

УДК 678.5:004.356

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Котов А.А., асс., Дрюков В.В., доц., Кузьменков С.М., асс., Гавриленко Т.С., студ.

*Витебский государственный технологический университет
г. Витебск, Республика Беларусь*

В настоящее время в Республике Беларусь на ряде предприятий ведется разработка конструкций 3D-принтеров, пригодных для серийного производства. При этом одной из важнейших проблем является реализация охлаждения материала в процессе печати. Охлаждение нанесенного слоя до температуры несколько ниже температуры размягчения необходимо для получения высокой адгезии между слоями наносимого полимерного материала и предотвращения растекания наплавленного слоя.

В большинстве конструкций современных 3D-принтеров предусматривается установка одного или нескольких вентиляторов, которые обеспечивают охлаждение распечатываемой модели. Однако такой метод имеет существенные недостатки. Во-первых, это относительно низкая эффективность охлаждения, а во-вторых, возникает необходимость тепловой защиты самой печатающей головки 3D-принтера. Охлаждение печатающей головки является недопустимым, поскольку это может привести к застыванию в ней полимерного материала при определенных режимах печати, что вызовет закупорку сопла экструдера и остановку процесса печати. Для интенсификации процесса охлаждения и обеспечения требуемой прочности соединения наплавленного материала с нижележащим слоем предлагается использовать обдув зоны наплавки потоком воздуха через специальное сопло охлаждения, направленное вдоль наплавленного слоя под углом порядка 20° к горизонтали.

С целью выработки рекомендаций для совершенствования конструкции 3D-принтеров предлагается математическая модель охлаждения полимерных материалов. Модель основана на определении мощности теплового потока, отдаваемого с поверхности наплавленного материала, как суммы конвективного и лучистого теплообмена. Мощность теплового потока, отдаваемого излучением, рассчитывается в соответствии с законом Стефана-Больцмана. При расчете мощности конвективного теплового потока применяется уравнение Ньютона-Рихмана. Для нахождения значения коэффициента теплоотдачи конвекцией необходимо использовать критериальные уравнения.

В результате выполненных теоретических расчетов на основе предложенной модели установлено, что применение обдува зоны затвердевания полимерных материалов потоком воздуха через сопло охлаждения позволяет при скорости потока $w = 8,5$ м/с сократить время охлаждения материала практически в 2 раза, что, в свою очередь, дает возможность увеличить производительность печати. При этом охлаждение строго направленным потоком воздуха через сопло устраняет необходимость тепловой защиты печатающей головки 3D-принтера, возникающей при применении вентиляторов обдува.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача / В. В. Нащокин. – Москва, 469 с.
2. Исаченко, В. П., Осипова, В. А., Сукомел, А. С. Теплопередача / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – Москва, 416 с.