

УДК 664.1.032; 641.512.5

Аналітичне визначенню геометричних параметрів робочої частини ножа кенігсфельдського типу

О.М. Люлька¹, М.Л. Нікольський², І.А. Фабричнікова³

^{1, 2}Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна), ²lulkaom@gmail.com

³Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. Петра Василенка (м. Харків, Україна)

В статті доведено переваги використання фрезерованих ножів кенігсфельдського (зигзагоподібного) типу. Названо найвідоміших вітчизняних та зарубіжних виробників різального обладнання бурякоцукрової промисловості. Описано сучасні напрями використання різального обладнання у бурякоцукровій промисловості та закладах ресторанного господарства. Описано види та основні технічні характеристики ножів. Охарактеризовано операції процесу відновлення робочої частини ножів кенігсфельдського типу. Представлено проєкції робочої частини ножа кенігсфельдського типу з визначенням всіх основних складових, які дають об'ємне уявлення про її властивості. Наведено аналітичні залежності, які дають змогу визначити: геометричні параметри бокової ріжучої кромки та її проєкцій після торцювання, потоншення та короткого заточування; всі геометричні розміри і площу паралелограма ріжучої фаски, утвореної за допомогою короткого заточування пера ножа; кут потоншення товщини пера при довгому заточування; кут між сусідніми ріжучими кромками. Запропоновано рівняння для визначення сумарної площі ріжучих кромки пера ножа кенігсфельдського типу. Взаємодія об'єкта, який нарізають, із зигзагоподібною кромкою ножа кенігсфельдського типу приводить до відділення стружин, проте контакт між стружиною та об'єктом зберігається протягом всього процесу відрізання. Ступінь деформації стружин залежить від форми та розмірів поверхонь контакту (внутрішньої поверхні пера ножа), для визначення яких у статті приведені аналітичні залежності. Цінність представлених результатів досліджень полягає у можливості їх практичного застосування для: визначення загального опору та питомої роботи різання; розрахунку складової потужності бурякорізного обладнання, яка витрачається на подрібнення коренеплодів; розрахунку кількості витратних матеріалів під час локального зміцнення робочої частини ножа.

Ключові слова: різання, кенігсфельдський ніж, ріжуча кромка, кут заточування, геометричні параметри, робоча частина ножа, перо ножа, овочерізка.

Вступ. Перші ножі, а відповідно і процес різання, людство стало використовувати дуже давно, ще за часів палеоліту [1]. Відтоді воно не відмовилося від цього процесу, а навпаки стало всебічно його розвивати і удосконалювати. Мало яке сучасне виробництво можливе без різання. Воно використовується у промисловості, будівництві, сільському господарстві та торгівлі. Широкого поширення цей процес набув у харчовій промисловості та ресторанному господарстві.

Якість готової продукції та стабільність роботи підприємств значною мірою залежить від якості подрібнення сировини, а відповідно від налаштування різальних машин та геометричних параметрів їх робочих органів. В бурякоцукровому виробництві використовуються дискові, відцентрові та барабанні бурякорізки. За останні роки кількість дискових бурякорізок зменшилася, що пояснюється їх незначною продуктивністю та особливостями експлуатації (в світовій бурякоцукровій галузі прослідковується тенденція до укрупнення та створення заводів із великими

потужностями). В готельно-ресторанному господарстві та овочепереробних підприємствах дискові овочерізки домінують завдяки простоті в експлуатації. Серед виробників обладнання для цукрової промисловості можна виділити такі компанії:

– **Maguin® (Франція)**, займається виробництвом барабанних бурякорізок (Maguin Drum Beet Slicer), напівавтоматичних верстатів для підготовки і заточки бурякорізальних ножів (Automatic unbolting/bolting machine, Straightening and grinding machine, Routing/Fine Sharpening Machine), заточних фрез, ножів кенігсфельдського типу (K-Maguin knives) та іншого обладнання для бурякоцукрового виробництва [2];

– **Putsch® (Німеччина)**, займається виробництвом барабанних бурякорізок (TSM 2200, TSM 1800, TSM 1600), напівавтоматичних і автоматичних верстатів для підготовки бурякорізальних ножів (Knife Block Transport System, Knife Block Assembler MBA 2200, Automatic Knife Block Washer MWA 2200, Automatic Putsch® Knife

Reconditioning Station), систем автоматизації бурякорізок та ліній підготовки ножів (Smart Slicing System), фрез для заточки, ножів кенігсфельдського типу (Beet knives Putsch®) та іншого обладнання для бурякоцукрового виробництва [3];

– Фірма «Корунд» (Україна), займається виробництвом та ремонтом відцентрових бурякорізок (РБА-2-12, РБА-2-16, ТРБ-24), верстатів для заточки бурякорізальних ножів (УЗН-1, УЗН-2, УЗН-3), ножів кенігсфельдського типу моделі 1011В [4].

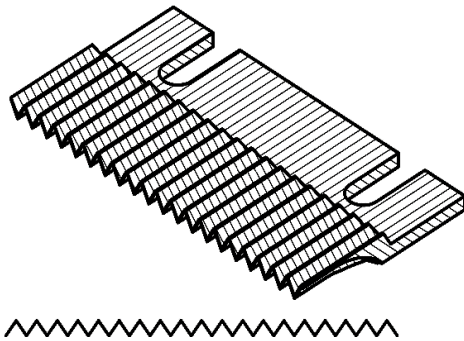


Рис. 1 Фрезерований ніж кенігсфельдського типу

3-поміж великого різноманіття видів ножів, призначених для використовуватися в різальних машинах бурякоцукрового виробництва (ножі Чижєка, плоскі гребінчасті, пальцевидні (спеціальні), плоскі [5]) майже на усіх цукрових заводах застосовують фрезеровані ножі кенігсфельдського типу (рис. 1). Вони набули такого поширення завдяки достатній міцності, невеликій складності виготовлення і універсальності (за допомогою них можна отримати стружку жолобчатого, пластинчатого (плоска соломка), ромбовидного, рельєфно-пластоподібного поперечних перерізів) [6].

Фрезеровані ножі кенігсфельдського типу виготовляють із: конструкційної ресорно-пружинної сталі 65Г; конструкційних легуваних сталей 40Х, 40Г; вуглецевих інструментальних сталей У8, У8А [7; 4, с.12].

Робоча частина ножа повинна мати високу жорсткість, твердість і гостроту ріжучої кромки, тому передня частина (де знаходиться ріжуча кромка) загартовується до HRC 35...50.

Після робочого циклу в бурякорізальній машині ножі необхідно відновити. Процес відновлення складається з таких операцій [8]:

1. очищення від залишків подрібнюваної сировини та сторонніх домішок;
2. виправлення деформацій робочої частини ножа (виконують за необхідності) – дає змогу відновити прямолінійність робочої частини;
3. торцювання робочої частини – формується кут нахилу ріжучої кромки (β), рис. 2;

4. попереднє або довге заточування (потоншення) – формується потоншена частина;

5. коротке заточування – формується кут заточування (γ), рис. 3.

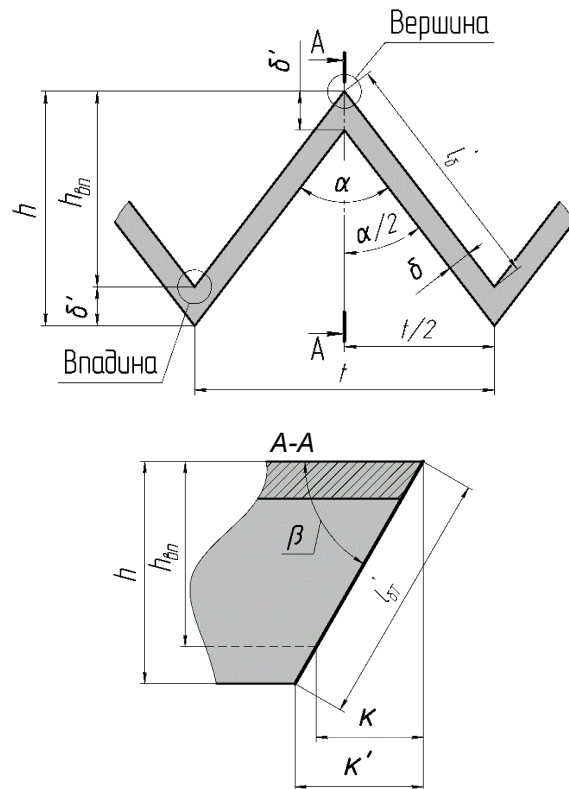


Рис. 2 Вид робочої частини ножа після косої торцювання

Під час 3-5 операцій робоча частина ножа набуває усіх основних геометричних параметрів: забезпечується прямолінійність пер, утворюється кут нахилу ріжучої кромки (β), формуються довжина потоншення, товщина робочої частини після потоншення, кут заточування (γ).

Операції довгого та короткого заточування здійснюють на ножеточних верстатах за допомогою врізного шліфування. Як робочий інструмент в таких операціях використовують дискові фрези або кубонітові круги. Перші мають набагато меншу твердість, тому активніше зношуються.

Довге заточування виконується для отримання плавного переходу від ріжучої кромки до потовщеної частини (рекомендована довжина 8...12 мм). Кут заточування ріжучої кромки (γ) залежить від кута торцювання і кута при вершині кубонітового круга чи фрези. Ріжучі кромки пера кенігсфельдського ножа формують на двох бокових фасках (рис. 3а, б), які утворюються на нахилених під кутом торцювання β бокових гранях пера. Початкова товщина пера δ під час довгого заточування потоншуються до товщини δ_y під кутом ϑ (рис. 3а).

Під час наступної операції (короткого заточування) на торці потоншеного зигзагоподібного леза формують фаску (ріжучу кромку) із кутом γ між задньою стороною бокової грані і передньою поверхнею пера ножа (рис. 3, А-А), за таких умов бокові леза біля впадини підрізуються, їх довжина зменшується, проте при впадині і вершині формуються додаткові короткі повздовжні ріжучі кромки, що компенсують це підрізання. Бокова ріжуча кромка (лезо) довжиною l_b утворюється підрізанням кромки сформованої під час довгого заточування з довжиною l_ϕ на величину c (рис. 4).

По закінченню короткого заточування ріжуча фаска буде мати форму паралелограма АУВБ рис. 4, де: точка V – вершина пера, U – впадина пера, AU – ріжуча кромка (лезо) при впадині, AV – ріжуча кромка при вершині, VU – бокова ріжуча кромка (бокове лезо). Довжину бокової ріжучої кромки l_b можна визначити з рівняння: $l_b = l_\phi - c$, де l_ϕ – довжина бокової ріжучої кромки після довгого заточування; c – параметр паралелограма фаски.

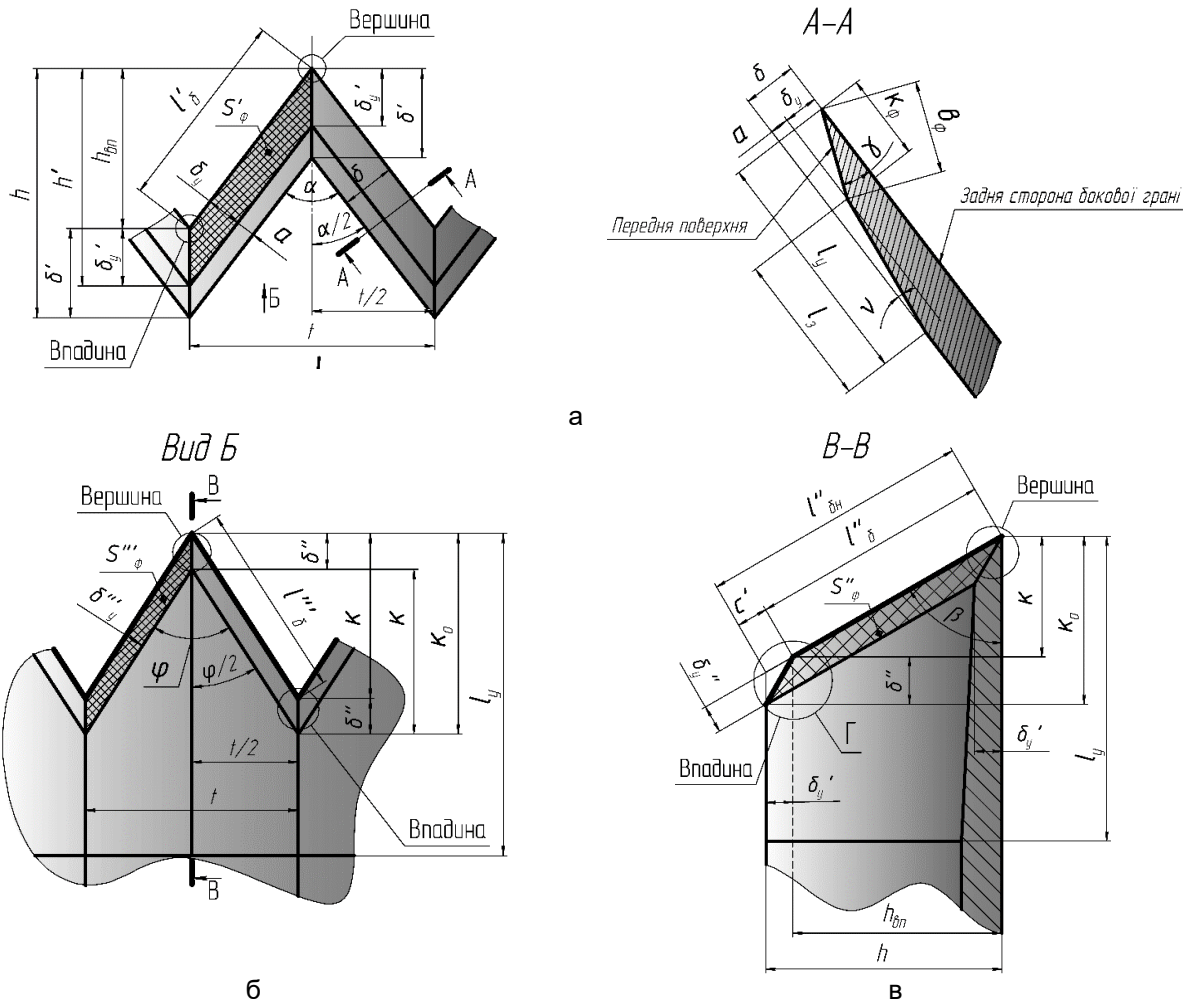


Рис. 3 Проекції робочої частини пера ножа: а) вид спереду; б) вид знизу; в) переріз В-В

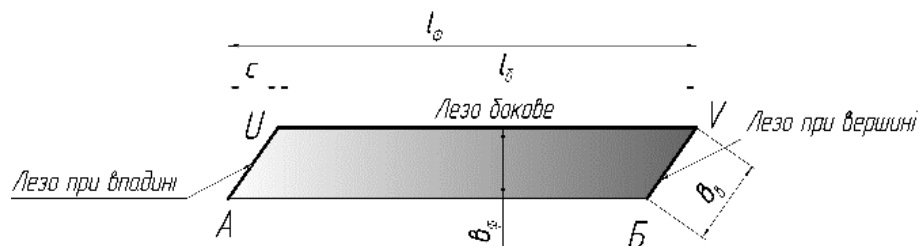


Рис. 4 Паралелограм бокової фаски пера ножа

Під час торцювання робочої частини ножа (бокових граней) під кутом β підрізання бокових ріжучих кромки не відбувається, оскільки після цієї операції ріжучі кромки не утворюються.

Дійсну (натуральну) довжину бокової ріжучої кромки можна визначити за формулою:

$$l_{\delta} = \frac{l'_{\delta}}{\sin \beta}, \quad (1)$$

де l'_{δ} – довжина проекції бокової ріжучої кромки на виді спереду (рис. 3а), визначається з рівняння (2); β – кут торцювання.

$$l'_{\delta} = \frac{t}{2 \sin \alpha / 2}, \quad (2)$$

де t – крок ножа; α – кут профілю ножа (рис. 3).

Ширину фаски ϵ_{ϕ} (рис. 3а) можна визначити з рівняння:

$$\epsilon_{\phi} = \frac{\delta_y}{\sin \gamma}, \quad (3)$$

або

$$\epsilon_{\phi} = \sqrt{\delta_y^2 + k_{\phi}^2}, \quad (4)$$

де δ_y – потоншена товщина бокових граней пера (формується при довгому заточуванні), визначається з рівнянь (5), (6); k_{ϕ} – катет фаски (рис. 3, А-А).

$$\delta_y = \delta - a, \quad (5)$$

або

$$\delta_y = \epsilon_{\phi} \cdot \sin \gamma = k_{\phi} \cdot \operatorname{tg} \gamma, \quad (6)$$

де a – висота потоншення (рис. 3, А-А); γ – кут заточування.

Кут потоншення товщини пера ϑ визначається за формулою (7):

$$\vartheta = \operatorname{arctg} \frac{a}{l_3}, \quad (7)$$

де l_3 – довжина заточування (визначається з рівняння $l_3 = l_y - k_{\phi}$), l_y – загальна довжина потоншення.

Кут між сусідніми ріжучими кромками ϕ' визначається за формулою (8):

$$\phi' = \arcsin \frac{\epsilon_{\phi}}{\epsilon_{\delta}}. \quad (8)$$

Дійсна (натуральна) ширина ϵ_{δ} підрізаної сторони фаски (рис. 4), тобто довжина ріжучої кромки при вершині чи впадині пера визначається із прямокутного трикутника АУД (рис. 5), при проектуванні якого висотний розмір $UD = \delta''$ не змінюється, а горизонтальний $AD = \delta'_y$ збільшується і стає рівним $AD_1 = \delta_y^{IV} = \delta'_y / \cos \phi / 2$ (рис. 6), де ϕ – кут між проекціями бокових ріжучих кромки на виді знизу (рис. 3б).

Величина ϵ'_{δ} (проекція ширини зменшеної сторони фаски) із проекційного трикутника АУД

(рис. 5) змінюється на величину ϵ_{δ} . Описані вище величини визначаються з рівнянь (9), (10).

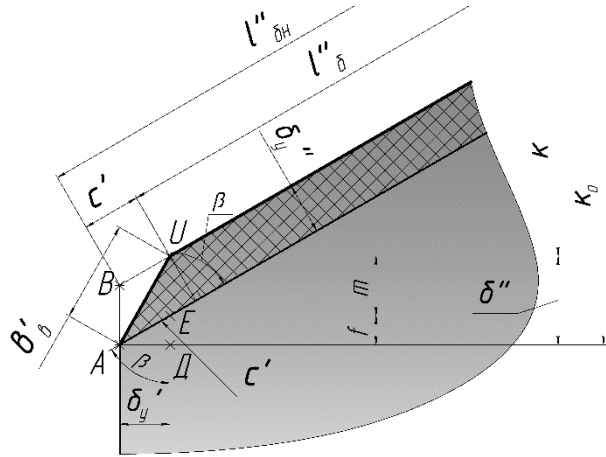


Рис. 5 Виносний елемент Г проекції бокової фаски біля впадини пера із рис. 2в

$$\epsilon'_{\delta} = \sqrt{\delta''^2 + \delta_y'^2}, \quad (9)$$

$$\epsilon_{\delta} = \sqrt{\delta''^2 + \left(\frac{\delta'_y}{\cos \phi / 2} \right)^2}, \quad (10)$$

де δ'_y – потоншена товщина пера при вершині чи впадині (рис. 3а, 4), визначається з рівняння (11).

$$\delta'_y = \frac{\delta_y}{\sin \alpha / 2} \quad (11)$$

де α – кут профілю ножа (рис. 3), ϵ'_{δ} – проекція ширини підрізаної сторони фаски.

Довжини c та l_{ϕ} можна визначити з рівнянь (12) та (13).

$$c = \sqrt{\epsilon_{\delta}^2 - \epsilon_{\phi}^2}, \quad (12)$$

$$l_{\phi} = l_{\delta} + c = \frac{l'_{\delta}}{\sin \beta} + \sqrt{\epsilon_{\delta}^2 - \epsilon_{\phi}^2}, \quad (13)$$

де ϵ_{δ} – дійсна (натуральна) ширина підрізаної сторони фаски (рис. 4); ϵ_{ϕ} – ширина ріжучої фаски (рис. 3а, 4); l'_{δ} – довжина проекції бокової ріжучої кромки на виді спереду (рис. 3а); β – кут торцювання.

Детальніше зупинимось на геометричних параметрах ріжучої фаски. Кут ϕ , між проекціями бокових ріжучих кромки на виді знизу (рис. 3б) визначається за формулами (14), (15).

$$\frac{\phi}{2} = \operatorname{arctg} \frac{t}{2k}, \quad (14)$$

або

$$\frac{\phi}{2} = \arcsin \frac{n}{S}, \quad (15)$$

де t – крок пер ножа; k – відстань від вершини

пера до її впадини (рис. 2; рис. 3б,в), визначається з рівнянь (16), (17); n , S – параметри проєкції бокової фаски пера (рис. 7), визначаються з рівнянь (19), (20).

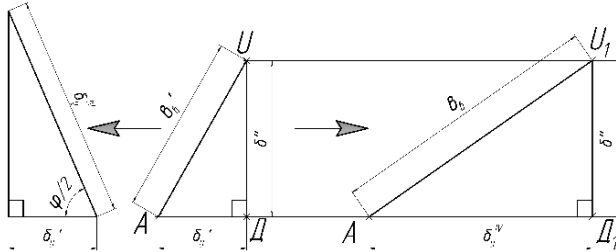


Рис. 6 Перетворення проєкції довжини ріжучої кромки біля впадини пера у її натуральну величину

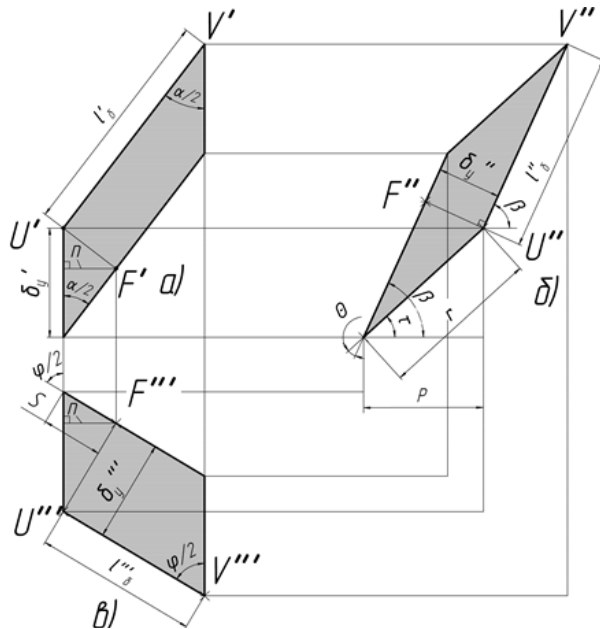


Рис. 7 Проекція бокової фаски пера ножа: а) вид спереду; б) вид збоку; в) вид знизу; т. V – вершина пера; U – впадина

$$k = \frac{h_{en}}{\operatorname{tg} \beta}, \quad (16)$$

або

$$k = \frac{t}{2 \operatorname{tg} \phi / 2}, \quad (17)$$

де h_{en} – висота пера від вершини до впадини, визначається за формулою (18).

$$h_{en} = \frac{t}{2 \operatorname{tg} \alpha / 2}, \quad (18)$$

де α – кут профілю ножа (рис. 3).

$$n = \delta_y \cdot \cos \frac{\alpha}{2}, \quad (19)$$

$$S = \frac{n}{\sin \phi / 2}. \quad (20)$$

Косим торцюванням робочої частини ножа (рис. 2) формують довжину проєкції невідірізаної бокової ріжучої кромки (l_{6T}''), що визначається з рівняння (21) і величини k , k' , остання з яких розраховується за формулою (22).

$$l_{6T}'' = \frac{h}{\sin \beta}, \quad (21)$$

$$k' = \frac{h}{\operatorname{tg} \beta}, \quad (22)$$

де h – загальна висота пера, визначається як сума довжин h_{en} та δ' .

Товщина пера при вершині чи впадині (δ') залежить від початкової його товщини (до заточування) δ та кута профілю ножа (α) і розраховується за формулою:

$$\delta' = \frac{\delta}{\sin \alpha / 2} \quad (23)$$

Відстань (δ'') від впадини пера до нижньої частини фаски (рис. 3б,в; рис. 5) визначається як сума параметрів проєкції фаски f та m , які можна розрахувати за допомогою формул (24), (25).

$$f = \frac{\delta_y'}{\operatorname{tg} \beta}, \quad (24)$$

$$m = \frac{\delta_y''}{\sin \beta} \quad (25)$$

Відстань (k_0) від вершини пера до нижньої частини фаски визначається як сума параметрів фаски k та δ'' .

Довжина (l_6'') проєкції бокової ріжучої кромки (рис. 3в) визначається з рівнянь (26), (27).

$$l_6'' = l_{6H}'' - c' \quad (26)$$

або

$$l_6'' = \frac{h_{en}}{\sin \beta} = \frac{k}{\cos \beta}, \quad (27)$$

де c' – параметр проєкції фаски, що залежить від товщини (δ_y') потоншеного пера при вершині чи впадині і кута торцювання β , визначається за формулою (28); l_{6H}'' – довжина проєкції невідірізаної фаски, визначається з рівняння (29).

$$c' = \frac{\delta_y'}{\sin \beta}, \quad (28)$$

$$l_{6H}'' = \frac{h'}{\sin \beta}, \quad (29)$$

де h' – висота пера від його вершини до основи не стоншеної частини (рис. 3а), визначається як сума довжин h_{en} та δ_y' .

Довжина (l_6''') проекції бокової ріжучої кромки (рис. 3б, рис. 7в) визначається з рівнянь (30), (31).

$$l_6''' = \frac{t}{2 \sin \phi / 2} \quad (30)$$

або

$$l_6''' = \frac{k}{\cos \phi / 2} \quad (31)$$

Параметри і кути проекцій паралелограма фаски (рис. 7): $l_6', \delta', \delta_y', n, \alpha/2$ (рис. 7а); $l_6'', \delta_y'', r, P, \theta, \beta, \tau$ (рис. 7б); $l_6''', \delta_y''', S, \phi/2$ (рис. 7в).

Проекції δ_y''', δ_y'' потоншеної товщини пера δ_y на рис. 7 визначається із рівнянь (32), (33).

$$\delta_y'' = S \cdot \operatorname{tg} \frac{\phi}{2} \quad (32)$$

$$\delta_y'' = r \cdot \sin \theta \quad (33)$$

де S, r – параметри фаски (див. рис. 7), визначаються за формулами (34), (35).

$$S = P \cdot \cos \frac{\phi}{2}, \quad (34)$$

$$r = \sqrt{\delta_y'^2 + P^2}. \quad (35)$$

Кути проекції фаски визначаються із виразів:

$$\tau = \operatorname{arctg} \frac{\delta_y'}{P}, \quad (36)$$

$$\theta = \beta - \tau. \quad (37)$$

Площа S_ϕ паралелограма фаски визначається за формулою:

$$S_\phi = l_6 \cdot \epsilon_\phi = \frac{t \cdot \delta_y}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma}. \quad (38)$$

Під час взаємодії коренеплоду із зигзаговидною ріжучою кромкою робочої частини ножа кенігсфельдського типу відбувається відокремлення стружини від тіла коренеплоду, яка під час цього процесу залишається зв'язаною з ним поперечним перерізом. Передні грані (фаски) ножа з сумарною площею $S_{\Sigma\phi}$, визначеної з рівняння (39), відгинають та деформують стружини. Це створює опір переміщенню ножа. Внаслідок деформації стружин відбувається їх притискання до внутрішньої робочої частини ножа (передніх граней, потоншених бокових поверхонь пера ножа). Під час подальшого відокремлення стружин від тіла коренеплоду вони сходять вздовж бокових поверхонь пера, вступаючи у взаємодію з ними, що спричиняє додатковий опір переміщенню ножа. Вищеописані опори входять до загального опору різання, впливають на питому роботу різання та потужність, яка витрачається на подрібнення коренеплодів.

$$S_{\Sigma\phi} = S_\phi \cdot L_H \cdot \frac{t}{2} = \frac{t^2 \cdot \delta_y}{4 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma} \cdot L_H, \quad (39)$$

де L_H – довжина ножа.

Висновки. Наведено аналітичні залежності для визначення геометричних параметрів робочої частини кенігсфельдського ножа. Їх застосування можливе:

- як складової розрахунку загального опору різання та питомої роботи різання;
- при визначенні потужності, що визначається на подрібнення коренеплодів;
- для прогнозування геометричних параметрів ножа при його конструюванні та заточуванні;
- для розрахунку оброблюваної площі, а відповідно і витрат матеріалів при локальному зміцненні.

Література

1. Uk.wikipedia.org. (2019). Ніж. [online] Available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%B6> [Accessed 1 Mar. 2019].
2. Maguin. (2019). *A Moret Industries Company Maguin*. [online] Available at: <https://maguin.com/en/home/> [Accessed 1 Mar. 2019].
3. En.putsch.com. (2019). *Home – Putsch® Group*. [online] Available at: <https://en.putsch.com/> [Accessed 1 Mar. 2019].
4. Адаменко, А. (2002). *Отримання бурякової стружки. Узагальнення досвіду*. Київ: Національна асоціація цукровиків України УКРЦУКОР, р.32.
5. Гребенюк, С., Плаксин, Ю., Малахов, Н. and Виноградов, К. (2007). *Технологическое оборудование сахарных заводов*. Москва: Колос, – С 108-111.
6. Liulka, A., Mironchuk, V., Adamenko, A. and Adamenko, O. (2014). Beet cossettes triangular cross-section – the way to get and benefits. *Сахар*, [online] (1), pp.40-43. Available at: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/14517> [Accessed 1 Mar. 2019].
7. Shemz.ru. (2019). *Нож свеклорезный 1011-B – АО «Шебекинский машиностроительный завод»*. [online] Available at: <http://www.shemz.ru/shop/products/produkcija/prochee/oborudovanie-dl-ya-saharnoj-promyshlennosti/product/noz-sveklo-reznyi-1011-v/> [Accessed 1 Mar. 2019].
8. Liulka, A., Mironchuk, V. and Lulka, D. (2016). The geometry of the cutting edge of sugar beet knives as a factor in obtaining quality beet cossettes. *Цукор України*, [online] (11/12 (131/132), pp.36-40. Available at: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28815> [Accessed 1 Mar. 2019].

References

1. Uk.wikipedia.org. (2019). Nizh. [online] Available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%B6> [Accessed 1 Mar. 2019].
2. Maguin. (2019). *A Moret Industries Company Maguin*. [online] Available at: <https://maguin.com/en/home/> [Accessed 1 Mar. 2019].

3. En.putsch.com. (2019). *Home – Putsch@ Group*. [online] Available at: <https://en.putsch.com/> [Accessed 1 Mar. 2019].

4 Adamenko, A. (2002). *Otrymannja burjakovoji struzhky. Uzaghajnennja dosvidu*. Kyiv: Nacionaljna asociacija cukrovkyv Ukrainy UKRCUKOR, p.32.

5. Ghrebenjuk, C., Plaksyn, Ju., Malakhov, N. and Vynogradov, K. (2007). *Tekhnologhycheskoe oborudovanye sakharных zavodov*. Moskva: Kolos, p.520.

6. Liulka, A., Mironchuk, V., Adamenko, A. and Adamenko, O. (2014). Beet cossettes triangular cross-section – the way to get and benefits. *Sakhar*, [online] (1), pp.40-43. Available at: <http://dspace.nu>

ft.edu.ua/jspui/handle/123456789/14517 [Accessed 1 Mar. 2019].

7. Shemz.ru. (2019). *Nozh svekloveznyy 1011-V* – АО «Shebekinskiy mashinostroitelnyy zavod». [online] Available at: <http://www.shemz.ru/shop/products/produkcija/prochee/oborudovanie-dlya-sa-harnoj-promyshlennosti/product/nozh-svekloveznyj-1011-v/> [Accessed 1 Mar. 2019].

8. Liulka, A., Mironchuk, V. and Lulka, D. (2016). The geometry of the cutting edge of sugar beet knives as a factor in obtaining quality beet cossettes. *Cukor Ukrainy*, [online] (11/12 (131/132), pp.36-40. Available at: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28815> [Accessed 1 Mar. 2019].

Аннотация

Аналитическое определение геометрических параметров рабочей части ножа кенигсфельдского типа

А.Н. Люлька, Н.Л. Никольський, И.А. Фабричнікова

В статье доказаны преимущества в использовании фрезерованных ножей кенигсфельдского (зигзагообразного) типа. Названы наиболее известные отечественные и зарубежные производители режущего оборудования свеклосахарной промышленности. Описаны современные направления использования режущего оборудования в свеклосахарной промышленности и на предприятиях общественного питания. Описаны виды и основные технические характеристики ножей. Приведены характеристики операций процесса восстановления рабочей части ножей кенигсфельдского типа. Представлены проекции рабочей части ножа кенигсфельдского типа с определением всех основных составляющих, дающие объемное представление о ее свойствах. Приведены аналитические зависимости, позволяющие определить: геометрические параметры боковой режущей кромки и ее проекций после торцевания, истончения и короткой заточки; все геометрические размеры и площадь параллелограмма режущей фаски, образованной с помощью короткой заточки пера ножа; угол утончения толщины пера при длинной заточки; угол между соседними режущими кромками. Предложено уравнение для определения общей площади режущих кромок пера ножа кенигсфельдского типа. Взаимодействие нарезаемого объекта и зигзагообразной кромки ножа кенигсфельдского типа приводит к отделению стружки с сохранением контакта между стружкой и объектом в течение всего процесса срезания. Степень деформации стружки зависит от формы и размеров поверхностей контакта (внутренней поверхности пера ножа), для определения которых в статье приведены аналитические зависимости. Ценность представленных результатов исследований заключается в возможности их практического применения для: определения общего сопротивления и удельной работы резания; расчета составляющей мощности свеклорезки, которая расходуется на измельчение корнеплодов; расчета количества расходных материалов при локальном укреплении рабочей части ножа.

Ключевые слова: *резка, кенигсфельдский нож, режущая кромка, угол заточки, геометрические параметры, рабочая часть ножа, перо ножа, овощерезка.*

Abstract

Analytical definition of geometrical parameters the working part of the beet slicing knives

O.N. Liulka, M.L. Nikoljskyj, I.A. Fabrychnikova

The article proves the advantages in using milled knives of königsfeld (zigzag) type. The most famous domestic and foreign manufacturers of the cutting equipment of the sugar-beet industry are named. Describes the current trends in the use of cutting equipment in the sugar-beet industry and in catering. The types and

main technical characteristics of knives are described. The characteristics of the operations of the restoration of the working part of the Königsfeld type knives are given. The projections of the working part of the knife of the Königsfeld type with the definition of all the main components, giving a volumetric idea of its properties, are presented. Analytical dependences are given, allowing to determine: the geometrical parameters of the lateral cutting edge and its projections after facing, thinning and short sharpening; all geometrical dimensions and area of the parallelogram of the cutting chamfer, formed by short sharpening the knife pen; the angle of thinning of the thickness of the pen with a long sharpening; angle between adjacent cutting edges. An equation is proposed for determining the total area of cutting edges of a feather of the Königsfeld type knife. The interaction of the object being cut and the zigzag edge of a Königsfeld type knife leads to the separation of cosettes, maintaining contact between the cosettes and the object during the entire cutting process. The degree of slice deformation depends on the shape and size of the contact surfaces (the inner surface of the blade), for which the analytical dependencies are given in the article. The value of the presented research results lies in the possibility of their practical application for: determining the total resistance and specific cutting work; calculating the power component of the beet slicer, which is spent on chopping beet- root; calculating the amount of consumables for the local strengthening of the working part of the beet knife.

Keywords: *cutting, beet slicing knife, cutting edge, angle of sharpening, geometrical parameters, working part of the knife, knife feather, vegetable cutter.*

Представлено від редакції: В.М. Лук'яненко / Presented on editorial: V.M. Lukianenko

Рецензент: М.В. Бакум / Reviewer: M.V. Bakum

Подано до редакції / Received: 11.02.2019