

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУРЯКОВОЇ СТРУЖКИ РІЗНОГО ПЕРЕРІЗУ

Коломієць В.В., д.т.н., проф., Фабричнікова І.А., асист., Бражник М.С., студ.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

В статті продовжені теоретичні дослідження процесу утворення бурякової стружки, що дозволяють обґрунтувати вибір перетину стружки та вплинути на якість і ефективність технології бурякоцукрового виробництва

Постановка проблеми (завдання). Як відомо, для вироблення цукру коренеплід цукрового буряка зрізується бурякорізальними ножами в стружку. А якість бурякової стружки є одним з визначальних чинників ефективності бурякоцукрового виробництва. Тому вивчення процесу утворення бурякової стружки є актуальним і представляє науковий інтерес.

Наукова новизна. Розрахунок геометричних характеристик – моментів інерції, площ перетину та моментів опору – перспективних перерізів бурякової стружки і обґрунтування доцільності їх застосування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що багато дослідників [1, 2, 3 і 4] вивчали механічні параметри процесу здобуття бурякової стружки: кути заточування бурякорізальних ножів, їх профіль, товщину леза, швидкість подачі коренеплодів в зону різання і тому подібне. В попередній публікації [5] не просто введено поняття випереджаючої тріщини при утворенні бурякової стружки, а теоретично описані і визначені її геометричні параметри з урахуванням дійсних процесів, що відбуваються в зоні різання.

Мета. У даній статті хочу, по-перше, далі розвинути теоретичні основи процесу утворення бурякової стружки і, по-друге, обґрунтувати ефективність практичного застосування різних форм поперечного перерізу.

Вказана мета досягається тим, що визначені моменти інерції двох перспективних перерізів бурякової стружки дають можливість теоретично обґрунтувати доцільність застосування стружки різного перерізу для дифузійних апаратів коритного та колонного типу.

Показники якості бурякової стружки залежать від ряду чинників, зокрема від якості цукросировини (підв'яленість, ураженість хворобами, морозом та ін.). Одразу зауважимо, що дані дослідження зроблено для буряка нормальної якості.

Серед основних вимог до якості бурякової стружки, згідно Правил усталеної практики 15.83-37-106:2007р., є гладкість поверхні без тріщин та рваних країв, достатня міцність на розрив, вигин і зминання та хороша проникність протягом усього процесу сокодобування.

Утворення бурякових стружок різного перерізу (ромбовидного або «соломка») досягається взаємним відносним зміщенням бурякорізальних ножів

в послідовно встановлених ножових рамах на долі кроку ножа t . Оператори бурякорізок контролюють це відносне розташування ножових рам і повинні вчасно його регулювати. Та практично в більшості бурякорізок під час їх експлуатації порушується чіткість відносного зміщення рам, тому різновид бурякових стружок збільшується (рис. 1).

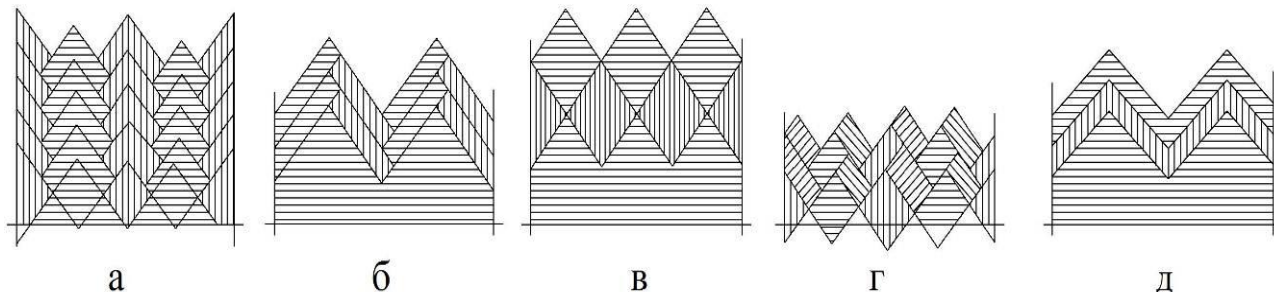


Рис.1 – Фактичні схеми утворення бурякових стружок:

а) ребриста соломка, б) широка соломка, в) ромбовидна, г) дрібна соломка, д) ребриста пластина.

Вважається, що високим вимогам до якості бурякової стружки якнайповніше відповідає стружка ромбоподібного перерізу, яка і використовується останнім часом на цукрових заводах.

Визначимо геометричні характеристики бурякової стружки ромбоподібного перерізу. У зв'язку з тим, що поперечний переріз неї є ромб з кутом 75° з боку різання, обчислимо момент інерції відносно головної осі перерізу X (рис. 2).

Позначимо: сторона ромба – b , напівдіагональ по осі x – p , напівдіагональ осі y – a .

Тоді момент інерції прямокутного трикутника $I_{x_1} = \frac{pa^3}{12}$, а всього ромба

$$I_x = 4 \cdot I_{x_1}, \quad \text{тобто } I_x = \frac{pa^3}{3}. \quad \text{Але } p = b \cdot \sin \alpha/2 \text{ та } a = b \cdot \cos \alpha/2.$$

$$\text{Тоді } I_x = \frac{b \cdot \sin \alpha/2 \cdot b^3 \cdot \cos^3 \alpha/2}{3} = b^4 \frac{\sin \alpha/2 \cdot \cos^3 \alpha/2}{3}.$$

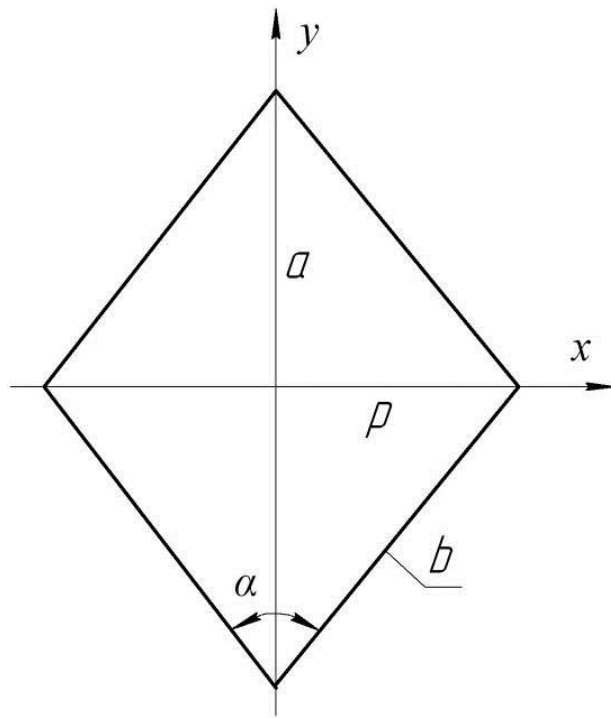


Рис. 2 – Поперечний переріз стружки «ромбовидний»

При $b = 7 \cdot 10^{-3}$ м та $\alpha = 75^\circ$, а також $\sin 75^\circ = 0,9659$, $\sin 37^\circ 30' = 0,60876$ та $\cos 37^\circ 30' = 0,79335$ одержимо

$$I_x = b^4 \frac{\sin \alpha/2 \cdot \cos^3 \alpha/2}{3} = (7 \cdot 10^{-3})^4 \cdot \frac{\sin 37^\circ 30' \cdot \cos^3 37^\circ 30'}{3} =$$

$$= 2,401 \cdot \frac{0,6087 \cdot 0,79335^3}{3} \cdot 10^{-9} = 0,243 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4.$$

Аналогічно,

$$I_y = b^4 \frac{\sin^3 \alpha/2 \cdot \cos \alpha/2}{3}, \text{ що дає}$$

$$I_y = (7 \cdot 10^{-3})^4 \cdot \frac{0,6087^3 \cdot 0,79335}{3} = 0,14319 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4.$$

Обчислимо інші геометричні характеристики.

Площа перерізу

$$S = 2ap = 2b^2 \sin \alpha/2 \cdot \cos \alpha/2 = b^2 \sin \alpha = 49 \cdot 0,9659 \cdot 10^{-6} = 47,33 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

$$S = 2ap = 2b^2 \sin \alpha/2 \cdot \cos \alpha/2 = 2 \cdot (7 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,6087 \cdot 0,79335 = 47,325 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Напівдіагональ по осі x – $p = 1/2 \cdot t$. Для най поширеного кроку бурякорізального ножа $t = 8,25 \cdot 10^{-3}$ м тоді площа перерізу складатиме

$$S = 2ap = 8,25 \cdot 10^{-3} \cdot b \cdot \cos \alpha/2 = 8,25 \cdot 7 \cdot 0,79335 \cdot 10^{-6} = 45,816 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Моменти опору

$$AO = \frac{b}{2}; \quad AO_2 = \frac{P}{2}; \quad OO_2 = \frac{a}{2}.$$

Момент інерції перерізу $I_{xABCDE} = I_{xFBCD} - I_{xAOEF}$.

Із наведених вище міркувань $I_{xFBCD} = 0,24 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4$.

Обчислимо момент інерції перерізу АОЕФ

$$I_{xAOEF} = \frac{\rho \left(\frac{a}{2}\right)^3}{2} + S_{AOEF} \cdot \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{b \sin \alpha/2 \cdot b^3 \cos^3 \alpha/2}{2 \cdot 8} + \frac{b \sin \alpha/2 \cdot b \cos \alpha/2}{8} \cdot \frac{b^2 \cos^2 \alpha/2}{4} =$$

$$= \frac{3}{32} b^4 \sin \alpha/2 \cos^3 \alpha/2 = \frac{3}{32} \cdot 7^4 \cdot 10^{-12} \cdot 0,61 \cdot (0,79)^3 = 67,28 \cdot 10^{-12} = 0,067 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4.$$

Тоді $I_{xABCDE} = 0,24 \cdot 10^{-9} - 0,067 \cdot 10^{-9} = 0,173 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4$.

Розмірковуючи аналогічним чином, отримаємо формулу для обчислення

$$I_{xA_1HE_1F} = \frac{1}{3} \left(b \sin \alpha/2 - \frac{1}{2} \delta \cdot \text{tg} \alpha/2 \right) \left(b \cos \alpha/2 - \frac{\delta}{2} \right)^3 +$$

$$+ \frac{1}{2} \left(b \sin \alpha/2 - \frac{1}{2} \delta \cdot \text{tg} \alpha/2 \right) \left(b \cos \alpha/2 - \frac{\delta}{2} \right) \cdot \frac{\delta^2}{4}.$$

Для $\delta = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ отримаємо $I_{xA_1BCDE_1} = 0,24 \cdot 10^{-9} - 0,074 \cdot 10^{-9} = 0,166 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4$.

Таким чином, завдяки зменшенню моменту інерції перетину стружки типу «ребриста соломка» зменшилась її жорсткість, а отже збільшилась її податливість при згинанні, що призвело до зменшення утворення тріщин і розривів. До того ж форма такого перерізу стружки підвищує її проникність протягом усього процесу сокодобування, тобто покращує її здатність до екстракції цукру в ході дифузійного процесу. І це суттєві переваги над буряковою стружкою ромбовидного перерізу.

Потрібно звернути увагу і на той факт, що форма перерізу впливає на загальну довжину 100г наважки стружки. А саме:

- для перерізів «широка» та «дрібна соломка» загальна довжина стружки складатиме 12...15м;
- для ромбовидного перерізу 7...9м;
- для перерізу «ребриста соломка» 9...10м.

Технологічним режимом рекомендовано для дифузійних апаратів коритного типу (ДЦ) використовувати стружку довжиною 8...10м, а для дифузійних апаратів колонного типу (ЕК) – 10...11м.

Отже, визначені моменти інерції двох найперспективніших перерізів бурякової стружки дають можливість теоретично обґрунтувати доцільність застосування стружки перерізу «ребриста соломка» для дифузійних апаратів і коритного, і колонного типу.

І хоча отримання такого перерізу стружки і вимагає від операторів бурякорізок ретельного регулювання відносно зміщення ножів в рамах, останнім

часом це стало цілком можливим при сучасній технології ремонту ножових рам та тарчів відцентрових бурякорізок. Такий досвід має фірма «Корунд» м. Київ.

Список використаних джерел:

1. Гребенюк С.М. Усилие на ноже при резании сахарной свеклы / С.М. Гребенюк, В.Г. Белик, А.М. Щербаков. Известия вузов СССР. – М.: Пищевая технология, 1982. № 6 – С.88-94.
2. Гребенюк С.М. Исследование силовых взаимодействий сахарной свеклы с барабаном свеклорезок // С.М. Гребенюк, С.М. Щербаков Сахарная промышленность. 1981. №2 – С.22-25.
3. Клименко М.Н. и др. Резание пищевых продуктов лезвием // Пищевая технология. – Известия вузов СССР, г. Краснодар, 1977. №3 – С.90-93.
4. Щеголев В.Н. Перемещение и вращение корней свеклы в силовом поле резок при резании их на стружку.– Труды ВНИИСПа, 1964, вып. X, С. 34.
5. Фабричнікова І.А. Уточнені умови утворення стружки при зрізанні коренеплоду цукрового буряка бурякорізалями ножами// І.А. Фабричнікова, В.М. Євдокимов Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка, випуск 107, Харків: 2011р., С. 194-201.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕКЛОВОЙ СТРУЖКИ РАЗЛИЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Коломиец В.В., Фабричникова И.А., Бражник М.С.

В статье продолжены теоретические исследования процесса образования свекловичной стружки, позволяющие обосновать выбор сечения стружки и повлиять на качество и эффективность технологии свеклосахарного производства

Abstract

DETERMINATION OF GEOMETRICAL DESCRIPTIONS OF SUGAR-BEET SHAVING OF DIFFERENT SECTION

V. Kolomiets, I. Fabrichnikova, M. Bragnik

In the article theoretical researches of process are continued formations of the sugar-beet shaving, allowing to ground the choice of section of shaving and influence on quality and efficiency of technology of sugar-beet production