

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

МОРОЗОВОЇ АННИ ІВАНІВНИ

«Математичне моделювання поверхонь об'єктів авіаційної промисловості і машинобудівних деталей для реалізації на 3D-принтері»,
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Сучасний розвиток інформаційних технологій та математичного моделювання сприяв створенню 3D-принтерів, які широко використовуються в багатьох сферах промисловості. Про це свідчать досягнення багатьох зарубіжних фірм, які застосовують 3D-принтери для виготовлення машин, автофургонів, різних споруд, будинків, авіаційно-космічних деталей, судно-морських лайнерів та інших конструкцій. Виходячи з багатьох переваг 3D-принтерів перед традиційним виготовленням продукції такими як лиття, штампування, різання, в Україні також деякі установи почали займатися питаннями організації виготовлення як таких принтерів, так і деталей за їх допомогою. Головною проблемою, яка виникає при використанні 3D-принтерів є проблема математичного моделювання об'єктів, які будуть друкуватися за допомогою 3D-принтерів. Це досить складна проблема, якщо проектується та друкуються складні об'єкти, наприклад, макети ракети-носія, космічного корабля, безпілотного літаючого апарату, шнекових завихрювачів, труб з локальною закруткою і скручених труб складного поперечного перерізу і т.п. Дана дисертаційна робота присвячена розв'язанню саме цієї проблеми, що і підтверджує її актуальність.

Розроблений в роботі підхід є подальшим розвитком методів математичного моделювання 3D-об'єктів, які були започатковані вченими Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України Шейко Т.І. та Максименко-Шейко К.В. і були далі розвинуті їх учнями. Оригінальність підходу полягає в тому, що в основу розроблених в роботі методів покладено теорію R-функцій, що дозволяє описувати геометричні об'єкти складної форми єдиним аналітичним виразом.

Метою досліджень дисертаційної роботи є аналітична ідентифікація об'єктів авіаційної промисловості та машинобудівних деталей для реалізації технології 3D-друку.

Дисертаційне дослідження відповідає основним напрямам наукових дослі-

дженів відділу математичного моделювання й оптимального проектування Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України у рамках науково-дослідних робіт за темою «Розробка методів дослідження фізичних процесів в енергетичних установках на основі теорії R-функцій» (2016-2020 рр., № ДР 0115U001940). Отже, тема дисертаційного дослідження А.І. Морозової, що присвячене аналітичній ідентифікації об'єктів авіаційної промисловості і машинобудівних деталей для реалізації технології 3D-друку, є актуальною.

2. Загальна характеристика дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації складає 139 сторінок, у тому числі 125 сторінок основного тексту з 55 рисунками, списку використаних джерел з 75 найменувань на 8 сторінках та 2 додатків на 4 сторінках.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Вивчення матеріалів дисертаційної роботи, автореферату та публікацій дає можливість стверджувати, що обґрунтованість основних одержаних результатів забезпечується строгістю і коректністю постановки та розв'язанням розглянутих у роботі задач. Прийняті спрощення під час побудови математичних моделей геометричних об'єктів складної форми значно не впливають на отримані результати моделювання. Адекватність побудованих математичних моделей підтверджена реалізацією з застосуванням системи візуалізації RFPreview та моделями, що реалізовані на 3D-принтері. Обґрунтованість наукових положень, висновків, запропонованих рішень і рекомендацій підтверджується результатами апробації роботи на науково-технічних конференціях.

4. Достовірність і новизна наукових положень, висновків та рекомендацій. Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується:

- коректністю проведених теоретичних досліджень, які ґрунтуються на застосуванні відомих методів математичного моделювання;
- використанням теорії R-функцій, яка добре обґрунтована та перевірена на великій кількості проблем, пов'язаних з комп'ютерним та математичним моделюванням ;
- візуалізацією проєктованих об'єктів як в умовах експлуатації програми, RFPreview, так і реалізації на 3D-принтері.

Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки і рекомендації випливають безпосередньо з теоретичних та експериментальних результатів.

Новизна наукових положень, висновків та рекомендацій полягає в наступному:

1. Отримав подальший розвиток метод R-функцій для поетапної побудови рівнянь тривимірних машинобудівних деталей і авіаційних об'єктів.

2. Уперше за допомогою конструктивних засобів теорії R-функцій побудовані математичні моделі відкритих і напівзакритих робочих коліс відцентрових насосів з радіальними і криволінійними лопатками.

3. Досліджено метод побудови рівнянь геометричних об'єктів (ГО), які мають гвинтовий тип симетрії, і побудовано математичні моделі шнеків з постійним і змінним кроком закрутки, шнекових завихрювачів, труб з локальною закруткою і скручених труб складного поперечного перерізу зі стінкою заданої товщини.

4. Уперше за допомогою конструктивних засобів теорії R-функцій розроблено методи побудови рівнянь поверхонь БПЛА різних типів і виконано їх реалізацію на 3D-принтері.

5. Уперше при побудові рівнянь поверхонь БПЛА застосовано блендінг на каркасі.

6. Уперше за допомогою методу R-функцій побудовано рівняння поверхонь ракет-носіїв, макета космічного корабля і виконано їх реалізацію на 3D-принтері.

5. Значення дисертаційної роботи для науки і виробництва. Розроблені в дисертаційній роботі методи побудови рівнянь машинобудівних деталей і авіаційних об'єктів дозволяють реалізувати поетапну побудову їх математичних моделей, а також виконати реалізацію на 3D-принтері. Побудовані рівняння машинобудівних об'єктів представляють практичний інтерес у створенні та дослідженні машинобудівних деталей і авіаційних об'єктів. Вони дозволяють створювати нові прототипи виробів, здійснювати швидку заміну зношених деталей. Одержані рівняння коліс відцентрових насосів, шнеків, скручених труб зі стінкою заданої товщини, БПЛА, аерокосмічних об'єктів можуть бути використаними інженерами при проектуванні подібних об'єктів, а також при їх реалізації на 3D-принтері.

6. Повнота викладу результатів роботи в наукових фахових виданнях. Основні результати за темою дисертаційної роботи опубліковані в 11 друкованих працях, з яких 5 статей – у вітчизняних виданнях, затверджених ДАК МОН України за фахом, 1 стаття – в закордонному науковому періодичному виданні, 5 тез доповідей на наукових конференціях.

Дисертаційна робота Морозової Анни Іванівни «Математичне моделювання поверхонь об'єктів авіаційної промисловості і машинобудівних деталей для реалізації на 3D-принтері» є завершеною науковою працею. Її написано грамотною

українською мовою та оформлено відповідно до чинних вимог. Робота добре ілюстрована й не перевантажена зайвим матеріалом.

Зміст дисертаційної роботи цілком відповідає спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, за якою вона подана до захисту, і профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.180.01.

Автореферат дисертації відображає основний зміст, положення та висновки дисертаційної роботи.

7. Дискусійні положення дисертаційної роботи та зауваження. У цілому, оцінюючи дисертаційну роботу, слід звернути увагу на такі зауваження і дискусійні положення.

1. У другому розділі наведено докази великої кількості теорем, які було виконано раніше в роботах Рвачова В.Л., Шейко Т.І., Максименко-Шейко К.В. Достатньо було б обмежитися тільки їх формулюванням.

2. У другому розділі наведено та проаналізовано майже всі відомі достатньо повні системи R-функцій, наведено їх логічні, алгебраїчні й диференціальні властивості. Але в дисертаційній роботі використовуються лише системи $R_0\{\wedge_0, \vee_0\}$ та $R\rho\{\wedge_\rho, \vee_\rho\}$. Цікаво, які властивості систем R-функцій $\{\wedge_P, \vee_P\}$, $x \underset{\varepsilon}{\sim} y$ та ін. необхідні при реалізації 3D-друку?

3. За конструкцією форми «літаючі крила» можна розділити на три великі групи: з прямою стріловидністю, зі оберненою стріловидністю, і крило прямокутного типу. В роботі розглянуто лише крило з прямою стріловидністю. Було б цікаво дослідити два інших варіанти.

4. Автор звертає велику увагу на можливості теорії R-функцій будувати рівняння геометричних об'єктів складної форми у вигляді єдиного аналітичного виразу і використовувати буквені параметри. Але в багатьох побудованих рівняннях (шнек зі змінним і постійним кроком закручення, стор.85; труба з локальною закруткою та зі складним поперечним перерізом, стор.86-87 та інш. стор.88-96) використано конкретні числові розміри об'єктів.

Побудовані рівняння були б більш значущими, якщо б вони були побудовані з використанням буквених параметрів. Це дозволило б демонструвати мобільність зміни форми об'єктів та використовувати їх іншими дослідниками.

4. В тексті дисертації є невелика кількість синтаксичних та орфографічних помилок. На рис.2.4 відсутнє позначення точки P_1 , просте рівняння напівплощини представлено у вигляді детермінанту (стор.42). Але ці недоліки, не мають суттєвого впливу на сприйняття змісту роботи.

Відзначимо, що наведені вище зауваження не мають принципового характеру, не знижують загального наукового рівня дисертації та не впливають на позитивну оцінку роботи. Більшою мірою їх треба розглядати як побажання щодо подальших досліджень автора.

8. Загальний висновок. Дисертаційна робота Морозової Анни Іванівни «Математичне моделювання поверхонь об'єктів авіаційної промисловості і машинобудівних деталей для реалізації на 3D-принтері», є завершеним науковим дослідженням на актуальну тему. Нові наукові положення та обґрунтовані результати, що отримані автором вносять певний вклад у математичне моделювання та обчислювальні методи.

Основні положення і результати знайшли відображення у відкритому друці, пройшли апробацію на міжнародних наукових конференціях і семінарах. Автореферат відображає основні наукові положення і висновки дисертації та відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України.

Вважаю, що дисертаційна робота Морозової А.І. «Математичне моделювання поверхонь об'єктів авіаційної промисловості і машинобудівних деталей для реалізації на 3D-принтері» за її актуальністю, новизною, науковим рівнем та кількістю публікації відповідає вимогам до кандидатських дисертацій згідно з пп. 9, 11, 12 Порядку присудження наукових ступенів, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 зі змінами, внесеними постановами Кабінету Міністрів України у 2015 р., а її автор – Морозова Анна Іванівна, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент:

доцент кафедри вищої математики
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
кандидат технічних наук, доцент



Тетяна ШМАТКО

Особистий підпис
доц. Т.В. Шматко засвідчую
Вчений секретар НТУ «ХПІ», проф.



Олександр ЗАКОВОРОТНИЙ