

3D-ПЕЧАТЬ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Д. А. Шелепень, А. А. Каретникова

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», Республика Беларусь

Развитие аддитивных технологий внесло изменения в практику проектирования и изготовления изделий. Для инженерного образования это открывает новые горизонты в подготовке специалистов, позволяя не только изучать цифровое проектирование, но и изготавливать физические образцы для последующего анализа их свойств. Это формирует у студентов комплекс профессиональных компетенций: от работы в системах автоматизированного проектирования (САПР) и понимания процессов аддитивного производства до аргументации выбора технологических решений и оценки эксплуатационных характеристик.

Композитные материалы в этом контексте являются перспективным объектом изучения. В университетской практике работа с такими материалами дает студентам возможность проследить прямую связь внутреннего строения материала с конечными свойствами изделия. Особый интерес вызывают металлические филаменты и полимерные филаменты с добавлением углеродных волокон и стекловолокна. При этом металлополимерные материалы обладают более сложными свойствами по сравнению с полимерами, особенно в фазе плавления и экструзии [1].

В целях усиления практико-ориентированной подготовки студентов инженерных направлений, формирования навыков работы с контрольно-измерительной аппаратурой и развития профессиональных компетенций осуществляется систематическая работа по оценке механических характеристик образцов из композитных материалов.

В рамках исследования была использована FDM-технология для создания образцов из композитных материалов на полимерной основе. Их структура и свойства изучались в комплексе: проводились испытания на твердость по Шору (ип D) ударную вязкость по Шарпи в ребро без надреза (рис. 1), предел прочности при растяжении.



а)

б)

Рис. 1. Оценка механических свойств: измерение твердости по Шору (а) и определение ударной вязкости по Шарпи (б)

Оптический контроль поверхности, измерение отпечатков индентора и характер излома образцов выполнялись с использованием видеоизмерительного микроскопа фирмы NOGRAU модели NVM-4030D (рис. 2).

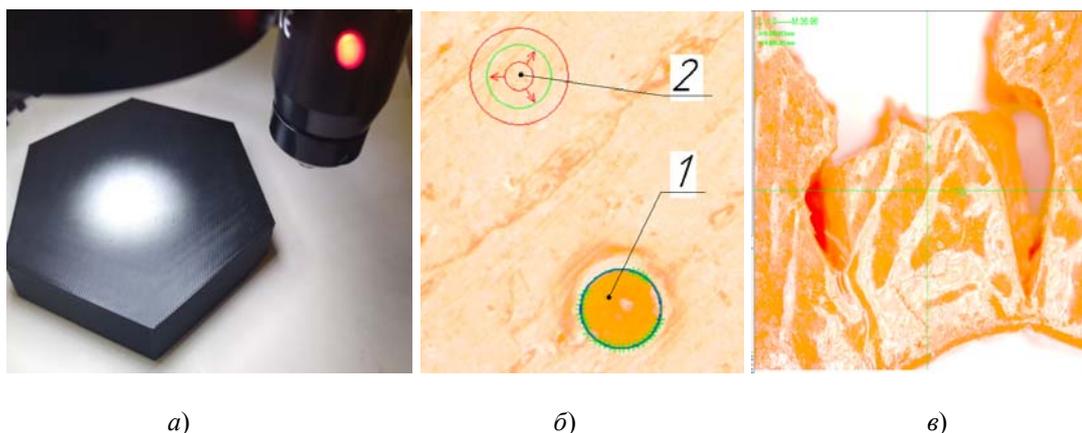


Рис. 2. Оптический контроль (а), измерение отпечатка индентора (б) и определение характера излома композитного образца (в)

Результаты исследования показали, что для всех типов испытуемых композитных материалов характерна выраженная анизотропия свойств, связанная с ориентацией печати. Наиболее заметные различия наблюдаются в прочностных характеристиках образцов. Причина такого эффекта обусловлена ориентацией волокон-наполнителей, особенностями их взаимодействия с полимерной матрицей и вариациями межслойной адгезии [2]. Вследствие чего изменяются показатели твердости по Шору, ударной вязкости по Шарпи и предела прочности при растяжении.

Внедрение в учебный процесс проектов, связанных с 3D-печатью композитных материалов и их механических испытаний, позволяет реализовать непрерывное обучение новым технологиям. Научная ценность здесь заключается не только в демонстрации подтверждающей работоспособности методики или технологии, но и выявлении факторов, ограничивающих применение аддитивных технологий.

У студентов формируются навыки инженерного мышления, понимание причинно-следственных связей между структурой и свойствами, а также опыт анализа достоверности полученных данных. В ряде случаев выполняемые работы выходят за рамки учебных задач и становятся основой для исследовательских проектов, ориентированных на реальные потребности в промышленности.

Таким образом, 3D-печать композитных материалов следует рассматривать как перспективное, но требующее дальнейшей стандартизации и научного сопровождения направление, способное объединить образовательные, исследовательские и промышленные задачи.

Л и т е р а т у р а

1. Шелепень, Д. А. Моделирование экструзии металлополимерного материала в процессе аддитивного производства / Д. А. Шелепень // Инновационные технологии в машиностроении : сб. материалов междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 22–23 апр. 2025 г. / Полоц. гос. ун-т им. Евфросинии Полоцкой ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк, 2025. – С. 137–140.
2. Попок, Н. Н. Технология производства машиностроительных изделий на основе послойного синтеза с использованием 3D-принтера : практикум : учеб. пособие / Н. Н. Попок, С. А. Портянко ; М-во образования Респ. Беларусь, Полоц. гос. ун-т им. Евфросинии Полоцкой. – Новополоцк : ПГУ, 2022. – 61 с.