

Рішення спеціалізованої вченої ради про присудження
ступеня доктора філософії

Спеціалізована вчена рада разового захисту ДФ 27.131 Київського національного університету будівництва і архітектури, Міністерства освіти і науки України, м. Київ, прийняла рішення про присудження Максим'юку Олександровичу ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» на підставі прилюдного захисту дисертації «Чисельне дослідження формозмінення просторових тіл напіваналітичним методом скінчених елементів» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» 05 вересня 2024 року.

Максим'юк Олександр Всеволодович, 1986 року народження, громадянин України, освіта повна вища. У 2007 р. в Національному аграрному університеті отримав ступінь вищої освіти бакалавр з відзнакою за напрямком підготовки «Механізація та електрифікація сільського господарства». У 2008 р. отримав ступінь вищої освіти магістр з відзнакою за спеціальністю «Механізація сільського господарства». У 2019 р. отримав ступінь вищої освіти бакалавр за напрямком підготовки «Будівництво» у Київському національному університеті будівництва та архітектури. У 2020 р. отримав ступінь вищої освіти магістр за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма «Промислове і цивільне будівництво».

З жовтня 2020 року навчався в аспірантурі на кафедрі будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури (денна форма навчання).

Дисертацію виконано у Київському національному університеті будівництва та архітектури, МОН України, м. Київ.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент Козак Андрій Анатолійович, доцент кафедри будівельної механіки, Київського національного університету будівництва і архітектури.

Основні положення, результати і висновки дослідження викладені здобувачем в 11 наукових публікаціях, у тому числі: одна монографія; 4 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 6 – у наукових фахових виданнях України категорії «А», які цитуються у реферативній базі «*Web of*

Science»; 4 тези наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій.

1. Bazhenov V.A., Maksimyuk Yu.V., Horbach M.V., Martyniuk I.Yu., Maksimyuk O.V. Convergence of the finite element method and the semi-analytical finite element method for prismatic bodies with variable physical and geometric parameters. *Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-&-Technical collected articles* – Kyiv: KNUCA, 2021. – Issue 106. – P. 92-104. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2021.106.92-104>.

2. Vorona Y.V., Maksimyuk Yu.V., Martyniuk I.Yu., Maksimyuk O.V. Reliability of results obtained by semi-analytical finite element method for prismatic bodies with variable physical and geometric parameters. *Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-&-Technical collected articles* – Kyiv: KNUCA, 2021. – Issue 107. – P. 184-192. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2021.107.184-192>.

3. Maksimyuk Yu.V., Chuprina Yu.A., Kozak O.V., Martyniuk I.Yu., Maksimyuk O.V. Investigation of the influence of flange thickness on the nature of the development of zones of plasticity in casing detail. *Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-&-Technical collected articles* – Kyiv: KNUCA, 2022. – Issue. 108. – P. 97-106. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2022.108.97-106>.

4. Maksimyuk Yu.V., Kuzminets M.P., Martyniuk I.Yu., Maksimyuk O.V. Research of the stressed and deformed state of a metal strip in the broaching process. *Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-&-Technical collected articles* – Kyiv: KNUCA. – Issue 109. – P. 229-238. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2022.109.229-238>.

5. Maksimyuk Yu.V., Kozak O.V., Martyniuk I.Yu., Maksimyuk O.V. Numerical analysis of the stressed-deformed state of a tubular element under thermal loading. *Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-&-Technical collected articles* – Kyiv: KNUCA, 2023. – Issue 110. – P. 199-206 <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.110.199-206>.

6. Maksimyuk Yu.V., Andriievskyi V.P., Martyniuk I.Yu., Maksimyuk O.V. Analysis of structures with arbitrary kinematic boundary conditions by the semi-analytical finite element method. *Strength of Materials and Theory of*

Structures: Scientific-&Technical collected articles – Kyiv: KNUCA, 2023. – Issue 111. – P. 140-146. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.111.140-146>.

7. Максим'юк Ю., Козак А., Максим'юк О. Розв'язувальні співвідношення моментної схеми скінчених елементів в задачах термов'язкопружнопластичного деформування. Будівельні конструкції теорія і практика – 2019. – Вип. 4. – С. 10–20. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.4.2019.10-20>.

8. Гуляр О., Максим'юк Ю., Козак А., Максим'юк О. Універсальний призматичний скінчений елемент загального типу для фізично і геометрично нелінійних задач деформування призматичних. Будівельні конструкції теорія і практика – 2020. – Вип. 6. – С. 72–84. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.6.2020.72-84>.

9. Максим'юк Ю., Гончаренко М, Мартинюк І., Максим'юк О. Алгоритм розв'язання системи лінійних та нелінійних рівнянь напіваналітичним методом скінчених елементів для криволінійних неоднорідних призматичних тіл. Будівельні конструкції теорія і практика – 2020. – Вип. 7. – С. 101–108. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.7.2020.101-108>.

10. Максим'юк Ю., Козак А., Мартинюк І., Максим'юк О. Особливості виведення формул для обчислення вузлових реакцій і коефіцієнтів матриці жорсткості скінченого елемента з усередненими механічними і геометричними параметрами. Будівельні конструкції теорія і практика. – 2021. – Вип. 8. – С. 97–108. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.8.2021.97-108>.

11. Баженов В.А., Максим'юк Ю.В., Мартинюк І.Ю., Максим'юк О.В. Напіваналітичний метод скінчених елементів в просторових задачах деформування, руйнування та формозмінення тіл складної структури – Київ: Вид-во “Каравела”, 2021. – 280с. ISBN 978-966-8019-59-3.

Повнота викладення основних теоретичних положень дослідження відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради:

ВАБІЩЕВИЧ Максим Олегович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри будівельної механіки, Київського національного

університету будівництва і архітектури, надав наступні зауваження:

1. Існують поняття мір деформацій Фінгера і Коші. Новожилов з цього приводу опублікував роботу про залежність напружень і деформацій в енергетичному розумінні. Ці компоненти інваріантні?

2. В роботі використовується термін «добре узгодження» при порівнянні результатів розрахунків, отриманих за допомогою розробленого методу, та відомих з наукової літератури. Проте, коректніше було б вказати відсотки відхилень отриманих числових значень.

3. Не зрозуміло мету зменшення величини модуля пружності при розв'язанні нелінійних рівнянь.

4. Якщо говорити про цінність впровадження результатів дисертації на рівні створення самостійних програмних комплексів, то це досить дискусійне питання. З іншого боку, в представленій роботі суттєво розширено клас задач напіваналітичного метода скінченних елементів. Тому отримані чисельні алгоритми, я так вважаю, можуть зацікавити розробників таких визнаних професійних пакетів як ANSYS, SOLIDWORKS, ABAQUS та інші, які базуються на теорії МСЕ.

5. Питання по доповіді. Ви користуєтесь терміном Теорія спрочнення, наскільки він усталений в науковій літературі? Який фізичний зміст має цей термін і який з варіантів був використаний в роботі?

6. Моделювання фізичної нелінійності матеріалу у Вашій роботі передбачає використання крокового алгоритму по параметру. Яким чином Ви визначали достатню величину кроку для отримання точного рішення?

7. Чи існують обмеження використання запропонованого підходу і які вони?

ПІСКУНОВ Сергій Олегович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», надав наступні зауваження:

1. В розділі 4.3 недостатньо повно представлена методика розрахунку конструкцій з контактуючими елементами і урахуванням тертя. Вона підходить для конструкцій з незначним рівнем тертя, коли злипання відсутнє. Для випадків, коли присутнє злипання по частині поверхні і значення

коефіцієнта тертя суттєво збільшується, методика розрахунку значно складніша.

2. Не зрозуміло, чи можливо використання запропонованих алгоритмів для задач немонотонного і циклічного навантаження, зокрема – для задач малоциклової втоми.

3. При викладенні методики регуляризації матриць систем нелінійних рівнянь недостатньо чітко сформульовані границі зменшення величини модуля пружності.

4. Ваші дослідження опубліковані в двох збірниках КНУБА, що зменшує можливість широкого загалу фахівців ознайомитись з суттю отриманих результатів.

5. В роботі присутній список скорочень: ОК – обчислювальний комплекс; ПК – програмний комплекс; КПП – комплекс прикладних програм. Чим викликано використання такої кількості понять, і відповідно скорочень, і чим на Вашу думку вони відрізняються.

6. На одному із слайдів презентації є досить масивний об'єкт із підписом - оболонка. За класичним визначенням: оболонка – це тіло, розміри в плані у якого значно більші товщини. В даному випадку, судячи із габаритів, співвідношення десь 3 до 1. Тобто, назва «оболонка» є некоректною.

7. В постановці проблеми Ви вводите ефект повзучості і формулюєте відповідну задачу. Але в тестах і задачах я її не побачив. Навіщо вона в співвідношеннях?

БАРАБАШ Марія Сергіївна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів Національний авіаційний університет, надала наступні зауваження:

1. В роботі не зазначені обмеження на діапазон температур та матеріали, для яких може бути застосована розроблена методика.

2. У висновках недостатньо висвітлено розроблену методику розв'язку геометрично нелінійних задач.

3. Не зрозуміло за якими параметрами та характеристиками розроблені скінченні елементи відрізняються від раніше розроблених скінченних елементів і в чому полягає їх застосування саме при використанні напіваналітичного методу скінчених елементів.

4. Не зрозуміло чи проводився аналіз врахування товщин конструкцій при розрахунках на розподілені навантаження по всій площині. Для дослідження роботи загального просторового елемента це дуже характерний приклад.

5. На ряді рисунків відсутні позначення осей, що ускладнює їх розуміння.

6. Доцільно було б виконати верифікацію розроблених підходів та алгоритмів з загально-відомими програмними комплексами.

7. Який фізичний сенс Ви розумієте під терміном геометрична нелінійність?

8. Для яких саме конструкцій Ви вводите терміни масивні тіла і тонкостінні тіла. За якою методикою Ви виконуєте розв'язок?

9. Ви використовуєте і кроковий і ітераційний метод. Який з цих методів дає більш точний результат?

10. Чи враховували Ви критичні температури при розрахунку об'єктів?

КОСТИНА Олена Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури, надала наступні зауваження:

1. Збіжність розроблених методів в основному визначалась шляхом порівняння отриманих результатів з іншими методами або з аналітичними рішеннями. Це не може гарантувати стовідсоткової впевненості в правильності отриманих результатів.

2. Можна зробити зауваження щодо виявлених у тексті дисертації деяких дрібних термінологічних хиб, опісок; складності читання надто дрібного шрифту на рисунках; незначного відступлення від системи одиниць вимірювання СІ.

3. З тексту дисертації не зрозуміло, які з результатів, що були прийняті за еталонні при розв'язанні тестових задач, є експериментальними, а які – чисельними даними.

4. В дисертації отримані вагомні результати у напрямку розширення можливостей засобів скінченно-елементного аналізу. У той же час в дисертаційній роботі не наводяться результати порівнянь (кількісні та якісні)

чи інші дані про переваги (їх перелік) розробленого в дисертації «нашого національного» програмного продукту над відомими існуючими пакетами МСЕ, що могло б мати комерційний інтерес.

5. Останні дослідження міцності матеріалів показують, що міцність суттєво залежить від виду напруженого-стану. Наприклад роботи Здобалева-Треніна. Ви якимось чином це враховуєте.

6. Для об'єктів, що розраховувались надані не всі вихідні дані; не наведені відомості про розроблене програмне забезпечення (у якому програмному середовищі реалізовані програми, наявність вбудованих функцій для автоматичного розбиття об'єкту на СЕ, для візуалізації представлення результатів розрахунку та ін.).

СОЛОДЕЙ Іван Іванович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри будівельної механіки, Київського національного університету будівництва і архітектури, надав наступні зауваження:

1. Питання з приводу моделювання геометричної нелінійності. Ви вводите проміжну відрахункову конфігурацію і кажете, що вона мало чим відрізняється від актуальної? Це Ви самі обрали такий алгоритм, чи посилаєтесь на вже відомі дослідження.

2. Ви декларуєте вирішення задач для призматичних тіл із вирізами, що порушують суцільність матеріалу. Тобто параметри матеріалу різко змінюються на межі вирізу. Тоді виникає питання про апроксимацію розривних функцій 1го роду за допомогою неперервних рядів Фур'є. Як відомо, тут виникають деякі математичні проблеми. Яким чином ви їх вирішуєте.

3. Ви говорите про високий рівень автоматизації розробленого підходу. Скажіть будь-ласка в чому він полягає?

4. Ви пишете, що розробили комплекс програм. Це виключно Ваша розробка?

Загальна оцінка роботи і висновок. Дисертаційне дослідження Максим'юка Олександра Всеволодовича на тему «Чисельне дослідження формозмінення просторових тіл напіваналітичним методом скінчених елементів» є завершеною, самостійною та ґрунтовною науковою працею.

Отримані результати можуть бути використані в наукових і проектно-конструкторських установах.

При написанні дисертації автором дотримано принципів академічної доброчесності. Висунуті теоретичні положення, надані рекомендації, отримані висновки та результати впровадження мають наукове і практичне значення, характеризуються науковою обґрунтованістю та новизною.

За науковим рівнем, практичною цінністю, змістом і оформленням, кількістю та якістю наукових публікацій, апробацій на наукових конференціях дисертаційна робота «Чисельне дослідження формозмінення просторових тіл напіваналітичним методом скінчених елементів» повністю відповідає вимогам 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 №44 від 12 січня 2022 року, а її автор, Максим'юк Олександр Всеволодович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Результати відкритого голосування : «ЗА» - п'ять членів ради,
«ПРОТИ» - немає, «УТРИМАЛИСЬ» - немає.

На підставі результатів відкритого голосування, спеціалізована вчена рада ДФ 27.131 Київського національного університету будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України, м. Київ, присуджує Максим'юку Олександрю Всеволодовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Голова спеціалізованої вченої
ради разового захисту ДФ 27.131
доктор технічних наук, професор



Іван СОЛОДЕЙ

Власний підпис І.І. Солодея
засвідчую.

Проректор з наукової роботи
та інноваційного розвитку

Олександр КОВАЛЬЧУК