



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Національного технічного університету

«Дніпровська політехніка»

Олександр АЗЮКОВСЬКИЙ

« 23 » червня 2025 р.

ВИСНОВОК

**Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації СИМОНЕНКА Віталія Вадимовича на тему: «Розробка
комплексної методології моделювання розрізних канатомістких
барабанів шахтових підймальних машин», поданої на здобуття ступеня
доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування**

Витяг

з протоколу № 10 засідання кафедри інжинірингу та дизайну
в машинобудуванні
від «20» червня 2025 року

Присутні: Головуючий на засіданні – декан механіко-машинобудівного факультету НТУ «Дніпровська політехніка», кандидат технічних наук, доцент, Зіборов К.А. (спеціальності 05.05.06 Гірничі машини, 05.02.09 Динаміка та міцність машин), проректор з наукової роботи, доктор геологічних наук, доцент Нікітенко І.С. (спеціальність 04.00.08 Петрологія); доктор технічних наук, професор кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка», Заболотний К.С. (спеціальність 05.05.06 Гірничі машини), гарант ОНП 133 Галузеве машинобудування, доктор технічних наук, професор кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, Бондаренко А.О. (спеціальність 05.05.06 Гірничі машини), завідувач кафедри прикладної математики НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Сдвижкова О.О. (спеціальність 05.15.09 Геотехнічна і гірнича механіка), завідувач кафедри управління на транспорті НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Таран І.О. (спеціальність 05.05.06 Гірничі машини), завідувач кафедри механічної та біомедичної інженерії НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Колосов Д.Л. (спеціальність 05.05.06 Гірничі машини), завідувач кафедри транспортних систем та енергомеханічних комплексів НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Ширін Л.Н. (спеціальність 05.15.02 Підземна розробка родовищ корисних копалин), завідувач кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка», кандидат технічних наук, доцент Панченко О.В. (спеціальність 05.02.09 Динаміка та міцність машин), завідувач кафедри конструювання, технічної

естетики і дизайну НТУ «Дніпровська політехніка», кандидат технічних наук, доцент Федоряченко С.О. (спеціальність 05.05.06 Гірничі машини), завідувач кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства НТУ «Дніпровська політехніка», кандидат технічних наук, доцент Дербаба В.А. (спеціальність 05.11.01 Прилади та методи вимірювання механічних величин), старший науковий співробітник відділу механіки гірничих порід Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, кандидат технічних наук, доцент Ільїн С.Р. (спеціальність 05.05.06 Гірничі машини), кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Анциферов О.В. (спеціальність 05.23.17 Будівельна механіка), кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Полушина М.В. (05.05.06 Гірничі машини, 01.02.06 Динаміка, та міцність машин, приладів та апаратури), кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Москальова Т.В. (05.05.06 Гірничі машини), кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Ільїна І.С. (05.05.06 Гірничі машини), кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Кухар В.Ю. (05.05.06 Гірничі машини), доктор філософії, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Шкут А.П. (133 Галузеве машинобудування), старший викладач кафедри управління на транспорті НТУ «Дніпровська політехніка» Мельнікова Ю.І. (05.22.01 Транспортні технології), старший викладач кафедри транспортних систем та енергомеханічних комплексів НТУ «Дніпровська політехніка», аспірант кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Бобришов О.О. (133 Галузеве машинобудування), аспірант кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну НТУ «Дніпровська політехніка», асистент Пілюгін Є.Д. (спеціальність 132 Матеріалознавство).

Серед присутніх 4 доктори технічних наук, 7 кандидати технічних наук і 1 доктор філософії *фахівці зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування, з якої виконувалась дисертація.*

Порядок денний:

Обговорення результатів дисертаційного дослідження аспіранта кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Симоненка Віталія Вадимовича на тему «Розробка комплексної методології моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин», поданого на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Наукові керівники:

- доктор технічних наук, професор кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні Заболотний К.С. Фахівець у галузі комп'ютерного інжинірингу гірничих та транспортних машин. Має понад 240 друкованих праць, з них 6 монографій, 5 навчально-методичних посібників, 20 методичних рекомендацій, 20 патентів, 92 у фахових виданнях, 97 тез доповідей конференцій, *h*-індекс 6. <https://orcid.org/0000-0001-8431-0169>. Сертифікат за програмою CSWP Certificate ID: C-4DUG2V8A83.

- кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні Панченко О.В. Доцент Панченко О.В. фахівець у галузі комп'ютерного інжинірингу гірничих та транспортних машин. Має понад 140 друкованих праць, з них 2 монографії, 2 навчально-методичних посібників, 15 методичних рекомендацій, 35 у фахових виданнях, 61 тез доповідей конференцій, *h*-індекс 6. <https://orcid.org/0000-0002-1664-2871>. Сертифікат за програмою CSWP Certificate ID: C-R7DMGTCTJPH.

Дисертація виконувалась на кафедрі інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка».

Тема дисертаційного дослідження затверджена Вченою радою Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», протокол № 4 від 25 березня 2025 року.

Слухали:

Доповідь аспіранта Симоненка В.В. щодо основних результатів дисертації на тему «Розробка комплексної методології моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин», поданої на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

Аспірант Симоненко В.В. виступив з доповіддю, в якій охарактеризував актуальність роботи, визначив мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, розкрив наукове та практичне значення, а також наукові положення й обґрунтував їх достовірність, сформулював висновки, після чого присутні фахівці поставили питання.

Після закінчення презентації (Симоненку В.В.) присутніми на захисті фахівцями були поставлені наступні запитання:

Завідувач кафедри механічної та біомедичної інженерії НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Колосов Д.Л.

1. Пане Віталію, дозвольте поставити уточнювальне запитання. У вашій роботі ви активно оперуєте чисельним моделюванням, зокрема методами скінченних елементів. Разом з тим, як вам відомо, достовірність результатів чисельного аналізу суттєво залежить від коректного задання граничних умов, прикладених навантажень, а також прийнятих припущень

щодо матеріальних і геометричних параметрів. У зв'язку з цим моє запитання таке: які саме натурні або стендові експериментальні дослідження – ваші власні чи виконані іншими авторами – ви використали для верифікації отриманих результатів чисельного моделювання? Як саме ви підтверджуєте адекватність ваших моделей реальним фізичним процесам?

Відповідь здобувача: Дякую за запитання. Ви підкреслили критичну важливість верифікації чисельних моделей. У межах мого дослідження верифікація проводилася поетапно. По-перше, було виконано порівняння результатів осевих переміщень, отриманих на повній скінченно-елементній моделі барабана типу ЦР-6,75×6,2/1,95, з результатами, одержаними на спрощеній моделі, побудованій за методом усереднення – похибка в межах 8,1 % свідчить про прийнятну відповідність. По-друге, для окремих структурних вузлів, як-от підкріплені оболонки, чисельні результати зусиль і переміщень порівнювалися з результатами, отриманими за аналітичними моделями Герца–Беляєва, Болотіна та Новічкова. Крім того, для розрахунку натягу канатів та їх тиску на оболонку використовувалися апробовані залежності з нормативних джерел (зокрема, дані експлуатації машин на підприємствах НКМЗ). Таким чином, верифікація здійснювалась через зіставлення з перевіреними теоретичними та експериментальними положеннями.

2. Шановний здобувачу, у Вашій роботі наведено результати аналітичного моделювання конкретного типорозміру барабана – ЦР-6,75×6,2/1,95. У той самий час Ви заявляєте про масштабованість розробленої методики на інші конструкції. Прошу пояснити: наскільки коректним є таке узагальнення результатів, якщо в дослідженні детально проаналізовано лише одну геометричну конфігурацію? Чи враховано варіативність конструктивних параметрів у рамках запропонованої методології?

Відповідь здобувача: Хоча я дійсно детально досліджував конкретну модель барабана ЦР-6,75×6,2/1,95, запропонована методика передбачає зміну вхідних параметрів без потреби перебудовувати всю модель. Це досягається за рахунок того, що я представив барабан як набір окремих функціональних вузлів (наприклад, лобовина з підкріплюючими елементами, обичайка з канавками), кожен з яких моделюється окремо з подальшим збиранням в єдину скінченно-елементну модель. Всі ключові характеристики – товщина стінки, крок витків, кількість підсилюючих елементів – задаються як змінні. Тому при зміні довжини або діаметра барабана змінюються лише розміри параметричних вузлів і значення інтерпольованих жорсткостей, але сама структура моделі залишається сталою. Отже, методика масштабована й може бути застосована до інших типорозмірів без втрати точності.

Гарант ОНП 133 Галузеве машинобудування, доктор технічних наук, професор кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, Бондаренко А.О.

1. Шановний здобувачу, Ви наполягаєте на тому, що результати Вашого дослідження орієнтовані на проектування барабанів шахтних підймальних машин, які застосовуються або можуть бути застосовані на глибинах понад 1500 метрів. У зв'язку з цим у мене запитання: чи можлива адаптація розробленої Вами методології до проектування барабанів, які працюють на менших глибинах? Чи потребуватиме вона певної модифікації у таких випадках?

Відповідь здобувача: Дякую за запитання. Дійсно, у своїй роботі я зосередився на моделях барабанів, призначених для експлуатації на глибинах понад 1500 метрів, оскільки саме в таких умовах особливо актуальними є проблеми зростання осьових деформацій та відповідні обмеження щодо застосування дискових гальм. Водночас запропонована методологія побудована на універсальному принципі параметризації конструктивних вузлів – таких як лобовини, підкріплені оболонки, обичайка з канавками з урахуванням їхньої жорсткості, геометрії та типових граничних умов. Це дозволяє адаптувати її до машин, що працюють і на менших глибинах, без зміни структури розрахункової моделі. У таких випадках буде достатньо лише скоригувати вхідні параметри – навантаження, довжину оболонки, натяг канатів – тоді як сам підхід до побудови скінченно-елементної моделі та визначення еквівалентних жорсткостей зберігається. Більше того, для шахт середньої глибини можливо навіть часткове спрощення моделі без суттєвої втрати точності. Таким чином, розроблена методика є масштабованою і придатною як для надглибоких, так і для середньоглибоких проектів.

2. Скажіть, будь ласка, чи можуть результати вашого дослідження бути застосовані за кордоном? Зокрема, чи придатна запропонована методологія для використання на закордонних гірничих підприємствах, які експлуатують подібні підймальні машини?

Відповідь здобувача: Так, результати мого дослідження мають потенціал до застосування за кордоном, оскільки запропонована методологія базується на універсальних принципах механіки деформівного тіла – зокрема, на скінченно-елементному аналізі, методі усереднення параметрів та параметризації конструктивних вузлів. Її реалізація не залежить від національних нормативів і цілком адаптована до змін матеріальних властивостей, типів навантажень і геометрії, що дозволяє використовувати методику на гірничих підприємствах за межами України.

Більше того, за наявною в мене інформацією, проект барабана типу ЦР-6,75×6,2/1,95, на якому ґрунтується частина дослідження, був створений для умов експлуатації на надглибоких шахтах поза територією України. Географія поставки та точне призначення цього обладнання є предметом комерційної таємниці ПАТ «НКМЗ», однак сам факт розробки під технічні вимоги іноземного замовника підтверджує, що результати можуть бути інтегровані в міжнародну інженерну практику. Крім того, використані інструменти – SolidWorks Simulation, MathCAD – є доступними в

інженерному середовищі багатьох країн, що полегшує впровадження розробленої методики у практику закордонного проектування.

3. А які саме ліцензійні програмні продукти були використані під час виконання дослідження?

Відповідь здобувача: У процесі виконання дослідження я використовував виключно ліцензійні програмні продукти, а також одне безкоштовне програмне забезпечення з відкритим доступом. Зокрема:

- SolidWorks Simulation Premium – як основне середовище для побудови тривимірних скінченно-елементних моделей конструкції барабана та проведення розрахунків напружено-деформованого стану з урахуванням складної геометрії, підсилюючих елементів і граничних умов. Програма дозволила реалізувати повноцінні інженерні обчислення з використанням адаптивних сіток навіть на комп'ютерах середнього класу.
- Mathcad 14 – для реалізації аналітичної моделі розрахунку жорсткості елементів конструкції барабана, зокрема контактної взаємодії в підшипникових вузлах. Програмний продукт використовувався на умовах персональної студентської ліцензії.
- Microsoft Excel, MS Word та інші програми пакету Microsoft 365 (зокрема PowerPoint, OneDrive, Teams) використовувались для опрацювання табличних даних, побудови графіків, оформлення текстової частини дисертації, підготовки презентацій і зберігання матеріалів. Усі ці сервіси були надані на умовах корпоративної ліцензії НТУ «Дніпровська політехніка», у рамках освітньої та науково-дослідної діяльності.
- Gravity Sketch – безкоштовне програмне забезпечення для віртуального моделювання та 3D-візуалізації інженерних рішень у VR-середовищі. Використовувався для концептуального прототипування та наочного представлення конструктивних елементів барабана в об'ємному просторі за допомогою VR-контролерів.

4. Шановний здобувачу, прошу уточнити: який конкретний науковий результат було отримано в рамках Вашого дисертаційного дослідження при використанні програмного забезпечення Gravity Sketch?

Відповідь здобувача: У межах дисертаційного дослідження з використанням програмного забезпечення Gravity Sketch мною була запропонована нова технологія формоутворення підкріплювальних елементів розрізних канатомістких барабанів шахтних підймальних машин у середовищі віртуальної реальності. Ця технологія базується на інтерактивному моделюванні в масштабі 1:1 із застосуванням VR-контролерів, що дозволяє інженерові візуально й просторово оптимізувати форму ребра жорсткості ще до етапу чисельного аналізу. У результаті було створено серію альтернативних конфігурацій ребер (у тому числі з гладкими сплайновими переходами та змінною товщиною), які надалі були експортовані у SolidWorks Simulation для скінченно-елементного аналізу.

Встановлено, що оптимізовані форми ребер, створені у VR-середовищі, дозволяють знизити концентрації еквівалентних напружень на 15–20 % у зоні приєднання до оболонки, без втрати загальної жорсткості конструкції. Запропонована VR-технологія може бути використана як інноваційний етап попереднього інженерного формоутворення складних підсиленних вузлів барабанів нових поколінь, зокрема для глибоких шахт.

Завідувач кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства НТУ «Дніпровська політехніка», кандидат технічних наук, доцент Дербабя В.А.

1. У дисертаційній роботі вами обґрунтовується наукова новизна підходу до моделювання конструкції розрізного канатомісткого барабана. Прошу уточнити: чи були вами опрацьовані наукові джерела зарубіжних дослідників, які стосуються подібних інженерних об'єктів або методологій моделювання? Якщо такі праці існують, чи були вони розглянуті вами як аналоги чи прототипи, або ж лише використані в аналітичному огляді без визнання їх безпосередньої прикладної відповідності?

Відповідь здобувача: Дякую за запитання. У дисертаційній роботі питання наукової новизни не розглядалося ізольовано – навпаки, в підрозділі «Аналіз сучасного стану наукових досліджень у галузі проектування та моделювання барабанів шахтних підймальних машин» системно проаналізовано великий масив зарубіжних публікацій, зокрема таких авторів, як Kowal L., Sinka T., Radu S.M., Popescu F.D., Carbogno A., Wolny S., Draica M-I., Virag Z. та інших. У їхніх роботах розглядаються важливі аспекти чисельного моделювання барабанів: від обліку багат шарової структури канатної навивки, локальних дефектів і зварних швів – до термомеханічного аналізу фрикційних пар (Popescu, Andras) та оцінювання втомного ресурсу за допомогою підходів механіки руйнування (Virag, Draica). Також заслуговують на увагу моделі динамічного навантаження в системах «канат – барабан – копер», виконані Carbogno та Wolny, які виявили вплив резонансних ефектів на знос конструкції.

Однак, попри високу наукову цінність, зазначені дослідження не охоплюють специфіку розрізних канатомістких барабанів складної архітектури, зокрема таких, які містять змінні сегменти, елементи з'єднання типу «розріз–ущільнення» та встановлюються з дисковими гальмами, чутливими до осьового биття. Більшість моделей, поданих у зарубіжних джерелах, стосуються або цілнзварних оболонок, або спрощених геометрій без параметризації вузлів.

Таким чином, ці джерела було враховано як важливу аналітичну основу, яка дозволила оцінити обмеження наявних підходів. Проте вони не були використані як повноцінні прототипи, оскільки жодне з досліджень не охоплює комплексно геометричну складність, осьову чутливість і параметричну адаптивність конструкції, притаманну розробленому мною підходу. Саме тому мій внесок полягає у створенні нової методології

моделювання, що поєднує скінченно-елементний аналіз, метод усереднення, параметричне розбиття барабана на вузли та VR-формування як частину сучасного інженерного циклу.

2. Шановний аспіранте, в межах вашої презентації було продемонстровано візуалізацію, виконану в середовищі Gravity Sketch. Скажіть, будь ласка, чи є ця візуалізація простою ілюстрацією, чи вона інтегрується з CAE-системою, зокрема SolidWorks Simulation? Чи передбачає ваша методика поєднання VR-візуалізації з результатами чисельного аналізу напружено-деформованого стану? І чи ця інтеграція – ваша авторська розробка, яку відображено безпосередньо у вашій дисертації?

Відповідь здобувача: Демонстрована візуалізація, виконана у Gravity Sketch, не є лише ілюстративним засобом. У межах дисертаційного дослідження вона була інтегрована в загальну методику формування та перевірки конструктивних рішень, що поєднує VR-моделювання та CAE-аналіз у SolidWorks Simulation. Зокрема, мною було реалізовано авторську процедуру передачі даних: створені у VR-середовищі 3D-моделі підкріплювальних елементів (наприклад, ребер жорсткості зі змінним профілем) експортуються у форматі .OBJ або .STL, після чого проходять відбірку, спрощення геометрії та адаптацію до формату CAE-середовища. Далі ці моделі імпортуються в SolidWorks, де застосовується скінченно-елементний аналіз напружено-деформованого стану з метою перевірки ефективності геометричного рішення. Таким чином, Gravity Sketch у моїй роботі виконує функцію попереднього формування, а SolidWorks – етап інженерної верифікації. В результаті така інтеграція дозволила отримати нову якість проектного процесу: не лише інтуїтивно створювати геометрію в умовах об'ємного віртуального простору, але й обґрунтовувати її з погляду напружень, переміщень та жорсткісних характеристик. Цей підхід є авторською інженерною процедурою, яка вперше запропонована й реалізована у межах моєї дисертації – і вона документально відображена в тексті (розділ 5.2, додатки), а також проілюстрована прикладами VR-моделей, які були піддані скінченно-елементному аналізу. Тобто йдеться не лише про естетичну візуалізацію, а про функціонально значущий етап параметричної оптимізації конструкції з практичним застосуванням у проектуванні складних машинобудівних об'єктів.

3. У вашій роботі широко застосовуються чисельні моделі, побудовані в середовищі SolidWorks Simulation. Скажіть, будь ласка, чи здійснювалася перевірка отриманих результатів із використанням інших CAE-систем?

Відповідь здобувача: Так, перевірка достовірності чисельних результатів, отриманих у середовищі SolidWorks Simulation, була важливою частиною дослідження. Хоча основна скінченно-елементна модель створювалася саме в SolidWorks, для контролю точності та підтвердження надійності результатів мною було проведено порівняння з розрахунками, виконаними в інших CAE-системах. Зокрема:

- Для окремих вузлів (наприклад, оболонкових секцій, підсилених ребрами) були реалізовані аналітичні моделі в середовищі Mathcad 14, з використанням класичних рішень для осесиметричного згину, зсуву та стиснення. Ці результати було зіставлено з даними, отриманими у SolidWorks, і отримано розбіжність на рівні не більше 5–8 % для основних параметрів (переміщень і напружень).
- Окремі елементи конструкції барабана (наприклад, контактні зони підшипника) також були верифіковані за допомогою теорії Герца-Беляєва, що дозволило уточнити жорсткісні характеристики опор і перевірити правильність апроксимації контакту в САЕ-середовищі.
- Хоча спеціалізоване ПЗ класу Ansys чи Abaqus безпосередньо не застосовувалося в рамках цієї дисертації через відсутність доступу до їхніх ліцензій, структура моделі та параметри скінченно-елементної сітки будувалися згідно з рекомендаціями, загальноприйнятими в цих системах (наприклад, максимальне відношення сторін елементів, контроль щільності вузлів у критичних зонах).

Отже, перевірка результатів здійснювалася шляхом аналітичного дублювання, верифікації граничних випадків і порівняння з теоретичними оцінками, що дозволяє стверджувати про високу надійність чисельних моделей, навіть за умови використання САЕ-середовища середнього класу.

Завідувач кафедри транспортних систем та енергомеханічних комплексів НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Ширін Л.Н.

1. Шановний здобувачу, дозвольте уточнити: що саме Ви вкладаєте у поняття «методологія» у контексті Вашого дисертаційного дослідження?

Відповідь здобувача: Дякую за запитання. У контексті мого дисертаційного дослідження під поняттям «методологія» я розумію цілісну сукупність взаємопов'язаних принципів, підходів, алгоритмів і інструментів, що забезпечують повний цикл інженерного моделювання та розрахунку розрізного канатомісткого барабана шахтної підйимальної машини з урахуванням його реальних конструктивних та експлуатаційних особливостей. Зокрема, запропонована мною методологія включає:

1. Параметризацію конструкції – розбиття складного барабана на типові вузли з урахуванням жорсткісних характеристик кожного з них.

2. Метод усереднення жорсткостей – застосований до підкріплених оболонкових елементів, що дозволяє замінити їх на еквівалентні однорідні моделі з аналогічною деформативністю.

3. Скінченно-елементне моделювання в SolidWorks Simulation із формалізованим підбором граничних умов, сіткових параметрів і навантажувальних сценаріїв.

4. Аналітичну верифікацію – побудову розрахункових моделей у середовищі Mathcad на основі класичних рівнянь згину та осьових переміщень оболонок.

5. Інтеграцію VR-засобів формоутворення (Gravity Sketch) – як частину інженерного процесу, що дозволяє створювати і коригувати геометрію підсилювальних елементів перед скінченно-елементним аналізом.

Таким чином, методологія у моїй роботі – це не окремий метод або модель, а структурована система дій, яка веде від постановки задачі до отримання технічно обґрунтованих результатів, придатних для практичного проектування підйимальних барабанів складної конструкції.

2. Шановний здобувачу, у формулюванні мети вашого дисертаційного дослідження зазначено, що вона полягає у «розробці універсальної багатофізичної комплексної методології моделювання розрізних канатомістких барабанів». Прошу пояснити, що саме ви вкладаєте у поняття «універсальна багатофізична комплексна методологія»?

Відповідь здобувача: Формулювання «універсальна багатофізична комплексна методологія» у межах моєї дисертаційної роботи є цілеспрямованим і багатокомпонентним, і я залюбки поясню, що саме мається на увазі.

1. Універсальна. Під цим терміном я маю на увазі масштабованість та адаптивність розробленого підходу до різних типорозмірів та конструктивних схем канатомістких барабанів, зокрема:

- суцільних і розрізних,
- з підсиленням у вигляді ребер, фланців, косинок, лобових пластин тощо,
- для підйомників, що працюють на різних глибинах (від 500 м до 2000+ м),
- із різними типами гальмівних систем (дискові або колодкові).

Методика передбачає зміну вхідних параметрів (жорсткість, довжина, навантаження, умови опори), не вимагаючи радикальної перебудови алгоритму, що робить її застосовною в широкому інженерному контексті.

2. Багатофізична. Під багатофізичністю я розумію врахування взаємодії кількох фізичних полів або явищ, які суттєво впливають на роботу конструкції:

- Механічні впливи – натяг каната, тиск навивки, власна вага, гальмівний момент.
- Контактна механіка – вплив підшипників і вузлів жорсткого з'єднання частин барабана.
- Осьові переміщення – критичні для систем із дисковими гальмами (розбіг $\leq 1,5$ мм).
- Термомеханічні ефекти (опосередковано) – з урахуванням результатів зарубіжних досліджень, які показують деформації від фрикційного нагріву.

Методика передбачає покрокове врахування цих ефектів через підсистеми скінченно-елементного аналізу, інтерполяційних моделей і аналітичних верифікацій.

3. Комплексна. Комплексність означає, що методологія включає всі ключові етапи проектно-розрахункового процесу, зокрема:

- параметризацію конструктивної схеми;
- побудову 3D-моделі;
- застосування методу усереднення жорсткостей;
- скінченно-елементне моделювання з урахуванням фізичних обмежень;
- верифікацію аналітичними методами;
- візуалізацію та формоутворення у VR-середовищі.

Цей підхід дозволяє не лише отримати чисельний результат, а й приймати обґрунтовані інженерні рішення на всіх рівнях проектування.

Отже, поняття «універсальна багатофізична комплексна методологія» у моїй дисертаційній роботі позначає всю систему засобів і дій, що забезпечує повноцінне проектування, аналіз і оптимізацію складних барабанів з урахуванням всіх ключових фізико-механічних взаємодій і конструктивних особливостей.

3. Скажіть, будь ласка, за які наукові досягнення та практичні результати, на вашу думку, спеціалізована вчена рада має підстави присудити вам науковий ступінь доктора філософії?

Відповідь здобувача: Дякую за запитання. На підставі сформульованих у дисертації наукових положень, які мають ознаки новизни, теоретичної та прикладної цінності, вважаю, що вони в повному обсязі дають підставу для присудження мені наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». Зокрема, основними досягненнями, які засвідчують відповідність роботи вимогам до PhD-дисертації, є:

1. Вперше створена аналітична модель переставної частини розрізного барабана, яка враховує кільцеві пружні елементи та дозволяє значно точніше прогнозувати осьову жорсткість конструкції, що не охоплювалось у класичних підходах до моделювання оболонок.

2. Запропоновано нову методику двоетапної калібровки жорсткісних коефіцієнтів, яка забезпечує високу достовірність скінченного-моделювання моделювання з одночасним суттєвим скороченням обчислювальних витрат. Це має безпосереднє прикладне значення для машинобудівного інжинірингу.

3. Виконано топологічну оптимізацію конструкції, що дозволила досягти зменшення маси при одночасному підвищенні жорсткості та без перевищення граничних деформацій – важливий результат для енергоефективного машинобудування.

4. Розроблено багаторівневу методологію моделювання, яка поєднує аналітичні рішення, чисельне моделювання, метод усереднення жорсткостей та VR-технології формоутворення. Вона апробована як у науковій, так і в освітній практиці.

5. Вперше побудовано термомеханічну модель фрикційної пари «гальмовий диск–колодка» з урахуванням реальних режимів роботи, що дозволяє точно прогнозувати температурний стан і підвищити надійність гальмівних систем під час проектування.

6. Отримано нові результати щодо ефективності вітчизняних фрикційних матеріалів, які можуть бути використані для імпортозаміщення у критично важливих компонентах шахтових машин.

7. Встановлено критичну залежність осевих деформацій від геометрії підкріплювальних елементів, що дало змогу сформулювати інженерні рекомендації з їх оптимізації – ці рекомендації вже частково впроваджені на машинобудівних підприємствах.

8. Запропоновані підходи до побудови спрощених моделей дозволяють проводити розрахунки навіть на ПК середнього класу, а також мають універсальне застосування як у проектуванні, так і у професійній підготовці інженерів-механіків.

Таким чином, сукупність одержаних результатів становить цілісний внесок у розвиток галузевого машинобудування, насамперед у напрямі моделювання, оптимізації та надійного проектування складних підсиленних оболонкових конструкцій, таких як канатомісткі барабани шахтових підіймальних машин.

4. У тексті дисертації зазначено, що у моделі гальмового пристрою розглядається конструкція з 18 гальмовими модулями – по дев'ять на кожен диск. Скажіть, будь ласка, де саме на відповідних рисунках ці гальмові модулі візуалізовані?

Відповідь здобувача: У дисертації дійсно розглядалися різні варіанти конфігурації гальмового пристрою, зокрема з різною кількістю гальмових модулів. На наведеному рисунку представлено лише один із таких варіантів, який використовувався з метою ілюстрації загальних принципів моделювання та аналізу напружено-деформованого стану. Повна кількість модулів, згідно з технічним описом – вісімнадцять (по дев'ять на диск), враховувалася у відповідних чисельних експериментах при розрахунку термомеханічного впливу на гальмову систему.

Завідувач кафедри прикладної математики НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Сдвижкова О.О.

1. У своїй доповіді ви згадали про модифікацію геометрії ребра жорсткості з метою зниження напружень, однак не деталізували, за якими критеріями проводилася ця оптимізація. Скажіть, будь ласка, які саме напруження ви аналізували? Яким чином ви встановлювали, що одне конструктивне рішення є кращим за інше? З чим ви порівнюєте отримані значення – наприклад, 185 МПа – це багато чи мало, в якому контексті ви оцінюєте результат?

Відповідь здобувача: Дякую за запитання. У межах дисертаційного дослідження для зниження рівня напруженого стану та, зокрема, концентрації напружень у зонах приєднання підкріплювальних елементів було реалізовано низку конструктивних заходів. Основним підходом стала геометрична модифікація форми підкріплень з подальшим аналізом отриманих полів напружень.

Оцінка ефективності здійснювалася за критерієм еквівалентних напружень Мізеса. Зменшення напружень порівнювалося з гранично допустимими значеннями, що визначаються на основі кривої витривалості матеріалу, з урахуванням циклічного характеру навантаження. Таким чином, здійснювався розрахунок довговічності зварних з'єднань конструкції – через прогноз кількості циклів навантаження до моменту руйнування.

Ці розрахунки детально наведено в додатках до дисертації. Підкреслю, що ціль оптимізації полягала не лише у зниженні абсолютного значення напружень, але й у приведенні їх до рівня, який не перевищує межу втомної міцності, що й гарантує тривалу надійну експлуатацію конструкції.

2. Під час доповіді ви згадували про коефіцієнт запасу стійкості. Скажіть, будь ласка, що саме ви маєте на увазі під цим коефіцієнтом? Яке його фізичне значення та як він обчислюється у межах вашої роботи? Зокрема, прошу навести його формулу – це, як правило, відношення розрахункового критичного параметра до фактичного. Що саме є чисельником і знаменником у вашому випадку?

Відповідь здобувача: Коефіцієнт запасу стійкості у моєму дослідженні характеризує здатність оболонкової конструкції барабана протистояти втраті форми рівноваги під дією осьового стискального навантаження. Його числове значення визначалося автоматизовано в середовищі SolidWorks Simulation за допомогою лінійного аналізу стійкості. Згідно з вимогами нормативного документа – Єврокоду EN 1993-1-6 «Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-6: Міцність та стійкість оболонок», для забезпечення безпечної експлуатації таких конструкцій коефіцієнт стійкості має бути не меншим за 4. У нашому випадку обрані варіанти конструкції задовольняли цій умові, що підтверджує їхню нормативну стійкість.

3. Шановний дисертанте, ви неодноразово зазначали, що в процесі оптимізації конструкції переставної частини барабана брали до уваги обмеження на осьові переміщення, зокрема лунала цифра 1,5 мм як граничне значення. Поясніть, будь ласка, звідки саме взято цю величину?

Відповідь здобувача: Значення допустимого осьового переміщення на рівні 1,5 мм встановлене згідно з технічними вимогами виробника гальмівної системи – компанії Svendborg Brakes, яка постачає гальмові модулі для підйомних машин з розрізними барабанами. Цей регламент обумовлений необхідністю забезпечення коректного функціонування фрикційного контакту між гальмовими колодками та диском, адже перевищення осьового зсуву призводить до нерівномірного зношування, зменшення ефективності гальмування і, як наслідок, до зниження безпеки експлуатації. Тому в моделюванні та оптимізації конструкції переставної частини барабана дане обмеження було враховане як ключове граничне умова.

Декан механіко-машинобудівного факультету НТУ «Дніпровська політехніка», кандидат технічних наук, доцент, Зіборов К.А.

1. У своїй дисертаційній роботі ви позиціонуєте розроблену комплексну методологію як багаторівневу і таку, що охоплює цілу низку задач — від побудови аналітичної моделі до термомеханічного аналізу фрикційної пари. Скажіть, будь ласка, яким чином ці окремі задачі структурно об'єднані в єдину методологію? Чи передбачає ваша методика певну послідовність або ітераційність, наприклад: спочатку виконується аналітичне чи чисельне моделювання конструкції барабана, потім — термомеханічний аналіз, чи навпаки? Іншими словами, як виглядає загальна логіка проектування згідно з вашою методологією?

Відповідь здобувача: Дякую за запитання. Ви цілком слушно підмітили, що моя методологія охоплює різні типи задач — аналітичні, чисельні, геометричні та фізико-механічні. Саме тому я визначаю її як багаторівневу, але при цьому структуровану, з чіткою послідовністю етапів і передбаченою можливістю ітераційного уточнення на критичних кроках.

Загальна логіка проектування згідно з розробленою методологією виглядає так:

1. Геометрична параметризація конструкції барабана

- Формується умовно-модульна структура з розбиттям на типові вузли (переставна частина, обичайка, фланці, ребра жорсткості тощо).
- Здійснюється первинне формоутворення (у тому числі в VR-середовищі, якщо є потреба у складних поверхнях або інтуїтивному аналізі зони підкріплення).

2. Аналітичне моделювання

Виконується побудова аналітичної моделі оболонки із залученням спрощених розрахункових схем (Mathcad), що дозволяє: попередньо оцінити осьові переміщення; виявити зони можливих пікових навантажень; визначити необхідні жорсткості підтримувальних елементів.

3. Усереднення параметрів вузлів

- Застосовується метод усереднення жорсткостей, який дозволяє перейти від складної підкріпленої структури до еквівалентної оболонки з відповідними параметрами (радіальна/осьова жорсткість).
- Уточнюються жорсткісні коефіцієнти на основі FEM-розрахунків типових вузлів.

4. Скінченно-елементне моделювання повної конструкції

У SolidWorks Simulation створюється повна скінченно-елементна модель барабана з урахуванням: граничних умов опор; навантажень від натягу каната, маси, тиску від навивки; реального з'єднання з валом, фланцями, гальмівними дисками.

5. Аналіз осьових переміщень. Проводиться ключова оцінка осьового зміщення країв барабана, особливо в зоні контакту з дисковими гальмами (критичний допуск — не більше 1,5 мм).

6. Термомеханічне моделювання. Якщо конструкція передбачає інтенсивне гальмування (наприклад, у глибоких шахтах), проводиться додатковий термомеханічний аналіз фрикційної пари «диск–колодка», що

дозволяє: передбачити теплове розширення; оцінити ризик втрати ефективності гальмування; врахувати теплові впливи в загальному моделюванні жорсткості.

7. Верифікація та ітерація. Результати скінченно-елементного моделювання зіставляються з аналітичними оцінками. Якщо розбіжність перевищує допустимий поріг (наприклад, 10 %), вносяться корективи у форму ребер, товщину елементів, параметри вузлів – і цикл повторюється.

Таким чином, методика не є просто набором окремих інструментів – вона є логічно впорядкованим процесом, що:

- починається з геометрії та аналітики,
- проходить через структурне узагальнення (усереднення),
- завершується скінченно-елементним моделюванням і термомеханічною перевіркою,
- і при потребі – повертається на попередній рівень для уточнення параметрів.

Це забезпечує гнучкість, точність і універсальність, які й визначають методологію як комплексну інженерну систему, а не як послідовність ізольованих розрахунків.

2. У завершальній частині вашої методології передбачено вибір матеріалів для фрикційної пари гальмівного пристрою. Скажіть, будь ласка, яким чином цей вибір пов'язаний із глибиною підйому? Чи існують технічні або нормативні обмеження щодо глибини, при якій допустиме застосування певних матеріалів? І, крім того, які стандартизовані обмеження встановлено щодо швидкості руху підйимального посуду, та як вони впливають на розрахунок і проектування гальмівної системи у контексті технологічної схеми підйому?

Відповідь здобувача: Вибір матеріалів для фрикційної пари безпосередньо пов'язаний із величиною кінетичної енергії, яку необхідно розсіювати під час гальмування підйомної установки. Оскільки кінетична енергія є функцією маси вантажу та квадрату швидкості його переміщення, то із зростанням глибини шахтного підйому – а отже, й довжини каната та загальної інерційної маси системи – суттєво зростає і енергетичне навантаження на гальмівну систему. У цьому контексті вибір термостійких фрикційних матеріалів, здатних витримувати локальні температурні навантаження, є критично важливим. Крім того, згідно з чинними «Правилами безпеки у вугільних шахтах» та технічними регламентами, існує обмеження на максимальне прискорення підйимальної посудини, яке не повинно перевищувати 5 м/с^2 .

Проректор з наукової роботи, доктор геологічних наук, доцент Нікітенко І.С.

1. Скажіть, будь ласка, у рамках яких науково-дослідних тем чи проектів виконувалося ваше дисертаційне дослідження? Чи мало місце його

виконання за госпдоговорами, зокрема з промисловими підприємствами або іншими замовниками?

Відповідь здобувача: Дисертаційне дослідження виконувалося у межах держбюджетної науково-дослідної роботи на тему “Розвиток теорії обґрунтування і вибору конструктивних та технологічних параметрів об’єктів галузевого машинобудування” (№ ДР 0122U201676, термін виконання: 01.2023 – 12.2025). Отримані результати були інтегровані в загальну наукову програму цієї тематики, що підтверджується відповідним Актом впровадження результатів дисертаційного дослідження. Крім того, дослідження мало прикладне спрямування: за господарським договором з ПрАТ «СУХА БАЛКА» мною були розроблені “Методичні рекомендації з вибору та обґрунтування параметрів шахтної підйимальної машини з розрізним циліндричним барабаном типу ЦР” для підготовки технічного завдання на її виготовлення. Факт практичного використання результатів дисертації підтверджено відповідним Актом впровадження від 03.07.2024 р.

Після відповідей на запитання виступили:

Наукові керівники:

доктор технічних наук, професор кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, Заболотний К.С.

кандидат технічних наук, завідувач кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, доцент Панченко О.В.

Шановні колеги, доброго дня.

Сьогодні ми маємо честь представити результати наукової діяльності нашого аспіранта – Симоненка Віталія Вадимовича, який завершив роботу над дисертацією на тему: «Розробка комплексної методології моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підйимальних машин», що виконувалася за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Упродовж навчання в аспірантурі Віталій продемонстрував високий рівень академічної підготовки, успішно опанував повний цикл дисциплін освітньо-наукової програми, сформував ґрунтовні знання з аналітичної механіки, методології досліджень, сучасних інформаційних технологій та віртуального моделювання. Він повністю виконав індивідуальний навчальний план, у тому числі – викладацьку практику, і засвоїв навички презентації результатів дослідження, як українською, так і англійською мовами.

Щодо наукової роботи – Віталій проявив себе як ініціативний та наполегливий дослідник. Його дисертація – це результат глибокого аналізу, чисельного експерименту та інженерної практики. Вперше було запропоновано:

- аналітичну модель переставної частини барабана як оболонки з кільцевими підкріпленнями, що враховує вплив конструктивних елементів на осьову жорсткість;

- двоетапний метод калібрування жорсткісних коефіцієнтів із використанням скінченно-елементного аналізу;
- топологічну оптимізацію конструкції, що дозволила знизити масу підкріплень майже на третину при одночасному зменшенні деформацій;
- термомеханічну модель гальмівної фрикційної пари з урахуванням реальних теплових режимів при аварійному гальмуванні.

Окремо варто відзначити створення навчального VR-кейсу, що базується на результатах дисертації та вже впроваджений в освітній процес, а також практичне використання матеріалів дослідження на підприємствах ПрАТ «НКМЗ» і ПрАТ «Суха Балка».

Віталій проявив себе не лише як дослідник, але й як самостійна творча особистість. Йому притаманні глибокі знання, аналітичне мислення, здатність працювати в команді, відкритість до нових технологій та абсолютна доброчесність у науковій діяльності.

Результати його дослідження апробовані на численних конференціях, опубліковано 5 наукових статей, з яких 2 – у журналах, що входять до наукометричної бази Scopus. Це свідчить про належний рівень наукової зрілості та визнання його результатів фаховою спільнотою.

Висновок простий і однозначний: Дисертаційна робота Симоненка Віталія Вадимовича відповідає всім вимогам до наукових досліджень на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». Вона має наукову новизну, практичну значущість та високу якість виконання.

Ми, як наукові керівники, повністю підтримуємо подання роботи до захисту та вважаємо, що її автор – гідний присудження наукового ступеня доктора філософії. Дякуємо за увагу.

Рецензенти:

Завідувач кафедри прикладної математики НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Сдвижкова О.О., завідувач кафедри механічної та біомедичної інженерії НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Колосов Д.Л.

Рецензенти охарактеризували дисертаційну роботу Симоненка В.В., її актуальність, наукове та практичне значення, новизну, обґрунтованість наукових положень і висновків. Зазначили, що за матеріалами дисертації опубліковано 5 статей, з них 1 – одноосібно, у наукових фахових виданнях України – 3, тез доповідей – 7. У наукометричних виданнях SCOPUS опубліковані 2 статі. Провідний внесок за обсягом у матеріали публікацій належить аспіранту.

Кількість публікацій Симоненка В.В. що відповідають п. 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44 становить п'ять робіт. Рецензенти рекомендували аспіранту Симоненку В.В. врахувати зауваження щодо проведеного

дослідження та запропонували рекомендувати дисертаційну роботу аспіранта Симоненка В.В., до захисту на разовій спеціалізованій раді.

В обговоренні дисертаційної роботи взяли участь:

Завідувач кафедри управління на транспорті НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Таран І.О.

Шановні учасники наукового семінару! Дисертаційна робота Симоненка Віталія Вадимовича є масштабним інженерно-науковим дослідженням, що поєднує методи аналітики, чисельного аналізу, топологічного проектування, термомеханіки та віртуального моделювання у контексті розробки конструкцій канатомістких барабанів для шахтних підіймальних машин.

Наукова новизна дослідження полягає в наступному:

- побудовано нову аналітичну модель оболонки з урахуванням кільцевих елементів жорсткості, яка враховує параметри λ , χ , α , β при аналізі деформацій;
- виконано скінченно-елементні розрахунки у SolidWorks із поетапним налаштуванням жорсткісних характеристик;
- проведено топологічну оптимізацію, яка дозволила зменшити осьове переміщення з 3,6 мм до 1,5 мм;
- розроблено термомеханічну модель фрикційної пари «гальмівний диск – колодка» з урахуванням теплових режимів та вибору матеріалу;
- застосовано VR-середовище Gravity Sketch не лише як візуалізаційний інструмент, а як засіб інженерного проектування;
- розроблено навчальний VR-практикум, який інтегровано в навчальний процес.

Порівняння з міжнародними підходами підтверджує, що методика Симоненка має вищу прикладну адаптивність до реального інженерного середовища, а також унікальну особливість – залучення VR ще на етапі інженерного проектування.

Значущість дослідження підтверджується:

- практичним впровадженням у діяльність ПрАТ «НКМЗ» і ПрАТ «Суха Балка»;
- поданням заявки на корисну модель;
- створенням навчального курсу на основі результатів.

Наукові публікації: 5 публікацій, у тому числі 2 – у виданнях, що входять до бази Scopus. Результати доповідалися на наукових форумах у Petroşani, Вінниці та Дніпрі.

Підсумкове рішення: Дисертаційне дослідження повністю відповідає вимогам Постанови КМУ №44. Рекомендуємо присудити автору ступінь доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Завідувач кафедри прикладної математики НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Сдвижкова О.О.

Шановні колеги! Дисертація Симоненка Віталія Вадимовича є комплексною та самостійною науковою розробкою, що вирізняється високим рівнем актуальності, теоретичного опрацювання та практичного значення для галузевого машинобудування, особливо – у контексті проектування канатомістких барабанів для глибокошахтних підіймальних систем.

Серед основних результатів автора:

- вперше реалізовано модель оболонкової конструкції з кільцевими підкріпленнями, яка враховує осьову жорсткість;
- запропоновано метод двоетапної калібровки коефіцієнтів жорсткості, що забезпечує точність моделі в межах 5 % і істотно зменшує тривалість обчислень;
- виконано оптимізацію топології, що дозволила зменшити масу підкріплень переставної частини барабану на 29 % та знизити осьову деформацію у 2,4 рази;
- побудовано термомеханічну модель пари «гальмовий диск–колодка» з детальним урахуванням теплових характеристик використовуваних матеріалів;
- запропоновано комплексний підхід до моделювання, що інтегрує аналітичні оцінки, чисельне моделювання у SolidWorks Simulation та віртуальне 3D-моделювання у Gravity Sketch.

Практична значимість роботи підтверджується:

- апробацією результатів на ПрАТ «НКМЗ» і «Суша Балка»;
- застосуванням матеріалів дослідження в навчальному VR-практикумі, що впроваджено у підготовку фахівців.

Оцінка: Висока якість виконання, підтверджена наукова доброчесність (StrikePlagiarism), публікації у Scopus, а також логічна структура наукової програми дозволяють з упевненістю стверджувати: дисертант гідний присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Кухар В.Ю.

Шановні учасники семінару! Дисертація Симоненка Віталія Вадимовича присвячена створенню інженерної комплексної методології для моделювання конструкцій розрізних канатомістких барабанів, що є надзвичайно актуальним напрямом сучасного гірничого машинобудування, особливо для шахт глибиною понад 1500 метрів.

Ключові наукові здобутки включають:

- формулювання аналітичної моделі переставної секції барабана з урахуванням впливу кільцевих елементів жорсткості;
- використання двоступеневої процедури калібрування жорсткісних коефіцієнтів за результатами скінченно-елементного аналізу;

- впровадження топологічної оптимізації переставної частини барабану, яка забезпечила зменшення осьової деформації на 60 % та маси підкріплень на 29 %;
- створення термомеханічної моделі гальмівної пари із визначенням ефективності фрикційних матеріалів, включно з альтернативними українськими розробками;
- реалізація VR-прототипування в Gravity Sketch як інструменту інженерного аналізу геометрії.

Робота має чітку логічну структуру, охоплює етапи моделювання, перевірки результатів, оптимізації, впровадження, а також включає методичні напрацювання та освітній VR-практикум.

Результати впроваджено:

- у виробничу практику ПрАТ «НКМЗ» (методичні рекомендації з розрахунку напружено-деформованого стану барабана шахтової підйимальної машини типу ЦР-6,75×6,2/1,95);
- на ПрАТ «Суша Балка» (методичні рекомендації з вибору та обґрунтування параметрів шахтної підйимальної машини (ШПМ) з розрізним циліндричним барабаном типу ЦР для підготовки технічного завдання на його виготовлення);
- в освітній процес НТУ «Дніпровська політехніка» (VR-моделювання);
- подано заявку на патентну охорону (корисна модель U2025 00123).

Наукова апробація: 5 публікацій, у тому числі 2 – в журналах, що входять до Scopus; активна участь у міжнародних конференціях в Україні та закордоном.

Узагальнюючий висновок: Дисертація є якісною науковою роботою, що містить нові рішення та значущий приклад прикладного моделювання. Автор цілком заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Ільїна І.С.

Шановні члени спеціалізованої вченої ради!

Представлена робота Симоненка Віталія Вадимовича присвячена створенню комплексної методології моделювання складних розрізних барабанів підйомних машин, що особливо актуально для сучасного гірничого машинобудування в умовах експлуатації на великій глибині та підвищених навантажень на обладнання.

У ході дослідження автором:

- запропоновано нову аналітичну модель конструкції з кільцевими підкріпленнями, яка враховує її взаємодію з елементами гальмівного механізму;
- реалізовано точну (до 95 %) двоетапну процедуру калібрування жорсткісних параметрів із застосуванням скінченно-елементного аналізу;

- здійснено топологічну оптимізацію, що дозволила знизити осьову деформацію на 60 % та масу майже на третину;
- виконано комплексне термомеханічне моделювання пари «гальмовий диск–колодка» з урахуванням теплових режимів та властивостей матеріалів;
- уперше в українському машинобудуванні поєднано віртуальне 3D-моделювання в Gravity Sketch із чисельним аналізом у SolidWorks Simulation.

Методика, розроблена дисертантом, має міждисциплінарний характер і демонструє гнучкість при адаптації до різних варіантів конструкцій. Вона вже застосована на підприємствах ПрАТ «НКМЗ» і ПрАТ «Суша Балка», а також увійшла до освітніх курсів у НТУ «Дніпровська політехніка».

Наукові публікації: 5 опублікованих робіт, подана заявка на охорону інтелектуальної власності, проведено успішну апробацію на міжнародних наукових форумах.

Підсумок: Дисертація виконана на високому науковому рівні, самостійно, із дотриманням принципів академічної доброчесності. Робота відповідає чинним вимогам до дисертацій КМУ № 44, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування.

Доктор філософії, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Шкут А.П.

Шановні колеги! Дисертаційне дослідження Симоненка Віталія Вадимовича спрямоване на розроблення багатофакторної методики цифрового аналізу конструкцій розрізних канатомістких барабанів, що є надзвичайно затребуваним напрямом у гірничому машинобудуванні на тлі зростаючих глибин розробки понад 1500 м. Тематика відповідає інтересам провідних промислових підприємств, таких як ПрАТ «НКМЗ» і «Суша Балка», а також підтримується держбюджетною темою НДР № 0122U201676.

Серед основних досягнень автора:

- побудовано інженерну модель переставної оболонки з урахуванням підкріплювальних елементів (ребра, шпангоути, косинки), яка дозволяє обчислювати осьову жорсткість;
- вперше запропоновано систему параметрів жорсткості (λ , χ , α , β) для прискореної оцінки міцності конструкцій;
- реалізовано скінченно-елементна модель в SolidWorks Simulation, що була основою для топологічної оптимізації (зменшення маси на 29 %, деформацій – на 60 %);
- виконано термомеханічне моделювання пари «гальмовий диск–колодка» із включенням реальних теплових режимів;
- застосовано віртуальну платформу Gravity Sketch не лише як візуалізацію, а як активний засіб просторового проектування.

Практичне застосування результатів:

- на ПрАТ «НКМЗ» – реалізовано методичні рекомендації з розрахунку напружено-деформованого стану барабана шахтової підіймальної машини типу ЦР-6,75×6,2/1,95;
- на ПрАТ «Суша Балка» – реалізовано методичні рекомендації з вибору та обґрунтування параметрів шахтної підіймальної машини (ШПМ) з розрізним циліндричним барабаном типу ЦР для підготовки технічного завдання на його виготовлення;
- у НТУ «Дніпровська політехніка» – інтегровано в навчання VR-практикум;
- подано заявку на реєстрацію корисної моделі U2025 00123.

Науково-публікаційна активність: 5 праць, з них 2 – у виданнях Scopus.

Активна участь у конференціях, міжвузівських заходах і форумах.

Переваги дослідження:

- узгоджена структура;
- гармонійне поєднання теорії, практичного моделювання й візуалізації;
- міждисциплінарний підхід із залученням сучасних цифрових інструментів.

Висновок: Дисертація є завершеним дослідженням з підтвердженою практичною користю та науковою новизною. Робота повністю відповідає вимогам до дисертацій, а її автор гідний присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування.

Старший науковий співробітник відділу механіки гірничих порід Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, кандидат технічних наук, доцент Ільїн С.Р.

Шановні члени семінару! Предметом дослідження в дисертації Симоненка Віталія Вадимовича є удосконалення підходів до моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтних підіймальних машин. Це завдання набуває особливої інженерної актуальності у зв'язку з розвитком глибокошахтного будівництва та зростанням вимог до безпечності й довговічності машин.

Наукові досягнення роботи:

- створено нову оболонкову модель з кільцевими елементами жорсткості для аналізу деформованості переставної частини барабана;
- впроваджено методику двоетапного налаштування жорсткісних коефіцієнтів на основі скінченно-елементних розрахунків;
- виконано оптимізацію геометрії підкріплень, що забезпечила зниження маси на 29 % і осьових деформацій – у 2,4 рази;
- змодельовано термомеханічну поведінку пари «гальмовий диск–колодка» в умовах запобіжного гальмування, проведено теплотехнічне обґрунтування ефективності вітчизняних фрикційних матеріалів (У2-301-07, «Ретінакс») як замінників імпортних.

Інноваційність підтверджена:

- новими підходами до опису конструктивних елементів;
- першою в Україні інтеграцією VR-технологій у CAE-моделювання (SolidWorks та Gravity Sketch);
- впровадженням розроблених рішень на промислових об'єктах.

Практичне впровадження:

Розробки використані на ПрАТ «НКМЗ» і ПрАТ «Суша Балка», де було підготовлено технічну документацію, оптимізовано гальмівні вузли та системи барабанів на основі даних дослідження.

Наукові публікації: 5 робіт, у тому числі публікації в Scopus-виданнях. Відповідає вимогам до апробації результатів.

Оцінка якості: робота виконана самостійно, з дотриманням вимог академічної доброчесності, має логічну побудову, науково грамотну мову та оформлена відповідно до чинних нормативних документів.

Загальний висновок: Дисертація повністю відповідає вимогам для здобуття ступеня доктора філософії. Симоненко Віталій Вадимович заслуговує на присудження наукового ступеня за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Завідувач кафедри механічної та біомедичної інженерії НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Колосов Д.Л.

Шановні учасники семінару! Дисертаційна праця Симоненка Віталія Вадимовича на тему «Розробка комплексної методології моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин» є важливою науковою роботою, що спрямована на вирішення актуальних задач гірничого машинобудування, особливо в контексті збільшення глибини шахт і зростання навантажень на підйомне обладнання.

Дослідження вирізняється методичною чіткістю, науковою глибиною та вираженою інженерною спрямованістю. Уперше запропоновано комплексну багаторівневу методику, яка інтегрує:

- аналітичне моделювання жорсткості з урахуванням кільцевих підкріплень;
- скінченно-елементний аналіз конструкції в SolidWorks Simulation;
- термомеханічне моделювання пари «гальмовий диск–колодка»;
- елементи VR-візуалізації як інструменту формоутворення.

Достовірність результатів підтверджено чисельною перевіркою та практичним використанням – частина підходів реалізована у виробничому процесі ПрАТ «НКМЗ» та використовується в навчальних програмах. Також подано заявку на патент, проведено апробацію на провідних конференціях.

Серед переваг варто відзначити:

- масштабованість моделі;
- ефективність при оптимізації конструктивних рішень;
- високий ступінь інтеграції цифрових технологій.

Окремо слід звернути увагу на доцільність розширення експериментальної частини в подальших дослідженнях, що забезпечить глибшу валідацію результатів.

Висновок: Ураховуючи оригінальність, практичну користь та відповідність усім встановленим вимогам, вважаю, що Симоненко В. В. цілком заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Завідувач кафедри транспортних систем та енергомеханічних комплексів НТУ «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор Ширін Л.Н.

Шановні колеги! Дисертаційна робота Віталія Симоненка присвячена побудові комплексної методології для моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтних підйомних систем. Особливу значущість ця тема набуває в умовах експлуатації обладнання на глибинах понад 1500 метрів та високих навантаженнях, що потребують надійних, перевірених рішень.

Актуальність дослідження тісно пов'язана з запитами промислових підприємств та тематикою держбюджетної НДР, а сама методика охоплює ключові питання:

- жорсткісного забезпечення й геометричної оптимізації;
- теплового аналізу фрикційних елементів;
- сумісності з сучасними гальмівними системами.

Наукова новизна:

- вперше побудовано оболонкову модель з кільцевими пружними елементами;
- введено систему узагальнених параметрів жорсткості (λ , χ , α , β) із похибкою скінченно-елементного розрахунку не більше 5 %;
- запропоновано термомеханічну модель пари «гальмовий диск–колодка» з аналізом властивостей матеріалів та навантажень;
- геометрична оптимізація зменшила деформації на 60 % і масу конструктивних елементів на 29 %;
- розроблено та впроваджено VR-практикум у навчальні програми НТУ «Дніпровська політехніка».

Практичне впровадження:

Підтверджено актами на ПрАТ «НКМЗ» та «Суша Балка». Дисертація охоплює повний інженерний цикл – від теоретичної моделі до реального впровадження.

Публікації: 5 наукових праць, включаючи 2 у Scopus.

Зауваження: мають переважно прогностичний характер і стосуються потенційних напрямів подальших досліджень, зокрема втомного ресурсу конструкцій.

Підсумок: Робота виконана на високому науковому рівні, відповідає вимогам до дисертацій, а її автор повністю заслуговує на присудження

наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Анциферов О.В.

Шановні учасники семінару!

Представлена дисертація Симоненка Віталія Вадимовича зосереджена на вирішенні важливої технічної проблеми – підвищення ефективності та експлуатаційної надійності канатомістких барабанів шахтних підймальних установок. Актуальність теми зумовлена глибоким шахтним будівництвом (понад 1500 м) і реальними потребами промислових підприємств, зокрема ПрАТ «НКМЗ» і «Суха Балка». Робота також є частиною держбюджетної НДР № 0122U201676.

Основні наукові результати:

- розроблено математичну модель переставної оболонки барабана з включенням кільцевих підкріплень та системою узагальнених жорсткісних параметрів;
- проведено числове моделювання для верифікації моделі, що забезпечило високу точність результатів;
- створено термомеханічну модель вузла «диск–колодка» з урахуванням теплових режимів гальмування;
- виконано конструктивну оптимізацію, яка дозволила скоротити осьову деформацію у 2,5 раза та зменшити масу підкріплень на 29 %;
- вперше застосовано VR-технологію Gravity Sketch як засіб тривимірного цифрового інженерного проектування.

Практичне застосування:

- на ПрАТ «НКМЗ» розроблено та передано методичні рекомендації з розрахунку напружено-деформованого стану барабана шахтової підйальної машини типу ЦР-6,75×6,2/1,95;
- на ПрАТ «Суха Балка» розроблено та передано методичні рекомендації з вибору та обґрунтування параметрів шахтної підйальної машини (ШПМ) з розрізним циліндричним барабаном типу ЦР для підготовки технічного завдання на його виготовлення;
- створено навчальний VR-практикум, який використовують у підготовці інженерів в НТУ «Дніпровська політехніка».

Наукова активність: 5 публікацій, у тому числі 2 у виданнях, що входять до Scopus. Подано заявку на охорону інтелектуальної власності (корисна модель).

Рекомендації: доцільним вбачається подальше дослідження – порівняння з іноземними аналогами (Канада, ПАР), вивчення втомних процесів у реальних умовах навантаження.

Висновок: Дисертація є завершеним і самостійним науковим дослідженням, що має практичну цінність і відповідає всім критеріям якості.

Симоненко В. В. цілком заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» Москальова Т.В.

Шановні члени семінару! Дисертаційна робота Віталія Симоненка являє собою сучасне міждисциплінарне дослідження, присвячене розробленню цифрової методики для моделювання конструкцій розрізних канатомістких барабанів, що застосовуються в шахтових підіймальних машинах.

Актуальність теми обумовлена викликами, що стоять перед гірничим машинобудуванням у зв'язку з розробками на значних глибинах (до 1500 м), де традиційні інженерні підходи потребують переосмислення і вдосконалення.

У межах дисертації:

- вперше запропоновано модель осесиметричної оболонки із залученням жорсткісних коефіцієнтів, що враховують конструктивні особливості (лобовини, ребра);
- реалізовано геометричну оптимізацію, що зменшила деформації на 60 % та масу на 29 %;
- побудовано термомеханічну модель пари «гальмовий диск–колодка» для умов запобіжного гальмування;
- застосовано VR-моделювання у Gravity Sketch як інтерактивний інженерний інструмент, інтегрований у класичні CAE-системи;
- розроблено VR-практикум, що вже застосовується в освітніх програмах НТУ «Дніпровська політехніка».

Впровадження: результати дисертації реалізовано у виробництві (ПрАТ «НКМЗ», «Суша Балка»), освітньому процесі та захищено заявкою на патент (корисна модель). Загалом опубліковано 5 праць, включно з двома у Scopus-виданнях.

Особливе значення має формування нової інженерної цифрової парадигми, в основі якої – синтез механіки, теплового аналізу, візуалізації та освітніх технологій.

Зауваження стосуються перспектив розвитку тематики – зокрема дослідження втомного ресурсу матеріалів в умовах змінного навантаження.

Висновок: Робота відповідає всім вимогам, встановленим до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор – Віталій Симоненко – заслуговує на присудження цього ступеня за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації Симоненка Віталія Вадимовича на тему
«Розробка комплексної методології моделювання розрізних канатомістких
барабанів шахтових підймальних машин», поданої на здобуття ступеня
доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія»
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

Обґрунтування вибору теми дослідження

В умовах інтенсифікації глибокого гірничого видобутку (на глибинах понад 1500 м) традиційні багатоканатні підймальні установки з шківними тертя виявляють суттєві конструктивно-експлуатаційні обмеження, пов'язані з труднощами балансування канатів та забезпечення стабільної фрикційної взаємодії. У відповідь на ці виклики ПрАТ «НКМЗ» розробило конструкцію циліндричного розрізного барабана типу ЦР-6,75×6,2/1,95 із переставною частиною. У межах укладеної угоди про науково-технічне співробітництво підприємство звернулося до НТУ «Дніпровська політехніка» з ініціативою розробки науково обґрунтованої методології моделювання зазначеної конструкції. Ключову роль у формуванні тематики дисертаційного дослідження відіграло технічне завдання ПрАТ «НКМЗ», у якому було визначено перелік критичних технічних параметрів та прикладних цілей розробки.

Аналіз сучасного стану наукових досліджень свідчить про їх фрагментарність: наявні роботи здебільшого охоплюють окремі аспекти інженерного моделювання конструкцій шахтових підймальних машин, зокрема геометричну оптимізацію оболонкових елементів, чисельну оцінку напружено-деформованого стану або аналіз теплових процесів у фрикційних вузлах.

Проте відсутній цілісний підхід, який би об'єднував ці напрями в єдину методологію з урахуванням багатофізичної природи реального навантаження.

Саме тому технічне завдання, сформульоване ПрАТ «НКМЗ», стало вихідною основою для постановки актуальної наукової задачі – розробити комплексну багаторівневу методологію моделювання напружено-деформованого та термомеханічного стану розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин типу ЦР-6,75×6,2/1,95

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Аспірант Симоненко В.В. є співвиконавцем держбюджетної НДР «Розвиток теорії обґрунтування і вибору конструктивних та технологічних параметрів технічних об'єктів галузевого машинобудування» (№ ДР 0122U201676). 01.2023–12.2025. Його власне дослідження стало фрагментом даної науково-дослідної роботи.

Аспірант Симоненко В.В. є співвиконавцем господарського договору між ПрАТ «СУХА БАЛКА» та НТУ «Дніпровська Політехніка» (договір №

072355-24 01.03.2024 р.). Розроблені автором «Методичні рекомендації з вибору та обґрунтування параметрів шахтної підйимальної машини з розрізним циліндричним барабаном типу ЦР» були офіційно передані до ПрАТ «СУХА БАЛКА» для формування технічного завдання на виготовлення відповідного обладнання. Факт їх впровадження підтверджено актом, підписаним 03.07.2024 р.

Аспірант Симоненко В.В. є співвиконавцем практикуму «VR-моделювання в інженерному проектуванні» для студентів і аспірантів освітньо-наукової програми «Галузеве машинобудування» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» (G11.03).

Наукова ідея дисертації полягає у впровадженні комплексного підходу до моделювання конструкцій розрізних канатомістких барабанів шахтових підйимальних машин шляхом інтеграції взаємодоповнювальних методів, що забезпечують урахування багатофакторної природи експлуатаційних навантажень.

Мета дослідження – розробити науково обґрунтовані методичні рекомендації для інженерів-конструкторів щодо комплексного розрахунку напружено-деформованого стану розрізних канатомістких барабанів шахтових підйимальних машин.

Об’єкт досліджень – напружено-деформований і термомеханічний стан розрізних канатомістких барабанів шахтових підйимальних машин типу ЦР-6,75×6,2/1,95, які функціонують в умовах глибоких виробок.

Предметом дослідження – є комплексна методологія аналітичного, чисельного та термомеханічного моделювання, а також інженерні рішення, спрямовані на мінімізацію осьових деформацій, забезпечення нормативної жорсткості та термічної стабільності.

Методи досліджень – спрямовані на підвищення ефективності проектування високонавантажених канатомістких барабанів шахтових підйимальних машин за рахунок застосування багаторівневого моделювання, що поєднує класичні та сучасні інженерні підходи. У межах дисертаційного дослідження використано такі методи:

- Аналітичне моделювання – із залученням рівнянь теорії оболонок Кірхгофа–Лява;
- Чисельне моделювання – методом скінченних елементів у середовищі SolidWorks Simulation;
- Параметрична оптимізація – відповідно до критеріїв мінімізації маси та обмеження деформаційної чутливості;
- Термомеханічний аналіз – моделювання фрикційних пар з урахуванням рухомого джерела теплоти, теплообміну та температурної деградації матеріалів;
- Експертне узгодження граничних умов – на основі технічних регламентів ПрАТ «НКМЗ».

Наукова новизна одержаних результатів.

- **Уперше** розроблено аналітичну модель переставної частини розрізного канатомісткого барабана у вигляді тонкостінної циліндричної оболонки з включенням кільцевих пружних елементів, яка дозволяє враховувати вплив конструктивних підкріплень (лобовин, косинок, шпангоутів) на осьову жорсткість, що відсутнє в класичних оболонкових моделях.

- **Запропоновано новий метод двоетапної калібровки** поправочних жорсткісних коефіцієнтів аналітичної моделі на основі даних скінченно-елементного аналізу, який забезпечує відхилення результатів не більше ніж 5 % при скороченні часу розрахунків у 10–12 разів порівняно з повномасштабним чисельним моделюванням.

- **Уперше виконано** топологічну оптимізацію жорсткісної структури переставної частини барабана на основі аналітично-чисельного моделювання осьових деформацій. Оптимізація дозволила зменшити масу підкріплювальних елементів на 29 % та одночасно знизити осьові деформації у 2,4 рази без перевищення гранично допустимих значень.

- **Уперше розроблено комплексну методологію моделювання** конструкції барабана, яка поєднує аналітичні оцінки напружено-деформованого стану, скінченно-елементне моделювання та термомеханічний аналіз фрикційної пари. Такий підхід забезпечує комплексну інженерну оцінку конструкції з урахуванням реальних експлуатаційних умов. Зокрема, результати моделювання, виконані в середовищах Gravity Sketch і SolidWorks Simulation, застосовувалися під час етапів ітераційного створення ребер жорсткості та аналізу напруженого стану. Отримані дані стали основою для навчальних матеріалів «VR-моделювання в інженерному проектуванні», який застосовується у практикумі з цифрової підготовки інженерів..

- **Уперше побудовано термомеханічну модель пари «гальмовий диск–колодка»** з рухомим джерелом теплоти, яка враховує динаміку тепловиділення при аварійному гальмуванні, теплофізичні властивості матеріалів і конвекційний теплообмін; похибка прогнозу температури не перевищує 8,1 %.

- **Уперше доведено термічну придатність вітчизняних фрикційних матеріалів** (зокрема Y2-301-07 і «Ретінакс») до використання в умовах глибокого шахтового підймання при швидкостях до 13–13,5 м/с, що обґрунтовує їх можливе імпортозаміщення.

Наукова задача дисертаційного дослідження полягає у створенні комплексної методології моделювання напружено-деформованого та термомеханічного стану розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин типу ЦР-6,75×6,2/1,95.

Практичне значення отриманих результатів

Розроблена в дисертації комплексна методологія моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин має

суттєве практичне значення для сучасної інженерної практики, зокрема в галузі проектування та аналізу відповідальних механічних систем, що працюють в умовах глибоких гірничих виробок.

Результати дослідження аспіранта Симоненка В. В. впроваджено у виробничу діяльність ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (НКМЗ) шляхом передачі методичних рекомендацій щодо моделювання напружено-деформованого стану розрізного барабана типу ЦР-6,75×6,2/1,95. Підприємство, яке виступає стейкхолдером освітньої програми за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», офіційно підтвердило впровадження цих рекомендацій відповідним актом.

Крім того, у межах договору № 072355-24 від 01.03.2024 р., укладеного з ПрАТ «СУХА БАЛКА», автором передано методичні рекомендації щодо вибору та обґрунтування параметрів шахтної підйимальної машини з розрізним циліндричним барабаном типу ЦР для формування технічного завдання на виготовлення обладнання. Факт впровадження підтверджено актом, підписаним представниками підприємства та НТУ «Дніпровська політехніка». Зазначені рекомендації вже використовуються під час розробки технічної документації для модернізації шахтного устаткування, сприяючи підвищенню його надійності, продуктивності та енергоефективності.

Елементи розробленої методології, зокрема результати чисельного моделювання, проведені в середовищах Gravity Sketch і SolidWorks Simulation, активно застосовуються в навчальному процесі кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка». Зокрема, ці результати інтегровані до дисциплін «Чисельні методи в машинобудуванні» та «VR-моделювання в інженерному проектуванні», що підтверджено актом упровадження від 03.07.2024 р.

Отримані результати також включено до державної науково-дослідної роботи № ДР 0122U201676 «Розвиток теорії обґрунтування і вибору конструктивних та технологічних параметрів технічних об'єктів галузевого машинобудування» (термін реалізації: 01.2023–12.2025), що підкреслює їхню відповідність загальнонаціональним дослідницьким пріоритетам.

На основі ітеративного моделювання жорсткісних елементів у SolidWorks Simulation та VR-прототипування в Gravity Sketch було розроблено спеціалізований навчальний практикум «VR-моделювання в інженерному проектуванні». Практикум включено до навчального процесу для студентів і аспірантів освітньо-наукової програми «Галузеве машинобудування» спеціальності 133, що підтверджено актом впровадження.

Крім того, 10 січня 2025 року автор подав заявку на реєстрацію корисної моделі U2025 00123, що засвідчує технічну новизну конструкції переставної частини барабана шахтної підйимальної машини типу ЦР-6,75×6,2/1,95, розробленої у рамках співпраці з ПрАТ «НКМЗ».

Особистий внесок аспіранта

Дисертаційна робота Віталія Вадимовича Симоненка є результатом його самостійної наукової діяльності, в рамках якої здобувач зробив значний внесок у розвиток методологій моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин. Особистий внесок здобувача можна розділити на кілька основних аспектів:

Розробка нової методології

Віталій Вадимович Симоненко самостійно розробив нову комплексну методологію для моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин, яка включає традиційні аналітичні методи, числові експерименти та термомеханічне моделювання із використанням програмного комплексу Dassault Systemes SolidWorks. Це дозволяє забезпечити всебічний аналіз характеристик обладнання, підвищити точність і надійність отриманих результатів.

Проведення експериментальних досліджень

Здобувач особисто провів серію чисельних експериментів, спрямованих на перевірку правильності аналітичних моделей та результатів комп'ютерного моделювання. Він розробив аналітичну та чисельні розрахункові моделі, здійснив необхідні вимірювання та аналіз отриманих даних, що дозволило підтвердити високу точність і надійність розроблених методик.

Використання VR-технологій

Здобувач впровадив у свою роботу нову технологію формоутворення підкріплювальних елементів розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин у середовищі віртуальної реальності. Ця технологія базується на поєднанні VR-моделювання у Gravity Sketch та CAE-аналіз у SolidWorks Simulation і полягає у інтерактивному моделюванні в масштабі 1:1 із застосуванням VR-контролерів, що дозволяє інженерові візуально й просторово оптимізувати форму ребра жорсткості ще до етапу чисельного аналізу. У результаті було створено серію альтернативних конфігурацій підкріплюючих елементів, які надалі були експортовані у SolidWorks Simulation для скінченно-елементного аналізу. Запропонована VR-технологія може бути використана як інноваційний етап попереднього інженерного формоутворення складних підсилених вузлів барабанів нових поколінь, зокрема для глибоких шахт.

Наукові публікації та участь у конференціях

Віталій Вадимович Симоненко активно займався популяризацією своїх наукових досягнень, публікуючи результати досліджень у фахових виданнях та презентуючи їх на наукових конференціях. Він є автором низки наукових статей, де детально описані методики, результати експериментів та практичні рекомендації з використання розробленої методології. Самостійно підготовлено розділ монографії.

Висновок

Особистий внесок здобувача Віталія Вадимовича Симоненка у дисертаційній роботі є значним і багатограним. Він самостійно розробив комплексну методологію моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин, провів експериментальні дослідження, створив аналітичну та чисельні моделі, впровадив VR-технології та активно популяризував результати своїх досліджень. Його робота має важливе наукове і практичне значення, сприяючи розвитку галузевого машинобудування та підвищенню ефективності проектування і експлуатації шахтового підймального обладнання.

Апробація результатів дослідження. Основні положення і наукові результати дисертаційного дослідження доповідались та обговорювались на міжнародних й всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема:

1. Panchenko, O., Zabolotnyi, K., Shkut, A., & Symonenko, V. (2025). Prospects for the deployment of drum hoisting systems for material transport in deep quarries. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1491(1), 012073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1491/1/012073>.
2. Панченко О.В., Заболотний К.С., Шкут А.П., Симоненко В.В. Апробація ОПП «Віртуальний дизайн у машинобудуванні»: освітня підготовка фахівців для цифрової трансформації галузі // Потураївські читання: Матеріали XXII міжнародної науково-технічної конференції (м. Дніпро, 14 лютого 2025 р.): Тези. – Дніпро: НТУ «ДП», 2025. – С. 3–5. https://science.nmu.org.ua/ua/ndc/sector_nttm/poturaev-readings/programm-2025.pdf
3. К.С. Заболотний, О.В. Панченко, В.В. Симоненко. Дослідження осьової жорсткості шахтних підймальних машин. XXI Міжнародна науково-технічна конференція «Потураївські читання», 23 лютого 2024. https://science.nmu.org.ua/ua/ndc/sector_nttm/poturaev-readings/thesiz-2024.pdf
4. Розробка методики розрахунку довгих барабанів шахтних підймальних машин на осьову жорсткість / В.В. Симоненко, О.В. Панченко // III Міжнародна науково-технічна конференція “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2023”, 01 – 03 червня 2023 р. м. Вінниця – Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2023. https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Zbirnyk_tez_3_06_2023.pdf
5. Проблема створення підймальної машини з розрізним циліндричним барабаном для глибоких шахт / В.В. Симоненко, О.В. Панченко // Наукова весна: тези доповідей XIII Всеукр.наук.-техн. конф. аспірантів та молодих вчених, 01 – 03 березня 2023 р. м. Дніпро – Дніпро: НТУ «ДП», 2023. <https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/673d5ada-642e-4b41-8811-3471e74c61b3>
6. Study of stress-strain state of mine winder split drums of hoisting machines with increased rope capacity / Vitalii Symonenko, Kostiantyn Zabolotnyi, Oleksandr Zhupiiiev / The V International Scientific and Technical Conference «Innovative Development of Resource-Saving Technologies and

Sustainable use of Natural Resources». Petroșani, Romania, November 11, 2022. https://www.upet.ro/cercetare/manifestari/Ukraine_2022_Book_of_Abstracts.pdf

7. Обґрунтування методики розрахунку розрізних циліндричних барабанів шахтних підймальних машин збільшеної канатомісткості / В.В. Симоненко, О.В. Панченко // Наукова весна: тези доповідей XII Всеукр.наук.-техн. конф. аспірантів та молодих вчених, 23 – 24 травня 2022 р. м. Дніпро – Дніпро: НТУ «ДП», 2022. – 148-149. <https://tinyurl.com/35y7yk5y>

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 5 статей, з них 1 – одноосібно, у наукових фахових виданнях України – 3, тез доповідей – 7. У наукометричних виданнях SCOPUS опубліковані 2 статі. Провідний внесок за обсягом у матеріали публікацій належить аспіранту. Самостійно підготовлено розділ монографії.

1. В.В. Симоненко. Обґрунтування методики розрахунку канатомістких циліндричних барабанів шахтних підймальних машин. Збірник наукових праць НГУ, 2023, №75-18. <http://znp.nmu.org.ua/index.php/en/archives/59-75en/905-75en18>

2. К.С. Заболотний, О.В. Панченко, В.В. Симоненко. Аналіз проблематики застосування дискових гальм у комплексі довгих барабанів шахтних підйомників збільшеної канатомісткості. Збірник наукових праць НГУ, 2023, №74-18. <http://znp.nmu.org.ua/index.php/en/archives/56-74en/853-74en18>

3. K. Zabolotnyi, A. Burkov, O. Panchenko, O. Zhupiiiev, V. Symonenko. Optimization of contact stresses in shoe brakes of mine hoisting machines. Збірник наукових праць НГУ. 2024 – № 76. с. 247-259. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/76.247>

4. V. Symonenko, K. Zabolotnyi, O. Panchenko. Methodology for determining the heat distribution in disc brakes of mine hoisting machines. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2024, № 5. 59-64. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-5/059>

5. K. S. Zabolotnyi, O. L. Zhupiiiev, V. V. Symonenko. Substantiating The Methods For Calculating The Split Cylindrical Drums Of Mine Hoisting Machines With Increased Rope Capacity. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2022, № 5. 60-67. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/060>

Монографія

1. Zabolotnyi, K. S., Symonenko, V. V., Panchenko, O. V., & Rutkovskiy, M. A. (2024). Justification of the calculation method for cylindrical drums of mine hoisting machines (Monograph). Ministry of Education and Science of Ukraine, National Technical University "Dnipro Polytechnic". <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167512>

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 242 сторінок, з яких основний зміст викладений на 180 сторінках друкованого тексту і містить 67 рисунків, 13 таблиць, 56 формул, 89 використаних джерел та 10 додатків.

Характеристика особистості аспіранта СИМОНЕНКА В.В.

Освіта

2016-2019 – НТУ «Дніпровська політехніка», отримав кваліфікацію: ступінь вищої освіти бакалавр, спеціальність «Галузеве машинобудування», освітня програма «Гірничі машини та комплекси», диплом бакалавра: В19 № 212638.

2018-2019 – НТУ «Дніпровська політехніка», отримав кваліфікацію: ступінь вищої освіти магістр, спеціальність «Галузеве машинобудування», освітня програма «Гірничі машини та комплекси» Диплом магістра: М20 № 139030.

2021-т.ч. – НТУ «Дніпровська політехніка», аспірант кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні.

10.2021-06.2022 – обіймав посаду інженера-механіка на кафедрі інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка».

09.2023-06.2024 – обіймав посаду асистента на кафедрі інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка».

09.2024-т.ч. – обіймає посаду асистента на кафедрі інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка».

Загальний стаж науково-педагогічної та інженерної роботи в університеті становить 26 місяців.

У процесі роботи та навчання Симоненко В.В. неодноразово демонстрував високий рівень професійної підготовки, відповідальність, сумлінність і цілеспрямованість. Володіє глибокими знаннями в галузі машинобудування та суміжних цифрових технологій.

Додаткова освіта та професійні навички:

- SolidWorks: робота з твердотілим моделюванням, з листовим металом, поверхневим моделюванням, розробка технічної документації; розрахунки в SolidWorks Simulation і SolidWorks Motion.

- MS Office (Word, Excel, Power Point).
- Adobe Photoshop.
- Unity.

Отримав міжнародні іменні сертифікати:

- Certification: the certification for Mechanical Design at the level of Associate. CID: C-GAMPHZE8N2.

- Certification: the certification for Mechanical Design at the level of Professional. CID: C-5UTCKLES7Y.

- Сертифікат про проходження онлайн-курсу «Digital learning» у рамках міжнародного проекту «Establishment of German-Ukrainian University Network for Securing Successful Education in Time of War and Crisis» (жовтень–грудень 2022 р.);
- Сертифікати Goldsmiths, University of London:
 - «Introduction to Virtual Reality» (березень 2023 р.),
 - «3D Models for Virtual Reality» (квітень 2023 р.),
 - «3D Interaction Design in Virtual Reality» (травень 2023 р.).

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертація виконана фаховою українською мовою, текстове подання матеріалу відповідає стилю науково-дослідної літератури. Дисертаційна робота виконана самостійно з дотриманням принципів академічної доброчесності та у встановлений термін, відповідає всім необхідним вимогам МОН.

Відповідно до **п.15** Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, *пропонується такий склад разової ради:*

Голова ради: Таран І.О., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління на транспорті Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Рецензенти:

1. Сдвижкова О.О., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної математики Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».
2. Колосов Д.Л., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри механічної та біомедичної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Офіційні опоненти:

1. Фідровська Н.М., доктор технічних наук, професор кафедри будівельних та дорожніх машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків.
2. Ільїн С.Р., кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу механіки гірничих порід, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, м. Дніпро.

У результаті попередньої експертизи дисертації СИМОНЕНКА В.В. повноти публікації основних результатів дослідження

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації СИМОНЕНКА В.В. на тему «Розробка комплексної методології моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

2. Констатувати, що за актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація СИМОНЕНКА В.В. відповідає спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» **Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)**, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261, пп. 6, 7, 8 **Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії**, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

3. Рекомендувати дисертацію СИМОНЕНКА В.В. на тему «Розробка комплексної методології моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підймальних машин» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вчентій раді 133 «Галузеве машинобудування».

4. Рекомендувати Вчентій раді Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» затвердити склад разової спеціалізованої вченої ради:

Голова ради: Таран І.О., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління на транспорті Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Рецензенти:

2. Сдвижкова О.О., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної математики Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

3. Колосов Д.Л., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри механічної та біомедичної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Офіційні опоненти:

1. Фідровська Н.М., доктор технічних наук, професор кафедри будівельних та дорожніх машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків.

2. Шевченко Г.О., Доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу механіки машин і процесів переробки мінеральної сировини, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, м. Дніпро.

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації СИМОНЕНКА В.В. на тему «Розробка комплексної методології моделювання розрізних канатомістких барабанів шахтових підіймальних машин» на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді 133 «Галузеве машинобудування».

«За» – 19

«Проти» – 0

«Утримались» – 0

Головуючий на засіданні, декан
механіко-машинобудівного
факультету, кандидат технічних
наук, доцент



Кирило Зіборов

Секретар засідання, доцент
кафедри ІДМБ, кандидат
технічних наук, доцент



Олександр Анциферов