

2. Голубев Б.И. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений: Учебник для вузов. Под. ред. Е.Л. Столяровой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИРОИДНЫХ ТИТАНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

М. П. Козадаева, М.А. Сурменова, Р.А. Сурменев, Л.А. Леонова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: mariakoz71@gmail.com

Создание и внедрение имплантатов, способных замещать или восстанавливать дефекты костной ткани, является актуальной проблемой исследований для многих сфер науки. В медицине сетчатые конструкции на основе титана и его сплавов нашли широкое применение. Целью изготовления таких структур является создание среды для врастания костной ткани и получение определенных механических свойств. Использование аддитивных технологий, в частности метода электронно-лучевой плавки (ЭЛП), позволяет создавать из металла конструкции сложных форм за более короткий срок. Форма пор существенно влияет на механические характеристики изделия [1]. Использование топологии трижды периодической поверхности минимальной энергии (ТППМЭ), в частности гироида, является перспективным направлением.

Гироидные структуры с пористостью 75,86 % были смоделированы с использованием программ Mathematica и MeshLab и изготовлены из сплава Ti6Al4V на установке для послойного ЭЛП ARCAM A2 EBM (Мельндаль, Швеция). Топографический анализ осуществлялся с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Quanta 200 3D, FEI. Механические испытания на сжатие и растяжения проводились на установках INSTRON 3369 и INSTRON 5582, соответственно. Механические характеристики образца при соосных сжатии и растяжении приведены в таблице 1.

Механические свойства структур с топологией ТППМЭ, полученных с применением метода ЭЛП, начали изучаться сравнительно недавно. Для алмазных и ромбических гироидных структур с пористостью от 82 до 87% были получены значения предела текучести в диапазоне 11–70 МПа, а модуля упругости – 0,4–1,38 ГПа [2].

Таб. 1. Механические свойства образцов сплава и кости [3]

Структура	Испытания	Модуль Юнга, ГПа	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа
ТППМЭ	Сжатие	1,40	87,78	66,31
	Растяжение	1,25±0,21	75,52±1,59	33,67±4,56
Кортикальная кость	–	3–30	100–230	103–222
Губчатая кость	–	0,02–0,7	2–15	0,8–11,6

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Savio G., Rosso S., Meneghello R., etc, Geometric modeling of cellular materials for additive manufacturing in biomedical field: a review // Applied Bionics and Biomechanics. – 2018. – vol. 3. – p. 1–14.
2. Ataee A., Li Y., Fraser D., etc, Anisotropic Ti-6Al-4V gyroid scaffolds manufactured by electron beam melting (EBM) for bone implant applications // Materials and Design. – 2018. – vol. 137. – p. 345–354.

3. Hrabec N.W., Heintl P., Flinn B., etc, Compression-compression fatigue of selective electron beam melted cellular titanium (Ti-6Al-4V) // Journal of Biomedical Materials Research. – 2011. – vol. 99 B. – p. 313–320.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Л.А. Леонова, А.С. Кантаев, Ю.В. Передерин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: leonovala@tpu.ru

Компьютерные учебные тренажеры стали неотъемлемым инструментом подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров. Для организации эффективного обучения по направлению «Химическая технология материалов современной энергетики» в учебный процесс последние годы активно внедряются цифровые технологии и элементы геймификации. Авторский коллектив образовательной программы занимается разработкой виртуального тренажера Цеха по производству редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Первая очередь тренажера – это уникальный образовательный ресурс, обеспечивающий тренировку студента на виртуальной модели цеха рудоподготовки, оснащённого оборудованием, используемым в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Моделирует работу и типовые отказы оборудования цеха, способы идентификации неисправностей и основы соблюдения техники безопасности. Согласно сюжету тренажёра, главный герой – стажёр в цехе рудоподготовки, который должен отработать короткую смену (1 час) и помочь мастеру цеха обеспечить выработку на 600 тыс. рублей.

Вторая очередь тренажера – это цех по подготовке руды к выщелачиванию, охватывающий моделирование отделения измельчения, классификации рудного сырья и сгущения пульпы. Стажер, получивший первый опыт работы в цехе рудоподготовки, уже может самостоятельно обслуживать аппараты, пройдя некоторый образовательный модуль и сдав технику безопасности.

Использование подобных цифровых технологий в образовательном процессе способствует повышению интереса к профессии, отработке операций и последовательностей действий до автоматизма, а также прохождению практик и стажировок в условиях дистанционного формата обучения.



Рис. 1. Скриншот тренажера Цеха рудоподготовки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Центр высокотехнологичных медиаресурсов: сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://portal.tpu.ru/ceor>. – 28.06.2020.