

# МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛЕЗНЫХ МЕТЕОРИТОВ В КОНТЕКСТЕ АСТЕРОИДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Р. Ф. Муфтахетдинова<sup>1</sup>, С. В. Разоренов<sup>2</sup>, И. В. Хомская<sup>3</sup>, В. И. Гроховский<sup>1</sup>, В. А. Хотинов<sup>1</sup>,  
Г. А. Яковлев<sup>1, 4</sup>, Е. В. Брусницына<sup>1</sup>, А. С. Савиных<sup>2</sup>, Г. В. Гаркушин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии РАН,  
Черноголовка, Россия

<sup>3</sup>Институт физики металлов имени М. Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>4</sup>Институт геологии и геохимии им. академика А. Н. Заварицкого Уральского отделения РАН,  
Екатеринбург, Россия

Исследование структуры и свойств веществ внеземного происхождения, таких как метеориты, становится все более актуальным в свете осознания кометно-астероидной угрозы для Земли и поисков путей ее предотвращения. Безусловно, характер разрушения при столкновениях в космосе и при входе метеоритов в земную атмосферу в значительной степени зависит от их прочностных характеристик [1]. Однако в настоящее время информация о механических свойствах метеоритов остается весьма ограниченной, и большинство известных данных получены в результате испытаний на сжатие [2]. На данный момент метеориты представляют собой более доступный материал для лабораторных исследований по сравнению с веществом, которое было доставлено на Землю в рамках различных космических миссий.

Цель данного исследования состояла в оценке прочностных характеристик железных метеоритов в условиях квазистатических и динамических испытаний, а также в анализе особенностей их разрушения. Испытания проводились на веществе железных метеоритов Чинге (~17% Ni), Сихотэ-Алинь (5–7% Ni), Сеймчан (~9,1% Ni), Дронино (~9,3% Ni) и Fe-Ni сплавов, имеющие близкий к метеоритному состав.

Статические испытания на растяжения выполнены при комнатной температуре на универсальной машине INSTRON 3382 на плоских образцах длиной 75 мм, толщиной 2 мм и шириной 15 мм, вырезанных из метеоритов Чинге и Сеймчан, а также из сплава Fe-7,7 Ni. Оценку скоростной чувствительности  $m$  исследуемых материалов проводили при разных скоростях деформации  $V_d = 0,2; 2,0$  и 20 мм/мин, а для образцов сплава Fe-7,7Ni дополнительно при  $V_d = 1$  мм/мин. Наиболее ярко зависимость с тенденцией увеличения пластичности наблюдается для метеорита Чинге.

Ударно-волновое нагружение (УВН) образцов исследуемых материалов проведено на пневматической пушке ПП50 калибром 50 мм с интенсивностью ~5,5 и 11 ГПа при средней скорости деформации материала в  $10^5 \text{ с}^{-1}$  до момента откольного разрушения [3]. Сравнительный анализ полученных данных по откольной прочности, показал, что разрушение вещества метеоритов происходит в диапазоне 2,5–4 ГПа, что связано как с их исходной макро- и микроструктурой, так и с количеством наведенных дефектов внутри образца. Однако откольная прочность метеоритов остается близкой к прочности Fe-Ni сплава земного происхождения имеющего близкий химический состав.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития УрФУ в соответствии с программой «Приоритет-2030» и проектов FFSG-2024-0001 (Р.С.В.), № FEUZ-2023-0014 (Г.В.И., Я.Г.А.).

## Литература

1. **Shustov, B. M.** Asteroid and comet hazards: the role of physical sciences in solving the problem [Text] // *Physics–Uspekhi*. – 2011. — Vol. 54, No. 10. – P. 1068–1071. – doi:10.3367/UFNe.0181.201110e.1104.
2. **Petrovic, J. J.** Review Mechanical properties of meteorites and their constituents [Text] // *Journal of material science*. – 2001. – Vol. 36. – P. 1579–1583. – doi:10.1023/A:1017546429094.
3. **Razorenov, S. V.** The Spall Strength and Hugoniot Elastic Limit of Iron-Nickel Alloys of Meteoritic Origin [Text] / S. V. Razorenov, A. S. Savinykh, G. V. Garkushin et al. // *Technical Physics*. – 2024. – Vol. 69, No. 6. – P. 803–810. – doi: 10.61011/TP.2024.06.58822.87-24 P.803-810.