

## НАУКОВО-ВИНАХІДНИЦЬКИЙ БІНОМ, ЯК КОНЦЕПТУАЛЬНА ОСНОВА ТЕХНІЧНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ М'ЯСОРІЗАЛЬНИХ ВОВЧКІВ І КУТЕРІВ

**О.В. Батраченко**, к.т.н., доц.,  
Кафедра проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління,  
Черкаський державний технологічний університет,  
**С.Б. Вербицький**, к.т.н., заст. зав. відділу,  
Відділ інформаційного забезпечення, стандартизації та метрології,  
Інститут продовольчих ресурсів НААН

Відома значна кількість публікацій, присвячених інтенсифікації творчого процесу отримання нових рішень в техніці. Однак їх поглиблений аналіз вказує на чітке розмежування наукових досліджень та винахідницької діяльності. На нашу думку, такий підхід є вкрай непродуктивним при розвитку технічних систем та не дозволяє отримати найбільш прогресивні рішення або ж значно скоротити час на отримання таких рішень. В статті для вирішення складних технічних задач запропоновано використовувати науково-винахідницький біном, тобто системну взаємointegraцію наукових досліджень та методологічних засобів аналізу і вирішення технічних протиріч, яка спрямована на вирішення складних технічних задач. Таке взаємointegroване поєднання призводить до утворення синергії - непропорційно високого підвищення ефективності вирішення задач в порівнянні із застосуванням кожної зі складових окремо. Зазначений підхід дозволяє, зокрема, по-новому підійти до відомих конструкцій технологічного обладнання, до якого належать м'ясорізальні вовчки та кутери.

Ключові слова: винахідництво, розвиток техніки, кутери, м'ясорізальні вовчки, наукові дослідження, науково-винахідницький біном

## SCIENTIFIC-INNOVATIVE BINOMIAL AS CONCEPTUAL BASIS OF TECHNICAL PERFECTION OF DESIGNS OF MEAT MINCERS AND CUTTERS

**O. Batrachenko**, Ph.D., Technics, Senior Lecturer, Associate Professor,  
Chair of Projecting Food Enterprises and Machine Tools of New Generation,  
Cherkasy State Technological University,  
**S. Verbytskyi**, Ph.D., Technics, Deputy Head of Department,  
Department of Informational Support, Standardization and Metrology,  
Institute of Food Resources of NAAS

A considerable number of publications are devoted to the intensification of the creative process of obtaining new solutions in the field of technology. However, their in-depth analysis indicates a clear separation of scientific research and inventive activities. In our opinion, such an approach is extremely unproductive as for the development of technical systems and does not allow to obtain the most advanced solutions or significantly reduce the time for such decisions. Promoting solving complex tasks is not because of the lack of attempts to solve them, but because of the lack of new knowledge that would allow deeper and more accurately understand the causes of the task and discover new relationships between its parameters. The creation of new knowledge takes place precisely as a result of scientific research, but they do not answer the question «How has the advanced design of the technical system arose?». In the article for the solution of complex technical problems it is proposed to use the scientific-inventive bin, that is, the systematic interconnection of scientific research and methodological means of analysis and solution of technical contradictions, which is aimed at solving complex technical problems. Such an interconnected combination leads to the formation of synergy - a disproportionately high increase in the efficiency of solving problems in comparison with the use of each of the components separately. Scientific-inventive bin

*can be used in the development of technical systems both in solving the direct and the inverse problem. The direct task involves an initial attempt to solve a technical problem by design means and the use of a tool for solving technical contradictions in the theory of solving inventive tasks. If the problem can not be solved by such means, the search is deadlocked. This means that you need to establish new knowledge about the process or phenomenon through research. After this, the repeated use of the toolkit for resolving technical contradictions allows us to obtain a new conceptual solution that further develops into a complete design whose work is researched and optimized by scientific means. The reverse problem arises at the outgoing research scientific research. Establishing new knowledge about the process and its thorough analysis allows us to identify new, previously unclear, technical contradictions. To solve them, use the appropriate tool for solving inventive tasks theory. The resulting new conceptual decision further transforms into a workable design whose work is optimized by scientific means analogously to a direct task. It is advisable to analyze the shortcomings and operating conditions of the system, using the provisions of functional and cost analysis. The approach proposed lets, among others, to make the new approach to the technological equipment, meat mincers and cutters belonging to.*

**Key words:** *development of technique, inventions, meat cutters, meat mincers, scientific research, scientific-innovative binomial*

Розвиток техніки (технічних систем) відбувається за рахунок наполегливої роботи інженерних працівників (конструкторів, технологів), науковців, винахідників, які прикладають свої зусилля до різних проблемних аспектів відповідної технічної системи. Особливу увагу варто звернути на діяльність науковців і винахідників, оскільки саме їх праця дозволяє отримувати найнесподіваніші, найнетрадиційніші, а тому і найефективніші технічні рішення.

Відома значна кількість публікацій, присвячених інтенсифікації творчого процесу отримання нових рішень в техніці. Однак їх поглиблений аналіз вказує на чітке розмежування наукових досліджень та винахідницької діяльності. На нашу думку, такий підхід є вкрай непродуктивним при розвитку технічних систем та не дозволяє отримати найбільш прогресивні рішення або ж значно скоротити час на отримання таких рішень. Актуальним є розкриття синергетичного ефекту взаємоінтегрованого використання наукових досліджень і винахідницьких прийомів (які складають теорію вирішення винахідницьких задач) та створення чіткої алгоритмізації процесу вирішення складних технічних задач на їх основі.

Розкриттю методології наукових досліджень присвячено велику кількість наукових публікацій, наприклад [1]. В них наводяться види досліджень, способи їх проведення, методи планування експерименту, обробки результатів тощо. В роботі [2] та її подібних наводяться приклади вдосконалення техніки на основі визначених оптимальних режимів роботи технічної системи тощо. Методів отримання нових рішень складних технічних задач, що містять технічні протиріччя, на основі результатів наукових досліджень в таких джерелах не наводиться.

Творче технічне винахідництво є складним когнітивним процесом, який є предметом досліджень фахівців з фізіології та психології [3, 4]. Вирішенню технічних протиріччя присвячено публікації винахідницького спрямування [5, 6]. Високою ефективністю пошуку нових рішень складних технічних задач характеризується теорія вирішення винахідницьких задач [5-8]. Базовими її засадами є поняття «ідеального кінцевого результату» та технічного протиріччя. Теорія вирішення винахідницьких задач вчить саме розв'язувати технічне протиріччя, а не йти на компромісне рішення задачі. Розв'язку технічного протиріччя сприяє використання законів розвитку технічних систем, типових прийомів усунення технічних протиріччя, алгоритму вирішення винахідницьких задач, стандартних рішень винахідницьких задач, збірника фізичних ефектів.

Ефективним інструментом аналізу технічної системи та детального розкриття її недоліків є функціонально-вартісний аналіз [9,10]. Він дозволяє проводити ефективний пошук резервів вдосконалення технічної системи та зниження її собівартості. Особливістю функціонально-вартісного аналізу є розгляд об'єкту, як сукупності функцій, які він виконує.

При цьому передбачається, що кожному об'єктові, найчастіше, властиві корисні, нейтральні та шкідливі функції різного рівня виконання, які можуть дублюватись в об'єкті. Кінцевою метою функціонально-вартісного аналізу є виключення шкідливих, нейтральних та дубльованих функцій разом з їх матеріальними носіями - елементами. Однак джерела, аналогічні [5-10], не містять навіть посилань на необхідність проведення наукових досліджень при вирішенні складних технічних задач.

В роботі [11] вказується на необхідність поєднання наукових досліджень та інструментарію вирішення технічних протиріч. Проте відповідна інформація носить тезисний характер і не розкриває синергетичного ефекту, який виникає при такому поєднанні. Також в роботі відсутній алгоритм сумісного використання означених двох складових при вирішенні складних технічних задач.

Метою статті є розкриття синергетичного ефекту взаємоінтегрованого використання наукових досліджень з одного боку та методів аналізу і інструментарію вирішення технічних протиріч, які складають теорію вирішення винахідницьких задач, з іншого боку, а також створення чіткої алгоритмізації процесу вирішення складних технічних задач на їх основі, зокрема удосконалення конструкцій м'ясорізальних вовчків і кутерів.

Методика постановки експерименту та методи досліджень. У рамках виконаних досліджень використовували принципи системного підходу до досліджень фактологічних матеріалів, абстрактно-логічний підхід щодо узагальнення результатів дослідження та формулювання висновків.

Результати та обговорення досліджень. Зазвичай, інженерні задачі, що містять технічні протиріччя, вважаються складними. В певній мірі це дійсно так, оскільки забезпечити одночасне виконання двох протилежних вимог до одного і того самого елемента, не використовуючи при цьому спеціалізовані методики та підходи, не легко. Однак в даній роботі акцент хотілося б зробити на тих задачах, які містять складні технічні протиріччя. Під ними тут слід розуміти такі протиріччя, які не вирішуються (тривалий час не вирішуються) за допомогою означених вище підходів, що ґрунтуються на теорії вирішення винахідницьких задач.

Простоювання у розв'язку таких протиріч відбувається не через відсутність спроб їх вирішення, а через відсутність нових знань, які б дозволили більш глибоко та вірно зрозуміти причини виникнення задачі та виявити нові залежності між її параметрами. Означене показано на рис. 1 поряд із функціональними можливостями теорії вирішення винахідницьких задач. Тобто та науково-технічна інформація, якою користується і з якої виходить фахівець при вирішенні задачі, в багатьох випадках не вірно відображує об'єктивну реальність. Це означає, що існуючих знань про розглядуваний процес недостатньо, процес насправді відбувається дещо інакше, а тому звичні конструктивні рішення і не можуть бути ефективними.



**Рис. 1. Функціональні можливості теорії вирішення винахідницьких задач та проблема, що супроводжує таке вирішення**

Утворення нових знань відбувається саме в результаті наукових досліджень процесів та явищ, що супроводжують роботу технічної системи (рис. 2). Однак, наукові дослідження не відповідають на питання «Як виникла вдосконалена конструкція технічної системи?». Як видно з рис. 2, між питаннями, що вирішуються науковими дослідженнями, наявна чітка прогалина, яка як раз і відділяє відому конструкцію від нової, вдосконаленої.



**Рис. 2. Функціональні можливості наукових досліджень та їх недолік з точки зору розвитку технічних систем**

Можна зробити висновок, що жоден з цих окремих методів розвитку техніки не дозволяє досягти рішення складних технічних протиріч. Як наочно видно з рис. 1 і 2 дані методи необхідно поєднати, оскільки вони здатні взаємодоповнити один одного і створити базу для вирішення найскладніших технічних задач.

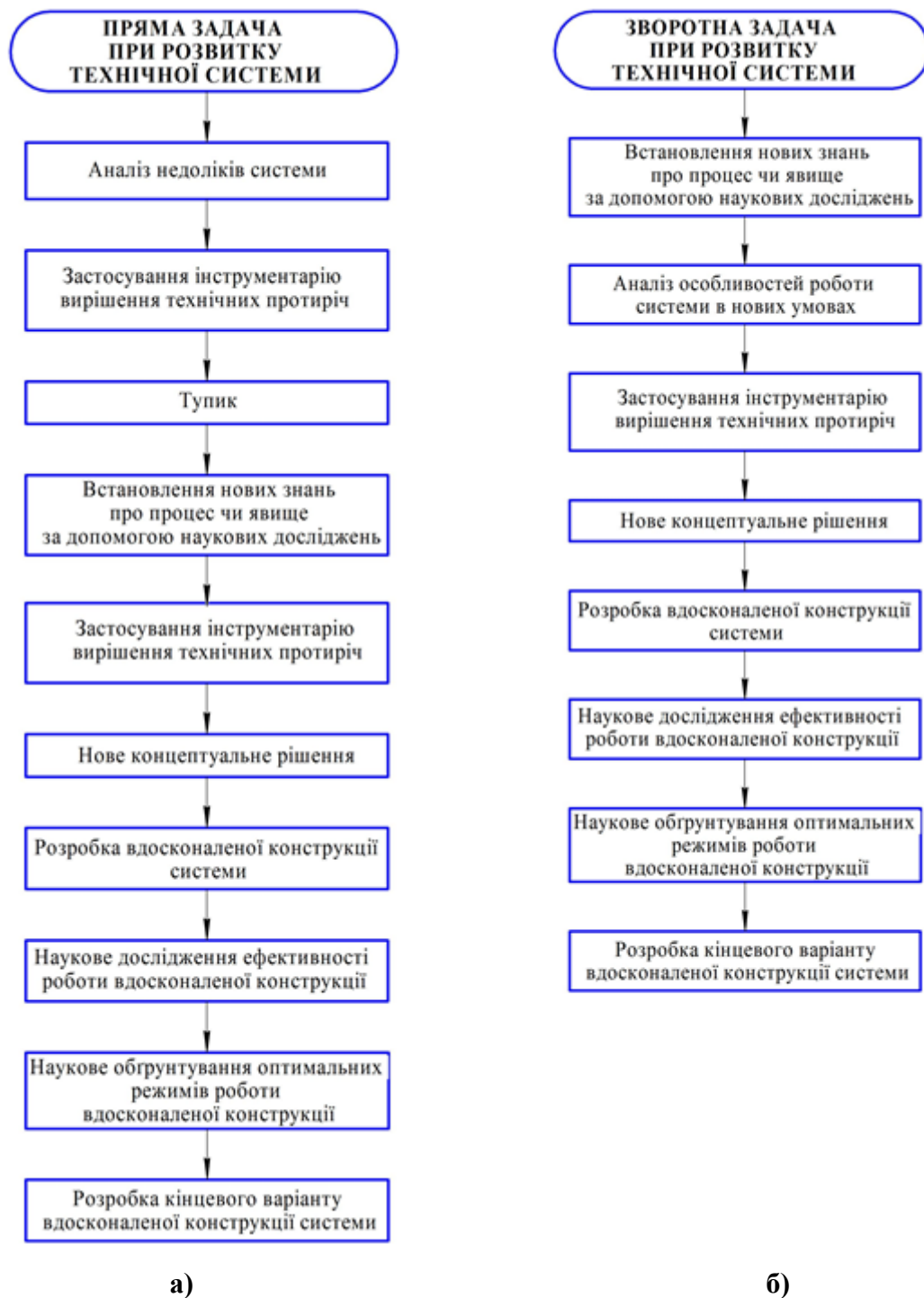
Поєднання означених методів можна назвати терміном «науково-винахідницький біном». Науково-винахідницький біном - це системне взаємоінтегроване поєднання наукових досліджень та методологічних засобів аналізу і вирішення технічних протиріч, яке спрямоване на вирішення складних технічних задач.

Таке взаємоінтегроване поєднання призводить до утворення синергії - непропорційно високого підвищення ефективності вирішення задач в порівнянні із застосуванням кожної зі складових окремо:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Наукові дослідження} \\ + \\ \text{Теорія вирішення} \\ \text{винахідницьких задач} \end{array} \right\} \text{Синергія} \quad (1)$$

Науково-винахідницький біном може застосовуватись при розвитку технічних систем як при вирішенні прямої, так і зворотної задачі (рис. 3).

Пряма задача передбачає початкову спробу вирішення технічної проблеми конструкторськими засобами та використанням інструментарію вирішення технічних протиріч теорії вирішення винахідницьких задач. В разі неможливості вирішення проблеми такими засобами пошук заходить в тупик. Це означає, що потрібно встановити нові знання про процес чи явище за допомогою наукових досліджень. Після цього повторне застосування інструментарію вирішення технічних протиріч дозволяє отримати нове концептуальне рішення, яке далі розвивається в повноцінну конструкцію, робота якої досліджується та оптимізується науковими засобами.



**Рис. 3. Шляхи застосування науково-винахідницького біному при розвитку технічних систем: а) пряма задача; б) зворотна задача.**

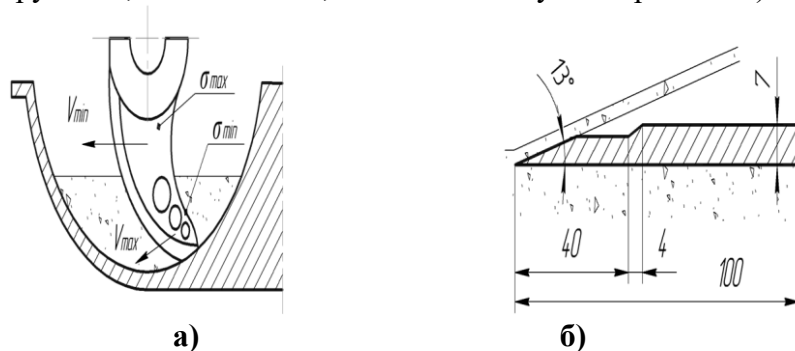
Зворотна задача виникає при вихідних пошукових наукових дослідженнях. Встановлення нових знань про процес та їх ретельний аналіз дозволяють виявити нові, раніше не явні, технічні протиріччя. Для їх вирішення слід використати відповідний інструментарій теорії вирішення винахідницьких задач. Отримане при цьому нове концептуальне рішення далі перетворюється в працездатну конструкцію, робота якої оптимізується науковими засобами аналогічно до прямої задачі.

Аналіз недоліків та умов роботи системи доцільно проводити, користуючись положеннями функціонально-вартісного аналізу.

Прикладами вирішення прямої задачі можуть бути наступні технічні рішення. Підвищити міцність перфорованих ножів кутера не вдавалось тривалий час. Дослідження їх напружено-деформованого стану [12] дозволили встановити, що отвори біля посадочної

частини ножа значно зменшують його міцність, оскільки вони розташовані в найбільш напруженій його частині. Застосувавши прийом забезпечення найкращих умов роботи для різних зон елемента, було отримано вдосконалену конструкцію перфорованого ножа, отвори якого розташовано на периферії корпусу (рис. 4, а). Міцність ножа стала вища на 20%, одночасно з цим покращено подрібнювальну здатність ножа, оскільки отвори рухаються в тій частині чаші, яка завжди завантажена сировиною, при чому рухаються з найбільшими лінійними швидкостями  $V_{max}$ .

Подібним чином було вирішено актуальну задачу про підвищення міцності звичайних ножів кутера. Для них відомим є наступне технічне протиріччя: «Ніж повинен бути якнайтоншим для мінімізації нагріву фаршу при подрібненні та ніж повинен бути якнайтовщим для забезпечення його високої міцності». За таких обмежень застосування інструментарію вирішення технічних протиріч не давало належного результату. В результаті досліджень гідродинаміки сировини при кутеруванні встановлено [13], що, на відміну від відомих уявлень, при обтіканні верхньої частини профілю ножа потік сировини після руху по заточці леза огинає верхню горизонтальну сторону ножа, не контактуючи з нею (рис. 4, б). Встановлені нові знання дозволили запропонувати новий шлях підвищення міцності ножів - диференційоване підвищення їх товщини. При цьому забезпечується одночасне виконання двох наведених вище вимог – малий нагрів сировини (за рахунок малої товщини леза в зоні контакту із сировиною) та до 2,2 разів вища міцність ножа (за рахунок збільшеної товщини в задній, найбільш напруженій, частині ножа, яка не контактує із сировиною).



**Рис. 4. Схеми конструкцій вдосконалених ножів кутера та їх взаємодії із сировиною:**  
а) перфорованого; б) звичайного.

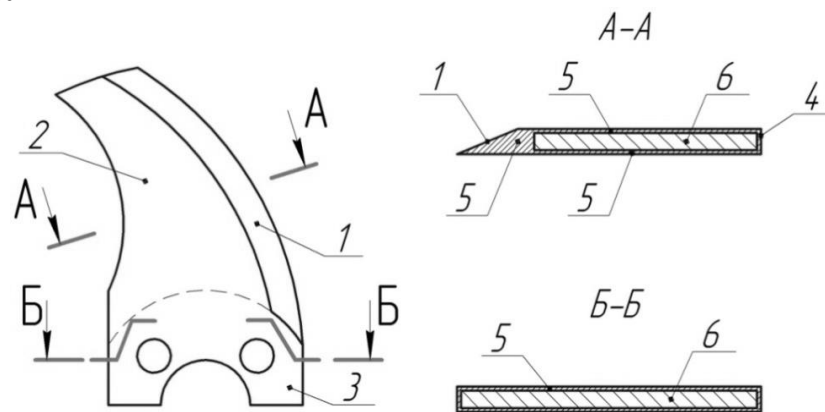
Для решіток різального вузла емульсатора справедливим наступне технічне протиріччя: «Ребра жорсткості повинні бути наявні для забезпечення високої міцності решітки і ребра жорсткості повинні бути відсутні, щоб не збільшувати нагрів фаршу при подрібненні через швидкісне тертя ножів по решіткам, в тому числі і по неперфорованим ребрам».

Після кількох спроб вирішення цього технічного протиріччя були проведені дослідження статичної міцності решіток, які оснащені елементами жорсткості різної геометричної форми. Встановлено [14], що кільця жорсткості володіють кращими механічними характеристиками в порівнянні з ребрами жорсткості. Після застосування функціонального аналізу було встановлено, що контакт ножа з решіткою є обов'язковим лише в зонах різання, над отворами, а там де отворів немає контакт є непотрібним і навіть шкідливим. В результаті застосування прийому про асиметричну будову системи та забезпечення найкращих умов роботи для різних зон елемента розроблено нову конструкцію різального механізму - замість радіальних ребер жорсткості застосовано кільце жорсткості, а леза ножа мають пази, які розташовані понад кільцем жорсткості. Завдяки цьому елемент жорсткості наявний, але з процесу тертя цей елемент виключено. Площа тертя такого різального механізму стала меншою на 25% при одночасному підвищенні довговічності решіток.

Відомі численні рішення, спрямовані на підвищення довговічності ножів кутера, а саме - на зменшення вірогідності їх руйнування при роботі. Однак жодна з відомих схем термічної обробки не відповідає повною мірою вимогам, що пред'являються до ножів кутера, та підбір марки сталі також не дає належного результату. Як наслідок, на виробництві

продовжують траплятись випадки руйнування ножів, що задає значних матеріальний збитків підприємству. Проведені дослідження дозволили встановити, що матеріал корпусу ножа повинен бути досить в'язким для витримування ударних навантажень і в той же час - досить твердим для опору втомному руйнуванню і для підвищення корозійної стійкості.

Завдяки застосуванню принципу місцевої якості (з теорії вирішення винахідницьких задач) було розроблено новий спосіб зміцнення ножа кутера [15]. Він полягає в тому (рис. 5), що спочатку проводять відпалювання всього ножа на всю його глибину, потім нормалізацію або поліпшення до твердості HB 200-350 також на всю глибину. Після цього проводять загартування леза 1 на всю глибину до твердості HRC 52-66 з відповідним відпуском (наприклад, з допомогою індукційного загартування струмами високої частоти, плазмового загартування або ін.). Далі здійснюється поверхневе загартування з відповідним відпуском інших ділянок 4, 5 ножа до твердості HRC 52-66 на глибину 0,03-2 мм. В якості фінішної обробки проводиться полірування всіх поверхонь ножа, включаючи лезо 1, робочу частину 2, посадкову частину 3 і тильну сторону 4, яка призначена для перемішування сировини. Полірування проводиться до шорсткості, при якій середня висота мікронерівностей поверхні не перевищує 1,0 мкм.



**Рис. 5. Схема зміцнення ножа кутера згідно розробленого способу:**

1 - лезо ножа; 2 - робоча частина; 3 - посадкова частина; 4 - тильна сторона; 5 - загартований шар підвищеної твердості; 6 - нормалізований або покращений шар зниженої твердості

При цьому загартування леза 1 підвищує його зносостійкість. Нормалізація або поліпшення серцевини 6 посадочної частини 3 і робочої частини 2 ножа підвищує її в'язкість, що є сприятливим для витримування ударних навантажень при кутеруванні. Загартування поверхневих шарів 5 робочої частини 2 ножа підвищує втомну міцність і корозійну стійкість цих ділянок. Загартування поверхневих шарів 5 посадочної частини 3 підвищує опір корозії і зношуванню в умовах фретингу. Полірування всіх поверхонь підвищує втомну міцність і корозійну стійкість ножа. У результаті стає можливим найбільш ефективно поєднання робочих властивостей ножа кутера у порівнянні з відомими аналогами.

Прикладами вирішення зворотної задачі можуть бути такі технічні рішення.

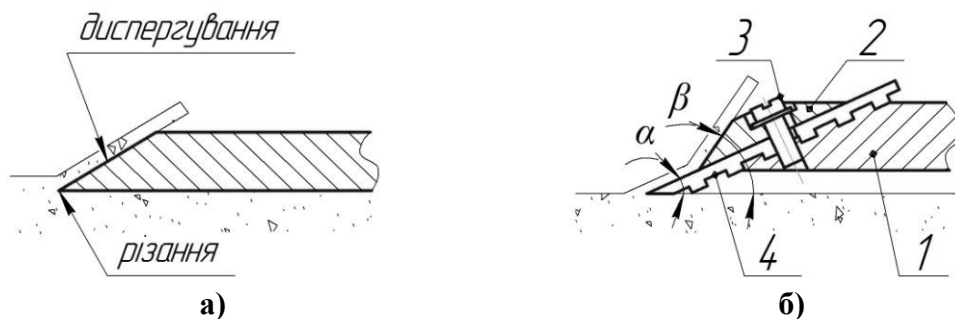
В результаті досліджень гідравлічного опору решіток вовчка було встановлено, що залежність опору циліндричного отвору від його довжини носить експоненціальний характер [16]. Опір руху всередині суто конічних отворів є суттєво меншим, однак при цьому значно збільшується опір на вдавлювання м'яса в решітку. На основі аналізу отриманої при дослідженнях інформації, використовуючи принципи місцевої якості та асиметрії конструкції, було розроблено нову конфігурацію отворів. (рис. 6). Отвір має коротку конічну частину (не більше 1/3 загальної довжини), за якою далі розташовується циліндрична частина. В результаті досягається системне зменшення сумарного гідравлічного опору решітки [16], який містить такі складові, як опір на вдавлювання сировини в отвори та опір її руху всередині отворів.



**Рис. 6. Конфігурація отворів решітки вовчка зі зменшеним гідравлічним опором**

Під час дослідження впливу геометричних параметрів ножів кутера на продуктивність та на якість обробки сировини було виявлено, що подрібнення м'яса при кутеруванні відбувається за рахунок двох факторів- розрізання та диспергування при ударі. При цьому м'язова тканина ефективно піддається диспергуванню, а сполучна, як більш міцна, подрібнюється переважно різанням. Обидва означені чинники подрібнення суттєвим чином залежать від величини кута заточування леза ножа. Однак, якщо зі збільшенням кута заточування інтенсивність диспергування підвищується, то краще різання сполучної тканини спостерігається при зменшенні даного кута. Відомі конструкції ножів мають усереднені, компромісні, значення кута заточування, які коливаються в межах 20-30°. Одночасне забезпечення ефективного перебігу обох складових процесу подрібнення в такому разі є неможливим.

Проведений функціональний аналіз дозволив встановити [17], що різні зони леза реалізують різні складові процесу - різання здійснюється самим крайком, а диспергування передньою поверхнею леза (рис. 12, а). Застосувавши принцип виділення окремих зон системи та створення для них найкращих умов проходження процесу, було розроблено нову будову ножа, призначеного для подрібнення фаршів безструктурних ковбасних виробів (рис. 7, б). Він складається з корпусу 1 до якого прихватом 2 і гвинтом 3 кріпиться змінне лезо 4.



**Рис. 7. Будова ножів кутера: а) звичайна; б) розроблена.**

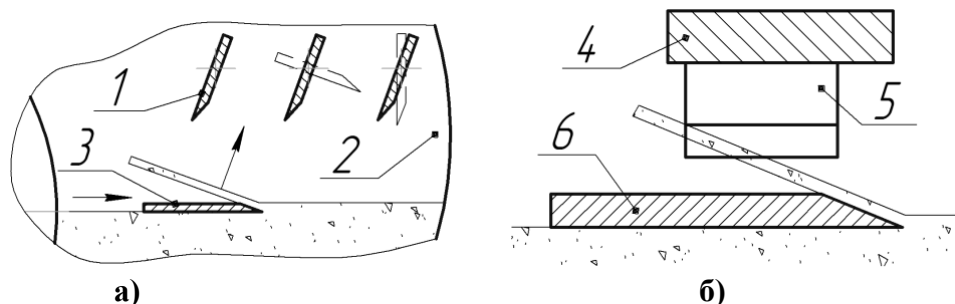
Робочий кут леза  $\alpha$  виконується мінімальним, а робочий кут прихвату  $\beta$  виконується максимальним. Завдяки цьому покращується перебіг як розрізання сполучної тканини, так і диспергування м'язової тканини. Це, в свою чергу зменшує тривалість кутерування. Також стає можливим виконати лезо змінним, використовувати для виготовлення леза та корпусу різні матеріали та режими термообробки, що є важливим для підвищення зносостійкості та втомної міцності ножа.

Дослідження гідродинаміки сировини при кутеруванні (використовувався аналіз високошвидкісної відеозйомки процесу роботи ножової головки та чисельне моделювання гідродинаміки сировини в зоні обробки) дозволили встановити нові цікаві відомості про цей процес. Найбільший внесок в процес подрібнення здійснюють два ножі першої площини різання. При цьому лише один із цих ножів здійснює різання на всьому шляху руху в чаші, інший ніж - лише перед виходом із чаші. Під час різання ніж передньою поверхнею леза відкидає сировину зі швидкістю, яка близька до швидкості різання (до 180 м/с). Відрізаний шар сировини пролітає зону подрібнення і не піддається обробці іншими ножами ножової головки. Це спричинює низьку ефективність роботи ножової головки та, відповідно, низьку



питому продуктивність кутера. Крім того, ймовірно, саме надання високої кінетичної енергії сировині і є причиною високої енергоємності процесу кутерування (50-190 кВт/год), а тертя і гальмування сировини об чашу і кришку є вагомим чинником нагріву сировини.

Висока кінетична енергія відрізаних шарів сировини дозволяє реалізувати додаткове її подрібнення нерухомими різальними елементами, які розташовані по напрямку руху сировини [18]. Завдяки цьому процес кутерування інтенсифікується без додаткових витрат енергії (використано принцип «обернути шкоду на користь» теорії вирішення винахідницьких задач). Розроблено дві конструкції пристроїв, які дозволяють реалізувати таке рішення. Статичний пристрій (рис. 8, а) передбачає систему стаціонарних ножів 1, які розміщені в чаші 2 навпроти руху сировини, яка відрізана обертовим ножом 3 ножової головки. Ножі 1 можуть приймати різне положення за допомогою приводу. Динамічний пристрій (рис. 13, б) передбачає державку 4, що встановлена на ножовому валу і в якій закріплені змінні леза 5, вони подрібнюють сировину, яка відкидається обертовим ножом 6. В результаті використання науково-винахідницького біному отримано рішення, яке дозволяє використати негативний фактор (означені особливості гідродинаміки сировини) для отримання позитивного ефекту (підвищення продуктивності кутера).



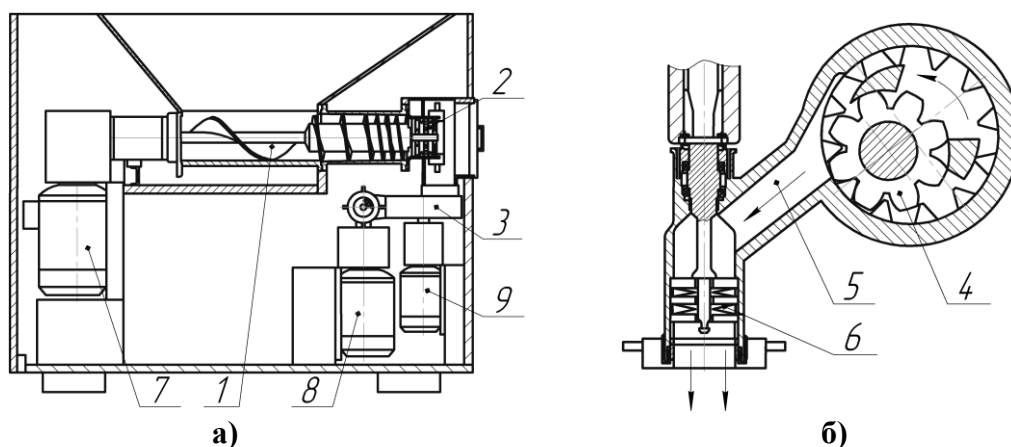
**Рис. 8. Принципові схеми пристроїв для підвищення продуктивності кутера:**  
а) статичного (вид зверху); б) динамічного.

В результаті розробки методики та відповідного математичного апарату по визначенню величини зазорів між лезами ножів та чашею кутера, було запропоновано використовувати в кутері новий вузол - насадку до ножової головки [19]. Насадка, яка має криволінійну робочу поверхню, дозволяє забезпечити для ножів усіх ножових блоків однакові мінімальні значення зазорів між кінцями лез та поверхнею чаші. Це сприяє як підвищенню продуктивності кутера, так і підвищенню максимально досяжного ступеня подрібнення сировини.

На основі результатів експериментальних досліджень [20, 21] авторами розроблено нову конструкцію вовчка [22], яка дозволяє забезпечити вирішення наступних задач: підвищення продуктивності процесу подрібнення сировини, безступінчаста зміна ступеню її подрібнення без зупинки машини, підвищення надійності роботи вовчка при переробці твердої та в'язкої сировини. Вовчок містить (рис. 9) подрібнювальний шнек 1, призначений для подрібнення замороженої сировини, та різальний комплект попереднього подрібнення 2 нижче якого розташовано вузол кінцевого подрібнення 3, що складається з шестеренного фаршевого насосу внутрішнього зачеплення 4, патрубку 5 та різального комплекту кінцевого подрібнення 6. Вовчок містить приводи 7 – 9. Використання насосу 4 дозволяє забезпечити подачу сировини в кожний момент часу по усій площі решіток різального комплекту 6, чим забезпечуються наведені вище переваги конструкції.

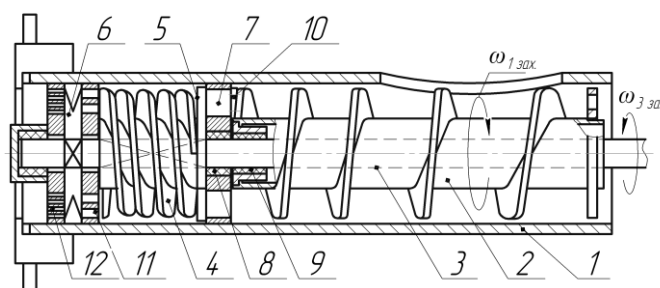
Однак схема, наведена на рис. 14, є конструктивно складною, вона непридатна для вовчків середньої та малої продуктивності через невеликі габарити цих машин. Саме тому авторами розроблено спрощену, більш компактну, конструкцію вовчка, в якій реалізовано можливість істотного підвищення питомої продуктивності (рис. 10). Вовчок складається з робочого циліндру 1, в якому обертається перший шнек 2, крізь порожнину якого проходить вал 3, на якому розташовано другий дво- або трьохзаходний шнек 4. Шнеки 2 і 4 мають роздільний привод та зустрічне обертання. Також разом із валом 3 обертаються ніж попереднього подрібнення 5 та ніж кінцевого подрібнення 6. Для центрування валу 3 і шнеку

2 служить решітка попереднього подрібнення 7, в порожнині якої, а також в порожнині шнеку 2, розміщено підшипники ковзання 8 і 9. Попереднє подрібнення сировини здійснюється лезом 10, решіткою 7, та ножем 5. Кінцеве подрібнення здійснюється ножем 6 з приймальною решіткою 11, а також ножем 6 з вихідною решіткою 12. Привод шнеку 2 і валу 3 може здійснюватись від одного електродвигуна за допомогою відповідної передачі або від двох окремих електродвигунів (не показано). Виконання шнеку 4 трьохзаходним та з малим значенням кроку дозволяє забезпечити нагнітання сировини по усій робочій поверхні решіток 11 і 12, а також створити високий тиск нагнітання (що є важливим при використанні вихідної решітки 12 з мілкими отворами). В результаті досягається суттєво вища питома продуктивність вовчка у порівнянні з відомими аналогами. Також розроблено нову конструкцію ножа вовчка, який має суттєво зменшену собівартість [23].



**Рис. 9. Конструктивна схема вовчка підвищеної продуктивності:**

а) будова вовчка; б) вузол кінцевого подрібнення; 1 - подрібнювальний шнек; 2 - різальний комплект попереднього подрібнення; 3 - вузол кінцевого подрібнення; 4 - шестеренний фаршевий насос; 5 - патрубок; 6 - різальний комплект кінцевого подрібнення; 7-9 - приводи



**Рис. 10. Конструкція вовчка підвищеної продуктивності з двома коаксіальними шнеками**

М'ясорізальні вовчки та кутери з чашею, що обертається, є дуже розповсюдженими на практиці машинами для подрібнення м'ясої, і їх конструкції є вже давно і належним чином відпрацьованими. З іншого боку, зазначене широке використання вовчків і кутерів у м'ясопереробці обумовлюють суттєву економічну ефективність будь-яких технічних рішень, що забезпечують підвищення ефективності технологічної обробки м'ясої сировини та якості виконання зазначеного процесу. Визнаним лідером у питаннях виробництва та технічного вдосконалення м'ясопереробного обладнання, зокрема вовчків і кутерів, є Німеччина, де успішно функціонує низка відомих фірм – виробників машинобудівної продукції такого профілю. Активною є й винахідницька діяльність у зазначеній сфері таких фахівців, як Е. та О. Хаак, В. та Д. Шнекель, Й. Крікмасер та ін. [24-28], які працювали та працюють над удосконаленням конструкцій м'ясорізальних вовчків, а також Г. Гаммера, С. Стоянова, Е. Колева та ін. [29-32], технічна творчість яких зосереджена на удосконаленні кутерів. Вивчення змісту перелічених вище дає змогу дійти висновку, що саме підходи,

характерні для науково-винахідницького біному дають змогу забезпечити сталий процес технічного удосконалення таких важливих технологічних машин м'ясного виробництва, як м'ясорізальні вовчки та кутери з чашею, що обертається.

### **Висновки**

Для вирішення складних технічних задач запропоновано використовувати науково-винахідницький біном, тобто системне взаємоінтегроване поєднання наукових досліджень та методологічних засобів аналізу і вирішення технічних протиріч. Означене взаємоінтегроване поєднання призводить до утворення синергії - непропорційно високого підвищення ефективності вирішення задач в порівнянні із застосуванням кожної зі складових окремо. Запропоновано алгоритми процесу вирішення складних технічних задач на основі науково-винахідницького біному. Зазначені підходи використано для удосконалення конструкцій м'ясорізальних вовчків і кутерів.

### **Використані джерела**

1. Романчиков, В. І. Основи наукових досліджень / В.І. Романчиков. - Київ: Центр учбової літ-ри, 2007. - 254 с.
2. Заяц, Ю.А. Совершенствование технологических процессов в перерабатывающей промышленности / Ю. А. Заяц. – К.: Урожай, 1991. – 192 с.
3. Wynn, T., & Coolidge, F. L. (2014). Technical cognition, working memory and creativity. *Pragmatics & Cognition*, 22(1), 45-63.
4. Vallée-Tourangeau, G., & Vallée-Tourangeau, F. (2017). Cognition beyond the classical information processing model: Cognitive interactivity and the systemic thinking model (SysTM). In *Cognition Beyond the Brain* (pp. 133-154). Springer, Cham.
5. Косіюк, М. М. Основи науково-технічної творчості / М.М.Косіюк, Г.П. Черменський. - Хмельницький, 1997.- 392 с.
6. Orloff, M. A. (2017). Toward the Modern TRIZ. In *ABC-TRIZ* (pp. 19-30). Springer, Cham.
7. Альтшуллер, Г. С. Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер.- М. Московский рабочий, 1973.-296 с.
8. G. Slatineanu, L., Dulgheru, V., Banciu, F., Coteata, M., Nagit, G., Besiliu, I., & Dodun, O. (2016). Development of Technical Creativity in Higher Education. In *Managing Innovation and Diversity in Knowledge Society Through Turbulent Time: Proceedings of the MakeLearn and TIIM Joint International Conference 2016* (pp. 213-221). ToKnowPress.
9. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа. Методические рекомендации / [В.М. Герасимов, В С. Калиш, М.Г. Карпунин, А.М. Кузьмин; С. С. Литвин]. - М.: МП Информ-ФСА, 1991. – 22 с.
10. Nelson, R. R. (2015). *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*. Princeton University Press.
11. Батраченко, О. В. Методологічна концепція розвитку технічних систем харчової промисловості / О. В. Батраченко // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ, 2017. – № 4. - С. 32-41.
12. Некоз, О. І. Підвищення міцності перфорованих ножів кутера / О.І. Некоз, І.М. Литовченко, О. В. Батраченко // Тематичний збірник наукових праць «Обладнання та технології харчових виробництв» Донецького національного університету економіки та торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. - 2011. – С. 50 – 57.
13. Некоз, О. І. Дослідження умов контакту ножів кутера із сировиною з метою підвищення їх міцності / О. І. Некоз, С. Б. Вербицький, О. В. Батраченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету.– Черкаси: ЧДТУ, 2012. – №1. – С. 108-114.
14. Некоз, О. І. Обґрунтування шляхів зменшення нагріву фаршу при його подрібненні в емульсаторі / О. І. Некоз, О. В. Батраченко, К. А. Мирошніченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – Черкаси: ЧДТУ, 2015. – №2. – С. 91-98.
15. Спосіб зміцнення ножа кутера: пат. на корисну модель № 116036, Україна, МПК С 21D 7/08, В 02С 18/20 / Батраченко О. В.; заявник та патентовласник Батраченко О.В. №

a201602692; заявл. 18.03.2016; опубл. 25.01.2018 р., Бюл. №2/2018.

16. Некоз, О. І. Зменшення гідравлічного опору отворів решіток вовчка / О. І. Некоз, С.Б. Вербицький, О. В. Батраченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2009. - №3. – С. 59-64.

17. Некоз, О. І. Підвищення подрібнювальної здатності кутера при приготуванні фаршів безструктурних ковбасних виробів / О. І. Некоз, О. В. Батраченко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: міжн. наук. конф., 23-24 квітня 2018 р.: тези доповідей. - К.: Національний університет харчових технологій. – С. 26.

18. Некоз, О. І. Використання кінетичної енергії сировини для інтенсифікації процесу кутерування / О. І. Некоз, О. В. Батраченко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: міжн. наук. конф., 23-24 квітня 2018 р.: тези доповідей. - К.: Національний університет харчових технологій. – С. 25.

19 Некоз, О. І. Розробка методів проектування кутерів з підвищеною ефективністю роботи / О. І. Некоз, В. І. Осипенко, О. В. Батраченко // Збірник наукових праць «Обладнання та технології харчових виробництв» Донецького національного університету економіки та торгівлі ім. Михайла Тугана-Барановського. – 2010. – №1. – С. 28-37.

20. Некоз, О.І. Дослідження інтенсивності зношування лез ножа вовчка / О.І. Некоз, Н.В. Філімонова, С.О. Філімонов, О.В. Батраченко, А.В. Хом'як // Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2013. № 2. С. 128–132.

21. Некоз, О. І. Особливості гідродинаміки м'ясої сировини при її подачі шнеком вовчка / О. І. Некоз, Н. В. Філімонова, О. В. Батраченко // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ, 2017. – № 6. - С.37-42.

22. Некоз, О. І. Перспективні шляхи підвищення питомої продуктивності вовчків / О.І. Некоз, Н.В. Філімонова, О.В. Батраченко // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ, 2018. – № 1, 251-255.

23. Некоз, О.І. Зменшення металоємності ножів м'ясорізальних вовчків / О.І. Некоз, Н.В. Філімонова, С.О. Філімонов, А.В. Хом'як // Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2013. № 3. С. 154–161.

24. Haack E., Schnäckel W., Haack O. Optimal Fördern und Zerkleinern - Grundlagen und Vorgänge bei der Fleischbearbeitung mit Maschinen der Wolfstechnologie - 3. Teil // Fleischwirtschaft. 2003. № 6. P. 41–47.

25. Schnäckel, W., Krickmeier, J., Schnäckel, D., & Micklisch, I. (2011). Untersuchungen zur Optimierung des Wolfprozesses Teil 1: Modellierung der Bedingungen beim Schneiden in einer Wolfmaschine. Fleischwirtschaft, 91(7), 83-87.

26. Krickmeier, J., Schnäckel, W., Pongjanyanukul, W., Schnäckel, D., & Micklisch, I. (2012). Untersuchungen zur Optimierung des Wolfprozesses: Teil 2: Verteilung der notwendigen Arbeiten beim Scheren in Abhängigkeit von maschinen-und rohstoffbedingten Einflüssen. Fleischwirtschaft, 92(1), 88-92.

27. Schnäckel, W., Krickmeier, J., Pongjanyanukul, W., Schnäckel, D., Micklisch, I., & Haack, O. (2012). Untersuchungen zur Optimierung des Wolfprozesses Teil 3: Bestimmung der Eindringeeigenschaften tierischer Gewebe in die Bohrungen einer Lochscheibe beim Wolfen. Fleischwirtschaft, 92(3), 148-153.

28. Schnäckel, W., Krickmeier, J., Schnäckel, D., Micklisch, I., & Haack, O. (2012). Untersuchungen zur Optimierung des Wolfprozesses: Teil 4: Anwendung des Wolfprozesses auf die Feinbrätherstellung. Fleischwirtschaft, 92(7), 91-96.

29. Hammer G. F., Stoyanov S. Kuttermesser - unterschiedliche anscliff- und gleitwinkel // Mitteilungsblatt fleischforschung Kulmbach. - 2010. - 49. - pp. 183-195.

30. Hammer G., Stoyanov S. (2008). Über das Kattern von Bruhwurstbrat. // Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach, № 47, pp. 243-251.

31. Hammer, G. F.; Stoyanov, S. (2007). Kattern mit zwei Messern und Kutterleistung. Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Jahresbericht, Karlsruhe, (01), pp. 24-26.

32. Kolev E. Verifikationsmethode zur Bestimmung der Belastung an Bauteilen durch Simulation und Experiment / Kolev E., Stoyanov S. - Internationales Wissenschaftliches Kolloquium № 47, TU Ilmenau. - September 2002.- p. 23.-26.

## References

1. Romanchukov, V. I. 2007. Osnovy naukovykh doslidzhen – Fundamentals of scientific research. Kyiv: Tsentr uchbovoi lit-ry, 254 (in Ukrainian).
2. Zaiats, Yu.A. 1991. Sovershenstvovanye tekhnolohycheskykh protsessov v pererabatyvaiushchei promyshlennosti – Perfection of technological processes in processing industry. K.: Urozhai, 192 (in Russian).
3. Wynn, T., & Coolidge, F. L. (2014). Technical cognition, working memory and creativity. *Pragmatics & Cognition*, 22(1), 45-63.
4. Vallée-Tourangeau, G., & Vallée-Tourangeau, F. (2017). Cognition beyond the classical information processing model: Cognitive interactivity and the systemic thinking model (SysTM). In *Cognition Beyond the Brain* (pp. 133-154). Springer, Cham.
5. Kosiiuk, M.M. and Chermenskyi, H.P. 1997. Osnovy naukovo-tekhnichnoi tvorchosti – Fundamentals of technical ceativity. *Khmelnyskyi*, 392 (in Ukrainian).
6. Orloff, M. A. (2017). Toward the Modern TRIZ. In *ABC-TRIZ* (pp. 19-30). Springer, Cham.
7. Altshuller, H. S. 1973. Alhorytm yzobretenyia – Algorith of invention. *M. Moskovskyi rabochyi*, 296 (in Russian).
8. Slatineanu, L., Dulgheru, V., Banciu, F., Coteata, M., Nagit, G., Besiliu, I., & Dodun, O. (2016). Development of Technical Creativity in Higher Education. In *Managing Innovation and Diversity in Knowledge Society Through Turbulent Time: Proceedings of the MakeLearn and TIIM Joint International Conference 2016* (pp. 213-221). ToKnowPress.
9. Herasymov, V.M., Kalysh, V.S., Karpunyn, M.H., Kuzmyn, A.M., and Lytvyn, S.S. 1991. Osnovnye polozhenyia metodyky provedenyia funktsyonalno-stoymostnoho analiza. *Metodycheskye rekomendatsyy – Principals of conducting function and costs analysis. Methodical guidelines*. M.: MP Ynform-FSA, 22 (in Russian).
10. Nelson, R. R. (2015). *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*. Princeton University Press.
11. Batrachenko, O. V. 2017. Metodolohichna kontseptsiiia rozvytku tekhnichnykh system kharchovoi promyslovosti – Methodological concept of the development of technical systems of food industry. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Herald of Khmelnytskyi National University*. Khmelnytskyi: KhNU, 4, 32-41 (in Ukrainian).
12. Neko, O.I., Lytovchenko, I.M., and Batrachenko, O.V. 2011. Pidvyshchennia mitsnosti perforovanykh nozhiv kutera – Enhancing strength of perforated cutter knives. *Tematychnyi zbirnyk naukovykh prats «Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv» Donetskoho natsionalnoho universytetu ekonomiky ta torhivli im. Mykhaila Tuhan-Baranovskoho – Thematic collection of scientific works «Equipment and technologies of food industry» of Donetsk National University of Economy and Trade named after Mykhailo Tuhan-Baranovskyi*, 50–57 (in Ukrainian).
13. Neko, O.I., Lytovchenko, I.M., and Batrachenko, O.V. 2012. Doslidzhennia umov kontaktu nozhiv kutera iz syrovynoiu z metoiu pidvyshchennia yikh mitsnosti – Research of cutter knives contact with raw material aiming at enhancing their strength. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu – Herald of Cherkasy State Technological University*, 1, 108-114 (in Ukrainian).
14. Neko, O.I., Batrachenko, O.V., and Myroshnichenko, K.A. 2015. Obgruntuvannia shliakhiv zmeshennia nahrivu farshu pry yoho podribnenni v emulsiyatorii – Substantiating ways to lessen raw materials heating in flow cutter. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu – Herald of Cherkasy State Technological University*. Cherkasy: ChDTU, 2, 91-98 (in Ukrainian).
15. Sposib zmitsnennia nozha kutera: pat. na korysnu model № 116036, Ukraina, MPK S 21D 7/08, V 02S 18/20 / Batrachenko O. V.; zaiavnyk ta patentovlasnyk Batrachenko O.V. № a201602692; zaiavl. 18.03.2016; opubl. 25.01.2018 r., - Method of strenghtening cutter knife: patent for useful model № 116036, Ukraine, MPK S 21D 7/08, V 02S 18/20 / Batrachenko O.V.;

claimer and patent owner Batrachenko O.V. № a201602692; claim 18 March 2016; publ. 25 January 2018, Biul. №2/2018 (in Ukrainian).

16. Nekoz, O.I., Verbytskyi, S.B., and Batrachenko, O.V. 2009. Zmenschennia hidravlichnoho oporu otvoriv reshitok vovchka – Lessening hydraulic resistance of the orifices of meat mincers plates. Herald Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu – Messenger of Cherkasy State Technological University, 3, 59-64 (in Ukrainian).

17. Nekoz, O.I., and Batrachenko, O.V. Pidvyshchennia podribniuvalnoi zdatnosti kutera pry pryhotuvanni farshiv bezstrukturnykh kovbasnykh vyrobiv – Enhancing comminuting efficiency of cutter during processing ground meats intended to the manufacturing of structureless sausages. Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem kharchuvannia liudstva u XXI stolitti: mizhn. nauk. konf., 23-24 kvitnia 2018 r.: tezy dopovidei – Scientific achievements of the youth – to the solving of the global nutrition problems in XXI century. K.: Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii, 26 (in Ukrainian).

18. Nekoz, O.I., and Batrachenko, O.V. Vykorystannia kinetychnoi enerhii syrovyny dlia intensyfikatsii protsesu kuteruvannia – Using kinetic energy of raw materials to intensify comminuting process in cutter. Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem kharchuvannia liudstva u XXI stolitti: mizhn. nauk. konf., 23-24 kvitnia 2018 r.: tezy dopovidei – Scientific achievements of the youth – to the solving of the global nutrition problems in XXI century. K.: Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii, 25 (in Ukrainian).

19. Nekoz, O.I., Osypenko, V.I., and Batrachenko, O.V. 2010. Rozrobka metodiv proektuvannia kuteriv z pidvyshchenoiu efektyvnistiu roboty – Development methods of designing cutters with enhanced operational efficiency. Zbirnyk naukovykh prats «Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv» Donetskoho natsionalnoho universytetu ekonomiky ta torhivli im. Mykhaila Tuhana-Baranovskoho – Collection of scientific works «Equipment and technologies of food industry» of Donetsk National University of Economy and Trade named after Mykhailo Tuhan-Baranovskyi, 1, 28-37 (in Ukrainian).

20. Nekoz, O.I., Filimonova, N.V., Filimonov, S.O., Batrachenko, O.V., and Khomiak, A.V. 2013. Doslidzhennia intensyvnosti znoshuvannia lez nozha vovchka – Research of wear intensiveness of mincer knife. Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu – Herald of Cherkasy State Technological University. Cherkasy: ChDTU, 2, 128–132 (in Ukrainian).

21. Nekoz, O.I., Filimonova, N.V. and Batrachenko, O.V. 2017. Osoblyvosti hidrodynamiky miasnoi syrovyny pry yii podachi shnekom vovchka – Peculiarities of raw meats hydrodynamics while supplied by the auger of mincer. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – Herald of Khmelnytskyi National University. Khmelnytskyi: KhNU, 6, 37-42 (in Ukrainian).

22. Nekoz, O.I., Filimonova, N.V. and Batrachenko, O.V. 2018. Perspektyvni shliakhy pidvyshchennia pytomoi produktyvnosti vovchkiv – Advantageous ways to raise specific productivity of meat mincers. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – Herald of Khmelnytskyi National University. Khmelnytskyi: KhNU, 1, 251-255 (in Ukrainian).

23. Nekoz, O.I., Filimonova, N.V., Filimonov, S.O., Batrachenko, O.V., and Khomiak, A.V. 2013. Zmenschennia metaloiemnosti nozhiv miasorizalnykh vovchkiv – Declining of specific metal amount of the knives of meat mincers. Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu – Herald of Cherkasy State Technological University. Cherkasy: ChDTU, 3, 154–161 (in Ukrainian).

24. Haack E., Schnackel W., Haack O. Optimal Fördern und Zerkleinern - Grundlagen und Vorgänge bei der Fleischbearbeitung mit Maschinen der Wolftechnologie - 3. Teil // Fleischwirtschaft. 2003. № 6. P. 41–47.

25. Schnäkel, W., Krickmeier, J., Schnäkel, D., & Micklisch, I. (2011). Untersuchungen zur Optimierung des Wolfprozesses Teil 1: Modellierung der Bedingungen beim Schneiden in einer Wolfmaschine. Fleischwirtschaft, 91(7), 83-87.

26. Krickmeier, J., Schnäkel, W., Pongjanyanukul, W., Schnäkel, D., & Micklisch, I. (2012). Untersuchungen zur Optimierung des Wolfprozesses: Teil 2: Verteilung der notwendigen Arbeiten beim Scheren in Abhängigkeit von maschinen-und rohstoffbedingten Einflüssen. Fleischwirtschaft, 92(1), 88-92.

27. Schnäkel, W., Krickmeier, J., Pongjanyanukul, W., Schnäkel, D., Micklisch, I., &

Haack, O. (2012). Untersuchungen zur Optimierung des Wolfprozesses Teil 3: Bestimmung der Eindringenschaften tierischer Gewebe in die Bohrungen einer Lochscheibe beim Wolfen. Fleischwirtschaft, 92(3), 148-153.

28. Schnäckel, W., Krickmeier, J., Schnäckel, D., Micklisch, I., & Haack, O. (2012). Untersuchungen zur Optimierung des Wolfprozesses: Teil 4: Anwendung des Wolfprozesses auf die Feinbrätherstellung. Fleischwirtschaft, 92(7), 91-96.

29. Hammer G. F., Stoyanov S. Kutmesser - unterschiedliche anschliff- und gleitwinkel // Mitteilungsblatt fleischforschung Kulmbach. – 2010. – 49. – pp. 183-195.

30. Hammer G., Stoyanov S. (2008). Über das Kutmern von Bruhwurstbrat.// Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach, № 47, pp. 243-251.

32. Hammer, G. F.; Stoyanov, S. (2007). Kutmern mit zwei Messern und Kutmernleistung. Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Jahresbericht, Karlsruhe, (01), pp. 24-26.

33. Kolev E. Verifikationsmethode zur Bestimmung der Belastung an Bauteilen durch Simulation und Experiment / Kolev E., Stoyanov S. – Internationales Wissenschaftliches Kolloquium № 47, TU Ilmenau. – September 2002. – p. 23-26.