DOI: 10.65322/j.srd.05192026.04

УДК 631.361.7:634.8.076

ELASTIK-YOPISHQOQ MATERIALLARNI KESISH JARAYONIDA PICHOQ TIG‘IGA TA’SIR ETUVCHI KUCHLARNI ASOSLASH

***Raxmatov Orifjon**, t.f.d, professor,*
E-mail: orifjonraxmatov1955@gmail.ru,
***Raxmatov Olimjon Orifjonovich,** PhD, dotsent,*
E-mail: roo160482@mail.ru,
***Raxmatov Firdavs Orifjon o‘g‘li,** PhD, dotsent,*
E-mail: fmhayat9396@gmail.ru,
Guliston davlat universiteti

***Annotatsiya.** Maqolada qayd etilishicha, pichoq bilan kritik kesish kuchining qiymati asosan pichoqning konstruktiv parametrlariga - uning keskinligi, o'tkirlash burchagi va ish parametrlariga - kesilayotgan material qatlamining qalinligi va kesish boshlanishidan oldin pichoq bilan siqilgan qatlam qalinligiga bog'liq. Aniqlanishicha, o‘tkirlik burchagi 10 dan 16 gradusgacha oshishi bilan kritik kesish kuchi 1,6 baravar ortishi kuzatiladi va tiq‘i qalinligining 0,3 dan 0,6 mm gacha oshishi kritik kesish kuchining atigi 30% ga oshishiga olib keladi. Kesish boshlanishidan oldin pichoq bilan siqilgan qatlam qalinligining ta'siri juda sezilarli. Kesish boshlanishidan oldin pichoq bilan siqilgan qatlam qalinligining 1 dan 4 mm gacha o'zgarishi uning 2 barobardan ortiq oshishiga olib keladi.*

***Аннотация.** В статье отмечается, что величина критического усилия резания лезвием в основном зависит от конструктивных параметров лезвия - его остроты, угла заточки и режимных параметров - толщины перерезаемого слоя материала и толщины слоя, сжатого лезвием до момента начала резания. Выявляется, что при увеличении угла заточки от 10 до 16 градусов наблюдается повышение критического усилия резания 1,6 раза, а увеличение толщины кромки от 0,3 до 0,6 мм приводит к повышению критического усилия резания только на 30 %. Влияние толщины слоя, сжатого лезвием до момента начала резания оказывается весьма заметным. Изменение величины толщины слоя, сжатого лезвием до момента начала резания 1 до 4 мм приводит к возрастанию его более 2 раза.*

***Abstracts.** The article notes that the magnitude of the critical cutting force of a blade mainly depends on the design parameters of the blade - its sharpness, sharpening angle and operating parameters - the thickness of the cut layer of material and the thickness of the layer compressed by the blade before the start of cutting. It is found that with an increase in the sharpening angle from 10 to 16 degrees, an increase in the critical cutting force of 1.6 times is observed, and an increase in the edge thickness from 0.3 to 0.6 mm leads to an increase in the critical cutting force by only 30%. The influence of the thickness of the layer compressed by the blade before the start of cutting is quite noticeable. Changing the thickness of the layer compressed by the blade before the start of cutting from 1 to 4 mm leads to an increase of more than 2 times.*

***Kalit so'zlar:** qarshilik, destruktsiya, material, deformatsiya, siqish kuchi, koeffitsiyent, faska, zo‘riqish kuch, kesish, pichoq, aniqlik, o'tkirlash, material qatlami, qalinlik, elastik modul, ishqalanish koeffitsiyenti, burchak, chekka qalinligi, disk pichoq‘i.*

***Ключевые слова:** сопротивление, разрушение, материал, деформация, сила обжатия, коэффициент, фаска, критическое усилие, резание, лезвие, острота, заточка, слоя материала, толщина, модуль упругости, коэффициент трения, угол, толщина кромки, лезвия диска.*

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.04

Key words: *resistance, destruction, material, deformation, compression force, coefficient, chamfer, critical force, cutting, blade, sharpness, sharpening, layer of material, thickness, modulus of elasticity, coefficient of friction, angle, edge thickness, blades of the disk.*

Kirish. Elastik-qovushqoq materiallarni tig‘ bilan kesish nazariyasini rivojlantirish va bu maqsadda mashina va apparatlarni ishlab chiqishning zamonaviy bosqichida, ishlov berilayotgan materiallarning kesish jarayoniga maksimal darajada ta’sir ko‘rsata oladigan xususiyatlarini o‘rganish va asoslash uslubi bilan izlash ustuvor vazifa hisoblanadi. Bunda tig‘ bilan kesish jarayoni materiallarning asosiy fizik-mexanik xossalarining o‘xshash va o‘xshash bo‘lishiga imkon beradi, ularga nisbatan ishlov berishning ushbu turidan ratsional darajada foydalanish mumkin bo‘ladi. Yumshoq materiallarning bunday guruhlariga o‘simlik mahsulotlari, masalan, ildizmevalilar: kartoshka, sabzi, sholg‘om, piyoz va boshqalar, poliz mahsulotlari: qovun, tarvuz, qovoq, qovoqcha va tarkibida hayvon to‘qimalari bo‘lgan mahsulotlar: teri, yog‘, go‘sht va boshqalarni kiritish mumkin [1,2].

Fizik hodisa nuqtai nazaridan, tig‘ bilan kesish jarayoni mexanik jarayon bo‘lib, bunda kesuvchi asbobning qirralari va faskalarining materiallarga o‘zaro ta’siri materialning elastik deformatsiyalar chegarasidan o‘tishi bilan birga kechadi. Shuning uchun materialning elastiklik, qovushoqlik va plastiklik kabi xossalari birinchi darajali ahamiyat kasb etadi va to‘la ma’noda elastiklik deganda materialning tashqi ta’sir to‘xtatilgandan keyin o‘zining avvalgi shakl va o‘lchamlarini tiklash xossasini qabul qilish mumkin. Aytilganlardan kelib chiqib, tig‘ bilan ishlov beriladigan materiallar qayishqoq-qovushqoq yoki qovushqoq-plastik deb qaraladi. Bunday materiallar uchun deformatsiyaning bog‘liqligi nafaqat qo‘yilgan kuch miqdoriga, balki ta’sir tezligiga ham bog‘liq bo‘ladi.

Elastik-qovushqoq jismni qattiq (elastik) skelet va qattiq elementlar orasidagi oraliqlarni to‘ldiruvchi suyuq moddadan iborat fizik model deb qarash mumkin. Bularga o‘simlik materiallarining aksariyati kiradi, ular tolali fazoviy tuzilishga ega to‘qimalar bo‘lib, ularning bo‘shliqlarida asosan suyuqlik mavjud.

Kesish paytida bu materiallar deformatsiyalanadi, tola suyuq muhitga bosiladi va uni kamroq kuchlangan joylarga siljishga majbur qiladi. Klassik gidrodinamika qonunlariga muvofiq, bunday ko‘chishda muhitning qarshiligi uning ko‘chish tezligiga bog‘liq bo‘ladi. Shu sababli, ko‘rib chiqilayotgan model elastik-qovushqoq jismlarda deformatsiya yuklanish va ta’sir vaqti funksiyasi bo‘lishining sabablari bilan yaxshi mos keladi [3].

Shunday qilib, yuqoridagi fikr va mulohazalarga asoslanib, o‘simlik materiallarni kesishning ratsional usulini tanlash haqida xulosa qilish mumkin. Texnologik belgi bo‘yicha kesish turini tanlash materiallarning fizik-mexanik, reologik xususiyatlarini majburiy o‘rganish va hisobga olishni o‘z ichiga oladi, bu esa pichoq bilan kesish jarayonini optimal deb hisoblash imkonini beradi. Ammo bunda, masalan, tig‘ bilan kesish jarayoni uchun barcha asosiy qonuniyatlar qayta ishlanayotgan mahsulotning fizik-mexanik xususiyatlariga mos keladigan shartlarga javob berishi kerak.

Tadqiqot materiallari va usullari.Turli xil oziq-ovqat mahsulotlarining, shu jumladan o‘simlik mahsulotlarining fizik-mexanik va reologik xususiyatlarini o‘rganish muammosiga bir qator xorijiy va mahalliy olimlarning izlanishlari va ishlari bag‘ishlangan. Biroq, ilmiy-texnik adabiyotlar tahliliga ko‘ra, Markaziy Osiyo qovun navlarini qayta ishlash bo‘yicha mukammal va chuqur tadqiqotlar bilan kamdan-kam odam shug‘ullangan. Ayniqsa, o‘zbek qovunlarining massa-gabarit xususiyatlari, ularning biologik tuzilishi va fizik-mexanik xususiyatlarini mevalarni birlamchi qayta ishlashni mexanizatsiyalash imkoniyati nuqtai nazaridan o‘rganish, jumladan qovunni po‘stlog‘idan tozalash va uni texnologik qismlarga bo‘lish masalalari ko‘rib chiqildi [4-7].

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.04

Oziq-ovqat sanoatining turli tarmoqlarida, xoh u qandolatchilik, go‘sht-sut, baliqni qayta ishlash yoki konserva sanoatida bo‘lsin, kesiladigan materiallar turli xil fizik-mexanik xususiyatlarga ega, masalan: go‘sht-elastik-plastik-tolali, yog‘-qovushqoq-plastik, teri-elastik-qovushqoq, pralinli konfetlar va shokolad-mo‘rt va hokazo

Ma’lumki, kesib ishlov berish maxsus pichoqli moslamalar yordamida amalga oshiriladi, bunda pichoqlarning o‘zi yuqori mustahkamlikka ega bo‘lgan uglerodli po‘latlardan tayyorlanadi va tig‘ning silliq kesuvchi qirrasiga ega bo‘lib, u materialga kirib, kontakt joylarida yemiruvchi kuchlanish hosil qiladi.

Kesuvchi asbob silliq plastinka, disk, silindr yoki konus ko‘rinishida, silliq kesuvchi qirraga ega bo‘lishi mumkin. Go‘sht, baliq va meva-sabzavotlar uchun ikki tomoni o‘tkirlangan prizmatik pichoqlar ishlatiladi. Shakar ishlab chiqarishda lavlagini kesish uchun yassi yoki ramali plastinkali pichoqlar qo‘llaniladi [8-11].

Ishlov berilayotgan materialning muhim xossalari uning reologik xarakteristikalari bo‘lib, ular qo‘yilgan kuchning siljish yuzasiga, ya’ni siljish kuchlanishiga nisbati bilan aniqlanadi. Chegaraviy siljish kuchlanishida material qatlamlarining siljish yuzasi bo‘ylab siljishi amalga oshiriladi. Oziq-ovqat materiallari uchun bosim, harorat, namlik va qovushqoqlik siljish tezligiga bog‘liq. Siljish kuchlanishi ortishi bilan material tuzilishining notekis buzilishi natijasida qovushqoqlik notekis kamayadi: dastlab kichik kuchlanishlarda material tuzilishi qisman tiklanadi, yuqori tezliklarda esa juda kichik tiklanish bilan strukturaning ko‘chkisimon buzilishi sodir bo‘ladi [12].

Shunday qilib, aytish mumkinki, materiallarni kesish uchun texnik qurilmalar texnologik jihatdan ham, konstruktiv jihatdan ham xilma-xildir. Ularning aniq bajarilishi texnologik jarayonning maqsadiga, qayta ishlanadigan materialga, uning reologik xossalariga, ishlatiladigan asbobning turi va shakliga hamda kesuvchi qurilmaning ishlash prinsipiga bog‘liq.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. Sirpanish harakatiga muvofiq, V.P. Goryachkin [12-14] tomonidan pichoqni kesiladigan materialni tezligiga nisbatan sirpanish koeffitsiyenti degan tushuncha kiritilgan. Egiluvchan ko‘chatlarni kesish jarayoniga bo‘gliq ravishda, kesish kuchini sirpanish koeffitsiyentiga bog‘liq, kesish jarayoni osonlashadi, ammo, bunda pichoq qirrasini materialga ta’siri asosiy rolni o‘ynaydi.

Ko‘p tadqiqotlarda pichoqning kesish jarayonidagi parametrlarga ta’siri, kesiladigan materialning xossalari, kesish uslubi va boshqa omillarga bog‘liqligi tasdiqlangan. Sirpanishsiz kesishda, o‘tkirlanish burchagi, pichoqning qalinligi va uning shakli belgilaydigan omillar hisoblanadi.

Kesish jarayonida pichoq bilan elastik-qovushqoq materialni o‘zaro kuch ta’sirini ko‘rib chiqamiz, bunda pichoqqa qo‘yiladigan P_{kr} kuchi materialda kelib chiqadigan bir qator qarshiliklarni yengadi. 1-rasmda pichoqni material bilan o‘zaro ta’sirlashish kuchi sxemasi tasvirlangan [15-20].

Pichoq material qatlamiga chuqurlashganda, uning kesadigan qirrasida buzadigan kontakt kuchlanishi σp paydo bo‘lib, kesish jarayoni boshlanadi.

Pichoqqa quyidagi kuchlar ta’sir qiladi: P_{kes} – pichoq qirrasi ostidagi materialni buzishga qarshi yuqoriga yo‘nalgan kuch; P_1 – gorizontal yo‘nalgan va pichoqning yon faskasiga ta’sir etadigan bosim kuchi; P_2 – tik yo‘nalgan va pichoqning yon faskasiga ta’sir etadigan yuqoriga yo‘nalgan kuch.

Shunday qilib, pichoq tig‘ining faskasiga ta’sir etadigan normal kuch N, P_1 va P_2 kuchlarning yig‘indisiga teng va u quyidagicha ifodalanadi

$$N = P_2 \sin\beta + P_1 \cos\beta . \qquad (1)$$

Pichoq faskasiga ta’sir etuvchi normal kuchi N ta’sirida ishqalanish kuchi vujudga keladi

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.04

$$T_2 = fN, \tag{2}$$

bunda $f = tg\varphi$ – pichoqqa material massasining ishqalanish koeffitsiyenti;

φ – ishqalanish burchagi.

N kuchni ishqalanish burchagi orqali ifodalash mumkin

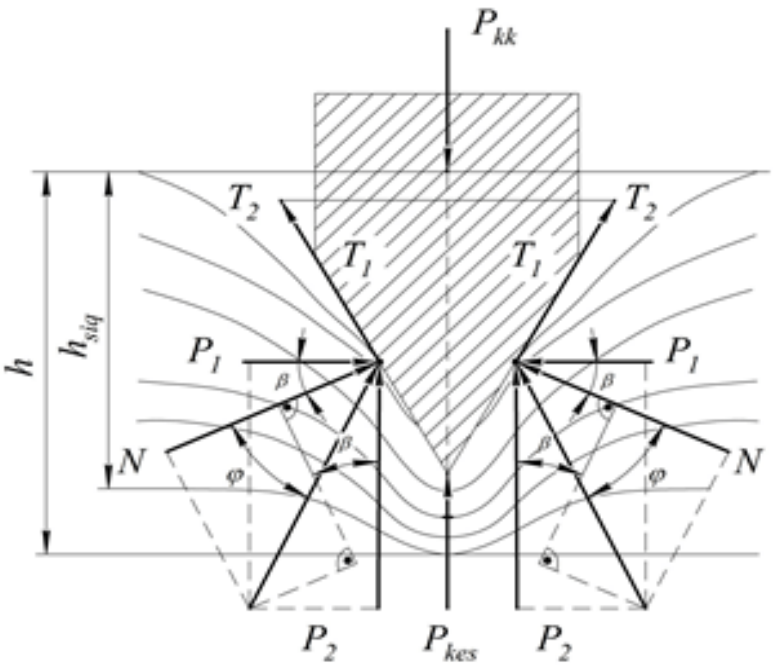
$$N = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}.\cos\varphi\,. \tag{3}$$

T_2 kuchning vertikalga proyeksiyasi quyidagiga teng

$$T_2^{'} = T_2\cos\beta\,. \tag{4}$$

N ning (1) bo‘yicha qiymatini (4) ga qo‘yib quyidagini olamiz:

$$T_2^{'} = f\left(\frac{1}{2}P_2\sin 2\beta + P_1\cos^2\beta\right). \tag{5}$$



1-rasm. Pichoqni material bilan o‘zaro ta’sirlanish jarayonida ta’sir etadigan kuchlar

Kesish jarayoni boshlangan paytda, pichoqqa ta’sir etadigan kritik kuch $P_{kr,}$ vertikal yo‘nalishda ta’sir etadigan hamma kuchlarning yig‘indisini yengib o‘tishi kerak, ya’ni

$$P_{kr} = P_{kes} + 2P_2 + 2T\,. \tag{6}$$

P_{kes} kuchni pichoq tig‘i yuzasi F_{kk} va buzadigan kontakt kuchlanishi σ_p ning ko‘paytmasi ko‘rinishida aniqlash mumkin:

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.04

$$P_{kes} = \sigma_p F_{kk} = \delta \Delta l \sigma_p \,, \tag{7}$$

bunda δ – pichoqning qalinligi, m;

Δl – pichoqning uzunligi, m.

(5) ifodaga kiradigan P_2 kuchni boshqa jarayon parametrlariga bog‘liq qiymatini analitik tarzda quyidagicha aniqlash mumkin. Faska tomonidan bir birlik uzunlikdagi yuzaga to‘g’ri keladigan elementar kuch dP_2 quyidagiga teng

$$dP_2 = E\varepsilon_{siq}\ dh_{siq}\ tg\,\beta\,. \tag{8}$$

yoki nisbiy siqilish $\varepsilon_{siq} = h_{siq}/h$ ning qiymatini qo‘yib, quyidagini olamiz

$$dP_2 = E\frac{h_{siq}}{h} dh_{siq}\ tg\ \beta\,. \tag{9}$$

bunda E-materialning elastiklik moduli, Pa

(9) ifodani integrallab, quyidagini olamiz

$$P_2 = \frac{E}{h} tg\,\beta \int_0^{h_{siq}} h_{siq}\, dh_{siq} = \frac{E}{2h} h_{siq}^2\ tg\,\beta\,. \tag{10}$$

Agar gorizontal yo‘nalishda nisbiy deformatsiya ε ga teng bo‘lsa, unda elementar bosish kuchi quyidagicha ifodalanadi

$$dP_{qis} = \varepsilon_1 E dh_{siq} \tag{11}$$

Gorizontal yo‘nalishdagi nisbiy deformatsiyani Puasson koeffitsiyenti orqali ifodalash mumkin

$$\varepsilon_1 = \ \mu\frac{h_{siq}}{h}\,. \tag{12}$$

Buni hisobga olsak, (11) ifoda quyidagi ko‘rinishga keladi

$$dP_1 = \mu\frac{h_{siq}}{h} E dh_{siq}\,. \tag{13}$$

U holda, faskaga bosim kuchi quyidagiga teng

$$P1 = \mu\frac{E}{h}\int_0^{hsiq} h_{siq}\, dh_{siq} = \mu\frac{E}{2}\frac{h_{siq}^2}{h}\,. \tag{14}$$

(6) ifodaga hamma kuchlarning qiymatini qo‘yib, pichoqning bir-birlik uzunligiga to‘g’ri keladigan kritik kuchni topish uchun quyidagi ifodani olamiz

$$P_{kr} = \delta\sigma_p + \frac{Eh_{siq}^2}{h} tg\,\beta + f\left(\frac{Eh_{siq}^2}{2h} tg\,\beta \sin 2\beta + \frac{\mu E h_{siq}^2}{h}\cos^2\beta\right) \tag{15}$$

yoki, ba’zi o‘zgartirishlarda keyin quyidagini olamiz:

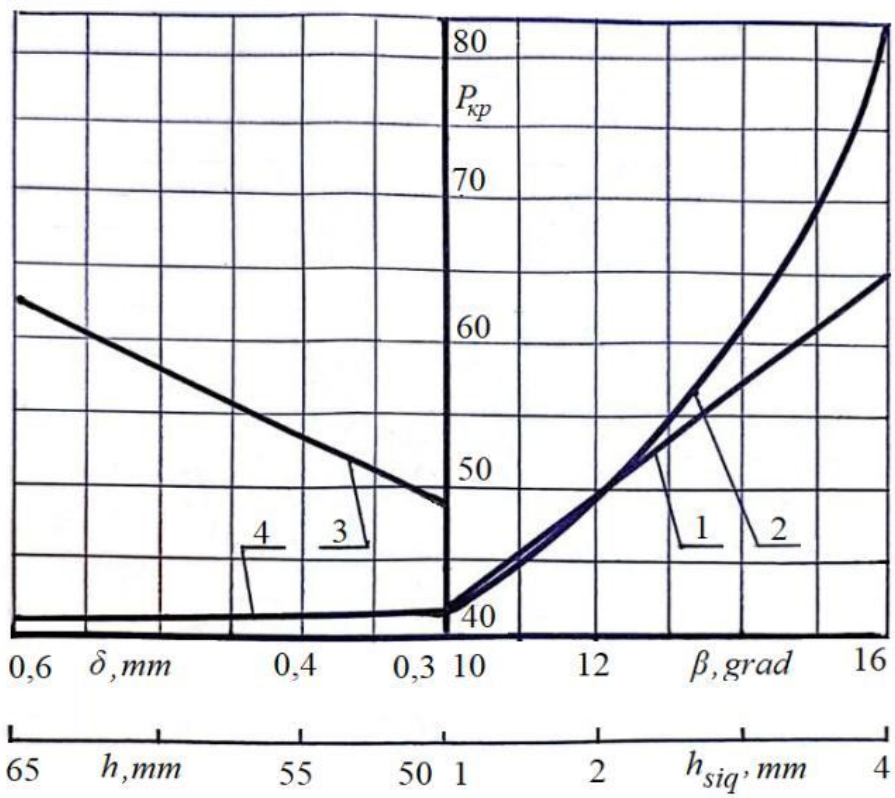
$$P_{kr}^S = \delta\sigma_p + \frac{Eh_{siq}^2}{h}\left[tg\,\beta + f(\sin^2\beta + \mu\cos^2\beta)\right] \tag{16}$$

Shunday qilib, (16) ifoda bo‘yicha pichoqning kritik kesish kuchi uning konstruktiv parametrlari pichoqning qalinligi δ va qirra burchagi β, rejim parametrlaridan kesiladigan material qatlamining qalinligi h va kesish boshlanishigacha pichoq tomonidan siqilgan qatlam qalinligi h_{siq}, shuningdek, elastiklik moduli E, Puasson koeffitsiyenti μ, materialning pichoqqa nisbatan ishqalanish koeffitsiyenti f, ustara tig‘ni parchlovchi tutashma kuchlanishi σ_p da bog‘liq holda

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.04

aniqlash imkonini beradi. So‘nggi ko‘rsatkichlar asosan materialning texnologik xossalarini belgilaydi. (16) ifodani tashkil etadigan qiymatlarini hisobga olgan holda, kritik kesish kuchining o‘zgarishiga ta’sir darajasini analitik ravishda aniqlash mumkin. Masalan, qovunining oq-urug‘ navi misolida quyidagi bog‘lanishlarni ko‘rib chiqamiz: $P_{kr} = f(\beta, \delta, h, h_{siq})$ bunda parametrlar qiymatlari quyidagicha δ=0,3–0,5 mm, β=12–15°, h=50–62 mm, h_{siq}=25–38 (po‘choq hisobga olingan holda) va h_{siq}=2–2,5 (po‘choq hisobga olinmagan holda) mm, E=18,5–19,2 Pa, μ=0,05–0,15, f=0,75–0,88, σ_p=9,6–14,5 Pa.

2-rasmda tig‘ni kritik kesish kuchining qiymatini o‘zgarish grafigi tasvirlangan. Ushbu rasmda tasvirlangan grafikdan ko‘rinib turibdiki, disk tig‘ining o‘tkirlanish burchagi va tig‘ qirrasining qalinligini o‘sishi kritik kesish kuchining qiymatini proporsional ravishda ortishiga olib keldi biroq, bu omillar turli tezlikda ta’sir qiladi. Masalan, β burchak 10° dan 16° gacha oshirilganda, P_{kr1} 6 baravar ko‘payib, qirra qalinligi δ ni 0,3 mm dan 0,6 mm gacha oshirilganda P_{kr} faqat 30 foizga ortadi. Kesish boshlanishigacha tig‘tomonidan siqilgan qatlam qalinligi h_{siq} ning ta’siri sezilarli darajada bo‘layapti. 2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, $P_{kr} = f(h_{siq})$ bog‘liqlik parabola qonuniga bo‘ysunadi. h_{siq} qiymatini 1 dan 4 mm gacha o‘sishi P_{kr} ning qiymatini 2 martadan ko‘pga ortishiga olib keladi. Biroq, $P_{kr} = f(h)$ bog‘lanish teskari proporsionallikka ega bo‘lib, bu P_{kr}. ning qiymatini oz miqdorda o‘zgarishiga sabab bo‘ladi.



1- $P_{kr} = f(\beta)$, 2-$P_{kr} = f(h_{siq})$, 3-$P_{kr} = f(\delta)$, 4-$P_{kr} = f(h)$

2-rasm. Tigni kritik kesish kuchining qiymatini o‘zgarish grafigi

Xulosa. Tig‘ bilan kesishning kritik kuchining kattaligi asosan tig‘ning konstruktiv parametrlariga - uning o‘tkirligi, charxlash burchagi va rejim parametrlariga - materialning kesiladigan qatlami qalinligi va kesish boshlangunga qadar tig‘ bilan siqilgan qatlam qalinligiga bog‘liq. Masalan, charxlash burchagining 10 dan 16 gradusgacha ortishi kritik kesish kuchining 1,6 marta ortishiga, qirra qalinligining 0,3 dan 0,6 mm gacha ortishi esa kritik kesish kuchining

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.04

faqat 30% ga ortishiga olib keladi. Kesish boshlangunga qadar tig‘ bilan siqilgan qatlam qalinligining ta’siri ancha sezilarli bo‘ladi. Kesish boshlangunga qadar tig‘ bilan siqilgan qatlam qalinligining 1 mm dan 4 mm gacha o‘zgarishi uning 2 barobardan ko‘proq ortishiga olib keladi. Biroq, kesishning kritik kuchi qiymatining materialning kesilayotgan qatlami qalinligiga bog‘liqligi minimal teskari proporsionallikka ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Арет В.А., Руднев С.Д. Реология и физико-механические свойства пищевых продуктов: учебное пособие. – СПб.: ИЦ Интермедия, 2014. – 252 с.

2. Падохин В.А., Кокина Н.Р. Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов: учебное пособие. – Иваново, 2007. – 128 с.

3.Tuxtamishev S.S Qovun etini bo‘laklarga kesish qurilmasini ishlab chiqish va parametrlarini asoslash. Дисс. ... PhD. – Gulbahor, 2026. – 193c

4. Рахматов О., Тухтамишев С.С.Разработка механизированного аппарата для разрезания плода дыни на кольцевые дольки // Вестник аграрной науки Узбекистана.- Ташкент, 2020. -№ 5/2 (83). – С.140 -143.

5.Rakhmatov O., Tukhtamishev S.S., Rakhmatullaev R.K., Khudoyberdiev R. Kh., Asrorova M.K. Mathematical Description of the Process of Cutting a Melon Fruit With A Blade // International Journal of Modern Agriculture, Volume 10, No.2,2021 ISSN: 2305-7246. -P. 3935-3942.

6. Нуриев К.К., Рахматов О.Силовое взаимодействие лезвия с упруго - вязкий материалом в процессе резания. *Central asian journal of education and innovation* –Т. 4, Выпуск 3, – С. 5–13. https://doi.org/10.5281/zenodo.15124841.

7. Orifjon Raxmatov, Solijon Bayzakov, Firdavs Rakhmatov and Olimjon Rakhmatov Development of a combined drying plant for agricultural products IOP. Conf. Sevies: Eavth and Environmenta Sceience, 1420(2024) 012014.

8.Нуриев, К., Нуриев, М. (2023). Влияние угла заточки и дополнительной фаски на характер изменения формы лезвия при износе. *Евразийский журнал академических исследований*, *3*(10), – С. 322-333.

9. Резник, Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н.Е. Резник. М.: Машиностроение, 1975. - 311 с.

10. Rakhmatov, O., Rakhmatov, F. O., & Rakhmatov, O. O. (2024, December). Laboratory studies of the process of drying melon slices by convective method. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 1420, No. 1, p. 012010.

11.Rakhmatov, O., Rakhmatov, O., & Rakhmatov, F. (2024). Development and justification of the parameters of a destemmer for dried grapes. In *BIO Web of Conferences*, Vol. 105, p. 04006.

12.Рахматов, О. (2024). Определение экономической эффективности камерно-конвективной сушильной установки для сушки дыни. *Экономика и социум*, 11-2(126), – С. 810-814.

13.Рахматов, О., Расулжонов, А. Р. Ў., & Холиқулов, Ж. Ў. Ў. (2024). Комбинациялашган машина пуштаолгичларининг параметрларини асослаш. *Строительство и образование*, *3*(2), 151-154.

14.Тухтамишев С.С., Рахматов О., Давлатов П. Экспериментально-теоретические определение модуля упругости и коэффициента для овощебахчевых культур //Технические науки. Номер 3. Выпуск 3. -Ташкент, 2020. – С.53-59.

15. Рахматов О., Тухтамишев С.С. Математическая импретация процесса резания плода дыни лезвием// Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Сбор. науч.стат. Междунар.НПК. -Минск БГАТУ, 2022. - С.248-252.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.04

16.Садовников М.А. Определение прочностных характеристик плодов бахчевых культур // Матер. 5-й международ. науч.-практ. конф. молодых исследователей. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011. – С. 283-286.

17.Шапров М.Н. Механико-технологическое обоснование эффективных технологий и технических средств для первичной переработки плодов тыквы: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01. – Волгоград, 2010. – 393 с. – Инв. №05201000923.

18.Нуриев, К. К., Кувандиков, Ё. Т., & Кабилов, Б. У. У. (2023). Исследование изменения основных параметров лезвия серийной стрельчатой лапы культиватора при абразивном износе. *Universum: технические науки*, 11-2 (116), – С. 50-53.

19.Nuriev, K., & Kuvandikov, Y. (2023). Results of the study of the bending dynamics of experimental arrow-shaped claws. *Science and innovation*, *2*(D11), 370-375.

20.Нуриев, К., & Нуриев, М. (2023). Влияние угла заточки и дополнительной фаски на характер изменения формы лезвия при износе. *Евразийский журнал академических исследований*, *3*(10), – С. 322-333.