

Закономерности деформации и разрушения легких сплавов и метаматериалов на их основе при динамических нагрузках в широком диапазоне температур

Владимир Альбертович Скрипняк,
д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой механики деформируемого твердого тела
Национального Исследовательского Томского государственного университета (НИ ТГУ),
заведующий лабораторией «Свойств веществ в экстремальных состояниях» НИ ТГУ

Владимир Владимирович Скрипняк,
к.ф.-м.н., доцент кафедры механики деформируемого твердого тела ТГУ,
ст.н.с. лаборатории «Свойств веществ в экстремальных состояниях» НИ ТГУ

В докладе будут обсуждаться результаты оригинальных исследований деформации и разрушения образцов титановых, алюминиевых и магниевых сплавов с надрезами и с гладкой рабочей частью при растяжении со скоростями деформации от 0.1 до 1000 с⁻¹, при ударном продавливании пластин полусферическим пуансоном со скоростями от 0,0003 до 15 м/с, при трехосном изгибе призматических образцов с V образным надрезом (тест Шарпи) при скорости бояка от 0.1 до 10 м/с.

Полученные экспериментальные результаты были использованы при развитии физико-математической модели механического поведения сплавов с ГПУ и ГЦК кристаллическими решетками, учитывающей эволюцию микроструктуры на разных масштабных уровнях. Будут обсуждены результаты применения модели при численном моделировании динамических воздействий (импульсных и циклических) на образцы легких сплавов и метаматериалов.

Использование модели для описания и прогнозирования закономерностей деформации и накопления повреждений и разрушения сплавов позволило описать закономерности пластического течения и разрушения в широком диапазоне скоростей деформации и влияние параметра трехосности напряженного состояния на образование трещин.

С результатами можно ознакомиться в следующих публикациях:

<https://persona.tsu.ru/Publications/Index/1027>

1. Москвичев Е.Н., Скрипняк В.А., Каракулов В.В., Лычагин Д.В. Влияние микроструктурных изменений при циклическом рифлении прессованием на механическое поведение магниевого сплава Mg–Mn–Ce // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2019. № 58. С. 109–118. DOI: 10.17223/19988621/58/
2. Structure and mechanical properties of aluminum 1570 alloy after severe plastic deformation by groove pressing / Moskvichev E.N., Skripnyak V.A., Skripnyak V.V., Kozulin A.A. [et al] // Physical Mesomechanics. 2018. Vol. 21, № 6. P. 515–522. DOI: 10.1134/L1029959918060061
3. Skripnyak V.A., Skripnyak V.V., Skripnyak E.G., Skripnyak N.V. Modelling of the mechanical response of Zr–Nb and Ti–Nb alloys in a wide temperature range // International Journal of Mechanics and Materials in Design. 2020. Vol. 16, № 1. P. 215–224.
4. Skripnyak V.V., Skripnyak E.G., Skripnyak V.A. Fracture of titanium alloys at high strain rates and under stress triaxiality // Metals. 2020. Vol. 10, № 3. Art. num. 305. 24 p. URL: <https://www.mdpi.com/2075-4701/10/3/305>

5. Skripnyak V.A., Iokhim K., Skripnyak E., Skripnyak V.V. Modeling of titanium alloys plastic flow in linear friction welding // *Facta Universitatis. Series: Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 19, № 1. P. 91–104.
6. Skripnyak V.V., Skripnyak V.A. Localization of plastic deformation in Ti-6Al-4V Alloy // *Metals*. 2021. Vol. 11, № 11. Art. num. 1745. DOI: 10.3390/met11111745.
7. Skripnyak V.V., Chirkov M.O., Skripnyak V.A. Modeling the mechanical response of auxetic metamaterials to dynamic effects. // *PNRPU Mechanics Bulletin*, 2021, №. 2, pp. 144-152. DOI: 10.15593/perm.mech/2021.2.13
8. Скрипняк В.В., Иохим К.В., Скрипняк В.А. Локализация пластической деформации технически чистого титана в сложном напряженном состоянии при высокоскоростном растяжении // *Вестник Томского государственного университета. Математика и механика*. 2021. № 70. С. 89–102. DOI: 10.17223/19988621/70/8
9. Skripnyak V.V., Skripnyak V.A. Hexagonal close packed (hcp) alloys under dynamic impacts // *Journal of Applied Physics*. 2022. Vol. 131, is. 16. 19 p. DOI: 10.1063/5.0085338.
10. Skripnyak, V.V.; Skripnyak, V.A. Mechanical behavior of alpha titanium alloys at high strain rates, elevated temperature, and under stress triaxiality// *Metals*. 2022, 12. Art. num. 1300. DOI:10.3390/ met12081300
11. Skripnyak, V.V.; Iohim, K.V.; Skripnyak, V.A. Mechanical behavior of titanium alloys at moderate strain rates characterized by the punch test technique // *Materials*. 2023, 16, Art. num. 416. DOI: 10.3390/ ma16010416
12. Legostaeva E., Eroshenko A., Vavilov V., Skripnyak V.A., Luginin N., Chulkov A., Kozulin A., Skripnyak V.V., Schmidt J., Tolmachev A. , Uvarkin P., Sharkeev Yu. Influence of Severe Plastic Deformation by Extrusion on Microstructure, Deformation and Thermal Behavior under Tension of Magnesium Alloy Mg-2.9Y-1.3Nd // *Metals* 2023. Vol., 13, Art. num. 988. <https://doi.org/10.3390/ met13050988>
13. Skripnyak, V.V.; Iohim, K.V.; Skripnyak, V.A. Mechanical Behavior of Titanium Alloys at Moderate Strain Rates Characterized by the Punch Test Technique. *Materials* 2023, 16. Art. num. 416. <https://doi.org/10.3390/ma16010416>
14. Скрипняк В.А., Чирков М.О., Скрипняк В.В. Механическое поведение алюминиевого сплава 1520 при растяжении в диапазоне скоростей деформации от 10^{-1} до 10^3 c^{-1} // *Вестник Томского государственного университета. Математика и механика*. 2023. № 86. С. 120–135. DOI: 10.17223/19988621/86/9
15. Skripnyak, V.V., Skripnyak, V.A. Residual stresses in alpha titanium alloy sheet after punching at moderate strain rates. *Journal of Materials Engineering and Performance* (2024) 33, 3885-3898. <https://doi.org/10.1007/s11665-023-09055-1>
16. Skripnyak V.A., Chirkov M.O., Skripnyak V.V Specific damping capacity of layered structures with a layer of dissipative metamaterial under quasi static and dynamic impacts *Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics*, 2024, 17(1), P.1-6.
17. Skripnyak, V.V.; Skripnyak, V.A. Ductile Fracture of Titanium Alloys in the Dynamic Punch Test.// *Metals* 2024, 14, Art. num. 528. DOI: 10.3390/met14050528
18. Skripnyak V.A., Chirkov M.O., Skripnyak E.G., Skripnyak V.V. Mechanical response of layered structures with internal layers from metamaterials exposed to dynamic loadings // *FACTA UNIVERSITATIS Series: Mechanical Engineering*. DOI: 10.22190/FUME231018001S (2024). ISSN 2335-0164.
Available at: <https://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUMechEng/article/view/12159>.

19. Скрипняк В.В., Скрипняк В.А. Механическое поведение титановых сплавов при динамическом продавливании // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2024. № 89. С. 147–161. DOI: 10.17223/19988621/89/11.
20. Skripnyak, V.V. Mechanical behavior of CP-Ti at high strain rates and under stress triaxiality (2022) Engineering Fracture Mechanics 274/ Art. num. 108810. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2022.108810>.