

УДК 621.91.01

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ФИЛАМЕНТА К ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ****Л. А. ЗВОНКИН, К. И. ВЕРХОВ***(Представлено: д-р техн. наук, проф. Н. Н. ПОПОК, С. А. ПОРТЯНКО)*

Представлены результаты проектирования и создания сушильной установки для подготовки пластиковых материалов к трехмерной печати с использованием программного обеспечения Solid Works.

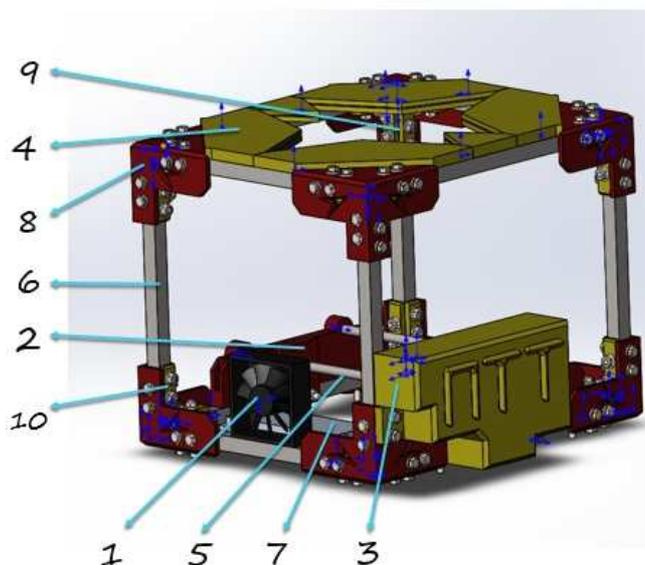
Введение. В настоящий момент среди производителей различных деталей наблюдается повышенный интерес к использованию 3D принтеров и пластиковых материалов. Однако процесс печати требует внимания к подготовке пластиковых материалов, которые впитывают в себя влагу без изменения массы, с трудом приклеивается к столу 3D принтера, подвергаются короблению, охрупчиванию и в дальнейшем оказывает влияние на качество спекания слоев и геометрические параметры изделия.

Улучшение качества и подготовки пластиковых материалов однозначно отразится на результат 3D печати и позволит решить проблемы с процессом адгезии и коробления, с учетом того, что большинство производителей пластиковых материалов рекомендуют осуществлять сушку. Изучив рынок и стоимость сушильных установок принято решение разработать собственную сушильную установку.

Проектирование сушильной установки. Проанализировав компоновку сушильных установок в бюджетных моделях можно сделать следующие выводы:

- нагревательный элемент расположен непосредственно под самой сушильной установкой, осуществляя сушку пластиковых материалов равномерно;
- пластиковый материал располагается на роликах, позволяющие без затруднений вращать его во время сушки и печати;
- большинство рассмотренных сушильных установок имеют максимальную температуру сушки более 70 °С.

Поэтому востребованной задачей является разработка и изготовление сушильной установки, отличающейся технологическими характеристиками и расширенным функционалом. В качестве аналога выбрана компоновка сушильной установки Mass Portal FD1, на базе которого разработаны эскизные варианты сушильной установки (рисунок 1, 2).



- 1 – вентилятор; 2 – стойка для алюминиевых стержней; 3 – корпус блока питания; 4 – крышка;
5 – алюминиевый стержень; 6 – профиль квадратного сечения; 7 – стенка из поликарбоната; 8 – уголок;
9 – вырез крышки из поликарбоната; 10 – винт

Рисунок 1. – Сушильная установка «LION-1»

Сушильная установка «LION-1» обладает рядом преимуществ сопоставимых с аналогами, но и ряд недостатков: при осуществлении сушки пластиковых материалов происходит тепловой нагрев стенок сушильной установки, что способствует теплопотерям. Поэтому сушильную установку дорабатываем так, чтобы минимизировать теплопотери внутри не зависимо от температуры окружающей среды, уменьшить скорость прогрева термокамеры и расход электричества. Дополнительно делаем дополнительное осушение воздуха, перед его попаданием в термокамеру, что должно благоприятно повлиять на скорость и качество сушки пластикового материалов.

В процессе проектирования для уменьшения теплопотерь изменили конструкторско-технические решения по изменению применяемого материала боковых стенок, уменьшению геометрических размеров термокамеры; горизонтальную компоновку заменили вертикальным, благодаря чему удалось скрыть блок питания, осушительную систему, вентилятор, блок управления, в результате удалось получить более сбалансированный дизайн сушилки. Разработанный вариант сушильной установки представлен на рисунке 2.

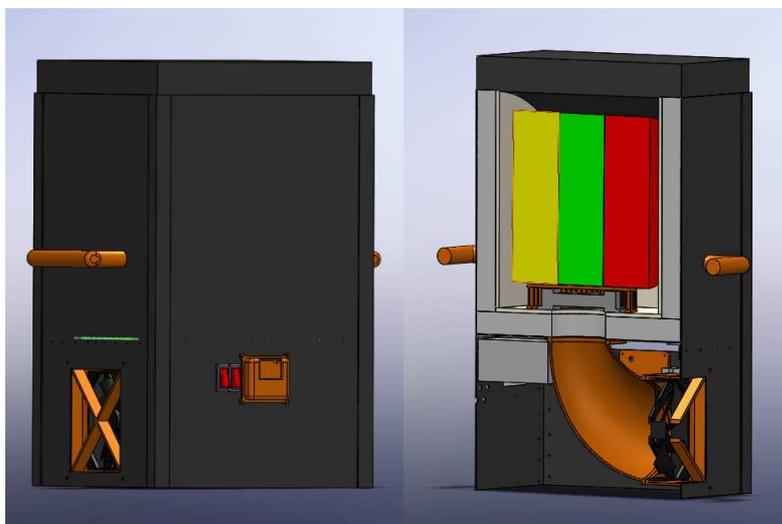


Рисунок 2. – Сушильная установка «LION-2»

В качестве основного утеплителя сушильной установки «LION-2» выбран пенополистирол, представляющий собой пузырьки воздуха, заключенные в тончайшую оболочку из полистирола. Так как большая часть материала – воздух (до 98%), имеет отличные теплоизолирующие характеристики, не горит, а плавится и является самозатухающим, т.е. не поддерживает горение. Вредные вещества из пенопласта выделяются не при нагреве, а при плавлении, т.е. при достижении температуры выше 95°C. Нужно также отметить, что температура самовозгорания пенополистирола больше +490°C (у древесины +280°C). Также он имеет полную непроницаемость для воздуха и пара. Если его уложить на стенки внутри, то наружная стенка окажется изолированной от тепла практически полностью, что приведет к смещению точки росы (т.е., конденсат будет образовываться внутри стенки), поэтому предусмотрен термоборьер.

Помимо пенополистирола используется фольга, что в комбинации создает фольгированный утеплитель, работающий по принципу зеркала: экранирует тепловые потоки обратно в установку. Поэтому фольгированный утеплитель всегда укладывается металлизированным слоем в сторону источника тепла.

Нанесенная на утеплитель фольга изменяет качественные показатели основания:

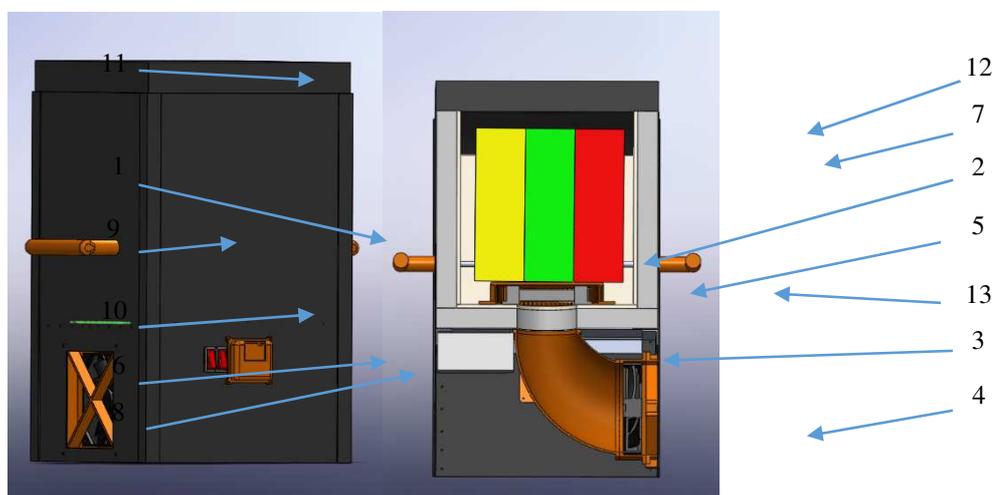
- лучше переносит резкие скачки температуры и влажности;
- снижается порог паропроницаемости, практически до нулевого значения – 0,001 мг/м²К;
- возрастают теплоизоляционные возможности утеплителя – до 97% тепла отражается обратно;
- повышаются звукоизоляционные способности даже у материалов с условными свойствами шумозащиты – до 68%;
- увеличивается эксплуатационный ресурс основания в 2 раза.

Среди достоинств фольгирования стенок можно выделить:

- улучшение уровня теплоизоляции;
- появление (пенополистирол) шумозащитных свойств;
- уменьшение толщины утеплителя, что ведет к снижению механических нагрузок на конструкцию, а также сохраняет полезное пространство;

- более эффективное сохранение тепла, что, во-первых, экономит бюджет, во-вторых, снижает нагрузки на систему нагрева;
 - простой монтаж;
 - влагостойкость – нет ограничений по использованию в помещениях с высокой влажностью.
- Среди недостатков, в первую очередь, необходимо обратить внимание на следующие моменты:
- для склейки стыковочных швов необходимо покупать специальную, металлизированную клейкую ленту, что увеличивает стоимость;
 - нежелательно крепить утеплитель с фольгой механическим способом.

Поэтому использование пенополистирола, а также фольги для отражения и сохранения тепла целесообразно, так как эти элементы не являются дорогостоящими и являются легкодоступными. Также между стенкой фольги пенополистирола предусмотрен 7 мм зазор в виде штукатурки и сетки, которые дополнительно усиливают стенки и сохраняют тепло. Осушение воздуха реализуется с помощью силикагелевых шариков, которые устанавливаются в двух пылевых фильтрах, перед забором воздуха вентилятора. Поскольку силикагель является так же гигроскопичным материалом, перед использованием сушильной установки, просушиваем его с помощью нагревателя и включенного вентилятора в реверсивном направлении, после чего устанавливаются катушки с пластиковыми материалами и отключается реверсивный режим вентилятора. На рисунке 3 представлены основные компоненты разработанной сушильной установки



1 – алюминиевая стенка; 2 – алюминиевые стержень; 3 – блок питания; 4 – сушильная установка; 5 – нагреватель; 6 – переключатель; 7 – пенополистирол с шпаклевкой; 8 – корпус блока управления; 9 – ручка; 10 – алюминиевый уголок; 11 – крышка; 12 – фольга; 13 – крышка распределения воздуха

Рисунок 3. – Расположение основных компонентов сушильной установки «LION-2»

Технические характеристики и цена компонентов сушильной установки «LION-2» представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Технические характеристики

Название	Габариты, мм	Масса, кг	Диаметр нити, мм	Энергопотребление, Вт	Допустимые размеры катушки, мм	Максимальная температура сушки, °С	Цена компонентов в сумме, \$
«LION-2»	230x150x305	7,5	1,75; 2,85; 3	250	∅200-205x65	70	155

В результате проделанной работы следует отметить следующие преимущества данной установки:

- малое энергопотребление;
- предусмотрена установка 3 катушек пластиковых материалов;
- предусмотрена фиксация катушек;
- возможность высушивать воздух во время осушки пластикового материала;
- мощный нагреватель;
- большой диапазон регулировки температур.

Рекомендации по сушке пластиковых материалов представлены в таблице 2.

Таблица 1. – Рекомендации по сушке пластиковых материалов

Материал	Температура	Время	Материал	Температура	Время
PLA	53°C	>4ч	Eternal	60°C	>4ч
ABS	80°C	>2ч	PP+	55°C	>6ч
Relax	65°C	>2ч	FORMAX	75°C	>6ч
Friction	70°C	>5ч	UltraX	93°C	>6ч
PVA	60°C	>4ч	Rubber	50°C	>2ч
Flex	50°C	>4ч	CAST	60°C	>8ч
Easy Flex	50°C	>4ч	rPETG	65°C	>2ч

Заключение. Данный тип сушильной установки позволяет осуществлять сушку, использовать одновременно 3 катушки пластиковых материалов при 3D печати, что обеспечивает уменьшение теплопотерь и положительно скажется на энергопотреблении. Использование технологии по осушки воздуха перед его использованием в термокамере ускорит сушку, а также улучшит ее качество. Доступность конструктивных элементов и деталей, которые можно купить за небольшие деньги, позволят совершенствовать данное устройство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Stroyguru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroyguru.com/remont-kvartiry/steny/uteplenie-sten-uteplitelem-s-folgoj/fd1>. – Дата доступа: 27.09.2021.
2. Parilochka.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://parilochka.com/vybor/uteplenie/utepliteli/folga-dlya-bani.html>. – Дата доступа: 27.09.2021.