

Подбор оптимального материала для получения компактного теплораспределителя высокой эффективности холодной зоны хотэнда для модельного FFF 3D-принтера

Студентка гр. 10404121 Моцкус Э.Д.

Научный руководитель - Дикун А.О.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing) — совокупность основных и вспомогательных технологий или же процессов предназначенных для создания объектов при помощи послойного выращивания из различных технологий. Название данной группы технологий происходит от английского слова “add”, что в переводе означает — добавлять. Использование аддитивных технологий в литейном производстве на сегодняшний день позволяет «выращивать» литейные модели и формы, которые затруднительно или невозможно изготовить традиционными способами, а также значительно сокращает технологический цикл и соответственно сроки изготовления модельной оснастки.

Важностью охлаждения этой зоны является то, что при недостаточности или и вовсе его отсутствии, полимерный пруток размягчается ещё до попадания в зону плавления, что приводит к неравномерной подаче материала из сопла и в следствие образованию ряда дефектов на выращиваемом изделии. Ещё одной существенной проблемой, связанной с недостаточным охлаждением данного участка хотэнда является прилипание размягчённой нити к стенкам радиатора и стыкам различных деталей внутри хотэнда, что приводит к частичной или полной закупорки просвета радиатора с образованием пробок различной толщины и как следствие полной остановке процесса формирования изделия.

Передача тепловой энергии из одной области в другую происходит с помощью следующих трех режимов:

1) Кондукция — это передача энергии при непосредственном прикосновении.

2) Конвекция — это передача энергии при помощи потоков и струй.

3) Излучение — это передача энергии без направленного воздушного потока и без прямого контакта

В большинстве реальных ситуаций теплопередача происходит в результате сочетания этих режимов теплопередачи.

На теплофизические свойства материала напрямую зависят от следующих физических величин:

- Удельная теплоемкость
- Теплопроводность
- Теплопроводность поверхности

Плотность материала так же оказывает влияние на его способность накопления или распределения тепла, как правило с увеличением плотности материала его теплопроводность возрастает, так как атомы или молекулы вещества расположенные ближе друг к другу более активно воспринимают и передают тепловые колебания [1].

Эти физические величины взаимодействуют друг с другом и в совокупности определяют теплоотвод материала в различных условиях.

Больше всего интересуют 2 показателя, по которым будет определяться материал: удельная теплоемкость и теплопроводность.

Удельная теплоёмкость - это отношение теплоёмкости к массе или же теплоёмкость единицы массы вещества; физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать единичной массе данного вещества для того, чтобы его температура изменилась на единицу [3].

На значение удельной теплоёмкости влияет температура вещества и другие термодинамические параметры.

Формула расчёта удельной теплоёмкости, Дж/(кг·К):

$$C = \frac{Q}{m\Delta T} \quad (1.1)$$

где Q — количество теплоты, полученное веществом при нагреве (или выделившееся при охлаждении), Дж

m — масса нагреваемого (охлаждающегося) вещества, кг

ΔT — разность конечной и начальной температур вещества, К.

Таблица 1.1 Значения удельной теплоёмкости для материалов при различной температуре [2].

Материал	Значение температуры (К)							
	1	2	3	4	5	8	10	15
Алюминий	-	0,11	-	0,30	-	0,9	1,41	4,6
Железо	0,09	0,18	0,28	0,38	0,5	0,9	1,24	2,49
Золото	0,006	0,025	0,07	0,16	0,29	1,2	2,2	7,4
Медь	0,0116	0,0278	0,0530	0,0916	0,1482	0,4729	0,8709	2,907
Серебро	0,0072	0,0239	0,0595	0,124	-	0,91	1,8	6,4
Свинец	-	0,067	0,251	0,672	1,51	-	-	-
Титан	0,071	0,146	0,226	0,317	0,42	0,84	1,26	3,3

Теплопроводность твердых материалов, включая металлы, зависит от ряда физических величин:

- 1) Скорость частиц;
- 2) Число свободных электронов;
- 3) Удельная теплоемкость;
- 4) Структура и состояние металла;

Эти величины взаимосвязаны и определяют теплопроводность твердых материалов, включая металлы.

Формула нахождения коэффициента теплопроводности выражается следующим уравнением (Вт/(м·К)):

$$\lambda = (Q/t) \cdot (d/\Delta T) \quad (1.2)$$

где Q — количество тепла, протекающего через тело, Дж;

t — время, с;

d — толщина перегородки, м;

S — площадь поперечного сечения, m^2 ;

ΔT — разность температур, K ;

Таблица 1.2 — Значения теплопроводности для материалов при различной температуре [2].

Материал	Значение температуры ($^{\circ}C$)				
	- 100	0	100	300	700
Алюминий	2,45	2,38	2,30	2,26	0,9
Железо	0,94	0,76	0,69	0,55	0,34
Золото	3,3	3,1	3,1	—	—
Медь	4,05	3,85	3,82	3,76	3,50
Серебро	4,22	4,18	4,17	3,62	—
Свинец	0,37	0,35	0,335	0,315	0,19
Титан	—	—	0,16	0,15	—

Исходя из вышеописанного можно сделать вывод о том, что наилучшими материалами для создания эффективного теплораспределителя являются медь и алюминий, так как они являются доступными и при этом недорогими. Однако предлагается использование их сплава друг с другом, так как медь обладает лучшими чем алюминий теплоотводящими свойствами, однако алюминий является гораздо более лёгким чем медь. Таким образом использование сплава меди и алюминия позволит значительно снизить массу теплораспределителя, без значительных потерь в теплопроводности.

Список использованных источников

1. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – Изд. 2-е – М.: Энергия, 1977. – 343 с.
2. Физические величины. Справочник. / А.П. Бабичев [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
3. Казанцев, Е.И. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и Теплопроектирования / Е.И. Казанцев. – Изд. 2-е. – М.: «Металлургия», 1975.- 368 с.