

УДК 66.084.6

Ф.М. Крисак

ПП «Науково -виробнича фірма Фанком»

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ ТОНКИХ ВОДЯНИХ СТРУМЕНІВ ВИСОКОГО ТИСКУ НА ПРОЦЕС МИТТЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Обґрунтовані геометричні параметри струменевих сопел, проведена оптимізація дії тонких водяних струменів високого тиску на рослину сировину в процесі її миття з мінімальними витратами мийної води і енергії.

Ключові слова: тонкий водяний струмінь, сопло, оптимізація струменевих пучків.

Рис. 3. Форм. 7. Літ. 3.

Ф.Н. Крисак**ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ТОНКИХ ВОДЯНЫХ СТРУЙ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПРОЦЕСС МОЙКИ РОСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Обоснованы геометрические параметры струйных сопел, проведена оптимизация воздействия водяных струй высокого давления на растительное сырье в процессе мойки с минимальные затраты моечной воды и энергии.

Ключевые слова: тонкая водяная струя, сопло, оптимизация струйных пучков.

F.M. Krysak**FEATURES OF RECEIPT AND OPTIMIZATION OF INFLUENCE OF THIN WATERJETS OF HIGH-PRESSURE ARE ON PROCESS OF WASHING OF DIGISTER**

Reasonable geometrical parameters of stream nozzles, conducted optimization of action of thin waterjets of high-pressure on a digister in the process of her washing with the minimum charges of washing water and energy

Постановка проблеми: з метою застосування тонких водяних струменів високого тиску для миття рослинної сировини з мінімальними витратами мийної води і енергії, необхідні теоретичні обґрунтування геометричних параметрів сопел різної конструкції та оптимізація застосування струменевих пучків.

Результати дослідження. В роботах [1, 2] досліджувалась гідродинаміка тонкого водяного струменя, проте відсутні дослідження отримання та оптимізації впливу струменевих пучків тонких водяних струменів високого тиску на процес миття рослинної сировини.

Особливості отримання пучка струменів із перфорованого сопла показано на рис. 1.

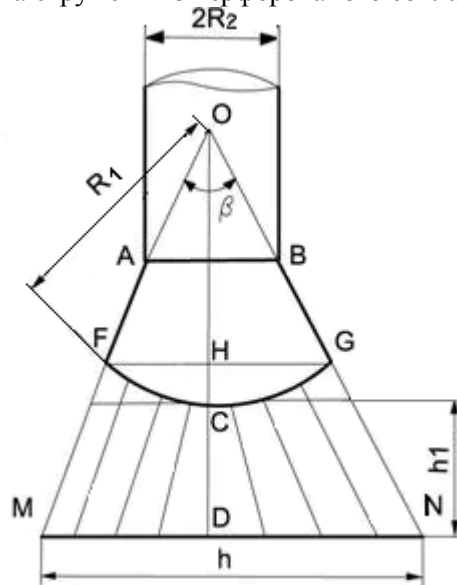


Рис. 1. Параметри струменевого сопла

R_1 – радіус кривизни перфорованої поверхні; R_2 – радіус горловини сопла; β – кут розкриття струменя; h – ширина транспортеру; h_1 – відстань від перфорованої поверхні до транспортеру.

© Ф.М. Крисак

Струменевий пучок складається з багатьох локальних струменів, які виходять з перфорованого сопла (рис.1). Чим менші діаметр локального струменю і відстань перфорованої поверхні до транспортеру, тим глибша воронка на поверхні забруднення. Сукупність локальних струменів руйнують шар забруднень і змивають його з поверхні коренеплоду.

Кут розкриття струменів дорівнює:

$$\beta = 2 \operatorname{arctg} \frac{h}{2(h_1 + R_1)}.$$

Площа вихідної поверхні сопла (кульовий сегмент) дорівнює:

$$S = \pi(CH^2 + FH^2). \quad (1)$$

З рис.1 знаходимо:

$$CH = R_1 \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right) = R_1 \left(1 - \cos \left(\operatorname{arctg} \frac{h}{2(h_1 + R_1)} \right) \right) = R_1 \left(1 - \frac{2(h_1 + R_1)}{\sqrt{h^2 + 4(h_1 + R_1)^2}} \right);$$

$$FH = R_1 \sin \frac{\beta}{2} = R_1 \sin \left(\operatorname{arctg} \frac{h}{2(h_1 + R_1)} \right) = \frac{R_1 h}{\sqrt{h^2 + 4(h_1 + R_1)^2}}.$$

За допомогою формули (1) знайдемо:

$$S = \pi R_1^2 \left(2 - \frac{4(h_1 + R_1)}{\sqrt{h^2 + 4(h_1 + R_1)^2}} \right). \quad (2)$$

Нехай h_0 – товщина приграничного шару води на бокових стінках сопла. Цей шар спирається на кільцеву поверхню, площа якої дорівнює :

$$S_0 = 2\pi F H h_0 = \frac{2\pi R_1 h_0 h}{\sqrt{h^2 + 4(h_1 + R_1)^2}}. \quad (3)$$

Площа, яку необхідно покрити перетинами локальних струменів, використавши формули (2) і (3) становитиме:

$$S_1 = S - S_0 = 2\pi R_1 \left(R_1 - \frac{2R_1(h_1 + R_1) - h_0 h}{\sqrt{h^2 + 4(h_1 + R_1)^2}} \right) \quad (4)$$

Якщо діаметр локального струменю дорівнює товщині приграничного шару, то отримаємо формулу коефіцієнту живого січення:

$$\alpha = \frac{\pi N h_0^2}{S - S_0}, \quad (5)$$

де N – число локальних струменів, що дорівнює числу отворів.

Це число залежить від способу будови сітки з вузлами в центрі отворів. Сітка повинна мати дві властивості:

1) відстань між суміжним центрами отворів постійна;

2) клітки сіток рівновеликі.

Загальний метод побудови таких сіток наступний. Покривається сіткою вся сфера, якій належить сегмент FCG. Ця сітка утворює ікосаедр у якого 20 граней та 30 ребер. Кількість вершин знайдемо за формулою Ейлера [3]:

$$V = \Gamma - P + 2 = 30 - 20 + 2 = 12.$$

Перші 12 вузлів сітки на сфері являються вершинами ікосаедра. До цих вузлів додаються 20 центрів граней трикутників. Так на сфері утворюється сітка, у якій число вузлів дорівнює 32.

Таким методом отримаємо послідовність кількості вузлів, що рівномірно покривають поверхню сфери трикутною сіткою :

$$12; 32; 92; 272... \quad (6)$$

Отже кількість локальних струменів сопла із формули (5) становитиме :

$$N = \frac{nS_1}{4\pi R_2^2}, \quad (7)$$

де n - одне з чисел послідовності із ряду (7).

Отже кількість локальних струменів в соплі визначають п'ять геометричних параметрів:

- 1) радіус горловини сопла;
- 2) радіус кривизни перфорованої поверхні;
- 3) відстань перфорованої поверхні до транспортеру;
- 4) ширина транспортеру;
- 5) товщина приграничного шару води на бокових стінках всередині сопла.

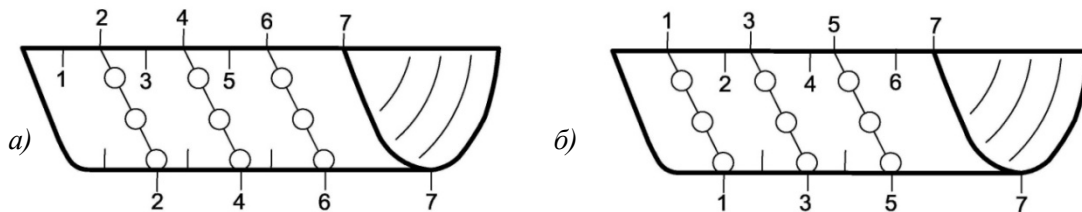


Рис. 2. Розміщення тонких струменів на сусідніх пучках:

а) розміщення початку струменів на парних паралелях; б) розміщення початку струменів на непарних паралелях

Якщо струменеві пучки мають плоске або сферичне сопло, то інтервал між сусідніми пучками не покривається струменями. Ці недоліки можна уникнути, якщо поверхні сопел мають циліндричну форму. Переваги такої форми показані на рис.2 і рис.3.

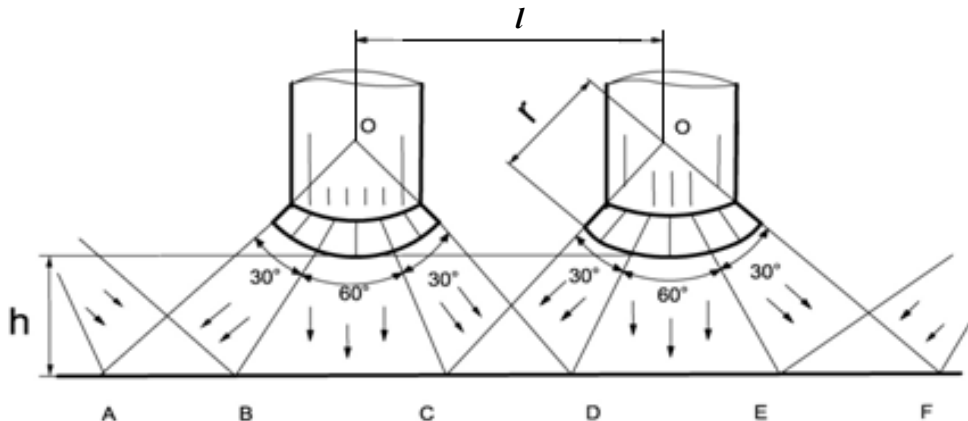


Рис. 3. Покриття поверхні струменями двох сусідніх пучків:

h – мінімальна довжина струменю; r – радіус кривизни сопла; l – відстань між соплами

При розміщенні тонких струменів на паралелях циліндричної поверхні пучки на парних паралелях (рис. 2.а) не перетинаються с пучками на непарних паралелях (рис. 2.б), але покривають загальну площу (рис.3).

На рис. 3 зображено покриття струменями ділянку АF двома сусідніми пучками. Ділянка АВ покривається чвертю всіх струменів пучка а) і чвертю всіх струменів сусіднього зліва пучка. Ділянка ВС покривається половиною всіх струменів пучка а). Ділянка CD покривається чвертю струменів пучка а) і чвертю струменів пучка б). Ділянка DE покривається половиною всіх струменів пучка б). Ділянка EF покривається чвертю всіх струменів пучка б) і чвертю всіх струменів сусіднього пучка справа.

За умови рівності числа струменів в кожному пучку всі п'ять ділянок (АВ, ВС, CD, DE, EF) покриваються однаковим числом струменів. Щільність струменів (кількість струменів на одиницю площі) однакова для ділянок ВС і DE, а також для ділянок АВ, CD і EF.

Порівняємо ці щільності:

$$BC = 2(h+r)tg30^\circ = \frac{2}{\sqrt{3}}(h+r);$$

$$AB = (h+r)tg60^\circ - \frac{BC}{2} = (h+r)\sqrt{3} - \frac{h+r}{\sqrt{3}} = \frac{2(h+r)}{\sqrt{3}}.$$

Тому: $AB = BC = CD = DE = EF$.

Таким чином на рис. 3 зображена постійна щільність розподілення струменів. Відстань d між центрами сусідніх пучків при мінімальній довжині струменю h , радіусі кривизни циліндричного сопла r і кулі розкриття пучка 120° , для рівномірного покриття площі, відстань між центрами сусідніх становитиме:

$$l = \frac{1}{2}BC + CD + \frac{1}{2}DE = 2BC = \frac{4(h+r)}{\sqrt{3}}.$$

Висновок. В результаті проведених теоретичних досліджень отримані залежності дають можливість визначати геометричні параметри сопел для отримання пучків тонких водяних струменів і оптимізувати ефективно їх використання, проводити процес миття з мінімальними витратами води і енергії.

1. Гордиенко А.В. Влияние гидравлических параметров высокоскоростной струи на эффективность водорезания пищевых продуктов / А.В.Гордиенко, А.В. Погребняк // Перспективы пищевых технологий. – 2009. – Вып. 20. – С. 148-153.
2. Бафталовский В.Е. О пороговых значениях скорости истечения водяных струй в автомобильном режиме / В.Е.Бафталовский // Науч. тр. – 1982. – Вып. 207. – С. 84-92.
3. Соколенко О.І. Вища математика. К., 2002. – 392 с.

Стаття надійшла до редакції 27.03.2014.