

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертацію Хамуйела Жоакім Аугушто Герра на тему
ГЕНЕТИКО-МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 05.03.01 – Процеси механічної обробки, верстати та
інструмент

1. Актуальність теми дослідження

Актуальність даної роботи обумовлена тим, що нині розвиток і розробка нових технічних і наукових ідей безпосередньо пов'язана з розвитком технічної та технологічної бази країни майбутнього. Це особливо стосується країн Африки, для яких промислово-виробничий базис народного господарства є основою активного розвитку суспільства і країн в цілому. Однак дієвий науково-технічний прорив можливий лише у тому випадку, коли інженери та науковці користуються принципово новою методологією створення наукоємної продукції, проявляють креативний підхід та створюють нові нестандартні розв'язки науково-технічних і практичних задач.

У галузі матеріалообробки затискні пристрої, призначені для точного орієнтування та надійного утримання заготовки під час оброблення, відіграють важливу роль у забезпечення якості виробів, точності відтворюваних параметрів, обумовлюють собівартість деталі.

Оскільки сучасне машинобудування характеризується невпинним зростанням вимог до об'єктів виробництва, затискні пристрої мають забезпечувати не тільки відомі функції, які дозволяють здійснювати технологічний вплив на заготовку, а і набувати нових, реалізація яких дозволяє покращувати як чинники виробництва, так і якість виробу в цілому.

Нині з'являється все більша кількість робіт, автори яких звертають увагу на перспективи, які відкриваються перед наукоємним виробництвом при використанні креативного підходу, методів активізації творчої

діяльності, закладених Г.Альтшуллером, Ю.Голібардовим, Б.Базровим В.Блюмбергом, запропонованих В.Шинкаренком, Ю.Кузнецовим та розвинутих О.Михайловим, О.Саленком та ін.

Саме тому розвиток методології створення нових затискних механізмів із використанням багаторівневого морфологічного синтезу та генетичного підходу є актуальною проблемою, розв'язання якої дозволить створити нові зразки пристроїв, які підвищують техніко-економічні показники та розширюють технологічні можливості верстатів нового покоління, що сприятиме розвитку фундаментальної галузі машинобудування та матеріалообробки в цілому.

2. Наукова новизна одержаних результатів

Автором вперше запропоновано теоретичні основи багаторівневого морфологічного синтезу з використанням положень теорії еволюції систем та понятійного апарату генетики, що дозволило побудувати різні варіанти розвитку технічних систем із урахуванням спадкових принципів накопичення генетичної інформації на нижньому (хромосомному), об'єктному, популяційному, видовому, системному та міжсистемному рівнях. Обравши за нижній (або початковий) генетичний рівень моделювання та опису структури затискного механізму матеріальну точку як певний штучний механічний ген, що несе інформацію про поступальні та обертові переміщення і навантаження в евклідовому просторі, автор, застосовуючи певні процедури, показав можливе спрощення пошуку нових структур як наслідку взаємодії двох матеріальних точок згідно із систематикою Флінка. При цьому передача сили (або енергії) від однієї матеріальної точки на вході до іншої на виході здійснюється у вигляді множини силових (енергетичних) потоків, які утворюють морфологічну модель входів і виходів (умовних пар на хромосомному рівні) з максимальною кількістю варіантів 144 для будь-яких механізмів. Автором також запропонована генетична класифікація джерел пружно-силового поля, в основу якої покладені просторові форми контактної взаємодії затискного елемента із заготовкою, узагальнені геометричними

класами поверхонь та класами (видами) можливих пружно-силових полів, які, у свою чергу, визначають силові потоки та види перетворення енергії в системі. Стосовно до механічних пристроїв, розроблено метод направленої синтезу із використанням 5-ти універсальних генетичних операторів: реплікації, схрещування, інверсії, кросинговеру та мутації. На основі отриманих варіантів перетворення енергії в механічній системі отримав подальший розвиток підхід приведення жорсткості у місці затиску системи «патрон-деталь» для затискних пристроїв з різними силовими потоками і перетворювачами, яким властиві певні частоти власних коливань та динамічні портрети.

На основі розроблених узагальненої і частинної кубічної моделі енергетичних процесів, що відбуваються в затискному механізмі при затисненні в робочому стані під час різання показано, що сума енергії, що надходить, відходить та і поглинається системою дорівнює нулю, що дозволило запропонувати в силових (енергетичних) потоках затискних пристроїв верстатів нового покоління використовувати, окрім механічних ланок та перетворювачів, електромагнітні поля, рідинні та і в'язкі середовища, повітря, сили магнітної взаємодії.

3. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення роботи полягає у тому, що автором на основі сформульованих положень генетико-морфологічного синтезу затискних патронів розроблено рекомендації щодо практичного застосування виявлених закономірностей в інженерно-науковій діяльності.

Автором також опрацьовано схеми, конструкції, дослідні зразки затискних патронів для токарних і фрезерних верстатів із ЧПК.

Розроблено рекомендації щодо використання методології багаторівневого морфологічного та генетико-морфологічного синтезу у задачах створення складних технічних систем різного функціонального призначення, запропоновано заходи з підвищення к.к.д., жорсткості,

точності, швидкодії затискних механізмів. Розроблені нові конструктивні схеми шпindelних вузлів із використанням модульного принципу.

Розроблено конструкції та технічні умови на широкодіапазонні ексцентрикові інструментальні затискні патрони з двома силовими потоками та використанням гібридних клино-важільних кулачків, що реалізують ефект емерджентності та дозволяють у 2,5-3 рази підвищити частоту обертання патрона при фрикційному гашенні впливу відцентрових сил невривноважених кулачків.

Широкодiапазонний ексцентриковий патрон типу ЭСФПШ-13, згідно із актом впровадження, передано у виробництво ТОВ «Техноелектропласт», м. Полтава, Україна.

Підтвердженням практичної цінності є і потужне впровадження результатів роботи у навчальний процес НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» на кафедрі конструювання верстатів і машин при вивченні дисциплін «Технологічне обладнання із паралельною кінематикою», «Металообробне обладнання», «Верстати з ЧПК та верстатні комплекси»; а також у Технічному вищому навчальному закладі Республіки Ангола - в Університеті Августиньо Нето, факультет інженерії, м. Луанда).

Ряд розробок захищено патентами України на винахід, на корисну модель та на дослідний зразок.

4. Апробація роботи та її відповідність планам наукових досліджень

Розробка нових затискних механізмів відбувалася відповідно до наукової тематики кафедри конструювання верстатів і машин НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» у рамках виконання ряду робіт прикладного і фундаментального характеру, зокрема:

- №2267-ф «Розвиток теорії проектування верстатів нових компонувань на основі системного аналізу та синтезу механізмів з паралельною структурою» (№0109v000817),

- №2652-п «Створення багатоцільових токарних та багатокоординатних свердлувально-фрезерних верстатів нового покоління» (№0106U007223),
- №2805-п «Створення і дослідження швидкохідних шпіндельних вузлів із затискними механізмами на модульному принципі для багатокоординатних верстатів нового покоління» (№0115U002422).

Дисертаційні дослідження також пов'язані з науково-дослідницькими роботами у рамках міжнародної співпраці між НТУУ «КПІ» (Україна) та Технічним університетом Габрово (Болгарія).

Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювалися на 18 міжнародних і вітчизняних науково-технічних і науково-практичних конференціях, серед яких: VII Міжнародний конгрес вищої освіти (Гавана, Куба, 2010); XI Міжнародна наукова конференція UNITECH'11 (Габрово, Болгарія, 2011); Міжнародна науково-технічна конференція «Динаміка механічних та біотехнічних систем в механіці, енергетиці та економіці» (Севастополь, 2011); XII Міжнародна науково-технічна конференція АСПГП «Промислова гідравліка і пневматика» (Донецьк, 2011); Міжнародна науково-технічна конференція «Машини, технології, матеріали» МТМ'11 (Софія, 2011); XII Міжнародна науково-технічна конференція UNITECH'12 (Габрово, Болгарія, 2012); XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Тідромеханіка в інженерній справі» (Черкаси, Україна 2012); VI Міжнародна науково-методична конференція (острів Джерба, Туніс, 2012); XVI науково-технічна конференція ТНТУ ім. И. Пулюя (Тернопіль, 2012); Міжнародна науково-технічна конференція «Машини, технології, матеріали» МТМ'12 (Софія, Болгарія, 2012); XIII Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика» (Чернігів, 2012); XIII Міжнародна наукова конференція UNITECH'13 (Габрово, Болгарія, 2013); VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Техніка и технологія складання» (ТТСМ-2014) (Жешув-Berezka, Польща, 2014); III Міжнародна науково-технічна конференція «Прогресивні напрямки розвитку технологічних комплексів» (ТК-2014) (Луцьк, 2014); VI Конференція, присвячена 47-й

річниці створення факультету інженерії Університету Авгуштиньо Нетто, 07 – 11 вересня 2013 р. – Інженерний факультет Університету Нетто. – Ангола 2013г.; IV Міжнародна виставка освіти – FILDA / 07-10 листопаду 2013 – Ангола 2013 р.; XIV Міжнародна науково-технічна конференція UNITECH'14 (Габрово, Болгарія, 2014); III Міжнародна науково-технічна конференція «Інженерія, технології, освіта, безпека» (Велико-Тирново, Болгарія, 2015); V Міжнародна науково-технічна конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» (Чернігів, 2015). У повному обсязі дисертація доповідалася та отримала позитивний відгук на науковому семінарі кафедри конструювання верстатів і машин НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, 3 вересня 2014 г.

5. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість наукових положень, висновків і практичних рекомендацій витікає із коректного використання теоретичних положень теорії технічних систем; теорії множин і алгебри логіки; теоретичної механіки, опору матеріалів, теорії пружності, механіки руйнування твердих тіл, технічної гідромеханіки, теорії різання, теорії міцності та пластичності, методів та підходів автоматизації пошукового конструювання з використанням сучасних підходів до пошуку нових технічних рішень; методів прийняття рішень та багатокритеріальної оптимізації параметрів синтезованих технічних систем різного рівня складності. Автор в цілому правильно використав генетичний підхід до аналізу та прогнозування еволюції складних систем, що мають антропогенне походження і розвиваються в сучасних умовах.

В експериментальних дослідженнях використовувалися сучасні методи і способи прямих і непрямих вимірів. Обробка результатів виконувалася за відомими алгоритмами і методиками теорії експерименту. Для статистичної обробки експериментальних даних використані методи обробки вибірок спостережень, адекватність отриманих результатів перевірена статистичними

критеріями Кохрена, Фішера, Стюдента та ін., алгоритми визначення яких вбудовані в пакети прикладних програм. Дослідження проводилися як у лабораторних умовах, так і в умовах діючого виробництва. В окремих випадках залучалися макети, розроблені за участю автора роботи.

Міркування автора є послідовними та логічними, а достовірність результатів роботи забезпечується чіткістю постановки задач досліджень, правильністю застосування математичного апарату, відомих теорій суміжних галузей, логічністю висновків, коректними умовами та обмеженнями при розробці математичних моделей, правильністю вибору мірних засобів та способів опрацювання масиву статистичних даних.

6. Загальна оцінка роботи

Сукупність наукових результатів дозволила автору досягти поставленої мети – підвищити техніко-економічні показники та розширити функціональні можливості металорізальних верстатів, у тому числі нового покоління, за рахунок пошуку нових оригінальних технічних рішень з подальшим розвитком теорії затискних механізмів із використанням багаторівневого системно-морфологічного підходу, та спроби автора застосувати генетичний підхід до складних технічних систем на основі накопичених знань про еволюцію затискних механізмів.

Наукові результати, винесені на захист, отримані автором самостійно та викладені в опублікованих в 54 наукових працях, серед яких 3 монографії, 20 статей у фахових виданнях, 13 патентів України на винахід, корисні моделі, промислові зразки, занесених до міжнародних наукометричних баз даних (SCOPUS, «ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY», «INDEX COPERNICUS», «POLISH SCHOLARLY BIBLIOGRAPHY», «INSPEC», «GOOGLE SCHOLAR», РИЦ, «OPEN ACADEMIC JOURNALS INDEX», «CITE FACTOR», «ALUMINIUM INDUSTRY ABSTRACTS», «METAL ABSTRACTS/INDEX», «CORROSION ABSTRACTS & ENGINEERING MATERIALS ABSTRACTS» та ін.).

Внесок автору в кожному із праць висвітлено в авторефераті, а в дисертації приведено тільки ті результати, що отримані ним самостійно.

Вивчення опублікованих за час роботи над дисертацією друкованих праць довело, що вони достатньо розкривають зміст і результати наукових досліджень автора, логічні за побудовою, носять системний характер та широку географію. Позитивним моментом є також і те, що робота всебічно обговорювалася на конференціях, де автор представляв отримані результати у відповідних секціях.

Автореферат дисертації відповідає змісту роботи і розкриває практично усі аспекти досліджень, виконаних автором.

7. Оцінка змісту дисертації та її завершеності в цілому.

Дисертація складається із вступу, семи розділів, загальних висновків, переліку посилань з 340 найменувань та додатків. Текст рукопису викладено на 411 машинописних сторінках, з яких основний текст складає 368 стор.

У **вступі** автор обґрунтував актуальність роботи, показав зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами досліджень, сформулював мету та задачі досліджень, визначив об'єкт, предмет та використовувані методи, навів основні наукові положення, які виносяться на захист, а також показав практичну цінність роботи.

Автор також навів результати апробації основних положень дисертації, подав відомості щодо публікації основних результатів у монографіях, статтях у фахових виданнях України і зарубіжжя, представив список патентів України на винахід, на корисні моделі та на дослідні зразки.

У **першому розділі** автором детально проаналізовано методи і прийоми активізації творчої діяльності, а також відомі алгоритми морфологічного аналізу. Особливу увагу автор звернув на життєвий цикл виробу, зазначивши, що досягнення екстремуму споживчих властивостей виробу без глобальної видозміни відбувається за досить короткий термін, що обумовлює необхідність постійного удосконалення елементів технічних систем і системних зв'язків у цілому.

В окремому пункті (п.1.5) автор привів міркування проф. В.Шинкаренка стосовно еволюції і розвитку електромеханічних систем, і зробив висновок, що механічні системи, так як і електричні та електромеханічні, теж можуть бути описані з точки зору закономірності їх розвитку (еволюції), що, при застосуванні методів креатології, морфологічного підходу, дозволить віднайти принципово нові рішення, чим принципово покращити властивості технічних систем.

У кінці розділу автором сформульовано мету та поставлено задачі досліджень, головними з яких є наступні: виконання аналізу еволюції ТС різної етіології, законів їх розвитку та існуючих методів пошуку нових технічних рішень; аналіз раніше виконаних робіт із використання системно-морфологічного підходу при створенні затискних механізмів; розробка методології багаторівневого синтезу механізмів та передумов для генетичної класифікації цих механізмів; розробка і використання генетико-морфологічного підходу для структурно-схемного синтезу нових різновидів механізмів затиску; теоретичні та експериментальні дослідження основних характеристик отриманих затискних пристроїв.

Другий розділ автор присвятив розробці методології багаторівневого морфологічного синтезу затискного механізму як підсистеми металорізального верстата.

Автор, базуючись на відомих положеннях застосування генетичного підходу до опису та прогнозування розвитку (еволюції) електромеханічних систем, розробив теоретичні основи багаторівневого морфологічного синтезу затискних механізмів на рівні генетичної інформації: генетичному, хромосомному, об'єктному, популяційному, видовому, системному та міжсистемному рівнях. Ним запропоновано новий опис затискних систем на генетичному рівні, де джерелом енергетичного (силового) поля обрана матеріальна точка, що рухається у просторі під дією сили чи моменту, що забезпечує повноту рішення задач та спрощує пошук мети.

Автором показано, що передача енергії від однієї матеріальних точки на вході до іншої на виході здійснюється у вигляді множини силових

(енергетичних) потоків на хромосомному рівні, що являють собою морфологічну модель (пар хромосом) входів і виходів з максимальною кількістю варіантів 72 для будь-яких пристроїв, а для затиснення тіл обертання - до 48. Автор також зазначає, що системно-морфологічний багаторівневий підхід є основою для створення бази даних опису елементів за допомогою якої можливе створення системи автоматизованого проектування затискних механізмів.

При цьому передача генетичної інформації здійснюється людиною, шляхом передачі власного досвіду створення нових технічних систем. Поширюючи запропонований генний опис на механіку суцільних, рідких або газоподібних середовищ, автор зробив висновок, що саме в ньому криються широкі перспективи для подальшого розвитку технічних систем за законами Природи.

У **третьому розділі** автором наведено генетико-морфологічний підхід до моделювання та структурно-схемного синтезу затискних патронів.

Так, ним запропонована нова концептуальна модель опису та синтезу затискних механізмів, методологічною основою якої є генетико-морфологічний підхід и принцип існування обмеженої кількості елементарних структур - силових (енергетичних) потоків і механічних перетворювачів. Для відбору кращого варіанту доцільно використовувати показники, що характеризують силовий потік: коефіцієнт підсилення $K_{ус}$, як відношення сили затиску до вхідної сили або моменту; передатне відношення U , як добуток швидкості V елемента затиску і швидкості ланки від джерела енергії; коефіцієнта корисної дії (к.к.д.) η , як відношення корисної енергії затиску до енергії витраченої. Автором також доведено таке: кожен рівень структурної ієрархії зберігає опис попереднього рівня; структура об'єкту довільного рівня утворюється на основі структур попередників; кожен об'єкт довільного рівня ієрархії характеризується кодом та структурною (генетичною, морфологічною) моделлю. На основі періодичної класифікації первинних джерел електромагнітного поля запропонована генетична класифікація джерел пружно-силового поля, в основу якої покладені

просторові форми контактної взаємодії затискного елемента з об'єктом затиску, узагальнені геометричними класами поверхонь пружно-силових полів: плоскими, тороїдально-плоскими, конічними, циліндричними, пірамідальними, сферичними, тороїдально-циліндричними та обмеженими класами пружно-силових полів.

Також автором наведені приклади використання для синтезу затискних пристроїв п'яти універсальних генетичних операторів (реплікації, інверсії, схрещування, кросинговеру, мутації), з яких найбільшу кількість варіантів дає оператор схрещування.

У **четвертому розділі** автором подано результати теоретичних досліджень силових характеристик відомих та синтезованих затискних патронів з різними силовими потоками.

Для теоретичних досліджень силових характеристик високошвидкісних затискних пристроїв обрано пристрої з циліндричним та конічним цільним пружним затискним елементом, що дозволяє розглядати його як товстостінний циліндр, який знаходиться під тиском, та для якого пружні переміщення визначаються відповідно до задачі Ляме. Для цих типів затискних пристроїв характерні хромосоми $Fr1-SR-Fr2$ та $Fr1-WD-Fr2$.

Автором визначені значення статичних та динамічних радіальних сил затиску і відповідних моментів затиску, а також визначено коефіцієнти підсилення. Встановлено, що чим вища жорсткість з боку корпусу затискного пристрою, тим менший вплив відцентрових сил неврівноважених складових пристрою, тим менші втрати радіальної сили затиску. Запропоновано рівняння для визначення критичних частот обертання затискного пристрою, при яких тиск у місті контакту наближається до нуля.

Автором також приведені теоретичні дослідження силових характеристик широкодіапазонних ексцентрикових механізмів, які реалізовані за принципами генетичних алгоритмів схрещування та кросинговеру, та показано, що у таких пристроїв з'являються нові властивості відповідно до принципу емерджентності, а саме – зростання

широкодіапазонності та швидкохідності обертання, що дозволяє використовувати такі пристрої для високошвидкісної обробки.

Виконані теоретичні дослідження синтезованого цангового патрона з подвійним затиском, в якому в якості додаткових затискних елементів використовуються пружні гофри (сильфони). Наведено морфологічну модель для затискних патронів подвійного затиску, відповідно до якої при різному сполученні двох входів на хромосомному рівні з усієї кількості можливих варіантів обрано 12 кращих.

П'ятий розділ роботи присвячений теоретичним дослідженням характеристик жорсткості відомих та синтезованих затискних патронів у системі шпиндельного вузла верстата.

Приведені результати визначення характеристик жорсткості інструментальних затискних патронів та затискних патронів для тіл обертання (прутків, труб) з різними силовими (енергетичними) потоками, що мають різні генетичні формули. Автором розвинуто підхід приведення жорсткості в місці затиску до пружного або пружно-фрикційного шарніру не тільки цангових, а і довільних конструкцій патронів з використанням принципу суперпозиції та уяви місць спряження по довжині у вигляді пружної основи. Встановлено, що за результатами розрахунку згинної жорсткості затискних патронів із урахуванням контактної податливості стиків можна визначати частоти власних коливань, які можуть характеризувати патрон динамічним портретом.

Шостий розділ автор присвятив експериментальному порівнянню характеристик відомих та синтезованих затискних механізмів.

Оскільки раніше автором було зроблено висновок про те, що силові характеристики та характеристики жорсткості характеристик затискних пристроїв безпосередньо залежать від зусилля затиску оправки (інструмента) в приводі пристрою, автором виконане експериментальне дослідження цього твердження.

При цьому було також встановлено, що зі зростанням сили затиску вплив відцентрових сил буде зменшуватися, внаслідок чого сила затиску

зростає і зростає жорсткість. Автором виконане порівняння результатів теоретичних і експериментальних досліджень силових характеристик та зроблено висновок про достовірність запропонованих залежностей. Отримано портрети передніх кінців шпинделів, побудовані діаграми жорсткості та відтиснень при силовому навантаженні. Показано, що у запропонованому патроні подвійного затиснення жорсткість в середньому зростає у 3 рази порівняно із одинарним затисненням у цанзі зі змінними вкладками та у 1,5 – 2 рази порівняно із стандартною цангою з цільними губками. Отже, запропоновані технічні рішення є ефективними.

У **сьомому розділі** приведені рекомендації та узагальнення щодо застосування результатів досліджень та поширення цих результатів на інші механічні системи. Так, зокрема, автором показані варіанти синтезу обробних машин із паралельними кінематичними ланцюгами, приведені схемні рішення та конструктивні виконання маніпуляторів для промислових робіт тощо.

В **додатках**, викладених на 42 стор., наведено основні терміни з генетики і синергетики для природних та антропогенних систем; подані технічні умови на синтезований високошвидкісний широкодіапазонний ексцентриковий патрон типу ЭСФПШ-13; представлені акти впровадження патронів типу ЭСФПШ-13 у виробництво (Україна, ТОВ «Техноелектропласт», м. Полтава), та акти впровадження результатів роботи в навчальний процес Університету Августиньо Нето (Ангола, м. Луанда) та НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» (Україна, м. Київ); окремі додаткові матеріали, що пояснюють зміст дисертації.

8. Оцінка змісту дисертації.

Дисертаційна робота має всі необхідні розділи, які достатньо повно розкривають проведені автором дослідження – від ґрунтового аналізу існуючих теоретичних та технічних рішень і опису використання калібрувальних трубок та впровадження результатів у виробництво. Стиль

викладення і мова дисертації відповідають вимогам, що ставляться до дисертаційних робіт.

9. Зауваження до дисертації та автореферату.

Зауваження по роботі:

1) перший розділ роботи (стор.15-70) переобтяжений відомостями загально-наукового і філософського характеру: визначення дисперсії та середнього значення величин, методи пошуку інженерних рішень, активізації творчої діяльності, взаємодії Людини і Природи тощо. Автору бажано було б навести зазначену інформацію переважно стосовно об'єкту розгляду;

2) наводячи положення про механічну хромосому (стор. 101), зокрема про те, що «нормальне напруження від прикладеної нормальної елементарної сили dP , що діє на матеріальну точку на елементарній площадці dF і діє дзеркально відповідно до принципу збереження пружно-силової симетрії (принцип Даламбера та другий закон Ньютона...) можна вважати умовною механічною хромосою у вигляді контактної взаємодії двох елементарних тіл – двох умовних механічних генів (рухомих матеріальних точок)...» автор одночасно використовує абстракцію матеріальної точки і зазначає площинку дії сили, що передбачає конкретні розміри точки. Тобто таке тлумачення взаємодії не є коректним;

3) визначаючи на стор. 98 механічний ген як рух матеріальної точки, що несе інформацію про силовий вплив, автор робить висновок, що така дія може бути як лінійною силою, так і крутним моментом. Однак момент – це добуток сили на плече, отже, ген має мати ще і лінійну координату, яка також може бути врахована у перетворенні поступального руху в обертовий і навпаки;

4) на стор. 109 автор наводить рис. 2.9, рівняння 2.15, сутність якого незрозуміла, оскільки перетворення виконане між двома тотожними системами координат; очевидно треба було зазначити, що ці системи координат можуть бути вільно розташовані одна відносно іншої, і через

відповідні геометричні перетворення показати, як компоненти р. 2.15 пов'язані між собою;

5) на стор. 111 автор наводить міркування стосовно подібності різних джерел енергії з точки зору запропонованої концепції генетичної подібності. При цьому подібність потоків речовини для визначення імпульсу руху він наводить для рідин та газів. Це не зовсім коректно, оскільки ним не визначені чіткі обмеження, коли така подібність може бути: фазові перетворення газів автором не розглянуто;

б) на стор. 158 автор для технічних систем вводить оператор мутації. Однак незрозуміле використання цього терміну для технічних систем: це випадкова зміна закладених параметрів, тобто функціональна або параметрична відмова? Адже в цьому випадку буде відхилення у прогнозованому силовому полі, а інколи і у ланці передавання енергії. Причому така «мутація» може вести як до позитивних, так і до негативних наслідків;

7) Висновки п.5,6 до розд.5 стор.251 носять загальновідомий і деклараційний характер, а з приведених результатів стосовно залежності частоти власних коливань від податливості стиків п.4 не витікає;

8) із наведеного у висновках до розд.6.стор. 287 незрозуміло, про яку саме методику планування експерименту йде мова. Якщо це стандартні прийоми, то виносити їх в окремий пункт (п.5) недоречно;

9) розд.7 (стор. 289-331) надає відомості стосовно застосування генетико-морфологічного синтезу для верстатів у цілому, зокрема, рухомих верстатів, несучих важільних систем верстатів тощо. Однак, як зазначено на стор. 9 об'єктом досліджень автор обрав процес еволюції затискних механізмів верстатів, а не верстатів у цілому. Тому слід було б подати більш суттєве обґрунтування наведеної інформації, виходячи із мети, об'єкту та предмету досліджень;

10) в роботі присутні окремі граматичні помилки, неточності, певні відступи від вимог оформлення текстових документів. Зокрема, у змісті добувач наводить багато скорочень, що не є загальноприйнятими (наприклад,

стор.3-5); в тексті зустрічаються смислові описки (стор. 21 – «система сыр» замість «система сил»; стор.99 «в тебе» замість «в теле», на стор. 46 мова йде про вільний знос і т.д.).

Заключна оцінка дисертаційної роботи.

1. Дисертаційна робота Хамуйела Жоакім Аугушто Герра на тему «Генетико-морфологічний синтез затискних патронів», є закінченою роботою, яка володіє науковою новизною, практичною значимістю та цінністю, про що свідчать акти впровадження отриманих результатів та представлені у додатках патенти України на винахід, на корисні моделі та на промислові зразки. У роботі отримано нові науково обґрунтовані результати, а саме вперше розроблена і реалізована методологія багаторівневого генетико-морфологічного синтезу та опису технологічних систем різного рівня складності, що дозволило вирішити актуальну проблему і розвинути теорію синтезу затискних пристроїв, отримавши гаму конкурентоздатних пристроїв різного функціонального призначення та конструктивного виконання, які підвищують техніко-економічні показники механообробки та розширюють функціональні можливості сучасних металорізальних верстатів, а, отже, підвищують ефективність машинобудівного виробництва в цілому. Розроблені нові схеми, конструкції, виготовлено та випробувано дослідні зразки затискних пристроїв для токарних та фрезерних верстатів з ЧПК, які дозволяють підвищити їх техніко-економічні показники при обробці широкої номенклатури деталей в різних виробничих умовах. Науково обґрунтовані практичні рекомендації, які стосуються сфер застосування результатів дисертаційної роботи для синтезу нових технічних систем, окремі зразки затискних пристроїв впроваджено у виробництво.

2. Виконані дослідження відповідають спеціальності 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти. Робота відповідає паспорту спеціальності спеціалізованої вченої ради Д 26.002.11 у НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

3. Автореферат повністю розкриває зміст дисертаційної роботи, відповідає вимогам до оформлення авторефератів.

4. Опубліковані роботи, статті у провідних фахових виданнях, тексти доповідей на науково-технічних конференціях, що відбулися як в Україні так і за її межами, повністю відображають основні результати досліджень і маються у достатній кількості; робота повно і всебічно апробована на науково-технічних конференціях і семінарах.

5. Зазначені недоліки суттєво не знижують наукову новизну та практичну цінність дисертаційної роботи, не впливають на висновки і рекомендації практичного характеру.

Вважаю, що дисертаційна робота «Генетико-морфологічний синтез затискних патронів» є завершеною науковою працею, що відповідає вимогам п.9, 10 «Порядку про присудження наукових ступенів», а її автор – Хамуйела Жоакім Аугушто Герра – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – Процеси механічної обробки, верстати та інструменти.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри процесів і обладнання
механічної та фізико-технічної обробки
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського,
докт.техн.наук, професор

О.Ф. Саленко

Підпис д.т.н., проф. Саленка О.Ф. завіряю:

Вчений секретар
КрНУ імені Михайла Остроградського
канд.хім.наук, доцент



Т.Ф.Козловська