

Рішення

Разової спеціалізованої вченої ради ДФ 26.207.03.3

про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Коробко Павло Олександрович, 1996 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2020 році Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут ім. Ігоря Сікорського» за спеціальністю Прикладна механіка. Є аспірантом Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, м. Київ. Виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Порошкова металургія та композиційні матеріали» у цьому ж Інституті.

Разова спеціалізована вчена рада ДФ 26.207.03.3 утворена Наказом по Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України від «03» липня 2024 р. №142 у складі:

Голови – Олександра ВДОВИЧЕНКА, д.т.н., с.н.с., завідувача лабораторії акустичних методів дослідження матеріалів Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, м. Київ.

Рецензентів – Анатолія ЛАПТЄВА, д.т.н., с.н.с., провідного наукового співробітника відділу термомеханічної обробки матеріалів того ж Інституту.

Олександра ТОЛОЧИНА, к.т.н., с.н.с., провідного наукового співробітника відділу термомеханічної обробки матеріалів того ж Інституту.

Опонентів – Володимира КУЩА, д.ф.-м.н., професора, провідного наукового співробітника відділу комп'ютерного моделювання та механіки композиційних матеріалів Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля

Вячеслава ТІТОВА, д.т.н., професора кафедри Технологій виробництва літальних апаратів Національного технічного університету України «Київський Політехнічний Інститут ім. Ігоря Сікорського».

На засіданні «04» вересня 2024 року разова спеціалізована вчена рада ДФ 26.207.03.3 прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 13. Механічна інженерія за спеціальністю 132. Матеріалознавство Павлу КОРОБКУ на підставі публічного захисту дисертації «Вплив особливостей мезоструктури на ефективні властивості метаматеріалів типу інверсного опалу та інверсного бджолиного стільника».

Дисертацію виконано в Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, м. Київ. Науковий керівник Михайло ШТЕРН, член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, завідувач відділу реологічних та фізико-хімічних основ технології порошкових матеріалів ІПМ НАН України.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, що складається зі вступу, 4 основних розділів і відповідних їм переліків посилань, висновків, додатків, містить 42 ілюстрації та 19 таблиць. Повний обсяг роботи складає 165 сторінок. Перелік посилань містить 112 джерел.

Здобувач має 5 наукових публікацій за темою дисертації з них 4 статті у фахових виданнях та 1 тези у збірнику конференції.

Список публікацій здобувача за темою дисертації:

1. Кузьмов А.В., Штерн М.Б., Коробко П.О. Моделювання впливу площинних дефектів на пластичність порошкових матеріалів обчислювальними методами мікромеханіки. *Успіхи матеріалознавства*. – 2021. – №3. – С. 77-85. doi.org/10.15407/materials2021.03.077
2. Коробко П.О., Кузьмов А.В., Штерн М. Б., Кіркова О. Г. Ефективна пластична поведінка пористих матеріалів зі структурою інверсного опалу. *Успіхи Матеріалознавства*. – 2023. – №6. – С. 32-40. doi.org/10.15407/materials2023.06.032
3. Коробко П.О., Кузьмов А.В. Ефективні пружні властивості пористих матеріалів зі структурою інверсного опалу. *Наукові Нотатки*. – 2024. – №77. – С. 46-50. doi.org/10.36910/775.24153966.2024.77.7
4. Korobko P.O., Kuzmov A.V. Effective Plastic Properties of Porous Materials with an Inverse Opal Structure. *Powder Metall Met Ceram*. – 2024. – Vol. 62. – Issue 9–10. doi.org/10.1007/s11106-024-00418-4

Відомості про апробацію результатів дисертації:

1. Korobko P., Kuzmov A. Theoretical evaluation of mechanical properties of inverse opal structure. IXth International Samsonov Conference “Materials Science of Refractory Compounds”, May 27-30, 2024, Kyiv, Ukraine. P 32.

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

Результати та елементи дисертаційного дослідження були використані в межах наукових програм Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України: III-22-17(Ц) «Оптимізація процесів отримання мікронеоднорідних матеріалів з тривалим терміном експлуатації шляхом деформування та консолідації дисперсних систем із одночасним контролем зародження та еволюції дефектів із метою запобігання їх розвитку», замовник: Національна академія наук України; термін виконання: 01.2017 р. – 12.2021 р.; науковий керівник: д.т.н., чл.-кор. НАНУ Штерн М.Б. та III-3-20 «Фундаментальні особливості поведінки гранульованих матеріалів в технологіях 3d прінтингу та консолідації високодисперсних порошоків в умовах іскроплазмового спікання та традиційного ізотермічного спікання»; замовник: Національна академія наук України; термін виконання: 01.2020 р. – 12.2022 р.; науковий керівник: д.т.н., чл.-кор. НАНУ Штерн М. Б.

У дискусії взяли участь голова, рецензенти і офіційні опоненти та висловили зауваження:

Д.т.н., с.н.с. Анатолій ЛАПТЄВ:

1. В першому розділі в параграфі «1.1. Фізичні моделі деформування» приводяться формули для визначення величини деформації матеріалу в залежності від різних параметрів, які пов'язані з кристалічною ґраткою, коефіцієнтами дифузії та іншими характеристиками тонкої структури. Але в цих формулах деякі символи, наприклад, μ , V , σ_i , C не визначені. Крім того, декілька формул не відзначені номерами.
2. Не зовсім зрозумілим є вираз на с. 27 «...Відомо, що в теоріях пластичності компактних матеріалів об'ємна деформація може відбуватися тільки завдяки пружному ефекту, а зміна форми відбувається тільки завдяки дії компонент девіатора напружень.» А що, при зміні форми не має пружного ефекту? Тобто в одному випадку мова йде про вид деформації, а в другому – про вид напружень. Більш точно можна було б сказати, що об'ємна деформація в компактних матеріалах відбувається за рахунок гідростатичного тиску, проявом якого є тільки пружна деформація.
3. При розгляді у другому розділі питань, пов'язаних з лінійною пружністю композиту і встановленні співвідношень між напруженням і відносною деформацією використовують в якості коефіцієнта пропорційності термін «жорсткість», а не термін «модуль пружності». (стор. 51). Як правило параметр «жорсткість» використовують при співвідношенні абсолютних значень сили і деформації, і розмірність жорсткості визначається як Н/мм.
4. Не зовсім логічною є необхідність розглядати у другому розділі особливості деформації матеріалів при високих температурах.
5. На стор. 92 автор стверджує, що границя (точніше форма) об'єму елементарної комірки інверсного опалу є паралелепіпед, хоча в дійсності це форма куба.
6. Описка у формулі (3.10) на стор. 96. Мова йде про коефіцієнт Пуасона, а у другій та третій строках формули записані символи модуля Юнга.
7. Важливо було б порівняти встановлені залежності модуля Юнга і коефіцієнта Пуасона від пористості для інверсного опалу з відомими залежностями цих параметрів від пористості для звичайних пористих матеріалів.
8. Чому така велика границя текучості для нікелю, 1980 МПа, стор. 101, в той час коли звичайний холоднооброблений нікель має границю текучості 247 МПа.
9. Чи можна пояснити причину того, що асоційований закон не працює при середніх значеннях пористості в моделі інверсного опалу?
10. Для підтвердження теоретичних результатів роботи велике значення має експеримент по випробуванню та визначенню деформації в результаті навантаження реальних металевих зразків зі структурою інверсного опалу та інверсного бджолиного стільника. Тому є

побажання автору знайти можливість провести такий експеримент в майбутньому.

К.т.н., с.н.с Олександр ТОЛОЧИН:

1. Стор. 34: Використання терміну «аналітична функція» не є вдалим. Схоже, що автор мав на увазі запис рівняння поверхні або контуру навантаження за допомогою функцій, заданих аналітично (елементарних функцій).
2. Стор. 41: Було б бажано навести хоча б деякі з виразів для функцій та , або послатися на роботу, де формулюються загальні обмеження, щодо вигляду цих параметрів.
3. Підрозділ 2.4: Опис технології отримання метаматеріалів на основі інверсних опалів виграв би і був би більш зрозумілим для потенційного використання за наявності додаткових ілюстрацій, де була б відображена послідовність дій.
4. Оскільки у розділі 3 мова йде про високопористі матеріали не зайвим би був хоча б стислий огляд ефективних властивостей таких матеріалів, поданий у формі короткого літературного огляду. Саме з цього огляду і могло б впливати, що не тільки, а може й не стільки пористість впливає на міцність і стійкість таких матеріалів, але ще й товщина проміжку між порами, його форма і здатність опиратися згину.
5. Стор.118. Під час вибору моделі високопористого матеріалу дисертант зупинив свій вибір на моделі Дешпанде – Флека. В той же час слід зазначити, що така модель може бути віднесена до найпростіших «еліпсоїдальних» моделей. На жаль поза увагою дисертанта залишились моделі з несиметричною поверхнею навантаження (Cam – Clay model) і також найбільш розповсюджена у комерційних пакетах модель Герсона.

Д.ф-м.н., професор Володимир КУЩ:

1. Назва роботи не відображає специфіки розглянутого класу матеріалів, а саме наявності стрижнево-шарнірного каркасу та його зв'язку із ауксетиками. Також замість "*особливостей мезоструктури*" краще говорити про "*параметри мезоструктури*", а також конкретизувати, що предметом дослідження є ефективні *пружно-пластичні* властивості.
2. Наведене на стор. 49 визначення середнього по представницькій комірці значення поля шляхом об'ємного усереднення не є коректним для пористих і тріщинуватих середовищ, а також композитних матеріалів з недосконалим контактом фаз. Універсальний підхід до проблеми гомогенізації структурно-нероднорідних матеріалів використовує

визначення макроскопічних параметрів усередненням відповідних локальних полів по поверхні представницького об'єму.

3. На стор. 94 вказано, що "отримані значення об'ємного модуля K і модуля зсуву G повністю описують ізотропну пружну поведінку структури інверсного опалу під навантаженням". Насправді ж розглянута в підрозділі 3.1 структура має кубічну симетрію і тому є макроскопічно анізотропною з трьома незалежними ефективними пружними модулями C_{1111} , C_{1122} і C_{1212} . Формула (3.4), а також інші наведені в даному та наступних підрозділах результати мають бути модифіковані з урахуванням кубічної анізотропії.
4. Вирази для пружних модулів пористого тіла (в т.ч формулу (4.7)) отримано В. В. Скороходом з моделі типу Ешелбі, тобто простору з однією ізольованою порою. Застосовність таких формул обмежена матеріалами з малою ($p \ll 1$) пористістю, тому вказаний автором на стор. 142 "факт, що для значень пористості, які перевищують $2/3$, коефіцієнт Пуассона є від'ємним" не має наукового підґрунтя.
5. Поза увагою автора залишився ряд фундаментальних теоретичних робіт, присвячених структурно-неоднорідним матеріалам з від'ємним коефіцієнтом Пуассона, зокрема публікації Г. В. Мілтона і його колег.
6. Текст дисертації переобтяжений формулами, було би доцільно проміжні обчислення винести в додаток. Наявні окремі невдалі вирази, наприклад "низько пористий матеріал", "пориста пластичність", "низьке напруження", "місцеве поле напружень" та деякі інші. Також є незначні відхилення від вимог до оформлення переліку посилань.

Д.т.н., професор Вячеслав ТІТОВ:

1. Під час побудови нової моделі пластичної поведінки матеріалів зазвичай не обмежуються визначенням поверхні навантаження та перевіркою асоційованого закону пластичної течії. Необхідно також вказати умови досягнення граничного стану. Зокрема, більшість фахівців віддають перевагу критерію Огороднікова – Деля. На жаль, у роботі відсутні навіть згадування про даний критерій пластичного руйнування.
2. Хоча у роботі розглядаються матеріали, мезоструктура яких неоднорідна, використання терміну композиційні матеріали у даному випадку недоречно. Краще було б використовувати термін мікронеоднорідні матеріали.
3. Підрозділ 2.2.1 містить занадто велику кількість формул, а також явно зайві жонгливання індексами, що навряд чи сприяє покращенню сприйняття викладеного у цій частині матеріалу.
4. Підрозділ 2.2.3 містить дані, які не використовуються в дисертації

5. У підрозділі 3.2.3 розглянуто цікавий випадок, коли за осьової деформації під час її великих значень можливо закриття пори. Тобто, спостерігається перехід від відкритої пористі до закритої. На жаль обговорення цього моменту, який дуже важливий для порошкового матеріалознавства є вельми важливим, відсутнє.

Результати відкритого голосування:

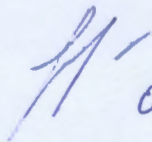
«За» 5 членів ради,
«Проти» 0 членів ради

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Павлу КОРОБКУ ступінь доктора філософії з галузі знань 13. Механічна інженерія за спеціальністю 132. Матеріалознавство.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради,

д.т.н., с.н.с.


04.09.24

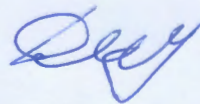
Олександр ВДОВИЧЕНКО

Підпис Голови разової спеціалізованої вченої ради, д.т.н., с.н.с., Олександра ВДОВИЧЕНКА засвідчую:

Учений Секретар Інституту проблем матеріалознавства
ім. І.М. Францевича НАН України,

к.ф-м.н.





Денис МИРОНЮК