kesish haroratini, kesish asbob chidamliligini, ishlash aniqligini, mehnat unumini va lozim quvvatni aniqlaydi.

Material kesish jarayonida kesuvchi asbobni botishiga va zagatovkadan qirindi ajralishiga qarshilik koʻrsatadi. Qarshilik kuchlar yigʻindisi –teng taʼsir etuvchisi “kesish kuchlari” deb ataladi. Kesish tigʻini ish harakatiga qarshilik koʻrsatuvchilarni maʼnbalari quydagilar; a) ishlanayotgan materialni qirindi olish plastik deformatsiyasiga qarshiligi; b) plastik deformatsiyalangan metallni yangi yuzalar hosil boʻlishdagi buzilishga qarshiligi; d) olingan qirindining qoʻshimcha egilishga va sinishga koʻrsatadigan qarshiligi; e) keskich tigʻi va boshqa ishqalanayotgan yuzalardagi ishqalanish kuchlari.

Yoʻnishda kesib ishlashga qarshilik.



4.1-rasm. Yoʻnishda kesishga qarshilik.

$$P_{plast} = \sigma_0 \cdot t \cdot S \cdot k^m$$

bu yerda σ_0 – shartli oquvchanlik chegarasi;

k – qirindi oʻtirishi;

m – kesish darajasi koʻrsatkichi.

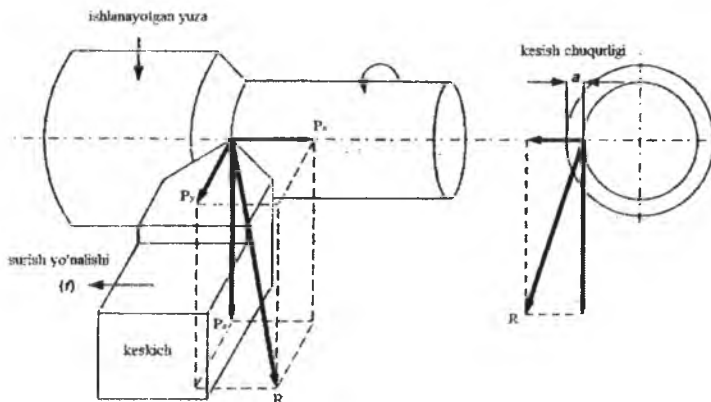
$$T = \mu \cdot (\rho_{\mu} + \rho_a)$$

$$T_1 = \mu_1 \cdot (\rho'_{\mu} + \rho'_a)$$

μ va μ_1 – ishqalanish koeffitsiyentlari

$T_1=0.2T$; tezkesar po‘lat uchun.

Kesishga qarshi kuchlarning teng ta’sir etuvchisi va uni bo‘linishi.



4.2-rasm. Qarshilik kuchlari va ularni taqsimlanishi.

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

$$P_y = (0.3-0.4)P_z;$$

$$P_x = (0.2-0.3)P_z;$$

P_z – bosh harakat yo‘nalishi bo‘yicha kesish tekisligi bo‘yicha ta’sir qiladi va stanokni tezliklar qutisi mexanizmi va keskichni dinamik kuchlanishni aniqlaydi. Bu kuch kesish kuchi deb ham nomlanadi; vertikal yo‘nalgan.

P_y –radial kuch gorizontal tekislikda ishlanayotgan yuza perpendikular (zagatovka o‘qiga) yo‘nalishda ta’sir qiladi. Bu kuch keskichni zagatovkadan itarib chiqarish kuchini aniqlaydi, zagatovkani egadi. Bu esa ishlanayotgan detal aniqligiga ta’sir qiladi.

P_x –zagatovka o‘qi surish yo‘nalishiga parallel bo‘ylab ta’sir qiladi, surish kuchi deb ham nomlanadi. Surish qutisi mexanizmini dinamik kuchlanishini aniqlaydi.

Yuqorida keltirilgan bu kuchlarni nisbiy munosabatiga kesish rejimi elementlari; keskich geometrik parametrlari; zagatovka materiali; keskich yeyilishi; va h.k. lar ta'sir qiladi.

Masalan: agar $\gamma=15^0$; $\lambda=0$; $\varphi=45^0$; bo'lsa

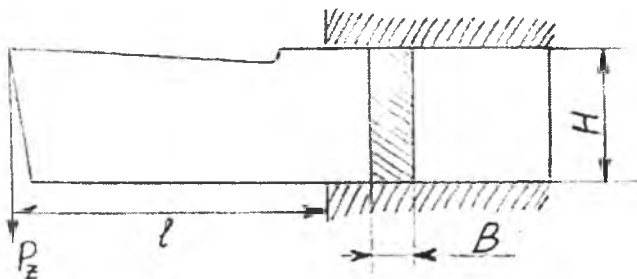
$P_z:P_y:P_x=1:0.45:0.35$ bo'ladi.

Agar $\gamma=(-5^0) \nmid (-15^0)$ bo'lsa

P_y kuchi P_z dan $1.3 \nmid 2.3$ marta katta bo'ladi.

4.1.1. Keskichga ta'sir qiluvchi kuchlar

Keskichga ta'sir qiluvchi kuch P_z uni egib sindirishga harakat qiladi: keskichning parametrlari



4.3-rasm. Keskichga ta'sir qiluvchi kuch quyidagicha aniqlanadi. uni eguvchi moment.

$$M_{\text{eguv}} = P_z \cdot l, \text{ kg/mm.}$$

Ikkinchi momentdan: $M_{\text{eguv}} = [\sigma_0] \cdot W$, kg/mm

Bu yerda. l —yelka uzunligi;

σ_0 —mustahkamlik chegarasi, cho'zilishdagi;

W —keskich tanasi —ushlagichi qarshilik momenti.

Yumaloq ko'ndalang kesim uchun $W = \pi d^3/32$, mm^3

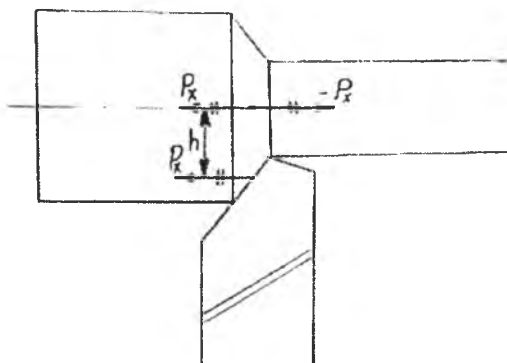
To'g'ri to'rtburchak uchun, $W = bH^2/6$, mm^2

$$P_z l = [\sigma_0] W; P_z = [\sigma_0] W / l = b h^2 [\sigma_0] / 2; \text{ kg}$$

4.1.2. Kuchlarning zagatovkaga ta'siri

Bu kuch orqali kesish quvvati aniqlanadi.

Kesishga qarshi moment: $M_{\text{qir.qar}} = P_z \cdot D/2$, kg. mm



4.5-rasm. P_x kuchni zagatovkaga ta'siri
Zagatovkani stanok markazidan yulib olishga harakat qilgan kuch
moment:

$$M_{yul} = P_x \cdot h;$$

4.1.3. Kuchlarni stanokka ta'siri

P_z -stanokni bosh harakat mexanizmiga (tezliklar qutisiga); supportga, staninaga; markazlarga; orqa babkaga ta'sir qiladi.

Bunga qarab kesish quvvati aniqlanadi. Yo'nish vaqtida hosil bo'ladigan kesish kuchi P_z ning qiymati quydagi eksperimental formula asosida topiladi.

$$P_z = 9.81 C_p \cdot t^{X_p} \cdot S^{Y_p} \cdot K \cdot H; P_z = 9.81 C_p \cdot t^{X_p} \cdot S^{Y_p} \cdot K; \text{ kg}$$

Bu yerda, P_z -kesish kuchi, nyuton (H) va kg hisobida; C_p -yo'nilayotgan material va kesish sharoitiga bog'liq koeffitsiyent; t -kesish chuqurligi, mm hisobida; S -surish, mm/ayl hisobida; X_p va Y_p -lar t va S larning daraja ko'rsatkichlari; K -yo'nishning aniq sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent, quydagicha aniqlanadi.

$$K = K_{\mu p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\eta p} \cdot K_{\nu p} \cdot K_{h p} \cdot K_{\mu c 1}.$$

$K_{\mu p}$ -yo'nilayotgan materialning fizika-mexanikaviy xossalarini ta'siri,
 $K_{\gamma p}$ -keskich oldingi burchagini,
 $K_{\phi p}$ -plandagi asosiy burchakni,

K_{np} —keskich uchini yumaloqlanish radiusini,

K_{vp} —keskich tezligini,

K_{hp} —keskich orqa yuzasini yeyilish darajasi,

$K_{\mu c l}$ —moylovchi, sovutuvchi muhit ta'siri.

P_y —stanok supportiga, staninasiga, shpindeliga, markazlariga, orqa babkasiga, ta'sir qiladi. Stanok bikrligi shu kuch asosida hisoblanadi. Shpindel podshipniklarini radial bosimga – kuchlanishiga chidamliligi hisoblanadi. P_x —stanokni surish mexanizmiga (qutisiga); shpindelga va o'q yo'nalishidagi tayanchlarga ta'sir qiladi. Surish qutisi, fartuk va shpindelni tayanch podshipniklari hisoblanadi.

4.1.4. Kesish uchun sarflanadigan quvvat

$$N_{qir} = N_{pz} + N_{py} + N_{px}$$
$$N_{qir} = \frac{Pz \cdot v}{60 \cdot 75} + \frac{Py \cdot Vx}{60 \cdot 75} + \frac{Px \cdot S \cdot n}{60 \cdot 75 \cdot 100} \text{ ot kuchi}$$

Amalda $v_x = 0$, $N_{py} = 0$; $N_{px} = (1 \div 2) \% N_{pz}$ dan. Shuning uchun

$$N_{qir} = \frac{Pz \cdot v}{60 \cdot 75} = \frac{Pz \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot 1.36} = \frac{Pz \cdot v}{60 \cdot 102} \text{ kvt};$$

Kesish sharti; $N_{stanok} > \frac{N_{qir}}{\eta}$; kvt

η —stanokni foydali ish koeffitsiyenti.

4.1.5. Har xil faktorlarni kesish kuchlariga ta'siri (yo'nishda)

a) Ishlanayotgan materialga ta'siri.

Qirindi olish uchun sarf qilinadigan ish miqdori asosida ishlanayotgan materialning fizika-mexanikaviy xossalari bog'liq. Ishlanayotgan materialning qovushqoqligi qancha yuqori bo'lsa, puxtaligiga qobilyati qancha yuqori bo'lsa, uni kesishga qarshiligi shuncha katta bo'ladi. Masalan, austenitli plastik po'latni puxtalanishga moyilligi juda yuqori ozgina deformatsiya juda katta puxtalanishga-qattqlikni oshirishga olib keladi. Demak, qirindini kesishga bo'lgan bosimi ham juda katta bo'ladi (4.1-jadval). Mis, aluminiiy, latun, teskari: mustahkamlik chegarasi past, yuqori plastik, deformatsiyalanganda nisbatan kam puxtalanadi. Shuning uchun metallarning mexanik xossalari va doimiy koeffitsiyent C_p kesish kuchlari katta emas. Shu tariqa cho'yan kabi mo'rt materiallarni kesishdagi kuch uncha katta emas.

Ishlanayotgan material	σ_B	$\sigma_{1\%}$	σ_T	δ	ψ	HB	C_p
	BKFC/MM ²			B%		BKFC/MM ²	
Po'lat:							
konsturksion	37,6	20,1	20,1	36,5	68,8	100	140
	51,1	23,3	24,8	23,0	54,0	156	180
OXM	74,0	56,0	60,0	15,0	61,5	226	240
austenitli	80,0	38,6	45,0	31,0	66,0	178	310
olovbardosh	120	-	-	-	-	-	350-
XH70BMT							400
Mis	21,4	-	5,1	43,4	65,4	535	
Bronza	60,0	28,0	37,0	17,0	19,0	120	52
Qotishma B-93	50,0	-	-	-	-	-	102
Cho'yanHB-190	-	-	-	-	-	-	71
							92

Materiallarni kesishga ko'rsatayotgan qarshiligini doimiy koeffitsiyent C_p bilan ifodalash qabul qilingan –kesish kuchi sifatida: rejimi $t=1\text{mm}$, $S=1\text{mm/ayl}$, keskich geometriyasi shu material uchun optimal kattaligida. C_p –formulalar orqali aniqlanad. 4.2-jadval shunday hisoblab topilgan. Bunda $v_{qir}=0.2\text{mm/min}$. Shu bugungi kunda quyidagi formulalar orqali aniqlash tavsiya qilingan:

$$C_p = \text{const} \cdot \sigma_B^{0.35-0.75} \text{ po'lat uchun.}$$

$$C_p = \text{const} \cdot \text{HB}^{0.55} \text{ kulrang cho'yan uchun.}$$

Birlik andaza sifatida $\sigma_B=75\text{kg/mm}^2$ qabul qilingan. Qolgan boshqa σ_B larda to'g'irlagich "Km" qo'shiladi.

Hozirgi vaqtda amaliy hisoblashlarda kuchlarni quyidagi formulalar orqali olib borish tavsiya qilinadi.

$$P_z = C_{pz} \cdot t \cdot S^{0.75}$$

$$P_x = C_{px} \cdot t^{1.2} \cdot S^{0.55}$$

$$P_y = C_{py} \cdot t^{0.9} \cdot S^{0.75}$$

Bu yerda, C_{pz} , C_{px} , C_{py} lar doimiy koeffitsiyentlar. Bular ishlanayotgan materialga bog'liq.

Ishlanayotgan material	C_{p2}	C_{px}	C_{py}
Po'lat va quyma po'lat			
$\sigma-35 \text{ кгс/мм}^2$	140	19	27
$\sigma-35 \text{ кгс/мм}^2$	165	42	67
$\sigma-75 \text{ кгс/мм}^2$	200	67	125
Bolg'alanuvchi cho'yan			
HB 110	80	28	59
HB 150	100	40	88
HB 200	115	52	120
Kulrang cho'yan			
HB 150	100	39	88
HB 190	115	51	119
HB 270	140	66	188

C_{pz} , C_{px} , C_{py} larning qiymatlari; kg /mm^2

b) Keskich geometriyasining ta'siri: A) Kesish burchagining (δ) ta'sir. Kesish burchagi δ kattalashishi bilan oldingi burchak γ kichiklashadi va qirindi kesgichga bosimi ortadi, kuchlar kattalashadi; bu holda P_x va P_y kuchlar P_z kuchiga nisbatan tezroq kattalashadi (4.6-rasm). Umuman olganda $\delta=60-90^\circ$ oralig'ida P_z ni kattalashishi δ ni kattalashishiga to'g'ri proporsional. Shunday qilib $\delta=75^\circ$ da P_z ni birga teng qilib olsak, u holda

$$P_z = \frac{C_p \cdot t \cdot S^{0.75 \cdot \delta}}{75}$$

Kesish tezligi ortishi bilan δ ni P_z ta'sir darajasi kamayadi.

Mo'rt materiallarni kesishda (cho'yan, bronza) kesish burchgi kesish kuchlariga sezilarli ta'sir qilmaydi.

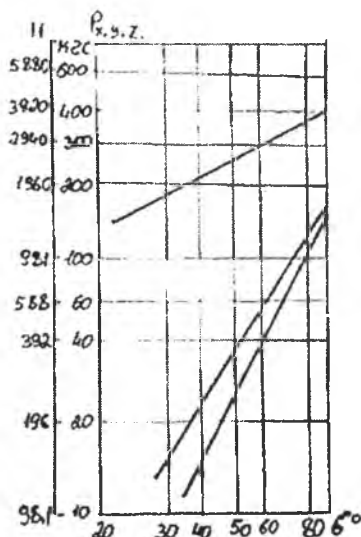
Bu yo'nishda: $\rho=45$; $\sigma_B=60 \text{ kg/mm}^2$; $t \cdot S=3.0 \cdot 0.6 \text{ mm}^2$

Po'latni qattiq qotishmali keskich bilan kesilganda quyidagi formuldan foydalaniladi;

$$P_z = C \cdot \delta^{0.8-0.9}$$

$$P_y = C^I \cdot \delta^{3.2-4.5}$$

$$P_x = C^{II} \cdot \delta^{2.8-3.5}$$



4.6-rasm. Kesish burchagi δ ni P_z, P_x, P_y kuchlariga ta'siri.

B) Oldingi burchak γ ni ta'siri.

4.3-jadval

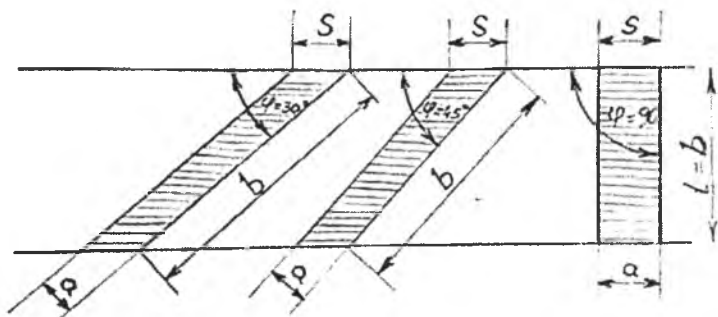
γ°	-15	-10	-5	0	+10	15	20	25	30
K_{yz}	1.4	1.3	1.23	1.13	1	0.94	0.89	0.83	0.77
K_{yy}	-	2.1	1.8	1.55	1	0.8	0.64	0.52	0.4
K_{yx}	-	2.55	2.1	1.63	1	0.78	0.6	0.47	0.37

Agar oldingi yuza faska $f \leq a$ bo'lsa, kuchlar ozgina o'zgaradi; bunda hisoblash faskadan keyingi oldingi yuza bo'yicha olib boriladi.

Agar faska $f \geq 3a$ bo'lsa, oldingi burchak faskadagi burchak bo'yicha o'lchanadi.

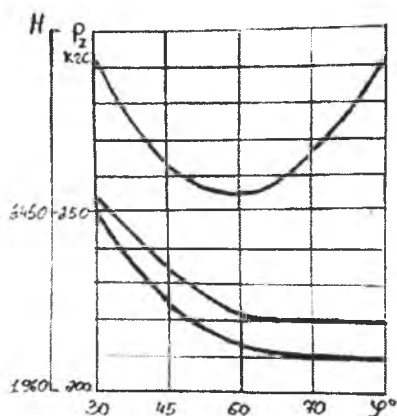
V) Plandagi asosiy burchak ϕ ta'siri.

ϕ burchagi kichiklashishi bilan keskichga qo'yilgan kuch kattalashadi va teskarisi: Bu tushunarli kesilayotgan qatlam yuzasi doimiy bo'lgan holda ϕ burchagi kichiklashishi bilan kesim qalinligi a ham kamayadi; demak, o'z navbatida nisbiy kesish kuchi kattalashadi. Qirindi qancha yupqa bo'lsa, shuncha ko'p deformatsiyalanadi; binobarin, kesish kuchi P_z shuncha ko'payadi.



4.7-rasm. Plandagi asosiy burchakning yo'nib olinayotgan qatlam qalinligi (a) va eniga (b) ta'siri.

Po'latni kesishdagi plandagi asosiy burchakni φ P_z kuchiga ta'siri. (4.8-rasm) da ko'rsatilgan. Erkin emas kesishda $r > 0$ sharoitida burchak φ 30° dan 60° gacha o'zgarganda P_z kamayadi, φ yana kattalashsa, P_z ko'tariladi. Erkin kesishda va $r = 0$ da φ kattalashishi bilan P_z kamayadi. $r > 0$ bo'lganda



4.8-rasm. Plandagi asosiy burchak φ ni P_z kuchiga ta'siri [11].

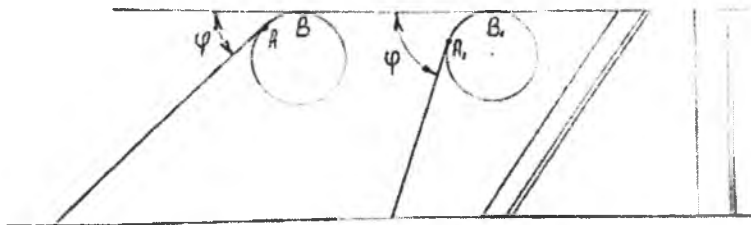
1-erkin kesishda: $v = 44$ m/mm;

2- $r = 0$; $v = 44$ m/mm

3- $r = 2$ mm; $v = 40$ m/mm

Hammasida: $t \cdot S = 2.0 + 0.48 \text{ mm}^2$

Ikkita faktor ta'sir qiladi; kesilayotgan qatlam qalinligi o'zgaradi; kesish tig'ini egri qismini aktiv zonasini uzunligi ortadi (φ burchak kattalashishi bilan).



4.9-rasm. r va φ o'zaro munosabati.

Plandagi asosiy burchak φ P_x va P_y larning bir-birlariga nisbatan munosabatlariga ta'sir qiladi.

G) Keskich uchining yumaloqlanish radiusi (r).

Radius kattalashishi φ burchakning kichiklashishi kabi ta'sir qiladi. Shuning uchun $P_z = l_z * r^x$; $P_y = l_y * r^{x2}$; $P_x = \frac{l_x}{r^{x3}}$

Po'lat uchun $x_1=0.1$; $x_2=0.3$; $x_3=0.3$

Cho'yan uchun $x_1=0.07$; $x_2=0.2$; $x_3=0.2$

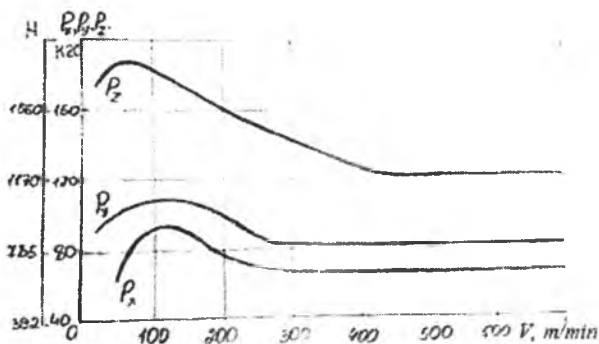
D) Moylovchi –sovtuvchi texnologik muhit (MSTM)

MSTM moylash va sovtuvchi hisobiga kesish haroratini pasaytiradi; ishqalanish kuchini kichiklashtiradi, keskich mo'rtligini oshiradi, yo'nilgan yuza sifatini yaxshilaydi. Yo'nilayotgan material mikrodarzlarga kirib yuza qattiqligini pasaytiradi, metall zararlari orasidagi ushlar kuchlarini kamaytiradi natijada plastik deformatsiyani osonlashtiradi.

E) Kesish tezligini ta'siri.

Umuman olganda, kesish tezligi ortishi bilan kesish kuchlari kamayadi. Buni tezlik ortishi bilan kesish haroratini ortishi, natijada ishqalanish koeffitsiyentini kichiklashishi, qirindi hosil bo'lishini yaxshilanishi bilan tushuntirsa bo'ladi. Kesish tezligi $V_k=10 \div (30 - 40)$ m/min. dagi kuchlarning kichikligi bu o'simtaning ta'siridir.

J) Keskich yeyilishi ta'siri. Keskichlar ko'proq orqa yuza bo'yicha yeyiladi; orqa yuza bo'yicha maydoncha hosil bo'ladi; maydoncha yuza qancha katta bo'lsa ishqalanish kuchi shuncha kattalashadi. Demak, kesish kuchlari ham ortadi. Bu hodisani ta'siri yupqa qirindi olganda eng yuqori bo'ladi.



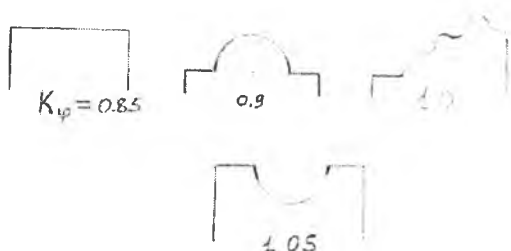
4.10-rasm. Kesish tezligiga kesish kuchlarini ta'siri.

4.4-jadval

Kuchlar	Orqa yuza bo'yicha yeyilish, mm	Surish, mm/ayl		
		0.071	0.363	0.729
		Kuchlar kattaligi, %		
P_z	0.05	100	100	100
	0.9	186	115	108
P_N	0.05	100	100	100
	0.9	270	145	135

Z) Boshqa faktorlarning ta'siri.

- burchaklar λ, α amalda ta'sir qilmaydi.
- qattiq qotishmalarda kesish kuchi tez kesar po'latnikiga qaraganda kichikroq; keramika materiallarida kuchlar $2 \div 3\%$ ga kamroq qattiq qotishmaga nisbatan.
- fasonli kesishda P_z kuchiga kesish tig'ini formasi ta'sir qiladi.



4.11-rasm. Eskiqlar.

Kesish kuchini hisoblash uchun empirik formulalar amalda qo'llaniladi.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, kesish rejimlarini (t , S , v) ta'sirini formulada to'g'ridan-to'g'ri ko'rsatish eng qulayi; qolganlarini kuchlar to'g'rilagich koeffitsiyentlarini yig'indisi orqali:

$$P_z = 9.8 \cdot C_{pz} \cdot t^{X_{pz}} \cdot S^{Y_{pz}} \cdot v^{Z_{pz}} \cdot K_{pz}.$$

Bu yerda $9.8 C_{pz}$ kesish kuchi P_z ga kesish rejimlari (t, S, v) o'zgarishi diapazonida har xil sharoitlarni ta'sir qilishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; bu $K_{pz} = 1$ holda raqam 9.8 spravochnikdagi jadval qiymatlarini kgs dan N ga o'tkazish uchun ishlatiladi. X_{pz}, Y_{pz}, Z_{pz} kesish rejimlari t, S va v larni P_z kuch o'zgarishiga ta'siri daraja ko'rsatkichlari. K_{pz} - umumlashtirilgan kuch to'g'rilagich koeffitsiyenti, qaysiki, quydagi bog'lanishda aniqlanadi (bu yuqorida ham qayd qilingan).

$$K_{pz} = K_{\mu p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\eta p} \cdot K_{\lambda p}$$

Bu yerda to'g'rilagich kuch koeffitsiyentlari faktorlari kesish kuchiga ta'sirini hisobga oladi $K_{\mu p}$ - ishlanayotgan materialni, $v K_{\gamma p}$ - keskich oldingi burchagini, $K_{\varphi p}$ - plandagi asosiy burchakni, $K_{\lambda p}$ - asosiy kesish tig'ini qiyalik burchagi, $K_{\eta p}$ - keskich uchini yumaloqlanish radiusini, va h.k.

Qolgan kuchlar uchun:

$$P_y = C_{py} \cdot t^{X_y} \cdot S^{Y_y} \cdot \eta^{\gamma_y} \cdot K_{Py}.$$

$$P_x = C_{px} \cdot t^{X_x} \cdot S^{Y_x} \cdot v^{\gamma_x} \cdot K_{Px}.$$

Bular $\gamma = 10^0$, $\eta = 2 \text{ mm}$, $\varphi = 45^0$, $v < 50 \text{ m/mm}$.

Kesishda sarf qilingan quvvat.

Kesishda sarflanadigan samarador quvvatni hisoblash uchun, yuqoridagi har bir kuchni yengish uchun ketgan quvvatni qo'shib chiqish lozim.

$$N_{qir} = N_{|Pz} + N_{|Px} + N_{|Py};$$

Quvvat – bu kuchni shu kuch yo'nalishi bo'yicha surilish tezligi ko'paytmasiga teng. Bunga o'tkazish koeffitsiyentlarini kiritib, quydagi formulani olamiz.

$$N_{qir} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1000} + \frac{P_y \cdot V_y}{60 \cdot 1000} + \frac{P_x \cdot S \cdot n}{60 \cdot 1000 \cdot 1000} \cdot k Vt.$$

Ma'lumki, P_y kuchi yo'nalishi bo'yicha hech qanday surilish yo'q, demak $v_y=0$. Bu degani formulani ikkinchi bo'lagi ham nolga teng. Uchinchi bo'lagi juda kam: $N_{|P_z}$, $N_{|P_x}$ ni (1-2%) ni tashkil qiladi. Amalda buni hisobga olmasa ham bo'ladi. U holda

$$N_{qir} = \frac{P}{60} \frac{v}{100}, \text{ kVt.}$$

Stanok elektrodvigatelini quvvati bundan katta bo'lishi kerak $N_{el.dv} > N_{qir}$

Stanokni tezlik qutisini foydali ish koeffitsiyentini ($\eta=0.8 \dots 0.85$) hisobga olsak;

$$N_{el.dv} = \frac{N_{qir}}{\eta}, \text{ kVt.}$$

Boshqa ishlash usullarida (parmalash, frezalash va h.k.) ushbu amallar bajariladi.

4.2. Kesishdagi tebranishlar

Yuqori ishlash aniqligini, sifatli ishlangan yuzani olish va keskich turg'unligini saqlash uchun stanok – keskich – moslama – zagatovka tizimi tebranmasligi kerak, ya'ni kesish jarayoni tebranishga turg'un bo'lishi kerak.

Hozirgi vaqtda kesish jarayonida ikki xil tebranishni mavjudligi qabul qilingan: majburiy va o'z-o'zidan hosil bo'luvchilar.

4.2.1. Majburiy tebranishlar

Majburiy tebranishlar ishlar davridagi davriy kuchlar ta'sirida paydo bo'ladi. Bular quydagi sharoitlarda paydo bo'ladi:

- kesish kuchini davriy o'zgarishi natijasida kesish jarayonini uzoq - uzoqligida;

- stanokni, zagatovkani, asbobni ishlanadigan qismlarni posanglamaganligida (дисбаланс). Bunda markazdan qochma kuchlarning ta'sir yo'nalishlarining o'zgarishi natijasida tebranish hosil bo'ladi;

- stanok uzatishlaridagi nuqsonlar, tishli g'ildiraklarning yeyilishi va tishlari formalarini xatoliliklari; gidro tizimdagi ishchi suyuqlikning urilishi va h.k. Kuchlar shpindelni yoki qismlarni tebranishga olib keladi;

- ko'ndalang kesimi yumaloq bo'lmagan zagatovkalarni yo'nishda; deformatsiya va bikirlik davriy o'zgaradi;

– boshqa stanok va mashinalarni tebranishi o‘tadi, agar yonida-yaqinida titrab ishlab turgan bo‘lsa.

Bu tebranishlarni ta’siri yanada kuchayadi, agar ulami tebranishlar chastotasi stanok – asbob – moslama – zagatovka tizimi chastotizim bikirligi mosiga to‘g‘ri kelib qolsa; ikkalasi qo‘shilib “rezonans”ga olib keladi.

Majburiy tebranishlarni kelib chiqish manbalari ma’lum bo‘lgani uchun ularni yo‘q qilish onson. Stanoklarni bikrligini norma darajasida ushlab, qiymatini bir tekisda bo‘lishini ta’minlash, kesish jarayonini tekis olib boorish va h.k.

Avto tebranishlarda (o‘z - o‘zidan tebranish) bu masala muammo, chunki yaqqol tashqi sabablari yo‘q.

4.2.2. Kesishdagi avtotebranishlar

Avtotebranishlarda tebranishlar kuchlar o‘zgaruvchan va bu kuchlarni tebranishlarni o‘zi hosil qiladi va boshqaradi. Kesish jarayonida bunday tebranishlar bir paydo bo‘lib ancha vaqt ushlanib turadi. Shuning uchun buni izlanishini maqsadi–vazifasi avtotebranishlarni ushlab turuvchi energiya manbalarini aniqlash.

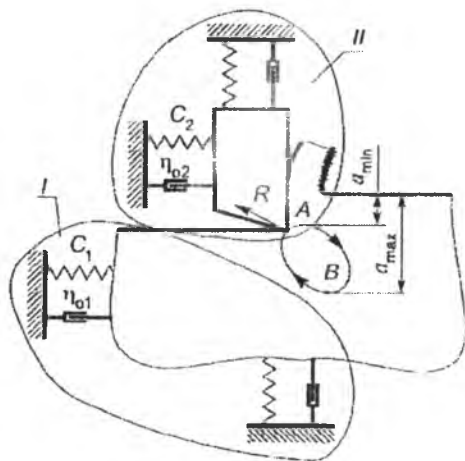
Hozirgi vaqtda qabul qilinganki, avtotebranishlarni uyg‘onishi keskich cho‘qqisining ishlanayotgan zagatovkaga nisbatan vertikal va gorizantal harakterlarini koordinatli bog‘lanishi hisobiga paydo bo‘ladi.

Texnologik tizim SMAZ ning barcha elementlari o‘zlarining elastik xossalari bilan farqlanadi. Ikkita yetakchi tebranuvchi tizim bor (4.12-rasm). [20,21]

Tizim “zagatovka tayanch “past chastotali tebranish harakatlanuvchi ($f=50-300\text{Hz}$), tizim “asbob–tayanch“ yuqori chastotali ($f=800-3000\text{ Hz}$) tebranishda harakatlanuvchi. Bu tebranish tizimlarida yakunlovchi–qulflovchi zveno kesish zonasi hisoblanadi.

Bog‘lanishlar koordinatasi nazariyasi bo‘yicha keskich tebranishi natijasida kesilayotgan qatlam qalinligi $a_{\min}$ dan $a_{\max}$ ga o‘zgaradi. keskich harakati birinchi davrda A dan B gacha keskich kesish kuchi R ga qarshi harakatlanadi va tizim energiya E_1 ni bir qismini yutadi. Harakatni B dan A yo‘nalishida kekich harakatini yo‘nalishi kesish kuchi yo‘nalishi bilan bir tomonga bo‘ladi. Tizimga energiya E_2 qo‘shiladi. Ikkinchi uchastkada kesilayotgan qatlam katta bo‘lgani

uchun; $E_2 > E_1$ va tizim qo'shimcha – ortiqcha energiya oladi, qaysiki, avtotebranishni ushlab turishi uchun ketadi.



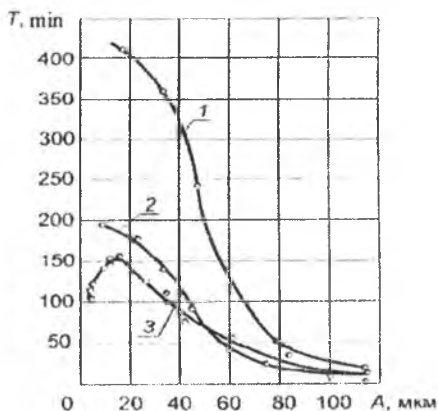
4.6-rasm. Avtotebranishlarda keskich cho‘qqisining nisbiy harakatlanish trayektoriyasi: 1-“zagatovka tayanch” tizimi; 2-“asbob – tayanch” tizimi; η_{01} ; η_{02} – birinchi va ikkinchi elastik tizimni dempfirlash umumlashtirilgan koeffitsiyenti; C_1 ; C_2 – birinchi va ikkinchi dempfirlovchi tebranuvchi tizim bikirligi [22].

Avtotebranish uyg‘onish energiyasini manbayi deb, kesish kuchini o‘zgarishini qatlam qalinligi o‘zgarishida orqada qolishi deb hisoblaydigan nazariya ham bor. [23,24]

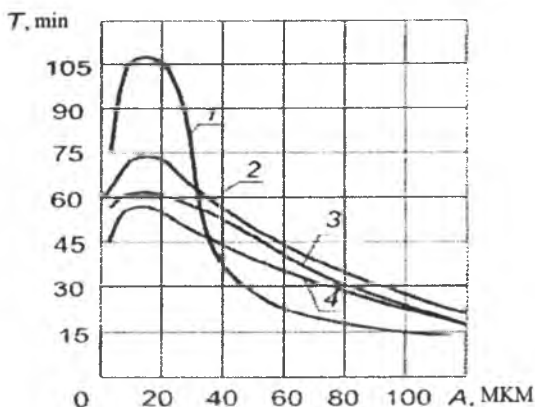
Avto tebranishlarga kesish jarayonini turg‘un emasligi ham ta’sir qilishi mumkin: o’simtani vaqti-vaqti bilan uzilib turishi; qirindi elementlarini chayqatilishi.

4.2.3. Kesishdagi tebranishlarni asboblar turg‘unligiga va ishlangan yuza sifatiga ta’siri

Frezalashtirishda har xil asboblar turg‘unligini avto tebranishlarni keng diapazonda amplituda o‘zgarishlardagi jadalligiga bog‘liqligi 4.13-rasmda berilgan. Yo‘nib ishlash uchun 4.14-rasmda berilgan.

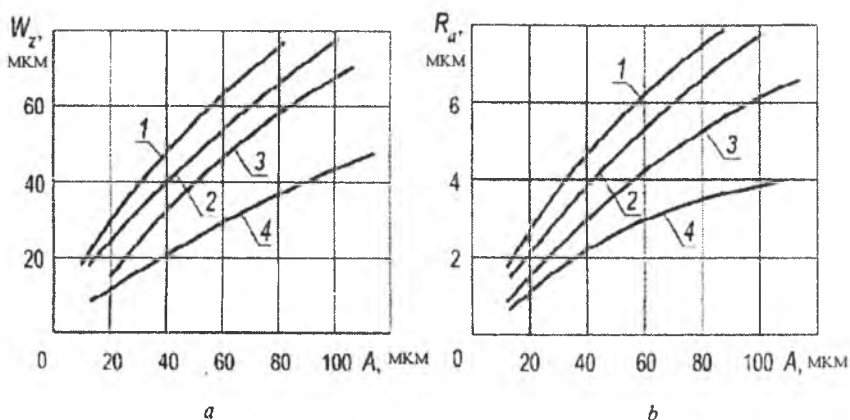


4.13-rasm. Diskli fazoviy va "konsevoy" frezalar bilan ishlashda asbob turg'unligini avtotebranish amplitudasiga bog'liqligi: 1-Diskli freza BK8 ($D=70\text{mm}$, $z=16$, $B=3\text{mm}$, $t=3\text{mm}$, $S_z=0.05\text{ mm}$; $v=1.37\text{m/s}$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=15^\circ$, $\alpha=1^\circ 30'$; ishlanayotgan material OT4); 2-"KONSEVAYA" freza BK8; ($D=40\text{mm}$, $z=5$, $B=13.5\text{mm}$, $t=1\text{mm}$, $S_z=0.056\text{ mm}$; $v=2\text{m/s}$, $\gamma=5^\circ$, $\alpha=15^\circ$, $\omega=5^\circ$; ishlanayotgan material BT20); 3-Ikkinchi variantni o'zi; faqat $\omega=20^\circ$, $z=4$.



4.14-rasm. Yo'nishda asboblarning turg'unligini avtotebranish amplitudasiga bog'liqligi. 1-BK8-08X15H5D2T ($\gamma=10^\circ$, $\alpha=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$, $\varphi_1=15^\circ$, $r=0.5\text{mm}$; $v=0.45\text{ m/s}$; $S=0.2\text{ mm/ayl}$, $t=1.5\text{mm}$); 2- BK8-12X18H9T ($\gamma=0^\circ$, $\alpha=10^\circ$, $v=0.5\text{m/s}$ $S=0.2\text{ mm/ayl}$); 3-ikkinchi variantni o'zi faqat ishlanayotgan material BT9; 4- Ikkinchi variantni o'zi, faqat BK60M-08X15H5D2T.

Avtotebranishlar ishlangan yuza sifatiga qattiq kuchli darajada ta'sir qiladi. 4.15-rasm da to'liq balandligi W_z va g'adir-budurlik balandligi R_a larning yo'nalishidagi avtotebranish amplitudasiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Barcha materiallar uchun tebranish amplitudalarini kattalashishi to'liqlilikni va g'adir - budurlikni oshirgan.



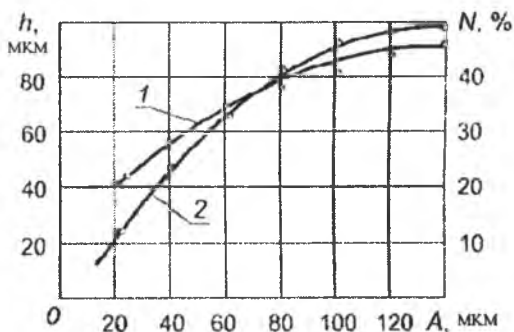
4.15-rasm. Yo'nishda avtotebranish amplitudasiga ishlangan yuza to'liqlining (a) va g'adir - budurlikning (b) bog'liqligi: 1-*сталь 08X15H5D2T*; 2- *сталь 12X18H9T*; 3- *титан qotishmasiBT9*, (1-3 lar $f=140-190\text{Hz}$); 4- *сталь 08X15H5D2Tf=500-600\text{Hz}*)da.

Frezalash jarayonida ham tebranishlar amplitudalari to'liqlinlashga va g'adir-budurlikka hal qiluvchi darajada ta'sir qiladi. Amplitudani ta'siri chastotani ta'siriga nisbatan 5-10 marta kuchliroq.

Tasdiqlanganki, tig'li va obraziv kesishda ishlangan yuza to'liqliligi va g'adir - budurliigi vibratsiya amplituda kattaligi bilan aniqlanadi.

Titan qotishmasini erkin kesishda yuza qatlamini puxtalanish (naklyop) chuqurligi va darajasi avtotebranish amplitudasiga bog'liqligi 4.16-rasm da berilgan.

Chastotasi 240-300 Hz va amplitudasi $A=70\text{mkm}$ gacha bo'lgan avtotebranish puxtalanish darajasini 30% oshirgan. Puxtalangan qatlam qalinligi 100mkm gacha oshgan.



4.16-rasm. Puxtalangan qatlam qalinligi tebranish amplitudasiga bog‘liqligi. Titan qotishmasi BT9ni erkin yo‘nishda: 1-puxtalalanish darajasi –N, % da; 2- puxtalangan qatlam qalinligi, mkm.

4.2.4. Avtotebranishlarni yo‘qotish usullari

Avtotebranish jadalligi tebranishni ushlab turuvchi kuchlar ishlari bilan tizim qarshiligi kuchlar ishlari orasidagi nisbatiga bog‘liq. Demak, tebranishlar jadalligini pasaytirish mumkin ekan. Buning uchun tebranishlarni uyg‘otuvchi kuchlarni kichiklashtirish va tizim qarshiligini kattalashtirish kerak.

SMAZ tizimini tebranishga qarshi kuchlarini ko‘tarishni bir qancha usullari bilan amalga oshirish mumkin.

– SMAZ tizimi elementlarini bikirligini ko‘tarish bilan: barcha harakatadagi “zazor” larni kamaytirib; lyunet ishlatib va h.k.

– har xil tipdagi titirash o‘chirgichlarni (“vibirochasitel” larni) qo‘llab.

– kichik bikirligi zagatovkalar yuzalariga titrash- o‘chirgichli qoplama berish bilan.

To‘lqinlanishni uyg‘otuvchi kuchlarni kichiklashtirishni quyidagi usulda olib borish mumkin:

– plandagi asosiy burchak φ ni va yordamchi burchak φ_1 ni kattalashtirib keskich geometriyasini o‘zgartirib; kesish tig‘i cho‘qqisidagi radiusni kichiklatib; oldingi burchakni kattalashtirib; orqa burchakni kichiklashtirib. [25]

– kesish tig‘lari o‘zgaruvchan qadamli ko‘p tishli asboblarni qo‘llash bilan va oldingi yuzada tiratgich yutuvchi faska hosil qilish bilan.

- kesish davrida titrash yoʻq kesish rejimlarida ishlash.
- zagatovka bikirligi yetarli boʻlmagan holda kesilayotgan qatlam qalinligini uni kengligiga nisbatini kattalashtirib; kesish chuqurligini kamaytirib va surishni kattalashtirib. [26]

Oʻz-oʻzini tekshirish uchun savollar:

1. Kesish kuchini tashkil etuvchilari?
2. Qanday kuchlar texnologik kuchlar hisoblanadi?
3. Har bir kuchni taʼsir qilish zonolari?
4. Kesish kuchini kesish rejimlariga bogʻliqligi?
5. Kesish chuqurligi, surish va kesish tezligini texnologik kuchlar tashkil etuvchilariga taʼsiri?
6. Keskich geometriyasining taʼsiri?
7. Ishlanayotgan materialni kesish kuchlariga taʼsiri?
8. Kesish quvvati qanday hisoblanadi?
9. Avtotebranishlarni hosil boʻlish sabablari?
10. Majburiy avtotebranishlar paydo boʻlishi va ular bilan kurashish?
11. Kesish qatlami va keskich geometriyasini avtotebranishlar amplitudasiga taʼsiri?
12. Tebranishlarni asbob turgʻunligiga taʼsiri?

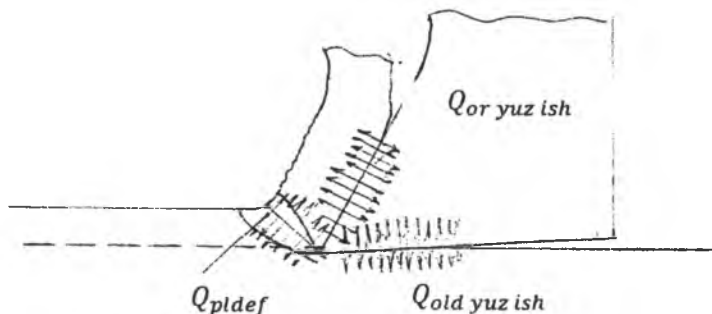
5-BOB. KESISH JARAYONIDA ISSIQLIK HODISALARI

Kesish jarayonida issiqlik hodisalari muhim rol o'ynaydi. Bu issiqlik kesish zonasidagi issiqlikni qaysiki, qirindi hosil bo'lishdagi plastik deformatsiya xarakteriga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi; qirindi kirishishiga, o'simtga kesish kuchlari kesilgan qatlam mikrostrukturalariga ham. Ayniqsa keskich asbobini yeyilish darajasi va uni turg'unligi juda ham kesish issiqligiga bog'liq.

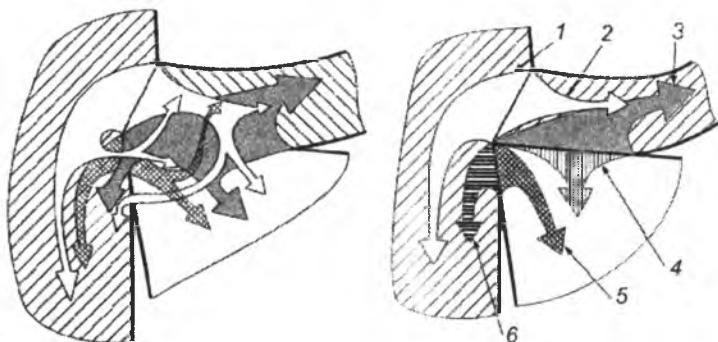
5.1. Kesish harorati manbalari va uni taqsimlanishi

Issiqlik chiqish manbayi qirindini olish paytida sarf qilingan ish mexanik ishning 99,5 % i issiqlikka aylanadi. 0,5 % i ishlanayotgan materialni kristallik strukturasi o'zgartirishga ketadi. Kesish jarayonidagi issiq manbalari bu qirindi olish zonasidagi plastik deformatsiya, keskich oldingi yuzasi bo'yicha ishqalanish ishi va keskich orqa yuzasi bo'yicha bajarilgan ish

$$Q = Q_{pldef} + Q_{old\ yuz\ ish} + Q_{or\ yuz\ ish}$$



Bu uchala manbadan chiqqan issiqlik umuman birlashib murakkab holdagi issiqlik oqimiga aylanib ishqalanayotgan yuzalardan tarqaladi. Bularni tarqalishini murakkabligini quyidagi rasmlardan bilsa bo'ladi.



5.1-rasm. Quruq holda kesilgandagi issiqlik oqimlarining harakat sxemasi:
1-deformatsiya issiqligi ulushi $Q_{zagotovkaga}$ ketuvchi, 2-deformatsiya tezligi ulushi Q_{def} , qirindiga ketuvchi, issiqlik miqdori Q_{ishq} , keskichning oldingi yuzasi bilan qirindi orasidagi ishqalanish natijasida hosil bo'layotgan issiqlik, 4-natijaviy issiqlik oqimi Q_1 , bu keskich oldingi yuzasi bilan qirindini keskich tomonidagi maydonda hosil bo'lgan issiqlik, 5-natijaviy issiqlik oqimi Q_2 , keskichni orqa yuzasi bilan kesish yuzasi orasidagi maydonda hosil bo'layotgan issiqlik, 6-issiqlik miqdori Q_{2T} , keskichni orqa yuzasi bilan zagatovka orasidagi ishqalanish issiqligi.

Hosil bo'lgan issiqlik qirindiga, keskichga va tashqi muhitga tarqaladi:

$$Q_{pl} + Q_{old} + Q_{orqa} = Q_{qir} + Q_{kes} + Q_{tm} + Q_z$$

Keskich materiali sifatiga qarab, ishlanayotgan materialni fizika-mexanik xossalariga qarab, kesish rejimi kesilayotgan qirindi qatlamiga qarab, yuqoridagi 3 manbaning har biri har xil quvvatga ega. Bular quyidagilarga ta'sir qiladi:

1-keshishdagi surish haroratiga – ularni mexanik xossalariga, deformatsiyani osonlashtiradi, ikkinchi tomondan keskichni ishlashini yomonlashtiradi;

2-ishqalanish yuzalari haroratiga ta'sir qiladi, ya'ni keskich yeyilishi tezligiga, qirindini o'rtacha haroratiga qarab issiqlik balansi to'g'risida gapirsa bo'ladi.

Qirindini o'rtacha haroratini kalorimetrik usulda topish mumkin.

$$T_{qtr} = \frac{G(t_k^* - t_0^*)}{G_1 \cdot C} + t_k^*$$

G —uv og'irligi [gr];

t_k^* —kalorimetrdagi suvning tajribadan keyingi harorati;

t_0^* —suvning tajribadagi harorati;

G_1 -qirindining og'irligi [gr];

C-po'latni issiqlik sig'imi.

5.1.1. Kesish issiqligini keskich, ishlanayotgan detal va chiqayotgan qirindi orasida bo'linishi

Ishlanayotgan detalda issiqlikning ozgina qismi yig'iladi. Shuning uchun qabul qilinadiki, keskichga o'tayotgan issiqlikning miqdori umumiy chiqqan issiqlikdan qirindiga ketgan issiqlikning ayirmasiga tengdir. Bu masalani birinchi marta Usachov hal qilgan.

5.1-jadval

Surish S, mm/ayl	Chuqurlik t, mm	V, m/min tezlikdagi qirindiga o'tadigan harorat miqdori		
		10-11	16-17	20
1,0	0,5	-	65-67	74-74,5
1,5	0,75	60-63	70-72	77
2,0	1,0	63	77-78	84-86
3,0	1,5	71	79-82	-

Kesish tezligi ortishi tufayli qirindi bilan ketayotgan issiqlik ham ortadi. Keyingi tekshirishlar shuni ko'rsatdiki, kesish tezligi yanada oshirilganda qirindiga umumiy issiqlikning 90% i o'tishi mumkin. Umuman olganda, ko'pchilik olimlarning ishlari bo'yicha kesish rejimiga qarab issiqlik quyidagicha bo'linadi.

1. Tokarlik ishlashda:

a) 50-80% qirindiga;

b) 40-10% keskichga;

d) 9-3% detalda qoladi;

e) taxminan 1% tashqi muhitga.

2. Parmalab ishlanganda:

a) 28% qirindiga;

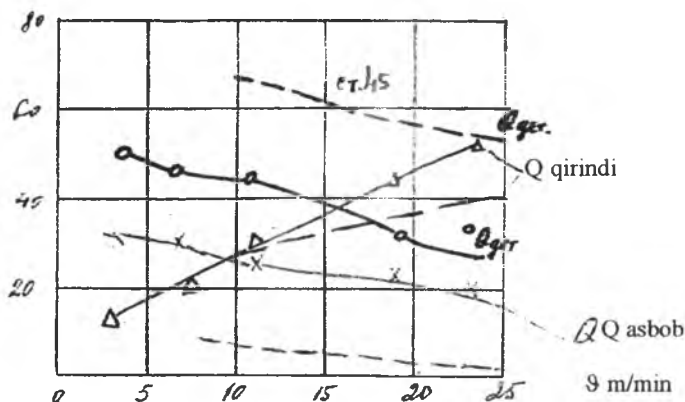
b) 14,5% parmaga o'tadi;

d) 52,5% detalda qoladi;

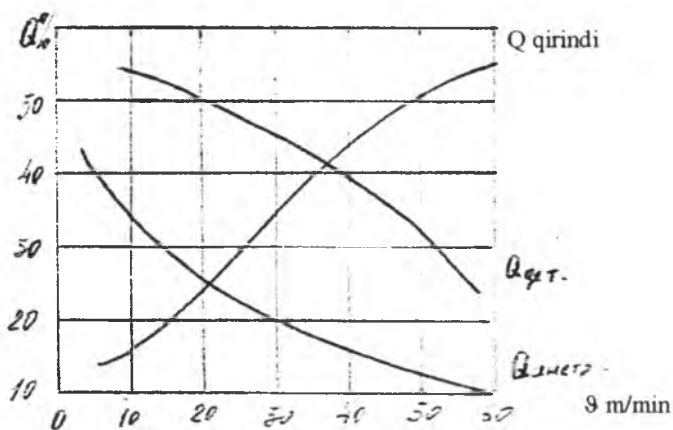
e) 5% tashqi muhitga o'tadi.

Olovbardosh va titan qotishmalarini issiqlik o'tkazish qobiliyati past shuning uchun buning natijasida ularni kesib ishlash jarayonida yuqoridagi balans buzilgan: keskichga o'tadigan issiqlik ko'proq shuning uchun ishlash sharoiti og'ir. Masalan, titan qotishmasini

kesilganda issiqlikning 20% i keskichga o'tadi. Qachonki uglerodli po'latlarni kesishda bor yo'g'i 5% i.



5.2-rasm. BK8-qattiq qotishmay $10^\circ \phi=45^\circ t=1,5 \text{ mms}=0,125 \text{ mm/ayl}$.



5.3-rasm. BT2-titan qotishmasi $10^\circ \phi=45^\circ t=1,5 \text{ mms}=0,125 \text{ mm/ayl}$.

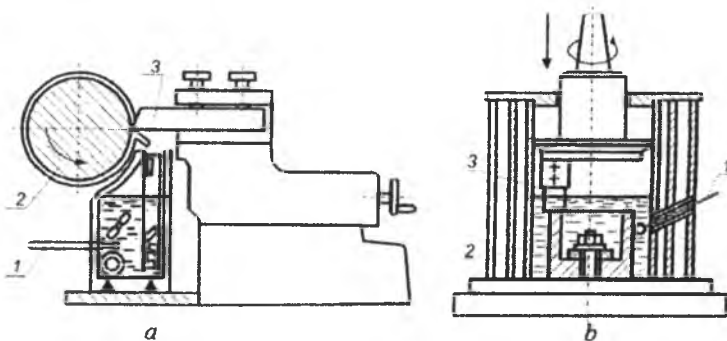
Quyida har xil materiallarni qattiq qotishma bilan kesish jara-yonidagi issiqlikni qirindiga, zagatovkaga va keskichga tarqalishi berilgan.

5.2-jadval

Ishlanayotgan material	Kesish rejimi	Issiqlik miqdori, %		
		Q_{qir}	Q_{zag}	Q_{kes}
Aluminiy	$V=100$ m/min, $S=0,12$ mm/ayl, $t=1,5$ mm	21,0	73,0	2,2
Cho'yan		42,0	50,0	1,5
Stal 40X		71,0	26,0	1,9
Stal 45	$V=30$ m/min, $S=0,3$ mm/ayl, $t=4$ mm	69,2	27,4	3,4
Titan qotishmasi	$V=35$ m/min, $S=0,3$ mm/ayl, $t=4$ mm	73,4	16,8	9,8
Kukun material 20X9-II	$V=100$ m/min, $S=0,08$ mm/ayl, $t=0,1$ mm	55,0	28,0	17,0 ¹

5.2.Kesish haroratini o'lchash

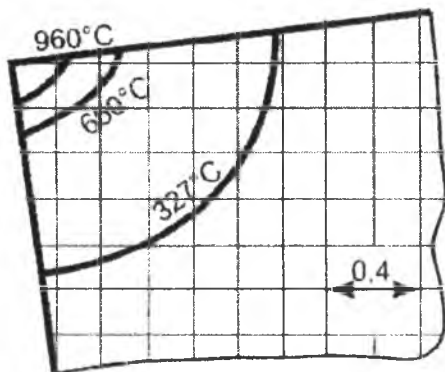
Hozirgi paytda kesish haroratini ekspremental o'rganish usullari xilma-xil va juda ko'p. Ular yordamida chiqayotgan kesish issiqligini uni qirindiga, zagatovkaga, keskichga tarqalishini, keskichni kontakt yuzalar orasidagi haroratni, deformatsiya zonasidagi va keskichdagi harorat maydonini va hokazolarni aniqlash mumkin. Bular ichida eng tarixiysi, soddasi kalorimetrik usul bunda qirindiga, zagatovkaga va keskichga o'tayotgan issiqlik miqdorini hamda o'rtacha kesish haroratini aniqlash mumkin.



5.4-rasm. Kalorimetr sxemasi: 1 – termometr; 2 – zagatovka; 3 – keskich.

1. **Kalorimetrik usul.** Kesishda olingan issiq qirindi o'sha zahotiy oq kalorimetrga tashlanadi. Kalorimetrdagi suvni massasini bilgan holda hamda kalorimetrdagi suvning o'zgarishini bilib qirindining o'rtacha haroratini aniqlash mumkin (5.4-rasm).

2. **Eruvchi plyonkalar usuli.** Bunda keskichni kontakt yuzalariga vakuumda toza metalni plyonkasi beriladi. Plyonkaning erish harorati aniq. Kesish harorati borib yetgan yuzalardagi plyonka eriydi va harorat izotermasini ko'rsatadi (5.5-rasm).

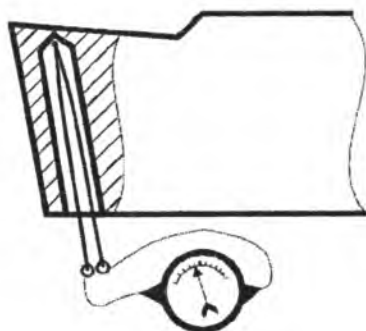


5.5-rasm. Po'lat 45 ni mineralokeramik keskich bilan bir daqiqa davomida kesishdagi izotermalar: kesish tezligi $V=500$ m/min, metallik plyonkaning qalinligi 0,05 mkm.

3. **Termokraskalar usuli.** Bu usulda toza metall o'rniga maxsus tarkibdagi kraska ishlatiladi. Kraska harorat ta'sirida o'z rangini o'zgartiradi.

4. **Termojuftliklar (termopara) usuli.** Bu usullar ikki xil tok o'tkazuvchi materialni birlashtirilgan uchi qizdirilsa erkin uchida termoelektrik yurutuvchi kuch hosil bo'lishiga asoslangan (TEYK). TEYK kattaligi birlashtirilgan uchi (issiq uchi) va sovuq uchlari orasidagi haroratlar farqiga bog'liq. Sovuq uchiga millivoltmetr ulab TEYK ni o'lchash mumkin.

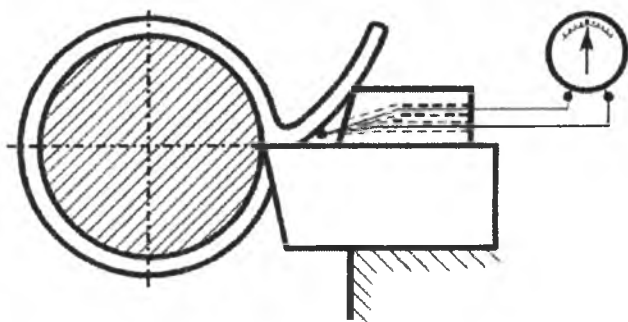
4.1 **Sun'iy termojuftlik usuli.** Bunda keskich tanasiga uning oldingi yoki orqa yuzasiga yaqin joyigacha kichik diametrdagi (0,2-0,5 mm) teshik ochiladi. Ochilgan teshikka izolatsiya qilingan termojuftlik o'rnatiladi (5.6-rasm). Termojuftlik va keskich tegib turgan joydagi harorat galvonometr bilan o'lchanadi.



5.6-rasm. Sun'iy termojuftlik usuli bilan kesish haroratini o'lchash sxemasi.

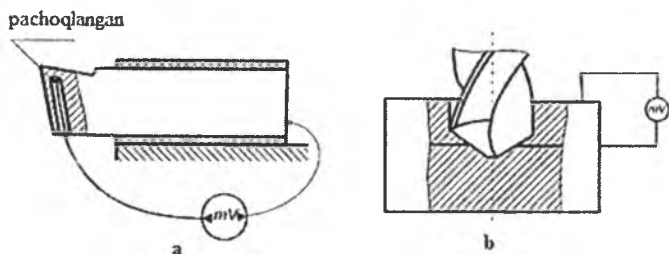
Bu usul bilan keskichni oldingi va orqa yuzalaridagi har xil nuqtalaridagi haroratni o'lchash mumkin va shu bilan kesish harorati maydonini belgilash mumkin. Bu usulni kamchiligi shundan iboratki, termojuftlik uchi tegib turgan joyidagi harorat o'lchanadi, oldingi yok orqa yuzadagi harorat emas.

4.2 Sirpanuvchi yoki yuguruvchi termojuftlik usuli. Qirindining keskich tomoni bo'yicha sirpanuvchi termojuftlik sxemasiga asoslangan. Bu usulda qirindi sirpanib o'tuvchi yuzadagi haroratni ancha aniq o'lchash mumkin (5.7-rasm).



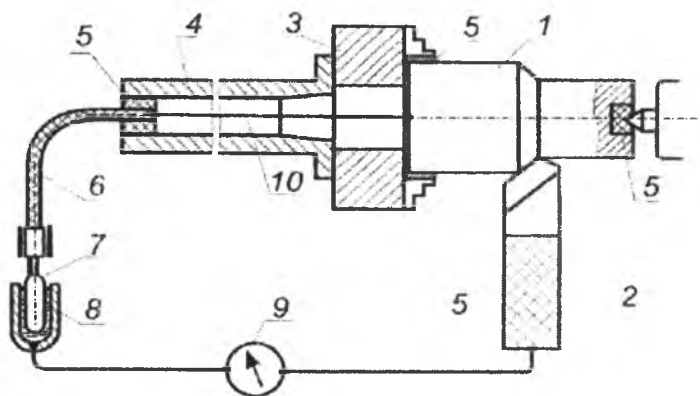
5.7-rasm. Qirindining keskich tomoni bo'yicha sirpanuvchi termojuftlik sxemasi.

4.3 Yarim suniy termojuftlik usuli. Bunda tok o'tkazuvchi sifatida keskich yoki zagatovka olinadi termojuftlikning ikkinchi qismi sifatida an'anaviy tok o'tkazuvchi olinadi. Qaysiki, keskichga yoki zagatovkaga ulanadi (5.8-rasm).



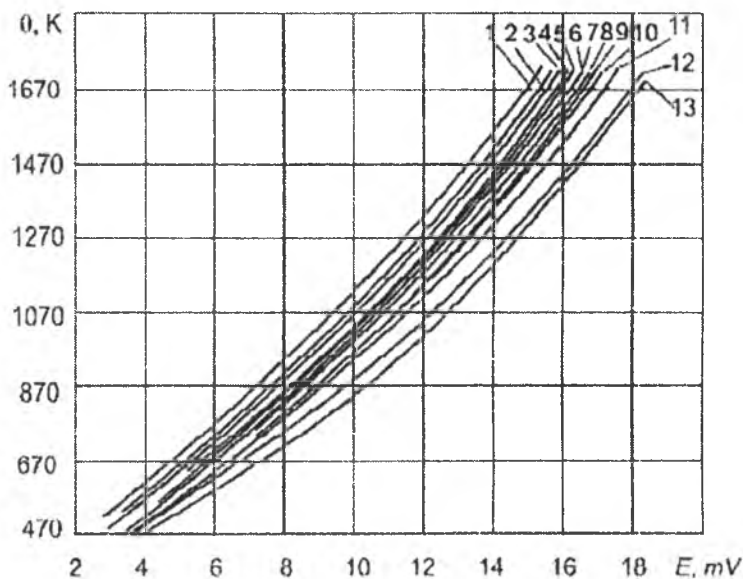
5.8-rasm. Yarim sun'iy termojuftlik sxemasi:
a) o'tkazuvchi instrument; b) zagatovka o'tkazuvchi.

4.4 Tabiiy termojuftlik usuli. Bu usulda termojuftlikning elementlari sifatida zagatovka va keskich qabul qilingan, qaysilariniki, materiallari har xil termoelektrik koeffitsiyentga ega. Keskich cho'qqisi – zagatovka – qirindi kontakti termojuftlikning issiq uchi hisoblanadi. Issiqlik haroratini tabiiy termojuftlik usulida o'lchashni prinsipal sxemasi (5.9-rasm) berilgan.



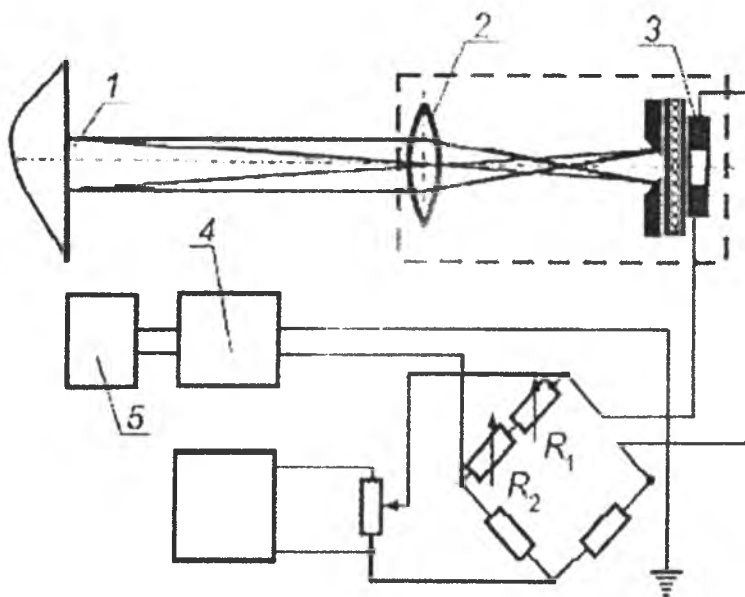
5.9-rasm. Kesish jarayonidagi haroratni tabiiy termojuftlik usulida o'lchashni sxemasi: 1-zagatovka; 2-keskich; 3-patron; 4,5-ftulka; 6,7,8-tok o'tkazgich; 9-galvonometr; 10-tok o'tkazgich.

Zagotovka (1) stanok patroni (3) dan dielektrik prokladka (5) yordamida izolyatsiya qilinadi. Keskich (2) stanokni keskich ushlagichidan prokladka bilan izolatsiya qilinadi. Kesish jarayonidagi hosil bo'lgan termoelektrik kuch galvanometr bilan o'lchanadi. Bu usulni kamchiligi har bir termojuftlikning materiallari uchun ishlanayotgan va keskich materiallari uchun posanglash-tarirovkalash grafigini majburiyligi (5.10-rasm).



5.10-rasm. Tabiiy termojuftliklarning tarirovkalash chiziqlari:
*qattiq qotishma T15K6 – turli po'latlar: 1 – 30XFC; 2 – 20XH; 3 – Y10A;
 4 – 65F; 5 – Y7; 6 – po'lat 40; 7 – Cm5; 8 – Cm3; 9 – po'lat 20; 10 – po'lat
 10; 11 – 40X; 12 – IIX15; 13 – 20X.*

5. Haroratni kontaktsiz o'lchash usullari. Bu usul ishlash davrida detal yoki keskich tomonidan issiqlik nurlarini qabul qilib belgilashga asoslangan. Qizigan (1) yuzadan chiqayotgan yuzadan issiqlik nurini linza (2) orqali yig'ib fotoelement (3) ga uzatish (5.11-rasm). Issiqlik nuri ostida fotoelementda tok hosil bo'ladi. Bu tokni kuchaytiruvchi tok orqali kuchaytiriladi va o'lchagich qurilma (5) bilan o'lchanadi.



5.11-rasm. Keskich – asbob, detal va qirindi o'lchash uchun fotoelektrik pirometr sxemasi.

6. Analitik usul.

5.3. Kesish haroratiga ta'sir qiluvchi faktorlar

Kesish harorati kesish tezligiga nisbatan kichikroq jadallikda o'sadi. Keskich qizigan sari qirindi va keskich orasidagi haroratlar farqi pasayadi. Shuning uchun issiqlikni qirindidan keskichga o'tish jadalligi ham pasayadi. Demak, kesish tezligi kattalashishi bilan keskich harorati ahamiyatli ko'tariladi, lekin kesish tezligiga nisbatan kamroq.

Kesish tezligi.

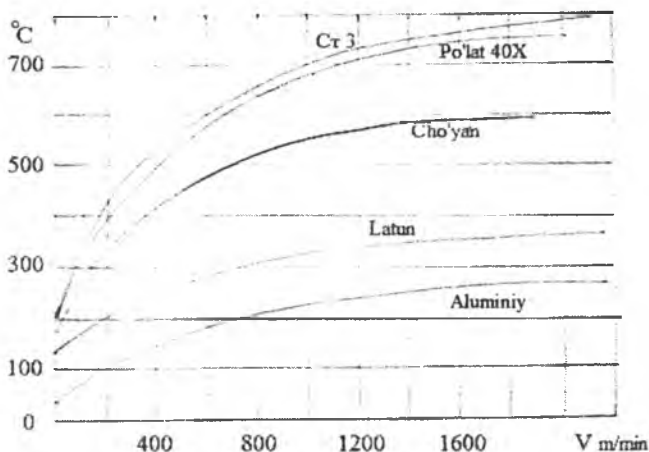
Tezkesar po'lat uchun,

$$v=5-20 \text{ m/min da } Q=c \cdot v^{0,5}$$

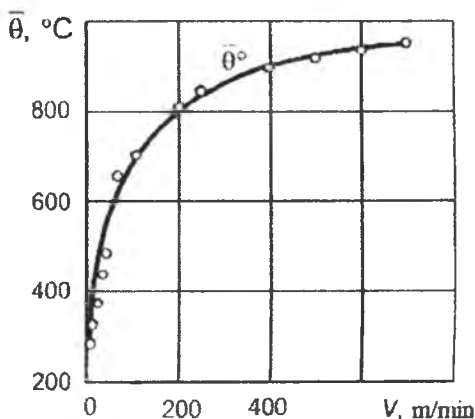
$$v=15-35 \text{ m/min da } Q=c \cdot v^{0,4}$$

Qattiq qotishma uchun,

$$v=45-185 \text{ m/min da } Q=c \cdot v^{0,22}$$

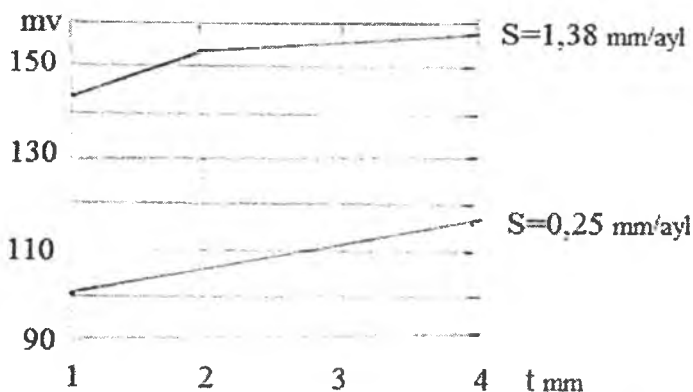


5.12-rasm.

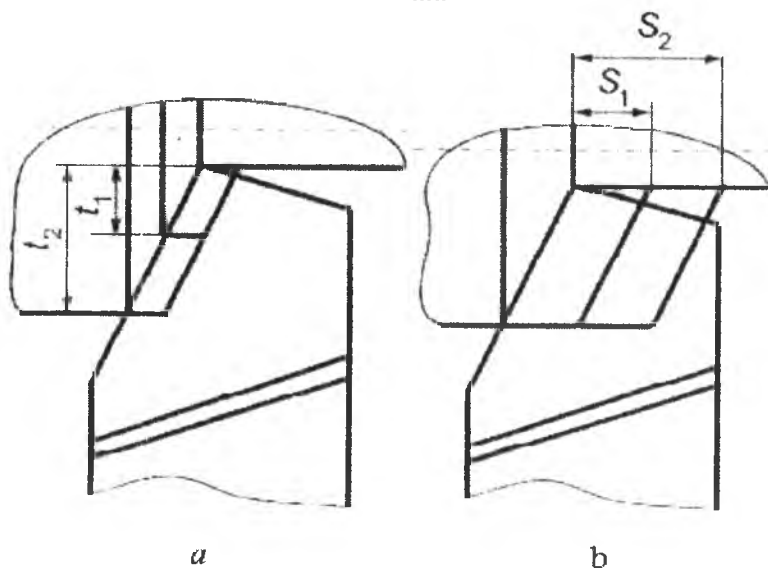


5.13-rasm da po'lat 40X T60K6 qattiq qotishma kesish davridagi kesish tezligini kesish haroratiga ta'siri ko'rsatilgan $t=1,5$ mm, $s=0,12$ mm aylanishga.

Kesish chuqurligi kattalashishi bilan kesish harorati ham kattalashadi, lekin ko'p emas. Negaki, kesish chuqurligi kattalashishi bilan bir tomondan ajralayotgan issiqlik ko'payadi. Ikkinchi tomondan keskichni issiqlik o'tkazish yaxshilanib kattalashadi (keskichni aktiv yuzasi ortgani uchun 5.15a-rasm).

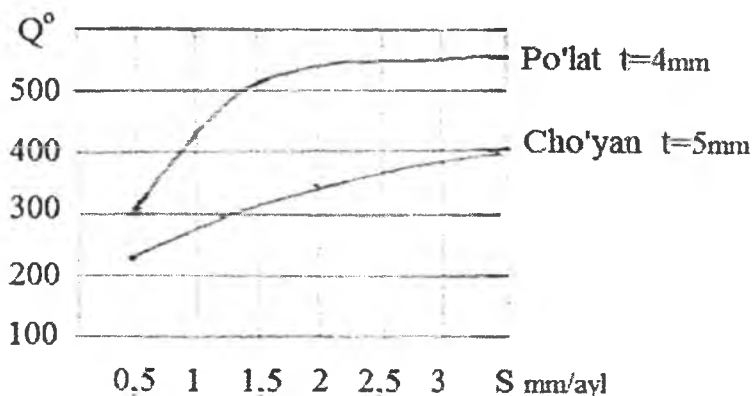


5.14-rasm.



5.15-rasm. Kesish davrida kesish chuqurligi (a) va surishni issiqlik o'tkazishga ta'sirini o'ziga xosligi (b).

Surish kattaligi surish tezligi ortishi bilan kesish harorati ham kattalashadi, lekin kesish tezligi ta'siriga nisbatan ancha kam va kesish chuqurligiga nisbatan ko'proq. Negaki, keskichni issiqlik o'tkazish qobiliyati kamaymaydi (5.15b-rasm).



5.16-rasm.

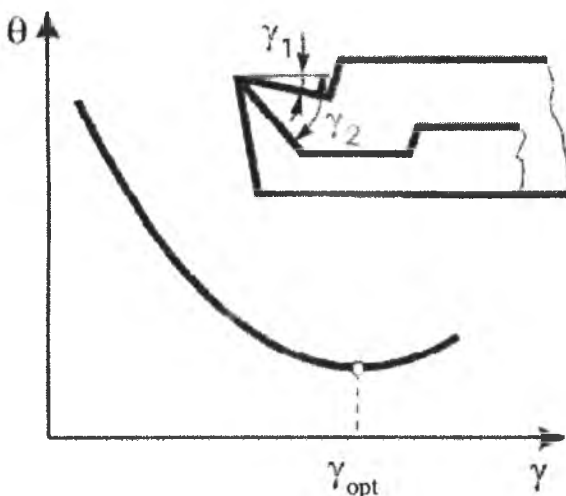
Yuqoridagilardan kelib chiqadiki, kesish haroratni pasaytirish nuqtayi nazaridan keng va yupqa qirindi olish sharoitida ishlash maqsadga muvofiq.

Ishlanayotgan materialni fizika-mexanikaviy xossalarini ta'siri. Tabiiyki, mo'rt materiallarni (cho'yan) kesishda plastik deformatsiya uchun sarflangan ish juda kam va nisbiy kesish kuchlari ham kichik, kesish harorati sezilarli past po'latni kesish davriga nisbatan. Ishlanayotgan materialning mustahkamligi, qattiqligi va plastikligi ortishi bilan kesish harorati ham oshadi. Kesish haroratiga ishlanayotgan materialning issiqlik o'tkazish qobiliyati ham katta ta'sir ko'rsatadi. Issiqlik o'tkazishi kichkina bo'lgan olovbardosh, zanglamaydigan va boshqa qiyin ishlanadigan po'latlarning kesish harorati oddiy po'latlarnikidan ancha yuqori. Titan qotishmalarining issiqlik o'tkazish qobiliyati juda ham kam, shuning uchun ularning kesish harorati juda yuqori.

Keskichning geometrik parametrlarining ta'siri.

a) Oldingi burchak γ kattalashishi bilan kesish kuchi va ishi kamayadi. Demak, chiqayotgan issiqlik ham kamayadi. Lekin issiqlik o'tkazish sharoiti yomonlashadi, ya'ni keskich tig'i ingichkalashib qoladi. Shu darajagacha borishi mumkinki, keskich issiqlik o'tkazish qobiliyati hisobiga kesish harorati ko'tariladi (5.17-rasm).

b) Keskich orqa burchagi α ni ta'siri yuqoridagi oldingi burchak γ ning ta'siriga o'xshaydi.



5.17-rasm. Oldingi burchakni o'rtacha kesish haroratiga ta'siri.

d) plandagi asosiy burchak ϕ ni ta'siri. Plandagi asosiy burchak kichiklashishi bilan keskich kallagini baquvvatligi oshadi, issiqlik o'tkazish qobiliyati ortadi, kesish harorati pasayadi. γ kattalashishi bilan kesish harorati ham oshadi, chunki, asosiy kesish tig'ining kesish jarayonida ishtirok etayotgan aktiv qismi kichiklashadi. Natijada issiqlik o'tkazish yomonlashadi, kesish harorati ko'tariladi.

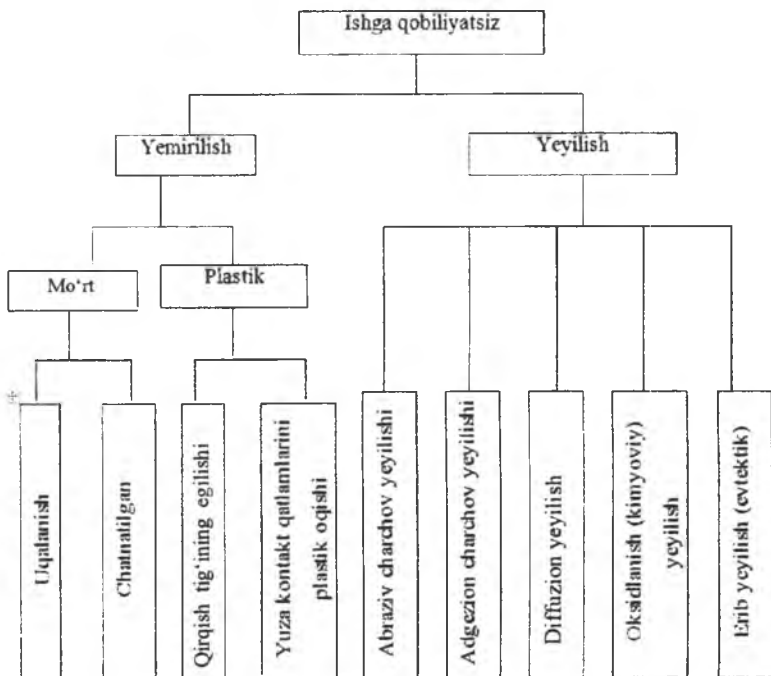
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Kesish issiqligini kelib chiqish manbalari.
2. Kesish issiqligini taqsimlanishi.
3. Kesish haroratini o'lchash usullari.
4. Tabiiy termojuftlik usulini tushuntirib bering.
5. Kesish haroratiga ta'sir qiluvchi faktorlar.
6. Keskich geometriyasini kesish haroratiga ta'siri.

VI-BOB. KESUVCHI ASBOBLARNING YEYILISHI VA TURG'UNLIGI

6.1. Keskich asbobini ishlash qobiliyati

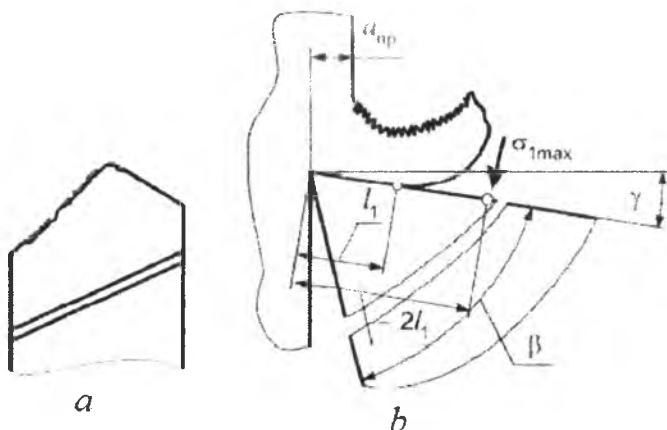
Kesish asbobini ishlash qobiliyati deb, uni o'rnatilgan va talab qilingan normativ - texnik hujjatlardagi javob beradigan qirindi olish qobiliyatiga aytamiz. Kesish jarayonida ishlash qobiliyatini o'zini yemirilishi va yeyilishi natijasida yo'qotadi. Quyida hozirgi zamon ko'rinishida ishdan chiqish sxemasi berilgan.[27]



6.1-rasm. Keskich asbobini ishlash qobiliyatini yo'qolish sabablarini hozirgi zamon ko'rinish sxemasi.

6.2. Keskich asbobi tig'ini mo'rt yemirilishi

Mo'rt yemirilish mikrodarzlarni asta-sekin yig'ilishi va rivojlanishi natijasida tashqi kuch ta'sirida makrodarzgga aylanishi natijasida vujudga keladi. Bu ikki xil bo'ladi: uqalanish va chaqnatish (6.2-rasm).



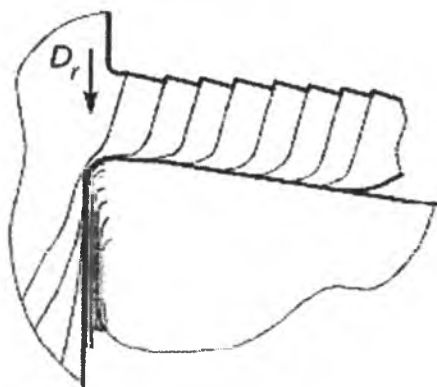
6.2-rasm. Keskich asbobi tig'ini mo'rt yemirilishi a) uqalanish, b) chaqnatish.

Uqalanish deb, keskich tig'ini mayda bo'laklarini ajralishiga aytiladi. Odatda, zarrachalar qirindini oldingi yuza kontakt qismlaridan kichik bo'ladi. Odatda, bu yemirilish keskich yuza nuqsonlari; charxlash nuqsonlari; keskich materiali strukturalarini bir xil emasligi; qoldiq kuchlanishlar va boshqalar bilan bog'liq. Uqalangan qirra bilan kesish mumkin, lekin oxirida falokatga olib kelishi mumkin. Chatnatilib yemirilishda keskichni nisbatan katta hajmli qismi ajraladi. O'lchami qirindini oldingi yuza kontaktidan katta bo'ladi, bundan keyin kesib bo'lmaydi. Uqalanishga kesish qatlami qalinligi eng katta ta'sir ko'rsatadi. Kesish tezligi ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Oldingi burchak kattalashishi bilan qatlam qalinligi ham kattalashadi. Plandagi burchak ϕ ni kattalashishi qatlam qalinligini kamayishiga olib keladi. Keskich materialini uzilishga bo'lgan mustahkamligi kattalashishi bilan kesilayotgan qatlam chegara qalinligi ortadi. Chegara qatlam qalinligini kichiklashishi asbobsozlik materiallari uchun quyidagi tartibda:

tezkesar po'latlar, BK guruhidagi qattiq qotishmalar, TTKva TK guruhlaridagi, keramika.

6.3. Kesish tig'ini plastik yemirilishi

Kesish jarayonida shunday kesish sharoitlari borki, asbobsozlik materialini xossalari shunday o'zgaradiki, keskich qirindi olishga holati qolmaydi. Chunki plastik deformatsiyaga duchor bo'ladi. Bu jarayonni rivojlanishiga asbobsozlik materialini kritik haroratdan yuqorida qizishi va yumshalishi yordam beradi. Bu hodisa yuqori kuchlanish va yuqori harorat bilan xarakterlanadi. Ikkinchi faktorlardan biri kesish tig'ini har tomonlama qisilishidan. Ma'lumki, material har tomonlama qisilganda uning plastikligi yetarli darajada ortadi. Asbobsozlik materialini yuza kontakt qatlamlarini plastik oqishi va uni qirib tashlanishi keskich orqa yuzasi bo'yicha o'tadi (6.3-rasm). Ba'zi hollarda tezkesar po'latida bu hodisa tig'ni oldingi yuzasi bo'ylab kuzatiladi.



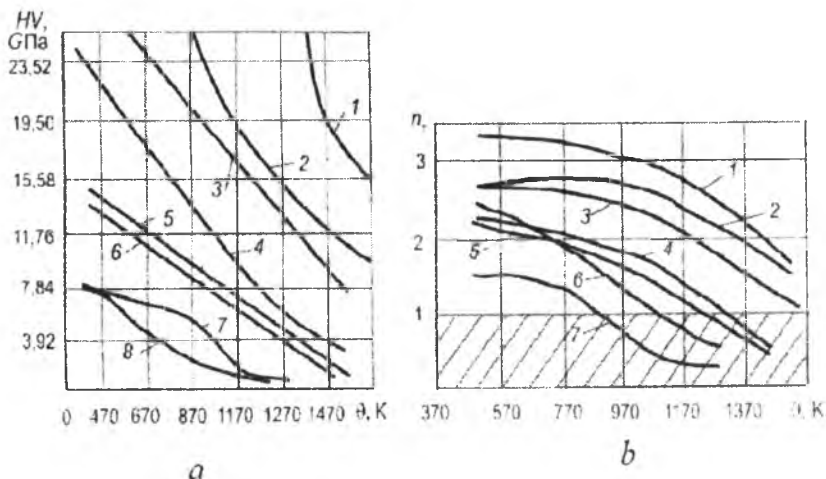
6.3-rasm. Orqa yuzaga tegishli kontakt qatlamlarni plastik oqishi.

Shunday qilib, asbobsozlik materialini plastik mustahkamligi uni yuqori haroratlarda o'z qattiqligini saqlash qobiliyatiga, ya'ni issiq-bardoshliligiga bog'liq. Asbobsozlik materialini plastik yemirilishiga qarshiligini baholash uchun plastik mustahkamlik zaxira koeffitsiyentidan foydalaniladi. Quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$n_T \approx \frac{HV_a}{\sqrt{HV_{qir}^2 + HV_k^2}}$$

bu yerda,

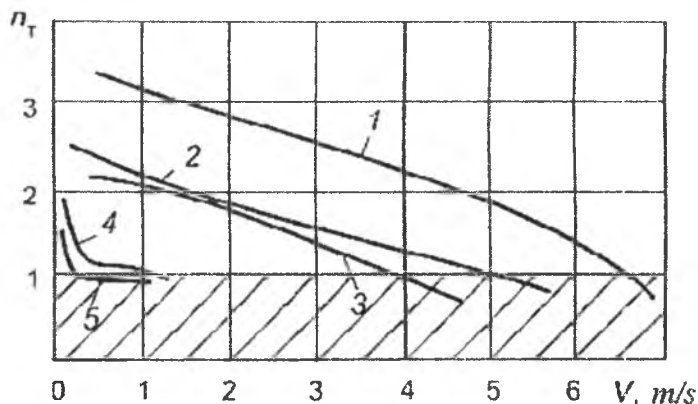
HV_a – kesish haroratida asbobsozlik materiali kontakt qatlamlaridagi qattiqligi; HV_{qir} – qirindi qattiqligi; HV_k – kesish tig'i yonidagi haroratda ishlanayotgan materialni orqa yuza bo'yicha kontakt qatlamlarini (plastik deformatsiyalangan qattiqligi).



6.4-rasm. Har xil asbobsozlik materiallarini qattiqligini (a) va plastik mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyenti (b) haroratga bog'liqligi; 1.Olmos, 2.Kompozit, 3.Kremniy karbiđi, 4.Elektrokorund, 5.T15K6, 6.BK8, 7.P18, 8.Y12, 1.SM332, 2 va 3.Kam volframli qattiq qotishmalar, 4.BK8, 5. T15K6, 6.Volframsiz qattiq qotishmalar, 7.P18 ishlanayotgan material – 40X.

6.4a-rasm da har xil asbobsozlik materiallarini “issiq” qattiqligini haroratga bog'liqligi berilgan.

Formula 6.1 bo'yicha plastiklik mustahkamlik zaxira koeffitsiyentini hisoblash kesish haroratiga qarab, 6.4b-rasm asbobsozlik materiallarini ratsional foydalanish oblastim bilish imkonini beradi (6.5-rasm). Rasmdagi plastik mustahkamlik zaxira koeffitsiyenti 1 dan kichik holatida (shtrixlangan zona) kesish mumkin emas.



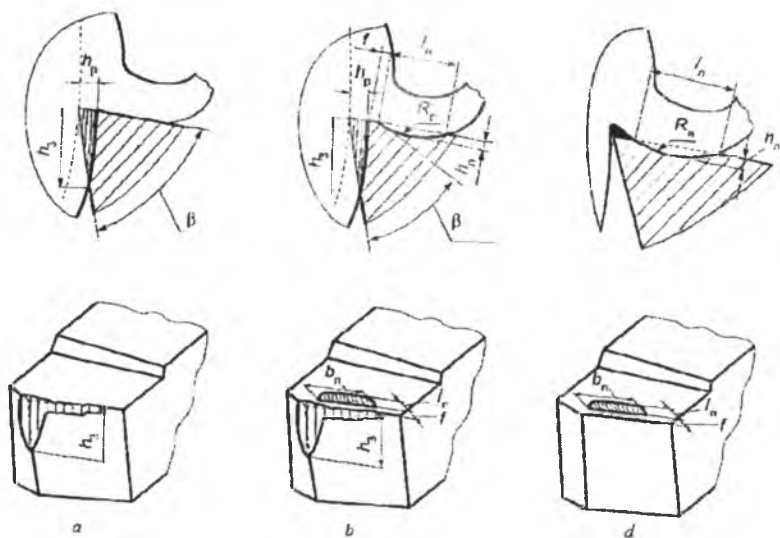
6.5-rasm. Har xil materiallarni qattiq qotishmali T15K6 bilan kesib ishlagandagi plastik mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentini kesish tezligiga bog‘liqligi; 1 – сталь 40; 2 – 12X18H9T; 3 – ШХ15; 4 – XH70BMTЮ; 5 – XH55BMTKЮ.

Agar keskich kesish tig‘i ishlanayotgan materialni erish haroratida ham o‘z formasini (turg‘unligini) saqlasa plastik mustahkamlik chegarasi kesish tezligini chegaralamaydi. Masalan mis, latun, bronzalarni qattiq qotishmalar bilan alminiyni tezkesar po‘lati bilan xohlagan tezlikda kesish mumkin. Olovbardosh po‘latlarni titan qotishmalarni va boshqa qiyin ishlanadigan materiallarni qaysilarki, issiqlik o‘tkazishi past bo‘lgan kesish tezligi ko‘pincha asbobsozlik materialini plastik mustahkamligi bilan chegaralandi.

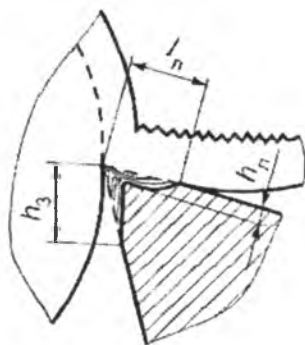
6.4. Keskichni kesish qismini yeyilishi

Kesish jarayonida qirindi va kesish yuzalarini keskichni kesish tig‘i bilan o‘zaro ta’siri natijasida keskichni oldingi va orqa yuzalaridagi kontakt maydonlari yeyiladi. Bu maydonlarni yeyilishi uzluksiz sodir bo‘ladi. Bu kesish jarayonini boshidan oxirigacha va amalda barcha ishlash sharoitlarida shuning uchun asbob keskich qismini yetarli darajadagi mustahkamligi bilan bir qatorda u yuqori yeyilishga qarshi turg‘un bo‘lishi kerak. Barcha asboblarning tipiga va vazifasiga qaramasdan ko‘proq orqa yuza bo‘yicha yeyiladi (yeyilishni birinchi ko‘rinishi 6.6 a-rasm, bir yo‘la orqa va oldingi yuza bo‘yicha (yeyilishni ikkinchi ko‘rinishi 6.6 b-rasm. Ba’zi hollarda qora ishlarda

turg'un o'simta hosil bo'lish sharoitida o'simta orqa yuzani kesish yuzasi bilan kontaktdan va yeyilishdan saqlaydi. Bunda uchinchi yeyilish ko'rinishi ko'rinadi, ya'ni ko'proq oldingi yuza bo'yicha yeyiladi (6.6 d-rasm).



6.6-rasm. Keskich kesish qismini yeyilish ko'rinishlari.



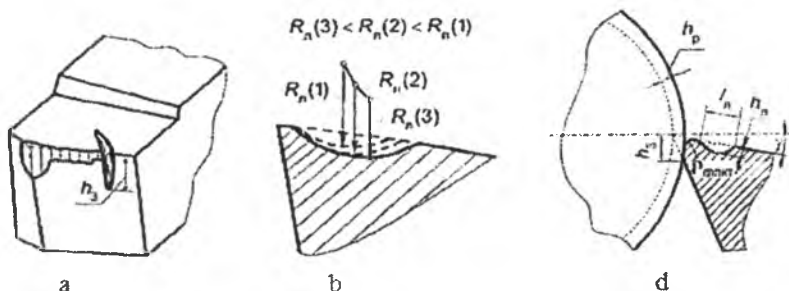
6.7-rasm. O'simta bo'lmaganda oldingi va orqa yuza bo'yicha yeyilishni ko'rinishi.

Birinci ko'rinish bo'yicha yeyilishda keskich orqa yuzasida yeyilish maydoncha hosil bo'ladi, yeyilish maydonchasi kengligi h_2

belgilanadi. Odatda maksimal kenglik keskich cho'qqisi tomonda bo'ladi. Ikkinchi ko'rinishdagi yeyilishda orqa yuza bo'yicha yeyilish bilan bir qatorda oldingi yuza bo'yicha ham yeyiladi, chuqurcha ko'rinishida. O'simta bor sharoitda chuqurchani boshlanishi asosiy kesish tig'idan ma'lum masofa naribroqda bo'ladi. Agar o'simta bo'lmasa va keskich orqa yuza bo'yicha "faska" (ostona) ham bo'lmasa chuqurcha kesish tig'idan boshlanadi (6.7-rasm).

6.5. Asbobni kesish qismini yeyilishini tashqi ko'rinishi

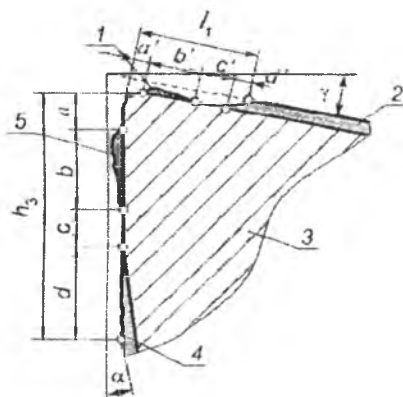
Kesish jarayonida lunaning uzunligi l_l va chuqurligi h_l kattalashadi, uning egrilik radiusi esa R_l esa kichiklashadi (6.8b-rasm). Odatda lunka uzunligi kesish qirrasi yo'nalishi bo'yicha sekinroq o'sadi, teskari tomonga nisbatan. Lunka va faska birlashganda kesish tig'i o'tkirlashish burchagi kichiklashadi, qirrani yumaloqlashish radiusi haqiqiy radiusi ρ_{amalda} (6.8d-rasm).



6.8-rasm. Keskich qirrasidagi qirilgan chuqurlik (a), oldingi yuzadagi lunka egriligini radiusini o'zgarishini ketma-ketligi (b) va yeyilish davomida kesish tig'ini yumaloqlanish radiusini kattalashishi (d).

Natijada qirra mustahkamligi pasayadi, balki kesish qirrasi uqalanadi. Asbob yeyilish xarakteri asosan ishlanayotgan material ko'rinishi, kesilayotgan qatlam qalinligi va kesish tezligi bilan aniqlanadi. Plastik materiallarni (po'latlar) ishlanayotganda keskichni birinchi va ikkinchi ko'rinishlar bo'yicha yeyilishi ko'proq uchraydi. Mo'rt materiallarni (cho'yan, kremniy va boshqalar) ishlanayotganda asosan orqa yuza yeyiladi. Ya'ni yeyilishni birinchi ko'rinishi namoyon bo'ladi. Surish S va kesish tezligi V taxminan bir xil ta'sir qiladi. S va

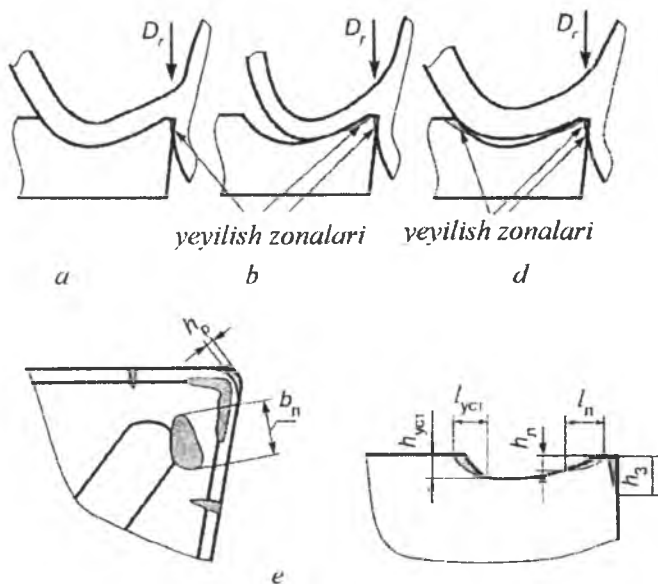
V ni kichikligida ko'pincha – afzalroq orqa yuza yeyiladi (toza ishlash rejimida), S va V ni kattalashishi bilan oldingi yuza bo'yicha yeyilish ko'proq bo'ladi. Oldingi burchak va moylovchi sovutuvchi texnologik muhitlarni (MSTM) qo'llanilishi yeyilish ko'rinishiga kam ta'sir qiladi. Oldingi burchakni kattalashishida va sovitish ta'siri yuqorili MSTM ni qo'llanilishida birinchi ko'rinish yeyilishi ikkinchi yeyilish turiga o'tadi ayniqsa, S va V ni katta qiymatlarida. Qoplamali asboblarni yeyilishini o'ziga xos xususiyatlari bor. Birinchi navbatda qoplamani adgezion aktivligini kamayishi; bu oldingi yuza bo'yicha kontakt uzunligini kamaytiradi, buni hisobiga bu yuzaga o'rtacha normal bosim ahamiyatli kattalashadi. Uglerodli po'latlarni ishlashda uglerodli po'latlarni tezkesar po'latlardan yasalgan qoplamali 2 asbob bilan o'rtacha tezlikda kesilganda ikki-uch daqiqadan so'ng qoplama yemiriladi. Lunkani hosil bo'lish joyida (6.9-rasm).



6.9-rasm. TiN qoplamali tezkesar po'lati yasalgan asbob yeyilishini formasi.

Lekin yuqoriroq kontakt bosimlari va lunkani orqa tomonida qoplamani qoldiqlarini (orollari) borligi va qirindini keskich yuzasida zich qatlam hosil bo'lgani uchun lunkani kesish tig'i tomoniga o'sishi kamayadi. Bundan tashqari, faskadagi yuqori kontakt bosim kesish tig'i oldidagi faskada turg'un qotib qolgan zonani hosil qiladi; Qaysiki, orqa yuzani yeyilishdan saqlaydi. Shuning uchun oldingi yuza bo'yicha yeyilish ustun bo'ladi. Kesish tezligini oshirganda yoki qiyin ishlanadigan materiallarni ishlaganda kontakt yuzalardagi yuqori

harorat turg'un qatlam hosil qilishga ruxsat bermaydi. Shuning uchun qoplamani himoya vazifasi orqa yuzada namoyon bo'ladi. Qattiq qotishmali charxlanmaydigan plastinkali va qirindi sindiradigan lunkali keskich bilan kesilganda yeyilish jarayoni boshqacha o'tadi. Qirindini lunkani to'la aylanib o'tishi kam uchraydi (6.10a-rasm).



6.10-rasm. Qirindi sindiruvchi ariqchalik charxlanmaydigan qattiq qotishma plastinkalarini yeyilish formasi.

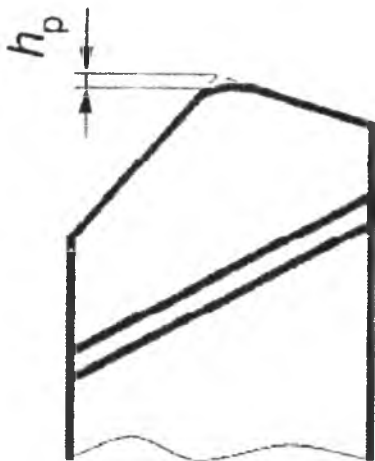
Bu normal bosimni kamayishiga va yeyilishni faqat orqa yuza bo'yicha o'tishiga olib keladi. Chuqurchani katta radiusligida ko'pincha u oldingi burchakni kattalashtiradi, qirindini erkin chiqishiga xalaqit qilmasdan. Kesish tig'idagi manfiy ostonaga turg'un oqmay qolgan tana hosil qilishga yordam beradi. Shuning uchun orqa yuza yeyilishdan tashqari puxtalanuvchi ostonaga orqasida oldingi yuza yeyilishi ham mumkin (6.10b-rasm).

Eng ko'p holatda chiqayotgan qirindi sindiruvchi to'siqqa duch keladi va qo'shimcha o'raladi (6.10d-rasm). Bu oldingi yuza bo'yicha kontakt uzunligini kichiklashtiradi. Kontakt kuchlanishni ko'paytiradi, oldingi yuza bo'yicha yeyilishni ko'paytiradi (6.10e-rasm).

Keskich yeyilishligini baholash uchun to'rtta parametr ishlatiladi: chizig'iy, o'lchamli, og'irligi (massaviy) va nisbiy yeyilish.

Chizig'iy yeyilish h_z bu orqa yuza bo'yicha yeyilgan maydonni kengligi yoki chuqurchani (lunka) chuqurligi.

Toza rejimlarda asosiy amqlovchi o'lchamli yeyilish h_p bu ishlangan yuzaga perpendikular yo'nalishda o'lchanadi (6.11-rasm).



6.11-rasm. O'lchamli yeyilishni o'lchash sxemasi.

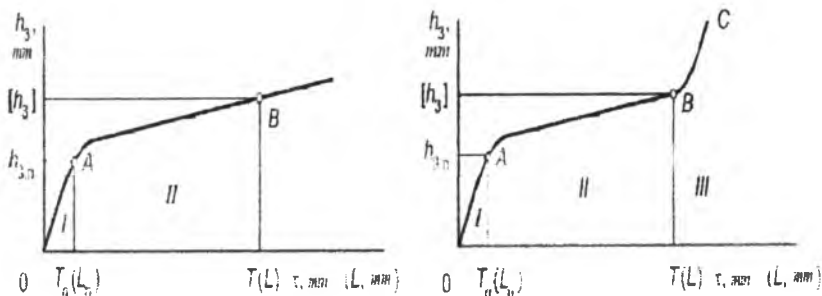
Fizikaviy nuqtayi nazardan yeyilish kattaligini keskichni yeyilgan qismini og'irligi (massasi) orqali hisoblash ko'proq to'g'ri bo'ladi.

Asbobni yeyilishligini jadalligi nisbiy yeyilish bilan aniqlanadi (Δ). Nisbiy yeyilish deb chizig'iy olchamli yoki o'g'irlik yeyilishni u yoki bu ko'rsatkichga nisbati tushuniladi: kesish uzunligi, kesish vaqti yoki ishlangan maydon yoki kesib olingan material hajmi. Masalan, nisbiy chizig'iy yeyilish.

$$\Delta_c = \frac{h_z}{L} = \frac{h_z}{VT} = \frac{h_z 1000S}{\pi D l}$$

Bu yerda, L – ishlangan yuza uzunligi;

Keskichni ishlash davridagi yeyilishni o'zgarishini qonuniyatini ko'rsatuvchi grafik yeyilish egri chizig'i deb ataladi (6.12-rasm).



6.12-rasm. Keskich yeyilishi egri chizig'i. a) Orqa yuza bo'yicha yeyilish ustunligida, b) bir vaqtning o'zida oldingi va orqa yuza yeyilganda.

Birinchi yeyilish ko'rinishida OA egrilikda yeyilish jadal ketadi va bu uchastka moslashish (I – moslashish davri) uchastkasi deyiladi. Bu yerda o'tkir charxlangan keskich jadal yeyilib ishlash sharoitiga moslashadi. Yeyilish maydonini kengligi $h_{or\ yuz} = 0.05-0.1$ bo'lganda undagi kuchlanish pasayadi va yeyilish normal ko'rinishga ega bo'ladi, AB – uchastkasi (II – normal ishlash). Yeyilish belgilangan darajaga yetganda ishlash to'xtatiladi va keskich yangilanadi. Keskichni ishlash vaqti keskichni turg'unlik vaqti deyiladi.

Agar yeyilish bir vaqtning o'zida ham oldingi ham orqa yuza bo'yicha yeyilsa, katastrofik yeyilish uchastkasi (6.12b-rasm III – uchastkasi paydo bo'ladi). Bu holatda churuqchani oldingi yuzadagi chuqurlashishi va orqa yuzadagi yeyilish yuzasini kengayishi issiqlik natijasida keskich qattiqligini – mustahkamligini pasayishga va plastik yemirilishiga hamda mort yemirilishga olib keladi. Keskichni katastrofik zonada ishlashni tavsiya qilinmaydi. Chunki keskich materiali charxlash natijasida uvol bo'ladi. Bu holda keskich yangilanadi yoki charxlanadi.

6.6. Keskich asbobi yeyilishini fizikaviy tabiati

Kesish hodisasini ishqalanish shartlarini alohida prinsipal xossaligi bu ishlanayotgan materialni yupqa qatlamini keskich kontakt yuzasiga yopishib qolganligidadir (to'xtab qolgan). Bunda kesish tezligi ortishi bilan (harorat ortishi bilan) bu qatlam qalinligi kamayadi. Yuqori va juda yuqori kesish haroratidan hatto suyuq holatga ham o'tishi mumkin. Shunday qilib ishlanayotgan materialni keskich bilan

kontaktlashishi to'xtab qolgan qatlam orqali olib boradi. To'xtab qolgan qatlam asbobsoz material bilan turg'un holda bo'lishi mumkin yoki (ko'proq) turg'un emas holatda, asbobsozlik materialiga nisbatan siljiydi. Turg'un holatda to'xtab qolgan qatlam siljimagan paytda bu uchastkalarda yeyilish yo'q hisobda.

Turg'un emas holatda to'xtab qolgan qatlam siljish plastik deformatsiyasi davom etaveradi va u asbobsozlik materialni kontakt yuzasi bo'yicha siljiyveradi va quyidagi ko'rimshdagi yeyilishga olib keladi.

Birinchi, keskich materiali charchagan zarrachalarini yulib olishi;

Ikkinchi, asbobsozlik materiali tarkibiga kiruvchi kimyoviy komponentlarni diffuziyasi;

Uchinchi, ishlanayotgan material kontakt qatlami bilan o'zaro erishi;

To'rtinchi, yangi oson eriydigan birikmalarni suyuq fazalarini hosil bo'lishi, bu asbobsozlik va ishlanayotgan material komponentlarini va kontakt muhitidagi gazlarni kimyoviy sintezi natijasida olinadi;

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda kesish asboblari tig'larini yeyilish tabiatini quyidagi fizikaviy hodisalar bilan tushuntirish mumkin: obraziv, adgezion – charchashlik, diffuzion, oksidlanish va erib yeyilish.

Abraziv yeyilishni mexanizmi shundan iboratki, ishlanayotgan materialni qattiq tashkil etuvchilari keskich kontakt yuzalariga botirilib bu yuzalarni tirnaydi – qiradi va iz qoldiradi. Bu holatda mikro kesish har doim ro'y beravermaydi. Shunday qilib, ishlanayotgan material tarkibida qanchalik ko'p qattiq faza bo'lsa, asbob qirradi yuzasi bilan kontakt ham shuncha ko'payadi. Har bir yangi kontakt bo'lganda navbatdagi qirish - kesish sodir bo'ladi. Bu ishqalanish yuzasidagi mikro hajmlarni qayta deformatsiyalanish jarayoniga olib keladi. Abraziv ta'sir natijasida ayniqsa, orqa yuza qattiq yeyiladi, unda qirilgan chuqurlik hosil bo'ladi. Bu ko'rilayotgan iz qoldirib plastik deformatsiyalanib holatidakam siklli charchash mexanizmini paydo bo'lishi ehtimoli eng katta, shuning uchun obraziv yeyilishni aniq nomini abraziv – charchash to'g'ri keladi.

Abraziv – charchash yeyilishni jadalligi po'lat tarkibidagi sementitning (HV=100) va murakkab karbidlarning ortishi bilan ortadi. Cho'yanlarda esa sementitni va fosfidlarni; Alumin qotishmasi

silyuminda kremniy karbidini; Olvbardosh qotishmalarda intermetallitlarni ortishi bilandir. Bular yuqori kesish haroratida ham o'z yuqori qattiliklarini saqlaydilar.

Po'latlarni struktura tashkil etuvchilari ichida eng kam qiradigan tashkil etuvchi bu ferrit ($HV=8$), bundan keyin donador perrit ($HV=15-20$), plastinkasimon perrit ($HV=20-30$) ancha jadalroq keskich asbobini ishqalab yeydi. Chunki, ancha abrazivlik qobiliyatiga ega. O'tkir karbidli qirralar arrasimon kesish qobiliyatiga ega. Austenitli po'latlar juda kam karbidli ishqalab qiradigan po'latlar kuchsiz qobiliyatga ega. Yuqori legirlangan martensit sinfidagi po'latlar qiyin ishlanadi. Qattiq karbidli (VC, MoC, WC, TiC) materiallarni kesishda keskich asbobi jadal yeyiladi.

Cho'yanlarni kesishda grafit ichki moylash rolini o'ynaydi: o'simta hosil bo'lish tendensiyasini kamaytiradi. Cho'yan tarkibida qattiq fosforistli birikmalarni va ayniqsa sementitni borligi cho'yanni qirish qobiliyatini ko'taradi. Keskichni kontakt yuzalari vaqti - vaqti bilan uziladigan o'simta zarrachalari tufayli ham qiriladi. Chunki o'simtaning qattiqligi ikki uch marta kattaroq ishlanayotgan material qattiqligidan iborat.

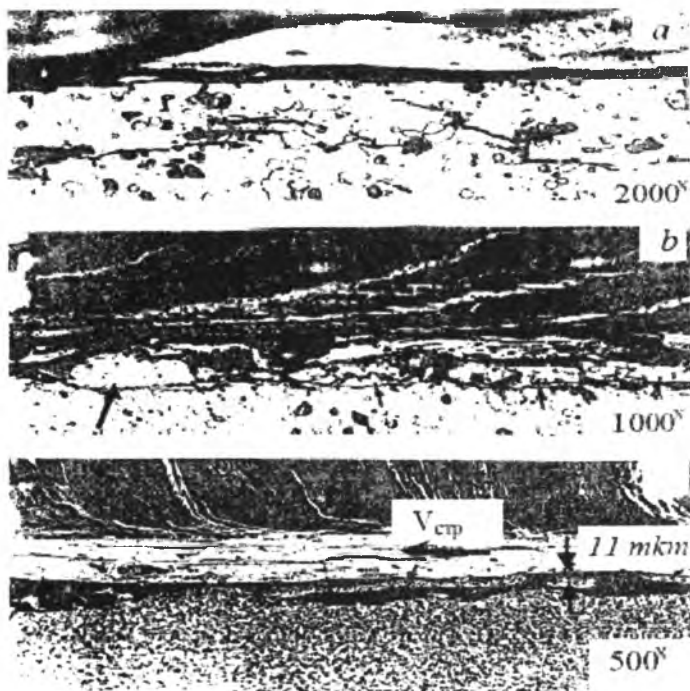
Abraziv yeyilish kimyoviy aktiv muhitda (to'rt xlorli uglerod) bunda, aktiv muhit keskich yuzasini yeyilishga qarshiligini pasaytiradi. Ishlanayotgan materialni abraziv ta'siri keskich asbobini qattiqligini ishlanayotgan material qattiqligiga nisbati (HV_{kesk}/HV_{mate}) qancha kichkina bo'lsa, shuncha abrazivni ta'siri kuchli bo'ladi. Shu nuqtayi nazardan uglerodli va tezkesar po'latidan yasalgan keskichlarda ($HV=65...70$) abraziv yeyilish kuchliroq namoyon bo'ladi, qattiq qotishmali ($HV=120..130$) keskichlar bilan ishlaganga qaraganda.

Yeyilishni bu ko'rinishi abraziv xossalari kuchli bo'lgan materiallarda (quyma cho'yan, silumin, payvand choklari, qobiqli shtampovkalar va boshqalar) hal qiluvchi rol o'ynaydi. Abraziv yeyilishga asosan nisbatan past tezlik va haroratda ishlovchi keskichlar (metchik, plashka, pratashka) duchor bo'ladi.

Adgezion-charchash yeyilish deb adgeziya kuchlari bilan ushlab turilgan asbobsozlik materialini mayda zarrachalarini yulib olib ketish natijasidagi yeyilishga aytiladi. Adgeziya uchun qulay sharoit yuqori bosim va yuvenir yuzalarni borligini yaratadi. Shuning uchun yemirilish charchashdan hosil bo'lgan mayda zarrachalar yig'ilgan (charchagan) joydan boshlanadi. Shunday qilib keskich asbobi

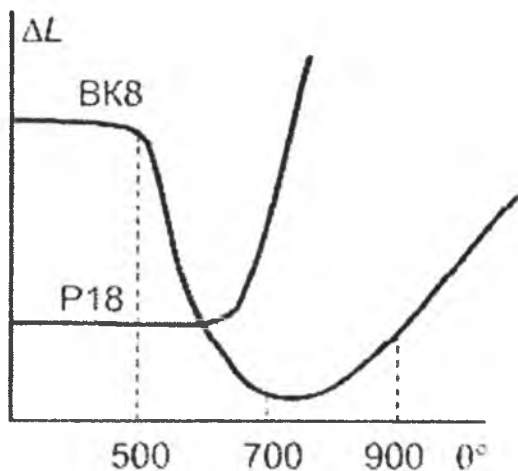
zarrachalarini adgezion – charchash yeyilishi ikki xil bo‘lishi mumkin: yulib olish bilan yoki plastik kesish bilan. Bu degani mo‘rt yoki plastik tabiatga ega. 6.13a-rasm da asbobsozlik materiali (tezkesar po‘lat) yuza qatlamida charchash darzlar tizimini rivojlanish mexanizmi ko‘rsatilgan. Bular kontakt yuza bo‘yicha siljib zarrachalarni hosil qiladilar (6.13b-rasm). Zarrachalar yulib olinib, qirindini kontakt yuzalari keskichni oldingi yuzasidan (orqa yuzasidan) olib ketiladi (6.13d-rasm). Charchash abraziv yeyilish sikli doimiy emas. Bu asbob materialini fiziko-mexanikaviy xossalariga va kesish haroratiga bog‘liq.

Asbobsozlik materialini kontakt yuzalaridan kesish yuzi birligida olib tashlanayotgan material massasi ishlanayotgan material mustahkamligi va qattiqligiga bog‘liq. Qattiqliklar nisbati HV_{asbob}/HV_{mater} qancha kichik bo‘lsa, keskich shuncha tez yeyiladi.



6.13-rasm. Asbobsozlik materialini yuza qatlamini (tezkesar po‘lati) adgezion charchash yemirilishi

Asbobsozlik materialini siklik mustahkamligi qancha yuqori bo'lsa va mo'rtligi kam bo'lsa, uni ishqalanishga chidamliligi (bir xil haroratda) shuncha yuqori bo'ladi. Shuning uchun uncha yuqori bo'lmagan kesish haroratlarida (500°C gacha) qattiq qotishmalarni ishqalanishga chidamliligi tezkesar po'latlamikiga qaraganda kam yo kichik bo'lishi mumkin (6.14-rasm).



6.14-rasm. Har xil materiallarni haroratga qarab yeyilish jadalligini kesish haroratiga bog'liqligi.

Qattiq qotishmalarni qizdirish mo'rtlikni kamaytirish hisobiga ularni kontakt kuchlanishlarga qarshiligini oshiradi. Ana shuning uchun $500-750^{\circ}\text{C}$ harorat intervalida kesish harorati ko'tarilishi bilan qattiq qotishmani nisbiy yeyilishi kamayadi (6.17-rasmga qarang).

Keskichni adgezion yeyilishini suyuqlik qo'llab kontakt yuzalarda himoya plyonkasini hosil qilib kamaytirish mumkin. Suyuqlik adgeziya kuchlarini yetarli darajada kamaytiradi va keskich asbobsozlik materiallarini yopishib qolishiga qarshilik qiladi.

Oksidlanuvchi yeyilish gipotezasi qattiq qotishmalarni kislorod muhitida qizdirdanda korroziyalanish hodisasiga asoslangan. Shu bilan birga inert gazi (azot, geliy, argon) muhitida qizdirdanda yuqori qatlam xossalarini o'zgarmasligi ham ma'lum. Shu gipoteza asosida kesish harorati $700-800$ gradus bo'lganda havo tarkibidagi kislorod qattiq

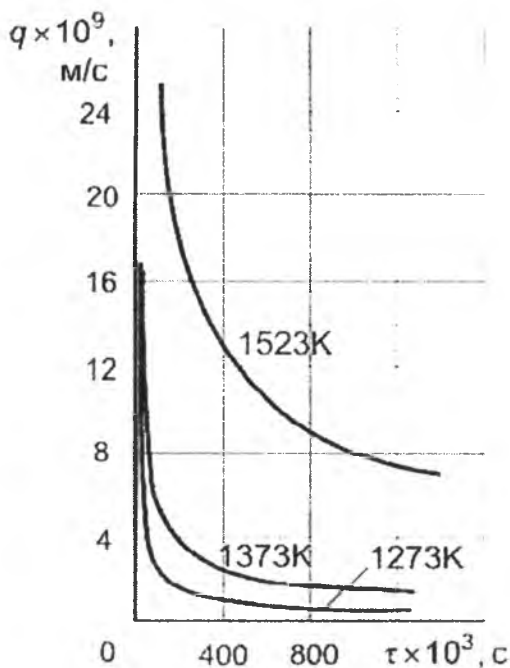
qotishma bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Tashkil etuvchilarni ichida eng ko'p qattiq oksidlanadiganlari kobalt, volfram, titan, tantal karbidlardir. Eng qattiq karbidlanadigani kobaltdir. Titan karbidi volfram karbidiga nisbatan mustahkam oksid plyonkasini hosil qiladi. Metalokeramik qattiq qotishmalar yuqori g'ovaklikka ega bo'lgani uchun faqat kontakt yuzalar emas, balki qattiq qotishma zarrachalari ham oksidlanadi. Kobalt fazasi oksidlanishmi mahsulotlari bu Co_3O_4 va CoO . Bularni qattiqligi 40-60 marta past qattiq qotishmalarni o'rtacha qattiqligidan. Kobaltli bog'lanishni ancha pasayishi natijasida qattiq qotishmani monolitligi buziladi. Chunki, karbidlar zarrachalari orasidagi bog'lanishni kuchsizlanishidandir. Bu hodisalar karbidlar zarrachalarini kesish ishqalanishi va adgeziyasi bilan yulib olinadi. Bu oldingi va orqa yuzalarga tegishli.

Shu bilan bir qatorda yupqa va yetarli mustahkam oksid plyonkalarini hosil bo'lishida keskichni jadal yeyilishdan saqlaydi (asbobsozlik materialini yulib olish yo'li bilan). Qalin va mayin oksid plyonkasi jadal yeyilib qirra tez yeyiladi. Chunki bunaqa plyonkalar ishlanayotgan detal yuzalari va qirindi bilan o'zaro kontaktda bo'lganda oson yemiriladi.

Albatta, qattiq qotishmalarning oksidlanishga moyilligi ularni kimyoviy tarkibiga bog'liq. Bir karbidli qattiq qotishmalar ikki karbidliga nisbatan ko'proq oksidlanadi. Qattiq qotishma tarkibidagi kobaltning ko'payishi bilan oksidlanish jadalligi va tezligi oshadi. Inert gazlarning (argon, geliy, azot) qo'llanishi zanglash (korroziyalanish) hodisasini rivojlanishini susaytiradi. Demak, keskich yeyilishini jadalligini pasaytiradi.

Diffuzion yeyilish kesish harorati 800-850°C oshgandan so'ng keskich yeyilishida diffuzion yeyilish ustunlik qilishi mumkin. Bunda asbobsozlik materiali ishlanayotgan materialda diffuzion eriydi. Diffuzion jarayonni o'tishini diffuzion qatlamni parabolik qonun bo'yicha o'sishi bilan ifodalasa bo'ladi (6.15-rasm). Diffuziyani dastlabki davrida erish tezligi o'ta kata, lekin vaqt o'tishi bilan birdaniga kamayadi.

Bu sharoitda kesish jarayoni xarakteriga to'g'ri keladi: har lahzada kontakt yangi-yangi uchastkalar kontaktlashadi (oldingi yuza qirindi va orq yuza – kesish yuzasi). Natijada yuqori erish harorati doimo ushlab turiladi.



6.15-rasm. Po'latdagi volframni diffuziya vaqtiga va haroratiga qarab erish tezligini o'zgarishi.

Asbob va ishlanayotgan materiallarni jadal diffuzion erishiga kesish davrida quyidagi faktorlar yordam beradi.

1-yuqori harorat qaysiki, qattiq qotishma bilan ishlanayotgan materialni kimyoviy o'zaro haroratidan yuqorida bo'lganda;

2-kontakt qatlamlarni katta plastik deformatsiyalari,

3-detal va qisman asbob yuzalarini yuveniligi.

Qattiq qotishmani har xil komponentlari ishlanayotgan materialga har xil tezlik bilan diffuziyanadi. Uglerod eng tez diffuziyanadi. Volfram sekinroq kobalt, titan ham sekinroq diffuziyanadi. Keskich, qirindi va kesish yuzasi orasidagi har xil erish tezligi bo'lganida uch xil diffuzion qatlam hosil bo'ladi. Kontakt yuzalardan eng yiroqda joylashgan qatlam uglerodlashgan qatlam deyiladi. Chegaraga yaqin uchastkada oq rangli qatlam joylashgan. Bu uglerod va volframni yoki uglerodni, volframni va titanni gamma temirdagi qattiq eritmasi. Uchinchi qatlam intermetallit temir-volfram ko'rinishi.

Uchinchi qatlam ancha mo'rt va mustahkamligi kamaygan. Bu uni harakatdagi qirindi va kesish yuzasi bilan qirib tashlashga olib keladi. Diffuzion jarayonlar natijasida asbob yuza qatlamlarida struktura o'zgarishlari o'tadi. Bu keskich qirrasini yuzalarini ishchi yuzalarini mo'rtlashishga va mustahkamligini pasayishiga olib keladi. O'z navbatida bular ishlanayotgan material va qirindi bilan olib ketiladi. Shunday qilib, diffuzion yeyilishni ikkita jarayon deb ko'rsa bo'ladi:

1-diffuzion erish va maydalash;

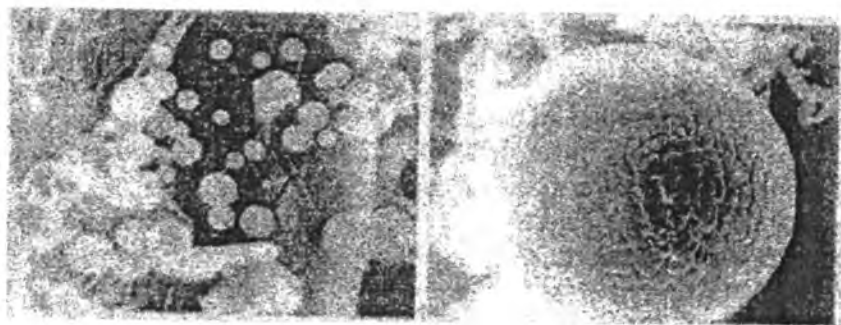
2-mustahkamligi kamaytirilgan kontakt yuzalarni buzilishi.

Bir karbidli qattiq qotishmalar bilan kesilayotgan paytda yuqoridagi ikkala yeyilish ishtirok etadi. Ikki karbidli qotishma bilan kesilganda boshqacha bo'ladi. Titan – volframli karbidlar ishlanayotgan materialda ancha sekinroq eriydi, volframli qotishmalarga nisbatan. Ikki karbidli qotishmalar yuqori kesish haroratiga bir karbidli qotishmalarga nisbatan yuqori ishqalanishga chidamli. Shu bilan birga kesish harorati 800 gradusdan past bo'lganda (diffuzion erish yo'q hisobda). Bir karbidli va ikki karbidli qattiq qotishmalarni yeyilishga chidamliligida farq yo'q.

Erish bilan yeyilish. Bunday yeyilish mexanizmi ko'proq yuqori tezlik va kesish haroratida uchraydi. Masalan, keskich bor nitridi polikristallaridan yasalgan keskich material bilan kesilganda kesish harorati 1200 gradus va undan yuqori bo'ladi. Bunday kesish jarayonida keskich kontakt yuzalarida yupqa plyonka hosil bo'ladi. Natijada keskichni qirindi va kesish yuzasi bilan kontakti mana shu erigan plyonka orqali o'tadi. [28]

Bir tomondan, suyuq fazaning (plyonkaning) hosil bo'lishi ishqalanish koeffitsiyentini kamaytiradi, qaysiki, nisbiy yeyilishni kamaytiradi. Ikkinchi tomondan, qirra yuzalari kontaktlarini yemiradi va keskich yeyilishi ko'payadi. 6.16-rasmda suyuq faza materiallaridan hosil bo'lgan sferasimon formadagi zarrachalar ko'rsatilgan. Bular kontakt zonadan tashqi muhitga chiqarib tashlangan, quyma materialni dendrit strukturasiga ega.

Yuqoridagi yeyilishni kamaytirish samarador yo'llaridan biri moylovchi ta'siri kuchli bo'lgan muhitni qo'llash.

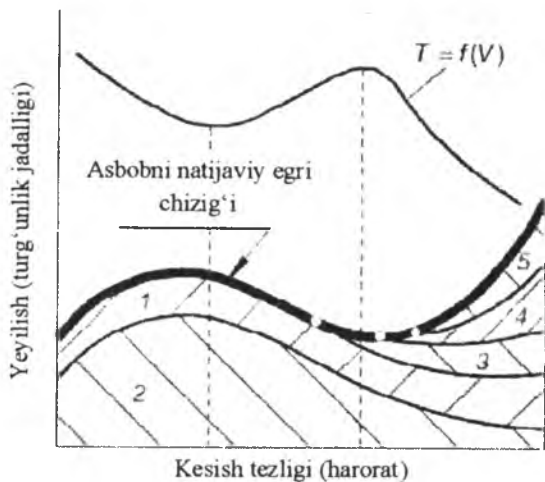


a

b

6.16-rasm. Tashqi muhitga keskich qirrasidan qirindi vositasida chiqarib tashlanganva suyuq fazadan hosil bo'lgan zarrachalar.

Keskichni integral (yig'indi) yeyilishi. Hozirgi paytda eksplutatsiya qilishning har xil sharoitlarida keskich asbobini ishlash qobiliyatini mexanizmini qaysi biri aniq ifodalaydi, javob berish ancha qiyin. 6.17-rasmda yo'nish bilan kesilganda keskich asbobi chidamliligiga har xil yeyilish mexanizmlarini ta'siri kesish tezligiga (haroratiga) ta'sirini shartli sxemasi berilgan.



6.17-rasm. Keskich asbobi yeyilish jadalligiga va chidamliligiga kesish tezligini (haroratini) ta'siri. 1-abraziv yeyilish; 2-adgezion-charchash yeyilish; 3-oksidlanuvchili yeyilish; 4-diffuzion yeyilish; 5-eftektik yeyilish.

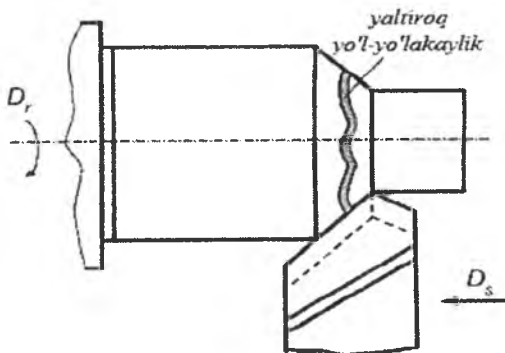
Masalan, adgezion-charchash yeyilishi (2) oʻrtacha kesish haroratigacha (700°C) salmoqli tarzda yeyilish jadalligini aniqlaydi; abraziv yeyilish (1) barcha tezliklar (haroratlar) diapasonida mavjud. Yuqori haroratlar oblastida maʼlum rolni oʻz - oʻzidan yeyilish hodisasi rol oʻynaydi. Oʻz - oʻzidan yeyilish bu keskich yuzasini qattiq qotishma karbid zarrachalari tomonidan tirnash natijasidagi yeyilish. Qattiq qotishma karbid zarrachalari shu yuzalardan yulib olingan ishlanayotgan materialni qotib qolgan kontakt qatlami bilan harakat qilayotgan.

Oksidlanuvchi (3), diffuzion (4) va efektik (5) yeyilishlar termoaktivlashtirilgan jarayonlar hisoblanadi va ularni yigʻindi yeyilishga qoʻshgan hissasi jadal oʻsadi harorat koʻtarilishi bilan. Yeyilish mexanizmiga asbobsozlik materialini yumshash (yuqori harorat va yuqori deformatsiya tezligida) hodisalari qoʻshiladi. Tezkesar poʻlat uchun bu $650-700^{\circ}\text{C}$ shuning uchun katta boʻlmagan kesish tezligida (haroratda) eng yaxshi yeyilmaslikni charchash jarayonlariga qarshiligi yuqori boʻlgan materiallar koʻrsatadi: tezkesar poʻlati, qattiq qotishmalar BK va TTK. Kesish tezligi (harorat) kattalashishi bilan TK guruhidagi qattiq qotishmalar oldiga oʻtadi, kesuvchi keramika, olmos va boshqalar.

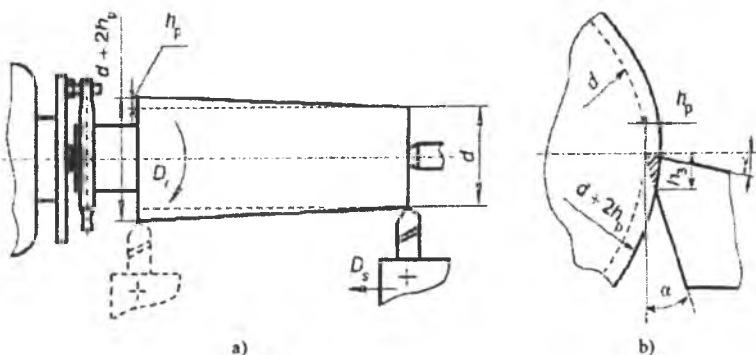
6.7. Kesuvchi asboblarni yeyilishini kriteriyalari

Keskichni eksplutatsiya qilish davrida uni yeyilishi kesish jarayonini toʻxtatish kerak va keskichni almashtirish lozim. Keskich asbobini ishlash qobiliyati holatini xarakteristikasi bu “keskich asbobini rad qilishi”. Keskich asbobini rad qilish kriteriysi aniq texnologik operatsiyani bajarishdagi ishlashga qoʻyilgan talablarga qarab aniqlanadi. Xususiyl holda kriteyri keskichni qilib kritik oʻtmaslikka aytiladi. Buni belgisi sifatida keskichni ishlashi toʻxtatilishi qabul qilingan. Koʻpincha keskich asbobini rad qilishini kriteyrisi sifatida orqa yuza boʻyicha maksimal ruxsat etilgan yeyilishi qabul qilingan. Rad qilish kriteriysigacha ishlash vaqti turgʻunligi deb ataladi. Keskichni almashtirish yoki charxlashga toʻgʻri keladi. Koʻpincha optimal yeyilish va texnologik yeyilish ishlatiladi. Optimal yeyilish kriteyrisi keskich ham oldingi ham orqa yuza boʻyicha ishlatiladi. Optimal yeyilishda keskich turgʻunligi maksimum kattalikka borib yetadi. Keskichni toʻla turgʻunlik vaqti deb ishlash boshlashdan

boshlab batamom ishlab bo'lib tashlab yuborguncha bo'lgan vaqtga aytiladi. Tajriba shuni ko'rsatadiki, optimal yeyilishga asbobni maksimal yeyilishiga to'g'ri keladi va bu katastrofik yeyilishdan oldin bo'ladi. Yo'nishda buni ishlangan yuzada yaltiroq yo'l-yo'lakaylik paydo bo'ladi va keskich yeyilib bo'ldi deb qabul qilinadi (6.18-rasm).



6.18-rasm. Kesish yuzasidagi yaltiroq yo'l-yo'lakaylik.



6.19-rasm. Ishlangan yuza o'lchamiga keskich yeyilishini ta'sirini sxemasi.

Cho'yanni kesishda qora dog hosil bo'ladi. Yaltiroq yo'l-yo'lakayni paydo bo'lishi yeyilishning uchinchi davriga to'g'ri keladi.

Yeyilishni texnologik kriteyrisi bunda texnologik chegaralash asosida asbob ishlashi to'xtatiladi: ishlangan yuza g'adir - budurligini birdan kattalashishi; keskichni lozim o'lchamlarini yo'qotishi, kesish kuchlarini yo unisini yo bunisini birdaniga kattalashishi; texnologik tizimda titrashni paydo bo'lishi; detalni o'ta qizishi va hokazo. Masalan keskich yeyilishini radial yo'nalishdagi yeyilishi ishlangan yuza diametrini o'zgartiradi (6.19-rasm).

Ishlashni boshida ishlangan yuzani diametri d ga teng. Kesish jarayonida keskichni radial yeyilishi kattalashishi bilan (h_p) hisobiga diametr kattalashadi ($d+2h_p$) (6.19b-rasm).

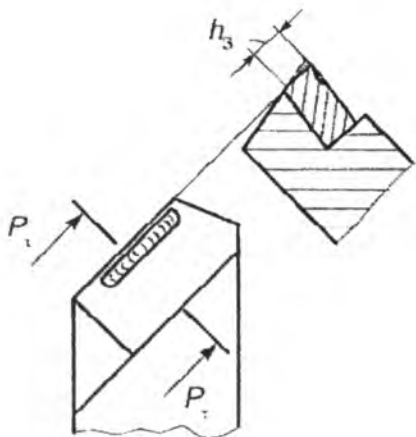
Bulardan tashqari o'lchamli chidamlilik iborasi ham bor.

6.7.1. Keskichni maksimal ruxsat etilgan yeyilishini belgilash bo'yicha tavsiyalar

Ishlab chiqarish praktikasida charxlanadigan asboblarni ishlatishda maksimal ruxsat etuvchi yeyilish iborasi keng ishlatiladi. Shu yeyilishga kelganda keskichni kesish qobiliyatini tiklash kerak. Shu yeyilish kattaligidan katta bo'lganda keskichni resursi birdaniga qisqaradi, demak, keskichga bo'lgan xarajat kattalashadi. Bu o'z navbatida operatsiyani texnologik narxini ko'taradi. Negaki, texnologik harajatlar ichida eng kattalaridan biri keskichga bo'lgan xarajatlardir. Maksimal ruxsat etilgan yeyilish kattaligi keskichni kesish qismini turiga va materialiga hamda eksplatatsiya qilish sharoitiga bog'liq. Qattiq qotishma plastinkali keskichlar bilan po'latni cho'yanni kesishda ruxsat etilgan yeyilish kattaligi qoida va orqa yuza bo'yicha yeyilish qabul qilingan (6.20-rasm).

Oldingi yuza bo'yicha yeyilish keskich to'la yeyilib bo'lgandan keyin namoyon bo'ladi: Amalda maydoncha f to'la yo'q bo'lgandan so'ng, ya'ni kesish tig'i va chuqurcha (lunka) orasidagi maydoncha f .

Orqa yuza bo'yicha ruxsat etilgan chizig'iy yeyilish h orqa yuza bo'yicha qora ishda po'lat uchun $h_z=0,8-1$ ga teng. Cho'yanni kesishda $s \leq 0,3\text{mm}$ aylanish bo'lganda $h_z = 1,4-1,7$ agar $s > 0,3$ bo'lsa, $h_z=0,8-1$. Toza yo'nishda po'lat uchun $h_z=0,5-0,6$; cho'yan $h_z=0,6-0,8$ keramik plastinkalar bilan kesilgan holda $h_z = 0,6-0,8$. Yuqori legirlangan, mustahkam, olovbardosh qotishmalarni kesishda yeyilish jadal ketadi. Shuning uchun $h_z=0,5-0,6$ ga teng.

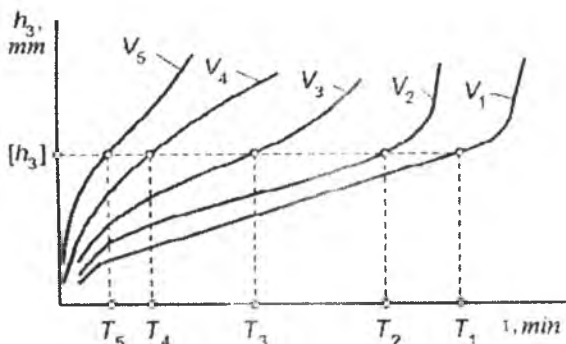


6.20-rasm. Tokar keskich yeyilishini sxemasi.

6.8. Keskich asbobi turg'unligi va uni kesish xossalari ruxsat etgan kesish tezligi

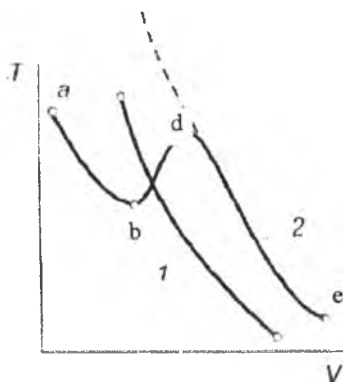
6.8.1. Keskich turg'unligi to'g'risida asosiy tushunchalar. Turg'unlik bog'liqliklarini olish usullari

Asbobni turg'unligi deb o'zini kontakt yuzalarini va tig'ini ishga qobiliyatligini saqlab qolish xususiyatiga keskich turg'unligi deb ataladi. Shu saqlanish vaqtini turg'unlik davri deyiladi. Keskich turg'unligi davri birinchi charxlash bilan ikkinchi charxlash orasidagi vaqtga teng yoki kesish tig'ini (plastmkasini) almashtirish vaqti. Xohlagan asbobni turg'unlik vaqti ishlanayotgan va asbobsozlik materiali mexanik va teplofizik xossalariga bog'liq, asbob geometriyasiga, kesish rejimi parametrlariga va ishlatilayotgan moylovchi sovutuvchi texnologik muhitga bog'liq (MSTM). Hozirgi paytda turg'unlik va tezlik bog'liqliklari faqat tajriba bilan belgilanadi-o'rnatiladi. Turg'unlik vaqti (T) bilan kesish tezligi (V) orasidagi bog'liqlikni belgilash uchun kesish tezligidan boshqa barcha parametrlarni doimiy deb qabul qilib saqlanadi. So'ngra ketma-ket kesish tezligi o'zgartiriladi va har bir o'zgarish ko'rsatkichida orqa yuza bo'yicha yeyilish o'lchanadi $h_z=f(t)$ (6.21-rasm).



6.21-rasm. Asbobni yeyilish egriliklari.

Kesish tezligi V bilan turg'unlik T orasidagi bog'liqlikni cho'yanni tezkesar po'latidan va bir karbidli qattiq qotishmadan yasalgan keskichlar bilan kesishdagi bog'liqligi to'xtovsiz kamayuvchi egri chiziq 1 bilan ifodalanadi (6.22-rasm).



6.22-rasm. Keskich turg'unligi T ni va kesish tezligi V ga bog'liqligini umumiy ko'rinishi.

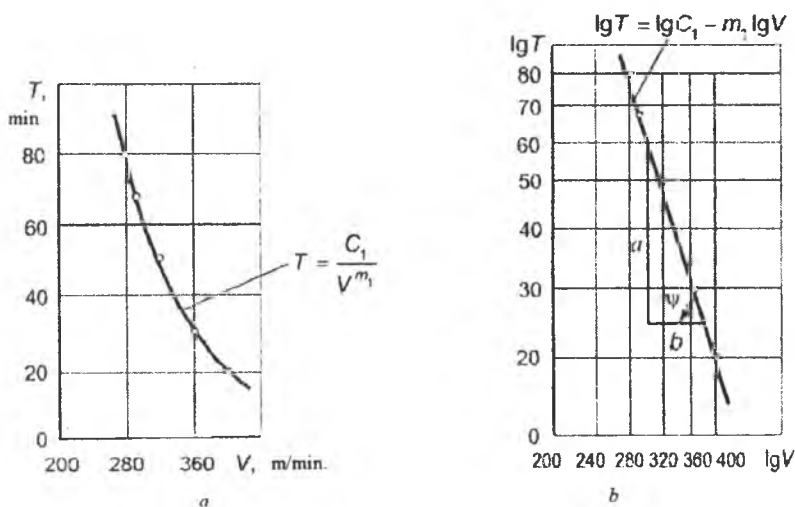
Uglerodli va legirlangan konstruksion po'latlarni tezkesar po'lati bilan kesishda V va T orasidagi bog'liqlik ko'rinishi xuddi shu singari bo'ladi. Bir karbidli va ikki karbidli qattiq qotishmalar bilan kesilgandagi V va T orasidagi bog'liqlik ancha murakkab (6.22-rasmdagi 2). Bir qancha past-balandliklari bor. Egrilik 1 ni va egrilik 2

ni vg uchastkasini aprosimatsiya qilish darajali funksiya orqali amalga oshiriladi.

$$T = \frac{C_1}{V^{m_1}} \quad 6.11$$

Bu yerda m_1 -daraja ko'rsatkichi, kesish tezligini keskich turg'unligiga ta'sirini aniqlaydi. Doimiy koeffitsiyent C_1 -ishlanayotgan asbobsozlik materiali keskichni geometrik parametrlarini MSTM, kesish chuqurligini va surishni xarakterlaydi. Berilgan ishlash sharoit uchun $C_1 = \text{const}$ u holda $V^{m_1} = \text{const}$ bo'ladi. Formula 6.11 ni Teylor formulasi deyiladi (F.Teylor topgani uchun). Ko'rsatkich m_1 ni grafik usulda topish oson, agar eksperimental egriliklarni funksiya 6.11 ni logarifmiklash usuli bilan to'g'rilash yo'lini qo'llansa. Ya'ni agar koordinata o'qlariga V va T ni absolyut qiymatlarini emas logarifmlarini qo'ysa, $\lg T = \lg C_1 - m_1 \lg V$ u holda logarifm V ga o'qiga engashish burchagi tangensi bu qirilayotgan ko'rsatkich darajasi m_1 bo'ladi (6.23-rasm).

$$m_1 = \text{tg} \psi = \frac{a}{b}$$



6.23-rasm. Kesish tezligi va turg'unlik vaqti orasidagi bog'liqlik. a) oddiy koordinatalarda b) logarifmik koordinatalarda (смайл 45, $R_m = 450$ MPa, T15K6, $t = 2$ mm, $S = 0,4$ mm/ayl).

Fizikaviy nuqtayi nazardan daraja ko'rsatkichi m_1 asbobsozlik materialini kesish tezligi o'zgarishlariga "sezgiriligini ko'rsatadi" (har xil ishlash usullarida). Qancha kichkina bo'lsa, keskich turg'unligi kam darajada kamayadi. Kesish tezligi ortishi bilan teskari m_1 ko'rsatkichi tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Tezkesar po'latidan yasalgan keskichlar uchun $m_1=8$ ga teng, qattiq qotishmalar uchun $m_1=3,3-8$ gacha bo'ladi.

6.8.2. Keskich asbobini chidamlilik davriga ishlash sharoitlarini ta'siri

Oldingi burchak kattalashishi bilan bir tomondan deformatsiya darajasi pasayadi, kesish kuchi kamayadi, issiqlik ajralishi kamayadi, kesish harorati pasayadi, demak, keskich turg'unligi ortadi. Shu bilan bir qatorda o'tkilik burchagi kichiklashadi va kesish tig'ini ishlayotgan qismini hajmi kichiklashadi. Bu esa issiqlik tarqalish sharoitini yomonlashtiradi, kesish harorati ko'tariladi, keskich asbobi yeyilishi kattalashadi. Burchak γ ni kattalashishi kesish tig'ini mustahkamligini pasaytiradi. Yuqoridagi ikki xil ta'siri natijasida $T=f(\gamma)$ ekstremal egrilik bilan ifodalanadi (6.24-rasm).

Oldingi burchak γ ni optimal kattaligi ishlanayotgan asbobsozlik materiallarni turi va mexanik xossalariga bog'liq. Ishlanayotgan material qattiqligi va mustahkamligi ortishi bilan oldingi burchak kichiklashadi. Tezkesar po'latidan yasalgan keskich asbobi oldingi burchagi qattiq qotishmanikiga nisbatan kattaroq.

Tezkesar po'latidan yasalgan asbob uchun oldingi burchakni optimal qiymati quyidagi formula bo'yicha topiladi, professor M.N.Larin bo'yicha:

$$\gamma_{opt} = 42 - \frac{55}{K_{LC}}$$

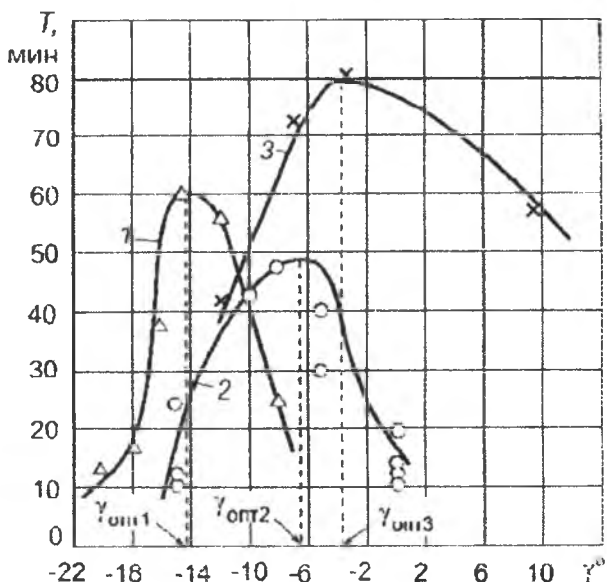
K_{LC} - bu "standart" sharoitdagi (oldingi burchak $\gamma=10^\circ$, kesilayotgan qatlam qalinligi $a=0,5$ mm, kesish tezligi $V=10$ m/min) qirindi o'tirishi koeffitsiyenti;

Qattiq qotishmali keskich bilan po'latni kesilganda:

$$R_m < 800 \text{ MPa da } \gamma_{opt} = 2,14 \cdot 10^{23} / R_m^8$$

$$R_m = 800 \dots 1200 \text{ MPa da } \gamma_{opt} = -5,83 \cdot 10^{-24} \cdot R_m^8$$

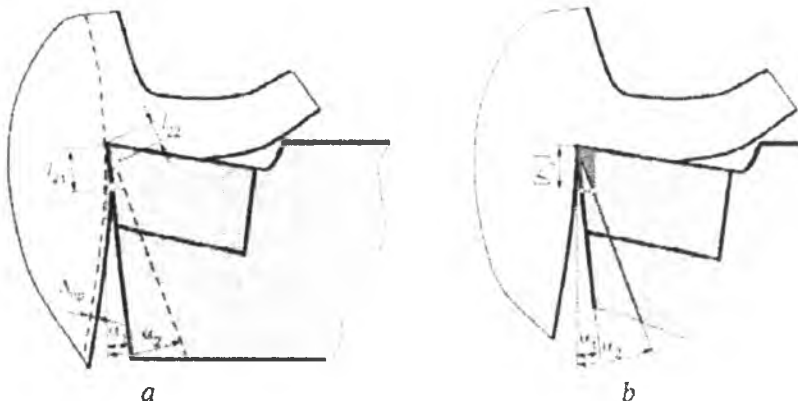
$$\text{Cho'yanni ishlashda } \gamma_{opt} = 17,2 - 0,66 \text{ HV}$$



6.24-rasm. Har xil po'latlarni mineral keramika bilan ЦМ332 kesishdagi keskich asbobi chidamliligini oldingi burchakka bog'liqligi. 1 –сталь 30ХГСА, $R_m = 1800 \text{ МПа}$; 2 –сталь 30ХГСА, $R_m = 700 \text{ МПа}$; 3 –сталь 45, $R_m = 650 \text{ МПа}$.

Oldingi burchak manfiy ham bo'ladi. Agar qattiq qotishma va mineralokeramikadan yasalgan keskich tig'iga katta qisuvchi kuch ta'sir qilsa, kesish tig'ini mustahkamligi yetmay yemirilishi mumkin. oldingi burchak manfiylashganda kesish tig'i baquvvatlashadi – massasi ko'payadi va qisish kuchiga bemaol chidab beradi. Lekin ikkinchi tomondan kesilayotgan qatlam plastik deformatsiya darajasi va kesish kuchi kattalashadi, kesish harorati ko'tariladi, asbobni eksplutatsiya qilish sharoiti yomonlashadi.

Orqa burchak α . Keskich orqa yuzasi bilan kesish yuzasi ishqalanishni kamaytiradi (6.25a-rasm). Orqa burchak α qancha katta bo'lsa, keskichni kesish yuzasi bilan kontakt maydoni kichiklashadi. Bu orqa yuzadagi ishqalanish kuchini kamaytiradi. Demak, chiqayotgan issiqlik ham kamayadi. Natijada keskich yeyilishi kamayib, turg'unligi ko'tariladi.



6.25-rasm. Keskich orqa yuzasidagi kontakt jarayonlarga orqa burchakni ta'sir qilish sxemasi.

Shu bilan bir qatorda α burchak kattalashishi bilan bir vaqtda keskichni o'tkirlik burchagi kamayadi, massa qismi ham. Bu issiq o'tkazish sharoitini yomonlashtiradi, tig'ni mustahkamligini kamaytiradi, kesish harorati ko'tariladi. Shuning uchun yuqoridagi birinchi faktor ustunligida (6.26-rasm) α burchak kattalashishi bilan egrilik ab qismida keskich turg'unligi ortadi. α ni ma'lum qiymatidan boshlab turg'unlik birdaniga pasayadi. Keskich yeyilishi kattalashgani uchun (6.26-rasm bv egrilik).

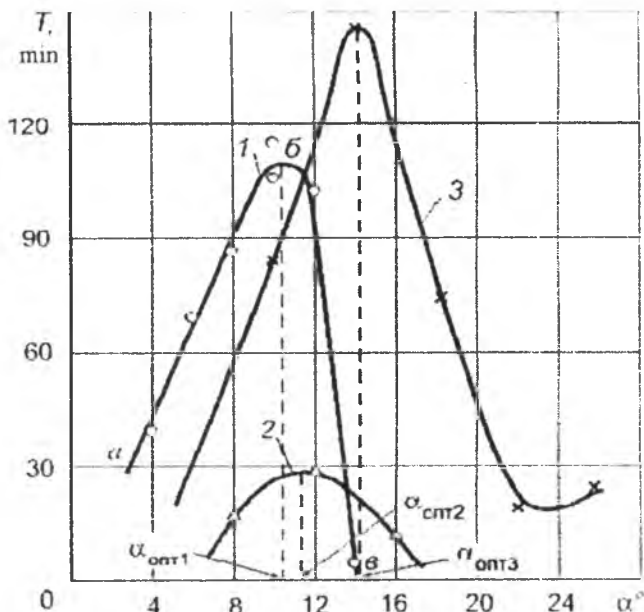
Keskich turg'unligi maksimal vaqtdagi optimal orqa burchak qiymati asosan ishlanayotgan zagotovka materialini elastik xossalariga va kesilayotgan qatlam qalinligiga bog'liq. Shuning uchun ishlanayotgan materialni elastiklik chegarasi ortishi bilan orqa burchak α ham kattalashishi kerak. Masalan, uglerodli konstruksion po'latlarni tokarlik keskich bilan kesayotganda optimal orqa burchak $\alpha_{opt}=6-8^\circ$ ga teng, titan qotishmalari uchun qaysilarini elastik chegarasi ancha katta $\alpha_{opt}=10-12^\circ$ ga teng bo'ladi.

Bu bog'liqlik professor M.N.Larin tomonidan o'rnatilgan.

$$\sin \alpha_{opt} = \frac{C_\alpha}{\alpha_{0,3}^{max}}$$

Bu yerda $C_\alpha = 0,1$ cho'yanni ishlaganda $C_\alpha = 0,13$ po'latni ishlaganda.

Formuladan ko'rinib turibdiki, kichkina surish (qalinlik) bilan ishlaganda orqa burchak katta bo'lishi kerak.



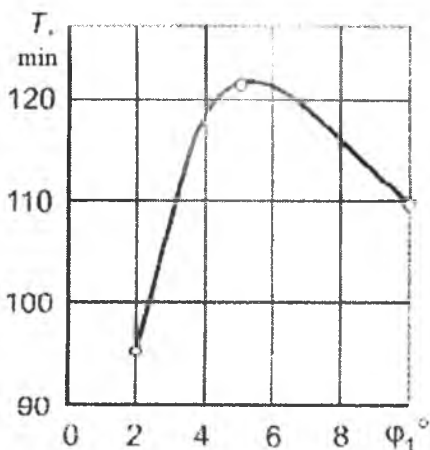
6.26-rasm. Har xil po'latlarni mineral keramika UМ332 bilan kesishda keskich chidamliligi T ga orqa burchak α ni ta'siri

1 – *смазь* 45, $S = 0,3$ mm/ayl; 2 – olovbardosh qotishma ЭН437, $S = 0,1$ mm/ayl; 3 – kulrang cho'yan, ko'ndalang freza $S_z = 0,09$ mm/tish.

Plandagi asosiy burchak ϕ . Burchak ϕ o'zgarishi bilan kesilayotgan qatlam qalinligi va kengligi orasidagi nisbat ham o'zgaradi. ϕ burchak qancha katta bo'lsa, qirra uzunligi birligidagi termo-dinamik zo'riqishi shuncha yuqori. Chunki, kesilayotgan qatlam qalinligi kattalashadi ($a = S \cdot \sin \phi$) va kenglik kamayadi ($b = t / \sin \phi$) shu bilan bir qatorda issiqlikni keskich tanasi orqali o'tib ketishi yomonlashadi. Buni hisobiga kesish harorati oshib yeyilishi ko'payib turg'unlik pasayadi. Taxmin qilinishi mumkinki, plandagi asosiy burchak ϕ kichkina bo'lishi kerak. Lekin ϕ kichiklashishi bilan P_y kuchi kattalashadi. Agar texnologik tizim (stanok-moslama-asbob-detal) tizimini bikirligi yetarli bo'lmasa, vibratsiya paydo bo'ladi. Keskichni

mo'rt yemirilishga olib keladi. Keskich turg'unligi pasayadi, ayniqsa qattiq qotishmalar bilan ishlaganda.

Plandagi yordamchi burchak φ_1 bu burchak ham keskich turg'unligiga ta'sir qiladi (6.27-rasm).



6.27-rasm. Qattiq qotishmali BK8 bilan ishlayotganda ko'ndalang freza turg'unligiga plandagi yordamchi burchak φ_1 ni ta'siri
Cho'yan HB 180; $t=4$ mm; $S_z=0,12$ mm; $V=147,3$ m/min.

φ_1 kichiklashishi bilan ayniqsa, $\varphi_1 < 5^\circ$ dan keskich yordamchi tig'ini aktiv qismini uzunligi kattalashadi, bu oldingi va yordamchi orqa yuzalaridagi ishqalanishni kattalashtiradi, issiqlik chiqishni jadallashtiradi, kesish harorati ko'tariladi, keskich yeyilishi ortadi, keskich turg'unligi pasayadi. φ_1 kattalashishi bilan bu faktorlarni ta'siri kichiklashib keskich turg'unligi qisman ko'tariladi.

Asosiy kesish tig'ini qiyalik burchagi λ ta'siri o'ziga xos: oldingi tekislikni keskich yo'nalishiga nisbatan holatini ko'rsatadi. Ma'lumki, λ ning noldan boshqa barcha qiymatlarida qirindiga qo'shimcha harakat beriladi. Bu albatta deformatsiya darajasini va kesish haroratini qisman ko'taradi. λ burchagi orqali qirindi yo'nalishini boshqarish mumkin.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar:

1. Keskich asbobini ishdan chiqishini sabablari to‘g‘risida hozirgi zamon sxemasi?
2. Keskich turg‘unligini davri deb nimaga aytiladi?
3. Mo‘rt materiallarni kesishda qanday yeyilish mavjud?
4. Kesilayotgan qatlamni ruxsat etilgan kattaligiga kesish tig‘i parametrlari, ishlanayotgan va keskich materiallarini ta’siri?
5. Oldingi va orqa yuza bo‘yicha yeyilishni asosiy belgilari?
6. Keskich yeyilishini fizikaviy asoslari?
7. Keskichni o‘tmas bo‘lishini kriteriyalarini qanday tushunasiz?
8. Yeyilishni texnologik kriteriyalari nima?
9. Qaysi sharoitda oldingi yuzada chuqurcha bo‘lib yeyiladi?

VII-BOB. KESISH JARAYONIDA DETAL YUZASI VA YUZA QATLAMI HOSIL BO'LISHINI XARAKTERISTIKASI

7.1. Kesib ishlangan yuza sifati tushunchasi.

Sifat ko'rsatkichlari geometriyasi

Yuza va yuza qatlami sifati deb, ishlashni texnologik usullari ta'siri natijasida hosil bo'lgan xossalarga aytiladi. Detallar sifati ishlangan yuza geometriyasi va yuza qatlamini fizika-mexanikaviy xossalari bilan aniqlanadi.

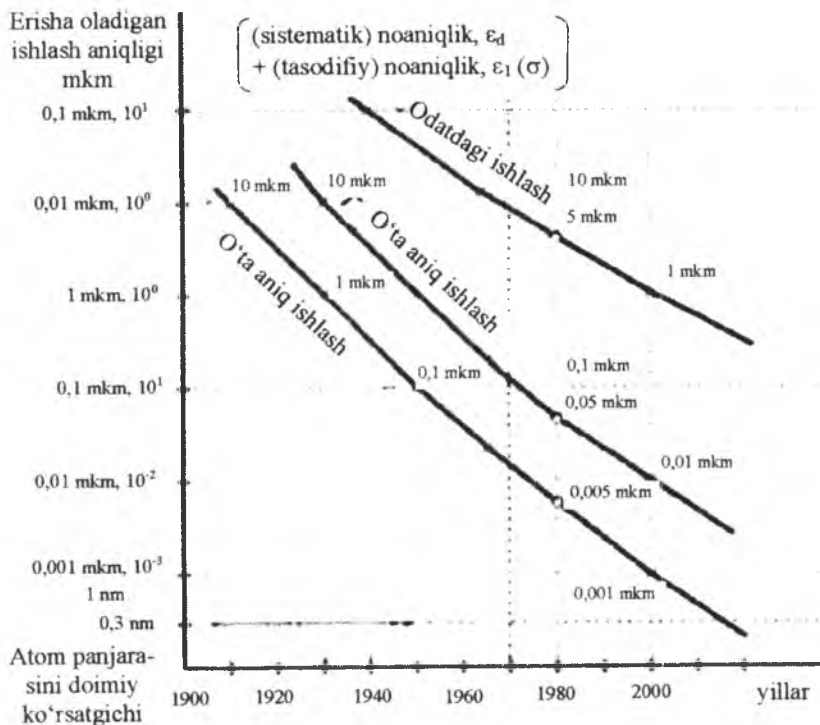
Sifatni geometrik ko'rsatkichlari quyidagilarga o'tadi: o'lchamlar aniqligi; formadan chetlanishlik; to'liqsimonlik; g'adir-budirlik. Fizika-mexanikaviy xarakteristikalariga mikroqattqlik, qoldiq kuchlanish, struktura, kimyoviy tarkibi kiradi.

Ishlash aniqligini qo'yilgan ko'pchilik talablarga ishlash-tayyorlash aniqligini ko'tarib maqsadga erishish mumkin. Kesib ishlash jarayonini aniqlik imkon darajasiga qarab quyidagicha bo'lishi mumkin: oddiy (an'anaviy, konvension), aniq (pretsizion), o'ta aniq (ultrapretsizion). Bular makro, mikro va nano diapazonlar aniqligida ko'riladi. Kesish jarayonini imkoniyati nanodiapazonda kritik chiziqqa yaqinlashadi, chunki, kristallik panjarani bo'lishdagi aniqlikni nazariy chegaralanishi ishlanayotgan materialni molekularini yoki atomlarining (0,2-0,4 nanometr) o'lchamidir (7.1-rasm).

Mavjud real kesish jarayonlari chetga chiqishni quyidagi chegaralarda ta'minlaydi: tig'li va abraziv ishlashda – 10 mkm, nozik yo'nish, xonlash va super finishlashda – 1 mkm, olmosli va olmosifat jarayonlar – 0,1 mkm, kesishni ultrapretsizion jarayonlari, jilvirlash, sayqallash – 0,01 mkm.

Uchinchi bobda ko'rsatilganidek, ishlanayotgan material birlamchi plastik deformatsiya zonasida ikki marta deformatsiyalanadi: birinchi marta elastik, so'ngra plastik. Bunda qirindi hosil bo'lishi zonasini pastki chegarasi kesish yuzasi davomini kesib o'tadi. Bu degani ishlangan yuzada metall qatlami plastik deformatsiyaga duchor bo'ladi. Natijada bunday deformatsiya ta'sirida ishlangan yuza ostidagi qatlam puxtalanadi, uni strukturasini va xossalari o'zgaradi. Bu o'z navbatida

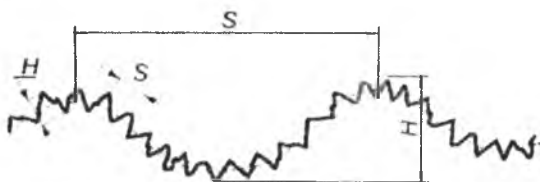
metall zarrachalarini maydalaydi; zarrachalar bir yoʻnalishda (teksturada) deformatsiyalanadi; yuza qatlamida ichki kuchlanish hosil boʻladi. Ishlangan yuzada choʻqqilari – taroqchalar kesilmagan gʻadir-budirliklar hosil boʻladi. Kesish kuchlari va keskich yeyilishi (7.2-rasm) taʼsirida yuza formasi oʻzgaradi-buziladi. Bular hammasi ishlangan yuzani sifatini asosiy koʻrsatkichlariga taʼsir qiladi.



7. 1-rasm. Erishiladigan ishlash aniqligini oʻzgarishi.

Demak, yuzasidagi choʻqqilar-taroqchalar va chuqurliklar relyefni (makro va mikrogeometriyani) hosil qiladi.

Yuza makro va mikrogeometriyasi profili balandlik H va qadam S bilan xarakterlanadi.



7.2-rasm. Yuza makro va mikrogeometriyasi parametrlari.

Xatoliklarni shartli klassifikatsiyasi quyidagicha:

$\frac{S}{H} > 1000$ – yuza formasini chetlashish-xatosi (отклонение);

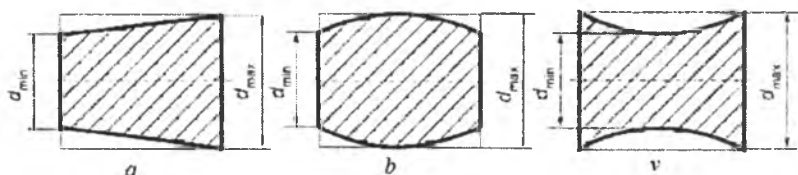
$1000 \geq \frac{S}{H} > 40$ – yuza to‘lqinligi;

$\frac{S}{H} < 40$ – g‘adir-budirlik (шероховатость).

Forma xatoligi, yuza to‘lqinligi va g‘adir-budirlik mahsulotni ekspluatatsion va texnologik ko‘rsatkichlariga ta’sir qiladi: qiytimni bir tekis emasligi, nisbiy bosim, tirqish, qisish, ishqalanish va h.k.

Real formani nominal formasidan chetga chiqishi formani chetga chiqishi deb ataladi. Nominal forma – bu ideal forma, ya’ni chizmada berilgan forma. Formani chetga chiqishi ko‘ndalang va uzunasiga kesim yuzalarida bo‘lishi mumkin.

Uzunasiga kesimda formani chetga chiqishi konus (7.3a-rasm), bochkasimon (7.3b-rasm) va egarsimon (7.3v-rasm) bo‘lishi mumkin.



7.3-rasm. Uzunasiga kesimda silindriklikdan chetga chiqish.

Silindrik detallar formalari xatoliklari P , kuchi ta’sirida zaga-tovkaning yoki stanok-moslama-asbob-zagatovka tizimi elementlari-ni deformatsiyasi ta’siridir. Bu stanok supporti, oldingi va orqa babka hamda ishlanayotgan materiallar bikirliklarini nisbatiga bog‘liq.

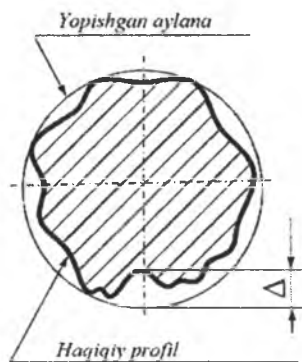
Uzunasiga kesimdagi formani chetga chiqishlarini sabablari quyidagilar:

1) forma bo'chkasimon bo'ladi; zagatovkaning deformatsiyasi (egilishi) – stanok oldingi va orqa babkalar deformatsiyasidan ancha kam bo'lganda;

2) forma egarsimon bo'ladi, agar zagatovkaning deformatsiyasi (egilishi) – stanok oldingi va orqa babkalar deformatsiyasidan ancha kichik bo'lganda;

3) val formasi konussimon bo'ladi, agar babkalardan birini deformatsiyasi ikkinchisiga nisbatan katta bo'lsa, yoki agar keskich uzunasiga yonganda-kesganda radial yo'nalishda jadal yeyilganda.

Ko'ndalang kesimda dumaloqlikdan chetga chiqish – bu “овальность” va “огранка” (7.4-rasm).



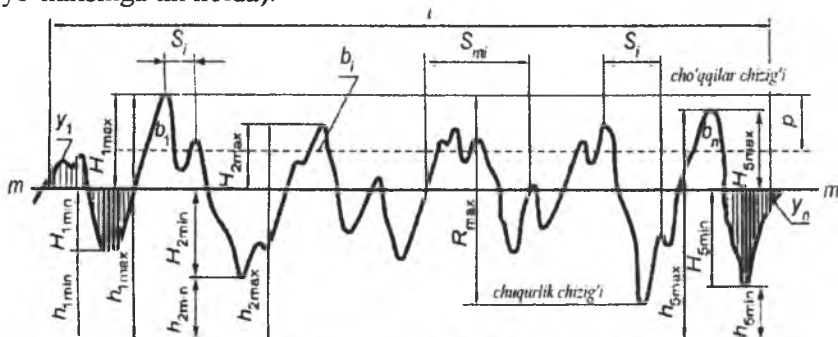
7.4-rasm. Dumaloqlikdan chetga chiqish.

Dumaloqlikdan chetga chiqish “stanok-moslama-asbob-zagatovka” (SMAZ) tizimini bikirligini yetarli emasligidan kelib chiqadi. Titrashni “vibratsiya” ni paydo bo'lishi ham bunga sababchi bo'ladi.

Yuza to'liqinsimonligi (7.4-rasm) ham formani chetga chiqishligiga-xatoligiga kiradi. Formalarni chetga chiqishini va to'liqlilikni o'lchashda g'adir-budirlik kattaliklari qiymatlari hisobga olinmaydi.

Yuza g'adir-budirliги boshqa xususiyatlari bilan (yuza rangi, yorug'lik qaytarish darajasi) birgalikda forma aniqligi bilan bir qatorda yuza sifati xarakteristikasini belgilovchi eng asosiy ko'rsatgichi hisoblanadi. Yuza g'adir-budirliги profildagi notekisliklar bilan

baholanadi (7.5-rasm). Real yuza tekislik bilan kesiladi (g'adir-budirlik yo'nalishiga tik holda).



7.5-rasm. Yuza g'adir-budirlik parametrlari.

G'adir-budirlik GOST 2789-73 bo'yicha quyidagi parametrlar bo'yicha aniqlanadi:

R_a – profilni o'rta arifmetik chetlashishi;

R_z – profil tekis emasligi balandligi o'nta nuqtasi bo'yicha;

R_{max} – profil tekis emasligi eng katta balandligi;

S_m – o'rta chiziq bo'yicha tekis emaslikni o'rtacha qadami;

S – cho'qqilar bo'yicha tekis emaslikni o'rtacha qadami;

t_p – profilni nisbiy tayanch uzunligi;

P – profil kesimi sathini qiymati.

Demak, yuzasidagi notekislik yo'nalishi bir qator hollarda katta ahamiyatga ega. Bular texnik talablarda belgilanadi va chizmalarda ko'rsatiladi.

Demak, yuzasini ekspluatatsion ko'rsatkichlariga g'adir-budirlikning boshqa ko'rsatkichlari ham ta'sir qiladi. Bular GOST da ko'rsatilmagan: cho'qqini yumaloqlash radiusi, tekis emaslikni hosil qiluvchilarni qiyalik burchagi. Lekin ko'pchilik holatlarda bitta parametрни R_a yoki R_z ni bilishning o'zi yetarlidir.

7.2. Ishlangan yuza g'adir-budirlikligining hosil bo'lish tabiati

Ishlangan yuza g'adir-budirlikligi notekisliklar balandligi va formasi bilan ifodalanadi. Uni o'rganishda hisobiy va haqiqiy notekisliklarni qarash qabul qilingan.

Hisobiy notekisliklar deb shundaylari tushuniladiki, quyidagi taxminlar bilan geometrik aniqlash mumkin:

- ishlanayotgan material absolyut deformatsiyalanmaydi;
- “stanok-moslama-asbob-zagatovka” (SMAZ) tizimi absolyut bikir;
- Asbobni kesish tig‘lari ideal geometrik chiziqli bo‘ladi.

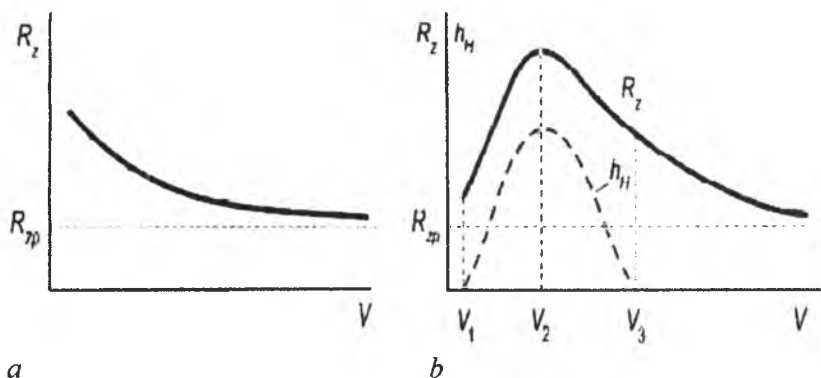
Keskich kesib o‘tgandan keyin qolgan tekismaslik hisoblanadi. Ularga har xil va tasodifiy faktorlar ta‘sir qilgani uchun ularni balandligini va formasini analitik hisoblab bo‘lmaydi. Shuning uchun ularni faqat priborlar bilan o‘lchash mumkin: profilometr yoki profilograf bilan.

7.2.1. Ishlangan yuza g‘adir-budirligiga kesish jarayoni parametrlarining ta‘siri

Ishlangan yuzani hisobiy profillarini qiyshayishini-buzilishini kesish rejimini o‘zgartirib, keskich geometriyasini, moylovchi-sovutuvchi texnologik muhit (MSTM) o‘zgartirib. Ko‘plab va h.k. kamaytirish mumkin. Bular yuqoridagi faktrolarning negativ-salbiy ta‘sirini kamaytiradi: plastik deformatsiya; kesish zonasidagi titrash – vibratsiya va ishqalanish; asbob kesish tig‘lari yuzalarini notekisligi va o‘simta.

O‘simta hosil bo‘lishi yuza g‘adir-budirligini keskin yomonlash-tiradi, chunki o‘simta turg‘un emas. Ishlangan yuzada timalgan yerlar va uzilib yopishib qolgan o‘simta qoldiqlari qoladi. Shuning uchun ishlangan yuza g‘adir-budirligini yaxshilash uchun kesish sharoitini o‘zgartirish lozim. O‘simta bilan kurashishni asosiy usullari quyidagilar kiradi: oldingi burchakni kattalashtirish; ishlanayotgan materialni qattiqligini oshirish (termik ishlab yoki plastik deformatsiyalab - pextalab); MSTM qo‘llab; keskich ishchi yuzasiga qoplama berib yoki kesish zonasiga yuqori chastotali vibratsiya berib.

Kesish tezligi notekisliklar balandligiga har xil ta‘sir qiladi. Bu ishlanayotgan material o‘simta hosil bo‘lishiga moyil yoki moyil emasligiga bog‘liq (7.6-rasm). Agar material o‘simta hosil bo‘lishiga moyil bo‘lmasa, kesish tezligi ortishi bilan tekis emaslik balandligi to‘xtovsiz kichiklashadi (7.6a-rasm).

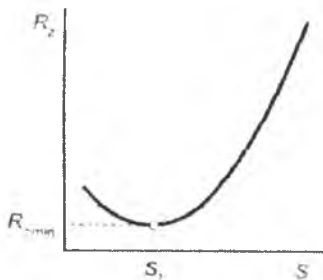


7.6-rasm. Mikronotekisliklar balandligiga R_z ga materialni ishlashda kesish tezligini ta'sir qilish sxemasi: o'simta hosil bo'lishga moyil emas (a) va o'simta hosil bo'lishga moyil material (b) uchun.

Bu plastik deformatsiya hajmini kamayishi va ishqalanishni o'rtacha koeffitsiyenti bilan bog'liq. Kesish tezligini bu holatda ta'siri unchalik kuchli emas; ishlangan yuza g'adir-budirlikni sezilarli pasaytirish uchun kesish tezligini bir necha o'n marta oshirish kerak.

Agar material o'simta hosil bo'lishga moyil bo'lsa, tekis emaslik balandligi to'g'ridan-to'g'ri o'simta balandligiga bog'liq (7.6b-rasm). kesish tezligi ϑ dan ϑ_2 ga ortganda o'simta balandligi o'sadi; shuning uchun tekis emaslik balandligi ham o'sadi. Kesish tezligini keyingi o'sishida o'simta kichiklashadi; R_z ham kichiklashadi. Kesish tezligi ϑ_3 dan ortgandan keyin o'simta yo'qoladi; kesish tezligi ta'siri toza ko'rinishda ta'sir qiladi va tekis emaslik balandligi to'xtamasdan kichiklashadi. Demak, past g'adir-budirlikni olish uchun ϑ_3 dan yuqori tezlikda ishlash lozim yoki ϑ dan pastda – ham o'simta hosil bo'lmasdan.

G'adir-budirlikni surishga bog'liqligi 7.7-rasmda ko'rsatilgan. Surish ξ dan boshlab g'adir-budirlik ham oshgan. Lekin surishni ξ dan kichik qiymatida g'adir-budirlik yana oshgan. Bunga sabab kesish kattaligi qalinligi kichiklashishi bilan kesish tig'i yumaloqlanish radiusi ρ ning ta'siri ortishidir: plastik deformatsiya darajasi ortadi; orqa yuza bo'yicha ishqalanish kuchi ortadi; mikro tekis emaslik balandligi kattalashadi.



7.7-rasm. Tekis emaslik balandligini R_z surish kattaligiga bog'liqligi.

Kesish chuqurligi (kesilayotgan qatlam qalinligi) tekis emaslik balandligiga ta'sir qilmaydi hisob.

Keskich yeyilishi ko'pchilik holatda mikronotekisliklar balandliklarini o'sishiga olib keladi; sabab: orqa yuza bo'yicha ishqalanish koeffitsiyentini kattalashishi va metalni keskichni orqa yuza yeyilgan yuzasi bilan kontaktida plastik deformatsiyaning kattalashishi.

Kesishni elastik texnologik tizimini bikirligi ishlangan yuza g'adir-budirlikiga ahamiyatli ta'sir qiladi. Ishlash davrida titrash-tebranish hosil bo'lishi g'adir-budirlikni keskin oshiradi.

7.3. Materialni yuza qatlami fizika-mexanikaviy xossalarini shakllanishi

Metalni ustki yupqa qatlami chuqurroq qismiga nisbatan boshqa mexanik, fizik va kimyoviy xossalariga hamda kuchanish holatiga ega. Yuza qatlami qalinligi bir necha millimetrga o'n minglik qismidan (1/10000 mm) yuzlik qismidan (1/100 mm) va o'nlik (1/10 mm) qismigacha bo'ladi. Bu qatlam mashina detallarini ishlash qobiliyatiga katta ta'sir qiladi. Yupqa qatlam xossalarining materialni o'zak qismidan farqi, bu kesish sharoitining ta'siri natijasidir.

7.3.1. Yuza qatlamini puxtalanishi

Plastik materiallarni kesishda kuchli yuklanishlar ta'sirida qirindi hosil bo'lish zonasida va orqa yuza bilan kontakt yuzalarida jadal

plastik deformatsiya sodir bo'ladi, qaysiki, ishlangan, yuzani puxtalanishga olib keladi. Buni hisobiga material mustahkamlanadi, uni mikroqattiqligi ortadi, plastikligi pasayadi. Shu bilan bir qatorda plastik deformatsiya harorati ta'sirida materialda bo'shatish jarayoni o'tadi: qattqlik pasayishi va qayta mustahkamlik yoki qotish hodisalari ro'y beradi.

Yuza qatlami natijaviy holati mustahkamlanish va mustahkamlanishni yo'qotish jarayonlarining nisbati bilan aniqlanadi. O'z navbatida bular kesish zonasida kuchni yoki issiqlik faktorlarining ustun kelishiga bog'liq. Kesish kuchi va plastik deformatsiya darajasini ortishi puxtalanish darajasini ortishiga olib keladi. Ularni ta'sir etish davrini kattalashishi puxtalanagan qatlam chuqurligini kattalashtiradi.

Kesish zonasidagi haroratning ko'tarilishi va uni issiqlik ta'sir qilish vaqti uzayishi bo'shatish darajasini kuchaytiradi, demak, yuza qatlami puxtalanishini kamaytirib yo'qotadi.

Ishlash jarayonidagi puxtalanish darajasi N metall yuza qatlami mikroqattiqligi oshgandagi qiymatini N_n asosiy metall yoki o'zagini mikroqattiqligiga nisbati N_f bilan o'lchanadi:

$$N = \frac{N_n - N_f}{N_f} \cdot 100\%,$$

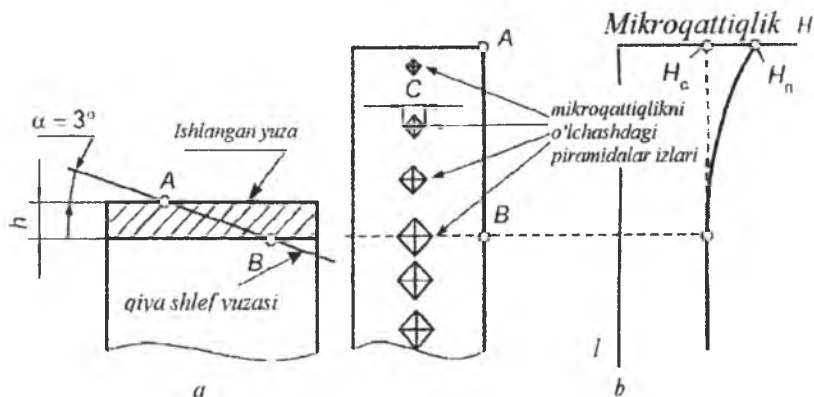
Puxtalanagan qatlam chuqurligini aniqlash uchun ishlangan yuzani qiya qilib kesiladi («косойсрез» – «косойшлиф») mana shu qiya qilib kesilgan yuza bo'ylab mikroqattqlik o'lchanadi (7.8a-rasm). puxtalanagan qatlam chuqurligi h nuqta A dan nuqta B gacha bo'lgan masofa orqali o'lchanadi (7.8b-rasm).

$$h = AB \cdot \sin \alpha$$

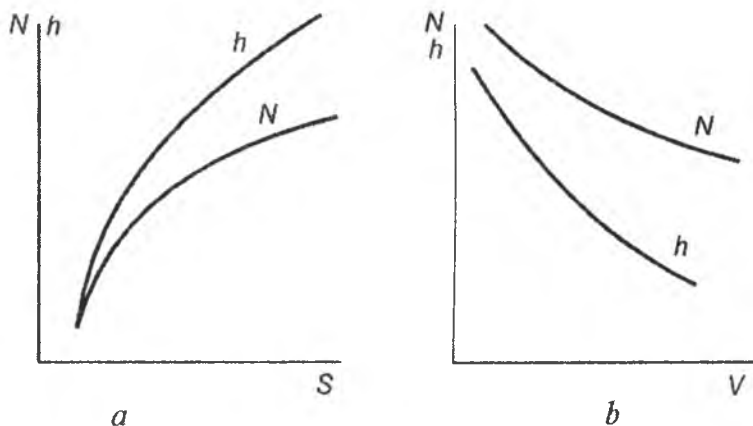
Puxtalanish chuqurligi qora yo'nishda 0,4 ... 0,5 mm; toza yo'nishda 0,07 ... 0,09 mm va jilvirlashda 0,04 ... 0,06 mm oralig'ida o'zgaradi.

Puxtalanish darajasi har xil materiallar, qattiq po'latlar uchun 20-30%, aluminiy uchun 90-100% oralig'ida bo'ladi.

Kesish tezligi va surishni puxtalanish darajasi N va chuqurligi h ga ta'siri 7.9-rasmda ko'rsatilgan. Surishni kattalashishi puxtalanagan qatlam puxtalanish darajasini ham, chuqurligini ham kattalashtiradi; kesish tezligini ko'tarish bularni pasaytiradi.



7.8-rasm. Qiya kesim («косойшлиф») bo'yicha mikroqattqlikni o'lchash usuli bilan puxtalanish darajasi va chuqurligini aniqlash.



7.9-rasm. Yo'nishda puxtalanish darajasi N va puxtalanish darajasi chuqurligi h ni surishga (a) va tezlikka (b) bog'liqligi.

Berilgan grafikdan ko'rinib turibdiki, birinchi holatda kuch faktori ustuvor. Keskich yeyilishini kattalashishi puxtalanish darajasini ham, chuqurligini ham kattalashtiradi.

7.3.2. Qoldiq kuchlanishlarni hosil bo'lishi

Ishlash davrida detal yuzasi qatlamida paydo bo'lgan kuchlanishga qoldiq kuchlanish deyiladi. Bu kuchlanish qanday bo'lmasin tashqi ta'sir yo'qligida mavjud bo'ladi. Masalan, harorat yoki kuch.

Kuchlanish maydonini uzunligi-borligi yashash vaqti belgilariga qarab quyidagilarga bo'linadi.

- makrokuchlanishlik (birinchi xil kuchlanishlik) detal o'lchamlari bilan solishtirsa bo'ladigan joylarni egallaydi;
- mikrokuchlanishli (ikkinchi xil kuchlanishlik) metalning ba'zi donalariga yoki donalar guruhiga tarqalgan;
- submikrokuchlanishli (uchinchi xil kuchlanishlik) kristallarning atomli panjaralarini buzilishiga taalluqli;

Detal yuza qatlamlaridagi kuchlanish to'g'risida gapirilganda faqat kuchlanishning birinchi xil kuchlanishi to'g'risida tushuniladi.

Makrokuchlanishlarning paydo bo'lishini asosiy sabablari – bu plastik deformatsiyaning bir xil emasligi va yuza qatlamini mahalliy qizdirish.

Kesish jarayonida makrokuchlanishlarni vujudga kelishi quyidagicha: kesish jarayonida keskich orqa yuzasi bo'ylab sirpanib o'tadi, bunda hosil bo'lgan qatlamning ustki qatlami deformatsiyalanib cho'zilib qoladi. Uning ostidagi qatlam elastik cho'ziladi. Bu qatlam keskich o'tib ketgandan so'ng o'zini dastlabki holatiga o'tishga harakat qiladi, bunga yuqoridagi plastik deformatsiyalangan qatlam yo'l qo'ymaydi. Natijada yuqori qatlam qisilib, ichki qatlam qisman cho'zilgan bo'lib qoladi.

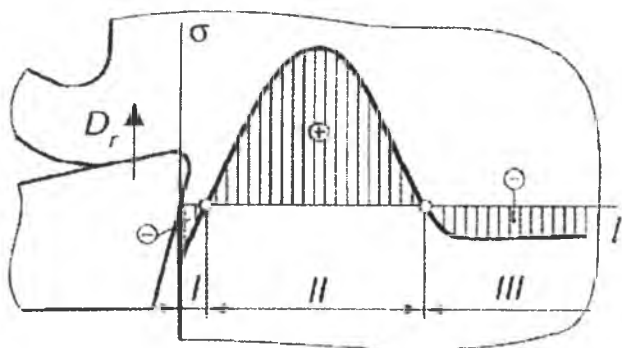
Boshqa tomondan tashqi qatlam kesish jarayonida qizib uzayishga harakat qiladi, bunga ichki sovuq qatlam yo'l qo'ymaydi. Natijada ustki qatlam siqilgan ichki qatlam cho'zilgan kuchlanishlik bo'lib qoladi. Kesish jarayonida jadalroq qizish natijasida yuzadagi kuchlanish materialni oquvchanlik chegarasidan o'tib ketadi, bu metalni yuqori qatlamlarida siqilish plastik deformatsiyasiga olib keladi. Keyinchalik sovish vaqtida yuqori qatlam siqilishga intiladi, lekin dastlabki uzunlik holatiga emas, ya'ni kattaroq o'lchamga (uni plastik siqish birligiga); bunga elastik kuchlangan ichki qatlam qarshilik qiladi. Natijada tashqi qatlamda cho'ziluvchi kuchlanish, ichki qatlamda siqilish kuchlanishi hosil bo'ladi.

Shunday qilib, kesib ishlash sharoitiga qarab yoki mexanik, yoki issiqlik faktori ustunlik qilishi mumkin. Mexanik faktori ustunlik qilganda yuza oldi hajmlarida siqilish makrokuchlanish vujudga keladi; issiqlik faktori ustunlik qilganda choʻzilish makrokuchlari vujudga keladi.

Yuqoridagi kuchlanishlar sxemalari buziladi, agar kesish jara-yonida fazoviy oʻzgarishlar sodir boʻlsa, chunki ular makrokuchlanishlarning kuchli manbaidir, mexanik va issiqlik faktorlaridan ancha kattadir.

Tigʻli asboblarda kesilganda (yoʻnish, frezalash, parmalash va h.k.) qoldiq kuchlanish asosan kuchli maydon taʼsirida paydo boʻladi. Kesish harorati ikkinchi darajadagi ahamiyatga ega. Moʻrt materiallar kesilganda choʻzilgan holda boʻladi.

7.10-rasmda qoldiq kuchlanish epyurasi (joylashgan chuqurlligiga qarab) berilgan.

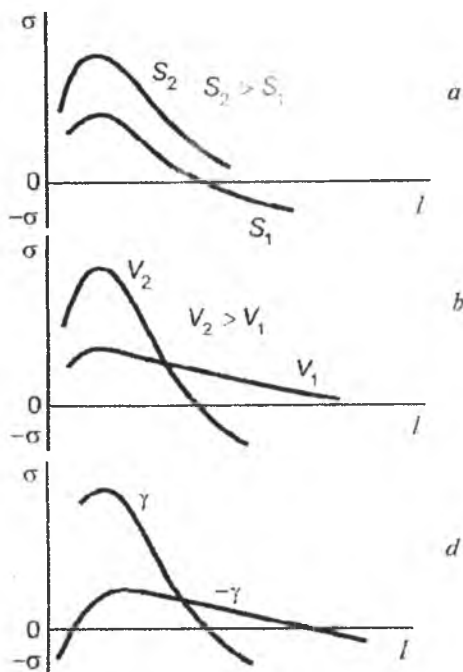


7.10-rasm. Yuza qatlami chuqurligi boʻyicha qoldiq kuchlanishlarni oʻzgarish epyurasi.

Juda yupqa I – zonada (qalinligi $t=0,001-0,004\text{ mm}$) siquvchi kuchlanish (150-200 MPa) taʼsir qiladi. II – zonada choʻzuvchi kuchlanish taʼsir qiladi (konstruktsion poʻlatlar uchun 300-400 MPa, zanglamas va olovbardosh poʻlatlar uchun 700-900 MPa). II – zona uzunligi I – zona uzunligidan 10 marta uzunroq. Shuning uchun yuza qatlam xarakterini II – zona taʼminlaydi.

III – zonada I va II – zonalarini qoldiq kuchlanishga taʼsirlarini tenglashtiradi.

Qoldiq kuchlanish kattaligi va joylashish chuqurligi, keskich oldingi burchagi, kesish tezligi, keskich yeyilish darajasiga bog'liq. S , ϑ va γ larni tangensial kuchlanish σ va uni yotish chuqurligi l prinsipial ta'siri 7.11-rasmda ko'rsatilgan.



7.11-rasm. Qoldiq kuchlanish kattaligi va joylashish chuqurligiga surish S ni, kesish tezligi ϑ ni, oldingi burchak γ ni ta'sir qilish sxemasi.

Kesish tezligi oshganda cho'ziluvchi qoldiq kuchlanish ham kattalashadi, lekin joylashish chuqurligi kichiklashadi (7.11b-rasm).

Kesish tezligi $\vartheta > 150-170 \text{ m/min}$ dan so'ng tashqi qatlam hosil bo'lishi (uglerodli po'latlarni kesishda) turg'unlashadi va qoldiq kuchlanishga ta'sir qilmaydi.

Surish kattalashishi bilan cho'ziluvchi kuchlanish ham kattalashadi, yotish chuqurligi ham biroz ortadi (7.11a-rasm).

Oldingi burchakni musbatdan manfiy $-\gamma = -15^\circ$ ga o'tishida cho'zuvchi kuchlanish keskin kamayadi, yotish chuqurligi kattalashadi (7.11d-rasm).

Keskich yeyilishini kattalashishi cho'ziluvchi qoldiq kuchlanishlarni ko'paytiradi, chuqurligini ham kattalashtiradi.

7.3.3. Mahsulot materialida struktura-fazoviy o'zgarishlar

Detallarni kesish jarayonida yuqori kesish haroratida yuza qatlamida struktura o'zgarishi mumkin va toblashga olib kelishi mumkin hamda yuqori qattiqlikdagi (asosiy metall qattiqligiga nisbatan) qatlam hosil bo'ladi. Boshqa tomondan toblangan po'latlarni kesishda yuqori kesish harorati ta'sirida qatlam bo'shab qattiqligini pasaytirishi ham mumkin.

Masalan ShX15-Sh va yuqori legirlangan toblangan po'latlarni jilvirlashda ikkinchi toblash vujudga kelib, yuza qatlami hosil bo'ldi: strukturalari austenitli-martensitli. Bu oq qatlam bo'lib, qattiqligi va mo'rtligi asosiy metalnikidan yuqori bo'ladi. Bu qatlam ostida o'tish zonasi trostit yoki sorbit strukturali; qattiqligi dastlabkidan pastroq.

Kristallik panjara o'zgarishi bilan bog'liq struktura o'zgarishlari yuza qatlam kuchlanish holatiga qattiq ta'sir qiladi. Ba'zan kuchlanish shu holatgacha yetishi mumkinki, yuza darz ketishi mumkin. [29]

7.3.4. Yuza qatlami kimyoviy tarkibini o'zgarishi

Qayta tiklanish va kristallik panjara o'lchamlarini o'zgarishiga diffuzion jarayonlar madadkor bo'lishi mumkin. Jarayon darajalari, birinchi navbatda kuchlilari va harorati kimyoviy elementlarni diffuziyasini aktivlashtirishi mumkin. Shu bilan ularni yuza qatlamida tarkibini gradiyentini hosil bo'lishini ta'minlaydi. Umumiy tenglamasi asosida kimyoviy elementlarni diffuzion qayta taxlanishini faktorlari quyidagilar: harorat gradiyenti, elastik deformatsiya gradiyenti va ularni konsentratsiyasi gradiyenti:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D_c \frac{\partial c}{\partial x} - D_T \frac{\partial T}{\partial x} - D_\epsilon \frac{\partial \epsilon}{\partial x};$$

q – sath-maydon birligidan diffuziyalashgan uglerod miqdori;

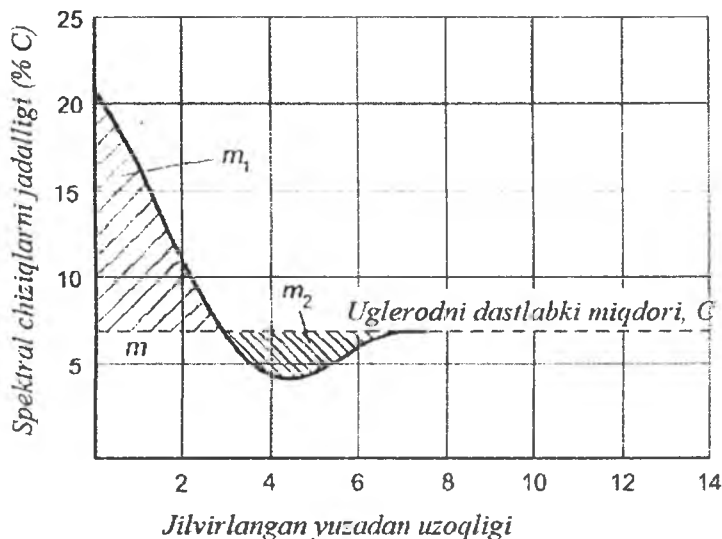
t – faktorlarni ta'sir vaqti (diffuziyani uyg'otuvchi);

D_C, D_T, D_ϵ – kimyoviy element diffuziya koeffitsiyenti; konsentratsiya gradiyenti, harorat gradiyenti, deformatsiya gradiyenti bilan uygʻotilgan.

Buni poʻlat 170X6F4M va tezkesar poʻlati P18 larni olmosli jilvirlashda misol qilib koʻrsatish mumkin (7.12-rasm).

Jilvirlash sharoitiga qarab uglerod miqdori $m_1 = 1,7 \pm 2,3\%$ koʻpaygan, dastlabki holatda $m_1 = 0,7 \pm 0,8\%$ boʻlgan.

Rentgenostruktura analizi shuni koʻrsatdiki, P18 poʻlatini yuza qatlamida olmosli jilvirlashdan soʻng mikrodispersli karbidlarni karbidlar miqdori oshgan. Shu bilan birga bir vaqtni oʻzida austenitning miqdori oshgan. Buning uchun qoʻshimcha uglerod miqdori kelishi lozim.



7.12-rasm. Olmosli jilvirlashda poʻlat 170X6F4M yuza qatlamida chuqurlik boʻyicha uglerodni taqsimlanishi. $S_{opt} = 38 \text{ m/s}$;

$$\delta_{min} = 0,02 \text{ mm/ikki yurish}, S_{uzor} = 1 \text{ m/min}$$

Spektral analiz shuni koʻrsatdiki, uglerodni chuqurlik boʻyicha joylashishi bir tekisda emas: qatlam yuzasi usti m_1 uglerodga toʻyinadi,

undan pastrog'i m_2 miqdorga to'yinadi. Bunda $m_1 \geq m_2$; $m_2 < m$. To'yintirilgan qatlamdagi uglerod qatlami chuqur qatlamdan diffuziyalangan uglerod miqdoridan m_2 dan ko'p bo'ladi. Bu shu narsaga asos bo'ladi, m_1 zonasiga kesuvchi uglerodlar oqimi faqat ishlanayotgan material (m_2 zona) hisobiga emas, olmosli jilvirosh zarrachalari atomlaridan o'tgan uglerodlar hisobiga ham to'ladi.

7.4. Detalni ekspluatatsion xossalari sifatni asosiy ko'rsatkichlarini ta'siri

Mashina detallarini eng ahamiyatli ekspluatatsion xarakteristikasi bu ishqalanib yeyilishga turg'unligi va charchashga qarshiligi.

Ishqalanib yeyilishga turg'unlik detal yuzasini ekspluatatsiya qilish jarayonida qarshiligini aniqlaydi.

Charchashga qarshilik ekspluatatsiya jarayonida detalni ko'p marta takrorlanadigan har xil belgisi (+;-) kuchlanishlarga qarshi tura olishlik qobiliyatini xarakterlaydi. Charchashga yetarli qarshilik bo'lmasa, darzlarni jadal paydo bo'lishiga va rivojlanishiga olib keladi hamda detalni sinishga duchor qiladi.

Detallarni ekspluatatsiya qilish sharoitlari xilma-xil, shuning uchun ularga qo'shimcha talablar qo'yiladi: zangga bardoshlik, elektrik, magnitli, estetik va h.k.

Detalni loyihalash va yasash davrida yuzalar xarakteristikalari va detal yuza qatlami xossalari ularni ekspluatatsion xossalari qanday ta'sir qilishini bilish juda ahamiyatli.

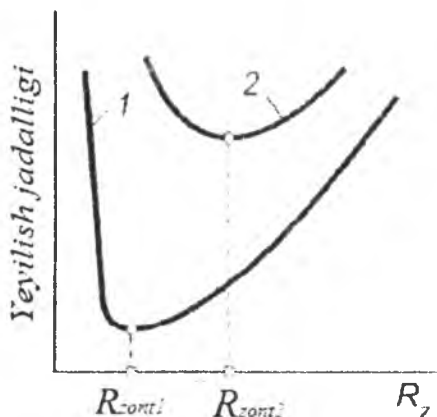
7.4.1. G'adir-budirlikni ta'siri

Kontaktlashgan detallar ishqalanib yeyilishga turg'unligiga g'adir-budirlik katta ta'sir ko'rsatadi. Har bir ishqalanuvchi juftlik uchun g'adir-budirlikning optimal qiymati borligi aniqlangan, qaysiki kontaktni yuklash sharoitiga bog'liq. Agar dastlabki g'adir-budirlik optimal qiymatdan katta bo'lsa, ekspluatatsiya qilish jarayonida ma'lum vaqt davrida kontakt yuzalarni yuqori yeyilishi kuzatiladi. Bu jarayon g'adir-budirlik optimal kattalikka yetguncha davom etadi; yeyilish jadalligi eng kichik bo'lguncha (7.13-rasm).

G'adir-budirlikni optimal qiymati mavjudligi quyidagicha tushuntiriladi. Ishqalanuvchi yuzalarda tekismaslik bo'lib, ularni

balandligi optimal qiymatdan katta bo'lsa, mexanik ilib olish kattalashadi, uqalanishi va kesilishi ortadi. Natijada detallar yuqori darajada yeyiladi. Agar tekis emaslik balandligi optimal qiymatdan kichik bo'lsa, yuza ustida moylovchi yomon ushlanib turadi, ishqalanuvchi yuzalar jipsroq tegib turgani uchun yeyilish ko'tariladi; bu molekular ilib olishga va tutib turishga olib keladi.

Detallarni yeyilish jadalliligiga faqat tekis emaslikning balandligi emas, tekis emaslikning yo'nalishi ham ta'sir qiladi.



7.13-rasm. Ishlash sharoitiga qarab ishqalanish juftligini tekis emaslik balandligini R_z yeyilishga ta'sirini sxemasi:
1-yengil sharoit, 2-og'ir sharoit.

Yengil ishlash sharoitida va suyuqlik ishqalanishda yaxshi natija olishadi, agar tekis emaslik izlari yo'nalishi tekis emaslik detallar surilishi yo'nalishi bilan to'g'ri kelsa, bu sharoitda moylovchi modda bilan bo'lingan kontakt katta maydonga ega bo'ladi.

Og'ir sharoitda ishlashda bosim katta bo'lganda, moylash yetarli bo'lmaganda, tekis emaslik izlarini yuzalarda kesishini ta'minlash tavsiya etiladi. Shunda moylovchi material to'la qisib chiqarilmaydi va yuzalarni yopishib qolishlik ehtimolini kamaytiradi.

Detallarni charchashga qarshiligi yuza g'adir-budirligiga muhim bog'liq. Detal yuzasidagi ma'lum nuqsonlar va tekis emasliklar metalni charchab yemirilishiga yordam beradi. Qo'pol ishlanganda detal yuzasida qolgan chuqur izlar kuchlanish yig'ilishining birlamchi o'chog'i bo'ladi. Tekis emaslik chuqurliklarida siklik va belgi

o'zgaruvchi (+,-) kuchlarda submikroskopik darzlar paydo bo'ladi; bular charchash darzlariga va detalni buzilishga olib keladi. Umumiy qonuniyat mavjud: mikro tekismaslik balandligi qancha kichik bo'lsa, charchashga qarshilik shunchalik katta bo'ladi.

Zanglamaslik turg'unligi g'adir-budirlik kamayishi bilan turg'unlik ko'tariladi. G'adir-budirlik qancha dag'al bo'lsa, unda shuncha chuqurliklar va chuqur timashlar bo'ladi. Mana shularni tagida zanglatuvchi moddalar yig'iladi, jipslashadi, natijada shu yerda shu yuzada zanglash jadallashadi.

7.4.2. Yuza qatlami puxtalanishi (mikroqattiqligini) ta'siri

Albatta, yuza qatlami mikroqattiqligini (puxtalanishini) ortishi yeyilishga turg'unligini ko'taradi. Ammo, mikroqattiqlik g'adir-budirlik kabi o'zini optimal qiymatiga ega, qaysiki, ishqalanuvchi juftlikni ekspluatatsiya qilish jarayonida hosil bo'ladi.

Yuza qatlamini puxtalanishi mashina detallarini charchashga qarshiligiga katta ta'sir qiladi. Puxtalangan qatlam bor charchash darzlarni rivojlanishiga yangilarini paydo bo'lishiga yaxshigina xalaqit qiladi. Yangi charchash darzlari puxtalangan qatlam tagida paydo bo'ladi. Bularni paydo bo'lib rivojlanishi uchun yuqori kuchlanish va kuch qo'yish siklini ko'paytirish lozim, puxtalanmagan yuzaga nisbatan. Demak, puxtalangan qatlam har xil geometrik va strukturali kuchlanishlar konsentratlarini ta'sir qilish jadalligini kamaytiradi va shu bilan charchashga qarshiligini oshiradi.

Lekin oldingi mexanikaviy ishlashdan qolgan puxtalangan qatlam keymgi ishlov beruvchi keskich turg'unligiga salbiy ta'sir qiladi. Shuning uchun toza kesishda kesish chuqurligi shunday belgilanadiki, keskich cho'qqisi – tig'i puxtalangan qatlam ostida ishlaydi.

Ko'pchilik holatlarda detal yuza qatlamini puxtalanishi uni zangga bardoshligini pasaytiradi. Polikristallik metallarni plastik deformatsiyalanishda ularda mikro bir xil emaslik hosil qiladi, qaysilarki, katta hajmdagi galvonolik mikroelementlarni paydo bo'lishiga yordam beradi. Metall zarrachalarini bir xil deformatsiyalash natijasida energiya yig'ilishi bir xil emas ko'tariladi va elektron potensial har xil o'zgaradi. Ferritli zarrachalar nisbatan ko'proq puxtalangan bo'lib, anod bo'lib qoladi, kamroq puxtalangan perlit zarrachalari katod

bo'ladi. Bu holatda absorbsiya tezlashadi va korrozion hamda diffuzion jarayonlar jadal rivojlanadi.

7.4.3. Qoldiq kuchlanishlar ta'siri

Hozirgi vaqtda qoldiq kuchlanishlarni musbat yoki manfiy bo'lishiga qaramay detallarni ishqalanib yeyilish turg'unligiga yetarli ta'sir qilmaydi. Qoldiq kuchlangan qatlam ishlov berishning ishqalanishni dastlabki davrida kesib olib tashlanadi, keyinchalik kesish jarayonida asta-sekin qism qoldiq kuchlanishi hosil bo'ladi. Bu hodisalar dastlabki yuzadagi qoldiq kuchlanishga bog'liq.

Qoldiq kuchlanishlar detallarning charchashiga yetarli ta'sir qiladi. Kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, kesuvchi kuchlanish chidamlilik chegarasini ko'taradi, cho'ziluvchi uni kamaytiradi.

7.4.4. Yuza qatlam strukturasi ta'siri

Strukturani o'zgarishi detallar kontakt yuzalarini ishlash qobiliyatiga ahamiyatli ta'sir qiladi. Qatlamni ikkinchi marta toblangan qismi oq qatlam yuqori qattqlikka ega, shuning uchun ishqalanib yeyilish sharoitida yaxshi ishlaydi. Lekin siklik kuch ta'sirida charchab uqalanishga moyil.

Yuqoridagilarni hisobga olib toblangan qatlamga baho berish uchun detalga qo'yilgan ekspluatatsion talablarni hisobga olish kerak. Agar detallar ishqalanishga ishlasa ishqalanishga chidamliligini oshirish maqsadida oq qatlam saqlanishi lozim.

Detailarni jilvirlash jarayonida yuqori harorat natijasida faqat ikkilamchi toblash emas, mahalliy fazoviy va strukturali o'zgarishlar ham bo'lishi mumkin. Ular alohida kuyib qolgan formada bo'lishi mumkin. Bular o'z navbatida mahalliy hajmiy o'zgarishga olib keladi. Natijada ichki bir xil emas har xil belgili (+;-) kuchlanish paydo bo'ladi. Agar kuchlanish metalni uzilishga bo'lgan vaqtincha qarshiligidan katta bo'lsa, detal qatlami o'rtasida yoki kuygan uchastkalar chegaralarida uziladi, ya'ni ichki kuchlanishlar konsentratsiyasi eng ko'p joylarida. Detal yuzalarida darzlarni paydo bo'lishi charchashga qarshilikni keskin pasaytiradi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Detallarni ishlash sifatini ko'rsatkichlarini asosiylarini sanab o'ting?

2. Mikro tekis emaslik R_z hisobiy kattaligi qaysi faktorlarga bog'liq?

3. Kesish rejimi yuza g'adir-budirligiga qanday ta'sir etadi?

4. Yuza qatlami mustahkamlanishini hosil bo'lishiga kuch va issiqlik faktorlarining roli?

5. Qoldiq kuchlanish paydo bo'lishining sabablari?

6. Yuza qatlamidagi struktura o'zgarishlar nega hosil bo'ladi?

7. Detallarni ekspluatatsion xarakteristikalarini eng ahamiyatlilarini sanab chiqing?

8. Detallarni ekspluatatsion xarakteristikasiga g'adir-budirlikning, puxtalanishning, qoldiq kuchlanishning va struktura o'zgarishlarining ta'sirini tushuntiring?

VIII-BOB. KESISH REJIMLARINI ANIQLASH

Kesib ishlash rejimlarini aniqlash mashinasozlikdagi muhim texnik-iqtisodiy masalalardan biri hisoblanadi. Odatda, bu masala ikki xil yondashish asosida hal qilinadi.

1. Kesish rejimlarini soddalashtirilgan hisoblash asosida ma'lumot-nomalar (справочник) asosida aniqlash.

2. U yoki bu kriteriy bo'yicha kesish rejimlarini optimallashtirish asosida.

Kesish rejimlarini optimallashtirishni quyidagi kriteriyalar bo'yicha amalga oshirish mumkin: mehnat unumi, iqtisodiyot, ishlash aniqligi, qatlam yuzasi sifati, ishlash ishonchliligi va mashina detallarini uzoq vaqt ishlashi – umrboqiyiligi.

Kesish rejimi uchta parametr bilan xarakterlanadi: kesish tezligi (v), chuqurligi (t) va surish (S). Bu masalalarni hal qilish bilan bir qatorda, berilgan operatsiyada qo'llaniladigan keskich asbobi va asbob-uskunalarini ham qo'llash nazarda tutiladi.

Kesish rejimlarini aniqlash 3 xil usul bilan amalga oshiriladi:

1. Eksperimental usul – tajribalar o'tkazish bilan, odatda, shu talabga javob beradigan keskich chidamliligi orqali kesish rejimlari aniqlanadi.

2. Amalda orttirilgan bilim (tajriba)lar asosida. Bunda kesish rejimlarini aniqlash 2 xil usulda amalga oshishi mumkin:

a) Normativ ma'lumotlar adabiyotlari yordamida kesish rejimlarini tanlash (jadvalli usul); [30]

b) Empirik formulalar yordamida kesish rejimlarini hisoblash. Bunda yig'ilgan tajriba ma'lumotlari matematik hisoblanadi. Bu usul matematik usul deyiladi.

3. Kesish jarayonini nazariy-fizikaviy istiqbollarni yorituvchi modellarini hisobga olib kesish rejimlarini hisoblash. Bu usul kelajakda eng umumiy va aniq bo'lib, optimal kesish rejimlarini olishga imkon beradi.

8.1. Kesish rejimi elementlarini aniqlash ketma-ketligi

Kesish tezligi, surish va kesish chuqurliklarini ketma-ketligini tanlash (aniqlash) muhim masalalardan biri hisoblanadi. Bu eng yaxshi natija olish imkonini beradi. Kesib ishlashda mehnat unumi "Q" eng muhim faktor hisoblanadi. Bu mehnat unumi vaqt birligida olingan qirindi hajmi bilan aniqlanadi.

$$Q = v \cdot S \cdot t$$

Formuladan ko'rinib turibdiki, V, S, t mehnat unumiga bir xil ta'sir qiladi. Kesish parametrlarini kattalashtirish qaysi biridan boshlash bir xildir. Shu bilan bir qatorda oldingi bobda ko'rsatilganki, V, S, t kesish haroratiga, yeyilish jadalligiga va keskich chidamliligiga har xil ta'sir qiladi. Bu narsa keskich turg'unligi davri uchun yaratilgan formuladan ko'rinib turibdi.

$$T = \frac{C_4}{g m_1 S^q t^p},$$

Bu yerda $m_1 > q > p$.

Formuladagi nisbatlar ko'rsatadiki, kesish haroratiga, ya'ni kesuvchi asbob yeyilish jadalligiga eng kam ta'sir qiladigan faktor bu kesish chuqurligidir. Undan so'ng surish kattaligi va haroratga hamda keskich yeyilishiga jadal ta'sir qiladigan faktor kesish tezligini o'zgarishi turadi. Shuning uchun ishlab chiqarish unumiga bir xil ta'sir qilishiga qaramasdan, kesish rejimini tanlash kesish haroratiga, keskich yeyilishiga eng kam ta'sir qiladigan faktor kesish chuqurligidan boshlanadi. Shu nuqtayi nazardan bundan so'ng surish kattaligi tanlab belgilanadi. Oxirida kesish rejimi aniqlanadi.

8.2. Yo'nish, parmalash va frezalashda kesish rejimlarini aniqlash uchun umumiy uslubiy qo'llanmalar

8.2.1. Dastlabki ma'lumotlar

Kesish rejimlarini hisoblash uchun quyidagi dastlabki ma'lumotlar zarur: bular zagotovka va detal chizmasidan olinadi hamda ushbu asbob-uskunada ishlash xususiyatlari hisobga olinadi.

1. Ishlanayotgan material markasi va uni mustahkamlik xarakteristikasi: po'latlar uchun mustahkamlik chegarasi Rt yoki qattqlik HV (HRC); cho'yanlar uchun qattqlik NV; zagotovkani olish usuli

(shtampovka, pakovka, parakat, quyma) zagotovkani yuzasini holati (quyma po'stlog'i, issiq prokatlashdan keyingi kuyunti, shtamplashdan keyingi kuyundi va hokazolar).

2. Zagotovka va ishlangan detal o'lchamlari.

3. Talab qilingan ishlangan yuza aniqligi (kvalitet) va g'adir-budurligi; yuza qatlami xossalari.

4. Zagotovkani mahkamlash usuli: patronda; markazlarda; patronda ikkinchi uchinchi orqa babka markazi bilan qisilgan holda bo'ladi; (tokarlik stanoklari uchun): stolga yoki moslamada (frezalash va prokatlash stanoklari uchun).

8.2.2. Asbob-uskunalarni tanlash

Operatsiya turiga (yo'nish, parmalash, frezalash) qarab stanokni tili va modeli tanlanadi. Stanok modeli zagotovka va ishlanayotgan yuza gabarit o'lchamlariga qarab tanlanadi. Kesish rejimlarini tekshirib chiqish stanokning quyidagi "pasport" ma'lumotlari kerak.

1) shpindelni aylanishlar chastotalari (diyekret moslashda);

2) surishlar qatori (diyekret moslashda);

3) surish kuchini ruxsat etilgan eng kattasi;

4) bosh harakat yuritgichi quvvati;

5) stanok bosh harakat yuritgichini foydali ish koeffitsiyenti – FIK.

Bu ma'lumotlar stanok pasportida va adabiyotlarda bor.

8.2.3. Keskich asbobini tanlash

Hozirgi zamon stanoklarida ishlash uchun tarkibli yoki yig'ma konstruksiyali kesish asboblarini tanlash tavsiya qilinadi. Bularda ishchi – kesuvchi qismi asbobsozlik materiallardan, mahkamlovchi va boshqa qismlari oddiy konstruksion materiallardan yasalgan keskichlardan foydalanadi. Lekin mayda keskichlar va slesar asboblari bir butun asbobsozlik materiallaridan tayyorlanadi.

Qattiq qotishmalarni plastinkalari asos korpusga maxsus usulda kavsharlanadi yoki maxsus yuqori haroratda ishlaydigan yelim-kley bilan mahkamlandi. Ko'p qirrali qattiq qotishma va mineralokeramika plastinkalari mexanik usulda mahkamlanadi.

Qattiq qotishmali keskichlarni aniq sharoitga qarab tanlash lozim. Qayta charxlanmaydigan yuqori ishqalanib yeyilmaydigan qoplamali plastinkalarni ishlatish afzal.

Hozirgi davrda mineralokeramikadan yasalgan keskichlarni qo'llash ko'proq tavsiya qilinmoqda.

Keskich materiallarini tanlash ma'lumotlari maxsus "spravochnik" larda to'la berilgan.

8.2.4. Kesish chuqurligini belgilash

Kesish rejimi elementlari orasida keskich turg'unligiga eng kam ta'sir qiladigan kattalik – bu kesish chuqurligi (t) hisoblanadi. Shuning uchun uning qiymatini iloji boricha katta olish maqsadga muvofiq. Qoldirilgan qiymatini bir o'tishda olib tashlash tavsiya qilinadi. Agar bir o'tishda olishni ilojisi bo'lmasa, ishlangan yuza sifati yoki olinayotgan chuqurlik qatlami kattaligi ikki yo'nalishda olinadi: birinchi o'tishda qora o'tishda qiymatning ($2/3$ yoki $3/4$) qismi kesiladi; ikkinchi o'tishda – toza o'tishda qatlam qismi olinadi. Bu operatsiyalar talab qilinayotgan o'lchamlar aniqligi va ishlanayotgan yuza sifatini hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Masalan, yo'nishda ishlangan yuza g'adir-budirligi $R_a=3,2\text{mkm}$ ($R_z=40-20\text{ mkm}$) va aniqlik IT10-IT11 bo'lsa, kesish chuqurligi $t=0,5-2,0\text{ mm}$ tavsiya qilinadi; agar $R_a=0,8-2,5\text{ mkm}$ va aniqlik IT8-IT7 bo'lsa, $t=0,1-0,4\text{ mm}$ bo'ladi.

O'rta quvvatdagi universal stanoklarda (16K20, 6M12H, 6M82 va h.k.) ishlanganda yuqoridagi chegaralar bo'lmagan holda eng katta chuqurlik yo'nishda 8-10 mm dan, silindrik frezalashda 10-12 mm dan, ko'ndalang frezalashda 12-15 mm dan ortishi kerak emas.

Boshqa sharoitlar uchun ma'lumotlar maxsus "spravochnik" larda berilgan.

8.2.5. Keskich turg'unligi davrini hisoblash (tanlash)

Ko'pchilik holatlarda keskich turg'unligi davrini "spravochnik" lardagi tavsiyalar asosida belgilanadi: bajarilayotgan operatsiya xarakteriga; asbobsozlik materialiga; keskichni konstruktiv elementlariga bog'liq holda belgilanadi. Masalan, bir keskichni tokarlik ishida 30-60 min; ko'ndalang frezalashda freza diametriga qarab 120-400 min; konstruksion po'latlarni tezkesar po'latdan yasalgan keskichlar bilan

po'latni parmalashda, teshik kengaytirishda parma diametriga qarab 15-110 min; cho'yanni parmalashda 20-170 min.

Keskich turg'unligi davrini tanlashda ikkita variant bo'lishi mumkin:

1) Turg'un davri T ni katta olish mumkin. Bunda stanok unda-munda qayta sozlanadi, asbob ham kamdan-kam charxlanadi; lekin kichkina tezlikda ishlanadi; demak, kesish mehnat unumi past.

2) Davrni kichkina qabul qilish; katta tezlikda kesish; stanokni tez-tez sozlab turish, keskichni tez-tez charxlab turish. Demak, mehnat unumi yuqori.

Qaysi variantni qabul qilish qolgan faktorlarni hisobga olgan holda amalga oshiriladi.

8.2.6. Kesish rejimini aniqlashda va keskich asbobi turg'unligini belgilashdagi optimallashtirish kriteriyalari

Optimal kesish rejimlarini aniqlash quyidagi qo'shimcha optimallashtirish kriteriyalari asosida amalga oshirilishi mumkin:

- 1) iqtisodiy kriteriya;
- 2) ishlash mehnat unumini maksimumi (mahina vaqtini minimum bo'yicha);
- 3) olinayotgan foydani maksimumi (bozor holatiga qarab);
- 4) keskichni bir turg'unlik vaqti davrida ishlangan maksimum detallar soni;
- 5) keskichni to'la-butun ishlash vaqtidagi olingan maksimum detallar soni.

8.2.7. Kesish rejimi elementlarini hisoblashni analitik usuli

1) surishni aniqlash. Surish qiymati – ishlash turi va sharoitiga (qora yoki toza), kesish chuqurligiga va ishlash diametriga qarab formulalar bo'yicha yoki tavsiya qilinadigan jadval ko'rsatkichlari normativ-ma'lumotnomalar asosida tanlanadi. Bunda, albatta, texnologik cheklash hisobga olinadi. Bular quyidagilar:

a) qora ishlashda surish (zagatovkani bir aylanishiga yoki frezalashda – bitta tishga to'g'ri kelgan) quyidagilarni: stanok tizimidagi texnologik bikirliligni, zagatovka mustahkamligini, zagatovkani mahkamlash usulini, keskich asbobini mustahkamligini va keskich hamda mahkamlash qisimini bikirliligni, stanokni surish mexanizmini mustahkamligini hamda

oʻrnatilgan kesish chuqurligini hisobga olib oʻrnatiladi. Mana shu sharoitlardan kelib chiqqan surishning eng kichigi qabul qilinadi;

b) toza ishlashda surish qiymati taʼminlanishi lozim boʻlgan ishlangan yuzaning gʻadir-budirliigi va aniqlik kвалitetini hisobga olish orqali tanlanadi. Bunda detalni kesish kuchlari ostida egilish ehtimoli borligi va ishlangan yuza geometrik formalalarini xatoliklarini hisobga olish kerak.

Normativ surishni tanlab olgandan soʻng tekshiruv hisoblari bajariladi. Masalan, qora yoʻnishda berilgan kesish chuqurligida stanokni surish mexanizmini mustahkamligi tekshiriladi. Bunda bu yoʻnish uchun surish kuchi aniqlanadi va stanokni surish mexanizmini kuchi (stanok pasportida koʻrsatilgan) bilan taqqoslanadi.

$$P_x = C_{P_x} t^{x_{P_x}} S^{y_{P_x}} K_{P_x} \leq P_{CT}$$

yoki

$$S_{д.СТ} \leq \left[P_B / C_{P_x} t^{x_{P_x}} S^{y_{P_x}} K_{P_x} \right]^{\frac{1}{y_{P_x}}}$$

Bunday tekshirishlar bir necha marotaba boʻlishi mumkin. Agar tanlangan surish qiymati tizimni mustahkamligi, bikirligiga javob bermasa, surish qiymati lozim darajagacha kamaytiriladi.

2) Kesish tezligi va aylanishlar sonini aniqlash. Ishlash turiga qarab formulalar orqali hisoblanadi.

Yoʻnishda:

$$v = \frac{C_\theta}{T^{m_\theta} S^{y_\theta} t^{x_\theta}} \cdot K_{m/min}$$

bu yerda, C_θ – ishlov berish sharoitini va yoʻniladigan materialni xarakterlovchi koeffitsiyent; T – keskichning turgʻunligi, *min*; m – nisbiy turgʻunlik koʻrsatkichi; t – kesish chuqurligi, *mm*; S – surish qiymati, *mm/ayl*; x_θ va y_θ – t va S ning daraja koʻrsatkichlari; K – umumiy tuzatish koeffitsiyenti.

Umumiy tuzatish koeffitsiyenti ayrim tuzatish koeffitsiyentlari koʻpaytmasiga teng boʻladi:

$$K_\theta = K_{m_\theta} \cdot K_{C_\theta} \cdot K_{a_\theta} \cdot K_{q_\theta} \cdot K_{T_\theta} \cdot K_{sh_\theta} \cdot K_{\varphi_\theta} \cdot K_{\varphi_{1\theta}} \cdot K_{r_\theta} \cdot K_{q_\theta} \cdot K_{h_\theta} \cdot K_{r_\theta} \cdot K_{ms_\theta}$$

K_{m_θ} – ishlanayotgan materialni mexanik xossalriga qarab tanlanadi (8.1-jadval).

K_{C_θ} – ishlanayotgan materialni holatiga qarab tanlanadi (8.2-jadval).

K_{a_θ} – keskich materialini qarab tanlanadi (8.3-jadval).

K_{q_θ} – ishlanayotgan materialni sirt holatiga qarab tanlanadi (8.5-jadval).

$K_{T\theta}$ – keskich turg'unligiga qarab tanlanadi (8.6-jadval).

$K_{sh\theta}$ – keskich oldingi burchakiga qarab tanlanadi (8.7-jadval).

$K_{\varphi\theta}$ – plandagi asosiy burchak φ ning ta'sirini hisobga olish ko'effitsiyenti (8.8-jadval).

$K_{\varphi_1\theta}$ – plandagi yordamchi burchak φ_1 ning ta'sirini hisobga olish ko'effitsiyenti (8.9-jadval).

$K_{r\theta}$ – keskich uchini yumaloqlik radiusi (8.10-jadval).

$K_{q\theta}$ – keskich tanasini ko'ndalang kesimini o'lchamlarini hisobga olish ko'effitsiyenti (8.11-jadval).

$K_{h\theta}$ – keskich ketingi yuzasini yeyilishini hisobga olish ko'effitsiyenti (8.12-jadval).

$K_{p\theta}$ – ishlov berish turlarini hisobga oluvchi ko'effitsiyent (8.13-jadval).

$K_{ms\theta}$ – moylash-sovutish suyuqligi ta'sirini hisobga oluvchi ko'effitsiyent (8.14-jadval).

8.1-jadvalda kesish tezliklarini hisoblab topishda foydalanish uchun, yo'niladigan materialning mexanik xossalariga qarab, tuzatish ko'effitsiyenti K_{κ} ning qiymatlari keltirilgan.

Tuzatish ko'effitsiyenti K_{κ} ning qiymatlari

8.1-jadval

Yo'niladigan material		Toblangan konstruksion uglerodli va legirlangan po'lat							
Mustahkamlik chegarasi	$\sigma_b, \text{ kG} / \text{mm}^2$	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120
	$\sigma_b, \text{ MN} / \text{m}^2$	390-490	490-590	590-690	690-785	785-885	885-980	980-1080	1080-1180
K_{κ} ko'effitsiyent		2,2	1,6	1,25	1,00	0,83	0,71	0,61	0,53
Brinell bo'yicha qattiqligi HB		Kulrang cho'yan							
		100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260
K_{κ} ko'effitsiyent		2,66	1,94	1,50	1,20	1,00	0,85	0,72	0,63

Yo'niladigan metalning holatiga kiritiladigan tuzatish ko'effitsiyenti K_{κ} ning qiymatlar 8.2-jadvalda keltirilgan.

K_{α} koefitsiyentning qiymatlari

8.2-jadval

Materialning holati			
Sovuqlayin cho'zilgan	Qizdirib turib prokatlangan	Normallangan	Yumshatilgan
1,1	1,0	0,95	0,90

Keskich keskich qismining materialiga bog'liq bo'lgan tuzatish koefitsiyentining qiymatlari 8.3-jadvalda keltirilgan.

K_{α} koefitsiyentning qiymatlari

8.3-jadval

Keskich kesuvchi qismining materiali	Koefitsiyent	Eslatma
Uglerodli asbobsozlik po'lati	0,10	
Legirlangan asbobsozlik po'lati 9XC	0,12-0,15	
Tezkesar po'lat P18, P9	0,25-0,30	
P9K10	0,40-0,50	
Qattiq qotishmalar T5K10	1,00	Po'latni xomaki
T15K10Mo	2,00	yo'nishda
T15K6	1,54	Po'latni xomaki
T30K4	2,15	yo'nishda
BK6	1,00	Po'latni chala tozalab
BK8	0,83	yo'nishda
BK8Mo	1,40	Po'latni tozalab
BK2, BK4	1,20	yo'nishda
Mineralokeramika UJM332	1,5-2,0	Cho'yanni yo'nishda
***	1,1-1,3	***
		Cho'yanni tozalab
		yo'nishda
		Cho'yanni tozalab va
		chala tozalab yo'nishda
		Po'latni tozalab va chala
		tozalab yo'nishda

C_g – ishlov berish sharoitiga (yo'niladigan metall, keskich materiali, kesuvchi asbob geometriyasi, sovutish suyuqligining ishlatish-

ishlatilmasligiga) bog'liq koeffitsiyent; x_g va y_g – daraja ko'rsatkichlari. Bular quyidagi jadvaldan topiladi.

8.4-jadval

Keskich-ning materiali	Yo'niladigan metall	Ishlov berish xarakteri	Ishlov berish sharoiti					
			Sovutish suyuqligi ishlatilganda			Sovutish suyuqligi ishlatilmaganda		
			C_g	x_g	y_g	C_g	x_g	y_g
P18 va P9 markali tezkesar po'lat	Po'lat, po'lat quyma, aluminiiy va magniiy qotishmalari	$S \leq 0.25$	96.2	0.25	0.33	52.5	0.25	0.5
		$S > 0.25$	60.8	0.25	0.66	42.0	0.25	0.6
	Bolg'alanuvchi cho'yan	$S \leq 0.25$	55,4	0,20	0,25	42,6	0,20	0,40
		$S > 0.25$	47,4	0,20	0,50	24,5	0,25	0,40
	Kulrang cho'yan, mis qotishmalari	yarim toza $\delta = 2\text{mm}$	-	-	-	34,2	0,15	0,30
		dag'al. $\delta = 4\text{mm}$	-	-	-	32,6	0,15	0,40
Qattiqqo-tishma T15K6	Po'lat, po'lat quyma, aluminiiy va magniiy qotishmalari	$S \leq 0,30$	257	0.18	0.20	242	0.18	0.20
		$S = 0,3-0,75$	294	0.18	0.35	267	0.18	0.35
		$S > 0.75$	2.85	0.18	0.45	259	0.18	0.45
Qattiq qotishma BK8	Cho'yan va mis qotishmalari	$S \leq 0,30$	133	0.22	0.40	126	0.22	0.40
		$S > 0.3$	123	0.22	0.50	122	0.22	0.50
		$S \leq 0.4$	-	-	-	166	0.13	0.20
		$S > 0.4$	-	-	-	147	0.20	0.40

Yo'niladigan zagatovkaning materialiga va sirtining xarakteriga bog'liq bo'lgan tuzatish koeffitsiyentining qiymatlari 8.5-jadvalda keltirilgan.

Keskichning turg'unligi qiymatiga qarab, kesish tezligini, surish qiymati va kesish chuqurligi ta'sirini aniqlashda 18-jadvalda keltirilgan tuzatish koeffitsiyenti K_r dan foydalaniladi. 8.6-jadvalda po'lat va cho'yanni yo'nishda qattiq qotishmali keskichlar uchun tuzatish koeffitsiyentining qiymatlari berilgan.

K_{qv} ko'effitsiyentning qiymatlari

8.5-jadval

Po'lat			Cho'yan		
kuyundisiz	kuyundili	qobiqsiz	Qobiqli		
			Qattiqligi HB		
			160 gacha	160-200	200 dan ortiq
1,0	0,9	1,0	0,7	0,8	0,9

K_{τ} ko'effitsiyentning qiymatlari

8.6-jadval

Keskichning turg'unligi, min hisobida	15	20	25	30	35	40	60	90
K_{τ} ko'effitsiyent	1,15	1,08	1,03	1,00	0,87	0,95	0,88	0,81

Keskich oldingi yuzasi shakliga oid tuzatish ko'effitsiyenti K_{α_0} ning qiymatlari 8.7-jadvalda keltirilgan.

K_{α_0} ko'effitsiyentning qiymatlari

8.7-jadval

Oldingi yuzaning shakli tekis		
Oldingi burchak musbat	Oldingi burchak musbat, ammo manfiy faskali	Oldingi burchak manfiy
0,87	1,00	1,05

Plandagi asosiy burchakka kiritiladigan tuzatish ko'effitsiyentining qiymatlari 8.8-jadvalda keltirilgan.

K_{φ} ko'effitsiyentning qiymatlari

8.8-jadval

Keskichning materiali	Yo'niladigan material	Plandagi asosiy burchak φ					
		10	20	30	45	60	90
Qattiq qotishma	Po'lat	1,56	1,30	1,13	1,00	0,92	0,81
	Cho'yan	1,68	1,40	1,20	1,00	0,88	0,73
Tezkesar po'lat	Po'lat	2,45	1,60	1,26	1,00	0,84	0,66
	Cho'yan	—	—	1,20	1,00	0,88	0,73

$K_{\phi, \alpha}$ Plandagi yordamchi burchak qiymatlariga oid tuzatish koeffitsiyenti qiymatlari 8.9-jadvalda keltirilgan.

$K_{\phi, \alpha}$ koeffitsiyentning qiymatlari

8.9-jadval

Keskichning materiali	Plandagi yordamchi burchak ϕ				
	10	15	20	30	45
Tezkesar po'lat	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87
Qattiq qotishma	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90

K_r Keskich uchining yumaloqlanish radiusiga oid tuzatish koeffitsiyenti ning qiymatlari 8.10-jadvalda berilgan.

K_r koeffitsiyentning qiymatlari

8.10-jadval

Yo'niladigan metall	Yo'nish xarakteri	Keskich uchining yumaloqlanish radiusi r , mm			
		1	2	3	4
Po'lat	Dag'al yo'nish	0,94	1,0	1,03	—
	Tozalab yo'nish	0,86	1,0	1,09	1,21
Cho'yan	Dag'al yo'nish	0,9	1,0	1,06	—
	Tozalab yo'nish	0,94	1,0	1,03	1,07

Keskich tanasining ko'ndalang kesimiga bog'liq bo'lgan tuzatish koeffitsiyentining qiymatlari 8.11-jadvalda keltirilgan.

$K_{\phi, \alpha}$ koeffitsiyentning qiymatlari

8.11-jadval

Keskich tanasi ko'ndalang kesimining o'lchamlari, mm						
10x10	12x12	16x16	20x20	25x25	30x30	40x40
$K_{\phi, \alpha}$ koeffitsiyentning qiymatlari						
0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,04	1,08

8.12-jadvalda keskichning yeyilishi bilan bog'liq bo'lgan $K_{\phi, \alpha}$ koeffitsiyentning qiymatlari keltirilgan.

K_{κ} koefitsiyentning qiymatlari

8.12-jadval

Yo'niladigan material	Keskichning materiali	Keskich ketingi yuzasining yeyilishi h				
		0,5	1	2	3	4
		bo'lganda K_{κ} koefitsiyentning qiymatlari				
Po'lat (sovutuvchi ishlatilganda)	Tezkesar po'lat	0,93	0,95	1,00	—	—
Po'lat (sovutuvchi ishlatilmaganda)	TK tipidagi qattiq qotishmalar	—	1,00	1,30	—	—
Cho'yan (sovutuvchi ishlatilmaganda)	Tezkesar po'lat	—	—	0,93	0,95	1,00

Yo'nib kengaytirish ishlari uchun kesish tezligiga kiritiladigan tuzatish koefitsiyenti K_{κ} ning zagatovka diametriga bog'liq holdagi qiymatlari 8.13-jadvalda keltirilgan.

K_{ρ} koefitsiyentning qiymatlari

8.13-jadval

Ishlov berish turi	K_{ρ}
75 mm diametrgacha yo'nib kengaytirish	0,8
75 dan 150 mm diametrgacha yo'nib kengaytirish	0,9
151 dan 250 mm diametrgacha yo'nib kengaytirish	0,95
250 mm dan ortiq diametrgacha yo'nib kengaytirish	1,00

8.14-jadvalda har xil materiallar uchun moylovchi-sovutuvchi suyuqliklarning ta'sirini hisobga oluvchi tuzatish koefitsiyenti K_{κ} ning qiymatlari keltirilgan.

K_{κ} koefitsiyentning qiymatlari

8.14-jadval

Yo'niladigan material	$\sigma_b, \text{ kG} / \text{mm}^2$	$\sigma_b, \text{ MN} / \text{m}^2$	K_{κ} koefitsiyent	Yo'niladigan material	K_{κ} koefitsiyent
Konstruk-sion po'lat	30-40	295-390	1,25	Po'lat quyma: Yumshoq	
	40-50	390-490	1,25		
	50-60	490-590	1,20		

8.14-jadvalning davomi

Xrom-nikelli po'lat	60-70	590-690	1,20	O'rtacha qattiqlikda	1,2
	70-80	690-785	1,20	Qattiq	
					1,15
	80-90	785-885	1,15	Bolg'alanuvchan cho'yan:	1,10
	90-100	885-980	1,15	Yumshoq	
	40-50	390-490	1,25	O'rtacha qattiqlikda	1,20
	50-60	490-590	1,25	Qattiq	1,15
					1,05
	60-70	590-690	1,20		
	70-80	690-785	1,20	Latun:	
				Yumshoq	
	80-90	785-885	1,20	O'rtacha qattiqlikda	1,20
					1,15
	90-100	885-980	1,15	Aluminiy:	1,10
				Yumshoq	
	100 dan ortiq	980 dan ortiq	1,15	O'rtacha qattiqlikda	1,20
					1,15

Parmalash (t hisobga olinmaydi) va teshik kengaytirishda

$$\vartheta = \frac{C_{\vartheta} \cdot D^q}{T^{m_{\vartheta}} \cdot S^{y_{\vartheta}} \cdot t^{x_{\vartheta}}} K_{\vartheta};$$

Frezalashda

$$\vartheta = \frac{C_{\vartheta} \cdot D^q}{T^{m_{\vartheta}} \cdot S^{y_{\vartheta}} \cdot t^{x_{\vartheta}} \cdot B^{u_{\vartheta}} \cdot Z^p} K_{\vartheta};$$

8.2.8. Kesish rejimlarini hisoblashni jadval usuli

Har bir operatsiya uchun kesish rejimlarini analitik usulda hisoblash ancha murakkab va ancha ko'p mehnatni talab qiladi. Hozirda bu hisob-kitoblar EHM yordamida olib borilmoqda. Jadvaldagi ma'lumotlar tajribasi ancha yuqori mutaxassislar tomonidan tavsiya qilingan va ancha oldin paydo qilingan. Analiz shuni ko'rsatdiki, amaldagi barcha korxonalar kundalik ishlarida normativlar to'plamidan foydalanadilar. Bu to'plamlardagi empirik formulalar va ma'lumotlar

har xil ishlanayotgan materiallar va asbobsozlik materiallarining turli kombinatsiyalari uchun yaratilgan. Prinsip nuqtayi nazardan jadvallar yordamida kesish rejimlarini belgilash empirik formulalar yordamida hisoblashga mos tushadi, lekin hisoblash jarayonining murakkabligi tomondan ancha soddadir. Kesish rejimlarini jadvallar bo'yicha belgilash uchun lozim ma'lumotlar to'plamlari ancha ko'p va qo'pol. Jadvallar bo'yicha kesish rejimlarini belgilash sifati va samaradorligi ishlatuvchini mahoratiga bog'liq. Yangi materiallarni qo'llashda bir qator qiyinchiliklarga duchor bo'linadi.

8.3. RDB stanoklaridagi kesish rejimini hisoblashni o'ziga xosligi

RDB stanoklarini tannarxi universal stanoklarni tannarxidan ancha yuqori. Shuning uchun keskich turg'unligining iqtisodiy davri pasayadi. Bundan tashqari, keskich asbobini ishonchligini ko'tarishga to'g'ri keladi. Bu talabga javob berish uchun hisoblangan kesish tezligini 20% ga kamaytirish lozim; keskich asbobi yeyilishi kriteriysini (mezonini) kichiklashtirish kerak. Yana shu narsaga erishish lozimki, keskich turg'unligi bir detalni ishlab chiqarish uchun ketadigan vaqtdan katta bo'lishi shart.

RDB stanoklarida ishlashda surish tezligi va kesish chuqurligi tez-tez o'zgarib turadi. Keskichni zagatovkaga nisbatan harakat yo'nalishi trayektoriyasini hisoblashni soddalashtirish maqsadida uchastkalarga bo'linadi. Bu uchastkalarda kesish chuqurligi va surish taxminan doimiy-o'zgarmas bo'ladi. Bu uchastkalarni har biri uchun kesish tezligi alohida aniqlanadi.

Kesish tezligini kesish chuqurligi va surishni ekvivalent qiymatlaridan foydalanib aniqlash mumkin.

$$t_{\text{ekv}} S_{\text{ekv}} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n l_i v_{\text{sk}} S_i^{m_s(y_s-1)}}{\sum_{i=1}^n \frac{l_i}{S_i}} \right)^{\frac{1}{m_s}}$$

bu yerda, l_i – uchastkalar uzunliklari; bular uchun t va S qiymatlari doimiy qabul qilinadi, n – uchastkalar soni.

RDB stanoklarida ishlashning afzalliklaridan biri, bu kattaligi va yo'nalishi bo'yicha o'zgaruvchan bo'lgan surishlar imkoniyati borligi. Masalan, valni uzunasiga yo'nishda – uzunasiga surish bilan, valni o'qi

bo'yicha o'zgaruvchan bikirligi natijasida "bochkasimon" formada xatolik vujudga keladi. Bu xatolikni ko'pincha odatda bir necha marta toza yo'nishlar bilan tuzatiladi. Lekin bu xatolikni oldindan hisoblab, keskich yo'nalishi trayektoriyasiga o'zgarishlar – "korrektirovka"

kiritish mumkin. $n_1 = \frac{n_{\text{max}} \cdot \tau_{m, \text{max}}}{\tau_{m, \text{min}}}$; $n_1 = \frac{n_{\text{max}} \cdot \tau_{m, \text{min}}}{\tau_{m, \text{max}}}$

bu yerda

$n_{\text{min}}, n_{\text{max}} - \tau_{\text{min}}, \tau_{\text{max}} - \tau_{p_i} = \sum_{j=1}^k [L_{p_i} / (S_{0j} n_i)]$ $q_i = T_M / \tau_{p_i}, \tau_{p_i} K - L_{p_i}$ uzunligidagi

yuzalarni ishlashdagi o'tishlar soni. $n_{i0.7} = n_i (q_i / q_T)^{\frac{m_i}{1-m_i}}, m_i, n_i$ soni.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Kesish rejimi elementlariga nimalar kiradi?
2. Kesish rejimlari qaysi tartibda hisoblab belgilanadi?
3. Keskichni iqtisodiy turg'unligi nima?
4. Keskich asbobini ishonchli ishlashi qanday ta'minlanadi?
5. Kesish rejimlarini hisoblashda aniqlik bo'yicha chegaralash qanday hisobga olinadi?
6. RDB stanoklarda ishlashda kesish rejimlarini hisoblash xususiyatlari?

IX-BOB. KESISH JARAYONIDAGI MOYLOVCHI-SOVUTUVCHI TEXNOLOGIK MUHITLAR

Kesish jarayonida maxsus moylovchi-sovutuvchi texnologik muhitlarni – MSTM qo'llanilishi keskich turg'unligini oshiradi, kesish kuchlarini kamaytiradi, ishlangan yuza sifatini oshiradi, mahsulotni ekspluatatsion charchamaslik mustahkamligini ko'taradi, mehnat unumini oshiradi va h.k. Natijada mahsulot raqobatbardoshligi kuchayadi. Shuning uchun mexanikaviy ishlov berishning deyarli ko'p qismi MSTM ni qo'llab amalga oshiriladi. MSTM plastik kontakt yuzada aktiv ta'sir qiladi.

MSTM ni qo'llashdan asosiy maqsad kesish haroratini pasaytirish, kesish kuchlarini va sarf qilinayotgan quvvatni pasaytirish hamda shuning natijasida asbob turg'unligini ko'tarish, ishlangan yuza sifatini va mehnat unumini oshirish.

Olovbardosh va zanglamas yuqori legirlangan po'latlarni kesishda MSTM larni qo'llanilishi alohida ahamiyatga ega.

9.1. MSTM larni moylash ta'siri

Moylovchi-sovutuvchi texnologik muhitlarning kesish jarayoniga moylovchi sifatida ta'sir qilishini mohiyati shundan iboratki, asbobni, qirindini, kesish yuzasini ishqalanuvchi yuzalari bilan o'zaro ta'sir qilib ishqalanish va yopishib qolishlik jarayonlarini kamaytirish. Natijada deformatsiya darajasi kamayadi, kesish harorati pasayadi, keskich yeyilishi kamayadi, hosil bo'layotgan yuza g'adir-budirligi pasayadi.

Hozirgi vaqtda MSTM larni kesish jarayoniga ta'sir qilish mexanizmi nisbatan yoki fizika-kimyoviy nazariyasi va gipotezalari asosida tushuntiriladi (asoschilari P.A.Rubinder, S.Ya.Veyler va boshqalar). Yuqoridagilardan kelib chiqadiki, kesish jarayonidagi bir-biriga tegib turadigan yuzalar orasida moylovchi plyonka hosil bo'ladi. Plyonka materiali ishlanayotgan yoki keskich materiallari bilan yuqori molekular o'xshash bo'lganligi uchun yuqori bosim bilan kesish zonasidan siqib chiqara olmaydi. Agar plyonka qalinligi $0,1\text{ mk}$ dan kam bo'lmasa, suyuq ishqalanish hosil bo'ladi. Plyonka qalinligi $0,1\text{ mk}$ dan

kam bo'lsa, chegaraviy ishqalanish bo'ladi. Plyonka qalinligi yana yuqalashsa, adsorbsion moylash vujudga keladi. Moylovchi plyonka suyuqlik tarkibidagi yuza aktiv tashkil etuvchilarining adsorbsiyasi natijasida vujudga keladi. Yuza aktiv moddalarining molekulari assimetrik qurilgan va qutbli hamda qutbsiz qismlardan iborat. Ularning qutbli guruhi metall yuzasida mustahkam bog'langan yo'nalgan qatlam hosil qiladi. Qutbli guruh tarkibida oltingugurt, fosfor, galogenlar va OH, COOH, NH_2 , SOOH guruhlari kiradi. Qutbsiz guruh esa C_nH_{2n} yoki C_nH_{2n+1} lardan tashkil topgan. Suyuqlik molekulari metall bilan qancha ko'p o'xshasa-yaqin bo'lsa, adsorbsion qatlam shuncha jadallik hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan plyonka ishqalanish kuchini va haroratini pasaytiradi, molekular ta'sir kuchini unga nisbatan bir necha yuz kichik kuch bilan almashtiriladi (Van-der-Vaals nazariyasi bo'yicha). Masalan, 50% li emulsiya ishqalanishdagi yeyilishlarni EI48/ni BK8, T5K10, T15K6 qattiq qotishmalariga ishqalashdagi yeyilishni 11-55 marta kamaytirgan.

Kontakt yuzalarda moylovchi plyonkalarining hosil bo'lishi molekular ushlab qolish jadalligini pasaytiradi, negaki ishqalanuvchi yuzalar bir-biridan ajratiladi, qaysiki ponali bosim bilan ifodalanadi. Moylovchi suyuqliklarning ushlab qolish ta'siri jadalligi samaradorligiga past kesish tezliklarida namoyon bo'ladi.

Katta tezlikda kesishda kesish harorati yetarli darajada ko'tariladi: yuqori haroratda moylovchi "desorbsiya" holatiga o'tadi va ishqalanish ko'effitsiyenti kattalashadi. Bunday holatda moylovchi ta'sir endi suyuqlik tomondan emas, balki uning parlari tomondan amalga oshiriladi. Keskich va zagatovka ustki qatlami materiali bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, yupqa kimyoviy birikmalar plyonkasini hosil qiladi, qaysilarki qattiq moylovchi rolini o'ynaydi. Masalan, xlor va oltingugurt metall kimyoviy birikib xloridlar va sulfidlar hosil qiladi. Bular o'zlarining moylash xususiyatlarini 400°C (xloridlar). 800°C (sulfidlar) saqlaydilar.

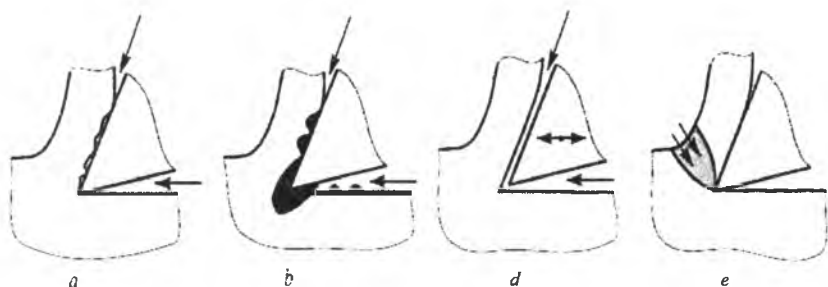
Yog'lik "kislotalar" ni metall bilan o'zaro ta'siri natijasida metallik sovun hosil bo'ladi, u o'zini moylovchi xossasini 200°C da ham saqlab turadi.

Demak, maxsus muhitlar barcha holatlarda ishqalanish jadalligini pasaytiradi, yeyilishni kamaytiradi. Lekin bu faktorlarning samaradorligi, sirpanish tezligi, kesish tezligi ortishi bilan kamayadi.

MSTM larni moylovchi xossalarini yaxshilash uchun qo'shimchalar qo'shiladi: o'simlik va hayvon (yuza aktiv qo'shimchalar) moylari, tarkibida *S*, *Cl*, *P* bo'lgan birikmalar (kimyoviy aktiv qo'shimchalar), nanokukunlar va boshqa elementlar.

Moylovchi materiallar ishqalanuvchi yuzalarga quyidagi yo'llar orqali borib yetishi mumkin (9.1-rasm):

- a) qirindi va keskich ishqalanuvchi yuzalari orasidagi to'xtovsiz hosil bo'luvchi va yemiriluvchi kapillarlar orqali;
- b) o'simtani vaqti-vaqti bilan uzilishi (ko'chib, sekundiga bir necha yuz marta) natijasida hosil bo'lgan so'ruvchi vakuum hosil bo'lishi orqali.



9.1-rasm. Metallarni kesishda kontakt yuzalarga moylovchi materialni borib yetishi sxemasi.

d)keskich va zagatovkalarni titrashi – vibratsiyasi natijasida yuza kontaktlarining jipsligini buzilishi.

e)qirindi hosil bo'lishi deformatsiyalash zonasida MSTMlarni ba'zi atom, molekula va ionlarini mikro-tirqish va mikrodarzlar ichki yuzalari mikrokapillar tizimi orqali diffuziyasi natijasida.

Past va o'rta kesish tezliklarida keskich va qirindi orasidagi kontakt "diskret" xarakterga ega va hosil bo'lgan 1...2 mkm o'lchamli kapillarlar hosil bo'ladi. Bular suyuqliklarni 3-4 m/s tezlikda ishqalanish zonasini moylovchi modda bilan ta'minlab turadi.

Yuqori ishqalanish tezligida moylovchi material ishqalanish yuzalariga gaz holatda kelishi mumkin (kontakt yetarli zich bo'lganda).

MSTM larni moylovchi ta'sirlarini salbiy tomonlari ham bo'lishi mumkin:

a) metallarni kesishdagi chegarali plyonkalarining mustahkamligi ishlanayotgan materialnikidan kattaroq bo'ladi, ishqalanish kuchi ko'tariladi (masalan, to'rt xlorli uglerod muhitida qo'rg'oshin kesilganda, temir kerosinda, aluminiiy, mis havoda).

b) kimyoviy aktiv materiallar (titan) yuzalarida hosil bo'lgan oksid plyonkalarni issiqlik o'tkazishi past bo'lgani uchun ularni abraziv ishlashda issiq darz ketadi.

d) o'simta yeyilishga pozitiv ta'sir qilganda, paydo bo'lgan plyonkalar uni yo'qolishiga yordam beradi.

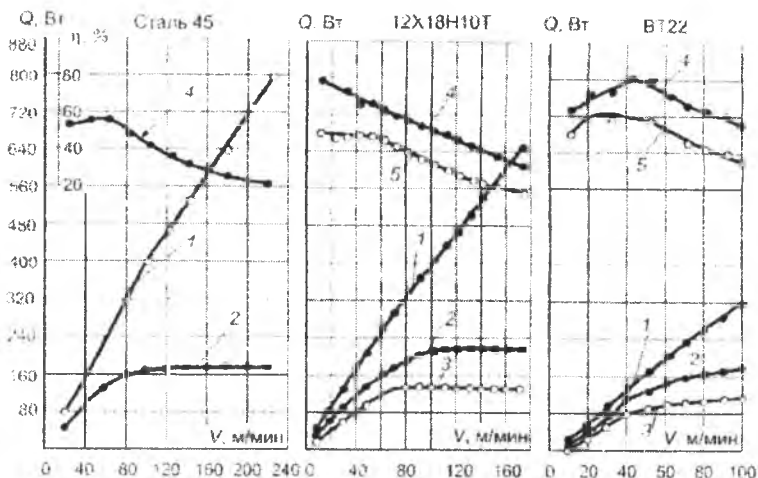
e) MSTM ni kimyoviy ta'siri natijasida qattiq qotishmalardagi bog'lovchilarning va karbidlarning yuqori oksidlanishi natijasida qattiq qotishma yeyilishi tezlashadi.

9.2. MSTM larni sovutish ta'siri

MSTM larni sovutish qobiliyati ularning teplofizik parametrlari bilan aniqlanadi: issiq o'tkazish kattaligi, issiqlik sig'imi, kinematik uyushqoqligi va issiqlik fazoviy o'zgarishi. Bu xossalalar kesish jarayonini asosiy ko'rsatkichlariga ta'sir etadi: haroratga, qirindi hosil bo'lish xarakteriga, keskich yeyilishi va turg'unligiga, ishlash aniqligiga, yuza g'adir-budirligiga, detal yuza qatlamidagi qoldiq kuchlanishga.

Issiqlik almashishni salbiy tomoni ham bor. MSTM ni qo'llab yuqori tezlikda kesish qattiq qotishmali kesish qismida termik darz ketishi mumkin, albatta, keskich turg'unligi pasayadi. Termik darz ketish issiqlik o'tkazilishi past bo'lgan materiallarni kesishda ko'proq uchraydi: masalan, titan qotishmalarini jilvirlashda.

MSTM ni asosiy vazifalaridan biri kesish zonasidan issiqlikni olishdir. 9.2-rasmda har xil materiallarga MSTM qo'llab kesishdagi tajribalar natijalari berilgan. MSTM sifatida soda va yog'ning 5% li eritmasi olingan. U kesish zonasidagi issiq-fizik sharoitga katta ta'sir qilgan: past tezlikda issiqlikning 80% ni suv eritmasida (egrilik 4) va 60% ni yog'da (egrilik 5) o'ziga olgan.



9.2-rasm. Sovutishni kesish jarayonini issiqlik xarakteristikasiga ta'siri
(BK8, $S=0,14$ mm/ayl, $t=10$ mm).

1 – ajralib chiqqan issiqlikni umumiy miqdori; 2,3 – absolyut va 4,5 – nisbiy sovutish jadalligi (sodani suvli eritmasida va yog'da).

Umuman olganda, kesish tezligi ortishi bilan MSTM tomonidan olingan issiqlik ham ortishi kerak. Bu holat 9.2-rasmda egriliklar 2,3 larda (nisbatan past tezliklarda) saqlangan. Kesish tezligi suv eritmasida 80-100 m/min yetganda, yog'da 50-60 m/min ga yetganda issiqlik olish birdaniga kamaygan va keyinchalik, amalda o'zgarmagan.

9.1-jadval. da MSTM larni qo'llab kesishdagi issiqlik balansi berilgan.

9.1-jadval

Ishlov berilayotgan material	BT22		12X18H10T		Сталь45	
kesish temperaturasi	375°C	750°C	375°C	750°C	375°C	750°C
qirindi,%	23,5/18	44/18,5	46,5/20	62,6/20	37,5/26,	67,5/60
zagatovka,%	62,5/13	45/7,7	47,5/10	30/6	52,5/17,	25/8,5
keskich,%	14/1,2	11/1,4	6,5/2	7,5/2	5/0,4	7,5/2
MSTM,%	67,3	72,8	68,0	46,0	55,6	29,5

MSTM bilan sovutilib kesilgandagi issiqlikni taqsimlanishi bilan bog'liq natijalar:

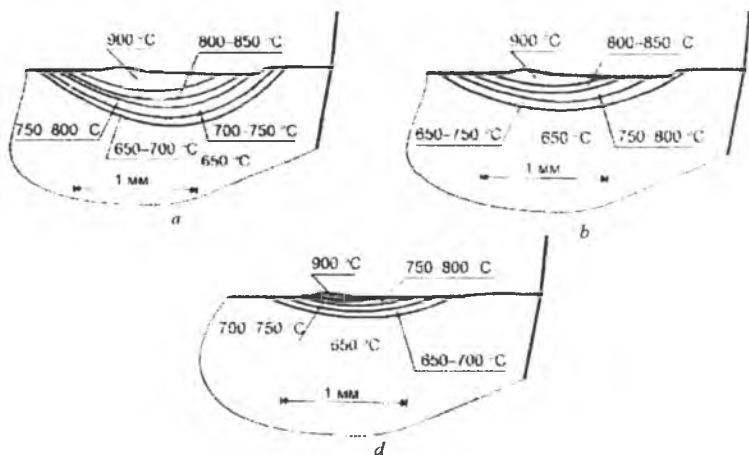
1. Moylovchi-sovutuvchi suyuqlik kesish tizimida yig'ildigan issiqlik ahamiyatini pasaytiradi. Lekin tizimning har biriga ta'sir darajasi ishlanayotgan materiallarga va kesish sharoitiga bog'liq.

2. Zagatovkadagi issiqlik MSTM qo'llash bilan 3-5 marta kamayadi, asboddagi 10 martagacha, qirindidagi 1-3 marta kamayadi. Shuning uchun sovutish samaradorligini keskich orqali amalga oshirish mumkin.

3. Yuqoridagi sharoitlarda kontaktli harorat bor yo'g'i 5-8% kamayadi. Demak, sovutilganda haroratlar gradiyentlari kattalashadi, ayniqsa, keskichni issiqlik tarqatadigan yuzalarida. Bu esa kontakt yuzalaridagi jarayonlarga va keskich yeyilishiga ta'sir qiladi.

Keskich oldingi yuzasidagi harorat maydoni moylovchi-sovutuvchi muhitni ta'siridagi muhim xossalarni ko'rsatadi (9.3-rasm). Birinchidan, sovutuvchi suyuqlikni qo'llash yuqori harorat hosil bo'lishini oldini oloimaydi. Chunki, issiqlik deformatsiya zonasida (deformatsiya hisobiga) hosil bo'lgan, bu yerga MSTM to'g'ridan-to'g'ri ta'sir eta olmaydi.

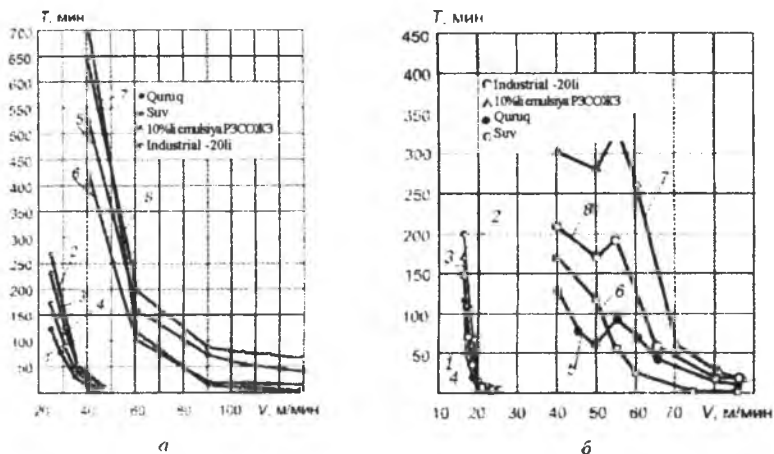
Ikkinchidan, sovutish harorat gradiyentini keskin ko'tarilishiga sababchi bo'ldi – yanada kattaroq gradiyentga yo'ngalgan – oqim sovutishda. Nihoyat, ishqalanayotgan muhit va sovutish muhitiga qaramay, maksimal harorat izotermasi keskich cho'qqisidan ma'lum masofada turadi.



9.3-rasm. tezkesar po'latidan yasalgan keskich bilan temirni tezlik $v = 183$ m/min bilan har xil muhitlarda kesishda asboddagi haroratni taqsimlanishi: a – quruq; b – moylovchi-sovutuvchi suyuqliklarni (MSS) keskich oldingi yuzasiga quyganda; d – MSS ni keskich orqa yuzasiga bosim ostida berilganda.

Real sharoitda, sanoatdagi ahamiyatli rejimlarda MSTM larni qo'llash kesish haroratini 10-12 % ga pasaytiradi.

Tezkesar po'lati bilan yo'nilganda sovutishni roli bir xil – ya'ni MSTM qo'llash keskich turg'unligini oshirgan (9.4-rasm). Suv asosidagi sovutgichlarning samaradorligi yuqoriroq.



9.4-rasm. Po'lat 12X18H10T (a) va titan BT22 (b) larni har xil MSTM larda kesishda keskich turg'unligi qiymatlari: $S = 0,14 \text{ mm/oyl}$; $t = 10 \text{ mm}$; 1,2,3,4 – P9K5; 5,6,7,8 – BK8.

Qattiq qotishmalar bilan kesilganda hamma MSTMlar ham ijobiy natija bermaydi – yuqori harorat gradiyentini salbiy ta'siri.

9.3. MSTM larni puxtalovchi ta'siri

Kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, keskichning kontakt qatlamlari kesish jarayonida faqat mustahkamligi pasaymasdan, puxtalanadigan sharoitlari ham bor ekan. Tezkesar po'lati uchun bu sharoit 200-300° C haroratga to'g'ri kelib, bosim darajasi 500 MPa (past sathi) gacha bo'ladi. Yuqori sathi – darajasi keskich tig'ini mo'rt yemirilishga qarshiligi. Mana shu bosim chegarasida – intervalida puxtalanish samaradorligi yuqori nisbiy normal kuchlanishdan yuqori bo'ladi.

Yuqoridagi fakt MSTM larni kesish jarayoniga ta'sirini prinsipial boshqacha qarashga imkon beradi; bu qirindini keskich oldingi yuzasi bilan kontakt maydoni kamaytirish ta'siri, buning natijasida nisbiy kontakt kuchlanishi kamayadi. Haqiqatda yeyilish davomida zarrachani

uzilib chiqishiga plastik deformatsiya hamroh bo'лади (unga qo'shilgan mikrohajmlar bilan). Zarracha uzilib chiqadi, qachonki, faqat plastiklik zaxirasi tugasa. Shunda zarracha o'zidan keyin puxtalangan qatlamni bir qismini qoldiradi (iz qoldiradi – nasl qoldiradi). Bu qatlam deformatsiyalangan, lekin hali yeyilmagan hajmlar bilan birlashib puxtalangan qatlamni tashkil qiladi. Tabiiy, bu jarayon keskich kontakt qatlamlarini tashqi ishqalanishdan ichki ishqalanishga o'tish qonuniyatini ifodalaydi. Kontakt nisbiy kuchlanish qancha yuqori bo'lsa, yuqoridagi hodisa shuncha katta bo'лади.

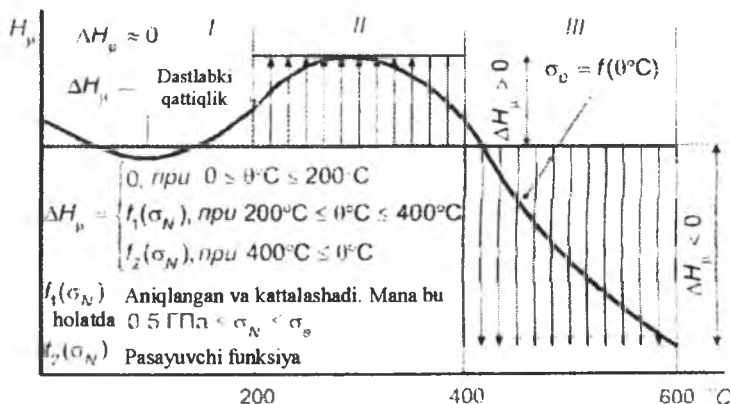
Yog'li muhitlar kontakt kuchlanishlar darajasini quruq holda kesishga nisbatan jiddiy (60-80 %) ko'taradi. O'simlik moyi muhitida normal bosim 700 MPa (harorat 200-400° C da) dan o'tadi, bu puxtalanishni pastki chegarasini sezilarli ko'taradi – 500 MPa gacha. Bu bilan kontakt qatlam puxtaligini 40 % gacha o'sishini ta'minlaydi. Keskichni kontakt yuzalarida bunday puxtalanishni hosil bo'lishi har xil materiallarni kesishda ma'lum sharoitlarda dastlabki struktura ishqalanib yeyilishga qarshiligini 3-4 marta ko'targan, keyin ishlanadigan materiallarni 5-6 marta.

Yuqoridagilardan kelib chiqmoqdaki, MSTM larni kesish jarayoniga ta'sirini prinsipial yangi mexanizmi ko'rinyapti.

9.4. Keskich kontakt qatlamlarini puxtalash

Ko'rsatilgan hodisa deformatsion tabiatga ega va uni kontakt jarayonlarida namoyon bo'lishi bir vaqtni o'zida ta'sir qiluvchi va musobaqa o'ynovchi – raqobatlashuvchi ikki faktor bilan aniqlanadi: deformatsion puxtalanish va termik puxtalikni yo'qotish – yumshash. Bu birlashma keskich deformatsiyalangan kontakt qatlam xossalarini transformatsiyalash – o'tish darajasini aniqlaydi. Real sharoitda, harorat va kuchlanishni keng diapozonida – dalasida keskichni ishchi yuzalari uch xil holatda turib yeyilishi mumkin: dastlabki – I, puxtalangan – II, yumshalgan – III (9.5-rasm).

Holat I da nisbatan past haroratligidan (200 °C gacha) kontakt yuzalaridagi deformatsion jarayonlar qiyinlashgan (qattiq o'tishi yo'q $\Delta H = 0$) va yeyilishda dastlabki struktura sezilarli o'zgarish qilmagan.



9.5-rasm. Tezkesar keskichi kontakt qatlamlari xossalari transformatsiyalanishiga – oʻtishiga haroratni taʼsir qilish sxemasi.

III holat uchun keskich kontakt qatlamlarini yumshash – jarayoni xarakterli ($\Delta H < 0$). Bunda yuqori harorat bilan ragʻbatlantirilgan (400°C dan koʻp). Bu sharoitda yeyilish jadalligini kamaytirish uchun qoʻllanilgan barcha tadbirlar, shular qatorida MSTM larni ishlatish ham. Yumshash – mustahkamlikni yemirilishi jarayonini sekinlashtirishga qaratilgan hamda asbobsozlik materialini dastlabki strukturasini xossalari saqlab qolishga qaratilgan.

II holat. Harorat $200\text{--}400^{\circ}$ oraligʻi diapazonini oʻz ichiga oladi. Poʻlatni deformatsion taʼsirlashda mustahkamlik bikirligi hosil boʻladi, bu $R_m = f(t, ^{\circ}\text{C})$ botiqlikda puxtalanishni yumshashdan ustunligini namoyon qiladi. Kesishda bu jarayon ragʻbatlantiriladi: asbobsozlik materialini oquvchanlik chegarasi uning kontakt qatlamlaridagi qizishi natijasida ahamiyati pasayadi va taʼsir qilayotgan kuchlanish ularni plastik deformatsiyalashga yetarli boʻladi. Haqiqatan ham berilgan haroratlar diapazonida kontakt kuchlanish darajasi qancha yuqori boʻlsa, puxtalanish darajasi ham shuncha yuqori va yeyilish darajasi shuncha past boʻladi. Bu bogʻliqlikka MSTMlarni toʻgʻri tanlab olish bilan erishiladi, bular orasida oʻsimlik moylari eng samaradori.

Kesishda koʻrsatilgan strukturalarni ikkilamchi puxtalanishi bu tabiatni fundamental hodisalarini namoyoni – oʻz-oʻzidan tashkullanishi. Bu hodisaning mohiyati shundan iboratki, tashqi qoʻzgʻatuvchi kuchlar taʼsir qilganda qabul qiluvchi tizim javob reaksiyasi material obyekti sifatida. Kontakt jarayonlarni oʻz-oʻzidan tashkullanishi optimal

varianti – bu strukturali moslashish – ikkilamchi strukturani hosil bo'lishi, mustahkamlik xossalariga ega bo'lgan, qaysiki, dastlabkildan katta Holat II da o'z-o'zidan tashkillanish ketma-ketlik o'zaro bog'langan jarayonlar zanjiri bilan ro'yobga chiqadi: kontakti kuchki va issiqlik yuklanishi – yuqori (ishqalanuvchi) qatlam plastik deformatsiyasi – puxtalangan (ikkilamchi) struktura hosil bo'lishi – plastiklik zaxirasini sarf qilib bo'lgan fragmentlarni yeyilishi (charchashli yemirilish).

Bu zanjirda MSTM larni roli keskich oldingi yuzasi bilan qirindini kontakt maydonini kichiklashtirib, nisbiy normal kuchlanishlarni o'sishini ta'minlaydi; bunga javob reaksiya – kontakt qatlamlarni deformatsiyasini kuchayishi va ularni puxtalanish yo'nalishida transformatsiyasi.

Umumiy holda o'rnatilgan yuqoridagi effekt MSTMlarni qo'llash bo'yicha prinsipial yangi yo'lni ochadi: puxtalovchi rolni yog'lar bajaradi. MSTM larni o'simlik moyi asosidagi, ayniqsa, istiqbolli hisoblanadi: minimal moylash rejimida (30 ml/min) berilganda puxtalanish samaradorligi yuqori bo'ladi.

Shunday qilib, MSTM larni moylovchi, sovutuvchi ta'sir qilishlariga puxtalovchi mexanizmini ham kiritish kerak ekan.

Yuqoridagi hodisani akademik P.A.Rebinder ochgan (1928-yil): qattiq jism deformatsiyalanishi va yemirilishi davrida uni ichki bog'lanishlari yalang'ochlanadi – ochiladi va katta quriladi. Bu bog'lanishlar kuchlari pasayadi va ularni uzish yengillashadi – osonlashadi, agar ularni tashqi muhit atomlari bilan o'zaro ta'siriga qisman jalb qilinsa, yangi hosil bo'lgan yuzalarda adsorbsiyalangan.

Shunday qilib, mustahkamlikni pasayishi yuza o'zaro ta'siri erkin energiyasi qattiq jism yuza energiyasi bilan taqqoslab bo'lsa, bu degani yuza energiyasini qancha ko'p kamaytirilsa, mustahkamlikni shuncha ko'p pasaytirish mumkin bo'ladi. Texnikada ishlatiladigan ko'pchilik materiallar uchun yuza o'zaro ta'sir energiyasi 50-100 kJ/mol bo'lsa yetarlidir.

Agar kesish zonasiga berilayotgan tashqi muhit yuza energiyasini nisbatan kuchsiz pasaytirishni ta'minlayotgan bo'lsa, qaysiki, fizikaviy adsorbsiyada mavjud, yuzani plastifitsirolovchi effektga erishiladi, ya'ni yupqa yuza qatlamida plastik deformatsiyani "lokalizatsiya" laydi. Plastifitsiyalash effekti natijasida hosil bo'lgan yumshagan qatlam qo'shimcha moylash materiali rolini o'ynaydi, kontakt yuzalarda

ishqalanishni kamaytiradi va kesishdagi hamda ishlanayotgan mahsulotdagi ortiqcha deformatsiyani kamaytiradi, olinayotgan yuza sifati yaxshilanadi. Plastifitsiyalashni ahamiyati metallarni bosim bilan ishlashda katta.

Qattiq jism yuza energiyasini fizikaviy adsorbsiyada maksimal pasayishi dastlabki qiymatini 10% dan oshmaydi. Shuning uchun yuza aktiv moddalarning (YuAM – “PAV”) adsorbsiyasi faqat kristallik panjaradagi kam energiyali moddalarni yemirilishini yengillashtiradi (baʼzi ionli kristallarni, oson eriydigan metallarni, polimerlarni ham). Odatdagi sharoitda keskich turgʻunligini oshishi *Pe* binder effektini va muhitni moylash xususiyatini yaxshilash hisobiga boʻladi. Masalan, trietanoloaminli efirni nitrit-sodali eritmasi tarkibiga “oleinova” li yuqori adsorbsion qobiliyatli kislota qoʻshilishi poʻlat X18H9T ni tezkesar poʻlat P6M5 bilan yoʻnishda keskich turgʻunligini ikki marta oshirgan.

Kesish jarayonini yengillashtirish uchun ximadsorbsiya foydaliroq, chunki uni oʻzaro taʼsir energiyasi ancha katta fizikaviyga qaraganda. Bunda qattiq jism moʻrtlashadi va uni yemirilishi yengillashadi. Ishlanayotgan material bilan moʻrtlashtiruvchi tashqi muhitni kimyoviy tarkibi va strukturasi bir-biriga qancha yaqin boʻlsa, YuAM ni roli shuncha katta boʻladi. Shuning uchun moʻrtlashish va yemirilish taʼsirini taʼminlovchi tashqi muhit sifatida tigʻli keskichlar bilan ishlashda va jilvirlashda metallarni eritmalari samarador hisoblanadi: qoʻrgʻoshin, sink, kadmiy, vismut, simob va h.k. Yuqori plastifikatsiyalovchi va yemiruvchi xossalarga mis-ammiak kompleksi ega. Qiyin ishlanadigan nikel-titan qotishmasini parmalashda ularni qoʻllanishi ishlash 30 marta tezlashtirgan.

Shuni aytish kerakki, hozirgi zamon MSTM lar tarkibida yemiruvchi (plastifitsiyalovchi) va moylovchi taʼsirlar bir vaqtning oʻzida taʼminlanadi.

9.5. MSTM larni yuvish taʼsiri

Yuvish taʼsiri bu kesish jarayonida hosil boʻladigan chiqindilarni kesish zonasidan toʻxtovsiz chiqarib tashlash: qirindini oʻzini, qirindini mayda zarrachalarini, keskich yeyilishi mahsulotlarini, kuyundini, qumni va boshqa quyimlarni, detal yuzasida oldingi operatsiyalardan

qolgan elementlarni. Jilvirlashda ishlash natijasida hosil bo'lgan zarrachalarni jilvirtsonga kirib qolmasligini ta'minlash.

Mayda qattiq zarrachalar keskich va detal kontakt zonasiga kirib ishchi yuzalarni yeyilishini kuchaytiradi, ishlangan yuza sifatini pasaytiradi.

MSTM larni ahamiyati birinchi darajaga ega bo'ladi. To'kiladigan – mayda zarrachali qirindi hosil bo'ladigan materiallarni (cho'yan, plastmassa) kesishda, abraziv ishlashda qirindini kesish zonasidan yo'qotish qiyin bo'lgan operatsiyalarda (parmalash, ayniqsa yopiq teshiklarni parmalashda, rezba ochishda) yuvish ta'siri ancha ahamiyatli.

Yuvish ta'siri samaradorligi MSTM ni yuzada plyonka hosil qilish qobiliyati darajasiga bog'liq. Plyonkalar chiqindini yuzaga yopishishini – adgeziyasini pasaytiradi.

Kerosin, sodali va sovunli eritmalar eng yuqori yuvish ta'siriga ega plyonkalar hosil qilishadi, mayda zarrachalarni bir-birlariga va detal hamda asbob yuzalariga yopishib qolishlariga to'sqinlik qiladi.

Moylovchi suyuqlikni mexanik qo'shimchalardan tozalash keskich turg'unligini ahamiyatini ko'taradi. Frezalash stanogiga filtrlarni o'rnatilishi freza turg'unligini 5-10 marta ko'taradi, ichidan sovutiladigan parmalarni 200 %, teshik kengaytiradigan va fasonni keskichlarni 44-87%.

9.6. MSTM larni himoya ta'siri

Qirqish jarayonida hosil bo'ladigan yuvenil yuzalarni havo atmosferasini yomon ta'siridan saqlash, zanglamaslikdan saqlash, mustahkamlikni pasayishidan va detalni ekspluatatsion xarakteristikalarini saqlash.

Zanglashga moyilliligiga qarab materiallar keng joylashgan: kimyoviy inert zanglamas po'latlardan boshlab kimyoviy aktiv titan qotishmalarigacha. Bu narsa zanglashga qarshi himoya usulini tanlashni hal qiluvchi faktori hisoblanadi. Bir qator holatlarda moylovchi xossalarni yaxshilash uchun qo'shiladigan moddalar, shu vaqtni o'zida "korroziyalarning ingibitori" funksiyasini bajaradi (disulfidlar, aminofosfatlar). Yaxshi korroziyaga qarshi xossali va mikroorganizmlarga qarshi turg'un, emulsiyani 30% gacha uglevod-erodli komponentlarini yeyuvchi va uni korroziyon agressivligini

oshiruvchi MSTM tarkibida polimerlar bo'ladi. Bularda korroziya ingibitorlari sifatida 0,5 % fosfatlar, nitratlar, xromatlar va boshqa qo'shimchalari ishlatiladi.

Kimyoviy inert gazlarni qo'llashda himoya ta'sir to'la namoyon bo'ladi. Masalan, titan qotishmasini argon muhitida ishlaganda uni siklik mustahkamligi sezilarli kattalashadi. Rangli metallarni korroziyadan moylovchi MSTM suyuqliklar saqlaydi (ozgina erkin oltingugurtli).

9.7. MSTM sifatida gaz muhitlarini qo'llash

Suyuq muhitlarga nisbatan gaz muhitlari samaradorligi birmuncha pastroq, texnologik jarayonlar shartlari MSJ ni chegaralaganda, yoki sanitariya-gigiyena me'yorlari bilan ruxsat berilmagan holatda ulardan foydalaniladi. Gaz shaklidagi MSTM sifatida kimyoviy aktiv gazlar (kislorod, is gazi, vodorod, oltingugurt vodorodi va boshqalar), inert gazlar (argon, geliy) ham qo'llaniladi.

Aktiv gazlar ular uchun kirish mumkin bo'lgan kontakt uchastkasida ajratuvchi plyonkalar hosil qilib, ishqalanish ishini pasaytirish, yeyilishni va ishlov berilayotgan yuza g'adir-budurligini kamaytirishga yordam beradi. Kislorod ko'proq kuchliroq oksidlovchi hisoblanadi. Ularni qator qiyin ishlov beriladigan materiallarga (masalan, kislotaga chidamli, olovbardosh po'latlar va qotishmalarni yo'nish, parmalash va jilvirlash) qattiq qotishmalardan yasalgan asboblarni charxlash uchun qirqish zonasiga puflanadi.

Oksidlovchi yemirilish tezligini pasaytirish talab qilinganda, masalan, yuqori rejimlar (harorat) da qattiq qotishmali asboblarni bilan qiyin ishlov beriladigan materiallarni qirqishda vodorodni kuchli tiklanuvchi sifatida qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Is gazi muhitida kesish ham oksidlovchi plyonka hosil bo'lishi (kislorodni yetkazib berish hisobiga), ham asbobni sovutish (bug'lanish hisobiga) ni tezlashtiradi. Ekologiya talablari bilan bog'liq cheklavlarni bo'yicha xlor, xlorli vodorod, oltingugurt vodorod, ozon kabi gazlar kam, asosan ilmiy tadqiqotlarda qo'llaniladi.

Inert gazlar adsorbsiyasi past. Ular mahsulotlarning ekspluatatsion tavsifi oshishini ta'minlaydigan, ishlov berilgan yuvenil tashqi muhit faol elementlari bilan ishlov berilgan yuvenil yuza kontaktini to'xtatadigan himoya vositasi sifatida qo'llaniladi.

Shunday qilib, kimyoviy aktiv materiallar, kesishda, masalan, 600°C dan ortiq haroratda titanli qotishmalarni qirqishda, havodan gazlar diffuziyasi kuchlanishi natijasida metall ichida kam plastiklik va charchagan mustahkamlikka ega bo'lgan qattiq qatlam hosil bo'ladi.

Argon muhitida kesish o'zgaruvchan yuklanishlarda detallarning mustahkamligini sezilarli oshirishga imkon beradi.

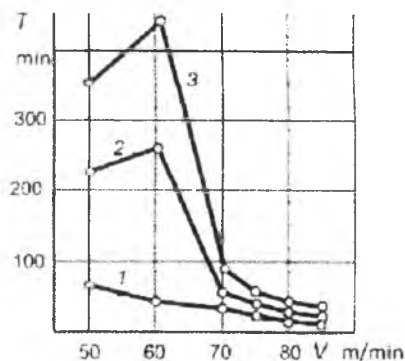
Keramikadan yasalgan asbob bilan qirqishning ba'zi sharoitlarida chidamlilikni oshirishga himoyalovchi muhit sifatida azotni qo'llash ham yordam beradi. Inert gazlarning ishtiroki asosan asbobning oshirilgan yemirilishiga sharoit yaratadi.

Gazlar qirqish zonasiga bosim ostida yoki holatda beriladi. Yuqori qovushqoq metallarning mo'rtlashishlari va plastik deformatsiya ishini kamaytirish maqsadida suyuq azot chuqur sovitish uchun qo'llaniladi. Shuningdek gazlarni moylash-sovitish suyuqliklari tarkibiga kiritish usullari ham ma'lum.

Shunday aralashmalarda gazli faza tarkibi 20% dan oshmaydi, shuning uchun erkin tushayotgan qator oqimining bo'linmasligi saqlanadi va ular puflab maydalangan MSTM dagi kamchiliklarga ega emas. Bunday aralashmalarda gazli faza, bir tomondan, asbob yuzasida issiqlikka chidamli plyonkaning yaratilishini rag'batlantirib, MSJ komponentlari kimyoviy faolligini jadallashtiruvchi qiluvchi katalizator vazifasini bajaradi. Boshqa tomondan esa yuqori yorib o'tish xususiyatiga ega bo'lib, u o'sha asbob bilan kritik issiqlik kuchlanishi paydo bo'lishidan himoya qilib, kontaktning kirish mumkin bo'lgan yuzasida kuchli qizdirilgan o'choqlarning ko'p miqdorini shunday plyonkalar bilan qamrab olishga imkon beradi.

PCMCX8 havo bilan mexanik aralashmasi erkin oqim bilan quyilishi oddiy quyilishga nisbatan keskich asbobi chidamliligini 1,5...2,0 marta oshishini ta'minlaydi (9.6-rasm).

Deyarli har doim qirqish jarayonida ishtirok etuvchi gazli muhit havo hisoblanadi. MSS ni qo'llash atmosfera havosini to'liq yoki qisman siqib chiqarish bilan olib borilsa ham, uning alohida elementlari borligini istisno qilmaydi. MSS purkalangan holatda uzatilganda havo moylash-sovitish suyuqligi asosi sifatida foydalaniladi.



9.6-rasm. Keskich turg'unligiga MSTM larni uzatish usullarini ta'siri:
1–havoda, 2–erkin tushuvchi oqim, 3–havo-suyuqlik ko'rinishidagi
aralashma (10% li emulsiya P3COЖ8, BK8-BT22; S=0,14 mm/ayl; t=0,1
mm; sarf–1,21 l/min).

Qizishga sezuvchanligi bo'lgan getinaks, polivinylorid va boshqa plastmassalarga ishlov berishdagi kabi suyuq muhitlarni qo'llash mumkin bo'lmagan operatsiyalarda havo mustaqil funksiyalarni bajaradi, ya'ni ular qirqish zonasiga puflanadi.

Ham sun'iy beriladigan, ham havo tarkibidagi gazlar o'zini murakkab bir xil emas, ularning ta'sir mexanizmini aniqlash uchun vakuumda qirqish jarayonini qiyosiy tadqiqoti o'tkaziladi. Ular metallarning oksidlanishi o'ta past bosimda (o'ta yuqori vakuumda) 10^{-20} - 10^{-40} Pa da o'tishi mumkinligini ko'rsatadi. Qisqa vaqt mobaynida 1,5...3,0 nm qalinlikka ega bo'ladi.

Ishqalanish va qirqishning kontakt zonasiga gazlarning kirish manbalari nafaqat tashqi muhit, balki materiallarning o'zi ham hisoblanadi. Chunki, metallurgiya ishlab chiqarishi jarayonida material strukturasiga kiritilgan, kimyoviy-termik ishlov berish, himoyaviy qoplamalar kiritish va boshqa texnologik operatsiyalarda rakovina va g'ovaklardagi metallar va qoplamalar tarkibiga hamda kimyoviy birikmalarning qattiq eritmalari va adsorblangan qatlamlar ko'rinishida sezilarli gaz hajmi, xususan, kislorod, azot, vodorod, suv bug'i, oltingugurt va is gaz, uglerod oksidi, ammiak va boshqalar kiradi. Masalan, ishlab chiqarilishiga bog'liq holda po'latlardagi gaz konsentratsiyalari har 100 gr metalning 2...8 sm³ yoki temir atomining

10^6 atomida $10^2 \dots 10^5$ atomni tashkil etadi. Shunday o'xshash nisbatlar boshqa metallar va qotishmalarga xosdir.

Qirqish va ishqalanish jarayonlari yangi hosil bo'lgan yuzalar bilan ham yutishni, ham ajralishni rag'batlantirishi mumkin. Masalan, titan qotishmani kesishda kamerada deyarli barcha gazlarning tarkibi kamayishi kuzatiladi, ammo azot va kislorod ko'proq faol yutiladi (9.2-jadval). Zanglamaydigan po'latni yo'nishda qarama-qarshi kartina ko'rinadi. Kamerada barcha gazlar miqdori ko'payib boradi, lekin vodorod, azot va kislorod ko'payishi ko'proq kuzatiladi. Shunday qilib, qirqishda ideal, gazsiz sharoitlar yo'q. Vakuumnining real darajasi, gazlar tarkibi va ularning parsial bosimi bor.

12X18H10T va BT22 ni yo'nishdagi vakuum kameradagi qoldiq gazlar tarkibi va ularning parsial bosimi

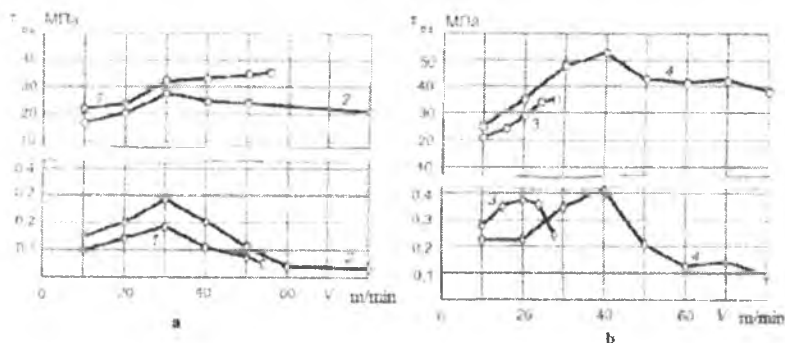
9.2-jadval

Ishlanayotgan material	Qoldiq gaz ionlari					
	H ₂	H ₂ O	CO	N ₂	O ₂	CO ₂
12X18H10T kesishgacha	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$1,67 \cdot 10^{-2}$	$6,9 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$
12X18H10T kesishdan keyin	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$4,75 \cdot 10^{-3}$	$1,69 \cdot 10^{-2}$	$1,12 \cdot 10^{-2}$	$1,29 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$
BT22 kesishgacha	$9,3 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$6,97 \cdot 10^{-3}$	$2,36 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$
BT22 kesishdan keyin	$8,6 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$

Vakuum bilan qiyoslaganda havo tutish zonasini cheklashini tadqiqotlar ko'rsatadi. Asbob yuzasi bilan qirqilayotgan qatlam kontakti vakuumga o'tayotganda 3...4 marta kattalashadi. Deformatsion va kontakt jarayonlari va intensiv o'simta shakllanishi sharoitida havo cho'kishni 2...3 marta kamayishini, qirindilar chiqishi barqarorligini va kuchning pasayishini 20-50% ga TEYK ni 10...12% va ishlov berilayotgan yuza g'adir-budurligini kamaytirishga sharoit yaratadi.

Yemirilishga havonmg ta'siri ham o'simtaning shakllanishi ishlov berilayotgan va asbobsozlik materiallarning xususiyatlariga bog'liq, chunki havo adgezion jarayonlar tarkibini aniqlaydi. Havoda po'latni qirqishda shakllangan o'sishning adgezion mustahkamligi

vakuumdagi qirqishga qaraganda ikki tartib past (9.7-rasm). Shuning uchun asbobjining chidamliligi vakuumda qirqishga nisbatan oshadi.



9.7-rasm. O'simalarni adgezion mustahkamligi 1-3 keskich tezkesar po'latidan P6M5, 2-4 keskich qattiq qotishma BK8 dan, —havoda, —vakuumda $6 \cdot 10^2 \text{ Pa}$

9.8. Metall eritmalarini va kukun suspenziyalarini MSTM sifatida qo'llanilishi

Po'lat 45 tezkesar po'latidan (P6M5) yasalgan parma bilan qalay-rux eritmasida parmalanganda kesish jarayonini kuchlar parametrlari 2-3 marta pasaygan: parma turg'unligi 10 martagacha oshgan. Olovbardosh po'lat 12X18H9T ni parmalashda bu eritmaning samaradorligi ikki marta kattaroq. Oddiy "олеповаякислота" nikiga nisbatan. Suyuq metallarni M.S.T.M.sifatida ishlatish qiyin ishlanadigan materiallarni, parmalashda maqsadga muvofiq masalan toblangan Y8, margansovistli Г13, tezkesar po'lat P9K5, olovbardosh ВЖЛ-14, ЖС6К va titan qotishmalari BT6, BT14, BT20 ni qalay-rux effektikasida ishlash suv emulsiyasi M.S.S.da ishlashga aylantirish momentini 3 marta, kesish nisbiyligni 6 marta, surish kattaligini 2 marta oshiradi.

Issiqlikka chidamli nikelli qotishmalarning toretsini frezerlashda muhim materialiga asbob chidamliligi 6...10 marta oshadi. BT6 titanli elementini yo'nganda kadmiy eritmasida disperlangan, yengil olib tashlanadigan qirindi hosil bo'ladi. Aktiv yuza suyuq metallarning yuqori samarasi qiyin eriydigan metallarni jilvirlash jarayonida

ko'rinadi. Ushbu operatsiyadagi qirqilayotan qatlamning yuqori intensivli kuchlanish holati bilan izohlanadi. Chunki qattiq qotishmaga olmosli jilvir toshlar bilan ishlov berishda va suvdagi jilvirlashdagi parametrlar bilan qiyoslaganda disperlashga sarflanadigan quvvat va ishqalanish kuchining deyarli 10 marta pasayishini keltirib chiqaradi.

Biroq M.S.T.M.sifatida metalli eritmalardan foydalanish qirqish zonasiga eritmani uzatish va qizdirish bilan bog'liq, ularning qo'llanishini cheklaydigan qator texnik masalalarni yechishni talab qiladi. Moyli va suv emulsiyali M.S.S asosidagi yengil eriydigan metallar kukunlari aralashmasidan foydalanish istiqbolli hisoblanadi. Texnologik muhitdagi metalli yig'uvchi konsentratsiyasi 2-20 % gacha tashkil etadi. Optimal disperslik 120 mkm. Yuqori mustahkam po'latlarga ishlov berishda an'anaviy gazlarni qo'llaganda talab qilingan natijalar bilan ta'minlanmaganda metallik suspenziyalar ko'proq samaralidir. Qirqishning uncha yuqori bo'lmagan tezligida ularning avzalligi namoyon bo'ladi. Qo'rg'oshin-rux suspenziyasida toblangan po'latlarni parmalashda tezkesar po'latidan asbob chidamliligi 3 marta oshadi. Yuqori chidamli toblangan po'lat (56HRC)ni frezerlaganda moyli MSJ MR – 1 tarkibiga qo'rg'oshin kukunini kiritish molibden disulfididan iborat. SDMU – 2 MSJga qaraganda ko'proq samaralidir. PAV sifatida yengil eriydigan metallardan foydalanishning yana bir variantlaridan biri ko'pincha to'yingan deb ataladigan aylana tayyorlanadigan kompozitsiya tarkibiga ularning mayda dispersli kukunlarini kiritish hisoblanadi. Shunday aylanalar bilan silliqlash zonasida ishlov berilayotgan materialning yuza qatlami mustahkamligi pasayishini keltirib chiqaradigan va silliqlashni yengillashtiradigan, doimo eriydigan aktiv yuzali (kiritilgan metall) yengil harakatlanadigan atomlar qatnashadi. O'z sanoatimizda oson eriydigan to'ldirgichlar (vismur, qo'rg'oshin va h.k.) hamda yuza aktiv va kimyoviy aktiv moddalar (oltingugurt, xlor, fosfor va grafit dirsoersiyasi molibden disulfidi, bor nitriti) dan iborat kompozitsiyalar bilan to'yintirilgan jilvir toshlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan.

9.9. Qattiq va plastik moylovchi materiallar

Suyuq M.S.T.M. larni qo'llash mumkin bo'lmagan holda yoki maqsadga muvofiq bo'lmagan holda (mayda teshiklarni teshish, uyushqoq materiallarda rezba ochish, plastmassani, keramikani ishlashda) va vaqti-vaqti bilan moylab turish yetarli bo'lgan holda qattiq va plastik materiallar qo'llaniladi:

- qatlama strukturali organik emas materiallar: disulfidlar (MoS_2), nitridlar (BN), grafit, slyuda, talk va boshqalar;
- organik moddalar (sovun, mum, qattiq yog'lar);
- yumshoq metallar (qo'rg'oshin, qalay, rux, mis);
- polimer materiallar (polietilen, poliamid).

Qattiq va plastik moylovchi materiallar qoida bo'yicha, nisbatan past rejimlarda ishlovchi tig'li keskichlarda ishlatiladi, ba'zi pardozlovchi jilvirlashda va silliqlashda ham ishlatiladi. Keskich turg'unligini kattalashishi qimmatbaho va murakkab keskichlarda eng ko'p namoyon bo'ladi. Protyashka: metchik, chervyakli freza. Qattiq va plastik moylovchilar asosan tezkesarli asboblarda qo'llaniladi. Kamdan-kam qattiq qotishmalarda.

Qattiq moylovchi sifatida eng ko'p tarqalgani molibden disulfid (MoS_2). Uning kristallari (grafitniki kabi) juda yupqa plastinkalardan (lamellardan) tashkil topgan: 1mm qalinlikda 1000 qatlam. Bular bosim ostida kichkina ichki ishqalanish koeffitsiyenti bilan (0.05-0.06) o'zaro sirpanadilar; shu bilan birga metall bilan mustahkam yo'nishgan holda (3500 MPa atrofida). Disulfidli moylovchi parashok, pasta va suspenziya tarzida ishlab chiqariladi: Zarracha o'lchami 0.5-0.6 mkm.

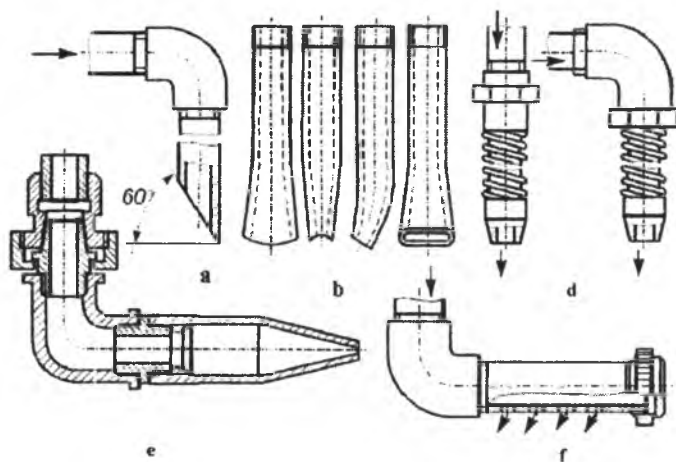
Sanoatda molibden disulfidi bazasida katta assortimentda yuqori haroratli moylovchilar ishlab chiqarilmoqda: tozalangan mineral yog' ichida 70% molibden disulfidi bor: u vakuumda ham, namda ham o'zini moylash xossasini saqlaydi; oksidlanishga yuqori turg'un.

9.10. Texnologik muhitlarni kesish zonasiga uzatish usullari

Uzatish usullari xilma-xil va ko'p tegishli maxsus funksiyalarni bajaradi. Sanoatda tig'li keskichlar detallarni ishlashda MSSlarni kesish zonasiga quyidagi usullari qo'llaniladi: erkin tushuvchi oqim; havo suyuqlik aralashmasi purkalgan hamda (aerazol); ba'zan ho'llash bilan;

vaqti-vaqti bilan asbobga kesishdan oldin ishlov berib turish (maslenkadan oqizish, kistichka bilan surish, botirib olish).

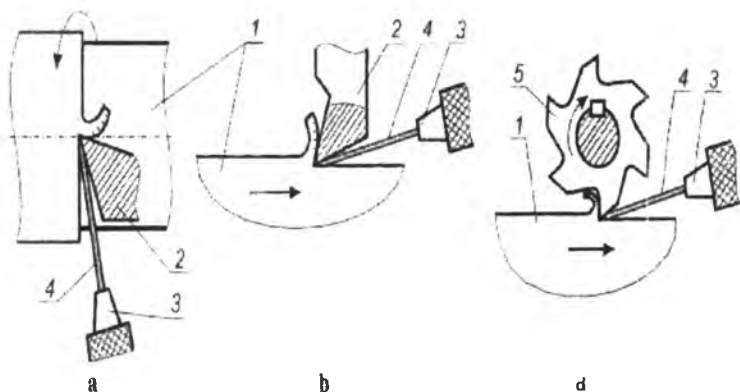
Eng ko'p tarqalgani MSSni erkin oqim bilan uzatish (bosim $P=0.02-0.03$ MPa bilan quyish) buni samaradorlik xarajat – sarf qilishga (5-20 litr/min) bog'liq, oqim formasi va trayektoriyasiga bog'liq. Maqsad: kesish zonasini to'la qamrash. Bu masalani hal qiluvchi ba'zi "soplo" uchliklar konstruksiyalari 9.8-rasmda ko'rsatilgan. Bu usulning samaradorligi nisbatan yuqori emas, chunki suv qirindining sovuq tomoniga quyiladi.



9.8-rasm Moylovchi sovutuvchi suyuqlikni quyib uzatish uchun uchlik (soplo).

MSS ni quyib uzatish uchun uchliklar-soplolar. MSSni kesish zonasiga tezlik bilan bosim berishda asboblarning eng ko'p qizigan yuzasidan issiqlikni olib chiqib hosil bo'lgan qirindini maydalash va yuvib chiqarib tashlaedi.

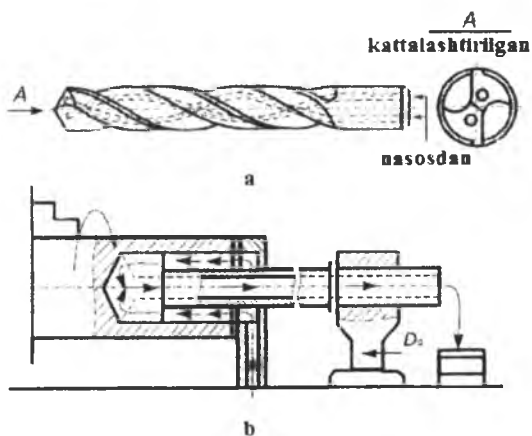
MSS ni bosim (0.2-10 MPa) va sarf (10-200 l/min) bilan asbob tanasidagi maxsus kanalchalar orqali kesish zonasiga uzatish keng tarqalgan. Bu asosan chuqur teshiklarni parmalashda (9.10-rasm), zenkerlashda, razvyortkalashda, tortib (протяжка) ishlashda qollaniladi; shu bilan bir qatorda mitchik bilan rezba kesishda.



9.9-rasm. MSSni bosim bilan tizilatib uzatish sxemasi:

a-yo'nish; b-randalash; d-frezalash.

1-ishlanayotgan zagatovka, 2-keskich, 3-soplo 4-mss oqimi, 5-freza.



9.10-rasm. Chuqur parmalash sxemasi:

a-qirindini tashqaridan chiqarish b-qirindini ichkaridan chiqarish.

Bosim ostida berilgan suyuqlik parmaning ichki kanallari orqali qillarini sovutib, asosiy qirqish tig'lariga borib, qirindi bilan birga tashqi vintli kanalcha orqali tashqariga chiqib ketadi (9.10a-rasm). 2-holatda suyuqlik parma atrofidagi halqa boshlig'idan o'tib, parmani

ichki markaziy kanali orqali qirindi bilan birgalikda tashqariga chiqib ketadi (9.10b-rasm).

Obraziv ishlashda MSSni qo'llashni xususiyatlari bor. Ular quyidagilarga bog'liq:

— obraziv asbobni qurilishi bilan butun hajm bo'yicha g'ovaklik va darslarning mavjudligi, markazdan qochma kuchlar havoni so'rib olib uloqtirib tashlaydi. Natijada havoli to'siq hosil bo'ladi va MSSni kesish kontakt donasiga o'tishiga yo'l qo'ymaydi;

— yuqori tezlikda jilvirlash bilan; qaysiki tig'li keskich tezligidan bir necha 10 marta ko'proq. Bu kuchli havo oqimini hosil qiladi, qaysiki MSSni kesish zonasiga o'tishiga to'sqinlik qiladi;

— sekundning mingdan bir bo'lagida kontakt haroratni yuqori darajaga ko'tarilishi bilan; metallni erish harorati bilan taqqoslasa bo'ladi. Xuddi shu tezlikda soviydi. Bular ishlanayotgan material yuzalarida issiqlik darslarini hosil bo'lishga olib keladi;

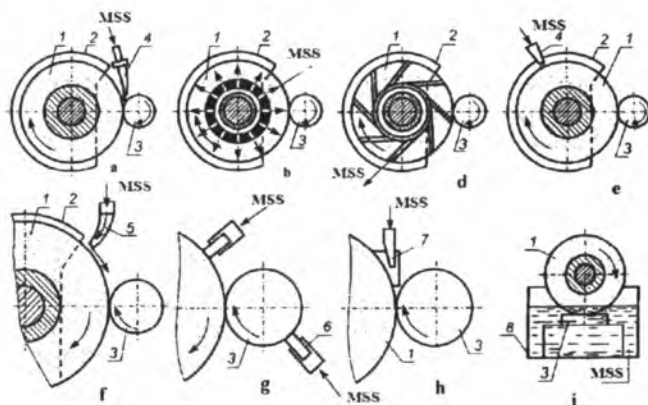
— jilvirlash chiqindisi hosil bo'lishi bilan: metall zarrachalari-qirindisi, obraziv zarrachalarining bo'laklari, bog'lovchining zarrachalari; qaysilarniki, to'xtovsiz chiqarib tashlash kerak. Bu MSS larni yuvish ta'sirini kuchaytirishni talab qiladi.

Yuqoridagilarni barchasi MSS ni sarfini ko'paytirib yuboradi. Yumaloq tashqi, ichki va tekis jilvirlashda 8-10 l/min; markazsiz jilvirlashda 3-6 l/min.

Xoninglash superfinish operatsiyalarida obraziv asbob harakat tezligi kichikroq, demak issiqlik quvvati oqimi ham kichikroq. Shuning uchun bu operatsiyalarda suyuqlik sarfini ko'paytirish emas, lekin uni yuvish xossasi ahamiyatli.

9.11-rasm da jilvirlashdagi MSSni uzatishni asosiy usullari ko'rsatilgan. Erkin quyish (9.11a-rasm) asosan universal, yumaloq jilvirlash stanoklarida qo'llaniladi. Bu usulda ishlatilayotgan MSSning ko'proq ulushi hosil bo'lgan havo oqimi-shamoli ta'sirida atrofga sachrab ketadi: yuvish va moylash xossalari qisman amalga oshadi; faqat ishlanayotgan materialni sovutish qobilyati qoniqarli bo'ladi.

Jilvir toshni g'ovaklari orqali berilgan suyuqlik markazdan qochma kuch ta'sirida ishlayotgan yuzaga uzatiladi. (9.11b-rasm) MSS sifatida mineral yog' ishlatiladi. Sarfi 3-5 l/min; ba'zan emulsiya beriladi.



9.11-rasm. Jilvirlashda MSSni uzatishni asosiy usullarini sxemalari:

1-jilvirtosh; 2-kojux; 3- jilvirlanayotgan zakatovka;

4- soplo; 5- tebrnuvchi to'liqin beruvchi; 6- g'ovak element;

7- ulangich; 8- rezervuar.

MSSni jilvirtosh g'ovaklari orqali uzatishni bir qator avzalliklari bor: havo oqimlarini zararli ta'siri yo'q; MSS to'g'ridan-to'g'ri kesish zonasiga uzatiladi; Kontakt yuzalarida moylovchi plyonka hosil bo'lishiga sharoit yaratiladi; jilvirtosh g'ovaklari doimo metal qirindilaridan tozalab turiladi. Ammo sovutish ta'siri yuqori emas.

Jilvirtosh kanallari orqali MSS uzatish (9.11d-rasm) uni yasash murakkab bo'lganligi tufayli kamroq ishlatiladi.

Tizillatib bosim ostida ($P=3,0 - 10,0$ MPa) MSSni jilvir toshi ishchi yuzasiga uzatish. (9.11e-rasm)

Bir yoki bir necha soplo orqali amalga oshiriladi. MSS oqimi yuqori kinetik energiyaga ega, havo oqimini teshib o'tadi, g'ovakalarni va obraziv zarralarni jilvirlash chiqindilaridan tozalaydi.

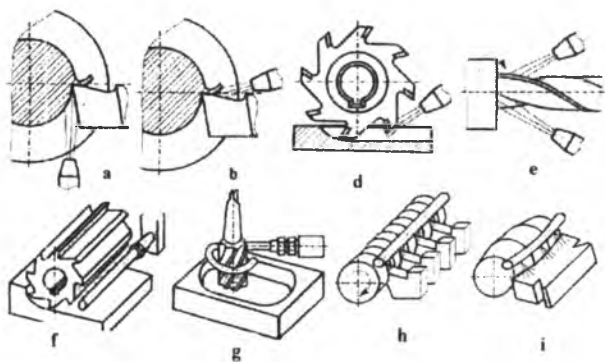
MSSni ultratovush tebranishida berish (9.11f-rasm) jilvirlash jarayoni samaradorligini yetarli darajada oshiradi, ayniqsa ancha yumshoq materiallarni jilvirlashda: mis, aluminiy, nikel asosidagi qiyin ishlanadigan materiallarni.

Kontakt usulida (9.11g-rasm) erkin oquvchi oqim sovutish qobiliyati ustunligi bilan birlashadi. Ishlanayotgan yuza kesish yuzasidan tashqarida to'xtovsiz moylab turiladi. Moyga to'yintirilgan yumshoq g'ovak material yuzaga botirib turiladi. Sarflanish kam 10-15 g/soat.

MSSni gidroaerodinamik uzatishda (9.11h-rasm) jilvirtosh aylanishida hosil bo'layotgan havo yordamida suyuqlik harakati tezligi ko'tariladi va uni kesish zonasiga yo'nalish tezligi kattalashadi.

MSS muhitida jilvirlash (9.11i-rasm) kam ishlatiladi, asosan va lentasimon jilvirlashda, yuqori issiqlik kuchlanish holatlarida, ya'ni kuyish xavfi borida, darz ketish xavfida.

Ishlab chiqilgan va sanoatda (ayniqsa RDB va ko'p operatsiyali stanoklarda) aerazol keng ishlatiladi. Aerazol havo va suyuqlik aralashmasi tizillagan oqim tarzida uzatiladi. Aerazolni purkash qisilgan havo oqimiga ($P=2-4$ atm) ozgina miqdorda suyuqlik beriladi: $5-10 \text{ m}^3$ havoga bir litr suyuqlik qo'shiladi. Sarf juda kam: MSS 400-500 g/soat, 1,5% emulsiya; yoki 0,5- 3 g/soat industrial yog' (U-20 yoki U-12 A)



9.12-rasm. Purkalgan MSSni uzatuvchi 1 kanalli (a-g) va ko'p kanalli (d-j) uchliklarni o'rnatish sxemalari.

Quruq holda kesilganga nisbatan purkalgan MSSda ishlash kesish asbobi turg'unligini 2-3 marta oshiradi; ishlangan toza g'adirbudurligini kamaytiradi. Purkalgan MSS ko'p operatsiyalarda bir necha variantlarda qo'llaniladi. (9.12-rasm); Asosan qiyin ishlanadigan kesishda; og'ir kesish rejimlarida; zararli ishlar sharoitlaridan himoya qilishda (cho'yan ishlashda cho'yan changini bostirish).

Inson sog'ligiga va tabiat muhofazasiga talab kuchayayotgan bir davrda MSSlarni qo'llashni sxemalarini va uzatish usullarini qayta ko'rib chiqish talab bo'lib qoldi, ayniqsa purkab qo'llashni. Chunki

MSS lar inson nafas olish organlariga, terisiga, asab tizimiga salbiy ta'sir qilishi mumkin.

Bugungi kunda "kam moylash texnikasi (texnologiyasi)" usuli keng tarqalmoqda (KMT). [31]

Kam moylash texnikasi (KMT) usulini mavjud usullardan asosiy farqi quyidagilar:

1. Moylovchi materialni va havoni sarfini kamaytirishga yo'naltirilgani; shovqinni va sexni havosini ifloslanganligini kamaytirishga yo'naltirilgan.

2. Ekologik zararsiz takliflarni kimyoviy modifikatsiyalash o'simlik moylari asosidagi MSTM larni qo'llash imkoni bilan.

3. MSSlarni qisish hisobiga ishlaydigan qurilmalarni qo'llash.

4. Nishonli, tomchili, bombordirovkali ta'minlovchi qurilmani yaratish.

5. Dispers fazalarni berilgan o'lchami bilan rezervuarlarda yig'ilgan-to'ldirilgan aerozollarni dastlabki tayyorlash.

9.11. Optimal texnologik muhitlarni, ularni asartimentini va qo'llash sohasini tanlash prinsipi

Kesish jarayoni ko'p har xil kuchlar, haroratlar sharoitida, sxemalarda va variantlarda bajariladi. Shu bilan birga moylovchi sovituvchi texnologik muhitlardan (MSTM) bir vaqtini o'zida katta yoki kichik darajada bir nechta funksiyalarni ta'minlash talab qilinadi.

Amalda hamma moylovchi sovituvchi suyuqliklar polifunksional va bir vaqtini o'zida ham moylovchi ham sovituvchi ta'sir qiladi. Buni hisobga olib barcha ishlanilayotgan moylovchi moylovchi sovituvchi suyuqliklar (MSS) prinsipial ikki guruxga bo'linadi: sovitish ta'siri ustun bo'lgan va qisman moylovchi ta'sirli suyuqliklar – suvda qorishadigan (suvli) MSS va moylovchi ta'siri ustun bo'lgan va qisman sovituvchi bo'lgan suyuqliklar - moylovchi MSS. 1-guruhga mineral elektrolitlarning (sintetik MSS) suvdagi eritmasi va suvli emulsiyalar kiradi. Oxirgilari 2 suyuqlikning tizmini namoyon qiladi, bulardan bittasi (neftli yog'lar, olein kislotasi, konifol, kaustik soda eritmasi, spirt) mayda tomchilar ko'rinishida (2-10%) boshqa suyuqlikda – suvda tahsilangan emulsiyani turg'unligini oshirish uchun unga maxsus modda (yog'li kislotalarni tuzlari – sovun) qo'shiladi; ya'ni emulgator. Sovutish xossalarini oshirish uchun

parashoklar (aluminiyli upa-pudra) qoʻshiladi; qaysilarki yuqori issiqlik oʻtkazish qobiliyatiga ega. Bu MSS tarkibiga korroziya ingibitorlari (disulfidlar, aminofosfatlar, polimerli yogʻli kislotalar) ham bor. Yeyilishga qarshi (“антиизносный”) va qirilishga qarshi (“антизадир”) qoʻshimchalar (oltingugurti bor moddalar, xlor, fosfor), koʻpikka qarshi (“антипена”) qoʻshimchalar (dimetilselikolli polimer) va bakteriotsitli qoʻshimchalar qoʻshiladi.

Bu guruh suyuqliklari yuqori harorat hosil boʻladigan jarayonlarda ishlatiladi. Qora operatsiyalarda (katta qiytim olishda); puxtalanadigan yumshoq materiallarni kesishda (olovbardosh, zangibardosh poʻlat va qotishmalar), jilvirlashda.

Moyli MSS guruhi asosan mineral yogʻdan (60-90%) tashkil topgan. Bunga antifriksion (oʻsimlik moyi va yogʻlar), anti tuman (polyolefin, polipropilen) qoʻshimchalar hamda korroziya ingibitorlari antiiznos va antipen qoʻshimchalar qoʻshiladi. Keng qoʻllaniladigan yogʻli MSS sulfurezollar oltingugurt va xlor qoʻshimchalari bor va u kesish quvvatini ancha 20%gacha pasaytiradi.

MSS texnologik xossalari keskich yeyilishi va turgʻunligi taʼsiriga qarab, ishlash aniqligi va yuza gʻadir-budurligiga, kuch va haroratni oʻzgarishiga qarab baxolanadi. Ular koeffitsiyentlar Kc^t , Kc^p , Kc^{θ} bilan xarakterlanadi. T-turgʻunlik, P-kuchlanish; θ -harorat bular quruq holda kesish bilan taqqoslanadi.

Optimal sharoitda moylovchi sovutuvchi suyuqliklarni qoʻllash keskich turgʻunligini 2-4 marta oshiradi; kesish kuchini 40-60 % pasaytiradi; kesish haroratini 10-20 %ga pasaytiradi; ishlarga yuza gʻadir-budurligini 1-2 klassga yaxshilaydi.

Lekin MSS qoʻllash teskari natijalar ham beradi. Bunday natijalar asosan qattiq natijalar bilan katta tezlikda kesilganda paydo boʻladi. Haroratni yuqori farqi-gradiyent termik darslarni rivojlanishiga va plastinalarni darz ketishini ragʻbatlantiradi. Bunday jarayonda sovutish tavsiya qilinmaydi. Choʻyanlarni plastmassalari va kam plastiklik materiallarni kesishda ham sovutish tavsiya qilinmaydi.

Texnologik sharoitlarni koʻp har xilligi tufayli kesish davrida optimal texnologik tanlash emperik tarzda faol sharoit uchun tajriba asosida olib boriladi.

MSTMlarni tarkibi qoʻllanilishi boʻyicha davlat standartlari va texnik shartlar mavjud. Xalqaro standart ham mavjud: ISO 6743/7 . “Moylovchi materiallar, industrial moylar va qarindosh mahsulotlar”.

Xalqaro standart asosida eng ko'p ishlab chiqarilgan va qo'llaniladigan MSTM larni klassifikatsiyasi ishlab chiqilgan. ("Kiyev ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi").

Maxsus adabiyotlarda va ma'lumotlarda amaldagi MSTMlarni hamma asartimenti ularni qo'llash berilgan. Bunday tavsiyalar ko'plarga mo'ljallangan 9.3-jadval da berilgan.

Metallarni kesib ishlash uchun MSTMlar xili va qo'llash sohalari

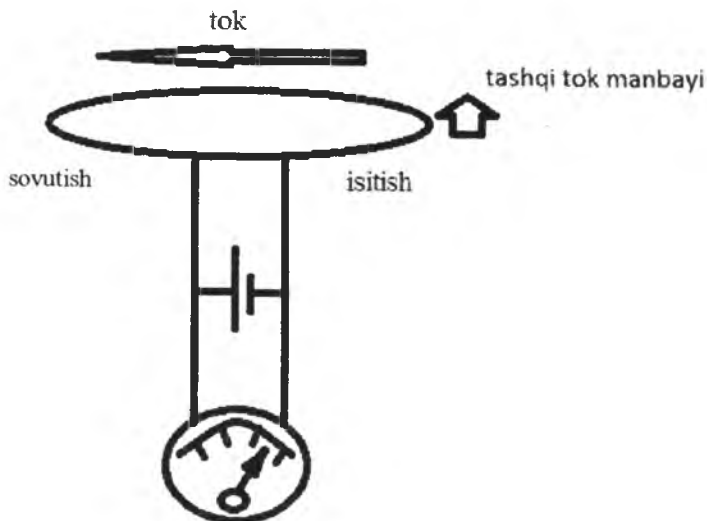
9.3-jadval

MSTM larni qo'llash sohasi		
Nomlanishi	Afzalligi (eng samarador va ko'p tarqalgan)	Qo'shimcha
Suvli		
Украинол-1, Украинол-1м, Уксерол, Карамбол-Эту, Аквомис, ФМН-6, Ритол, Эмуналол ЭТ-2, ЭТ-2, ЭТ-2у, Эмуналол Т, «Резин», ЯЗ, НГЛ-205, ЭТ	Yo'nish, teshik kengaytirish, qirqib olish, frezirlash, parmalash, zenkerlash, razvyortkalash, randalash, rezba qirqish, sidirish, cho'yanlarni uglerodli kam va o'rta legirlangan konstruksion po'latlarni jilvirlash ba'zi rangli metallarni va qotishmalarni ham	Misni alumininiy va ularni qotishmalarini tig'li va obraziv ishlash. Ba'zi korroziya bardosh va olovbardosh po'latlarni va qotishmalarni asbobsozlik po'latlarini jilvirlash, yo'nish, frezirlash, parmalash.
Sintetik		
Акваол-11, Пропресс-13, Акваол-10М, Акваол-16, СКТЬ ИХХ11-2, Тосол-ОНБ	Konstruksion uglerodli va legirlangan po'latlarni, alumininiy qotishmalarini yo'nish, teshigini kengaytirish, qirqib olish, frezirlash, parmalash, zenkerlash, razv yortkalash, randalash, rezba qirqish, sidirish, jilvirlash-cho'yanlarni konstruksion uglerodli va legirlangan, zangabardosh va asbobsozlik po'latlarini, ba'zi rangli metallar vaqotishmalarni. shu	Cho'yanlarni ba'zi olovbardosh va issiqbardosh po'latlarni va qotishmalarni tig'li va obraziv ishlash. Kremniyni olmos-obraziv kesish (Акваол-11). Qattiq (poroshokli) qotishmalarni olmos-obraziv ishlash, charxlash, magnit-yumshoq materiallarni jilvirlash, ferritlarni kesish. Ba'zi qiyin ishlanadigan materiallarni tig'li va

9.3-jadvalning davomi

	bilan birga elastik sharoitda ishlab chiqarish tizimlarini (АКБОЛ-16) yo'nish, teshigini kengaytirish, qirqib olish, frezirlash, parmalash, zenkerlash, razvyortkalash, randalash, rezba qirqish, sidirish, jilvirlash. Asosan jilvirlash operatsiyalari (ТОСОЛ-ОИЗ)	obraziv ishlash. Metallarni magnit-obraziv ishlash (АКБОЛ-10М)
Yog'liq		
MP-7, MP-1y, OCM-3, OCM-5, MP-2y, MP-9, P3-COK-2MHO MP-99, MP-5y, MP-8, J13-26MO	Konstruksion uglerodli va legirlangan po'latlarni bir va ko'p shpindilli tokarli avtomat va yarim avtomatlarda ishlash (yo'nish, kesish, parmalash, zenkerlash, rezba qirqish), frezirlash, tish ishlash. Yuqoridagi operatsiyalar cho'yan (OCM-3) rangli metall va qotishmalar (MP-2y, MP-9, OCM-5) uchun. Konstruksion uglerodli va legirlangan po'latlarni, aluminiy qotishmalarini yo'nish, teshigini kengaytirish, qirqib olish, frezirlash, parmalash, zenkerlash, razvyortkalash, randalash, rezba qirqish, sidirish, tish ishlash, tish kesish.	Ba'zi zangabardosh va issiqbardosh po'latlarni tig'li ishlash (shu bilan birga chuqur parmalash diametri 40mm dan katta) tish va rezba jilvirlash (MP-7). Shevingovalash (OCM-5). Yakuniy operatsiyalar: jilvirlash, super finishirovalash, sayqallash cho'yanlarni va po'latlarni (OCM-3). Ba'zi qiyin ishlanadigan materiallarni (MP-99, MP-5y), rangli metallarni va qotishmalarini (MP-8) tig'li ishlash.

9.12. Termo-elektrik sovutish



9.13-rasm. Termo-elektrik sovutish sxemasi.

Ma'lumki, ikki xil tok o'tkazuvchi materialdan doimiy tok o'tkazilganda ularning birlashtirilgan kontaktlarida issiqlik yutiladi (Peltie hodisasi).

$$dQ = \Pi_{1-2} \cdot dJ$$

bu yerda,

Π_{1-2} – Peltie koeffitsiyenti; Bu termo-elektrik yurituvchi kuch (T.E.Y.K) ga bog'liq.

$$\Pi_{1-2} = \alpha_{1-2} \cdot T$$

T – birlashtirilgan kontakt harorati,

dJ – zanjirdan o'tkazilayotgan tok.

Kesish jarayonida tabiiy termojuftlik keskich–zagotovka zanjiridan 9.13-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha doimiy to'k o'tkazilsa, ishlanayotgan yuzalardan (keskich oldingi yuzasi–qirindi–zagotovka–keskich orqa yuzasi) issiqlik yutiladi; bu degani, qirqish harorati pasayadi. Bu sovutish usulini samaradorligi ko'p jihatdan kontakt yuzalaridagi plyonkalarining Peltie koeffitsiyentiga bog'liq.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar:

1. Kesish rejimi elementlariga nimalar kiradi?
2. Kesish rejimlari qaysi tartibda hisoblab belgilanadi va nega?
3. Keskichni iqtisodiy turg‘unligi nima?
4. Keskich asbobini ishonchli ishlashi qanday ta’minlanadi?
5. Kesish rejimlarini hisoblashda aniqlik bo‘yicha chegaralash qanday hisobga olinadi?
6. RDB stanoklarda ishlashda kesish rejimlarini hisoblash xususiyatlari?

X-BOB. MATERIALLARNI KESIB ISHLANUVCHANLIGI

10.1. Ishlanuvchanlikni asosiy xarakteristikalari va ularni aniqlash usullari

Texnologik xossalar orasida kesib ishlanuvchanlik alohida o'rin egallaydi, chunki kesib ishlashlik zagatovkaga detalga xos natijaviy forma beradi. Materiallarni kesib ishlanuvchanligi deb, bu so'zni keng ma'noda materiallarni kesishga moyilligi tushuniladi, albatta, qator texnologik ko'rsatkichlarni ta'minlagan holda. Bu ko'rsatkichlar quyidagilar:

- 1) kesish kuchlari va sarf qilinayotgan quvvat;
- 2) qirindini sindirish – maydalash va uni chiqarib tashlash yengilligi - osonligi;
- 3) ishlab bo'lgandan keyingi yuza qatlami xossalari: g'adir-budirligi, puxtalanish darajasi va chuqurligi, kuchlanish holati va h.k;
- 4) materialni ishqalanib yeyilishlik – qirilishlik qobiliyati, qaysiki, toza va pardoqlash operatsiyalarida zarur ishlash aniqlikni olishni yengillashtiradi;
- 5) tanlangan kriteriyga to'g'ri keladigan ruxsat etilgan kesish tezligi. Masalan, berilgan keskich turg'unligi T da tanlangan o'tmaslikkacha – keskich yeyilishigacha, eng kichik tannarxi, eng yuqori mehnat unumi.

Ishlash turi va xarakteriga qarab u yoki bu texnologik ko'rsatkich asosiy hal qiluvchi bo'lib qoladi, qolganlari ikkinchi darajada.

Qora ishlashda

1. Mehnat unumi va ishlash tannarxi.
2. Keskich turg'unligi.
3. Kesish kuchlari va ishlatilayotgan quvvat.
4. Qirindi maydalashni yengilligi va qirindini kesish zonasidan olib chiqarib tashlash osonligi.
5. Ishlangan yuza g'adir-budirligi va xossalari.

Toza ishlashda

1. Mehnat unumi va ishlash tannarxi.
2. Ishlangan yuza g'adir-budirligi va xossalari.
3. Qirindi maydalashni yengilligi va qirindini kesish zonasidan olib chiqarib tashlash osonligi.
4. Keskich turg'unligi.
5. Kesish kuchlari va ishlatilayotgan quvvat.

Avtomatlashtirilgan uskunada ishlash

1. Mehnat unumi va ishlash tannarxi.
2. Qirindi maydalashni yengilligi va qirindini kesish zonasidan olib chiqarib tashlash osonligi.
3. Ishlangan yuza g'adir-budirligi va xossalari.
4. Keskich turg'unligi.
5. Kesish kuchlari va ishlatilayotgan quvvat.

Ishlanuvchanlik har xil jarayonlar uchun bir-biridan katta farq qilishi mumkin. Keskich bilan yo'nish, frezalash, qirib ishlash (протягивание). Shuning uchun ishlanuvchanlik to'g'risida gapirilgan-da aniq ko'rsatma zarur.

Ko'rsatgichlarni orasida eng ahamiyatlilaridan mehnat unumi va ishlash tannarxi hisoblanadi. Bu har ikkisi asosan ruxsat etilgan kesish tezligiga bog'liq. U holda xohlagan turdagi ishlash uchun ishlanuvchanlik ko'rsatgichi bu kesish tezligidir. Shuning uchun tor ma'noda tushunishda materiallarni ishlanuvchanligi ruxsat etilgan kesish tezligi bilan xarakterlanadi. Qaysi material qolgan barcha sharoitlarda yuqori tezlikda kesishga imkon bersa, o'sha materialni ishlanuvchanligi yuqori bo'ladi. Materialni ishlanuvchanligi uning ishlanuvchanlik koeffitsiyenti bilan baholanadi: ishlanayotgan – tekshirilayotgan materialni ruxsat beradigan kesish tezligini ($T=60$ min uchun) etalon material ruxsat beradigan tezligiga bo'linadi (nisbati olinadi).

$$K_{\text{ish}} = \frac{g_{60 \text{ tek}}}{g_{60 \text{ etalon}}};$$

Odatda, etalon sifatida сталь 45 olinadi ($R_m = 750 \text{ MPa}$; $HB = 190-220$), strukturasi plastiksimon grafitli perlit. Agar ishlanuvchanlik

koeffitsiyenti birdan katta bo'lsa, uni ishlanuvchanligi yaxshi, agar birdan kichik bo'lsa yomon.

Ba'zan materiallarni xossalarini o'xshashligiga qarab guruhlarga bo'linadi. Bu holda har bir guruh uchun o'zini etalon materiali belgilanadi. Ko'pchilik hollarda quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1. Konstruksiyon uglerodli, legirlangan va asbobsozlik po'latlari, etalon material сталь45 ($R_m = 750 \text{ MPa}$; $HB = 190 - 220$).

2. Kulrang cho'yanlar, etalon material – cho'yan qattiqligi $HB = 190 \text{ MPa}$.

3. Bolg'alanuvchi cho'yanlar, etalon material – cho'yan qattiqligi $HB = 150 \text{ MPa}$.

4. Zanglamaydigan, olovbardosh, issiqbardosh po'latlar va qotishmalar (qiyin ishlanadigan), etalon material – stal 12X18H9T, qattiqligi $HB = 150 \text{ MPa}$.

5. Titan qotishmalari.

6. Rangli metallar (aluminium va mis qotishmalari).

7. Plastmassalar va boshqa metall emas materiallar.

10.2. Ishlanuvchanlikni aniqlash usullari

Hozirgi vaqtda ishlanuvchanlikni aniqlashni bir qancha usullari ishlab chiqilgan. Ularni shartli ravishda uch guruhga bo'lish mumkin.

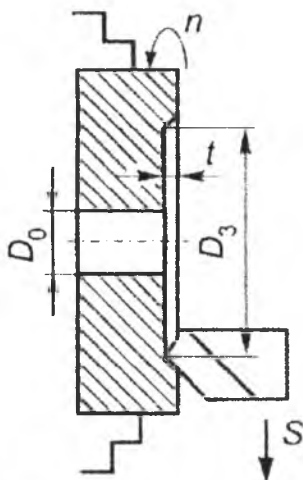
Birinchi guruhga – “klassik” usul kiradi. Bu guruhda kesish tezligining keskich turg'unligiga bog'liqligi $\vartheta = f(T)$ aniqlanadi (tekshirilayotgan material uchun). So'ngra, ma'lum keskich turg'unligi vaqti $T = 60 \text{ min}$ bo'yicha bunga to'g'ri keladigan kesish tezligi topiladi.

$\vartheta_{60 \text{ test}}$ ma'lumotnomadan etalonga to'g'ri keladigan $\vartheta_{60 \text{ etalon}}$ topiladi. Yuqoridagi formula bo'yicha ishlanuvchanlik koeffitsiyenti aniqlanadi.

Bu usul eng aniq usul va ishlanayotgan materialni keskichni yeyilishi jadalligiga ta'sirini to'g'ri ko'rsatadi. Lekin mehnati juda og'ir, ishlanayotgan – tajribaviy va asbobsozlik materiallarini ko'p sarf qiladi. Shuning uchun hozirgi vaqtda ishlanuvchanlikni tezkor usullari ixtiro qilingan.

Bularni orasida eng ko'p tarqalgani ko'ndalang yo'nish usuli (“методторцовойобточкы”). Tajriba qilinayotgan materialdan yasalgan katta diametrli zagatovka tokarlik stanogi patronida qisilib yo'naladi. Yo'nish zagatovka markazidan uni gardishi tomon yo'nalishda

kesiladi (10.1-rasm). Shpindel – zagatovka aylanishlar soni doimiy ($n=\text{const}$).



10.1-rasm. Ko'ndalang yo'nish sxemasi.

Kesish davomida – keskich surish harakati davomida kesish tezligi to'xtovsiz chiziqli qonun bo'yicha ortadi va qandaydir keskich o'tmas bo'lish tezligida $g_{o'tmas}$ da (bunga o'tmaslik diametri $D_{o'tmas}$ to'g'ri keladi) keskich yeyilib yemirilishi natijasida keskich ishdan chiqadi. Bu davrda keskichdan chiyillagan tovush chiqadi va bir zumda kesish chuqurligi kamayadi. Tajriba o'tkazilayotgan va etalon materialdan yasalgan namunalarni yo'nib, har ikkisi uchun ham o'tmas bo'lishlik diametrlari $D_{o'tmas\ min}$ va $D_{o'tmas\ max}$ aniqlanadi. Natijalar solishtirilib nisbiy ishlanuvchanlik aniqlanadi. Usul sodda va katta mablag' talab qilmaydi. Aniqligi – nisbiy: etalonga nisbatan ishlanuvchanlik yaxshimi? – yomonmi?

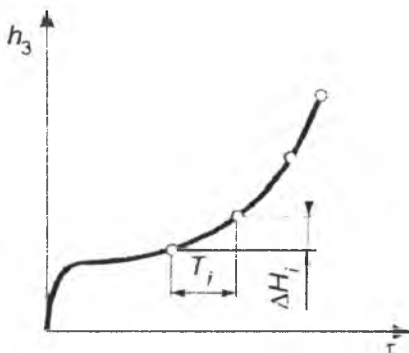
Zagatovkani uzunasiga yo'nib ishlanuvchanlikni o'lchash usuli ham bor. Silindrik zagatovka bir tekis kattalashadigan shpindellar aylanishlar soni bilan kesiladi. Shu guruhga A.S.Kondratov usuli ham kiradi. Uni asosi keskichni teng yeyilish uchastkasida yeyilish jadalligi yeyilish kattaligiga ham bog'liq. Usulni mohiyati quyidagidan iborat.

1. Tajribaviy materialni doimiy chuqurlik t va surish S bilan vaqti-vaqti bilan kattalashuvchi $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$ tezlik bilan kesish. Shunda har

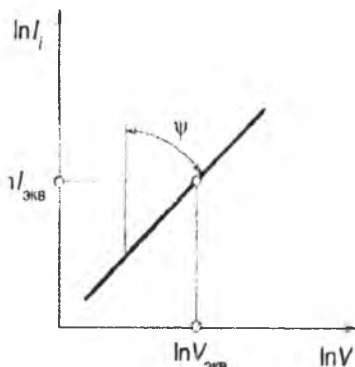
bir q tezlikka to'g'ri kelgan ishlash vaqti T_i , yeyilishni kattalashishi Δh_i , yeyilish jadalligi $J_i = \frac{\Delta h_i}{T_i}$ ni belgilab olinadi (10.2-rasm).

2. Ikkilik logarifmik koordinatalarida $\ln J_i - \ln q_i$ grafigini chizish (10.3-rasm); uni vertikal o'qqa bo'lgan qiyalik burchagi tangensi turg'unlik bog'liqligi ko'rsatgichi darajasi bo'ladi:

$$\operatorname{tg} \varphi = m$$



10.2-rasm. O'zgaruvchan tezlik bilan kesishdagi yeyilish egriligi.



10.3-rasm. Yeyilish jadalligini kesish tezligiga bog'liqligi.

3. Yeyilish jadalligi ekvivalentligini J_{ekv} aniqlash. Agar keskich qandaydir doimiy tezlik bilan ishlaganda holda shunga ega bo'lsa va quydagi yakuniy yeyilishga ega bo'lsa

$$J_{\text{ekv}} = \frac{\sum \Delta h_i}{\sum T_i} = \frac{h_k}{T_k},$$

va shunga tegishli tezlikni grafikdan (10.3-rasm) topish.

4. Tajribaviy material uchun turg'unlik bog'likligidagi parameter C ni topish va $g_{60 \text{ taj}}$ ni $T=60$ min uchun

$$g_{\text{ekv}} = \frac{C}{T_k^n}; \quad T_k = \sum T_i$$

U holda

$$C = g_{\text{ekv}} (\sum T_i)^n; \quad C = g_{\text{ekv}} \cdot T_k^n$$

Bu usul qattiq qotishmali keskichlar bilan kesganda yaxshi aniqlik beradi.

Ikkinchi guruh usullari kesish jarayonini uni fizikaviy parametrlari bilan bog'liqligi baholanadi: kesish kuchi, kesish zonasidagi harorat darajasi, kesish zonasidagi elektr yurituvchi kuch (EYuK) darajasi, siljish burchagi, kesish burchagi, qirindi o'tishi va h.k.lar bilan. Ko'pincha bu usul bilan kesish tezligini optimal darajasi belgilanadi. Har xil mualliflar bu tezlikni turlicha belgilaydi: kesish tezligi ortishi davrida kesish kuchi P_z ni stabilizatsiya momenti bo'yicha $P_z = f(\beta)$ egri chizig'ini o'ng tomonida $P_z = (0,7 - 0,9)P_{max}$ ga yetgan momenti bo'yicha; kesish haroratini (yoki EYuKni) optimal kattaligi bo'yicha; oldingi yuzadagi plastik zona uzunligini kesish tezligiga bog'liqligida minimum birligi bo'yicha.

Materiallarni fizikaviy va mexanikaviy xossalariidan foydalanish ishlanuvchanlikni baholash istiqbolli uchinchi guruhiga tegishli. Bu usullarni umumiy afzalligi mehnat hajmini yetarli kamayishi va ishlanayotgan material sarfini kamayishi. Analiz qilinayotgan parametrlar sifatida quyidagilar ishlatiladi: maksimal elektroqarshilik harorati, plastiklik chiqishi, α – temirni $(Fe_\alpha)_\gamma$ – temirni (Fe_γ) faza strukturaga aylanishi, magnitli o'tkazishlik, koersitivli kuch, ichki ishqalanish koeffitsiyenti, indikatorni botirishiga qarshilik.

Yuqoridagi barcha ishqalanuvchanlikni aniqlash usullarini laboratoriya sharoitida samarador ishlatish mumkin. Ishlab chiqarish sharoitida birinchi guruh usullari kamroq ishlatiladi, chunki yeyilish jadalligini aniqlash murakkab, ayniqsa, hisoblari. Ikkinchi va uchinchi guruh usullarini avtomatlashtirilgan ishlab chiqarishni egiluvchan dastgohlarida qo'llash maqsadga muvofiq.

10.3. Materiallarni kesib ishlanuvchanligiga ta'sir qiluvchi asosiy faktorlar va ularni yaxshilash usullari

10.3.1. Metallurgik ishlab chiqarish stadiasida maxsus qo'shimchalarni kiritish

Kesib ishlanuvchanlikni yaxshilash usullarini birinchisi – metallurgik usul; ya'ni metallarni eritib olish jarayonida unga maxsus xossalalar berish, buning uchun uning tarkibiga har xil kimyoviy elementlar qo'shiladi. Konstruksiya materiallar tarkibiga qo'shiladigan kimyoviy elementlarni ta'sir darajasiga qarab shartli ravishda uch guruhga bo'lish mumkin. Ferrit asosidagi po'latlar uchun eng kuchli

ta'sir qiluvchi birinchi guruhga uglerod va kremniy kiradi. Hammaga nisbatan ishlanuvchanlikni yomonlashtiradigan uglerod hisoblanadi: uni miqdori 0,5% gacha bo'lganda ishlanuvchanlik ahamiyatli pasayadi; 0,5% dan ko'paygandan boshlab u ishlanuvchanlikka ta'sir qilmaydi.

Ishlanuvchanlikni yomonlashtiruvchi ikkinchi guruhga quyidagi kimyoviy elementlar kiradi: xrom, volfram, vanadiy va molibden. Uchinchi guruhga ishlanuvchanlikka amalda ta'sir qilmaydigan elementlar kiradi: marganes va nikel.

Austenitli va xromnikelli asosidagi po'lat va qotishmalar uchun birinchi guruh elementlariga ishlanuvchanlikni to'xtovsiz yomonlovchi aluminiy, titan va kremniy kiradi. Ikkinchi guruhga molibden, kobalt, marganes, xrom va molibden kiradi. Uchinchi guruhga nikel, niobiy va vanadiy kiradi.

Po'latlarni ishlanuvchanligini ularni eritish va quyish davrida ularga har xil qo'shimcha kimyoviy elementlar yoki kimyoviy birikmalar qo'shiladi. Ishlanuvchanlikni yaxshilovchi qo'shimchalarni ta'sir qilishini ikkita mexanizmi ma'lum. Birinchisida kontakt yuzalardagi ishqalanish koeffitsiyentini pasayishi; chunki qo'shimchalar metalda qattiq moylovchi moddalar hosil qiladi (sulfidlar, selenidlar, sulfoselenidlar). Ikkinchi mexanizmi bo'yicha qo'shimchalar kuchlanishlarni yig'indisi – "konsentrati" bo'lib ishlanayotgan materialni mo'rtlashtirib, kesish kuchini va kesish haroratini pasaytiradi.

Eng xarakterli qo'shimchalar D.I.Mendeleyev jadvalidagi VI guruh elementlari – oltingugurt, selen, tellur, qaysilarki, po'latda metall emas qo'shimchalar hosil qiladi; bular ichiga qo'rg'oshin ham kiradi. Bu qo'shimchalarning qo'shilishi katta bir butun avtomat yoki oson ishlanadigan po'latlar sinfini paydo bo'lishiga olib keldi. Masalan, tarkibida oltingugurt ko'p bo'lgan avtomat po'latlar (A10÷A35), oltingugurt va fosfori ko'p bo'lgan po'latlar (A12), oltingugurt va qo'rg'oshini ko'p bo'lgan (AC14) polatlar. Qo'rg'oshin po'latda ikki xil modifikatsiyada bo'ladi: mayda alohida moslashgan zarralar ko'rinishida, metall matritsasida o'zicha joylashgan holda va kompleks birikma MnS-Pb ko'rinishida. Qo'rg'oshinni erish harorati past, shuning uchun mo'rtlashtirishdan tashqari kontakt yuzalarda suyuq plyonka hosil qilishi mumkin. Ma'lumki, ishqalanuvchi yuzalarni bir-

biriga yopishib qolishlikka moyilligini keskin kamaytirishi uchun plyonkaning 2mm qalinligi yetarli.

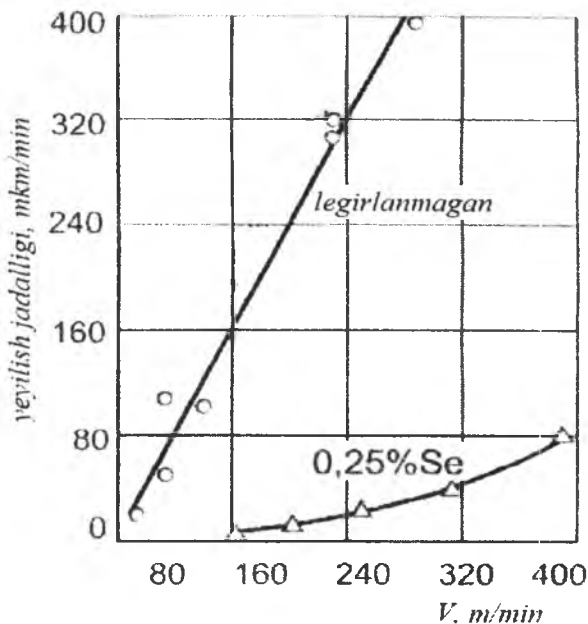
Avtomat po'latlarni kesishda qattiq qotishmalarni turg'unligi 5 martagacha ortishi mumkin, yana qirindi sinishi yaxshilanadi. Lekin ma'lumki, oltingugurtning miqdori 0,04 %dan oshgandan so'ng po'latning fizika-mexanikaviy xossalari ancha pasayadi: sovuq sinishlik ko'payadi; charchash mustahkamligi anizotropiyasi keskin namoyon bo'ladi; zarbiy qovushoqlik pasayadi; plastiklik pasayadi va h.k. shuning uchun avtomat po'latlari kam mas'uliyatli detallar yasashda ishlatiladi.

Oxirgi yillarda o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, po'lat tarkibiga selen, tellur, vismut va qo'rg'oshinni ozgina qo'shilishi uni ishlanuvchanligini keskin yaxshilaydi; ikkinchi tomondan uni fizika-mexanikaviy xossalari amalga ta'sir qilmaydi hisob. Bu texnologiyani mikrolegirlash deb ataladi. Harorat ta'sirida keskich oldingi yuzasida oson eriydigan qo'shimchalarni "terlashi" paydo bo'ladi, moylovchi hosil bo'ladi, kontakt yuzalardagi ishqalanish koeffitsiyenti pasayadi va yeyilish jadalligi pasayadi (10.4-rasm).

Qo'shimchalarning ta'sir samaradorligi ishlanayotgan va keskich materiali turi hamda fizika-mexanika xossalari bog'liq. Eng katta samaradorlik yuqori plastik materiallarni, adgeziyaga moyil materiallarni mikrolegirlashda bo'ladi. Masalan, uyushoq va plastik po'lat 1X18H10T (nisbiy uzayishi – $\delta=50\%$) ga 0,2% selen qo'shilsa, kesish tezligi 3,9 marta oshadi, po'lat Y10A ($\delta=50\%$) uchun faqat 1,4 marta. Tezkesar po'lati bilan yo'nalganda qo'rg'oshin bilan legirlangan po'latlarni kesishda eng yaxshi natija olinadi.

Mikrolegirlashda legirlovchi elementlarning miqdori chegarasi $0,1\div 0,15$ bo'lganda u optimal hisoblanadi. Bundan ko'payishi kesish tezligini ahamiyatli ko'tarilmaydi. Lekin plastiklik va uyushqoqlik xossalari anizotropiysi keskin ko'payadi, bu po'latlarni tannarxi ham qimmatlashadi. Yuqoridagi qo'shimchalarni ishlanayotgan materialga emas, asbobsozlik materialiga qo'shilsa (P18-0,12%Se) asbob turg'unligi $1,5\div 1,6$ marta ko'payadi va jilvirlanishligi keskin yaxshilanadi.

Ishlanuvchanlikni oshirishni oksidlab va boshqa usullari ham bor.



10.4-rasm. Po‘lat 1X18H9T ni yo‘nishda qattiq qotishma T5K10 ni yeyilishiga ishlanayotgan materialni mikrolegirlash ta’siri.

10.3.2. Termik ishlash bilan material strukturasi o‘zgartirish

Har bir metall uchun uning eng yaxshi kesib ishlanuvchanligiga to‘g‘ri kelgan mikrostrukturasi va mexanik xossalari mavjud. Demak, termik ishlash usulini va rejimi to‘g‘ri tanlab metallni shu holatga olib kelish mumkin. Ishlanuvchanlikni yaxshiligi nuqtayi nazardan quyidagi mikrostrukturalar tavsiya qilinadi:

- 1) Kam uglerodli po‘latlar ($C < 0,3 \%$) uchun plastinkasimon perlit va ferrit;
- 2) O‘rta uglerodli po‘latlar ($C = 0,35 - 0,55 \%$) setka ko‘rinishidagi perlit va ferrit yoki yirik bo‘lmagan zarrachani perlit va ferrit;
- 3) Yuqori uglerodli ($C > 0,55 \%$) konstruksion va asbobsozlik po‘latlar uchun donodor perlit;
- 4) Cho‘yanni ishlanuvchanligini yaxshilash uchun uni grafitlovchi yoki sferoidlovchi yumshatish kerak;

5) Xrom-nikelli asosidagi qotishmalar uchun ikki marta toblab yuqori haroratli bo'shatish tavsiya qilinadi.

Ma'lumki, material strukturasi va kimyoviy tarkibi uning mexanik xossalariga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi.

Bularga qaramasdan amalda ishlanuvchanlik koeffitsiyenti bilan metallarning mexanik xossalari orasidagi bogliqlikni quyidagi taxminiy bog'liqlik bilan ifodalanadi:

$$K_m = K_0 = \left(\frac{750}{\sigma_m} \right)^{n_m} - \text{konstruksion po'latlar uchun};$$

$$K_m = K_0 = \left(\frac{180}{HB} \right)^{n_m} - \text{kulrang cho'yan uchun};$$

$$K_m = K_0 = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_m} - \text{bolg'alanuvchi cho'yan uchun}.$$

n_m – mustahkamlik chegarasining yoki qattiqlikning $\sigma_{0.2}$ ga ta'sir qilish jadalligini ifodalovchi ko'rsatkich.

10.3.3. Moylovchi sovutuvchi texnologik muhitlarni qo'llash

Kesish zonasiga beriladigan suyuqlik, gaz oqimi yoki qattiq moylovchi ko'rinishidagi texnologik muhitlar kesish zonasidagi haroratni pasaytiradi, kontakt yuzalardagi ishqalanish kuchlarni pasaytiradi, mikrodarzlarni ponalab kuchaytiradi, plastik deformatsiya zonasida metallni mo'rtlashtiradi va h.k. Texnologik muhitlar tarkibini to'g'ri tanlab, yeyilish jadalligini keskin kamaytirishi mumkin va ishlangan yuza sifatini yaxshilash mumkin. MSTM kesish jarayoniga ta'sir qilish mexanizmi yuqoridagi 9-bobda to'liq yoritilgan.

MSTM larda ishlash qatoriga past haroratda (nol gradusdan pastda) suyuq yoki gazsimon muhitda kesib ishlashni ham qo'shsa bo'ladi. Bu havo-emulyatsiya aralashma (-12^0 C), havo (-10^0 C), suyuq azot (-196^0 C) bo'lishi mumkin. Ishlanishlikning yaxshilanishiga kesish haroratini pasayishi va metallni mexanik xossalarini sovuq ta'sirida o'zgarishi (mo'rtlashishini ortishi, plastikligini kamayishi) sababchi bo'ladi. Bular kesish haroratini $20-100^0$ C ga pasaytirishga olib keladi va kesish asbobi chidamliligini ahamiyatli 2-6 marta ko'tarishga imkon beradi. Bu o'rinda ichki sovutish eng samarador bo'ladi.

10.3.4. Kesish zonasiga qo'shimcha energiya kiritish

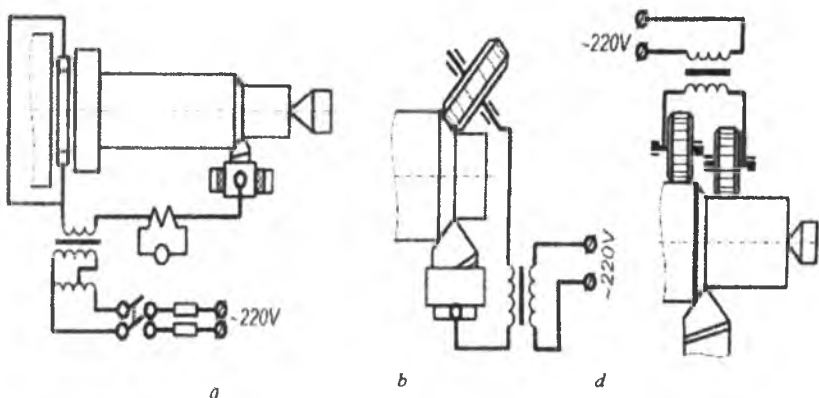
10.3.4.1. Ishlanayotgan materialni dastlabki qizdirish bilan kesish

Qiyin ishlanadigan materiallarni ishlanuvchanligini oshirish usullarini eng samaradorligi bu uni dastlabki qizdirish. Qizdirish natijasida ishlanayotgan materialning fizika-mexanikaviy xossalari o'zgaradi, mustahkamlik chegarasi va oquvchanlik chegarasi kichiklashadi, zarbiy qovushqligi ko'tariladi va natijada kesish kuchi va ishi kamayadi, keskich turg'unligi ortadi. Qizdirish harorati darajasiga quyidagi chegaralar mavjud. [32]

1. Qizdirish harorati natijasida ishlanayotgan materialning mustahkamligini kamayish (yumshash) darajasi shu harorat natijasida asbob (keskich) materialini kesish jarayonida mustahkamlik (yumshash) darajasidan katta bo'lsa, ijobiy natija bo'ladi.

2. Qizdirish natijasida keskichni diffuzion yeyilishi kattalashadi.

Kesilayotgan qatlamni qizdirib kesish iki xil variantda olib borish mumkin: issiqlik va mexanik ta'sir qilib. Birinchi holatda zagatovka dastlab butunlay (pechlarda yoki oldingi operatsiya qizdirishidan foydalanib: quyma, prokat, shtamplash, yeyilishga chidamli qatlam bilan qoplash) yoki faqat zagatovka qatlam yuzasi (yuqori chastotali induksion qizdirish, infraqizil nurlash, elektr yoy qizdirish, plazma oqimi ta'siri, lazer nuri).

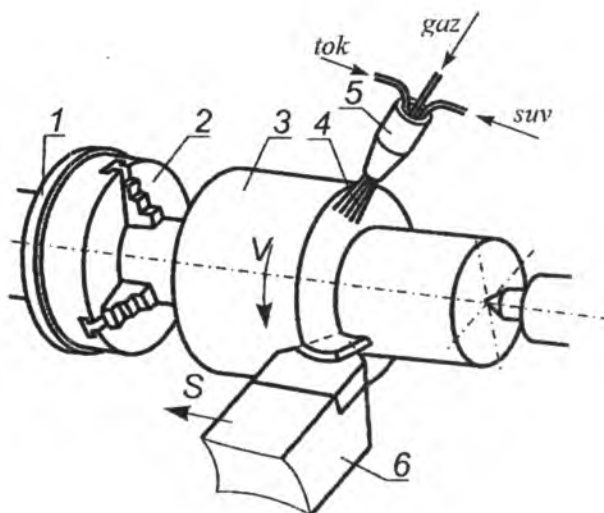


10.5-rasm. Kesish zonasini elektrokontaktli qizdirib ishlash sxemasi.

Ikkinchi holatda kesish jarayoni bilan parallel kesish zonasidan elektr toki o'tkaziladi. Natijada qirindi bilan keskich oldingi yuzasi orasidagi kontakt yuza qiziydi (10.5a,b-rasm) yoki to'g'ridan-to'g'ri keskich oldidagi kesilayotgan qatlam qiziydi (10.5d-rasm).

Qizdirib ishlash zanglamaydigan, olovbardosh po'latlarni, titan qotishmalarini, maxsus cho'yanlarni kesib ishlashda ijobiy natija beradi (yuqori bo'lmagan kesish tezligida va kesilayotgan qatlam ko'ndalang kesimining kattaligida). Qancha kesish tezligi katta bo'lsa, optimal qizdirish harorati shuncha past bo'ladi. 1X18H9T po'latini frezalashda $v=375 \text{ m/min}$ da qizdirish harorati $\theta = 230^\circ \text{ C}$; $v=190 \text{ m/min}$ da $\theta = 500^\circ \text{ C}$.

Oxirgi yillarda plazma bilan qizdirib kesish keng tarqalgan (rasm 10.6). Bu usulni afzalligi plazmatronni 5 plazmasi 4 bilan kesish asbobi 6 ni kesilayotgan qatlam zagatovkasiga kelishilgan holda ta'sir qilish imkoniyati borligi.



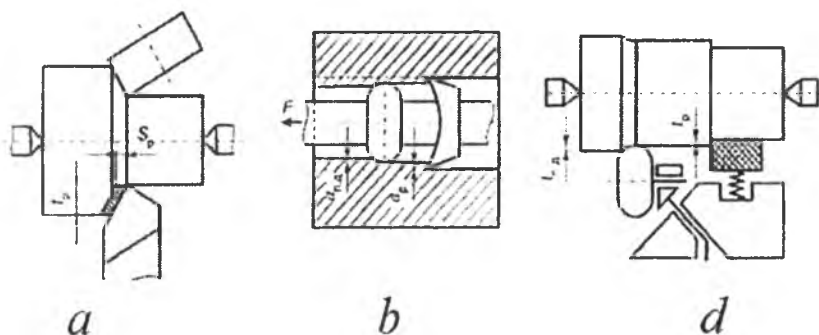
10.6-rasm. Kesilayotgan qatlamni plazmali qizdirib ishlash sxemasi.

Umuman, dastlabki qizdirib ishlash keskich turg'unligini 4-10 marta oshirishga va ishlangan yuza sifatini yaxshilashga imkon beradi.

10.3.5. Ilgarilama plastik deformatsiyalab kesish

Kesilayotgan qatlamni qirindiga aylantirishdagi bajarilayotgan ishning bir qismini maxsus qo‘shimcha moslamaga – qurilmaga yuklashadi: rolikka, silliqlovchi “protayjka”ga va h.k. Dastlabki plastik deformatsiyalab ishlash materialni plastik zaxirasini kamaytiradi (yo‘q qiladi) va uni fizik va mexanik xossalarini o‘zgartiradi. Bu kesish kuchini va haroratini pasaytiradi; demak, keskich turg‘unligi ko‘tariladi, mehnat unumi ko‘payadi, yuza sifati yaxshilanadi.

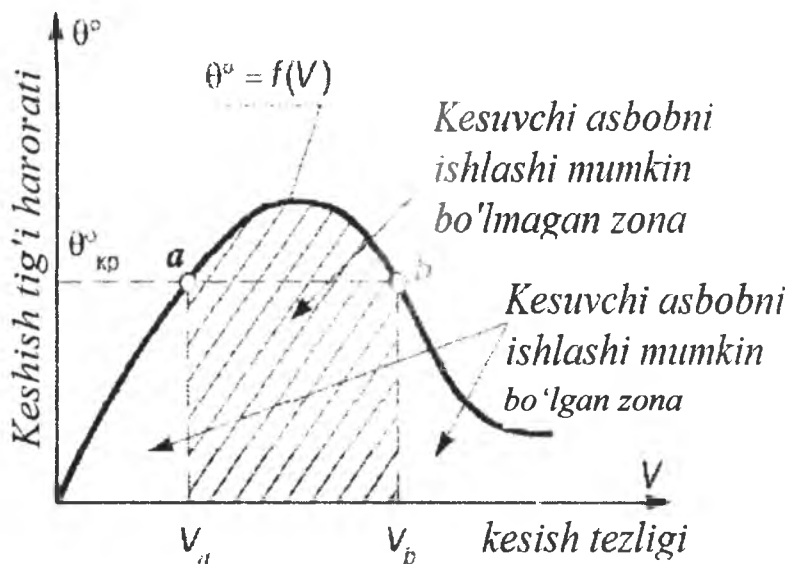
Odatda qoida bo‘yicha plastik ta‘sir qilishi kesish yuzasi (10.9a-rasm) bo‘yicha yoki ishlanayotgan yuza bo‘yicha (10.9b,d-rasm) bo‘lishi mumkin.



10.9-rasm. Ilgarilama plastik deformatsiyasini qo‘llanishiga misollar: a-
yo‘nishda, b-sidirishda d-jilvirlashda.

Yuqoridagi usul ko‘pchilik holatlarda yuqori puxtalikdagi materiallarni ishlanuvchanligini oshirish uchun qo‘llaniladi.

Ma‘lumki, ishlash kattalashib ϑ_c ga yetganda kesish harorati ham ko‘tarilib ϑ_{cr} ga yetadi (10.10-rasm). Bu haroratda kesib qirindi olish mumkin bo‘lmay qoladi, chunki keskich asbobi tig‘i mustahkamligini yo‘qotib, kesolmay qoladi. Bu to‘g‘rida olim K.Zalomon bunga quyidagi gipotezani taklif qiladi. Kesish tezligini yanada ko‘tarilishi bilan kesish harorati ko‘tarilib kesish tezligi ϑ_c ga yetgach kesish harorati yana kritik qiymatidan pastga tushadi va ϑ_c tezlikka pasayib yetganda kesish harorati yana kritik qiymatidan pastga tushadi, natijada kesib ishlash yana mumkin bo‘ladi.



10.10-rasm. K.Zalomovning harorat egri chizig'i.

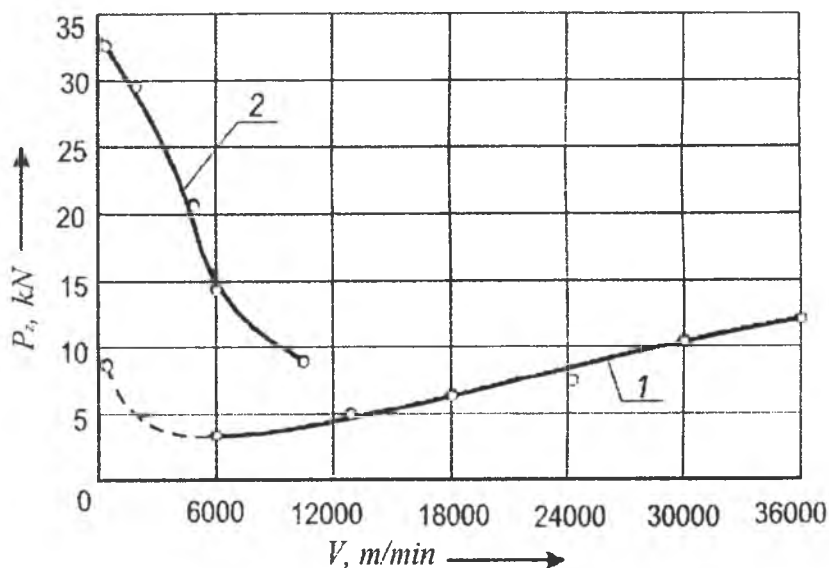
Bu gipotezaga fizikaviy asos-sabab bor: plastik po'latdan yasalgan namunaga katta tezlikda (50 m/s dan katta) kuchlanish berilganda u mo'rt yemirilgan, plastik deformatsiyani izi ham ko'rinmagan. Demak, "mo'rtlik" va "plastiklik" nisbiy tushunchalar: qancha deformatsiya tezligi katta bo'lsa, plastik materiallar xossalari mo'rtlik xossalari yaqinlashadi.

K.Salomovning fikricha, kesish jarayonida issiqlik ta'sirining asosiysi bu kesilayotgan qatlamni plastik deformatsiyalanishiga (qirindiga aylanishidagi) sarf qilinayotgan ish, kesish tezligi kattalashishi bilan ishlanayotgan material xuddi "mo'rtlashgandek" va qirindi hosil bo'lishdagi issiqlik kamayadi.

Bu gipoteza amalda tasdiqlanmagan, negaki bu tasodif emas. Ma'lumki, τ vaqt birligi ichida qirindi hosil bo'lishi va uni chiqarib tashlash uchun sarflangan ish deyarli hammasi issiqlik Q ga o'tadi va quyidagi bog'liqlikka ega: $Q = P \cdot g$.

Belgilangan, kesish tezligi ortishi bilan kesish kuchi kichiklashadi, ma'lum ko'rsatkichga kelib keyinchalik ta'sir qilmaydi hisob. Lekin juda katta tezlikda u kattalashadi: qirindini yo'nalishi va

harakatini tezlashishi bilan bog'liq inersion kuchlar o'sishi bog'liq (10.11-rasm).

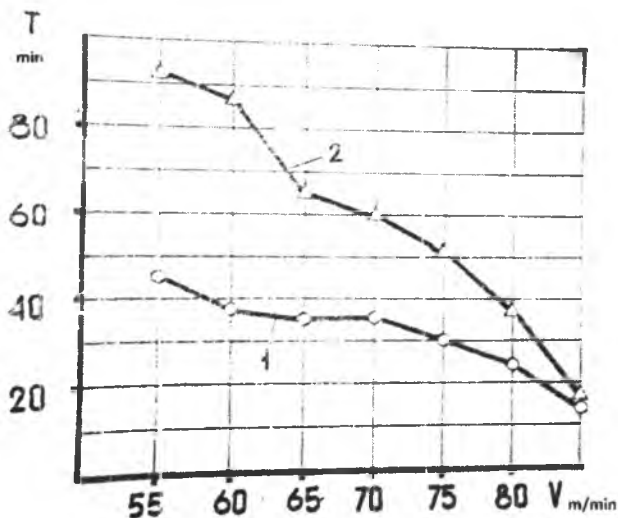


10.11-rasm. Kesish kuchiga kesish tezligini ta'siri.
1-aluminiyni kesishda, 2-po'lat 45 ni.

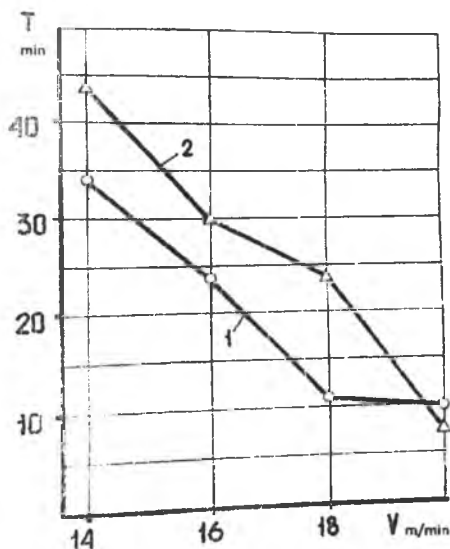
Shunday qilib, bog'liqlik $P_z = f(v)$ tasdiqlaydiki, uni qiymati-darajasi yuqori chegarasida kesish tezligi kattalashishi umumiy issiqlikni (qirindi olishni) o'sishiga olib keladi. Shu bilan bir qatorda qirindida qolayotgan issiqlik ulushi ham ko'payadi (issiqlik oqimi inersiyali bo'lgani uchun). Bu kesish haroratini pasaytirishi kerak edi, agar oldingi va orqa yuzalar ishqalanishidan hosil bo'ladigan issiqlik manbai bo'lmasa. Shuning uchun deformatsiya zonasidan keskichga o'tmasdan issiqlik kamaysa ham; barcha issiqlik hosil bo'layotgan va kelayotgan issiqlik miqdori ko'payadi. Bu mulohazasiz haroratni bir tekisda o'sishga olib keladi. Hodisa kontakt yuzalarda ishlanayotgan materialning yupqa erigan qatlami hosil bo'lmaguncha davom etadi.

10.3.6. Magnit maydonida kesish

Magnit maydonini ta'sirida keskich turg'unligini oshirib mehnat unumini ko'tarish zamonaviy-istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Magnit maydonini kesish jarayoniga ta'siri murakkab va bir qancha faktorlarga bog'liq: ishlanayotgan materialni magnit holatiga, keskich geometriyasiga, kesish rejimlariga, kesish jarayonida o'simta hosil bo'lishi-bo'lmasligiga, tashqi muhitga, keskich va ishlanayotgan materiallarni termo-elektrik xossalarga va h.k. 10.12-10.13-rasmlarda keskichni magnitlashni uning turg'unligiga ta'siri ko'rsatilgan. Tajribalar bir butun-bo'lak tezkesar po'latidan (P18) ikkiga bo'lib yasalgan keskichlar bilan olib borilgan. Keskichlardan biri tajribalardan oldin magnitlanib olingan.



10.12-rasm. Po'lat 30X7CHA po'latini tezkesar po'lati P18 bilan kesilganda oddiy va magnitlangan keskichlar turg'unligiga kesish tezligining ta'siri ko'rsatilgan: $S=0,11$ mm/ayl, keskich oldingi burchagi $\gamma=15^\circ$. 1-oddiy keskich, 2-magnitlangan keskich.



10.13-rasm. Tūtan qotishmasi BT-3 ni tezkesar po'lati P18 bilan kesilganda oddiy va magnitlangan keskichlar turg'unligiga kesish tezligining ta'siri ko'rsatilgan: $S=0,11$ mm/ayl, keskich oldingi burchagi $\gamma=15^\circ$. 1-oddiy keskich, 2-magnitlangan keskich.

Natijalardan ko'rinib turibdiki, keskich turg'unligiga magnit maydoni ta'siri yetarli darajada ahamiyatli. Bu degani, magnit maydoni ta'sirida materiallarni ishlanuvchanligini yaxshilash mumkin.

10.3.7. O'ta yuqori tezlikda kesish

Agar ishlanayotgan materialni erish harorati asbobsozlik materialini issiqqa bardoshlik haroratidan past bo'lsa, kesish tezligiga chegara yo'q. Bunga aluminiiy qotishmalarini va ba'zi plastmassalarni kesish misol bo'ladi. Bu holatlarda stanok imkonlari va texnika muhofazasi chegara. Qolgan holatlarda kesish tezligi kattaligi keskich materialini issiqqa bardoshligi bilan yoki dinamik tebranish sathi (mustahkamlik xossalari) bilan chegaralanadi.

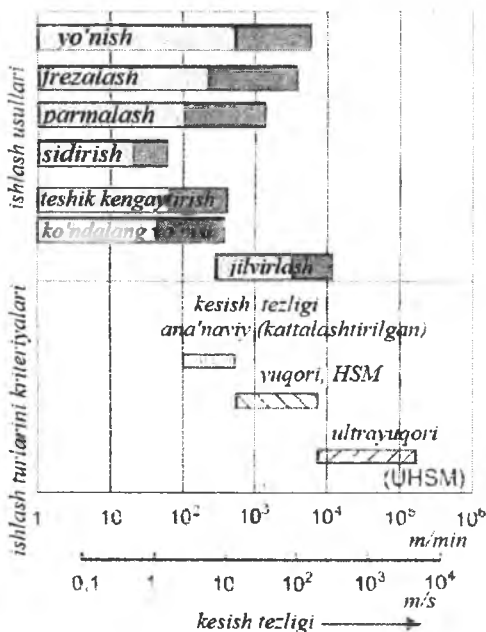
Yuqoridagilarga qaramasdan, baribir, yuqori tezlikda ishlash (YuTI) detallarni ishlash texnologiyasini rivojlanishini samarador yo'llaridan biri hisoblanadi.

Yuqori tezlikda ishlash deb, barcha texnik vositalarni ishga solib an'anaviy chegaralardan ancha yuqorida kesishga aytiladi. Masalan, po'latni frezalashda kesish tezligini $\vartheta=250\text{m/min}$ dan $\vartheta=750\text{m/min}$ ga ko'tarish; aluminiyni frezalashda $\vartheta=250\text{m/min}$ dan $\vartheta=2500\text{m/min}$ ga; nikel qotishmalarini $\vartheta=20\text{m/min}$ dan $\vartheta=50\text{--}100\text{m/min}$ ga oshirishga aytiladi.

Yevropa normalari bo'yicha yuqori tezlikda ishlash normasi deb $\vartheta=1000\text{m/min}$ dan yuqori tezlikda ishlash qabul qilingan. 10.14-rasmda har xil ishlash usullari uchun an'anaviy, yuqori tezlikda va ultra yuqori tezlikda ishlash chegaralari (intervallari) berilgan.

Yuqori tezlikda ishlash an'anaviy tez ishlashdan o'ziga xos xususiyatlari bilan ajralib turadi.

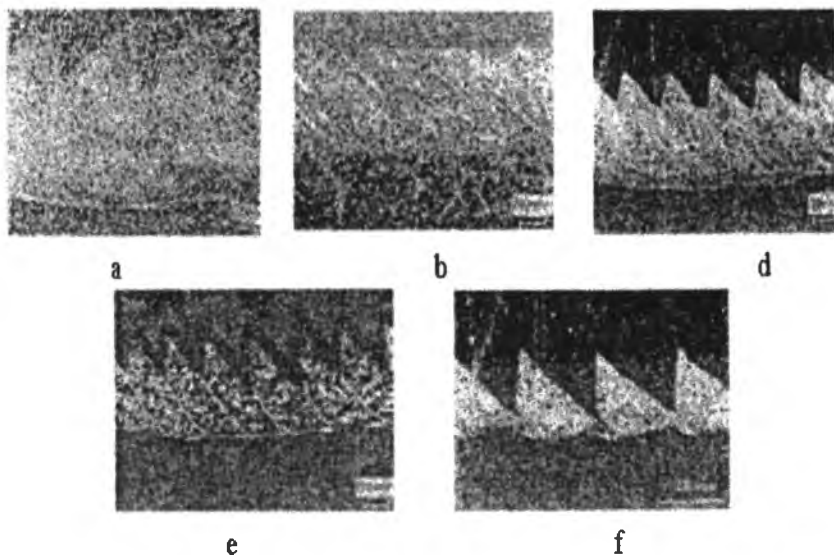
Qirindi hosil bo'lishi Izlanishlar bilan tasdiqlanganki, tezlik kattalashishi bilan uning barcha diapazonida qirindi turi o'zgaradi va qirindi hosil bo'lish mexanizmi ham o'zgaradi. Masalan, po'lat A1S14340 (HB-320) ni past tezlikda kesishda $\vartheta < 15\text{ m/min}$ elementli qirindihosil bo'ladi (10.15a-rasm); kesish tezligi $\vartheta = 30\text{ m/min}$ dan $\vartheta = 60\text{ m/min}$ ga



10.14-rasm. Tavsiya qilinayotgan yuqori tezlikda ishlash intervallari.

ko'tarilganda bu qirindi lentasimon qirindiga aylanadi (10.15b-rasm). kesish tezligi $\vartheta=125\text{m/min}$ va undan yuqorida siklik qirindi hosil bo'ladi (10.15d-rasm), qirindi ikki zonadan iborat: birinchisida juda yuqori deformatsiyali (segmetlararo) zona; ikkinchisi nisbatan past deformatsiyani (segmenlar ichida).

Kesish tezligi $\vartheta=250\text{m/min}$ va undan yuqorida mahalliy siljishli qirindi (10.13e-rasm) hosil bo'ladi. Bunday qirindini yuqori deformatsiyalangan zonasi qisilgan-toraygan bo'ladi. Qancha kesish tezligi yuqori bo'lsa, mahalliy deformatsiya zonasi shuncha tor bo'ladi; qirindi segmentlarini bog'lovchi zonalar o'lchamlari shuncha kichik bo'ladi.



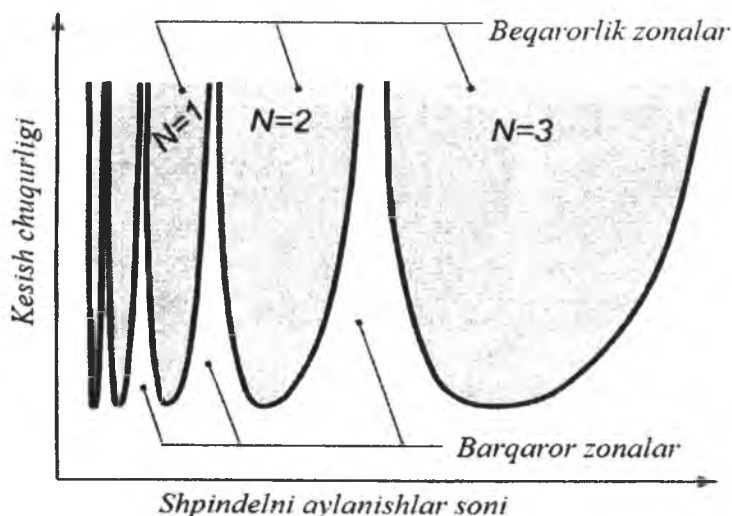
10.15-rasm. Po'lat A1S14340 ni minerolokeramik ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$) keskich bilan yo'nilganda qirindi turiga kesish tezligini ta'siri.
a-elementli qirindi; b-lentasimon qirindi; d-siklik qirindi; e-mahalliy (lokalniy) siljishli qirindi; f-katastrofik siljishli qirindi.

Ishlash sharoiti. Yuqori tezlikda ishlashni qo'ygan masalalaridan biri – yuqori sifatli ishlangan yuzani olish. U holda, shunday kesish rejimlarini belgilash kerakki, unda titrashlar (vibratsiyalar) bo'lmasin (10.16-rasm). Bu talab stanok-moslama-keskich-detal tizimini hammasiga tegishli.

Bu sohada ishlab chiqilgan tavsiyalar yo'q. Shuning uchun tavsiyalar to'g'ridan-to'g'ri stanoklarda tajribalar orqali ishlab chiqiladi.

Asbobsozlik materialini tanlash. Po'latlarni ishlashda sirkoniyl keramika tavsiya etiladi. Kulrang cho'yanni tezlik $\vartheta=750\text{--}1250\text{m/min}$

oralig'ida qattiq qotishma va kermetlar bilan kesish tavsiya qilinadi; agar $v < 4500 \text{ m/min}$ bo'lsa – keramika (Si_3N_4 asosidagi).



10.16-rasm. Yuqori tezlikda ishlashda (YTI) kesish chuqurligi va tezligini titrash zonasiga ta'siri.

Yuqori legirlangan qotishmalarni, Ni yoki Ti asosidagi qotishmalarni kesishda keramika ishlatiladi (SiC bilan mustahkamlangan).

Yupqa ishlash uchun eng optimal variant maxsus mayda zarrachali TiN bilan qoplangan qattiq qotishmali plastinkalar hamda oksid-karbidli keramika ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$) qo'llaniladi.

Yuqori tezlikda ishlash frezalash operatsiyalarida ancha samaradorlik beradi.

Yuqori tezlikda ishlashda stanoklarni tanlashga alohida e'tibor beriladi. Aluminyli detallarni ishlashda hajmiy mehnat unumi $Q_v = 3300 \text{ sm}^3/\text{min}$ bo'lganda stanokning quvvati $N_{dv} = 55 \text{ kVt}$ bo'lib, shpindel aylanish soni (chastotasi) $n = 20000 \text{ ayl/min}$ gacha bo'lishi lozim. Titan qotishmalarini ishlashda $Q_v = 165 \text{ sm}^3/\text{min}$; $N_{dv} = 95 \text{ kVt}$, $n = 833 \text{ ayl/min}$ bo'ladi. Dvigatelsozlikda kulrang cho'yanlarni va siluminlarni kesishda

$Q_r = 16000 \text{ sm}^3 / \text{min}$ ga erishish uchun stanok quvvati $N_{dr} = 150 - 350 \text{ kVt}$ bo'lishi lozim.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Metallarni kesib ishlashni ishlanuvchanligini asosiy xarakteristikalarini sanab chiqing. Bular qanday aniqlanadi?
2. Kesib ishlanuvchanlikka ishlanayotgan materialning fizika-mexanik xossalarning qaysi biri birinchi galda ta'sir qiladi?
3. Kesib ishlanuvchanlikka metallurgik usullarning va termik ishlashning ta'sirini tub ma'nosi nimada?
4. MSTM lar kesish jarayoniga qanday ta'sir qiladi?
5. Ishlanayotgan materialni dastlabki qizdirish bilan ishlanuvchanlik nega yaxshilanadi?
6. Kesuvchi asbobga qo'shimcha majburiy titrashlarni berish kesish jarayoniga qanday ta'sir qiladi?
7. Dastlabki plastik deformatsiya ishlanuvchanlikni nega yaxshilaydi?
8. O'ta katta tezlikda kesish deb qanday kesishga aytiladi?
9. O'ta yuqori tezlikda kesishdagi asosiy muammolar qanaqa?

XI-BOB. MIKRO VA NANOKESISH JARAYONLARI

11.1. Asosiy tushuncha va ta'riflar

Hozirgi vaqtda “nano” qo‘shimchasi qo‘shilgan so‘zlar, iboralar, ilmlar, sohalar, texnologiyalar, jarayonlar ko‘p. Bular qatoriga “nanokesish” tushunchasi – iborasi ham qo‘shilgan. Nanometrik diapozonga to‘g‘ri kelgan tushuncha va ta’riflarni ko‘rib chiqamiz.

Nano so‘zi yunoncha “nanos” – mitti – kichkina – so‘zidan kelib chiqqan. Metrologiyada bu metrni milliarddan bir bo‘lagiga teng: 1 nanometr= 10^{-9} m ga teng.

Mikro yunoncha so‘z “mikros” – kam so‘zidan kelib chiqib, nimanidir kamligini anglatadi (mikroorganizm, mikroskop, mikrorayon). Bir mikrometr metrning milliondan bir bo‘lagini tashkil etadi, ya’ni 1 mikrometr= 10^{-6} m. Nano va mikrolar o‘rganilayotgan obyektlarni geometrik o‘lchamlarini xarakteristikalaridir.

Nanoobyekt – moddiy – mulkiy – materialli obyekt, uni geometrik parametrlari hech bo‘lmaganda bir yo‘nalishda 100 nanometrdan oshmaydi, shu tufayli u prinsipial yangi xossa oladi: nanozarracha, nanog‘ovaklik, nanoplastina, nanoqatlam, nanokristall va h.k.

Nanodiapozon – bu fazoviy shkala 0,1-100 nm ni intervali orasidagi masofasi.

Nanokristall – nanostruktura birligi, kristallik formadagi eng kam miqdori.

Nanoklasterlar (atomli klaster) – o‘lchami 10 nm gacha bo‘lgan strukturalar, ko‘p bo‘lmagan sonli atomlardan tashkil topgan.

Nanostruktura – Van-der-Vaals kuchi bilan o‘zaro birlashgan ikki yoki ko‘proq nanokristallar.

Nanosistema – nanotizim – nanometrik xarakteristikali o‘lchamli o‘zaro bog‘langan elementlarini tartiblangan yoki o‘z-o‘zidan tartiblangan ko‘rinishidagi moddiy obyekt. Bularni birlashishi obyektida prinsipial yangi xossalarni, hodisalarni, effektlarni, jarayonlarni va h.k.ni paydo bo‘lishini ta’minlaydi.

Nanomaterial – moddalar yoki ularni kompozitsiyalari bo‘lib, sun’iy yoki tabiiy tartiblashgan yoki tartiblashmagan bazaviy

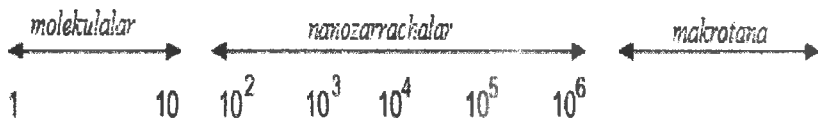
nanometrik xarakteristika o'lchamli elementlar tizimini ko'rsatadi va oldin ma'lum bo'lmagan mexanik, fizik, kimyoviy va boshqa xossalarni (nanomasshtab faktor bilan aniqlanadigan) paydo bo'lishini va namoyon bo'lishini ta'minlaydigan fizik-kimyoviy o'zaro ta'sirini alohida namoyon qiladigan.

Nanoo'lchamli tizimga o'tishda bunday xossalarning paydo bo'lishining asosiy sababi zarrachalar yuza atomlarini har xil jarayonlariga qo'shiladigan ulushini obyektning hammasiga nisbatan o'zgarishi, o'lchamli effektlarni rolini kuchayishi, ajralish chegaralari yuzalari anchagina bo'lgani tufayli.

Nanoilm (nanonauka) – nanometrik xarakterli o'lchamli material obyektlarni xossalarni ta'riflar, tushuntirish va oldindan aytishga asoslangan ilmiy tizim. Nanoo'lchamli elementlar asosidagi ko'proq yuqori o'lcham darajali (tartiblashgan yoki o'z-o'zidan tartiblashgan) tizimlarni ham.

Nanotexnologiya – materiallarni sintez qilish, yig'ish, struktura va forma hosil qilish, berish va modifikatsiyalash usul va yo'llari yig'indisi. Bunga nanomasshtab faktorlarni namoyish qilish bilan shartlangan materiallarni va yangi xossali tizimlarni yaratishga yo'naltirilgan ilmlar, bilimlar, tajribalar; jarayonlarni va texnologik operatsiyalarni apparaturalik, metrologik, informatsion ta'minlash tizimlari ham kiradi. Nanotexnologiya yana "Ilm va texnologiya" tarzida ham ta'riflanadi, qayerdagi, o'lchamlar va chetga chiqishlar (dopusklar–quyimlar) diapozoni $0,1 \div 100$ nm ichida turganlari katta ahamiyatli rol o'ynaganda.

Nanotexnologiyani elementar (nanomasshtabli, nanoo'lchamli elementlar) obyektlari quyidagilar: atomlar, molekulalar, atomli klasterlar va zarrachalar, nanokukunlar (nanoporoshoklar), nanoqatlamli qoplamalar, nanotrubkalar va fullerenerlar, kvantli chuqurliklar (o'ralar), simlar, nuqtalar va h.k., qaysilarki, sun'iy ravishda oldindan talab qilingan xossali va strukturali funksional materialni loyihalashni imkon beradi. Xususiyl holda, nanozarracha deb, atomlar yoki molekulalardan hosil bo'lgan bog'lamaga aytiladi: o'lchamlari 100 nm dan kam (11.1-rasm).



11.1-rasm. Klasterdagi atomlar soni va molekula, nanozarracha va makrotana (makrotela) orasidagi farq.

Kesish jarayonlari tomonidan ta'minlanadigan aniqlik chegarasiga bog'liq holda, ularni quyidagilarga bo'lish mumkin: an'anaviy (elementlar o'lchamlari 100 mkm.dan 5 mkm.gacha), pretsizion (10-0,5 mkm), ultrapreitsizion (0,001 mkm.gacha). Mikro- va nanokesish uchun navbatdagi chegaraviy nazariy qiymatlarga yaqinlashadi. Bularning chegarasi modda molekulalari yoki o'lchamlari (0,2-0,3 nm) hisoblanadi.

Mikroishlash tushunchasi materialni kesib ajratish har xil jarayonlarini ro'yobga chiqarishni nazarda tutadi yoki uning mikrometrik diapozondagi (1÷999 mkm) modifikatsiyasidir.

Nanoishlash eng yaqin texnologiyalarga mo'ljallangan-suyangan, qaysilarki, molekulalarning yoki nanometrik diapozondagi materiallarning strukturalarini o'zgarishiga asoslangan.

Mikro- va nanoishlash jarayonlarida materialni haqiqiy-real kesilishi ba'zan yuza qatlami bilan chegaralanadi, kesilayotgan yuza qatlami qalinligi bir nechta atomlar yoki atomlar qatlamlarini tashkil etadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqadiki, nanokesish shunday aniqlik diapozoniga to'g'ri keladiki, uning yuqori chegarasi mikrokesishni pastki chegarasi hisoblanadi, pastki chegarasi esa – modda kristallik panjarasi parametrlaridir. Kesilayotgan qatlam kesimi parametrlari, yuza sifati darajasi (R_a –5 nm.gacha) va mahsulot o'lchami hisobga olinadi (1 mkm.gacha). ko'rsatilgan diapozondagi raqamli ko'rsatkichlar qiymatlari yetarli shartlidir, shuning uchun ularni taxminiy deb qabul qilish kerak. [34]

11.2. Nanokesish tizimi nanoobyektlari va ularni o'lchamli diapazoni

Kesish tizimlarida quyidagilar muhim hisoblanadi: ishlanayotgan va asbobsozlik materiallari, kesish tig'i geometrik parametrlari, kesish

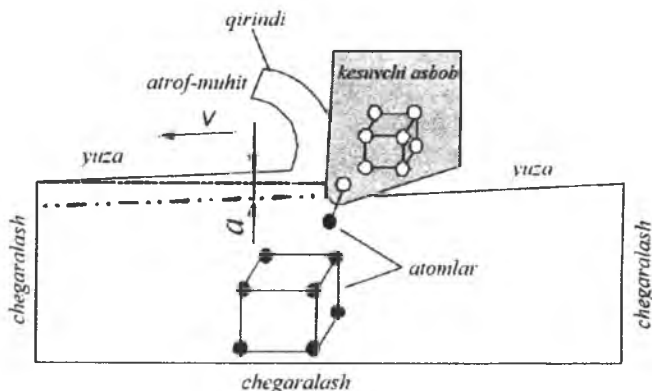
qirradi yumaloqlik radiusi (ρ), kesilayotgan qatlam parametrlari, texnologik muhit.

Mikro- va nanokesish tizimlari an'anaviy kesish tizimlaridan shu bilan farq qiladiki, ularning asosiy tashkil etuvchisi – nanoobyektlar hisoblanadi, qaysilarki, o'lchamlarini (yoki ular elementlarini) nanometrlarda o'lchash qabul qilingan, chegaralari 100 nm. gacha. Birinchi navbatda konstruksion va asbobsozlik nanomateriallar ustida olib borilmoqda (nanostrukturalangan, nanostrukturali, nanokristallangan, nanofazali). Bu materiallar sifatli fizik, kimyoviy, mexanik, biologik, funksional va ekspluatatsion xarakteristikalariga ega.

Kesish nanotizimi tushunchasini to'la mazmuniga shunday nanotizim kiradiki, uning barcha tashkil etuvchilarini nanoobyektlarga o'tkazish mumkin:

- nanostrukturalangan ishlanayotgan material;
- nanostrukturalangan asbobsozlik materiali;
- kesish tig'ini nanoo'lchamli geometrik parametrlari (masalan, ρ);
- kesilayotgan qatlamni nanometrik parametrlari (masalan, 11.2-rasm);
- texnologik muhit, shu bilan birga tarkibida qattiq zarrachalar bo'lganlari ham (masalan, olmos).

Bunday nanokesish tizimini birinchi darajadagi – o'rindagi ideal tizim deb qarasa bo'ladi (11.2-rasm).



11.2-rasm. Birinchi daraja nanokesish tizimida o'zaro ta'sir etuvchi nanoobyektlar.

Amalda nanoobyektlarni bunday yig'indisini – bir-biriga to'g'ri kelishini kesish tizimida erishish ancha murakkab. Shu bilan bir vaqtda shunday yig'indilar ahamiyatli bo'lib qoladiki, oddiy kesish tizimiga hech bo'lmaganda bitta yoki bir nechta nanoobyekt kirib qolsa.

Ikkinchi darajali kesish nanotizimi deb, to'la bo'lmasa ham lekin ko'pchilik bo'lgan nanoobyektlar tarkibini ko'rsa bo'ladi. Masalan, ikkinchi darajali nanotizimga misollar: nanostrukturalangan ishlanayotgan va asbobsozlik materiali, kesilayotgan qatlamni nanometrik parametrlari, keskichni parametrik o'lchami – ρ , texnologik muhit.

Nanotizimni uchinchi darajasiga shunday tizimlar kiradiki, ularda nanoobyektlar bor, lekin ko'pchilik emas. Misol: faqat nanostrukturalangan ishlanayotgan material, nanometrik qo'shimchali MSTM, keskich asbobdagi nanostrukturalangan qoplama, qolgan tizim ob'ektlari an'anaviylari.

Kesish nanotizimi uchun aynan nanoobyektlar va ularni tashkil etuvchilarini parametrlarini o'lchamli diapazoni prinsipial ahamiyatga ega. Masalan, olmos monokristalidan yasalgan keskich bilan kesilganda nanotig'ni yumaloqlik radiusi 2 nm dan 45 nm gachani tashkil qiladi, kesilayotgan qatlam qalinligi 1 nm. gacha.

11.3. Nanostrukturalangan materiallarni olish usullari

Nanomateriallar – bular ishlanayotgan, asbobsozlik va qoplama materiallaridir, kesish tizimi nanoobyektlari tarzida har xil usullar bilan olinadi. Usullarni ikki guruhga bo'lish mumkin: dispergiyalash (maydalash) va agregatlash (birlashtirish) usullari. Bularning hammasini asosida nanokesish tizimi nano obyektlarigategishli nanostrukturalangan metallarni, qotishmalarni, polimerlarni, har xil kimyoviy birikmalarni, fulleronlarni, uglerodli nanotrublikalarni, kompakt nanokristallik materiallarni, nanoklasterlarni olish yotadi.

Nanomateriallarni turi va olish usuliga qarab klassifikatsiyasi [11]

11.1-jadval

Nanomateriallar turlari	Olish usullari
Ultradispersli kukunlar (UDK)	1. Alohida atomlardan zarrachalarni yig'ish usuli. –materiallarni bug'latish va keyinchalik bug'larni kondensatsiyalashni fizikaviy usullari; –o'tkazgichlarni elektrik portlatish; –plazmokimyoviy sintez usullari; –kimyoviy va elektrokimyoviy cho'ktirish usullari. 2. Materiallarni dispergirlash usullari. –tegimonlarda mexanikaviy maydalash; –turg'un emas birikmalarni ajratish – parchalash; –ultradispers kukunlarni kompaktlash.
Kompakt nanokristallik materiallar	–UDKlarni taglikka cho'ktirish; –amorf qotishmalarni kristallizatsiyalash; –jadal plastik deformatsiya; –eritmada yoki gazaviy fazada kimyoviy reaksiya yo'li bilan molekulyar klasterlarni olish.
Nanoklasterlar, nanoklasterli strukturalar	–gaz fazada dastlabki bug'lanish yo'li bilan kondensatsiyalashda klasterlarni olish; –qattiq tanali klasterlarni qattiq tanali kimyoviy reaksiyalar davomida olish yoki ionlarni implantatsiya davomida olish; –kalloidli klasterlarni eritmalaridan va rasplavlardan nukleatsiya yo'li bilan yoki kul-gel aylanish yo'li bilan olish.
Fullerenlar	–“fullerenli yoy” fullerenlarini yoy usulida olish; –ko'mirni pirolizlash.
Nanotrubkalar	–yoy razryad plazmasida grafidli elektrodni termik changitish.

Bularni hammasi atom-molekular asos bo'lishi mumkin konstruksion materiallar olishda, qaysilarniki, kesib ishlash ko'rib chiqilmoqda.

Nanomateriallarni olishni ushbu va boshqa usullari ularni strukturalarini yetarli keng spektrini ta'minlaydi (11.2-11.3-jadvallar).

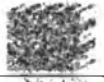
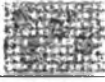
Nanomateriallarni geometrik prinsipi bo'yicha klassifikatsiyasi

11.2-jadval

Obyekt xarakteristikasi	Nanoskopik o'lchash bo'yicha material o'lchami	Makroskopik o'lchash bo'yicha material o'lchami	Materiallarga misollar
Barcha uchala o'lcham 100 nm. dan kichik	uch o'lchamli	nol o'lchamli	Atomli klasterlar va zarrachalar, fullerenlar, nanokukunlar, kvantli nuqtalar
Ikkita o'lcham 100 nm. dan kichik	ikki o'lchamli	bir o'lchamli	Nanotrubkalar, nanotola, kvantli sim
Bitta o'lcham 100 nm. dan kichik	bir o'lchamli	ikki o'lchamli	Nanoqatlamli qoplama, kvantli o'ra-chugurlik
Barcha uchala o'lcham 100 nm. dan katta	nol o'lchamli	uch o'lchamli	Nanokristallik qoplamalar, zarracha o'lchamlari nanometrik diapazondagi hajmiy materiallar, nanokompozitlar

Nanomateriallarni formasi va kimyoviy tarkibi bo'yicha klassifikatsiyasi

11.3-jadval

Kristallitlarni formasi	Kristallitlarni kimyoviy tarkibi			
Qatlamli				
Tolali				
Teng o'qli				

11.4. Kesish asboblari kesish tizimi nanoobyekti tarzida yasash texnologiyalari

U yoki bu nanotexnologiyani qo'llab kesishni nanotizimi uchun asboblarni yaratishni imkon variantlari 11.4 va 11.5 da berilgan. Bu va boshqa nanotexnologiyalar kesish asboblari mustahkamligini, qattiqligini, issiqlik o'tkazuvchanligini, ishqalanib yeyilishga qarshiligini kattalashishini, kesish tezligini va ishlash mehnat unumini oshirishni, ishlangan yuza aniqligi va sifatini ko'tarishni ta'minlaydi hamda ishlanayotgan materialni iqtisod qiladi. Moylovchi-sovutuvchi texnologik muhitlarni (MSTM) qo'llashni kamaytirish, iloji bo'lsa, butunlay voz kechish katta ahamiyatga ega, ayniqsa, zaxarlilarini.

Qo'llanilayotgan asbobsozlik materiallarining asosini yupqa dispersli qattiq qotishmalar tashkil qiladi. Ular qattiq zarrachalar o'lchamlariga qarab guruhlariga bo'linadi: submikronli (karbidlar – zarrachalar kattaligi 0,5-1,2 mkm), ultradispersli (0,2-0,5 mkm) va nanofazali (0,2 mkm.dan kichik).

11.5. Nanokesish tizimi – nanomateriallarni asosiy xossalari

11.5.1. Nanokesish maxsus xossalarini ta'minlovchi faktorlar

Mikro – va nanokesish tizimida nanoobyekt sifatida nanomateriallar alohida rol o'ynaydi. Ularning xossalarini ajoyibligi mexanikaviy ishlash ishchi jarayonini o'ziga xosligini ko'p jihatdan ifodalaydi. O'z navbatida shu bilan bir qatorda bu xususiyatlar butun bir qator faktorlarga bog'liq.

Kesish tizimi nanoobyektlari tarzida tig'li keskich asboblari ishlab chiqarishdagi texnologiyalar

11.4-jadval

No	Nanotexnologiyalar	Kesish tizimi nanoobyekti
1.	Nanostrukturalangan qoplama berish	–bir butun tezkesar asboblari, –bir butun qattiq qotishmali asboblari, –yig'ilgan va tarkibli qattiq qotishmali asboblari.
2.	Yuza qatlamini nanomodifikatsiyalash	–bir butun tezkesar asboblari, –bir butun qattiq qotishmali asboblari, –yig'ilgan va tarkibli qattiq qotishmali asboblari.

11.4-jadvalning davomi

3.	Nanodisperslangan kukunlarni kompaktirlash, hajmiy nanostrukturalangan asbobsozlik materiallaridan asbob ishlab chiqarish	–Nanodisperslangan kukunlardan kompaundirlangan tezkesar asboblari; –bir butun qattiq qotishmali asboblari; –yig'ilgan va tarkibli nanokukundan kompaundirlangan qattiq qotishmali asboblari.
4.	Nanobog'lanishli qattiq va o'ta qattiq materiallarni sintez qilishni detanatsion, plazma-kimyoviy va boshqa texnologiyalari	–bir butun qattiq qotishmali asboblari; –yig'ilgan va tarkibli qattiq qotishmali asboblari; –o'ta qattiq materiallardan tig'li asbob.

Kesish tizimi nanoob'yektlari tarzida abrazivli va olmos-abrazivli asboblarni ishlab chiqarishdagi texnologiyalar

11.5-jadval

№	Nanotexnologiyalar	Kesish tizimi nanoob'yekti
1.	Olmos kukunlaridan va boshqa o'ta qattiq materiallardan sintetik bog'lanishdagi olmos abraziv asboblarni ishlab chiqarish	olmos-abraziv asbob
2.	Maxsus abraziv nanokukunlarni ishlab chiqarishni elektrokimyoviy texnologiyalari	abraziv bilan bog'langan abraziv asbob
3.	Nanobog'langan o'ta qattiq materiallarni sintezini detonatsiyali, plazmokimyoviy va boshqa texnologiyalari	jilvirlash toshlari, shu qatorda sintetik bog'liqlikdagi kesuvchi va profilni toshlar.
4.	Sintetik bog'langan o'ta qattiq materiallar nanokukunlaridan yasalgan asbobni ishlab chiqarish	Sintetik bog'lanishdagi olmos-abraziv asbob.

Bu faktorlarga birinchi navbatda quyidagilar kiradi: materialni tashkil etuvchi material kristallitlarning nanometrik o'lchamlari hamda uni atom-molekular strukturasini diskret xarakteri. Har qanday nanotexnologiyaning ahamiyatli xususiyatlaridan biri bu atom va molekula bilan manipulyatsiya qilish mumkinligi. Nanoobyektlarga o'tilganda yuza qatlamini hosil qiluvchi (formiruyushiy) atomlarning roli keskin ortadi (taxminan 2-3 atomli qatlam qalinligi $t=1\text{ nm}$).

11.5.2. Ishlanayotgan nanomateriallar xossalari

Nanomateriallarning xarakteristikalari shu kabi makroobyektlarning xarakteristikalaridan jiddiy farq qiladi. Bu birinchi navbatda mustahkamlik va oquvchanlik chegarasiga bogʻliq, qattqlikka, zarbiy qovushoqlikka, charchash mustahkamligiga, issiq sigʻimi koeffitsiyentiga, issiqlik natijasida kengayish koeffitsiyentiga, yeyilishga chidamligiga, dempirlash qobiliyatiga, magnit xossalariga va h.k.

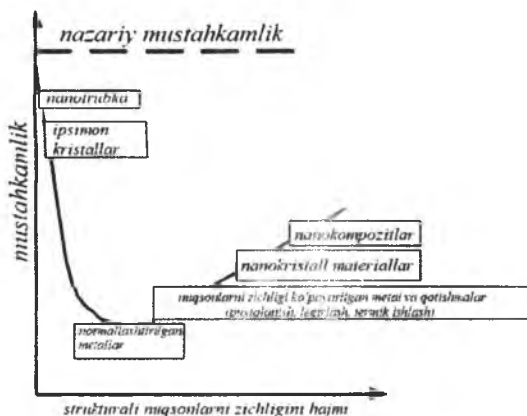
Agar nanozarracha oʻlchamlari kritik chegaradan kichik boʻlsa, qaysilarki, koʻp fizik hodisalarni ifodalaydi, ular gʻaroyib (unikalniy) shu jismlarni hajmiy moddalariga mos kelmaydigan xossalar.

Qatlam (qalinligi 1 nm yaqinida) yuzasi ustidagi atomlar ulushi modda zarrachalar oʻlchamlari kichiklashishi bilan oʻsadi. Shuning uchun yuza qatlami atomlarining roli oshib xossalari “ichki” qatlamlarinikidan farq qiladi. Bunday sharoitlarda modda quyidagilarga ega:

- diskret atom-molekular strukturaga;
- koʻp yuza boʻlinishlarga;
- xatti-harakati qonuniyatlari kvantli;
- “minimizatsiya”ga intilish, energiya hajmini va material hajmini kamaytirishga intilish;
- ancha yuqori tez taʼsir qilish potentsiali, har xil jarayonlarni oʻtishi, energiya uzatish, zaryad uzatish kam energiya sarfligi, yuqori tezligi bilan ajralib turadi va kooperativ sinergetik jarayonlar alomatlarini koʻrsatadi;
- yupqa yuza qatlami ustidagi atomlar ulushining koʻpligi;
- kristallar oʻlchamlari bir necha nanometrni tashkil etadi;
- oʻz-oʻzini tartiblash va oʻz-oʻzini tashkillash jarayonlarini sunʼiy tartiblash jarayonlaridan ustunligi.

Nanomateriallar mustahkamligini ahamiyatli koʻtarilishi quyidagilar bilan bogʻlangan. Zarrachalar oʻlchamlari nanodarajasigacha kamayganda (0,1-100 nm), zarrachalar chegaralari orasidagi maydon (sath) katta boʻlganda, ular dislokatsiyalar harakatlariga qarshilik qiladi, ular yigʻilib yuqoridagi effektga keladi.

Nuqsonlarni hajmiy zichligini kattaligi nanokristall materiallarni va nanokompozitlarni mustahkamligini va boshqa mexanik xossalarini boshqa oddiy-yirik kristallik materiallarnikiga nisbatan 4÷8 marta kattalashtiradi (11.3 va 11.4-rasm).



11.3-rasm. Mustahkamlikni materialdagi atomar nuqsonlar zichligiga bog'liqlik sxemasi.

Nanokristallik holatdagi qator materiallarning mexanik xossalari o'rtacha ko'rsatgichlari ahamiyatli (11.6-jadval).

Yirik va nanokristallik holatdagi hajmiy materiallarni mexanik xossalarini o'rtacha xarakteristiklari

11.6-jadval

Material		Mustahkamlik chegarasi R_m , MPa	Oquvchanlik chegarasi R_{eH} , MPa	Mikroqattiqlik HV, MPa
Mis texnikaviy M1	YK	200	60	600
	NK	850	350	1250
Titan texnikaviy BT1-0	YK	430	360	1700
	NK	1000	690	2500
Deformatsiyalanadigan titanli qotishma, BT6	YK	1050	980	3270
	NK	1500	1460	—
Zanga turg'un yuqori legirlangan po'lat 12X18H10T	YK	550	240	200
	NK	—	1340	—

Eslatma: YK-yirik kristallik, NK-nanokristallik.

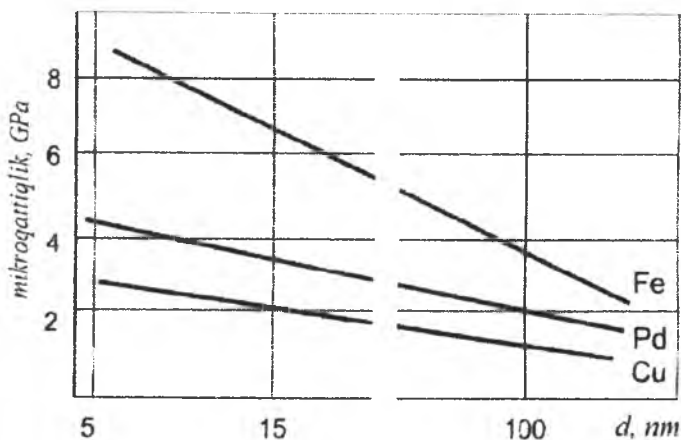
Nanometrik diapazondagi rangli metallar plyonkalarining mustahamligi ancha yuqori ko'rsatgichga ega: nikel (Ni)—2000 MPa, mis (Cu)—1700 MPa, kumush (Ag)—1200 MPa. Solishtirish uchun

po‘lat 45 mustahkamligi–1200 MPa, po‘lat 65G–1600 MPa, po‘lat IIX15–2000 MPa. Kompaktlashtirilgan usulda olingan nanomateriallarning qattiqligi keskin oshadi.

Oddiy materiallardagi qarama-qarshilik, ya’ni mustahkamlik ortishi plastiklikni kamayishiga olib kelishi masalasi nanomateriallarda ham bo‘lgan: nanomateriallardagi mustahkamlik yuqori plastiklik bilan hamohang, hatto o‘ta plastik.

Elektrik xossalarning diapazoni juda keng: dielektriklikdan o‘ta o‘tkazgichgacha.

Shunday qilib, konstruksion nanomateriallarni g‘aroyib (unikalniy) xossalari asbobsozlik materiallariga yuqori talablar qo‘yadi, birinchi navbatda ularni qattiqlik, mustahkamlik, yeyilishga turg‘unlik.



11.4-rasm. Zarracha o‘lchamini (d) metallarni mikroqattiqligiga ta’siri.

11.5.3. Asbobsozlik nanomateriallarni va qoplamalarni xossalari

Kesuvchi asboblarda oxirgi 10 yillarda erishilgan muvaffaqiyatlarga qaramasdan kesish tizimi texnologik zvenolari ichida eng zaifi hisoblanadi. Mikro va nanokesish jarayonlarini ro‘yobga chiqarishni muhim omillari nanostrukturalangan asbobsozlik materiallari va tig‘li asboblarda kesish qismini qoplamalarida, o‘ta qattiq asbobsozlik kukunlarida va abraziv materiallarda. Amalda nanostrukturalangan

asbobsozlik materiallarini olish bir necha yo'nalish bo'yicha olib boriladi, shular jumlasidan:

- nanoo'lchamli karbid fazali kukunli tezkesar po'latlarini yaratish;

- nitridlar, karbidlar va boshqa birikmalarni nanoo'lchamli zarrachalarni ishlab chiqarish. Keyinchalik qattiq qotishmalarni pishirib presslash uchun;

- nanostrukturali qattiq qotishmalarni pishirishni yangi texnologiyalarini yaratish;

- asbobsozlikka mo'ljallangan nanostrukturali materiallarni ixtiro qilish: olmoslarni, o'ta qattiq bo'r nitridlarini va h.k.;

- konvensionalli abraziv materiallardan nanokukunlarni olish;

- nanoqo'shimchali bog'lamali-to'plamni abraziv va olmos-abraziv asboblarni uchun ishlab chiqarish.

Nanostrukturalashni samaradorligini o'ta qattiq materiallar misolida yaqqol ko'rsatish mumkin: o'ta qattiq materiallar atomlari zich taxlangan – saranjomlanganligi bilan ajralib turadi. Tabiiy olmosni xossalari nanostrukturalangan sun'iy olmoslar xossalari bilan va nitrid bor (III) larni polikristallari xossalari bilan solishtirish shuni ko'rsatdiki, oxirgilarning xossalari tabiiylarnikiga yetadi, lekin issiqlik o'tkazish va issiqqa chidamliligi ularnikidan yuqori. 11.7-jadvalda qattiq qotishma uchun zarracha o'lchamining muhim tasdig'i ko'rsatilgan.

Volfram karbidi zarrachasi o'lchamini qattiqlikka ta'siri

11.7-jadval

WC zarracha o'lchami, mkm	WC	Co	TaC	Zichlik, g/sm ³	Qattiqlik, HRA
WC mayda zarrachasi, 0,5 mkm	94,2	5,8	0,2	14,92	93,4
WC katta zarrachasi, 6 mkm	94,0	6,0		14,95	88,5

Asbobdagi qoplamalarni funksional roli turli ko'rinishda. Qoplama asbobsozlik va ishlanayotgan materiallar o'rtasidagi texnologik muhit bo'lib, asbobsozlik materiallarni bazaviy xossalari ko'tarish qobiliyatiga ega – qattiqlik, mustahkamlik, issiqqa bardosh, ishqalanib yeyilishga chidamli, ishlanayotgan materialga nisbatan fizik-kimyoviy passivlik (beparq) (11.8-jadval).

**Metallik nanoqatlamli qoplamalarni (yupqa plyonkalarni)
mustahkamligi og'ir yirik kristallik anologlariga va po'latga
nisbatan**

11.8-jadval

Material		Mustahkamlik, R_m , MPa	Po'lat markasi (yirik kristallik holatda)	Po'latni mustahkamligi termik ishlashdan keyingi (toblash, bo'shatish), R_m , MPa
Nikel	YK	450	Po'lat 45	980
	NQ	2000		
Mis	YK	200	Po'lat 65Г	1670
	NQ	1700		
Kumush	YK	140	Po'lat IIX15	2350
	NQ	1200		

Eslatma: YK–og'ir yirik kristallik holat, NQ–nanoqatlamli qoplama.

Shu bilan bir vaqtda qoplama texnologga kesishni kontakt jarayonlarini o'tishiga ta'sir qilishni ruxsat beradi, ishlash rejimlariga, kesilayotgan qatlam geometrik parametrlariga ham. Shu orqali kontakt yuzalardagi ishqalanishni pasaytirish, issiqlik manbalari quvvatini pasaytirish, adgezion va diffuzion aktivlikni harorat ostonasini ko'tarish. Bu holatda ishlanayotgan va asbobsozlik materiallari o'rtasida o'ziga xos to'siq xizmatini bajaradi. Bu rolni ko'p qatlamli – kompozitsion nanostrukturalangan funksional qoplamalar bajarishi mumkin (11.9-jadval).

Bunday qoplamalarni uchta guruhi mavjud:

- bir xil kimyoviy bog'langan va strukturali qatlamlardan tashkil topgan;
- kimyoviy bog'liqligi va strukturali bir-birlaridan qattiq farqlanadigan qatlamlar borligi;
- nanometrik qalinlikdagi ichki chegaraviy oraliq qatlamli.

Nanodonali strukturali qoplamalar yuqori qattqlikka ega va yeyilishga turg'unlikka ega. Bu yuqori darajadagi darz ketishga turg'unlik va charchab yemirilishga qarshilik bilan birgalikda, hozirgi vaqtda bir komponentli qoplamalardan (TiC, TiN, TiCN), ikkilamch va uchlamchi nitridli birikmalar asosida (Ti, Al)N, (Ti, Zr)N, (Ti, Nb)N, (Ti, Mo)N, (Ti, Al, V)N, (Ti, Zr, C)N ko'p komponentli kompozitsion qoplamalarga o'tish amalga oshmoqda.

Ba'zi nanoqoplamalar qattiqligi

11.9-jadval

Plyonka tarkibi	Plyonka hosil qilishni usuli	Plyonka qalinligi, mkm	Zarracha o'lchami, nm	Qattiqlik N, GPa
TiN	Magnetronli purkash	1-2	5-30	35-50
TiB ₂	Magnetronli purkash	1-4	2-8	50-70
Ti (B,N,C) _x	Magnetronli purkash	5-2	1-5	60-70
TiN-SiNVTiSh	Plazma CVD	3,5	3	100
TiNWN	Magnetronli purkash	2,5	2,5	54
TiN/NbN	Yoy purkash	2	10	78
TiN/ZrN	Yoy purkash	2	10	70

Gradiyentli qoplamalarni potentsiali yuqori. Masalan, qoplama TiAlCN-G ning strukturasi asosidan boshlab yuqori tashqi yuzasiga tomon asta-sekin tekis o'zgaradi.

Zarracha o'lchami 100 nm dan kichik bo'lgan barcha qoplamalar nanostrukturalangan guruhga kiradi.

Oddiy va murakkab nitridlar asosidagi adaptirlovchi laminatli emas va ko'p qatlamli qoplamalar istiqbolli hisoblanadi. Bular yuqori tezlikda moylovchi-sovutuvchi suyuqlik qoplamasdan kesishga mo'ljallangan.

Nanokompozit strukturali qoplamalar ham samarador hisoblanadi. Qoplama material nanokristallik zarrachalari amorf matritsaga kiritilgan bo'ladi.

Har xil vazifalarga mo'ljallangan nanostrukturalangan asbobsozlik materiallarni va qoplamalarni keng masshtabli, yuqori texnologik olish usullarini loyihalash, yaratish va amalga oshirish, ilm oldidagi eng murakkab kalit masalalaridan biri deb hisoblanadi. Bularni hal bo'lishi yangi avlod ishlab chiqarishida texnologik ishlatish uchun zarur.

11.6. Nanokesish jarayonini ro'yobga chiqarish (amalga oshirish) shartlari

O'lchamli diapazonda kesish jarayonini amalga oshirish stanok, asboblarni o'taketgan aniqligi va bikirligi bilan tizimdagi nisbatan siljishlarning, boshqarish va o'lchamlarni yuqori aniqligi bilan olib boriladi. Nanokesib ishlashni hajmi o'ta kamligini hisobga olib, bir tig'li (yo'nish, randalash) va ko'p tig'li (frezalash, parmash, sidirish) nanokesish guruhlariga bo'lingan.

Tanlab olingan guruhiga qaramasdan nanokeshish tizimi o'ta ketgan o'tkir olmosli kesish asbobi, havo yostiqchalaridagi shpindellarga, pnevmatik va gidravlik yo'naltiruvchilarga ega bo'lishi lozim. Surish aniqligini yuqori darajada "regulirovkalash" imkonini, titrashni neytrallash, haroratni nazorat qilish mumkinligi va h.k.

Misol tariqasida tokarlik stanogini ko'rish mumkin: stanok olmosli yo'nishda ishlatiladi. Stanok yuqori sifatli granitli aniq yuzali asosga o'rnatiladi. Granitli asos maxsus qattiq poydevorga pnevmomolamaga joylashtiriladi, bu ishchi yuzani qattiq gorizontol holatda bo'lishini ta'minlaydi. Yuqori bikirlikdagi aerostatik va gidravlik osma tufayli stanok stollari (salazkalari) katta darajadagi aniqlikda surilishi mumkin. Stanok elementlarini surilishi servodvigatellar ta'sirida gidrostatik vintlar yoki to'g'ridan-to'g'ri "chiziqli dvigatellar" vositasida harakatga keltiriladi. Bu harakatlar sensorlar orqali o'lchanadi va nazorat qilinadi. Zagatovka vakuum patronga mahkamlangan. Eng yangi ultra aniq stanoklar to'rt yoki besh koordinatli raqamli boshqarish dasturiga ega.

11.7. An'anaviy va mikro-nanokesish jarayonlarini taqqoslash

"Pretsizion" (juda-o'ta aniq) mashinasozlik deb, o'lchamlari quyimga (dopusk) nisbati 10000:1 dan katta bo'lgan obyektlarni (mahsulotlarni) ishlab chiqarishga aytiladi. Mikroishlash bu o'lchamlari 1 smdan kichik o'lchamli mini- va mikrotizimlarni barpo etishni ko'zda tutadi (1 dan 100 mkm komponentlarni ishlatib).

0,01 mkm (10 nm)+0,001 mkm (1 nm) aniqlik doirasida ishlash Taniguchi tomonidan "ultrapretsizion" (juda-o'ta aniq) ishlash tariqasida ta'riflangan. An'anaviy (yo'nish, frezalash) ishlashda aniq

diapazonini 10-100 mkmga yetishi mumkin, nanoishlashda atomli aniqlikkacha.

Nanometrik va an'anaviy mexanikaviy ishlashni taqqoslash

11.10-jadval

Xarakteristikalar		Ishlash turi	
		Nanometrik mexanikaviy ishlash	An'anaviy mexanikaviy ishlash
Kesish jarayonini asoslangan prinsiplari		Diskret molekular mexanika/mikromexanika	Zich muhitni mexanikaviy yemirish
Ishlanayotgan material strukturasi		Geterogenli (mikrostruktura borligi)	Gomegenli
Kesish jarayoni strukturasi		Atomar klaster yoki nanozarracha modeli	Surilish tekisligi modeli
Kesish kuchi va energiyasi	Energiya hisobi (analizi)	Atomlararo potentsialli funksional	Kesish quvvati
	Nisbiy energiya	Yuqori	Past
	Kesish kuchi	Atomlararo kuchlar	Plastik deformatsiya (ishqalanish)
Qirindi hosil bo'lishi	Qirindi hosil bo'lishini tashabbuslash	Kristalning ichki deformatsiyasi (nuqtaviy nuqson yoki deformatsiya)	Kristallararo deformatsiya (donalar orasidagi bo'shliqlar)
	Deformatsiya va kuchlanish	Bo'lak-bo'lak	To'xtovsiz
Kesuvchi asbob	Kesish tig'i yumaloqlanishi radiusi	Nanometrik	Hisobga olmasa ham bo'ladi
	Keskich yeyilishi	Orqa yuza va kesish qirras	Oldingi yoki orqa yuza
Erishiladigan aniqlik	Frezalash Yo'nish	Atomar	10-100 mkm
Erishiladigan g'adir-budirlik	Ra	Atomar	5 nm gacha

Bular an'anaviy va nanokesishni bir-birlaridan asosiy xossa va qoniniyatlarini prinsipial farqlarini o'z ichiga olgan:

↓ diskret atom-molekular mexanika va yaxlit-zichbir butun muhit mexanikasi;

↓ kesish tizimi nanoobyektlari va makroobyektlari;

↓ elektr maydonlarning o'zaro ta'siri va qattiq tanali kontaktlash;

↓ plastik-zarracha chegarali kristallografik sirpanish va to'rt-plastik o'tish;

↓ o'ta plastiklik va yuqori qattiqlik.

Taqqoslash uchun berilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatib turibdiki, nanokesish juda kam o'rganilgan va jarayonni potentsiali katta.

Umumiy holatda nanoishlashni to'rtta guruhga bo'yicha klassifikatsiya qilish mumkin:

1) determinirlashtirilgan mexanikaviy nanoishlash. Bular qimir-lamay mahkamlangan va ongli ravishda boshqariladigan asbob ishlatilib amalga oshiriladi, qaysilarki, uch o'lchamli mahsulot formasini aniq ta'minlaydi. Materialni olish o'nlik nanometrgacha kamaytirilgan. Bunga quyidagilar kiradi: olmosli yo'nish, mikrofrezalash, nanojilvirlash va h.k.;

2) erkin abraziv bilan nano ishlash. Bu usullarni ro'yobga chiqarishda erkin abraziv mikro-va nanozarrachalar ishlatiladi. Bittakita bog'lanmagan zarrachalar ishlanayotgan materilda kichkina hajm olishadi. Sayqallash, xonlash, superfinish va boshqalar bu operatsiyalarga kiradi;

3) mexanik emas nanoishlash. Bu guruhga elektroionli, mikroelektrozaryadli, lazerli usullari kiradi;

4) litografik usullar. Mahsulot formasini aniq yasash uchun maskalar ishlatilib ro'yobga chiqariladi.

Bu usullar ichida eng ko'p afzallikka mexanikaviy ishlash ega. Mexanikaviy ishlash uch o'lchamli obyektlarni nanometrik xarakteristikali aniqlikkacha va yuza sifatigacha yasashni ta'minlashga kafolat beradi.

Bu sohadagi izlanishlar bir qator fanlarni rivojlanishini majbur qiladi va rivojlantiradi, chunki nanotexnologiyaning tabiati fanlararodir.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar:

1. Nano o‘lchami birligi nimaga teng.
2. Nano metrik diapazondagi kesish jarayoniga tegishli asosiy tushuncha va iboralar.
3. Nano kesish tizimiga xarakteristika bering.
4. Nano materiallarni olish usullaridan qaysi birini bilasiz?
5. Asbobsozlik ishlab chiqarishdagi nano texnologiyaga xarakteristika bering.
6. Nano materiallarning alohida xossalarini aniqlaydigan qanday faktorlarni bilasiz?
7. Nano materiallarni fizika-mexanik xossalarini makro obyektlar xossalari bilan taqqoslang.

“Kesish nazariyasi va asboblari” fanidan tayanch soʻzlar va iboralarning izohli lugʻati

Metall –	issiqlik, elektr toki oʻtkazadigan qattiq jism. Metalloidlardan farqi, harorat pasayishi bilan elektr oʻtkazishi ortadi. Demak, temperatura pasaygan sari elektr oʻtkazuvchanligi ortadigan elementlar metall deb ataladi.
Texnologiya –	lotincha soʻz, texno – hunar, logos – oʻrganish. Demak, hunar oʻrganish.
Mahsulot –	Ishlab chiqarishning oxirgi bosqichidagi buyum. Samolyot zavodi uchun – samolyot.
Detal –	Mexanizm–mashina konstruksiyasining yaxlit bir boʻlagi.
Poʻlat –	Uglerodning temirdagi qattiq eritmasi, uglerod miqdori 2,14 % dan oshmaydi.
Choʻyan –	Uglerodning temirdagi qattiq eritmasi, uglerod miqdori 2,14 % dan koʻp.
Metallshunoslik –	Metallarning materiallarini xossalarini, tuzilishini, xossalarini oʻzgarish usullarini oʻrganuvchi soha.
Metallurgiya –	Togʻ jinslaridan, rudalardan ularni ishlab (maydalab, tozalab, eritib va h.k.), ulardan metall olish texnologiyasini oʻrganuvchi soha.
Quymakorlik –	Metallarni suyultirib, tayyor qoliplarga quyib mahsulot olish texnologiyasi va usullarini oʻrgatadi.
Metallarni bosim bilan ishlash –	Metallarni plastik deformatsiyalashiga asoslangan; deformatsiyalab lozim oʻlchamli–formali detal olish. Bosim bilan ishlash issiq va sovuq holda olib boriladi.
Kompozitsion material –	Ikki va undan ortiq materiallarni u yoki bu usul bilan birlashtirib, alohida xossali olingan material.
Payvandlash –	Metall choklarini eritib yoki plastik holga keltirib, atomlarni bir - biriga tortish masofalariga olib kelib mustahkam birikma olish.

Kesib ishlash –	Metallardan qirindi chiqarib, detal yasash.
Ruda –	Tog‘ jinsi, bundan metall olinadi, agar iqtisodiy to‘g‘ri kelsa.
Flyus –	Eritish pechlariga tashlanadi, unda kerakmas jinslar va kuch bilan birikib shlak hosil qiladi. Shlak kir sifatida vaqti - vaqti bilan pechdan chiqarib tashlanadi.
Koks –	Pechda ishlatiladigan yoqilg‘i. Tosh ko‘mirni havosiz qizdirib olinadi. Issiqlik berish qobiliyati 4500 kkal/m ³ .
Magnezit, xromomagnezit, dolomit, dinas, shamot–	O‘tga chidamli materiallar nomlari.
Domna pechi –	Rudani eritib, cho‘yan oladigan pech; hajmi $V = 1300 - 5000\text{m}^3$
Furma –	Bundan issiq havo yuboriladi.
Shixta –	Pechga tashaladigan masalliq: ruda, yoqilg‘i, olmos va boshqalar.
Koloma –	Pechga bir marta tashlanadigan shixta hajmi–og‘irligi.
Qayta ishlanuvchi cho‘yan –	Bu cho‘yandan po‘lat olinadi.
Quyma cho‘yan–	To‘g‘ridan-to‘g‘ri quyilib detall olinadi.
Marten, Bessemer –	Po‘lat olish agregatlari nomlari. Demak, po‘lat olish usullari nomlari.
Kislorod konvertori –	Po‘lat olish agregatlari.
Skrap –	Metall lom
Induksion, yoyli pechlar –	Po‘lat eritish agregatlari
Izlojnitsa –	Quyma po‘lat quyish uchun konussimon qolip.
Likvatsiya –	Quymaning har xil yo‘nalishda kimyoviy bir xil emasligi.

Quyish sistemi –	Kosa, stoyak, shlak ushlagich, ta'minlovchi, voporlar yig'indisi.
Boksit, nefelit, alunit, kaolin –	Alumin rudalarini nomlari.
Magnetit, dolomit, kafnollit, bishofit –	Magniy rudalari nomlari
Rutit, ilmenit, titanit –	Titan rudalari nomlari.
Opoka –	Qolip tayyorlashda qo'llaniladigan yashik, qolip aralashmasini ushlab turish uchun.
Sterjen –	Quymani ichki yuza va hajmlarini hosil qilish uchun qolipga o'rnatiladi.
Qolip aralashmasi –	Bir marta ishlatiladigan qoliplarni yasashda ishlatiladigan materiallar aralashmasi: kvars qumi, qolip gili, organik moddalar (moy, smola, neftni qayta ishlash mahsulotlari, chirk va h.k.), anorganik moddalar (sement, suyuq shisha, sulfat ishqori), nam va h.k.
Shablon –	Andoza
Shibbalash –	Qolip aralashmasini zichligini oshirish.
Kokil –	Metall qolip.
Ajralish tekisligi –	Shtampni ikki qismini bir-biridan ajralish tekisligi.
Qiyin eriydigan metall –	Erish harorati toza temir erish haroratidan (1530 °C) yuqori metall.
Cho'kish bo'shlig'i –	Suyuq metallni qotish jarayonida kirishishi natijasi.
Tob tashlash –	Suyuq metallni kristallanishi davrida yoki qotib bo'lgandan so'ng deformatsiyalanishi – qiyshayishi.
Bronza –	Mis bilan qalay qotishmasi.
Latun –	Mis bilan rux qotishmasi.
Duralyumin –	Mis, magniy bilan aluminiiy qotishmasi.
Magnolin –	Mis bilan magniy qotishmasi.
Silumin –	Mis bilan kremniy qotishmasi.

Plastik deformatsiya –	Tashqi kuch ta'sirida o'z forma va o'lchamlarini o'zgartirishi va kuch olib tashlangandan keyin uni ushlab qolish.
Prokatlash –	Metallni qarama-qarshi aylanuvchi juvalar orasidan o'tkazib, qisib o'tkazib–deformatsiyalab kerakli o'lchamli, formali detall olish.
Kiryalash –	Zagatovka o'zining ko'ndalang kesimidan kichik bo'lgan maxsus asbobdan tortib o'tkaziladi.
Presslash –	Zagatovka matritsa teshigidan qisib chiqariladi.
Shtamplash –	Zagatovka ikki shtamp (qolip) orasidagi bo'shliq qo'yib bolg'alanadi yoki presslanadi.
O'ta qizish zonasi –	Metall suyuqlanish haroratidan 50–100 °C dan pastroqda qizishi, yirik donalar hosil bo'lishi, zarbiy qovushqoqligi 5–20 % pasayishi.
Puxtalanish –	Plastik deformatsiya natijasida metall mustahkamligi va qattiqligi ortishi.
Qamrash sharti–	Prokatlashda zagatovka juvalar orasidan sirpanmasdan o'tishi uchun ishqalanish burchagi qamrash burchagidan katta bo'lishi kerak.
Prokat –	Prokatlash mahsuloti.
Tref –	Jo'vaning barmoqli qismi aylanish momentini uzatish uchun.
Bochka –	Jo'vaning ish qismi.
Blyuming –	Sortli prokat uchun xomashyo 125x125 yoki 440x450.
Slyabing –	List prokatlash uchun xomashyo: l=400–1600, qalinligi t=75–300 uzayish koeffitsiyenti (kiryalashda).
Konteyner –	Zagotovka joylanadigan hajmli press elementi.
Matritsa –	Buyumga o'lcham va forma beruvchi press elementi.
Cho'ktirish –	Zagotovkani ko'ndalang kesimini bo'yi hisobiga kattalashtirish.
Cho'zish –	Zagotovka uzunligini ko'ndalang kesimi hisobiga ortirish.
Yumoloqlash –	Zagatovkaga ketma-ket zarb berish bilan aylanma jism formasiga keltirish.

Teshish –	Zagotovka shaklining bir qismini siqib chiqarish hisobiga bo'shliq hosil qilish.
Tekislash –	Zagotovka yuzasini zarb bilan ishlash yo'li bilan bir tekis qilish.
Pokovka –	Shtamplash mahsuloti.
Muxra –	Bolg'alovchi stanokning asbob o'rnatuvchi qismi.
Shabot –	Pastki shtamp o'rnatiladigan savlatli poydevori-fundamenti.
Pitra o'yig'i –	Ochiq shtamlarda ortiqcha metalni oqib chiqib ketadigan hajmi.
Shtamp qiyaligi–	Shtamp bo'shlig'ining yon devorlari qiyaroq qilinadi, zagotovka shtamp ariqchasiga tiqilib qolmasligi uchun.
Kalibrovka –	Detall o'lchamlari aniqligini va ishlangan yuza sifatini oshirish uchun qo'llaniladi.
Yupqa list –	Qalinligi $S \leq 4\text{mm}$
Qalin list –	Qalinligi $S > 4\text{mm}$
Botiltirish koefitsiyenti –	$K_b = \frac{D_{zagotovka}}{d_{buyum}}$
Portlatib shtamplash –	Shtamplashdagi zarb kuchi modda portlash kuchidan olinadi.
Termik payvandlash –	Eritib payvandlashda issiqlik energiyasidan foydalaniladi.
Termo-mexanik payvandlash –	Issiqlik va kuchdan foydalaniladi.
Mexanik payvandlash –	Mexanik kuch energiyasidan foydalaniladi.
Elektrod –	Elektr yoy payvandlashda elektr yoyini hosil qilib, erib payvand chokini to'ldirib, qotib birikma hosil qiladi.
Shlak po'sti –	Elektr yoyi payvandlashda chok ustida erigan flyusning qotib qolgan po'stlig'i.
Erimaydigan elektrod	Qiyin eriydigan metallardan yasalgan, asosan volframdan.
Payvandlash toki–	Elektr yoyini hosil qilib, elektrodni eritib payvand birikmasini olishga yetarli tok kattaligi.
Elektronlar emissiyasi –	Elektr yoyini hosil qilish davridagi elektronlar va ionlar oqimi.

Chokni kertish	Payvand choki qalinligiga qarab qirralar forma va o'lchamlarini shakllantirish.
Gorelka –	Gazoviy payvandlashda gaz aralashmasini tayyorlab, uchida u yonadigan uskuna.
Reduktor –	Gaz balonidagi yuqori bosimni pasaytirib bir xil qiymatda gorelkaga uzatadigan mexanizm.
Atsetilen generator –	Kalsiy karbiddan yonuvchi gaz atsetilin oladigan agregat.
Suv qulfi –	Shlangdagi alangani generatorga o'tkazmay, portlashdan asraydigan agregat.
Futerovka –	Buyum ustini qoplash
Sikl –	Termo–mexanik payvandlashda tok va kuchni berish ketma–ketligi.
Sayqallash –	Detal yuzasi sifatini oshirish, g'adir-budirligini kamaytirish.
Ultratovush usuli –	Ultratovush tebranishi mexanik energiyasidan foydalanib ishlov berish.
Nano so'zi	yunoncha "nanos" – mitti – kichkina – so'zidan kelib chiqqan.
Mikro so'zi	yunoncha so'z "mikros" – kam so'zidan kelib chiqib, nimanidir kamligini anglatadi (mikro-organizm, mikroskop, mikrorayon). Bir mikrometr metrning milliondan bir bo'lagini tashkil etadi, ya'ni $1 \text{ mikrometr} = 10^{-6} \text{ m}$
Nanoobyekt –	moddiy – mulkiy –materialli obyekt, uni geometrik parametrlari hech bo'lmaganda bir yo'nalishda 100 nanometrda oshmaydi.
Nanodiapozon –	bu fazoviy shkala 0,1-100 nm ni intervali orasidagi masofasi.
Nanokristall –	Nanostruktura birligi, kristallik formadagi eng kam miqdori.
Nano ilm (nanonauka) –	nanometrik xarakterli o'lchamli material obyektlarni xossalarni ta'riflar, tushuntirish va oldindan aytishga asoslangan ilmiy tizim.
Nanoklasterlar (atomli klaster)	o'lchami 10 nm gacha bo'lgan strukturalar, ko'p bo'lmagan sonli atomlardan tashkil topgan.

Nanostruktura	Van-der-Vaals kuchi bilan oʻzaro birlashgan ikki yoki koʻproq nanokristallar.
Nanosistema –	nanotizim – nanometrik xarakteristikali oʻlchamli oʻzaro bogʻlangan elementlarini tartiblangan yoki oʻz-oʻzidan tartiblangan koʻrinishidagi moddiy obyekt.
Nanomaterial –	moddalar yoki ularni kompozitsiyalari boʻlib, sunʼiy yoki tabiiy tartiblashgan yoki tartiblashmagan bazaviy nanometrik xarakteristika oʻlchamli elementlar tizimini koʻrsatadi.
Nanotexnologiya –	materiallarni sintez qilish, yigʻish, struktura va forma hosil qilish, berish va modifikatsiyalash usul va yoʻllari yigʻindisi. 1994-yildan boshlab qoʻllanila boshlangan.
Mikro ishlash –	materialni kesib ajratish har xil jarayonlarini roʻyobga chiqarishni nazarda tutadi.
Nano ishlash –	eng yaqin texnologiyalarga moʻljallangan–suyangan.
Fulleren –	uglerodning tabiatdagi yangi formasi (olmos va grafit singari).
Fulleretlar –	C ₆₀ molekulari yoqlari markazlashgan kub panjarali.
Uglerodli nanotrubka –	Uglerodi juda koʻp atomi boʻlgan molekula.

TEST SAVOLLARI

1. Yo'nishda kesish tezligining o'lchov birligi nima?

- A) mm/sek;
- B) m/min;
- D) mm/min;
- E) m/sek;
- F) mm/ikki yurish.

1. Tokarlik-vintqir qar stanogida katta uzunligidagi va uchidagi burchagi kichik bo'lgan konus yuzalarini qanday usul bo'yicha yo'niladi?

- A) keng keskich vositasida;
- B) yuqori supportni burish orqali;
- D) konus lineykasi vositasida;
- E) orqa babkani ko'ndalang yo'nalishida, siljish orqali.

2. Parmalash stanogidagi torets yuzalarni ishlov texnologik metodi nima deb ataladi?

- A) parmalab, kengaytirish;
- B) zenkovka qilish;
- D) sekovka qilish;
- E) razvyortkalash.

3. Tokarlik-vintqir qar stanogida yon yuzalarni yo'nuvchi (podreznoy) kesish bilan qanday sirtlarga ishlov berish maqsadga muvofiq?

- A) silindrik;
- B) konus;
- D) fason (shakldor);
- E) yassi yonlama (torets).

4. Parmalash surishsining o'lchov birligi nima?

- A) mm/sek;
- B) mm/min;
- D) mm/ayl;
- E) mm/o'tish.

5. Tokarlik-karusel stanogida val tipidagi zagotovkalarga ishlov berish mumkinmi?

- A) ha;
- B) yo'q.

6. Mo'rt metallni kesish uchun qirindining qanday turi xarakterli?

- A) tutash qirindi (сливная стружка);
- B) siniq (стружка скалывания);
- D) uvoq (стружка надломка).

7. Yaxlit metallda teshik hosil qilish uchun qanday asboblardan foydalaniladi?

- A) zenker;
- B) razvyortka;
- D) parma;
- F) metchik.
- E) keskich;

8. Teshik kengaytirish keskichi tokarlik stanogining qayeriga o'rnatiladi?

- A) orqa babkaning pinoliga;
- B) stanokning shpindeliga;
- D) keskich ushlagichga (резсдержател).

9. Uzun konus teshigini tokarlik-vintqir qar stanogida qanday usul bo'yicha kengaytiriladi?

- A) orqa babkam ko'ndalang yo'nalishda siljitish orqali;
- B) konus lineykasi vositasida;
- D) yuqori supportni burish orqali;
- E) keng kesish yordamida.

10. Tokarlik stanogida yo'nish paytida qanday harakat qilish tezligi (bosh harakat) hisoblanadi?

- A) keskichning ilgarilanma harakati;
- B) zagotovkaning aylanma harakati;
- D) orqa babkaning siljishi.

11. Qaysi asbob ikkitadan ortiq bosh kesuvchi tig'ga ega?

- A) parma;
- B) zenker;
- D) o'tuvchi keskich (проходной резец);
- E) torets keskichi (подрезной);
- F) shakldor keskich (фасонный).

12. Plastik metallni kesish uchun qanday turdagi qirindi xarakterli?

- A) tutash qirindi (сливная стружка);
- B) siniq qirindi (скалывания);
- D) uvoq qirindi (надломка).

13. Tokarlik-vintqirqar stanogida fason yuzalarni shakldor (fason) keskich bilan ishlashda qanday surishdan foydalaniladi?

- A) bo'ylama; B) ko'ndalang;
D) bir vaqtning o'zida ham bo'ylama ham ko'ndalang.

14. Keltirilgan asboblardan qaysi biri ishlangan yuzaning tozaligi va ishlov berish aniqligining yuqori bo'lishini ta'minlaydi?

- A) parma; B) zenker;
D) razvyortka; E) sekovka.

15. Tokarlik-vintqirqar stanogida shpindel (zagotovka) ning aylanish sonini o'zgartirish uchun mo'ljallangan uzal nima deb ataladi?

- A) tezliklar karobkasi; B) surishlar karobkasi;
D) fartuk; E) oldingi babka;
F) support.

16. Tokarlik-vintqirqar stanogida yuqori supportni burish orqali konus yuzalarni yo'nishda qanday keskich zarur?

- A) torets keskich (подрезной резец);
B) o'tuvchi keskich (проходной);
D) yo'nib kengaytiruvchi (расточный);
E) shakldor (фасонный);

17. Parmalashda kesish tezligining o'lchov birligi qanday?

- A) mm/sek; B) mm/sek; D) m/sek;
E) m/min; F) km/soat.

18. Tokarlik stanogida qisqa konus yuzalar qanday usul bo'yicha ishlanadi?

- A) keng keskich vositasida;
B) konus lineykasi yordamida;
D) orqa babkani ko'ndalang yo'nalishda, siljitish orqali;
E) yuqori supportni burish orqali.

19. Vertikal-parmalash stanogida ichki rezba qanday asbob yordamida ochiladi?

- A) rezba keskich; B) plashka;
D) metchik.

20. Yuqori tezliklariga yo‘l qo‘yuvchi kesuvchi asbobning materialini ko‘rsating?

A) U12A;

B) 9 XC;

D) P6M5;

E) Po‘lat 45;

F) ЧС 18-36.

21. O‘rtacha kattalikka ega bo‘lgan materiallarni kesib ishlashda qanday tipdagi qirindi hosil bo‘ladi?

A) tutash qirindi (сливная стружка);

B) siniq qirindi (скалывания);

D) uvoq qirindi (надломка).

22. Og‘ir va yirik zagotovkalarga ishlov berish uchun qanday tipdagi stanok zarur?

A) vertikal-parmalash;

B) radial-parmalash.

23. Tokarlik-vintqir qar stanogida bir tomoni berk silindrik teshikni qanday keskich bilan yo‘nib hosil qilinadi?

A) to‘g‘ri o‘tuvchi keskich (прямой проходной резец);

B) teshik kengaytiruvchi (расточный упорный);

D) torets keskichi (подрезной);

E) teshik kengaytiruvchi o‘tuvchi (расточный проходной).

24. Tokarlik-vintqir qar stanogi orqali babkasining pinolida qanday asbobni o‘rnatish mumkin?

A) teshik kengaytirish keskichi;

B) parma;

D) Razvyortka;

E) Rezba keskich.

25. Vertikal-parmalash stanogida teshikni parmalash paytida qanday harakatdan foydalanilmaydi?

A) asbobning aylanma harakati;

B) zagotovka aylanma harakati;

D) asbobning ilgari lanma harakati.

26. Tokarlik keskichida plandagi bosh burchak qanday belgilanadi?

A) α ;

B) β ;

C) γ ;

D) φ ;

E) δ .

27. Vertikal-parmalash stanogida zagotovkalarga ishlov berishda surish harakati nimaga uzatiladi?
 A) asbobga; B) zagotovkaga. D) stolga.
28. Konus sirtiga ega bo'lgan zagotovkani tokarlik stanogining kulachokli patronidan mahkamlash mumkinmi?
 A) ha; B) yo'q.
29. Tokarlik keskichida bosh burchagining qiymatlari qanday?
 A) 90^0 ; B) 0^0 ; D) $6 - 12^0$;
 E) 12^0 ; F) $45 - 90^0$.
30. Tokarlik-vintqirqar stanogida zagotovkalarni ko'ndalang surish bilan qanday keskichlar yordamida ishlanadi?
 A) o'tuvchi keskich (проходной резец);
 B) shakldor (фасонный);
 D) teshik kengaytiruvchi (расточный);
 E) qirqib tushiruvchi (отрезной).
31. Tokarlik stanogida yo'nishda bo'ylama surishning o'lchov birligi?
 A) ayl/min; B) mm/ayl; D) m/min;
 E) mm/min
32. Teshikni parmalab kengaytirishda kesish chuqurligi qanday formula bo'yicha aniqlanadi?
 A) $\frac{A}{2}$; B) $\frac{D-d}{2}$.
33. Tokarlik-vintqirqar stanogida qanday yuzalarni keskichga bo'ylama surish uzatib ishlanadi?
 A) silindrik; B) fason; D) konus; E) yassi torets.
34. Bir necha o'zaro bog'langan va aniq teshiklarni ishlashda qanday moslamalar qo'llaniladi?
 A) o'tish vtulkalari; B) konduktorlar;
 D) uch kulachokli parmalash patroni; E) cheklagichlar.

35. Tokarlik keskichning keltirilgan burchaklaridan qaysi biri qirindining chiqish yo'nalishini aniqlaydi?
- A) plandagi bosh burchak;
 B) bosh orqa burchak;
 D) o'tkirlanish burchagi;
 E) bosh kesuvchi tig'ning og'ish burchagi;
 F) kesish burchagi.
36. Kesuvchi asboblarni uchun mineral keramik materiallarning markasini ko'rsating?
- A) Y1C6 Y12A; B) P9, P18, P6M5;
 D) BK2, BK4, BK8; E) LQM332, LQB-18, LQB-13;
 F) T5K15, T14K8, T30K4.
37. Qisqa (20-25mm) konus sirtlarini tokarlik stanogida qanday usul bo'yicha ishlanadi?
- A) keng keskich yordamida;
 B) konus lineykasi vositasida;
 D) orqa babkani ko'ndalang yo'nalishda siljitish orqali;
 E) yuqori supportni burish orqali.
38. Vertikal-parmalash stanogining markasini ko'rsating?
- A) BD32; B) 1K62; D) 6H82;
 E) 2A135; F) Z151.
39. Vertikal-parmalash stanogida zagotovkalarga ishlov berishda qanday asboblarni qo'llaniladi?
- A) parmalar; B) uchli frezalar (концевой);
 D) metchiklar; E) zenkerlar.
40. Tokarlik-vintqirqar stanogida qanday zagotovkalarga ishlov berishda lyunetlarni qo'llash kerak?
- A) katta zagotovkadagi;
 B) o'rtacha uzunlikdagi;
 D) katta uzunlikdagi.
41. Frezalash guruhi stanoklarining markasini ko'rsating?
- A) 5D32; B) 1K62;
 D) 6H82; E) 2A135.

42. Tokarlik-vintqir qar stanogida yurgizish (xodovoy) va lining aylanma harakatini keskichning ilgari lanma harakatiga o'zgartirib beruvchi uzeli nima deb ataladi?

- A) tezliklar; B) surishlar; D) fartuk.

43. Razvyortkada oldingi burchak qanday belgilanadi?

- A) α ; B) β ; D) γ .

44. Tokarlik-vintqir qar stanogida zagotovkalarni mahkamlash uchun qanday moslamalardan foydalaniladi?

- A) mashina tiskilari; B) kulachokli patronlar;
D) bo'lish galovkalari; E) konduktor;
F) o'tish vtulkalari.

45. Legirlangan asbobsozlik po'latlarining markalarini ko'rsating.

- A) Y10A, Y12A; B) ЦМ-332, ЦБ-13;
D) BK9, T15K6; E) 9XC, XBG;
F) Ст3, Сталь 30.

46. Qanday asbobl ar foydalanilganda teshik sirtining tozaligi va ishlov aniqligi eng yuqori bo'ladi?

- A) parma; B) zenker;
D) razvyortka; E) sekovka;
F) zenkovka.

47. Tokarlik-vintqir qar stanogi orqa babkasining pinolida qanday asboblarni mahkamlab o'rnatish mumkin?

- A) teshik kengaytirish (расточное) keskich;
B) zenker;
D) yon yuzalarni yo'nuvchi keskich (podreznoy);
E) plashka;
F) markazlar.

48. Metall kesuvchi stanoklarning ilgari lama-qaytma mexanizmini ko'rsating?

- A) tezliklar karobkasi; B) surishlar karobkasi;
D) tebranuvchi kulisa; E) mexanik variator;
F) trenzel.

49. Vertikal parmalash stanoklarida ichki rezba qanday asboblarda yordamida kesiladi?

- A) rezba keskich; B) rezba grebenkasi;
D) metchik; E) plashka;
F) zenker.

50. Kesuvchi asbob (кескуч) ning yedirilish kriteriyasi uchun nima qabul qilingan?

- A) ishlangan yuza tozaligining o'zgarishi;
B) asbob orqa yuzasi bo'yicha yedirilishi.

51. Qanday stanoklar bir necha teshiklarni bir vaqtning o'zida ishlay olish imkoniyatiga ega?

- A) bir shpindelli vertikal-parmalash; B) radial-parmalash;
D) agregat; E) tokarlik-vintqirqar.

52. Radial-parmalash stanogida ichki rezba qanday asboblarda yordamida kesiladi?

- A) metchik; B) plashka;
D) razvyortka; E) grebyonka;
F) zenker.

53. Teshik kengaytirish stanoklarining modelini ko'rsating?

- A) 2I35, 2A150, 2H15A; B) 2B56, 255, 2H55;
D) 162, 1A62, 1K620; E) 262Г, 2B635.

54. Silindrik teshiklarda rezba yasash uchun qanday asbobdan foydalaniladi?

- A) razvyortka; B) zenker;
D) plashka; E) sekovka;
F) metchik.

55. Materiallarni kesib ishlashning qaysi usulida asbobga bir vaqtning o'zida bosh va surish harakati uzatiladi?

- A) yo'nish; B) parmalash;
D) frezerlash; E) randalash;
F) o'yish.

56. Tokarlik-vintqirqar stanogilarida bir tomoni berk bo'lmagan teshiklarga qanday keskich yordamida ishlov beriladi?

- A) to'g'ri o'tuvchi keskich (прямой проходной резец);
- B) teshik kengaytirish (торец);
- D) yon yuzalarni yo'nuvchi (подрезной);
- E) teshik kengaytirib o'tuvchi (расточный проходной);
- F) galtel keskich.

57. Vertikal-parmalash stanoklarida zagotovkalarga ishlov berishda surish harakati nimaga uzatiladi?

- A) asbobga;
- B) zagotovkaga;
- D) stolga.

58. Keltirilgan stanoklarning qanday modellari tish va rezba qirqish stanoklarni guruhiga kiradi?

- A) 2A135, 255, 262Г;
- B) 6H82, 6H11, 6682;
- D) 5Д32, 5K32A, 5M14;
- E) 3151, 3150, 373;
- F) 7M36, 712, 7M430.

59. Keskichning oldingi burchagi qanday aniqlanadi?

- A) kesish asbobini oldingi yuzasi bilan asosiy qirqish tig'i orqali o'tib qirqish tekisligiga tik bo'lgan tekislik orasidagi burchak;
- B) kesish asbobini oldingi yuzasi bilan qirqish tig'idan o'tib qirqish tig'iga tik bo'lgan tekislik orasidagi burchak;
- D) qirqish burchagi bilan asosiy orqa burchak va o'tkirlik burchaklar ayirmasiga teng burchak.

61. Plandagi asosiy burchak ϕ ni aniqlang?

- A) asosiy qirqish tig'ini kesish tekisligidagi izi bilan surish yo'nalishi orasidagi burchak;
- B) asosiy qirqish tig'ini asosiy tekislikdagi izi bilan surish yo'nalishi orasidagi burchak;
- D) qirqish tig'ini yordamchi kesuvchi tekislik yuzasidagi izi bilan surish yo'nalishi orasidagi burchak.

62. Material C40-10 ni kesganda asosan qanday qirindi hosil bo'ladi?

- A) lentasimon; B) uvoq;
D) chatnatilgan; E) element-elementli.

63. Material po'lat 50 ni kesganda asosan qanday qirindi hosil bo'ladi?

- A) lentasimon; B) uvoq;
D) chatnatilgan; E) element-elementli.

64. Qirqish rejimi elementlari qaysi tartibda tanlanadi?

- A) VST; B) TSV; D) SVT; E) VTS.

65. P_z kuchi asosan qayerga ta'sir qiladi?

- A) stanokni surish mexanizmiga; B) stanokni tezlik mexanizmiga;
D) zagatovkaga; E) stanok salaskasiga.

66. Kesish quvvati asosan qaysi kuchga qarab aniqlanadi?

- A) P_z ; B) P_x ;
D) P_y ; E) P_z, P_x, P_y .

67. Yuqori puxtalikdagi toblangan holatdagi materiallarni kesishda qaysi asbobsozlik materiallari ishlatiladi?

- A) Y12; B) T15K6;
D) Y12A; E) P9K5.

68. Material po'lat 50 ni qaysi materialli keskich bilan kesish tavsiya qilinadi?

- A) P18; B) T15K6;
D) Y12A; E) BK8.

69. Material C40-10 ni qaysi materialli keskich bilan kesish tavsiya etiladi?

- A) P9K5; B) 9XC;
D) BK6; E) T15K6.

70. Uglerodli asbobsozlik po'latlarining issiqqa bardoshligi nechaga teng?

- A) 800° ; B) 280° ; D) 900° ; E) 600° ; F) 1200° .

71. Keskich materiali T15K6 ning issiqqa bardoshligi nechaga teng?
A) 600° ; B) 280° ; D) 900° ; E) 1200° .

72. Legirlangan asbobsozlik po‘latlarining issiqqa bardoshliligi qancha?

A) 1200° ; B) 280° ; D) 600° ; E) 800°

73. Mineralokeramik materiallarning issiqqa bardoshliligi qancha?

A) 1200°; B) 600°; D) 800°; E) 900°

74. Qattiq qotishma BK6 ni kimyoviy tarkibim aniqlang?

A) $C=1\%$, $W=1\%$, $C_0=6\%$;

B) W=94%, Co=6%, C=1%;

D) WC=94%, C=6%;

E) WC=94, Co=6%.

75. Qattiq qotishma T15K6 ni kimyoviy tarkibini aniqlang?

A) Ti=15%, Co=6%, C=1%;

B) Ti=15%, Si=6%;

D) TiC=15%, Co=6%, WC=79%;

E) Ti=15%, Co=6%, W=79%.

76. Po‘latni qora yo‘nishda qaysi material bilan kesish tavsiya qilinadi?

A) P9K5;

B) T15K6:

D) BK6;

E) Y12A.

77. Po‘latni toza yo‘nishda qaysi material bilan kesish tavsiya qilinadi?

A) P9K5;

B) T15K6:

D) BK12;

E) Y 12A.

78. P₂ kuchi tokar-vintkesar stanogini qaysi mexanizmiga asosan ta'sir qiladi?

A) surish qutisiga;

B) tezlik qutisiga:

D) fartuk mexanizmiga;

E) orqa babkaga.

79. Yoʻnish davrida zagotovkani egishga harakat qiluvchi kuchni toping?

- A) P_z ; B) P_x ;
D) P_y ; E) $P_z + P_y + P_x$.

80. Keskich oldingi burchagi kattalashishi bilan kesish harorati ...

- A) kamayadi; B) kattalashadi; D) oʻzgarmaydi.

81. Ishlangan yuza gʻadir-budurligi oʻmiga oʻsimta qanday taʼsir qiladi?

- A) taʼsir qilmaydi;
B) gʻadir-budurlikni yomonlashtiradi;
D) yaxshilaydi.

82. Qirqish tezligi yuza gʻadir-budurligiga qanday taʼsir etadi?

- A) yaxshilaydi;
B) taʼsir qilmaydi;
D) gʻadir-budurlikni yomonlashtiradi.

83. Surish kattaligi qanday taʼsir qiladi?

- A) gʻadir-budurlikni yomonlashtiradi;
B) yaxshilaydi;
D) taʼsir qilmaydi.

84. Qirqish chuqurligi yuza gʻadir-budurligiga qanday taʼsir qiladi?

- A) gʻadir-budurlikni yomonlashtiradi;
B) yaxshilaydi;
D) taʼsir qilmaydi.

85. Moylovchi-sovituvchi texnologik muhitni eng asosiy vazifasi:

- A) ishlangan yuza sifatini yaxshilash;
B) qirqish haroratini pasaytirish;
D) qirqish haroratini kesish zonasidan uzoqlashtirish.

86. Nisbatan yuqori kesish tezliklariga yoʻl qoʻyuvchi keskich materialini amqlang?

- A) Y12A; B) 9XC;
D) P6M5; E) Стп 45.

87. Tokarlik keskichining keltirilgan burchaklaridan qaysi biri qirindining chiqish yo'nalishini aniqlaydi?

- A) plandagi asosiy burchak;
- B) boshqa orqa burchak;
- D) o'tkirlanish burchagi;
- E) bosh kesuvchi tig'ni qiyalik burchagi;
- F) kesish burchagi.

88. Quyidagi materiallarni qaysi birini kesishda keskichning oldingi yuzasi ko'proq yeyiladi?

- A) po'lat 50;
- B) АЛ8;
- D) Л90;
- E) Сч40-10.

89. Quyidagi materiallarni qaysi birini kesishda keskichning asosiy orqa yuzasi ko'proq yeyiladi?

- A) po'lat 50;
- B) АЛ8;
- D) Л90;
- E) Сч40-10.

90. Moylovchi-sovituvchi texnologik muhitni salbiy ta'sir faktorini ko'rsating?

- A) oksid plyonkasini hosil bo'lishi;
- B) o'simta hosil bo'lganda;
- D) tez qirqilganda.

91. Nano o'lchami birligi nimaga teng?

- A) 10^{-7} m;
- B) 10^{-8} m;
- D) 10^{-9} m;
- E) 10^{-10} m.

92. Keskich oldingi burchagini ko'rsating?

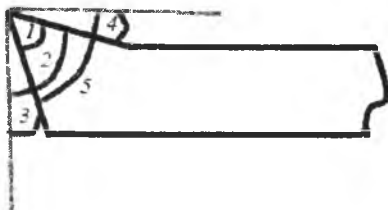
- A)1; B)2;
- D)3; E)4;
- F)5.

93. Keskich asosiy orqa burchagini ko'rsating?

- A)1; B)2;
D)3; E)4;
F)5.

94. Keskich o'tkir burchagini ko'rsating.

- A)1; B)2;
D)3; E)4;
F)5.



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruzasi 2016-yil 7-dekabr. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016.
2. Umarov E.O. Konstruksiya materiallar texnologiyasi. –Toshkent: Nashriyot, 2017.
3. Umarov E.O. va boshqalar. Uchish apparatlari detallarini ishlab chiqarish texnologiyasi. – Toshkent: "Navro'z" nashriyoti, 2013.
4. Umarov E.O. Materialshunoslik. –Toshkent: "Cho'lpon" nashriyoti. 2014.
5. Umarov E.O. Konstruksiya materiallar texnologiyasi o'quv fanidan laboratoriya va amaliyot ishlari. –Toshkent: "Tafakkur bo'stoni" nashriyoti, 2015.
6. Umarov E.O. Materialshunoslik o'quv fanidan laboratoriya va amaliyot ishlari. –Toshkent: "Iqtisod-moliya" nashriyoti, 2015.
7. Umarov E.O. Metallarni qirqib ishlash va termik ishlash jarayonlaridagi ba'zi termo-elektrik va termo-magnit hodisalarni o'rganish. –Toshkent: TDTU, 2017.
8. Mirboboyev V.A. Konstruksiya materiallar texnologiyasi. Darslik. – T.: "O'zbekiston", 2004.
9. Умаров Э.О. Исследование термо-электрических явлений при резании металлов. Канд. диссертация. – Т.: ТашПИ, 1966.
10. Хасанов С.М. Повышение производительности механической обработки посредством магнитного воздействия на режущие инструменты из быстрорежущих сталей. Канд. диссертация. –Т.: ТашПИ, 1987.
11. Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И., Доброскок В.Л., Залого В.А., Новоселов Ю.К., Якубов Ф.Я. Основы теории резания материалов. – Харьков, 2013.
12. Коллектив авторов – Развитие науки о резании металлов. – Москва: "Машиностроение", 1967.
13. Грановский Г.И., Грановский В.Г. "Резание металлов" Москва Изд. "Высшая школа", 1985.
14. Маргулес А.У. Резание металлов керметами / А.У. Маргулес. – М.: Машиностроение, 1980.

15. Sandvik-MKTC. Твердосплавные пластины. Каталог / М., 2008.
16. Розенберг А.М. Элементы теории процесса резания металлов / А.М. Розенберг, А.Н. Еремин. – М.; Свердловск: Машгиз, 1956.
17. Shirakashi Takahiro. Recent progress of computational modeling and some difficulties / Shirakashi Takahiro, Obikawa Toshiyuki // Proceeding of the CIRP International Workshop on Modeling of Machining Operating. – Atlanta, USA, 1998.
18. Ефимович И.А. Исследование динамики напряженно-деформированного состояния режущей части инструмента с применением лазерной интерферометрии / И.А. Ефимович, Е.В. Артамонов // Вопросы механики и физики процессов резания и холодного пластического деформирования. Сб. научн. трудов Института сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – Серия Г: Процессы механической обработки, станки и инструменты. – К.: ИСМ, 2002.
19. Полетика М.Ф. Микроструктура и микротвердость в зоне резания при работе резцом с фаской / М.Ф. Полетика // Известия Томского политехнического института. – Томск : ТПИ, 1957.
20. Кудинов В.А. Динамика станков / В.А. Кудинов. – М.: Маш, 1967.
21. Лазарев А.Г. Автоколебания при резании металлов / А.Г. Лазарев. – М.: Высшая школа, 1971.
22. Жарков И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом / И.Г. Жарков. – Л.: Машиностроение, 1986.
23. Ташлицкий Н.И. Первичный источник энергии возбуждения автоколебаний при резании металлов / Н.И. Ташлицкий // Вестник машиностроения, 1960.
24. Кучма Л.К. Вибрации при работе на фрезерных станках и методы их гашения / Л.К. Кучма. – М.: АН СССР, 1959.
25. Рыжков Д.И. Вибрации при резании металлов и методы их устранения / Д.И. Рыжков. – М.: Машиностроение, 1961.
26. Особенности концевое фрезерования маложестких деталей типа «защемленных пластин» (Ч. 1, 2, 3) / Внуков Ю.Н., Каморкин П.А., Кондратюк Э.В., Кришталь В.А. // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012.

27. ДСТУ 2233-93. Инструменты ризальни. Термини та визначення. – К.: Держспоживстандарт України, 1993.

28. Сверхтвердые материалы. Получение и применение. Монография: в 6 т. / под общей ред. Н.В. Новикова. –Т. 5: Обработка материалов лезвийным инструментом / под ред. С.А. Клименко. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля; ИПЦ АЛКОН НАНУ, 2006.

29. Якимов А.А. Технологические основы обеспечения и стабилизации качества поверхностного слоя при шлифовании зубчатых колес / А.А. Якимов. – Одесса : ОПИ, 2003.

30. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 2 ч. – М. : Машиностроение, 1984.

31. Brinksmeier E. Minimalschmiertechnik und Trockenbearbeitung in der spanenden Fertigung / E. Brinksmeier, A. Walter // In: Einstieg in die schmierstoffarme u. – freie Metallbearbeitung : Praxisforum. – Berlin: Verlag Technik + Kommunikation, 2002.

32. Розенберг Ю.А. Резание материалов. Учебник для студ. техн. вузов / Ю.А. Розенберг. – Курган: ОАО «Полиграфический комбинат», Зауралье, 2007.

33. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику / Ю.И. Головин. – М.: Машиностроение, 2007.

34. Nano and Micromachining / edited by Davim J. Paulo, Jackson J. Mark. – Hoboken, London: ISTE, Wiley, 2009.

Kirish	2
I-BOB. ASOSIY TUSHUNCHA VA TA'RIFLAR	
1.1. Ishlab chiqarish nima?.....	8
1.2. Kesish rejimi elementlari va kesilayotgan qatlam.....	9
1.3. Tokarlik keskichining element va qismlari.....	12
1.4. Keskichning burchaklari.....	14
1.5. Erkin va murakkab kesish.....	16
1.6. α va γ burchaklarining keskichning o'rnatilishiga qarab o'zgarishi.....	17
1.7. Plandagi ϕ va ϕ_1 burchaklarining o'rnatilishiga qarab o'zgarishi.....	19
1.8. Kesish jarayonida α va γ burchaklarning o'zgarishi.....	19
1.9. Plandagi ϕ va ϕ_1 burchaklarining o'zgarishi.....	21
1.10. Kesish usuli elementlari.....	23
1.11. Yo'nishda kesilayotgan qatlamning elementlari va geometriyasi.....	25
O'zini-o'zi tekshirish savollari.....	27
II-BOB. ASBOBSOZLIK MATERIALLARI	
2.1. Kesuvchi asboblarning materiallariga qo'yilgan talablar.....	28
2.2. Asbobsozlik po'latlari.....	30
2.2.1. Asbobsozlik uglerodli po'latlari.....	30
2.2.2. Legirlangan asbobsozlik po'latlari.....	32
2.2.3. Tezkesar po'latlar.....	33
2.2.4. Kukunli tezkesar po'latlar.....	35
2.3. Qattiq qotishmalar.....	36
2.3.1. Volfram-kobaltli qotishmalar (BK).....	36
2.3.2. Titan-volfram-kobaltli qotishmalar (TK).....	38
2.3.3. Titan-tantal-volfram-kobaltli qotishmalar (TTK).....	40
2.3.4. Volframsiz (titanli) qattiq qotishmalar.....	41
2.3.5. Qattiq qotishmalarni tanlash bo'yicha qisqa tavsiyalar.....	42
2.3.6. Qattiq qotishma markalari va ularni qo'llash sohalari.....	43

2.3.7. ISO standarti bo'yicha zamonaviy qattiq qotishmalarning xalqaro klassifikatsiyasi va ulardan samarali foydalanish sharoitini aniqlash.....	44
2.4. Kesuvchi keramika.....	51
2.5. O'ta qattiq asbobsozlik materiallari.....	54
2.5.1. Bor nitridining zich modifikatsiyasi va olmos asosidagi asbobsozlik materiallarni olish xususiyatlari.....	54
2.5.2. Sun'iy olmos polikristallarini (SOP) asosiy xususiyatlari va qo'llash sohalari.....	59
2.5.3. Bor nitridi zich modifikatsiyasi asosidagi PO'QM ning xususiyatlari va qo'llash sohalari.....	60
2.6. Yeyilishga chidamli qoplamali asbobsozlik materiallari.....	61
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.....	63

III-BOB. METALLARNI KESIB ISHLASH JARAYONINING FIZIKAVIY ASOSLARI

3.1. Metallarni plastik deformatsiyasi haqida ba'zi ma'lumotlar.....	65
3.2. Plastik deformatsiya.....	66
3.3. Qirindi hosil bo'lishi zonasini o'rganish usullari.....	67
3.4. Qirindining asosiy turlari.....	70
3.5. Qirindi o'tirishiga ta'sir qiluvchi faktorlar.....	75
3.6. Kesish jarayonida o'simta hosil bo'lishi.....	80
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.....	85

IV-BOB. KESISH JARAYONI STATIKASI VA DINAMIKASI

4.1. Kesish kuchlari va quvvati.....	86
4.1.1. Keskichga ta'sir qiluvchi kuchlar.....	88
4.1.2. Kuchlarning zagatovkaga ta'siri.....	88
4.1.3. Kuchlarni stanokga ta'siri.....	90
4.1.4. Kesish uchun sarflanadigan quvvat.....	91
4.1.5. Har hil faktorlarni kesish kuchlariga ta'siri (yo'nishda).....	91
4.2. Kesishdagi tebranishlar.....	99
4.2.1. Majburiy tebranishlar.....	99
4.2.2. Kesishdagi avtotebranishlar.....	100

4.2.3. Kesishdagi tebranishlarni asboblarni turg'unligiga va ishlangan yuzaga sifatiga ta'siri.....	101
4.2.4. Avtotebranishlarni yo'qotish usullari.....	104
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.....	105

V-BOB. KESISH JARAYONIDA ISSIQLIK HODISALARI

5.1. Kesish harorati manbalari va uni taqsimlanishi.....	106
5.1.1. Kesish issiqligini keskich, ishlanayotgan detal va chiqayotgan qirindi orasida bo'linishi.....	108
5.2. Kesish haroratini o'lchash.....	110
5.3. Kesish haroratiga ta'sir qiluvchi faktorlar.....	115
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.....	119

VI-BOB. KESUVCHI ASBOBLARNING YEYILISHI VA TURG'UNLIGI

6.1. Keskich asbobini ishlash qobiliyati.....	120
6.2. Keskich asbobi tig'ini mo'rt yemirilishi.....	121
6.3. Kesish tig'ini plastik yemirilishi.....	122
6.4. Keskichni kesish qismini yeyilishi.....	124
6.5. Asbobni kesish qismini yeyilishini tashqi ko'rinishi.....	126
6.6. Keskich asbobi yeyilishini fizikaviy tabiati.....	130
6.7. Kesuvchi asboblarni yeyilishini kriteriyalari.....	139
6.7.1. Keskichni maksimal ruxsat etilgan yeyilishini belgilash bo'yicha tavsiyalar.....	141
6.8. Keskich asbobi turg'unligi va uni kesish xossalari ruxsat etilgan kesish tezligi.....	142
6.8.1. Keskich turg'unligi to'g'risida asosiy tushunchalar. Turg'unlik bog'liqliklarini olish usullari.....	142
6.8.2. Keskich asbobini chidamlilik davriga ishlash sharoitlarini ta'siri.....	145
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.....	150

VII-BOB. KESISH JARAYONIDA DETAL YUZASI VA YUZA QATLAMI HOSIL BO'LISHINI XARAKTERISTIKASI

7.1. Kesib ishlangan yuzaga sifati tushunchasi. Sifat ko'rsatkichlari geometriyasi.....	151
---	-----

7.2. Ishlangan yuza g'adir-budirligini hosil bo'lishini tabiati.....	155
7.2.1. Ishlangan yuza g'adir-budirligiga kesish jarayoni parametrlarining ta'siri.....	156
7.3. Materialni yuza qatlami fiziko-mexanikaviy xossalarini shakllanishi.....	158
7.3.1. Yuza qatlamini puxtalanishi.....	158
7.3.2. Qoldiq kuchlanishlarni hosil bo'lishi.....	161
7.3.3. Mahsulot materialida struktura-fazoviy o'zgarishlar.....	164
7.3.4. Yuza qatlami kimyoviy tarkibini o'zgarishi.....	164
7.4. Detalni ekspluatatsion xossalariga sifatni asosiy ko'rsatkichlarini ta'siri.....	166
7.4.1. G'adir-budirlikni ta'siri.....	166
7.4.2. Yuza qatlami puxtalanishi (mikroqattiqligini) ta'siri.....	168
7.4.3. Qoldiq kuchlanishlar ta'siri.....	169
7.4.4. Yuza qatlam strukturasi ta'siri.....	169
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.....	170

VIII-BOB. KESISH REJIMLARINI ANIQLASH

8.1. Kesish rejimi elementlarini aniqlash ketma-ketligi.....	172
8.2. Yo'nish, parmalash va frezalashda kesish rejimlarini aniqlash uchun umumiy uslubiy qo'llanmalar.....	172
8.2.1. Dastlabki ma'lumotlar.....	172
8.2.2. Asbob-uskunalarni tanlash.....	173
8.2.3. Keskich asbobini tanlash.....	173
8.2.4. Kesish chuqurligini belgilash.....	174
8.2.5. Keskich turg'unligi davrini hisoblash (tanlash).....	174
8.2.6 Kesish rejimini aniqlashda va keskich asbobi turg'unligini belgilashdagi optimallashtirish kriteriyalari.....	175
8.2.7 Kesish rejimi elementlarini hisoblashni analitik usuli.....	175
8.2.8. Kesish rejimlarini hisoblashni jadval usuli.....	183
8.3. RDB stanoklaridagi kesish rejimini hisoblashni o'ziga xosligi.....	184
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.....	185

IX-BOB. KESISH JARAYONIDAGI MOYLOVCHI-SOVUTUVCHI TEXNOLOGIK MUHITLAR

9.1. MSTM larni moylash ta'siri.....	186
9.2. MSTM larni sovutish ta'siri.....	189
9.3. MSTM larni puxtalovchi ta'siri.....	192
9.4. Keskich kontakt qatlamlarini puxtalash.....	193
9.5. MSTM larni yuvish ta'siri.....	196
9.6. MSTM larni himoya ta'siri.....	197
9.7. MSTM sifatida gaz muhitlarini qo'llash.....	198
9.8. Metall eritmalarini va kukun suspensiyalarini M.S.T.M. sifatida qo'llanilishi.....	202
9.9. Qattiq va plastik moylovchi materiallar.....	204
9.10. Texnologik muhitlarni kesish zonasiga uzatish usullari.....	204
9.11. Optimal texnologik muhitlarni, ularni asartimentini va qo'llash sohasini tanlash prinsipi.....	210
9.12. Termo-elektrik sovitish.....	214
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.....	215

X-BOB. MATERIALLARNI KESIB ISHLANUVCHANLIGI

10.1. Ishlanuvchanlikni asosiy xarakteristikalarini va ularni aniqlash usullari.....	216
10.2. Ishlanuvchanlikni aniqlash usullari.....	218
10.3. Materiallarni kesib ishlانuvchanligiga ta'sir qiluvchi asosiy faktorlar va ularni yaxshilash usullari.....	221
10.3.1. Metallurgik ishlab chiqarish stadiasida maxsus qo'shimchalarni kiritish.....	221
10.3.2. Termik ishlash bilan material strukturasi o'zgartirish.....	224
10.3.3. Moylovchi sovutuvchi texnologik muhitlarni qo'llash.....	225
10.3.4. Kesish zonasiga qo'shimcha energiya kiritish.....	226
10.3.4.1. Ishlanayotgan materialni dastlabki qizdirish bilan kesish.....	226
10.3.4.2. Kesish zonasiga qo'shimcha majburiy tebranishni kiritish.....	228
10.3.5. Ilgarilama plastik deformatsiyalab kesish.....	230

10.3.6. Magnit maydonida kesish.....	233
10.3.7. O‘ta yuqori tezlikda kesish.....	234
O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar.....	238

XI-BOB. MIKRO – VA NANOKESISH JARAYONLARI

11.1. Asosiy tushuncha va ta’riflar.....	239
11.2. Nanokesish tizimi nanoobyektlari va ularni o‘lchamli diapozoni.....	241
11.3. Nanostrukturalangan materiallarni olish usullari.....	243
11.4. Kesish asboblari kesish tizimi nanoobyekti tarzida yasash texnologiyalari.....	246
11.5. Nanokesish tizimi – nanomateriallarni asosiy xossalari.....	246
11.5.1. Nanokesish maxsus xossalarini ta’minlovchi faktorlar.....	246
11.5.2. Ishlanayotgan nanomateriallar xossalari.....	248
11.5.3. Asbobsozlik nanomateriallarni va qoplamalarni xossalari.....	250
11.6. Nanokesish jarayonini ro‘yobga chiqarish (amalga oshirish) shartlari.....	254
11.7. An’anaviy va mikro-nanokesish jarayonlarini taqqoslash.....	254
O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar.....	257
“Kesish nazariyasi va asboblari” fanidan tayanch so‘zlar va iboralarning izohli lug‘ati.....	258
Test savollari.....	265
Foydalanilgan adabiyotlar.....	279

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ	
1.1. Что это такое производство?.....	8
1.2. Элементы режима резания и срезаемый слой.....	9
1.3. Элементы конструкции и геометрические параметры токарного резца.....	12
1.4. Геометрические параметры лезвия резца (углы заточки). ..	14
1.5. Свободное и сложное резание.....	16
1.6. Изменения углов α и γ в зависимости от установки.....	17
1.7. Изменения углов в плане ϕ и ϕ_1 в зависимости от установки.....	19
1.8. Изменения углов в процессий резания.....	19
1.9. Изменения углов планы ϕ и ϕ_1	21
1.10. Элементы методов обработки.....	23
1.11. Элементы режима резания и параметры сечения срезаемого слоя при точении.....	25
Вопросы для самопроверки.....	27
ГЛАВА II. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	
2.1. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам.....	28
2.2. Инструментальные стали.....	30
2.2.1. Углеродистые инструментальные стали	30
2.2.2. Легированные инструментальные стали	32
2.2.3. Быстрорежущие стали	33
2.2.4. Порошковые быстрорежущие стали	35
2.3 Твердые сплавы	36
2.3.1. Вольфрамо-кобальтовые сплавы (ВК)	36
2.3.2. Титано-вольфрамо-кобальтовые сплавы (ТК)	38
2.3.3. Титано-тантало-вольфрамо-кобальтовые (ТТК).....	40

2.3.4. Безвольфрамовые (титановые) твердые сплавы (БВТС).....	41
2.3.5. Краткие рекомендации по выбору твердых сплавов.....	42
2.3.6. Маркировка твёрдых сплавов и область применения...	43
2.3.7. Международная классификация современных инструментальных материалов по стандарту ISO и определение условий эффективного использования твердых сплавов.....	44
2.4. Режущая керамика.....	51
2.5. Сверхтвердые инструментальные материалы.....	54
2.5.1. Особенности получения инструментальных материалов на основе алмаза и плотных модификаций нитрида бора.	54
2.5.2 Основные свойства и области применения поликристаллов синтетического алмаза (ПКА).....	59
2.5.3.Основные свойства и области применения ПСТМ на основе плотных модификаций нитрида бора.....	60
2.6. Инструментальные материалы с износостойкими покрытиями.....	61
Вопросы для самопроверки.....	63
ГЛАВА III. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ	
3.1 Некоторые сведения о пластической деформации металлов.....	65
3.2. Пластическая деформация	66
3.3. Способы изучения зоны стружко образования.....	67
3.4. Основным Типы стружек.....	70
3.5. Факторы, влияющие на усадку стружки.....	75
3.6. Наростообразование при резании материалов	80
Вопросы для самопроверки.....	85
ГЛАВА IV. СТАТИКА И ДИНАМИКА ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ	
4.1. Сила и мощность при резании	86
4.1.1. Действие сил на резец.....	88
4.1.2. Действие сил на заготовку.....	88

4.1.3. Действие сил на станок.....	90
4.1.4. Мощность при резании.....	91
4.1.5. Влияние различных факторов на силы (при точении)...	91
4.2. Колебания при резании.....	99
4.2.1. Вынужденные колебания.....	99
4.2.2. Автоколебания при резании	100
4.2.3. Влияние колебаний при резании на стойкость инструментов и качество обработанной поверхности.....	101
4.2.4. Способы гашения автоколебаний.....	104
Вопросы для самопроверки.....	105
ГЛАВА V. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ	
5.1. Источники выделения теплоты и ее баланс при резании материалов.....	106
5.1.1. Распределение тепла резания между резцом, деталью и стружкой.....	108
5.2. Измерение температуры резания.....	110
5.3. Влияние на температуру основных факторов процесса резания.....	115
Вопросы для самопроверки.....	119
ГЛАВА VI. РАЗРУШЕНИЕ И СТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕХ ИНСТРУМЕНТОВ. СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТОВ	
6.1. Работоспособность инструментов.....	120
6.2. Хрупкое разрушение лезвия.....	121
6.3. Пластическое разрушение режущего лезвия	122
6.4. Изнашивание режущей части инструмента.....	124
6.5. Внешнее проявление изнашивания режущей части инструмента.....	126
6.6. Физическая природа износа режущего инструмента.....	130
6.7. Критерии износа режущих инструментов.....	139
6.7.1. Рекомендации по назначению максимально допус- тимого износа инструментов.....	141
6.8. Стойкость инструмента и скорость резания, допускаемая его режущими свойствами.....	142

6.8.1. Основные понятия о стойкости инструмента. Методы получения стойкостных зависимостей.....	142
6.8.2. Влияние условий обработки на период стойкости инструмента.....	145
Вопросы для самопроверки.....	150

ГЛАВА VII. ФОРМИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ И ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

7.1. Понятие качества поверхности, обработанной резанием. Геометрические показатели качества.....	151
7.2. Природа образования шероховатости обработанной поверхности.....	155
7.2.1. Влияние параметров процесса резания на шероховатость обработанной поверхности.....	156
7.3. Формирование физико-механических свойств материала поверхностного слоя.....	158
7.3.1. Упрочнение поверхностного слоя.....	158
7.3.2. Формирование остаточных напряжений.....	161
7.3.3. Структурно - фазовые изменения в материале изделия.....	164
7.3.4. Изменение химического состава материала поверхностного слоя.....	164
7.4. Влияние основных показателей качества на эксплуатационные свойства деталей.....	166
7.4.1. Влияние шероховатости.....	166
7.4.2. Влияние упрочнения (микротвердости) поверхностного слоя.....	168
7.4.3. Влияние остаточных напряжений.....	169
7.4.4. Влияние структуры поверхностного слоя.....	169
Вопросы для самопроверки.....	170

ГЛАВА VIII. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

8.1. Последовательность определения элементов режимов резани.....	172
---	-----

8.2. Общие методические указания для расчета режимов резания при точении, сверлении, фрезеровании.....	172
8.2.1. Исходные данные	172
8.2.2. Выбор оборудования	173
8.2.3. Выбор режущего инструмента.....	173
8.2.4. Назначение глубины резания.....	174
8.2.5. Расчет (выбор) периода стойкости инструмента	174
8.2.6. Критерии оптимизации при определении режимов резания и назначении стойкости режущего инструмента	175
8.2.7. Аналитический способ расчета режимов резания.....	175
8.2.8. Табличный способ расчета режимов резания	183
8.3. Особенности расчета режимов резания при обработке на станках с ЧПУ	184
Вопросы для самопроверки.....	185

ГЛАВА IX. СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗАНИЕМ

9.1. Смазочное действие СОТС.....	186
9.2. Охлаждающее действие СОТС.....	189
9.3. Упрочняющее действие СОТС.....	192
9.4. Упрочнение контактных слоев режущего инструмента..	193
9.5. Моющее действие СОТС	196
9.6. Защитное действие СОТС.....	197
9.7. Применение газовых сред в качестве СОТС	198
9.8. Применение металлических расплавов и суспензий порошков в качестве СОТС.....	202
9.9. Твердые и пластичные смазочные материалы.....	204
9.10. Способы подачи технологических сред в зону резания.	204
9.11. Принципы выбора оптимальных технологических сред, их ассортимент и области применения	210
9.12. Термо-электрическое охлаждение.....	214
Вопросы для самопроверки.....	215

ГЛАВА X. ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

10.1. Основные характеристики обрабатываемости и методы их определения.....	216
10.2. Методы определения обрабатываемости.....	218
10.3. Основные факторы, влияющие на обрабатываемость материалов резанием, и способы ее улучшения.....	221
10.3.1. Введение специальных добавок на стадии металлургического производства.....	221
10.3.2. Изменение структуры материалов термической обработкой.....	224
10.3.3. Применение смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС).....	225
10.3.4. Введение в зону резания дополнительной энергии.....	226
10.3.4.1. Резание с предварительным подогревом обрабатываемого металла.....	226
10.3.4.2. Введение в зону резания дополнительных вынужденных колебаний (вибрационное резание).....	228
10.3.5. Резание с опережающим пластическим деформированием.....	230
10.3.6. Резание в магнитном поле.....	233
10.3.7. Сверхскоростное резание.....	234
Вопросы для самопроверки.....	238

ГЛАВА XI. ПРОЦЕССЫ МИКРО- И НАНОРЕЗАНИЯ

11.1. Основные понятия и определения.....	239
11.2. Нанообъекты системы нанорезания и их размерный диапазон.....	241
11.3. Способы получения наноструктурированных материалов.....	243
11.4. Нанотехнологии в изготовлении режущих инструментов как нанообъектов системы резания.....	246
11.5. Основные свойства наноматериалов системы нанорезания.....	246

11.5.1. Факторы, предопределяющие особые свойства наноматериалов.....	246
11.5.2. Свойства обрабатываемых наноматериалов.....	248
11.5.3. Свойства инструментальных наноматериалов и нанопокровов.....	250
11.6. Условия реализации процесса нанорезания.....	254
11.7. Сравнение процессов традиционного и микронанорезания.....	254
Вопросы для самопроверки.....	257
Основные термины и определения по курсу “Теория резания и инструменты”.....	258
Тестовые вопросы	265
Использованная литература	279

THE CONTENTS

Introduction	3
CHAPTER I. THE BASIC CONCEPTS AND TERMS	
1.1. What is such manufacture?.....	8
1.2. Elements of a condition of cutting and a cut off stratum.....	9
1.3. Elements of a construction and geometrical parameters of a turning cutting tool	12
1.4. Geometrical parameters of a blade of a cutting tool.....	14
1.5. Free and difficult cutting.....	16
1.6. Changes of edges α and γ in dependences on installation	17
1.7. Changes углов в the plan ϕ and φ_1 in dependences on installation.....	19
1.8. Changes of edges in cutting processions.....	19
1.9. Changes of edges plans ϕ and φ_1	21
1.10. Elements of methods of handling.....	23
1.11. Elements of a mode of cutting and section parameters it is cut off blow out at turning.....	25
Questions for self-examination.....	27
CHAPTER II. TOOLHOUSE MATERIALS	
2.1. The requirements shown to toolhouse materials.....	28
2.2. Tool steels.....	30
2.2.1. Carbonaceous tool steels.....	30
2.2.2. The doped tool steels.....	32
2.2.3. High-speed steels.....	33
2.2.4. Powder high-speed steels.....	35
2.3 Solid alloys.....	36
2.3.1. Tungsten-cobalt alloys (TC).....	36
2.3.2. Titan-tungsten-cobalt alloys (TT).....	38
2.3.3. Titan-tantalum-tungsten-cobalt alloys (TTT).....	40
2.3.4. Tungstenless (titanic) firm alloys.....	41
2.3.5. Short recommendations for choice firm alloys.....	42
2.3.6. Marking of firm alloys and an area of application.....	43

2.3.7. The international classification of modern toolhouse materials by standard ISO and definition of conditions of an effective utilisation of firm alloys.....	44
2.4. Cutting ceramics.....	51
2.5. Superfirm tool house materials.....	54
2.5.1. Features of deriving of toolhouse materials on the basis of diamond and tight modifications of a boron nitride.....	54
2.5.2. Basic properties and areas of application of polycrystals of synthetic diamond.....	59
2.5.3. The Basic properties and areas of application ПСТМ on the basis of tight modifications of a boron nitride.....	60
2.6. Toolhouse materials with antiwear coatings.....	61
Questions for self-examination.....	63

CHAPTER III. THE FUNDAMENTALS OF PHYSICS OF PROCESS OF CUTTING

3.1. Some data on a plastic deformation of metals.....	65
3.2. Plastic deformation.....	66
3.3. Modes of study of a zone chip formation.....	67
3.4. Types of swarfs.....	70
3.5. The factors influencing on усадкy of a shaving.....	75
3.6. Outgrowth formation at cutting of materials.....	80
Questions for self-examination.....	85

CHAPTER IV. THE STATICS AND DYNAMICS OF PROCESS OF CUTTING

4 1. Force and power at cutting.....	86
4.1.1. Operation of forces on a cutting tool.....	88
4.1.2. Operation of forces on raw material.....	88
4.1.3. Operation of forces on the machine tool.....	90
4.1.4. Power at cutting.....	91
4.1.5. Influence of various factors on forces (at turning).....	91
4.2. Oscillations at cutting.....	99
4.2.1. Forced vibrations.....	99
4.2.2 Auto-oscillations during cutting.....	100

4.2.3. Influence of oscillations at cutting on firmness of instruments and quality of the treated surface.....	101
4.2.4. Modes of blanking out of auto-oscillations	104
Questions for self-examination.....	105

CHAPTER V. THE THERMAL PHENOMENA IN THE COURSE OF CUTTING

5.1. Sources of selection of warmth and its balance at cutting of materials.....	106
5.1.1. Distribution of heat of cutting between a cutting tool, a detail and a shaving.....	108
5.2. Gauging of temperature of cutting.....	110
5.3. Influence on temperature of major factors of process of cutting.....	115
Questions for self-examination.....	119

CHAPTER VI. COLLAPSE AND FIRMNESS OF CUTTING TOOLS OF TOOLWARES. FIRMNESS AND TOOLWARES

6.1. Working capacity of instruments.....	120
6.2. Fragile collapse of a blade.....	121
6.3. Plastic collapse of a cutting blade.....	122
6.4. Wear process of a cutting part of the instrument.....	124
6.5. External development of wear process of a cutting part of the instrument.....	126
6.6. The physical nature of deterioration of the cutting instrument	130
6.7. Criteria of deterioration of cutting instruments.....	139
6.7.1. Recommendations to destination as much as possible allowable wear of instruments.....	141
6.8. Firmness of the instrument and rate of cutting, allowance cutting properties.....	142
6.8.1. The basic concepts about firmness of the instrument. Deriving methods Wear resistance dependences.....	142
6.8.2. Influence of conditions of handling for firmness of the instrument.....	145
Questions for self-examination.....	150

CHAPTER VII. FORMATION PERFORMANCES OF THE SURFACE AND THE SURFACE LAYER OF THE DETAIL IN THE COURSE OF CUTTING

7.1. Concept of quality of the surface treated by cutting. Geometrical indexes of quality.....	151
7.2. The nature of formation of a roughness of the treated surface.....	155
7.2.1. Influence of parameters of process of cutting on a roughness of the treated surface.....	156
7.3. Shaping of physic mechanical properties of a material of a surface layer.....	158
7.3.1. Surface layer hardening.....	158
7.3.2. Shaping of residual voltages.....	161
7.3.3. Structurally - phase changes in an article material.....	164
7.3.4. Change of a chemical compound of a material of a surface layer.....	164
7.4. Influence of the basic indexes of quality on operation properties of details.....	166
7.4.1. Roughness influence.....	166
7.4.2. Influence of hardening (microhardness) of a surface layer..	168
7.4.3. Influence of residual voltages.....	169
7.4.4. Influence of structure of a surface layer.....	169
Questions for self-examination.....	170

CHAPTER VIII. DEFINITION OF CONDITIONS OF CUTTING

8.1. Sequence of definition of elements of conditions cutting.....	172
8.2. The common methodical indicatings for calculation of conditions of cutting at turning, drilling, milling.....	172
8.2.1. Input data.....	172
8.2.2. An equipment choice.....	173
8.2.3. A choice of the cutting instrument.....	173
8.2.4. Assignment of depth of cutting.....	174

8.2.5. Calculation (choice) of the period of firmness of the instrument.....	174
8.2.6 Criteria of optimization at definition of conditions of cutting and assignment of firmness of the cutting instrument.....	175
8.2.7 Analytical mode of calculation of conditions of cutting.....	175
8.2.8. A table mode of calculation of conditions of cutting.....	183
8.3. Features of calculation of conditions of cutting at handling on machine tools with NPC.....	184
Questions for self-examination.....	185

CHAPTER IX. LUBRICATION-COOLING TECHNOLOGICAL ENVIRONMENTS AT THE WORKING BY STOCK REMOVAL

9.1. Lubricant operation LCA.....	186
9.2. Cooling operation LCA.....	189
9.3. Hardening operation LCA.....	192
9.4. Hardening contact layers of the cutting instrument.....	193
9.5. Washing operation LCA.....	196
9.6. Protective operation LCA.....	197
9.7. Application of gas environments as LCA.....	198
9.8. Application of metal melts and suspensions of dusts as LCA.....	202
9.9. Firm and plastic greases.....	204
9.10. Modes of feeding of technological environments in a cutting zone.....	204
9.11. Principles of a choice of optimum technological environments, their assortment and areas of application.....	210
9.12. Thermo-electric refrigeration.....	214
Questions for self-examination.....	215

CHAPTER X. THE WORKABILITY OF MATERIALS CUTTING

10.1. Main specifications of a workability and methods of their definition.....	216
10.2. Methods of definition of a workability.....	218

10.3. The major factors influencing a workability of materials by cutting, and modes of its improvement.....	221
10.3.1. Introduction of special components at a stage of metallurgical manufacture.....	221
10.3.2. Change of structure of materials by a heat treatment.....	224
10.3.3. Application of smazochno-cooling technological environments (LCA).....	225
10.3.4. Introduction in a cutting zone of additional energy.....	226
10.3.4.1. Cutting with preliminary heating up of processed metal.....	226
10.3.4.2. Introduction in a cutting zone of additional forced vibrations (Vibrational cutting).....	228
10.3.5. Cutting with anticipating plastic deformation.....	230
10.3.6. Cutting in a magnetic field.....	233
10.3.7. Сверхскоростное резание.....	234
Questions for self-examination.....	238

CHAPTER XI. PROCESSES MICRO - AND NANO CUTTING

11.1. The basic concepts and definitions.....	239
11.2. Nano objects of systems, nano cutting and their dimensional range.....	241
11.3. Deriving modes of materials which structure is nano.....	243
11.4. Nano technology in manufacture of cutting tools as nano objects cutting systems.....	246
11.5. The basic properties of nano materials on systems nano cutting.....	246
11.5.1. The factors pre-determining special characteristics of nano materials.....	246
11.5.2. Properties processed of nano materials.....	248
11.5.3. Properties toolhouse of nano materials and nano coating.....	250

11.6. Conditions of realisation of process of nano cutting.....	254
11.7. Comparison of traditional processes and micro-nano cutting.....	254
Questions for self-examination.....	257
The basic terms and definitions at the rate “The Theory of cutting and instruments”.....	258
Test questions.....	265
The list of references.....	279

E.O.UMAROV

KESISH NAZARIYASI VA ASBOBLAR (I qism)

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2019

Muharrir:	M.Hayitova
Tex. muharrir:	A.Moydinov
Musavvir:	V.Umarov
Musahhih:	Sh.Mirqosimova
Kompyuterda sahifalovchi:	N.Rahmatullayeva

**E-mail: tipografiyacnt@mail.ru Tel: 71-245-57-63, 71-245-61-61.
Nashr.lits. AIN№149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi 15.11.2019.
Bichimi 60x84 ¹/₁₆. «Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 18,75. Nashriyot bosma tabog'i 19,0.
Tiraji 100. Buyurtma № 217.**

**«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi» da chop etildi.
100066, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.**