

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПІДСУМОВУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Наведено стислий огляд результатів, опублікованих автором у працях, що увійшли в звіт по науці за 2018 р. Акцентовано на власній оцінці отриманих результатів, їх зв'язок з попередніми працями автора, без зазначення особистого внеску кожного із співавторів.

Ключові слова: теорія підсумовування пошкоджень, швидкість деформацій, надпластичність, граничні пластичні деформації, схема напруженого стану, відстань від точки до кривої, нелінійне програмування, Maple.

Abstract

A brief review of the results published by the author in the report for 2018 is given. The author focuses on his own assessment of the results obtained, their connection with the previous academic papers of the author.

Keywords: theory of damage summation, strain rate, superplasticity, plastic strain to fracture, stressed state mode, distance from the origin to the curve, non-linear programming, Maple.

Основна частина

На наш погляд, найбільш вагомий результат опублікованих за звітний період праць, пов'язаний з визначенням закону зміни швидкості деформації, що призводить до переходу матеріалу в стан надпластичності. Основна ідея, що надала можливість отримати вказаний результат полягала в постановці дослідження визначальних співвідношень теорії підсумовування пошкоджень на основі застосування теорії інтегральних рівнянь. На сьогодні не існує способів безпосереднього експериментального визначення рівня накопичених пошкоджень у матеріальній частинці, що фігурує у визначальних співвідношеннях теорії підсумовування пошкоджень. Напевне цей факт є головною причиною відсутності до недавнього часу досліджень, що засновані на припущенні про відомий закон накопичених пошкоджень у матеріальній частинці впродовж пластичного деформування. Витоки зазначеної ідеї знаходяться в праці [1]. Саме під час дослідження взаємозв'язку теорії підсумовування пошкоджень із класичною задачею про таутохрону вперше було винайдено закон зміни швидкості деформацій, що призводить, згідно теорії підсумовування пошкоджень спадкового типу, до переходу матеріалу в стан надпластичності. Більш цілеспрямоване дослідження визначального співвідношення теорії підсумовування пошкоджень на основі застосування теорії інтегральних рівнянь надало можливість узагальнити результати відносно надпластичності, що отримані в [1], а також отримати нові, за певними ознаками, більш цікаві закони зміни швидкості деформації, що пов'язані з досягненням стану надпластичності матеріалу [2]. Нам невідомі інші праці, в яких були б сформульовані або розв'язані інші подібні задачі. Мова йдеться про задачу визначення, на основі теорії підсумовування пошкоджень, закону зміни швидкості деформацій, за якого матеріал виявляє властивості надпластичності. Звичайно, головним є не сама ідея застосування теорії інтегральних рівнянь у дослідженні визначального співвідношення теорії підсумовування пошкоджень, а те наскільки плідним виявився такий підхід. Особливого значення отримані результати набувають з огляду на універсальність досліджуваної моделі підсумовування пошкоджень, що запропонована автором в [3]. Універсальність моделі полягає в широкому колі процесів, що можуть бути описані в рамках вказаної моделі. Зокрема, нами було показано ефективність застосування розробленої теорії в дослідженні оптимальних законів розподілення сил спортсмена, що долає певну дистанцію [4, 5]. Виявлено, що вказаний підхід відображає низку доволі нетривіальних закономірностей, що спостерігаються на практиці. В результаті винайдено глибинні зв'язки, що проявляються на феноменологічному рівні під час перебігу, на перший погляд, абсолютно різних процесів. У праці [6]

наведено ґрунтовні зіставлення результатів моделювання граничних деформацій при ізотермічному гарячому деформуванні на основі теорії підсумовування пошкоджень з експериментальними даними за різних режимів випробувань. Продемонстровано адекватність експериментальним даним не тільки скалярної, а й тензорної теорії підсумовування пошкоджень спадкового типу. Втім, слід визнати, що для обґрунтування або спростування великої кількості теоретично отриманих нами закономірностей, зокрема, описаних в цій праці, необхідно на порядок більше експериментальних досліджень, ніж тих, що вдалося знайти в літературних джерелах дотепер. На наш погляд, **результати, пов'язані з визначенням умов переходу матеріалу в стан надпластичності, можна віднести до найбільш вагомих, отриманих безпосередньо автором або за його участі** впродовж всього періоду його наукової діяльності.

У праці [7] розглядається наближений метод розв'язання задачі нелінійного програмування, що базується на представленні закону зміни швидкості деформацій у часі ламаною лінією замість неперервної функції. У цій праці здійснено узагальнення деяких результатів, що отримано в праці [8], в якій сформульовано та доведено декілька теорем. Вказана задача нелінійного програмування сформульована нами раніше на основі моделі [3].

Задача знаходження аналітичного розв'язку для граничної деформації стосовно траєкторій деформацій, що описуються неперервними функціями, вперше поставлена та розв'язана в працях [9, 10]. Підґрунтям для успішного розв'язання вказаної задачі стали напрацювання, що викладено у працях [11, 12]. Очевидно, що вказані результати є новими, обґрунтовано їх наукову та практичну цінність. Проте, залишається відчуття, що в цьому напрямку «наукові постріли» в десятку ще не вцілили.

Особливого значення напрямок, що описаний в попередньому абзаці набуває з огляду на стрімке зростання актуальності досліджень, що пов'язані з визначенням залежності граничних пластичних деформацій від схеми напруженого стану. В [13, 14] при обґрунтуванні стрімкого зростання актуальності вказаних досліджень за кордоном використано опосередкований показник у вигляді динаміки цитувань деяких суперпопулярних праць, що присвячені відповідній тематиці. Звертається увага, що з огляду на закордонні публікації, праці наукових шкіл пострадянських країн, уяву про які дають джерела [6, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22], «залишаються непоміченими світовій науковій спільності. Більш того ґрунтовний аналіз низки сучасних праць» [23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30] показує, що наукова спільнота й до сьогодні недостатньо уваги приділяє висвітленню місця і значення вказаних праць наукових шкіл пострадянських країн у світовій літературі відповідного напрямку. В [13, 14] запропоновано методику порівняння різних моделей підсумовування пошкоджень, число яких на сьогодні нараховується десятками і продовжує збільшуватися. Відповідно до цієї методики здійснено аналіз деяких найбільш простих і популярних моделей. Праці [13, 14] є продовженням напрямку дослідження, що започатковано у працях [6, 22, 31] і на наш погляд, на цьому шляху може бути отримана величезна кількість надзвичайно цікавих результатів, що пов'язані з пошуком універсальних зв'язків між властивостями матеріалів за різних умов деформування.

У праці [32] отримано нові цікаві результати застосування тензорної моделі підсумовування пошкоджень для оцінки деформованості матеріалу заготовок при вальцюванні.

Праці [33, 34] з точки зору теорії підсумовування пошкоджень носять пошуковий характер. Питання про плідність застосування отриманих в цих працях результатів під час розв'язання задач вказаної теорії на цей час залишається відкритим. В той же час отримані результати мають окрему цінність в науково-методичному плані і є необхідним компонентом успішного впровадження ІКТ, зокрема, Maple-технологій у навчанні вищої математики студентів ЗВО.

На наш погляд, оригінальні ідеї стосовно сучасних підходів до оцінки якості навчально-методичних матеріалів та одного із напрямків покращення профорієнтаційної роботи висловлені в [32]. Результати дослідження порушених питань планується опублікувати в більш розширеному вигляді.

У праці [36] зроблено спробу виокремити в суперечностях, що виникають під час використання систем комп'ютерної математики у навчанні вищої математики студентів ЗВО, такі, що потребують філософського дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Краєвський В.О. Взаємозв'язок теорії підсумовування пошкоджень із задачею про таутохрону / В. О. Краєвський, В. М. Михалевич // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2016. — № 5. — С. 152–158.
2. Volodymyr O. Kraievskiy, Volodymyr O. Kraievskiy, Volodymyr M. Mykhalevych, Volodymyr M. Mykhalevych, Daniel Sawicki, Daniel Sawicki, Olga Ostapenko, Olga Ostapenko, "Modeling of the materials superplasticity based on damage summation theory", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 108084S (1 October 2018); doi: 10.1117/12.2501489; <https://doi.org/10.1117/12.2501489>.
3. Mikhalevich V. M. The model of ultimate strains during hot deformation / V. M. Mikhalevich // Izvestia Akademii nauk SSSR. Metallurgy (5) . - 1991, pp. 89-95.
4. Михалевич В.М. Моделирование израсходования ресурса спортсмена на дистанции / В. М. Михалевич, В. А.Краевский, К. Ф. Козлова // Збір. наук. праць «Фізична культура, спорт та здоров'я нації». – Вінниця, 2009. – Випуск 8, Том 2. – С. 103-109. ISSN 2071-5285.
5. Михалевич В.М. Определение оптимальной схемы изменения скорости бега спортсмена на длинной дистанции / В. М. Михалевич, В. А.Краевский, К. Ф. Козлова // Збір. наук. праць «Фізична культура, спорт та здоров'я нації». – Вінниця, 2011. – Випуск 12, Том 2. – С. 155-162. ISSN 2071-5285.
6. Михалевич В. М. Тензорні моделі накопичення пошкоджень / В. М. Михалевич / Вінниця: "УНІВЕРСУМ-Вінниця", 1998 - 195 с.
7. Volodymyr O. Kraievskiy, Volodymyr O. Kraievskiy, Volodymyr M. Mykhalevych, Volodymyr M. Mykhalevych, Yuri V. Dobranyuk, Yuri V. Dobranyuk, Daniel Sawicki, Daniel Sawicki, Kanat Mussabekov, Kanat Mussabekov, "Selection of optimal path of strain rate change in the process of multistage hot deformation under the condition of the equal duration of stages", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 108084T (1 October 2018); doi: 10.1117/12.2501490; <https://doi.org/10.1117/12.2501490>
8. Краєвський В.О. Оптимізація швидкісного режиму багатоступеневого гарячого деформування при однаковій тривалості ступенів/ В.О. Краєвський, В. М. Михалевич // Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки. - 2015. - № 1-2. - С. 46-52.
9. Тітов А. В. Аналітичне розв'язання основної задачі теорії деформівності / А. В. Тітов, В. М. Михалевич // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА – 2017 – №2(45) – С. 3–10. (Фахове видання) ISSN 2076-2151.
10. Andrii V. Titov, Andrii V. Titov, Volodymyr M. Mykhalevych, Volodymyr M. Mykhalevych, Peter Popiel, Peter Popiel, Kanat Mussabekov, Kanat Mussabekov, "Statement and solution of new problems of deformability theory", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 108085E (1 October 2018); doi: 10.1117/12.2501635; <https://doi.org/10.1117/12.2501635>
11. Mikhalevich V. M. Modeling of plastic deformation in a cylindrical specimen under edge compression / V. M. Mikhalevich, A. A. Lebedev and Yu. V. Dobranyuk // Strength of Materials. - Volume 43, Number 6 (2011), P. 591-603, doi: 10.1007/s11223-011-9332-7.
12. Михалевич В. М. Моделювання напружено-деформованого та граничного станів поверхні циліндричних зразків при торцевому стисненні: монографія / В. М.Михалевич, Ю. В. Добранюк. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 180 с. ISBN 978-966-641-532-8
13. Михалевич В. М. Математичні моделі граничних деформацій в залежності від виду напруженого стану / В. М. Михалевич // Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції «Теоретичні та практичні проблеми в обробці матеріалів тиском і якості фахової освіти» (29.05-02.06.2018р.) / Київ – Херсон, 2018. – 98-101.
14. Михалевич В. М. Порівняльне дослідження моделей граничних пластичних деформацій / В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк, О. В. Краєвський // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця: ВНТУ – 2018. – № 2(8). – С. 56-64.
15. Ильюшин А. А. Об одной теории длительной прочности / А. А. Ильюшин // Механика твердого тела. -- 1967. -- №13. - С. 21--25.
16. Колмогоров В. Л. Пластичность и разрушение / В. Л. Колмогоров и др. - М. : Металлургия, 1977. - 336 с.
17. Дель Г. Д. Технологическая механика / Г. Д. Дель. - М. : Машиностроение, 1978. - 174 с.

18. Дель Г. Д. Пластичность деформированного металла. / Г. Д. Дель // В сб.: Физика и техника высоких давлений. - 1983. - №11. - С. 28-32.
19. Огородников В. А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В. А. Огородников. - К. : Выща шк., 1983. - 200 с.
20. Матвийчук В. А. Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов: Монография / В. А. Матвийчук, И. С. Алиев. - Краматорск: ДГМА, 2009. - 268 с.
21. Mikhalevich V. M. Variational problems for damage accumulation models heritable type [Text] / V. M. Mikhalevich, V. O. Kraevskiy // The nonlinear analysis and application 2009 : materials of the international scientific conference, Kyiv, April 02-04th 2009. - Kyiv : NTUU "KPI", 2009. - P. 109-110.
22. Lebedev A. A. On the Choice of Stress Invariants in Solving Problems of Mechanics/ A. A. Lebedev, V. M. Mikhalevich // Strength of Materials N 35 (3) , Plenum Publishing Corporation (USA), May - June, 2003, 217-224.
23. Афонин А.Н. Моделирование разрушения металлов при пластической деформации в DEFORM и LS-DYNA / А.Н.Афонин // Известия ОрелГТУ. Машиностроение. Приборостроение.- 2012.- №1.- С. 52-62. – Режим доступа до роботи: <http://www.artech-eng.ru/images/stories/Stat/DEFORM/Orel1.pdf>.
24. Боткин А. В. Оценка поврежденности металла при холодной пластической деформации с использованием модели разрушения Кокрофта-Латама / А.В. Боткин, Р.З. Валиев [и др.] // Деформация и разрушение материалов. 2011. № 7. С. 17–22.
25. Боткин А. В. Оценка поврежденности металла при холодной пластической деформации с использованием модели разрушения Кокрофт-Лэтэм и программного комплекса DEFORM 3D / А. В. Боткин, Р. З. Валиев, П. С. Степин // Инновационные технологии в металлургии и машиностроении : материалы 6-й международной молодежной научно-практической конференции «Инновационные технологии в металлургии и машиностроении. Уральская научно-педагогическая школа имени профессора А. Ф. Головина», [г. Екатеринбург, 29 октября - 1 ноября 2012 г.]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2012. — С. 102-108.
26. Боткин А. В. Прогнозирование разрушения металла в процессе интенсивной пластической деформации длинномерной заготовки равноканальным угловым прессованием конформ / Боткин А.В., Валиев Р.З. [и др.] // Вестник УГАТУ. 2012. Т. 16. № 8 (53). С. 98–103.
27. Власов А.В., Герасимов Д.А. Реализация модели Гурсо – Твергарда – Нидельмана для расчетов процессов холодной объемной штамповки несжимаемых материалов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2017. №8(689). С. 8-17.
28. Власов А.В. О применении критерия Кокрофта-Лэтэма для прогнозирования разрушения при холодной объемной штамповке. // Известия ТулГУ. Технические науки – 2017 вып.11, ч.1 – С 46-59.
29. Казанцев А. В., Келлер И. Э., Петухов Д. С., Трофимов В. Н. Диаграмма предельных деформаций при горячей листовой штамповке металлов: обзор моделей материала, критериев вязкого разрушения и стандартных испытаний // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, 2017. Т. 21, № х. С. 1—х. doi: 10.14498/.
30. Матвеев М. А.. Оценка вероятности разрушения металла при горячей пластической деформации спомощью критерия Кокрофта— Латама // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2017. Т.23. № 2. С. 109–126.
31. Mikhalevich V. M. Tensor models of rupture strength. Report no. 1. Steade loading of initially isotropic and anisotropic bodies / V. M. Mikhalevich // Strength of Materials. - 1995, 27 (8) , pp. 482-492. <https://doi.org/10.1007/BF02209347>
32. Матвійчук В. А. Оцінка деформованості матеріалу заготовок при вальцюванні за схемами в два і більше переходів / В. А. Матвійчук, В. М. Михалевич, І. А. Бубновська // Матеріали Міжнародної науково- методичної Інтернет - конференції "Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності" (17-18.05.2018р.) / Вінниця, ВНТУ, 2018. - 5 с. ? Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmocv/index/pages/view/zbirn2018> Дата звернення: Лют. 2019
33. Михалевич В. М. Способи знаходження та властивості відстані від точки до кривої [Електронний ресурс] / В. М. Михалевич, В. О. Красвський, В. В. Василичен, В. В. Шевченко // Матеріали НТК ВНТУ ВНТУ, м. Вінниця. – 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2018/paper/view/4037/3306>. Дата звернення: Лют. 2019.

34. Михалевич В. М. Задача про відстань від точки до прямої та її зв'язок з теорією підсумовування пошкоджень / В. М. Михалевич, В. Вуйцик, В. О. Краєвський, В. В. Васиришен, В. В. Шевченко // Матеріали Міжнародної науково- методичної Інтернет - конференції «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності» (17-18.05.2018р.) / Вінниця, ВНТУ, 2018. – с. 251—260. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmovc/index/pages/view/zbirn2018> Дата звернення: Лют. 2019.

35. Михалевич В. М. Поєднання організації самостійної роботи учнів з проведенням профорієнтаційної роботи на основі використання ІКТ / В. М. Михалевич, Я. В. Крупський, Н. М. Кириленко // Матеріали Міжнародної науково- методичної Інтернет - конференції «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності» (17-18.05.2018р.) / Вінниця, ВНТУ, 2018. – 6 с. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmovc/index/pages/view/zbirn2018> Дата звернення: Лют. 2019.

36. Михалевич В. М. Концептуальні аспекти розробки ІКТ у навчанні вищої математики студентів технічних ЗВО/ В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Знання. Освіта. Освіченість" (28.09.2018 - 29.09.2018 р.) / Вінниця, ВНТУ, 2018. – 3 с. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/znanosv/znanosv2018/paper/viewFile/5985/4964> Дата звернення: Лют. 2019.

Володимир Маркусович Михалевич — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vmykhal@gmail.com

Mykhalevych Volodymyr M. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair for Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, vmykhal@gmail.com.