

МЕТОДОЛОГІЧНА КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ В МАШИНОБУДУВАННІ

Розроблено методологічну концепцію вдосконалення технічних систем машинобудівної галузі, зокрема обладнання харчових виробництв. На сьогоднішній день існує значна кількість методик та положень, які дозволяють формалізувати пошук рішень задач, які виникають при

вдосконаленні техніки. Однак ці методики громіздкі та достатньо вузько спеціалізовані. Для фахівця, який працює в одній галузі техніки, частина понятійного апарату відомих методик є незатребуваною. Все це ускладнює роботу із вдосконалення техніки, робить її менш ефективною. В статті пропонується методологічна концепція, яка дозволяє швидко та чітко з'ясувати цілі вдосконалення технічних систем, ті перешкоди, які заважають такому вдосконаленню та найбільш прогресивні шляхи розвитку техніки. Концепція визначає засоби, якими ці шляхи реалізуються найбільш ефективно у тих випадках, які найчастіше зустрічаються в машинобудуванні.

Ключові слова: технічні системи, розвиток, вдосконалення, методологія, концепція.

OLEXANDR VICTOROVICH BATRACHENKO

Cherkassy State Technological University

THE METHODOLOGICAL CONCEPT OF DEVELOPMENT OF TECHNICAL SYSTEMS IN ENGINEERING

Developed methodological concept for the improvement of technical systems in engineering industry, in particular equipment for food production. Today, there are a significant number of methods and provisions that allow us to formalize the search for solutions to problems arising in the improvement of technique. However, these methods are cumbersome and quite narrowly specialized. For the specialist, who works in one branch of engineering, part of the conceptual apparatus known techniques is unclaimed. All this complicates the work on improving the technique, making it less effective. The paper proposes a methodological concept that allows you to quickly and clearly identify the purpose of improving the technical systems, the obstacles that hinder such improvement and the most progressive ways of development of technology. The concept identifies the means by which these pathways are realized most effectively in the cases that are most often found in mechanical engineering.

Key words: technical systems, development, improvement, methodology, concept.

Постановка проблеми

Розвиток техніки, її вдосконалення та поліпшення – це процес безупинного вирішення задачі переведення економіки на новий рівень технології, а суспільства – на нову щабель технічного прогресу. Так розв'язуються технічні суперечності, інтенсифікуються режими роботи відомих видів обладнання, з'являються види техніки, які засновані на нових фізичних принципах, впроваджуються прогресивні технології, знаходяться шляхи енерго- та ресурсозбереження, застосовуються нові види матеріалів, сучасні системи керування і типи приводів, системи технічного зору та штучного інтелекту і багато іншого.

В сучасних умовах розвиненого технічного прогресу та конкурентної ринкової економіки не лише процеси проектування, конструювання та впровадження у виробництво нових виробів повинні відбуватись з високим ступенем динамічності, але й народження самих ідей, що лежать в основі нових виробів, також повинно відбуватись із максимальною продуктивністю.

На сьогоднішній день існує значна кількість методик та положень, які дозволяють формалізувати пошук рішень задач, що виникають при вдосконаленні техніки, а також зробити цю діяльність більш продуктивною [1]. Однак при їх практичному використанні стають наочними і їх недоліки, найголовнішими з яких є громіздкість та достатньо вузька спеціалізація. Так одні з них призначені для пошуку нового рішення конкретної технічної задачі, інші – для знаходження і постановки самих невирішених задач, треті - окреслюють і деталізують вимоги, що ставляться до техніки. При цьому більшість з методик містить значний обсяг понятійного матеріалу, який дозволяє використовувати окремо взяту методику для вирішення широкого кола задач із різних галузей техніки.

Для фахівця (інженера, науковця), який працює в одній галузі техніки, частина понятійного апарату методик є незатребуваною, практично не застосовною, а значить зайвою, тою, яка відтягує на себе частину пам'яті та уваги фахівця, збільшує витрати часу на аналіз задачі та пошук її вирішення. З цієї точки зору, відповідно до положень функціонально-вартісного аналізу, такі частини понятійного матеріалу можна вважати шкідливими, тими, що потребують видалення.

Поряд із означеним вище, слід вказати на віддаленість, відірваність методик поміж собою, відсутність чіткого та логічного зв'язку між ними. Це призводить до необхідності фахівцю при вирішенні задач самотужки визначати потребу в методиках певної групи, виконувати їх пошук, вивчення, а потім узагальнення та систематизацію. Іншими словами фахівцеві необхідно самостійно випрацювати концепцію своєї роботи при вдосконаленні техніки, що знижує продуктивність та результативність його діяльності.

Особливо наочно видно недоліки відомих методик при навчанні ним слухачів, зокрема студентів. Так досвід викладання дисципліни "Теорія технічних систем", керування дипломним проектуванням та

студентською науковою роботою під час підготовки студентів за спеціальністю "Галузеве машинобудування" дозволяє зробити наступні висновки. Слухачам в багатьох випадках достатньо складно ґрунтовно опанувати всі основні спеціалізовані методики та положення розвитку технічних систем. Ця складність обумовлена, знову ж таки, великим понятійним апаратом даних методик, а також його значною відмінністю від класичних фахових технічних дисциплін, таких як "Теоретична механіка", "Деталі машин", "Технологічне обладнання галузі" тощо. Додатковим чинником, що суттєво ускладнює опанування матеріалу, є мала кількість аудиторних годин, які найчастіше передбачені навчальними планами для дисципліни "Теорія технічних систем".

Враховуючи вищезазначене, актуальним є створення такого понятійного апарату, який би дозволяв з'ясувати основні напрямки, принципи та саму логіку розвитку технічних систем, робити це якісно та в короткі терміни. Такий понятійний апарат має стати принципами, постулатами або, що точніше, концепцією роботи фахівця з розвитку технічних систем в машинобудуванні, бути мов би "призмою" крізь яку фахівець повинен дивитись на техніку навколо себе.

Нижче наведено відповідну концепцію, в якій автор виконав спробу вирішити це завдання. Представлена концепція адаптована, насамперед, для технологічного обладнання, зокрема, харчових виробництв.

Аналіз останніх джерел

В роботі [2] представлено детальний перелік вимог до технічних систем. Однак він охоплює системи різних класів, таких як верстатне обладнання, теплосилове устаткування, авіатехніку, транспорт тощо. Для технологічного обладнання ці вимоги можуть бути звужені та концентровані між собою.

Основні напрямки модернізації обладнання харчових виробництв наведені в роботі [3]. В ній представлено 12 напрямків, які достатньо детально окреслюють завдання при вдосконаленні технічних систем харчових виробництв. Однак, на думку автора, така кількість напрямків є зavelикою в контексті поставленої задачі та в них відсутні достатньо цінні положення, що наведені в [2]. Доцільно взяти дані напрямки та зробити їх більш змістовними та лаконічними.

Автори [4] представили численні експериментальні дані про вплив середовищ харчових виробництв на надійність та довговічність елементів технологічного обладнання. Ці дані доцільно враховувати в розроблюваній концепції.

Проводити ефективний пошук резервів вдосконалення технічної системи та зниження її собівартості дозволяє функціонально-вартісний аналіз (ФВА) [5]. Важливою з практичної точки зору особливістю ФВА 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. Відповідно до ФВА, порівнюється функціональна значущість кожного елемента (навіть окремих поверхонь однієї деталі) та вартість на його виготовлення. Передбачається, що в багатьох випадках витрати є зavelикими по відношенню до значущості тих функцій, які об'єкт виконує. Кінцевою метою ФВА є виключення шкідливих, нейтральних та дубльованих функцій разом з їх матеріальними носіями – елементами. Завдяки цьому можна підвищити ефективність роботи системи, спростити та здешевити її або одночасно досягти означених результатів. Не дивлячись на цілком певні переваги даного методу, його недоліками в даному випадку слід вважати громіздкість та, що більш важливо, відсутність потреби у вартісному аналізі розглядуваних технічних систем. Найбільш затребуваним та ефективним інструментом ФВА є функціональний аналіз системи та її елементів. Його і доцільно взяти до уваги у розроблюваній концепції.

На думку автора, пошук нових рішень складних технічних задач найбільш ефективно здійснювати за допомогою теорії вирішення винахідницьких задач ТВВЗ (рос. – ТРИЗ) [6]. Базовими її засадами є поняття "ідеального кінцевого результату" та технічного протиріччя. Ідеальний кінцевий результат - це, найчастіше, недосяжна для стовідсоткового виконання мета, але він є закономірним результатом розвитку будь-якої технічної системи. Орієнтуючись на нього можна одразу виходити на найбільш ефективні та прогресивні рішення при вдосконаленні технічних систем. Технічне протиріччя – це той випадок, коли до одного і того ж елемента висуваються протилежні вимоги. В основі технічних протиріччя лежать протиріччя фізичні: "Для якісного виконання функції А об'єкт повинен бути дуже гарячим, а для якісного виконання функції Б об'єкт повинен бути дуже холодним". 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, типові прийоми усунення технічних протиріччя, алгоритм вирішення винахідницьких задач, стандартні рішення винахідницьких задач, збірник фізичних ефектів. З точки зору автора, найбільш широковживаним, ефективним та лаконічним інструментарієм ТВВЗ є положення законів розвитку технічних систем, деякі типові прийоми та стандартні рішення, які стосуються об'єднання технічних систем. Багато типових прийомів, таких як, принцип копіювання, використання пневмо- і гідроконструкцій, зміни забарвлення, застосування сильних окислювачів тощо дуже рідко застосовуються в машинобудуванні, зокрема при для обладнання харчових виробництв. В той же час фізичні ефекти достатньо широко представлені в обладнанні харчових виробництв, завдяки чому інженери та науковці, найчастіше, ознайомлені з випадками їх ефективного використання. Все означене дозволяє вибрати найбільш ефективний інструментарій ТВВЗ для розроблюваної концепції розвитку технічних систем.

При вдосконаленні технічних систем високою ефективністю володіє метод, який істотно відрізняється від тих, що були розглянуті вище. Це метод, який базується на використанні результатів наукових досліджень. Автор вважає, що істотного покращення показників технічної системи можна досягти, якщо розв'язати існуючі в ній складні технічні протиріччя. Проте найчастіше простоювання у розв'язку таких протиріччя 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. Утворення таких знань відбувається саме в результаті наукових досліджень процесів та явищ, що супроводжують роботу технічної системи. Таким чином проведення наукових досліджень дозволяє отримати врешті такі результати, що сприяють вирішенню найскладніших технічних задач. На жаль, в переважній більшості технічної літератури конструкторського та винахідницького спрямування даному методу приділяється недостатня увага, що суттєво обмежує можливість пошуку ефективних рішень. Наукові дослідження можуть бути різного виду та спрямування, однак, в контексті задачі вдосконалення технічних систем найчастіше достатньо проведення прикладних наукових досліджень або, навіть, їх елементів.

Нижче наведено розроблену концепцію розвитку технічних систем в машинобудуванні та деякі

прикладі її використання.

Метою роботи є розробка методологічної концепції розвитку технічних систем машинобудівної галузі, зокрема обладнання харчових виробництв, яка повинна дозволяти швидко та чітко з'ясувати цілі вдосконалення технічних систем, ті перешкоди, які заважають такому вдосконаленню, найбільш прогресивні шляхи вирішення задач та засоби, якими ці шляхи реалізуються найбільш ефективно.

Виклад основного матеріалу

Відповідно до [7], концепція (від лат. conceptio — «розуміння», «система») – це певний спосіб розуміння і трактування явищ, основна точка зору, керівна ідея, система поглядів на явища, провідний задум, комплекс поглядів, пов'язаних між собою і які витікають один з іншого, система шляхів вирішення завдання тощо. Автор вважає обґрунтованим використовувати саме термін "концепція" для розроблених положень, оскільки даний термін є більш цілісним та системним в порівнянні з тезисами, постулатами та принципами [7], які являють собою простий набір понять, що необов'язково пов'язані між собою.

На основі власного досвіду з розвитку технічних систем, що знайшло відображення у 57 отриманих патентів України на корисну модель (№ 19348, 17299, 22232, 27134, 27136, 27135, 31369, 31370, 31558, 32983, 32981, 32982, 37171, 34534, 34390, 34504, 39792, 39838, 39791, 41262, 41545, 44101, 44276, 50688, 50253, 50074, 50116, 50078, 51556, 51557, 60859, 60861, 60860, 60862, 60868, 60044, 60045, 60863, 61245, 60858, 60857, 61682, 61683, 65332, 66843, 71901, 71902, 71903, 71900, 78330, 83391, 83944, 88059, 88060, 88061, 101661, 104778), автор пропонує методологічну концепцію розвитку технічних систем в машинобудуванні. Її структура представлена на рис. 1, а детальне викладення – нижче у тексті. Концепція містить 4 понятійні блоки, послідовне слідування яким дозволяє визначити вимоги до сучасних технічних систем, причини виникнення проблемних задач при їх вдосконаленні, а також шляхи та інструментарій вирішення цих задач. Автор намагався використовувати достатньо просте стилістичне формулювання положень концепції з метою спрощення її засвоєння і запам'ятовування, а також з метою акцентування уваги фахівців саме на сутності висунутих положень (кроків при вирішенні задачі).



Рис. 1. Структурна схема методологічної концепції розвитку технічних систем в машинобудуванні

Якою повинна бути технічна система?

- Технічна система призначена для виконання саме головної корисної функції;
- При цьому система повинна її виконувати якомога швидше, якісніше, зручніше, безпечніше, з найменшою участю людини.
- Працювати система повинна якомога більше років, з максимальним ступенем використання та мінімальною кількістю ремонтів, які повинні бути дешевими.

Чому вона ще не така?

- Через не дуже раціональні принципи дії, конструктивні схеми елементів, марки матеріалів та методи обробки цих елементів.
- Нераціональними вони є тому, що поряд із головною корисною функцією та допоміжними корисними в кожному елементі найчастіше присутні нейтральні та навіть шкідливі функції, а наявні корисні можуть дублюватись, мати недостатній або надлишковий рівень виконання, що потребує виправлення.
- В основі складних задач лежать технічні протиріччя, що виникають через системні взаємозв'язки елементів.
- Найскладніші задачі не вирішуються тому, що існуючих знань про розглядуваний процес недостатньо, процес насправді відбувається дещо інакше, а тому звичні конструктивні рішення і не можуть бути ефективними.

Що треба робити?

- Рухатись завжди потрібно в напрямку підвищення "ідеальності" технічної системи, тобто щоб виконання головної корисної функції здійснювалось з найменшими витратами матеріалу, енергії, часу та коштів.
- Для цього при вирішенні задач слід намагатись використовувати вже наявні в технічній системі конструктивні елементи, силові поля та резерви часу.
- Шкідливі фактори слід усувати, нейтралізуючи їх іншими шкідливими факторами або посилюючи до такого стану, коли вони перестають бути шкідливими.

Як це зробити?

- Слід детально з'ясувати функціональне призначення та умови роботи розглядуваних елементів.
- В складних випадках для цього потрібно встановити нові знання про розглядуваний процес за допомогою наукових досліджень.
- Все це дає можливість глибоко проаналізувати наявні технічні протиріччя, зрозуміти їх справжню суть та вирішити їх.

- Вирішення досягається розділенням суперечливих вимог у просторі і часі.
- Для цього доцільно виконувати такі дії:
- Відокремити від елемента саме необхідну його властивість, корисну або шкідливу, зробити ступінь відокремлення максимально локальним.
- Передати функції елемента іншим або видалити їх разом із елементами-носіями.
- Розділити елемент на окремі частини або зони.
- Кожній зоні потрібно створити найкращі умови її роботи.
- Динамізувати (зробити рухомими) елементи чи їх частини, динамізувати силові поля в системі для кращої її адаптації до умов роботи.
- Якщо система вже динамізована, уважно проаналізувати і підвищити ступінь динамічності.
- Окремі рухомі елементи обладнати індивідуальними приводами.
- Максимально узгодити роботу окремих елементів та приводів між собою за режимами і за часом.
- Для цього робота приводів повинна підпорядковуватись єдиній програмованій системі керування.
- Система керування може мати розвинений комплекс датчиків і бути саморегульованою.
- Для високої питомої продуктивності системи важливим є правильне узгодження процесів подачі сировини та її обробки.
- Підвищення продуктивності можна досягти шляхом об'єднання у часі кількох дій в системі та забезпеченням безперервності корисної дії, коли паузи в одній дії заповнюються іншою дією.
- Значного підвищення ефективності технічної системи можна досягти шляхом об'єднання кількох однакових або різних систем у бі- та полі-системи, при цьому збільшується діапазон виконуваних операцій, підвищується продуктивність, зменшується кількість складових елементів та спрощується конструкція, яка стає більш компактною.
- Компактність конструкції підвищується, якщо елементи проходять один крізь іншого або розташовуються один всередині іншого.
- Найбільшої ефективності системи можна досягти, якщо перевести її принцип дії на "мікрорівень".
- З точки зору довговічності система може бути дешева, але найбільш відповідальні та напружені вузли повинні бути добротними, дуже надійними, оскільки збитки від ремонтів та простоювання технічної системи при експлуатації значно перевищують вартість добротних вузлів.
- При обробці сировина впливає на робочі органи, визначаючи їх довговічність, при цьому хімічна дія сировини значно посилює їх зношування, а корозійна зменшує їх втомну міцність.
- Після вирішення проблеми А слід уважно проаналізувати впроваджені конструктивні зміни, оскільки вони дозволяють попутно вирішити також і проблеми Б, В...
- Знайшовши рішення проблеми, потрібно визначити в яких інших технічних системах воно може бути застосоване і для яких задач.

Достатньо наочним прикладом вдосконалення технічної системи шляхом розв'язання технічного протиріччя на основі аналізу функціонального призначення її елементів може бути розробка нової будови решітки м'ясорізного вовчка [пат. № 39838]. Робочий процес подрібнення сировини в решітці можна поділити на три основні етапи: втискування сировини в отвори, різання парою «ніж-решітка», проштовхування сировини всередині отворів. Кожний з цих етапів обумовлює свої особливі вимоги до конструкції решітки та її отворів. Для циліндричних перпендикулярних отворів (рис. 2, а) спостерігається гарне втискування сировини в отвори, але погане різання внаслідок кута різання 90° у різальної кромки 3 отвору. Для циліндричних похилих отворів (рис. 2, б) властиве гарне різання (кут різання $<90^\circ$), але погане проштовхування всередині отворів, такі отвори неможливо використовувати для проміжної решітки через кут різання на протилежному торці $>90^\circ$. Конічні перпендикулярні отвори (рис. 2, в) характеризуються гарним різанням та проштовхуванням сировини крізь отвори, але поганим її втискуванням в отвори.

Проведений функціонально-вартісний аналіз дозволив встановити, що тильна сторона 2 отвору виконує такі функції: транспортування сировини, забезпечення міцності та жорсткості решітки, створення припуску на перезаточування тощо. Робоча ж сторона 3 отвору виконує дещо інші функції: різання, транспортування сировини, забезпечення міцності та жорсткості решітки, створення припуску на перезаточування тощо. Можна дійти висновку, що вимога розташування під гострим кутом до торцю відноситься саме до сторони 3, як такої, що виконує процес різання сировини. Більше того дана вимога стосується лише невеликої початкової ділянки 6 цієї сторони, де саме і відбувається процес різання. Інші ділянки сторони 3, а також сторона 2 не обов'язково повинні бути розташовані під гострим кутом до торцю решітки, а з огляду на легке вдавлення та проштовхування сировини, можна дійти висновку, що ці ділянки повинні бути розташовані під прямим кутом. В результаті розроблено збірну решітку вовчка зі змінними пластинами, в якій найкращим чином поєднано кілька суперечливих вимог.

Прикладом виділення в об'єкті окремих зон та створення для них найліпших умов роботи є вдосконалення перфорованих ножів кутера (рис. 3). Такі ножі застосовуються для кращого емульгування фаршів варених ковбас, кромки отворів при цьому виконують додаткове подрібнення сировини. Визначено [8], що ефективність роботи отворів, які розташовані біля посадочної частини ножа, недостатня внаслідок

руху цієї ділянки з мінімальною лінійною швидкістю V_{min} (мінімальна швидкість різання) у верхній частині чаші кутера, яка не завжди заповнена сировиною. В той же час, отвори біля посадочної частини ножа значно зменшують його міцність, оскільки вони розташовані в найбільш напруженій його частині (рис. 3, а). Автором розроблено вдосконалену конструкцію перфорованого ножа [пат. № 66843], отвори якого розташовано на периферії корпусу (рис. 3, б). Міцність ножа вдосконаленої конструкції в найбільш напруженій його ділянці стала вища на 20%. Одночасно з цим покращено подрібнювальну здатність ножа за рахунок більш вигідного розташування отворів – вони рухаються в тій частині чаші, яка завжди завантажена сировиною, при чому рухаються з найбільшими лінійними швидкостями V_{max} .

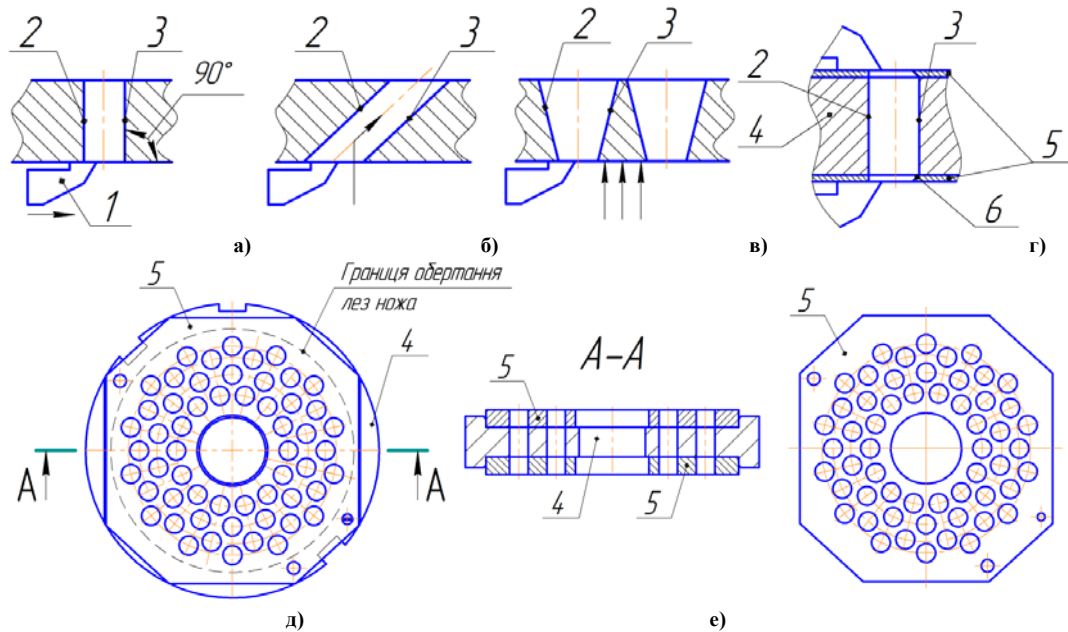


Рис. 2. Схема до пояснення вдосконаленої конструкції решітки вовчка: 1 - ніж; 2 - тильна сторона отвору; 3 - робоча сторона отвору; 4 - корпус решітки; 5 - змінні пластини; 6 - похила робоча сторона отвору пластини.

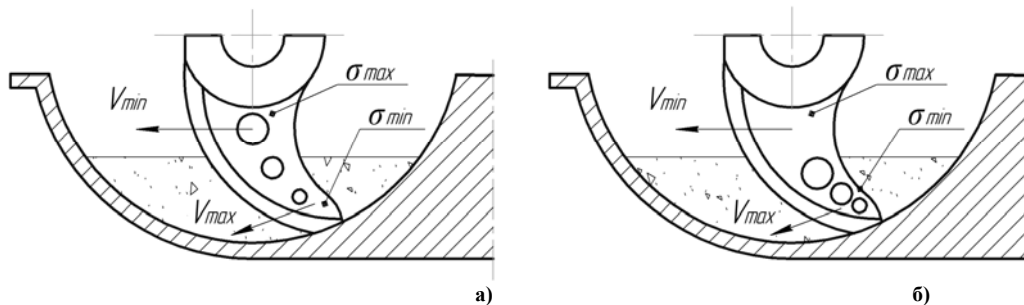


Рис. 3. Схеми роботи перфорованих ножів кутера: а) звичайного; б) вдосконаленого.

Вдосконалення різального механізму емульсаторів [9] є прикладом комплексного застосування функціонального аналізу, розділення вимог щодо різних частин об'єкту та застосування наукових положень теорії опору матеріалу (рис. 4).

Одним з суттєвих недоліків емульсаторів є надмірний нагрів фаршу у різальному вузлі внаслідок тертя ножів по решіткам з частотою 50 c^{-1} . Решітки звичайної конструкції мають суцільні радіальні ребра жорсткості, які суттєво збільшують площу тертя та, як наслідок, емісію тепла у фарш. Ефективним шляхом зменшення нагріву фаршу може бути зменшення площі контакту ножа з перфорованою решіткою. В якості резерву зменшення вказаної площі доцільно розглядати саме радіальні ребра жорсткості. При цьому виникає 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”. В результаті 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 розроблено нову конструкцію різального механізму (рис. 4) – замість радіальних ребер жорсткості застосовано кільце жорсткості 1, а леза 2 ножа 3 мають пази 4, які розташовані понад кільцем жорсткості 1. Завдяки цьому елемент жорсткості наявний (кільце 3), але з процесу тертя цей елемент виключено (за рахунок застосування пазів 4). Більш того, у відповідності з науковими основами теорії опору матеріалів міцність такої решітки підвищено на 36%, оскільки кільце жорсткості працює переважно на розтягування, а радіальні ребра – на згинання. Площа тертя такого різального механізму стала меншою на 25% при одночасному підвищенні довговічності решіток.

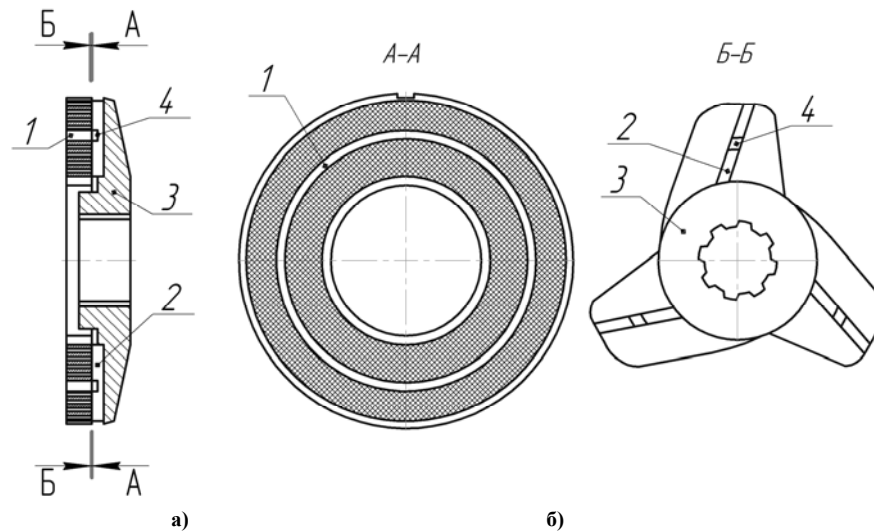


Рис. 4. Різальний механізм емульсатора вдосконаленої будови: а) різальний механізм; б) решітка; в) ніж

Прикладом застосування наукових досліджень для створення передумов подальшого розвитку техніки є вдосконалення конструкції ножів кутера. Для ножів 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". Нагрів фаршу спричинює погіршення кості ковбас, а руйнування ножа при обертанні обумовлює суттєві комплексні збитки для м'ясопереробного підприємства. В результаті досліджень гідродинаміки сировини при кутеруванні встановлено [10], що, на відміну від відомих уявлень (рис. 5, а), при обтіканні верхньої частини профілю ножа потік сировини після руху по заточці лека огинає верхню горизонтальну сторону ножа, не контактуючи з нею (рис. 5, б). Встановлені нові знання дозволили запропонувати [пат. № 71901] новий шлях підвищення міцності ножів – диференційоване підвищення їх товщини (рис. 5, б). При цьому забезпечується одночасне виконання двох наведених вище вимог – малий нагрів сировини (за рахунок малої товщини лека 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).

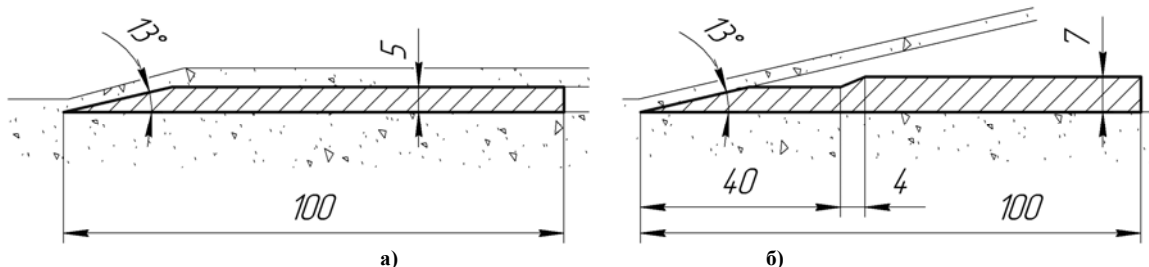


Рис. 5. Схеми обтікання сировиною та поперечні перерізи ножів кутера: а) стандартного; б) вдосконаленого

Приклади використання впроваджених конструктивних змін для попутного вирішення інших задач, які початково не ставились, наведені нижче. Збірна конструкція решітки зі змінними пластинами (рис. 2, д-е), дозволяє виготовляти корпус 4 з більш дешевої, конструкційної, сталі і використовувати його на протязі тривалого часу, а змінні пластини 5 можуть виготовлятися із дорогокоштованих зносостійких сплавів. При цьому мала товщина змінних пластин 5 та багатогонна їх форма з прямими ділянками підвищує технологічність їх виготовлення. Також стає можливим покращити умови різання одночасно з обох торців решітки, що є актуальним для проміжних решіток (рис. 2, г). Таким чином, при вирішенні задачі про конфігурацію отворів була вирішена дана задача та попутно ще 3 додаткові задачі.

Широко відома конструкція м'ясорізальних вовчків (рис. 6, а), в якій передбачено роздільний привод робочого шнеку 1 та ножового валу 2. Ножі 5 обертаються швидше за робочий шнек 1, чим досягаються більш сприятливі умови для подачі сировини крізь різальний комплект та, відповідно, вища питома продуктивність вовчка. Але така кінематична схема дозволяє [пат. № 50253] більш ефективно реалізувати роботу вовчка-мішалки (рис. 6, б). При обертанні змішувальних валів 7 і 8 в режимі перемішування сировина зсувається ними в напрямку від завантажувального вікна шнеку. При роботі вовчка в режимі подрібнення напрямок обертання двигуна приводу 9 змінюється і таким чином змішувальні вали подають сировину до завантажувального вікна робочого шнеку. Сам робочий шнек при змішуванні обертається відповідно у режимі реверсу, чим забезпечує достатньо надійне перешкодження витіканню сировини з бункера при перемішуванні.

Згідно розробленої методологічної концепції, наступним кроком по розвитку технічної системи „Вовчок” в даному випадку має бути зміна методу його використання. Кінематична схема, що наведена на рис. 6,б, дозволяє зменшити тривалість підготовчих операцій. Можливість ввімкнення ножового валу 2 з

деяким запізненням по відношенню до початку обертання робочого шнеку 1 дозволяє забезпечити умови, при яких м'ясна сировина спочатку буде подана до різального комплексу, а потім ножі почнуть обертатись. Цим самим забезпечується змащування різального комплексу перед початком його роботи. Необхідність виконання ручного змащування в такому разі відпадає. Ще однією зміною способу експлуатації вовчка є можливість варіювання частотою обертання ножів по відношенню до шнеку, тобто можливість змінювати ступінь подрібнення сировини без зміни решіток різального вузла.

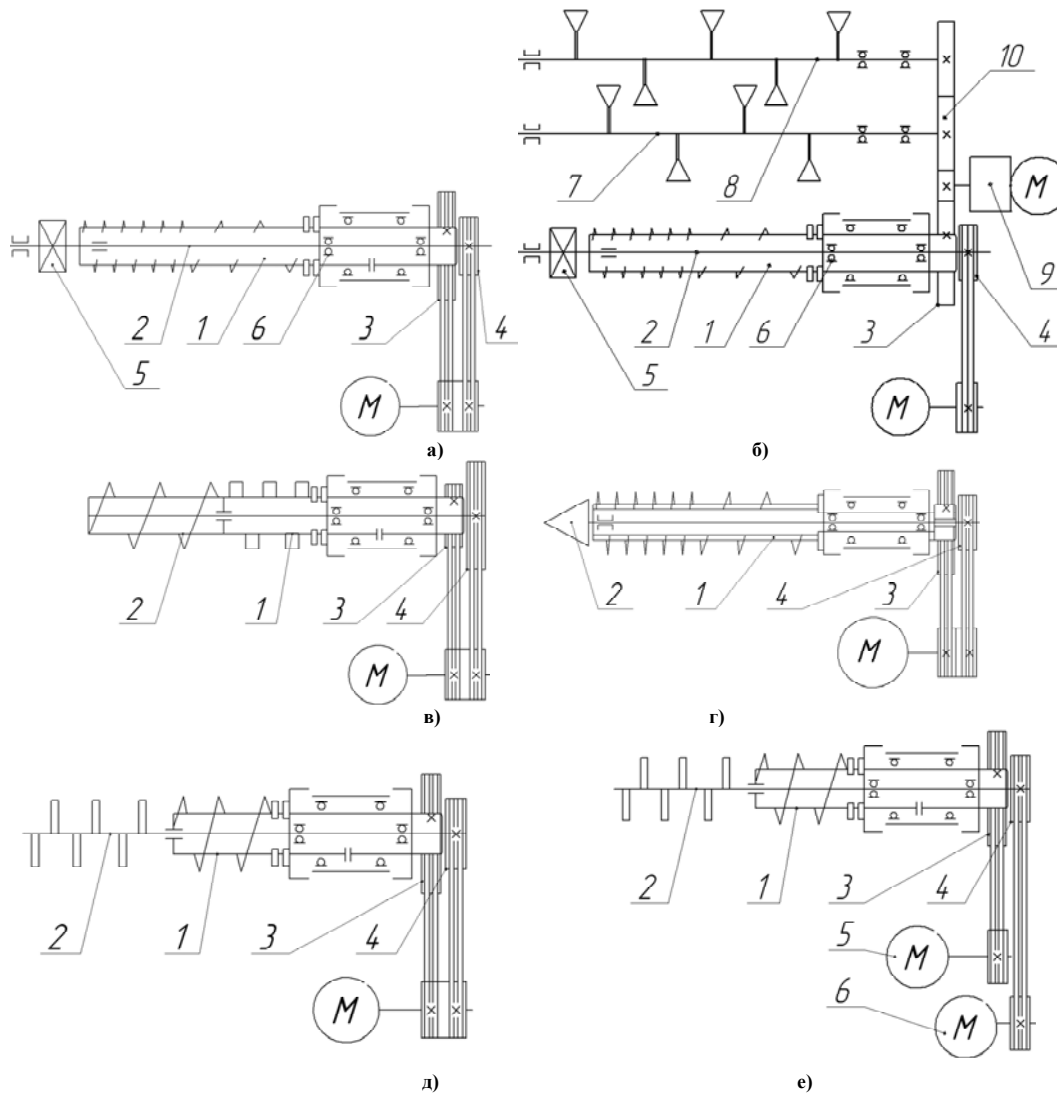


Рис. 6. Приклади розвитку отриманого рішення задачі та застосування його для вирішення аналогічних, задач, кінематичні схеми: а) м'ясорізального вовчка; б) вовчка-мішалки; в) фризера для приготування морозива; г) зернового екструдера; д, е) тістомісильної машини безперервної дії

Далі перевіряємо можливість застосування знайденого технічного рішення до вирішення інших задач. Згідно розробленої методологічної концепції, будь який робочий процес має або різні етапи свого проходження або здійснюється по-різному в різних ділянках робочої частини машини або апарату. Машини, робочий орган яких являє собою подовжений обертовий вал тієї чи іншої будови, широко розповсюджені в різних галузях харчової промисловості. Відповідно технічна можливість забезпечити оптимальні умови проходження робочого процесу в різних зонах такого валу заздалегідь обіцяє отримання певних переваг.

Проведений аналіз дозволив встановити, що відомим конструкціям фризерів властивий такий недолік, як недостатньо високі значення показника збитості морозива. Причиною є те, що перемішування розчиненого у молочній суміші повітря проводиться по всій довжині циліндра при недостатньо високій швидкості обертання перемішуючих робочих органів. При цьому перемішування та роздрібнення бульбашок повітря відбувається в суміші, яка має значну густину та замерзає під час перемішування в циліндрі фризера. Це призводить до погіршення якості морозива та до зменшення його виходу. У вдосконаленій конструкції фризера [пат. № 71900] реалізовано роздільний привід 3, 4 окремих співвісних 1 і 2 мішалки (рис. 6, в). За рахунок цього ділянка 1 мішалки, яка знаходиться в зоні завантажувального вікна робочого циліндру, обертається з підвищеною частотою. Завдяки цьому аерація молочної суміші проводиться при її рідкому стані, причому з високою інтенсивністю.

Аналогічним чином вдосконалено [пат. № 60044] конструкцію зернових екструдерів (рис. 6, г).

компенсації зміни величини робочого зазору 4. Оператор, при черговому складанні-розкладанні робочої камери екструдера знімає шайбу 3 із валу після чого проводиться зішліфовування її меншого торцю на визначену величину. Внаслідок цього, після складання гвинтів 1 та шайб 3 на валу, відбувається зменшення робочого зазору 4. Завдяки таким конструктивним змінам можливо досягти підвищення фактичної довговічності шайби 3 у кілька разів. Подальше вдосконалення цього вузла [пат. № 101661] передбачає застосування змінних шайб 5 з метою спрощення процесу регулювання зазору.

Автор розуміє, що положення представлені методологічної концепції можуть мати суб'єктивний характер, який обумовлений особистим досвідом та особистим прихиленням автора до тих чи інших методик або їх окремих положень. Однак автор сподівається, що представлена в роботі методологічна концепція буде корисною для широкого кола інженерів та науковців, які займаються розвитком техніки.

Висновки

Розроблено методологічну концепцію вдосконалення технічних систем машинобудівної галузі, зокрема обладнання харчових виробництв. Представлена методологічна концепція дозволяє швидко та чітко з'ясувати цілі вдосконалення технічних систем, ті перешкоди, які заважають такому вдосконаленню, а також найбільш прогресивні шляхи розвитку техніки. Розроблена концепція визначає засоби, якими ці шляхи реалізуються найбільш ефективно. Наведено відповідні приклади з розвитку обладнання харчових виробництв.

Література

1. Косіюк М. М. Основи науково-технічної творчості / М. М. Косіюк, Г.П. Черменський. – Хмельницький, 1997. – 392 с.
2. Орлов П. И. Основы конструирования : справочно-методическое пособие : 2-х кн. / П. И. Орлов. – Изд. 3-е, испр. – М. : Машиностроение, 1988. – 560 с.
3. Заяц Ю. А. Совершенствование технологических процессов в перерабатывающей промышленности / Ю. А. Заяц. – К. : Урожай, 1991. – 192 с.
4. Прейс Г. А. Повышение износостойкости оборудования пищевой промышленности / Г. А. Прейс, Н. А. Сологуб, А. И. Некоз. – М. : Машиностроение, 1979. – 239 с.
5. 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.
6. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер. – М. : Московский рабочий, 1973. – 296 с.
7. Новая философская энциклопедия. – 2-е изд., испр. и допол. – М. : Мысль, 2010. – Т. 1–4. – 2816 с.
8. Некоз О. І. Підвищення міцності перфорованих ножів кутера / О. І. Некоз, І. М. Литовченко, О. В. Батраченко, С. О. Філімонов // Тематичний збірник наукових праць "Обладнання та технології харчових виробництв" Донецького національного університету економіки та торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. – 2011. – С. 50–57.
9. Некоз О. І. Обґрунтування шляхів зменшення нагріву фаршу при його подрібненні в емульсифікаторі / О. І. Некоз, О. В. Батраченко, К. А. Мирошніченко // Вісник ЧДТУ. – 2015. – № 2. – С. 91–98.
10. Некоз О. І. Дослідження умов контакту ножів кутера із сировиною з метою підвищення їх міцності / О. І. Некоз, О. В. Батраченко, І. М. Литовченко, Вербицький С. Б. // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – Черкаси : ЧДТУ, 2012. – № 1. – С. 108–114.

References

1. Kosiyuk, M. M. Osnovy naukovno-technichnoyi tvorchosti / M. M. Kosiyuk, G.P. Chermens'kyj. - Xmel'ny'cz'kyj, 1997.- 392 s.
2. Orlov, P. Y'. Osnovy konstruy'rovany'ya: Spravochno-metody'cheskoe posoby'e. V 2-x kn. - Y'zd. 3-e, y'spr. / P. Y'. Orlov. - M.: Mashy'nstroeny'e, 1988. - 560 s.
3. Zayacz, Yu. A. Sovershenstvovany'e technology'chesky'x processov v pererabatyvayushhej promyshlennosty' / Yu. A. Zayacz. - K.: Urozhaj, 1991. - 192 s.
4. Prejs, G. A. Povysheny'e y'znosostojkosty' oborudovany'ya py'shhevoj promyshlennosty'. / G. A. Prejs, N. A. Sologub, A. Y'. Nekoz. - M.: Mashy'nstroeny'e, 1979. - 239 s.
5. Osnovnye polozheny'ya metody'ky' provedeny'ya funkcy'onal'no-stoy'mostnogo analy'za. Metody'chesky'e rekomendacy'y' / [V. M. Gerasy'mov, V. S. Kaly'sh, M. G. Karpuny'n, A. M. Kuz'my'n; S. S. Ly'tvy'n]. - M.: MP Y'nform-FSA, 1991. - 22 s.
6. Al'tshuller, G.S. Algor'ytm y'zobreteny'ya / G.S. Al'tshuller. - M. Moskovsk'yj rabochy'j, 1973.-296 s.
7. Novaya fy'losofskaya ency'klopedy'ya. - 2-e y'zd., y' spr. y' dopol. - M.: Mysl', 2010. - T. 1-4. - 2816 s.
8. Nekoz, O. I. Obg'runtuvannya shlyaxiv zmnshennya nagrivy farshu pry' jogo podribnenni v emul'sy'tatori / O. I. Nekoz, O. V. Batrachenko, K. A. My'rshnichenko // Visny'k ChDTU. - 2015. - # 2. - S. 91-98.
9. Nekoz, O.I. Pidvy'shhennya micznosti perforovany'h nozhiv kutera / O. I. Nekoz, I. M. Ly'tovchenko, O. V. Batrachenko, S. O. Filimonov // Tematy'chny'j zbirny'k naukovy'x pracz' "Obladnannya ta tehnologiyi xarchovy'x vy'robny'cztv" Donecz'kogo nacional'nogo universy'tetu ekonomiky' ta torgivli im. My'xajla Tugan-Baranovs'kogo. - 2011. - S. 50 - 57.
10. Nekoz, O. I. Doslidzhennya umov kontaktu nozhiv kutera iz sy'rovy'noyu z metoyu pidvy'shhennya yix micznosti / O. I. Nekoz, O. V. Batrachenko, I. M. Ly'tovchenko, Verby'cz'ky'j S. B. // Visny'k Cherkas'kogo derzhavnogo texnologichnogo universy'tetu. - Cherkasy': ChDTU. - 2012. - #1. - S. 108-114.