

## РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ М'ЯСОРІЗАЛЬНИХ ВОВЧКІВ

Батраченко О.В.

Черкаський державний технологічний університет

**Постановка проблеми.** Серед обладнання м'ясної промисловості особливе місце займають м'ясорізальні вовчки. Якість подрібнення сировини в цих машинах, як відомо, має визначальний вплив на якість готового продукту. Як відомо, процеси, що характеризують роботу вовчка, багатогранні: різання, тертя, транспортування. Кожен з цих процесів має свої визначальні особливості, що зумовлюють відповідні вимоги до конструкції вузлів та режимів роботи машини. Раціональне врахування та узгодження вказаних факторів продовжує і надалі залишатись важливою задачею проектування м'ясорізальних вовчків. В той же час розрахунок продуктивності вовчка за існуючими виразами дає велику похибку обчислень. На сьогоднішній день існує багато конструкцій вовчків, які відрізняються між собою не тільки продуктивністю та енергоємністю, а й гранулометричним складом отриманого продукту, причому порівняння конструкцій за вказаним показником на сьогоднішній день ускладнено через відсутність належних математичних виразів. Це створює незручність при виборі конструкції вовчка у технологічну лінію.

**Аналіз існуючих рішень.** На сьогоднішній день існує багато праць, присвячених вивченню роботи та особливостей конструкції вовчків. Узагальнені знання з цих питань представлені у працях, що використовуються не тільки при проектуванні машин, а й при навчанні студентів за даним фахом [1-4].

Найбільш загальноприйнятою, що дала поштовх для створення інших методик, є методика розрахунку основних технологічних параметрів вовчків, що наведена в [1]. Згідно з нею продуктивність вовчка визначають або по пропускній здатності подавального механізму або по продуктивності різального механізму. По пропускній здатності подавального механізму продуктивність визначають за формулою, кг/год:

$$Q = 60\alpha \frac{p}{4} (D^2 - d^2) n \cdot t \cdot r, \quad (1)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт подачі або використання шнека, що залежить від довжини шнека, зазорів між шнеком та стінкою циліндра та ін.; практично рекомендується приймати  $\alpha = 0,25 \div 0,35$ ;  $D$  – зовнішній діаметр шнека (по виткам), м;  $d$  – діаметр вала шнека, м;  $n$  – кількість обертів шнека за

хвилину;  $t$  – крок шнека, м;  $p$  – густина сировини, кг/м<sup>3</sup>.

При визначенні продуктивності за цим виразом неможливо відобразити вплив конструктивних особливостей різального вузла.

Продуктивність вовчка по різальній здатності знаходять, використовуючи формулу, кг/год:

$$Q = \alpha \frac{60 \cdot n \cdot p D^2}{4} (j_1 \cdot Z_1 + j_2 \cdot Z_2 + \dots + j_n \cdot Z_n), \quad (2)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт використання різального механізму;  $n$  – кількість обертів шнека за хвилину;  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  – кількість лез (пер) ножа;  $F$  – поверхня продукту після подрібнення, м<sup>2</sup>/кг;  $j_1, j_2, \dots, j_n$  – коефіцієнт використання площі решітки, що являє собою відношення сумарної площі усіх отворів для проходу сировини в решітці до усієї площі решітки, причому:

$$j = n \cdot d^2 / D^2, \quad (3)$$

де  $n$  – кількість отворів в решітці;  $d$  – діаметр отвору, мм;  $D$  – діаметр решітки, мм.

При визначенні продуктивності вовчка за різальною здатністю розрахунок ведеться за виразом

$$Q = f(z),$$

де  $z$  – кількість лез ножа, але не відображено і зворотний вплив збільшення кількості лез ножа  $Q = f(1/z)$ . Такий зворотний вплив обумовлений зменшенням площі живого перерізу решітки на величину площі фронтальної проекції ножа (рис. 1 а, тут форма лез ножа не є визначальною). Тобто фізичний зміст (2) (чим більше лез ножа – тим більша продуктивність) не можна вважати коректним.

Згідно з іншою методикою [2] продуктивність вовчка визначається за різальною здатністю різального механізму, тобто за формулою (2). Окремо вказується, що усі три послідовно працюючі механізми вовчка повинні працювати синхронно.

Згідно з [3], продуктивність вовчка також визначається за (2), але окремо вказується, що питома поверхня продукту після подрібнення аналітично визначається за формулою

$$F = \frac{4u \cdot t + 2d}{u \cdot t \cdot r \cdot d}, \text{ м}^2/\text{кг}, \quad (4)$$

де  $u$  – швидкість руху сировини крізь отвори решітки, м/с;  $t$  – тривалість повороту ножового вала на кут, що дорівнює куту поміж лезами ножа, с; причому  $t = 1/(n \cdot z)$ , тут  $n$  – частота обертання ножового вала, с<sup>-1</sup>;  $z$  – кількість лез ножа;  $\rho$  – густина сировини, кг/м<sup>3</sup>;  $d$  – діаметр отворів у вихідній решітці, м.

Недоліком виразу (4) слід вважати відсутність відображення впливу фронтальних проєкцій лез ножів на значення відрізка часу руху сировини крізь отвір решітки між двома різальними діями ножа.

Згідно з [4], продуктивність вовчка також можна визначити двома способами: за пропускною здатністю подавального шнекового механізму та за пропускною здатністю різального механізму. При використанні параметрів шнекового пристрою продуктивність визначається за формулою

$$P = u_{\Pi} \cdot r_{\Pi} \cdot S_p \cdot j, \quad (5)$$

де  $u_{\Pi}$  – швидкість продуктового потоку;  $r_{\Pi}$  – щільність потоку;  $j$  – коефіцієнт заповнення;  $S_p$  – робоча площа останньої ножової решітки, що, по суті, є загальною площею отворів на ній, тобто

$$S_p = \frac{\pi d_0^2}{4} z_0, \quad (6)$$

де  $d_0$ ,  $z_0$  – відповідно діаметр та кількість отворів на цій решітці.

Площу  $S_p$  можна розрахувати також за співвідношенням, що тотожно (3).

Швидкість продуктового потоку визначається через внутрішній та зовнішній діаметри шнека і частоту його обертання.

Недоліком виразу (5) є відсутність належного відображення конструктивних особливостей різального вузла (ножів) та оперування в одному виразі показниками решітки та шнека.

При використанні параметрів різального механізму продуктивність вовчка розраховують за (2).

Потужність приводу вовчка розраховують також двома способами: за узагальненою форму-

лою [1, 3] та за формулою, що містить декілька компонентів потужності [2, 4].

Отже, можна вважати, що розрахунок продуктивності, згідно з [1] чи [4], має на увазі варіантність підходу проєктанта до визначення головного процесу, що відбувається у вовчку, – подача матеріалу або його подрібнення.

Розрахунок продуктивності, згідно з [2] чи [3], взагалі передбачає оперування тільки показниками процесу подрібнення (різання). Тобто тут головна функція машини визначена однозначно – отримання якомога більш подрібненого продукту.

Таким чином, зрозуміло, що є невирішеним питання вибору головної функції вовчка. Розрахунки за наведеними методиками не відповідають паспортним даним вовчків, що серійно випускаються. Слід зазначити, що наявність декількох методик, які відрізняються одна від одної, створює незручність при проєктуванні машини і не дозволяє впевнено отримати працездатну конструкцію без надлишкових витрат на доопрацювання.

**Метою** даної статті є створення методики розрахунку основних технологічних параметрів вовчка, яка б забезпечувала однозначність ходу визначення продуктивності, дозволяла визначати ступінь подрібнення сировини та дозволяла отримувати результати вказаних обчислень із високою точністю.

**Виклад основного матеріалу.** При вдосконаленні методики визначення технологічних параметрів вовчка спочатку необхідно чітко визначитись у причинах наявності подвійного підходу до визначення продуктивності.

Розглянемо вовчок системно. Як відомо [1-4, 6], вовчок – це машина для середнього подрібнення сировини, що використовується у лініях із виробництва м'ясних продуктів. Отже, головна функція вовчка розкривається не при використанні даної машини окремо, самої по собі, а при використанні її у системі з іншим обладнанням – у технологічній лінії.

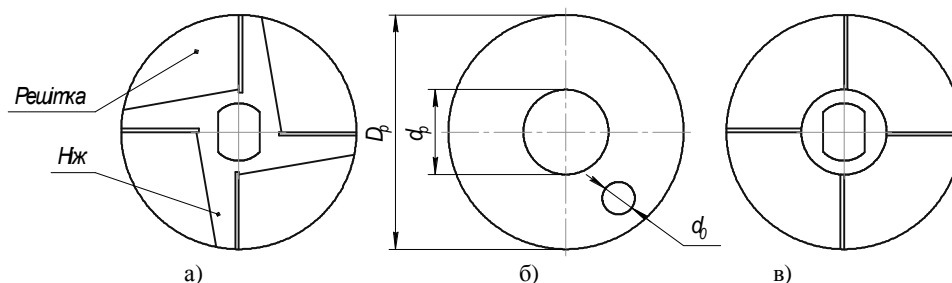


Рис. 1. Геометричні параметри деталей різального комплексу

Головним техніко-економічним показником продовольчого обладнання, що визначає можливість використання конкретної конструкції

у складі проєктованої лінії, є технічна продуктивність, яка, у свою чергу, залежить від теоретичної продуктивності [6]. Також необхідно

пам'ятати, що вовчок найчастіше підготовлює сировину для подальшого подрібнення на куттерах та емульсификаторах. Різні конструкції вовчків можуть зумовлювати різний ступінь подрібнення сировини, але такі коливання ступеня подрібнення не можуть розглядатися як визначальні, тому що ступінь подрібнення на куттері значно вищий і вовчок не може замінити наступну по технологічному ланцюгу машину – куттер. А це означає, що характеристика ступеня подрібнення сировини для вовчка є важливою, але у порівнянні із можливістю забезпечити задану продуктивність усієї лінії, наприклад по виробництву сосисок, є другорядною. Це твердження справедливо з огляду на те, що для всієї технологічної лінії готовим продуктом є сосиски, які пройшли обробку на багатьох технологічних операціях, кожна з яких має свої особливості, тобто для лінії головним показником є кількість штук сосисок, вироблених за визначений проміжок часу, а не, наприклад, гранулометричний склад частинок сировини, що містяться у готовому продукті.

Також згідно з [1-4], продуктивність розраховується за (2), тобто чим більш подрібнена буде сировина (більше значення  $z$ ), тим більше буде продуктивність вовчка, але при використанні решіток, коефіцієнт використання площі яких  $j = 0,9-0,98$ , опір різального механізму вовчка може зменшитись до такого значення, коли сировина зможе протискуватись крізь решітки і без подрібнення ножами (на зразок макаронного пресу).

Таким чином, параметри, що характеризують подрібнення сировини, коректніше пов'язувати із енергоємністю роботи вовчка, а не з його продуктивністю.

На основі усього вищезазначеного пропонується проводити розрахунок продуктивності вовчка за пропускною здатністю різального механізму із належним відображенням усіх визначальних компонентів різального вузла.

При визначенні продуктивності вовчка будемо вважати, що вона описується виразом  $Q = 60S \cdot u \cdot r$ , кг/год, де  $S$  – площа отвору, крізь який протискується сировина, м<sup>2</sup>;  $u$  – швидкість поступального руху сировини, м/хв;  $r$  – густина сировини, кг/м<sup>3</sup>.

В нашому випадку  $S = S_{ж.р.уз.}$ , де  $S_{ж.р.уз.}$  – загальна площа „живого” перерізу різального вузла. Причому

$$S_{ж.р.уз.} = j \cdot S_{p.p.} - S_n, \quad (7)$$

де  $S_{p.p.}$  – робоча площа вихідної решітки, м<sup>2</sup>; визначається таким чином:

$$S_{p.p.} = p(D_p^2 - d_p^2) / 4, \quad (8)$$

де  $D_p$  – зовнішній діаметр вихідної решітки, м;  $d_p$  – діаметр центрального отвору вихідної реші-

ки, м (рисунок 1 б);  $j$  – коефіцієнт використання робочої площі вихідної решітки:

$$j = (n \cdot d_0^2) / (D_p^2 - d_p^2), \quad (9)$$

де  $n$  – кількість робочих отворів;  $d_0$  – діаметр робочих отворів вихідної решітки, м;  $S_n$  – площа фронтальної проекції ножа, який контактує із вихідною решіткою, м<sup>2</sup>; причому

$$S_n = S_{\lambda} \cdot z_{\lambda}, \quad (10)$$

де  $S_{\lambda}$  – площа фронтальної проекції одного леза ножа, м<sup>2</sup>;  $z_{\lambda}$  – кількість лез ножа.

Швидкість поступального руху сировини визначатиметься так, м/хв:

$$u = a \cdot n_{ш} \cdot t,$$

де  $t$  – крок витків шнека, м;  $n_{ш}$  – частота обертання шнека, хв<sup>-1</sup>;  $a$  – коефіцієнт використання шнека (розраховується за (1)).

При розрахунку поступальної швидкості руху сировини не враховуємо діаметри шнека як змінні, виходячи з міркувань, що пропускна спроможність шнекового механізму повинна дорівнювати пропускній спроможності різального механізму [1, 2], тобто площа живого перерізу між витками шнека врахована через площу живого перерізу вихідної решітки.

Отже, загальний вираз по визначенню продуктивності вовчка буде таким, кг/год:

$$Q = 60a \cdot \left( \frac{j \cdot p(D_p^2 - d_p^2)}{4} - S_{\lambda} \cdot z_{\lambda} \right) \cdot n_{ш} \cdot t \cdot r \quad (11)$$

Розглянемо параметр, що характеризує подрібнення сировини. На нашу думку, визначення того, наскільки сировина подрібнена, у м<sup>2</sup>/кг (4) неправомірно. Для готового продукту визначальним є гранулометричний склад частинок сировини (їх геометричні параметри), значення густини сировини в даному контексті не регламентується.

Таким чином, пропонується ввести показник, який характеризував би подрібнювальну дію вовчка, тобто конструктивні особливості різального та подавального механізмів. Назвемо цей показник „ступінь подрібнення”.

Геометричні параметри частинок сировини зручно відображати через об'єм частинки, м<sup>3</sup>, що забезпечує чітке уявлення про розміри частинки на відміну від  $F$  (4). Також для готового продукту важливим показником подрібненої сировини є не тільки об'єм частинок, а й їх геометрична форма, тобто продовгувата частинка чи вона квадратного формату. З огляду на вищезазначене пропонуємо ступінь подрібнення відображати через два показники: об'єм частинок та індекс розтягнутості.

Ступінь подрібнення будемо виражати через об'єм, який має частинка, що пройшла останню різальну пару (враховується діаметр отворів вихідної решітки). Об'єм частинки будемо розраховувати через вираз

$$V = L \cdot \frac{p \cdot d_0^2}{4}, \text{ м}^3, \quad (12)$$

де  $d_0$  – діаметр отворів вихідної решітки, м;  $L$  – довжина частинки, м; причому  $L = u \cdot t$ , де  $u$  – швидкість поступального руху сировини, м/с;  $t$  – час, протягом якого витискується сировина з отвору решітки поміж двома різальними діями ножа, с. Цей параметр розраховується таким чином:

$$t = t_1 - t_2,$$

де  $t_1$  – час повороту ножового вала на кут, що дорівнює куту поміж різальними кромками леза ножа, с; причому

$$t_1 = 1/(n_n \cdot z) \quad (13)$$

де  $n_n$  – частота обертання ножового вала,  $\text{с}^{-1}$ ;  $z$  – кількість лез ножа;  $t_2$  – час повороту ножового вала на кут, який відповідає ширині леза ножа на ділянці леза, що проходить понад вказаними рядами отворів вихідної решітки, с.

Значення часу  $t_2$  знайдемо, користуючись схемою, що наведена на рис. 2. Розрахуємо значення  $t_2$  для отвору решітки, що знаходиться на  $k$ -му ряду (як видно з рисунка, при вказаній геометрії лез ножа отворам, що розташовані на різних рядах, відповідатимуть різні значення ширини леза ножа). Отже,  $t_2 = a / w$ , с, де  $a$  – кут між відрізками ОА та ОС, рад.,  $w$  – кутова швидкість обертання ножового вала, рад./с; причому  $w = 2p \cdot n_i$ , де  $n_i$  – частота обертання ножового валу,  $\text{с}^{-1}$ . При визначенні  $a$  для спрощення математичного апарату будемо вважати, що довжина дуги АС дорівнює довжині відрізка АВ, АВ =  $b$ . Згідно з теоремою косинусів

$$b^2 = OA^2 + OB^2 - 2OA \cdot OB \cdot \cos a,$$

або, вважаючи, що  $OB = OC$ ,

$$b^2 = OA^2 + OC^2 - 2OA \cdot OC \cdot \cos a. \quad \text{Тобто}$$

$$b^2 = 2R_k (1 - \cos a). \quad \text{Тоді значення кута, град:}$$

$a = \arccos(1 - (2b^2 / R_k))$ . Таким чином, значення часу  $t_2$  визначатиметься за виразом, с:

$$t_2 = \arccos(1 - (2b^2 / R_k)) / 360 \cdot n. \quad (14)$$

Тоді значення об'єму частинки буде дорівнювати,  $\text{м}^3$ :

$$V = \frac{p \cdot u \cdot d_0^2}{1440 \cdot n_i \cdot z} \cdot (360 - z \cdot \arccos(1 - (2b^2 / R_k))) \quad (15)$$

За (15) можливо отримувати значення об'єму частинок, що вийшли з будь-якого ряду отворів вихідної решітки, тобто конкретизувати вплив геометрії леза ножа. Для спрощених обрахунків вираз (15) можна представити так:

$$V = \frac{p \cdot u \cdot d_0^2}{1440 \cdot n_i \cdot z} \cdot (360 - z \cdot \arccos(1 - 4b_{\text{сер}}^2 / (D_p - d_p))) \quad (16)$$

де  $D_p$  – зовнішній діаметр вихідної решітки, м;  $d_p$  – діаметр центрального отвору вихідної решітки, м;  $b_{\text{сер}}$  – середнє значення ширини леза ножа, м.

Показник, що характеризує співвідношення геометричних параметрів частинки, назвемо „індекс розтягнутості”, він визначається так:

$$i_p = L / d_0, \quad (17)$$

де  $L$  – повздовжній розмір частинки, м;  $d_0$  – поперечний розмір частинки, м.

Більшість конструкцій вовчків забезпечує таке подрібнення, коли  $i_p > 1$ . Найбільш бажаним слід вважати таке подрібнення сировини, при якому  $i_p = 1$ . В такому випадку можна забезпечити найменше значення  $V$  при заданому значенні діаметра отворів вихідної решітки  $d_0$ .

Теоретичний ступінь подрібнення зручно відображати так:

$$F = \frac{V}{i_p}, \quad (18)$$

де  $V$  – об'єм частинки сировини,  $\text{мм}^3$ .

Значення  $F$ , наприклад, може виглядати так:

$$F = \frac{21}{1,8},$$

що слід читати таким чином: при роботі вовчка із заданою компоновкою різального механізму та при обраних режимах роботи теоретично можливо отримувати частинки сировини об'ємом  $21 \text{ мм}^3$  довжина яких  $L=1,8d_0$ .

Тобто у випадку вказування у паспорті вовчків значення теоретичного ступеня подрібнення (18) (як додаткова характеристика) при проектуванні технологічної лінії стає можливим вибір конструкції вовчка, що більш повно задовольнятиме вимоги замовника. Також, оперуючи виразом (18), проектними організаціями можливе проведення порівняльного аналізу різальних вузлів, що мають різну компоновку та різні конструктивні особливості із визначенням найбільш оптимальних з них.

Визначення потужності, що споживається приводом вовчка, раціонально визначати згідно з [2, 4]. В такому разі дійсно буде відображений вплив особливостей конструкцій вузлів вовчка на величину споживаної енергії. Так, наприклад, згідно з [8] різним швидкостям обертання ножів та різним зусиллям стискання деталей різального комплексу будуть відповідати різні значення коефіцієнтів тертя  $f$  між ножами та решітками, при-

чому значення  $f$  можуть відрізнятися у рази. Згідно з [2, 4] значення енергії, що витрачається на тертя різальних пар, прямо пропорційне  $f$ . Таким чином, будь-які зміни у конструкції різального вузла або режимах роботи вовчка суттєво впливають на значення споживаної енергії. Тобто проєктант, обираючи те чи інше конструктивне рішення на початку проєктування, закладає відповідну величину енергії, що споживається машиною. За [1, 3] такого зв'язку із особливостями конструкції машини немає.

Порівняємо точність розрахунків за відомими методиками та за запропонованою. Згідно з ГОСТ 28533-90 [9] значення відношення зовнішнього та внутрішнього діаметрів  $D_p/d_p$  решіток знаходиться у межах 3,73-4,07. Це означає, що при визначенні робочої площі решітки за (8) отримане значення може відрізнятися (бути меншим) на 15 % від значення, отриманого за відомими методиками. Врахування виразу (10) змінює результат обрахунків на величину, що може набувати значення до 30 % (відомі ножі можуть мати площу фронтальної проекції таку, що дорівнює 1/3 від робочої площі решітки, як на рис. 1 а). Слід зазначити, що вказані похибки обрахунків не є такими, що виключають одна одну. Тобто сумарна похибка обрахунків продуктивності за відомими методиками може становити 45 %, що, на думку автора, є суттєвим. Також головна відмінність виразу (15) від (4) полягає у

врахуванні параметра (14). Це дозволяє визначити, що частинка сировини матиме довжину, що до 20 % менша, чим довжина частинки, якщо її рахувати за (4). Тобто фізичний зміст (4) такий, що сировина подрібнюється елементами (лезами), що мають нескінченно малу ширину (рис. 1 в). Тоді як за виразом (15) йдеться про роботу різальної пари такої, як на рис. 1 а або подібних їй.

Такі великі похибки обрахунків свідчать про те, що відомі методики розрахунку основних технологічних параметрів вовчків некоректно відображають особливості конструкції даної машини та процеси, що відбуваються при її роботі.

Особливо наочно видно недоліки відомих методик при розрахунку параметрів вовчків, у конструкції яких передбачено різні швидкості обертання робочого шнека та ножового вала [6, 7]. Кінематична схема такого вовчка [7] показана на рис. 3. А згідно з [5] у конструкції вовчка взагалі передбачено можливість плавної зміни відносної швидкості обертання робочого шнека та ножового вала, що дозволяє за [5] у більш широкому діапазоні варіювати ступенем подрібнення сировини. Для вовчків описаної конструкції стає необхідним оперування і поняттям продуктивності (11) та теоретичного ступеня подрібнення (17). Відомі методики не дозволяють коректно відокремити процес подрібнення сировини від забезпечення машиною заданої продуктивності.

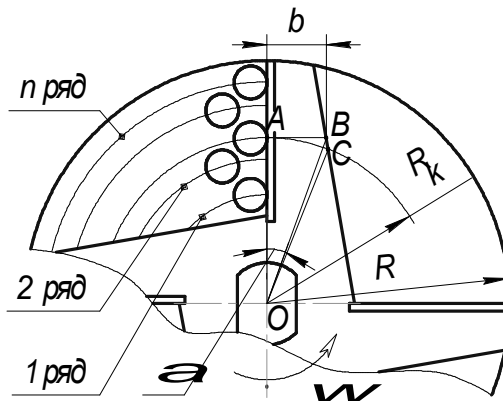


Рис. 2. Схема до визначення теоретичного ступеня подрібнення

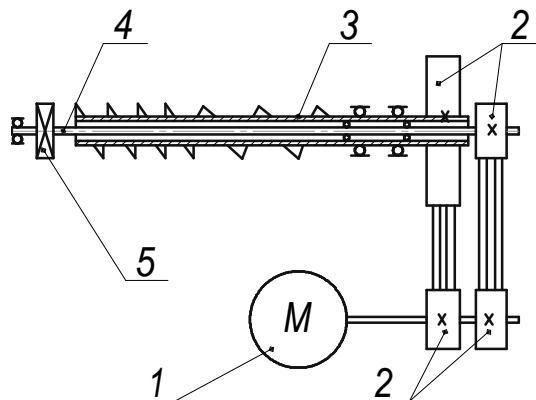


Рис. 3. Кінематична схема вовчка:  
1 – електродвигун; 2 – шківи; 3 – робочий шнек ( $n = 5 \text{ с}^{-1}$ ); 4 – ножовий вал ( $n = 8,3 \text{ с}^{-1}$ ); 5 – різальний комплект

**Висновки.** Отже, можна виділити такі головні відмінності розробленої методики від існуючих:

1) продуктивність вовчка та характеристики подрібнювальної дії визначаються не через продуктивність, а окремо визначається продук-

тивність машини у перерахунку на кількість переробленої сировини, а як додаткова характеристика вводиться поняття теоретичного ступеня подрібнення;

2) розрахунок продуктивності проводиться не за пропускною здатністю шнекового механізм-

му і не за різальною здатністю різального механізму, а за пропускнуою здатністю різального механізму;

3) при визначенні площі живого перерізу решітки враховується її зменшення на величину фронтальної проекції ножа, з яким вона контактує, що дає вищу точність розрахунків;

4) при визначенні площі живого перерізу решітки через коефіцієнт  $j$  враховується площа центрального отвору решітки, що дає вищу точність розрахунків;

5) визначення зовнішнього та внутрішнього діаметрів шнека при розрахунку основних технологічних параметрів вовчка не проводиться, вони розраховуються по прийнятому значенню площі живого перерізу вихідної решітки на наступних етапах проектування машини;

6) при визначенні теоретичного ступеня подрібнення враховується зменшення швидкості поступального руху сировини внаслідок негативного впливу фронтальних проекцій лез ножа.

Точність розрахунків за розробленою методикою може бути на 20-45 % вищою, ніж за раніше відомими.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Фалеев Г.А. Оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 484 с.
2. Пелеев А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 532 с.
3. Чижикова Т.В. Машины для измельчения мяса и мясных продуктов. – М.: Легкая промышленность, 1982. – 302 с.
4. Механічні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва: Навч. посіб. / П.С. Берник та ін. – Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2004. – 336 с.
5. А.с. СССР № 1057109 кл. В 02 С 18/30, 1983.
6. Машины и аппараты пищевых производств / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2001. – 1380 с.
7. Татуревич А.Н. Волчок К6-ФВП-160/2 с загрузочным устройством // Мясная индустрия СССР. – 1981. – №4. – С. 31-33.
8. Прейс Г.А., Сологуб Н.А., Некоз А.И. Повышение износостойкости оборудования пищевой промышленности. – М.: Машиностроение, 1979.
9. ГОСТ 28533-90. Режущий инструмент волчков. Типы, основные размеры и технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 5 с.

*Рецензент д.т.н., проф. Пилипенко О.М.*

**Батраченко О.В.**, асистент кафедри обладнання переробних і харчових виробництв Черкаського державного технологічного університету.