

## ВИТРАТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУНКЕРІВ ЕМУЛЬСИТАТОРІВ

*Досліджено витратні характеристики бункерів, які використовуються в емульситаторах найбільш відомих торговельних марок. Встановлено, що швидкість витікання м'ясних фаршів тонкого подрібнення істотним чином залежить від конструктивних та геометричних параметрів бункера. Найбільшою швидкістю витікання характеризується бункер, який має одну зі стінок вертикальну, найменшою – бункер з горизонтальним патрубком, причому в цьому разі витікання м'ясного фаршу значно уповільнюється. Понижену швидкість витікання сировини показав бункер пірамідальної форми з пологими стінками. На основі отриманих даних зроблено висновки, що з точки зору зниження нагріву фаршу при подрібненні більш раціональною є таке компоновання конструкції емульситатора, за якого різальний комплект розташовано вертикально під бункером. Розташування різального комплекту горизонтально в циліндричному корпусі сприяє підвищеному нагріву фаршу і зменшенню продуктивності машини.*

*Ключові слова: емульситагор, м'ясний фарш, бункер, витратні характеристики.*

KOSTYANTIN ANATOLIYOVICH MYROSHNICHENKO, OLEXANDR VICTOROVICH BATRACHENKO

Cherkassy State Technological University

## THE FLOW CHARACTERISTICS OF THE HOPPERS EMULSIFIERS

*Investigated the flow characteristics of the bins that are used in emulsifier the most well-known brands. It is established that the velocity of the meat stuffing of fine grinding depends on the constructive and geometrical parameters of the hopper. The highest rate of expiration is characterized by a hopper, which has one of the vertical walls, the lowest – hopper with a horizontal pipe, and in this case, leakage of minced meat slows down considerably. The reduced velocity of the raw material showed the bunker pyramidal form with sloping walls. Based on the obtained data it is concluded that from the point of view of reducing heating of meat during the grinding more rational is such a structural arrangement of emulsifier in which the cutting set is located vertically beneath the hopper. The location of the cutting set horizontally in a cylindrical housing contributes to the increased heating of meat and reduced machine performance.*

*Keywords: emulsifier, minced meat, hopper, metering characteristic.*

### Постановка проблеми

В сучасних умовах однією із тенденцій розвитку підприємств харчової промисловості є пошук нових технологічних рішень, що дозволяють змінити машинно-апаратне оснащення технологічних ліній з метою зменшення капітальних та експлуатаційних витрат. Характерним прикладом такого підходу є вибір раціональних шляхів подрібнення м'ясної сировини при виготовленні ковбасних виробів. При виготовленні варених ковбас, сосисок, сарделюк та паштетів вказана тенденція виражається у все ширшому застосуванні машин, відомих, як емульситатори. Емульситатори використовуються для тонкого якісного подрібнення фаршу після кутера або замість нього. Ці машини володіють високими технічними характеристиками, однак їм властивий суттєвий недолік – фарш може надто перегріватись при подрібненні від тертя ножів по решіткам. В такому разі якість ковбасних виробів буде значно погіршена.

Підвищений нагрів фаршу обумовлюється кількома чинниками [1], одним з яких, на нашу думку, є недостатня швидкість надходження фаршу з бункера у різальний вузол. В цьому разі на одиницю маси сировини припадатиме підвищена емісія тепла від різального комплекту, яке утворюватиметься внаслідок тертя ножів по решіткам. Актуальним є дослідження витратних характеристик бункерів емульситагорів різних марок і вироблення рекомендацій щодо зменшення нагріву сировини при її подрібненні в емульситагорі.

### Аналіз останніх джерел

Вплив конструктивних і кінематичних параметрів емульситагорів на їх технологічні показники досліджено в роботах [2, 3]. Зокрема в них наведено данні щодо зміни температури сировини після її подрібнення в емульситагорі залежно від кратності проходження крізь різальний вузол, від частоти обертання ножів та від рецептурного складу. Однак в даних роботах, як і в інших відомих наукових працях, не наведено даних щодо впливу конструктивного виконання бункерів емульситагорів на швидкість надходження сировини до різального вузла та, відповідно, на підвищення її температури. Актуальним є вирішення даної задачі.

**Метою роботи** є встановлення залежності витратних характеристик бункерів емульситагорів провідних світових виробників від їх геометричних параметрів.

### Виклад основного матеріалу

Емульситагори різних марок мають різну компоновку конструкції, а також різне конструктивне виконання бункера. Зокрема розташування різального комплекту може бути горизонтальним або вертикальним, в подовженому патрубку (циліндричному корпусі) або без нього. Бункери можуть мати пірамідальну форму (правильна, неправильна або прямокутна піраміда), конічну або конічно-циліндричну. Ці ознаки, на нашу думку, повинні істотним чином впливати на швидкість надходження сировини в різальний вузол емульситагатора, а відтак – на її нагрів при подрібненні.

Для вирішення поставленої мети нами було виготовлено 5 моделей бункерів (рис. 1), що входять до

складу конструкцій емульсаторів провідних світових виробників (найбільш типові з них). Бункери виготовлені в масштабі 1:25 відповідно до реальних конструкцій емульсаторів [4–7].

Експериментальні дослідження витратних характеристик бункерів проводились в ковбасному цеху м'ясопереробного підприємства «Черкаська продовольча компанія». Методика досліджень полягала у наступному. Кожна модель бункеру 1 встановлювалась (рис. 2) на підставку 2, під якою на електронних вагах 4 була розміщена мірна ємкість 3 відповідного об'єму. В бункер завантажувалась фарш ковбаси «Лікарська» у кількості 4 л. фарш був попередньо подрібнений на кутері Laska KR-330-2V. Після відкриття випускного отвору бункера вмикалась цифрова відеокамера, яка фіксувала процес витікання сировини з бункера та зміну показників маси на вагах. Похибка вимірювання маси для вагів ZELMER ZKS 14100 складала  $\pm 1$ г. По закінченню процесу вивантаження фаршу отриманий відеозапис аналізувався за допомогою персонального комп'ютера, що дозволяло побудувати графічну залежність витрати маси сировини від часу. Таким чином було досліджено 5 означених вище моделей бункерів.

Отримані графічні залежності наведено на рис. 4–8. Відповідне рівняння регресії має вигляд:

$$Q = a + b \cdot \tau + c \cdot \tau^2, \quad (1)$$

де  $Q$  – масова витрата сировини, кг/с;  $\tau$  – поточне значення часу вивантаження сировини, с;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коефіцієнти (див. табл. 1).

Також для кожного бункеру визначено середню масову витрату сировини за виразом:

$$Q_{\text{сеп}} = \frac{\sum m}{\sum \tau}, \text{ кг/с} \quad (2)$$

де  $\sum m$  – сумарне значення маси сировини (кг), яка вивантажилась з бункеру за час  $\sum \tau$  (с).

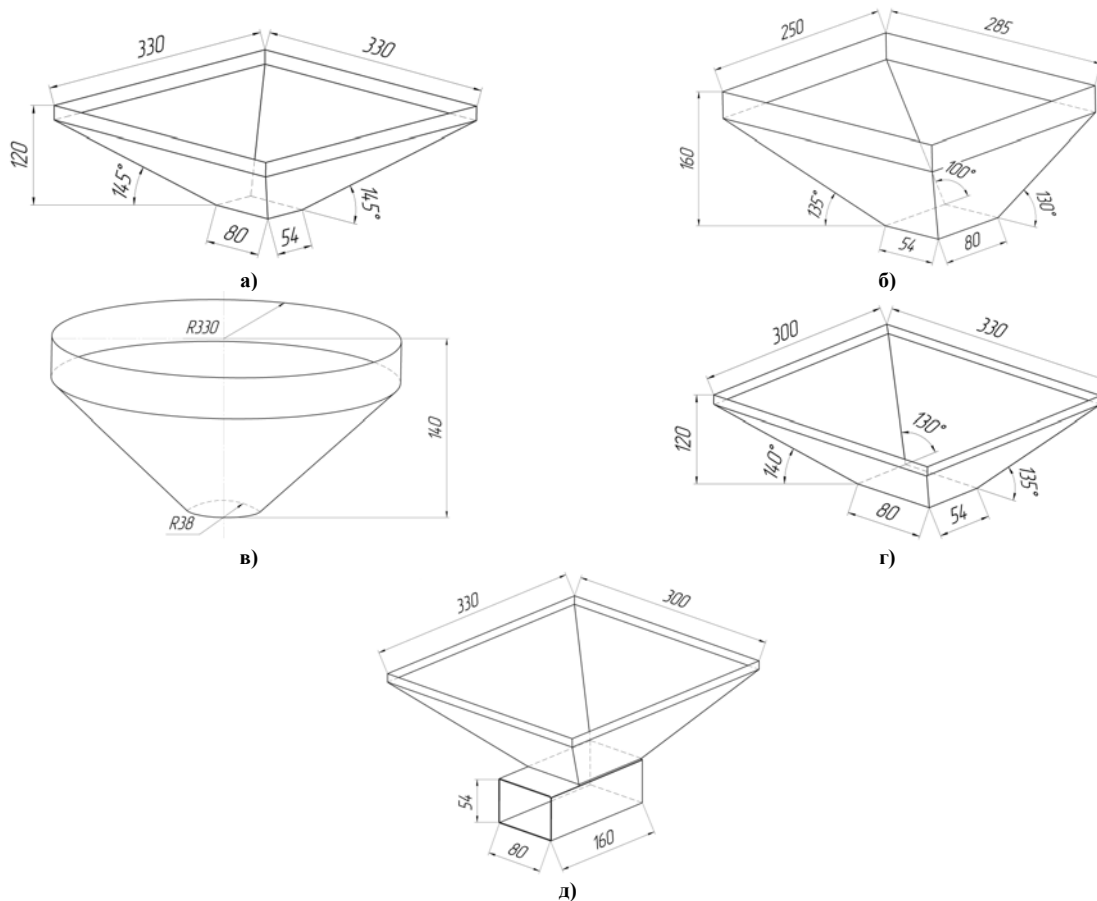


Рис. 1. Геометричні параметри моделей бункерів для емульсаторів різних марок:

а) *Laska Nannokutter FZ 175* (тип 1); б) *Stephan MCH-D* (тип 2); в) *KILLA Fine CUT 4000/6000* (тип 3); г) *Karl Schnell FD -175* без горизонтального патрубку (тип 4); д) *Karl Schnell FD -175* з горизонтальним патрубком (тип 5)

Товщина шару фаршу, який надходить з бункеру в різальний вузол за час обертання ножа на один кутовий крок поміж двома сусідніми лезами, визначалась так:

$$l_{\phi} = \frac{Q_{\text{сеп}}}{\rho \cdot S \cdot n_n \cdot z_n}, \text{ м} \quad (3)$$

де  $Q_{\text{сеп}}$  – середня масова витрата сировини для визначеного бункеру, кг/с;  $\rho$  – густина сировини, кг/м<sup>3</sup> (згідно з [8] прийнято  $\rho = 1050$  кг/м<sup>3</sup>);  $S$  – площа вихідного отвору бункеру, м<sup>2</sup> (для розглядуваних бункерів  $S = 4320 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>);  $n_n$  – частота обертання ножа, с<sup>-1</sup> ( $n_n = 50$  с<sup>-1</sup>);  $z_n$  – кількість лез ножа.

При аналізі даних, наведених в таблиці 1, звертає на себе увагу значення параметру  $l_{\phi}$ . Навіть для

бункеру № 2 при використанні найбільш типового ножа з трьома лезами цей показник склав лише 0,22 мм, а для інших бункерів або для ножа із п'ятьма лезами (які пропонуються виробниками емульсаторів) значення  $l_{\phi}$  є суттєво меншим. Якщо врахувати данні досліджень [9, 10], де висвітлено особливості процесу надходження сировини в різальну зону кутерів, умови роботи ножової головки яких споріднені до умов роботи різального комплексу емульсаторів, то можна зробити висновок, що актуальним є обґрунтування кількості лез ножа емульсатора з точки зору мінімізації нагрів сировини при подрібненні. В [9, 10], зокрема, зазначається, що після проходження першого ножа (першого леза) частина сировини захоплюється за ним за рахунок сил адгезії. Внаслідок цього зменшується кількість сировини, яка повинна була бути поданою чашею кутера під другий ніж (під друге лезо в контексті даної роботи).

Ймовірно припустити, що подібне явище має місце і в різальному вузлі емульсатора, оскільки частота обертання його ножів навіть нижча за частоту обертання ножів сучасних кутерів. В такому разі, може мати місце випадок, коли не всі леза ножа будуть завантажені сировиною і виконувати процес подрібнення. В той же час усі леза входять у щільний контакт із решіткою і викликають її нагрів внаслідок тертя. Врешті все означене обумовить підвищений нагрів сировини. саме тому актуальним є наукове обґрунтування будови ножів емульсаторів, а саме кількості лез в них.

Значення розрахункових параметрів наведено в табл. 1.

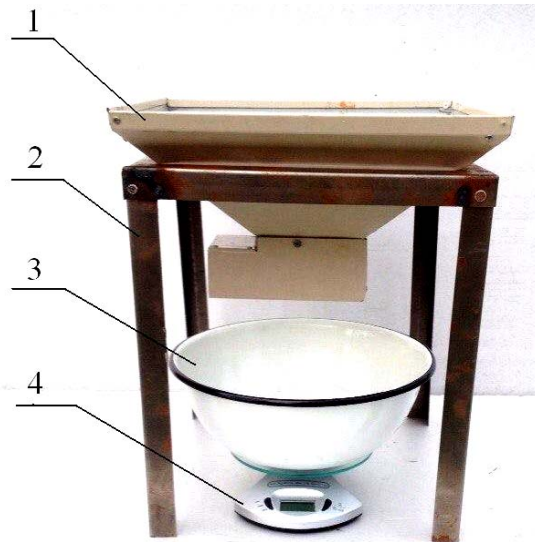


Рис. 2. Експериментальна установка для визначення витратних характеристик бункерів: 1 – модель бункеру; 2 – підставка; 3 – мірна смість; 4 – електронні ваги

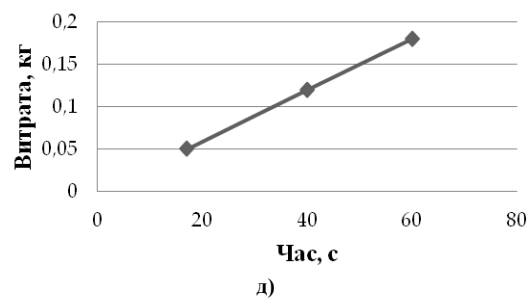
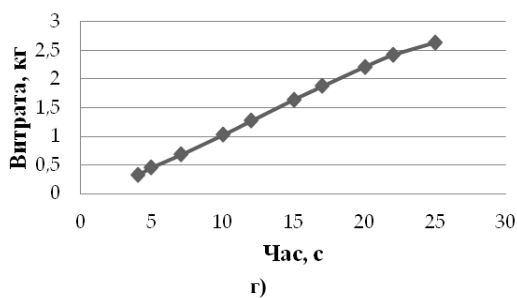
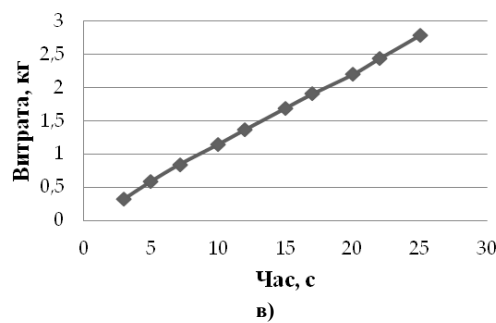
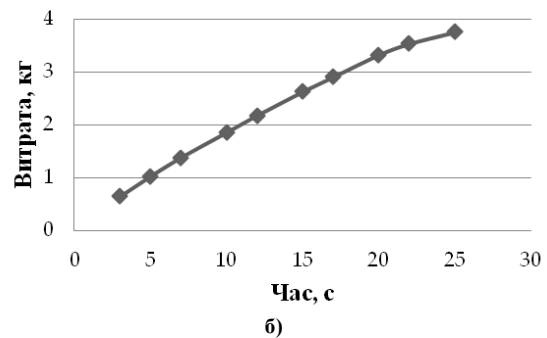
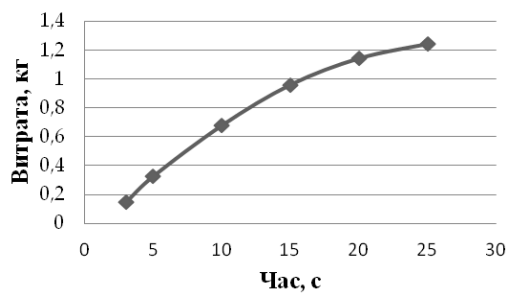


Рис. 3. Залежність витрати маси сировини від часу при її витіканні з бункерів: а) тип 1; б) тип 2; в) тип 3; г) тип 4; д) тип 5

**Параметри, що характеризують роботу емульсаторів з різними типами бункерів**

Тип бункеру (рис. 1)	Коефіцієнти рівняння регресії	Q <sub>сер</sub> , кг/с	Товщина шару фаршу l <sub>ф</sub> , ·10 <sup>-3</sup> м				
			z <sub>п</sub> =1	z <sub>п</sub> =2	z <sub>п</sub> =3	z <sub>п</sub> =4	z <sub>п</sub> =5
1	a=-0,126; b=0,0987; c=-0,00176	0,0496	0,219	0,109	0,073	0,055	0,044
2	a=0,0215; b=0,208; c=-0,00203	0,15	0,661	0,33	0,22	0,165	0,132
3	a=0,01154; b=0,0031 c=-0,00019	0,1116	0,492	0,246	0,164	0,123	0,098
4	a=-0,2229; b=0,136; c=-0,000793	0,1055	0,465	0,232	0,155	0,116	0,093
5	a=-0,00242; b=0,0031; c=-1·10 <sup>-6</sup>	0,003	0,013	0,006	0,004	0,003	0,002

**Висновки**

Встановлено, що конструктивна форма бункеру та його геометричні параметри суттєвим чином впливають на його витратну характеристику. Найвищу середню масову витрату сировини (Q<sub>сер</sub>=0,15 кг/с) показав бункер № 2, який має яскраво виражену несиметричну будову (з однією вертикальною стінкою). Менше значення спостерігалось для бункера № 3 (Q<sub>сер</sub>=0,11 кг/с) та для бункера № 4 (Q<sub>сер</sub>=0,10 кг/с). Бункер № 1 показав ще меншу швидкість витікання сировини (Q<sub>сер</sub>=0,049 кг/с).

Окремо слід відзначити вплив наявності горизонтального патрубку в нижній частині бункеру (бункер № 5, Q<sub>сер</sub>=0,003 кг/с). Він значно (на порядок) уповільнює швидкість витікання фаршу, належне витікання сировини стає можливим лише при примусовій подачі до вихідного отвору бункеру.

З точки зору мінімізації нагріву фаршу при подрібненні найбільш доцільним є таке компоновання машини, при якому вісь різального комплексу розташована вертикально, а також відсутній горизонтальний патрубок. Бункер емульсатору варто виконувати несиметричним з однією вертикальною стінкою. Для подачі в'язких фаршів емульсатор доцільно оснащати нагнітальним пристроєм (фаршевим насосом тощо).

В подальших роботах доцільно дослідити вплив кількості лез на нагрів сировини та на ступінь її подрібнення. Це дасть можливість запропонувати науково-обґрунтовану будову ножів емульсаторів.

**Література**

1. Некоз О. І. Обґрунтування шляхів зменшення нагріву фаршу при його подрібненні в емульсаторі / О. І. Некоз, О. В. Батраченко, К. А. Мирошніченко // Вісник ЧДТУ. – 2015. – № 2. – С. 91–98.
2. Вербицький С. Б. Вдосконалення процесу тонкого подрібнення м'ясної сировини та розроблення емульсаторів роторного типу : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.12 / Вербицький Сергій Борисович. – Київ, 2014. – 284 с.
3. Груданов В. Я. Тонкое измельчение мясного сырья новым режущим механизмом в эмульсаторах / В. Я. Груданов, А. А. Бренч, Л. Т. Ткачева, М. О. Филиппович // Весці Нацыянальнай акадэмі навук Беларусі. – 2010. – № 3. – С. 105–110.
4. Промисловий каталог фірми «Maschinenfabrik Laska GmbH» [Електронний ресурс]. – Австрія, 2016. – Режим доступу : [www.laska.at](http://www.laska.at)
5. Промисловий каталог фірми «Stephan Machinery GmbH & Co» [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2016. – Режим доступу : [www.stephan-machinery.com](http://www.stephan-machinery.com)
6. Промисловий каталог фірми «KILIA Fleischerei und Spezial Maschinen Fabrik GmbH» [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2016. – Режим доступу : [www.kilia.com](http://www.kilia.com)
7. Промисловий каталог фірми «Karl Schnell GmbH & CO» [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2016. – Режим доступу : [www.karlschnell.de](http://www.karlschnell.de)
8. Горбатов А. В. Гидравлика и гидравлические машины для пластично-вязких мясных и молочных продуктов / А. В. Горбатов. – М. : Агропромиздат, 1991. – 174 с.
9. Hammer G., Stoyanov S. Uber das Kuttern von Bruhwurstbrat // Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach, № 47, 2008. – S. 243–251.
10. Відео-матеріали періодичного видання «Fleischwirtschaft» [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2011. – Режим доступу : [www.fleischwirtschaft.de/fleischwirtschaft/downloadkuttermesser](http://www.fleischwirtschaft.de/fleischwirtschaft/downloadkuttermesser)

Рецензія/Peer review : 4.9.2016 р. Надрукована/Printed :28.10.2016 р.  
Рецензент : д. т. н., В. І. Осипенко