

УПРАВЛЕНИЕ ДИАМЕТРОМ ПЛАСТИКОВОЙ НИТИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСТРУЗИИ

Тхан В.З., Берчук Д.Ю.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

dungvietthan@gmail.com

Введение

В промышленной отрасли использование систем автоматизированного управления возрастает с каждым годом. Требования к точности, надежности и скорости обработки информации также стремительно увеличиваются. Появляются новые отрасли, где необходимо проектировать автоматизированные системы высокой точности. Одной из таких отраслей в настоящее время является 3D печать.

Наиболее распространенным методом 3D печати является FDM (Fused Deposition Modeling), где используется пластиковая нить диаметром 1.75 или 2.85 мм. Для производства расходных материалов к FDM 3D-принтерам используется экструдер, устройство которого приведено на рис. 1



Рис 1. Установка экструдера

Проблема минимального изменения диаметра полимерного материала

В настоящее время существует много видов экструдеров, и большинство из них используют схему мониторинга диаметра без обратной связи.

Экструдер без обратной связи не способен реагировать на внешние возмущающие воздействия в виде изменения температуры окружающего воздуха, изменения состава сырья и т.п.

Требования к пластиковой нити в области изменения диаметра ± 0.05 мм по всей длине, что вынуждает использовать высокоточное оборудование в виде лазерных измерителей диаметра.

Лазерные датчики снимают размеры, не касаясь поверхности. Контроль производственных процессов осуществляется практически постоянно, что гарантирует необходимое качество и уменьшает количество отказов. Измерительные системы легко перенастраиваются и интегрируются.

Поскольку контакт с объектом измерения не осуществляется, это позволяет измерять параметры мягких, липких, горячих или других поверхностей, чувствительных к контактам, как в случае полимерной нити для 3D печати.

Использование лазерного измерения диаметра с обратной связью на скорость вращения шнека экструдера и на нагревательный элемент позволит устранить недостаток, связанный с пульсациями диаметра нити.

Рассмотрим обычную функциональную модель экструдера на рисунке 2

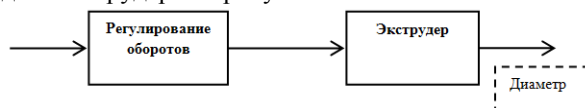


Рис 2. Функциональная схема линии экструдера

Для простой модели экструдера изменение параметров управления, например скорости привода или температуры нагрева, осуществляется вручную, влияния внешних воздействий не учитываются системой, что приводит к увеличению диапазона изменения диаметра нити.

Вышеуказанные доводы приводят к необходимости создания системы управления диаметром с обратной связью, которая могла бы обеспечить необходимую точность и быстродействие в процессе производства. На рисунке 3 приведена функциональная схема линии экструдера с обратной связью.

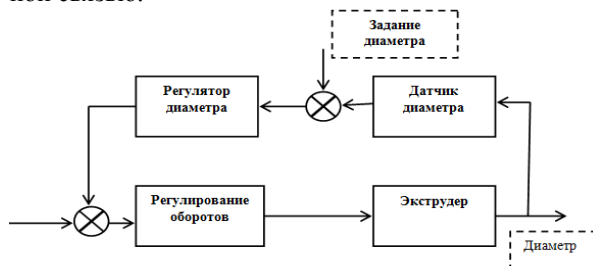


Рис 3. Функциональная схема линии экструдера с обратной связью

На схеме системы автоматического управления (САУ) диаметра нити содержится: датчик регулирования оборотов экструдера, датчик диаметра нити, регулятор диаметра. Датчик диаметра предназначен для измерения диаметра нити. Обязательное требование к датчику – он должен использовать бесконтактный способ измерения, т.к. полимерная нить, выходящая из экструдера, имеет большую температуру, и может прилипать к другим поверхностям.

Данная схема показывает связь датчика измерения диаметра и электропривода установки. В

зависимости от скорости изменения диаметра, регулятор будет подавать управляющие импульсы на электропривод установки, что будет способствовать корректировке диаметра в заданных пределах. Однако, для того, чтобы обеспечить быстрое действие системы, необходимо определить датчик диаметра, который способен будет быстро и качественно определять изменения в процессе экструзии.

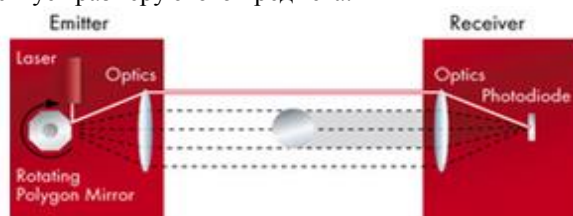
Регулятор диаметра предназначен для формирования управляющего воздействия при подаче сигнала от датчика диаметра. Этот регулятор представляет собой адаптивный ПИД-регулятор. В данной схеме предполагается использование контроллерного оборудования, что приведет к использованию программного ПИД-регулирования в рамках основной программы контроллера.

Методы измерения

Для выбора необходимого датчика измерения диаметра, рассмотрим различные методы измерения:

❖ Метод затенения

Один датчик состоит из излучателя и приемника в отдельных корпусах. В излучателе лазерный луч сталкивается с вращающимся зеркалом. Отраженный луч периодически обегает зону измерения, создавая виртуальную световую полосу. В приемнике параллельно движущийся луч фокусируется на светочувствительном диоде. Любой предмет в поле измерения частично затеняет приемник. Промежуток времени, в течение которого длится затенение, точнейшим образом соответствует размеру этого предмета.



❖ Лазерная триагуляция

Лазерный луч, испускаемый датчиком, создает видимое пятно на поверхности измеряемого объекта. В зависимости от расстояния камера-сканер со светодиодной линейной матрицей, расположенная позади лазера, «видит» это пятно под разными углами.

Зная эти углы и известное расстояние до лазера от камеры, процессор цифрового сигнала вычисляет расстояние между датчиком и измеряемым объектом.

❖ Метод светового сечения

Датчик состоит из линейного лазера, камеры со светодиодной матрицей и электронной схемы для обработки сигналов камеры. Лазер проецирует

на измеряемую поверхность линию, строго ей перпендикулярную. Камера фиксируется под определенным углом к лазерному лучу.

Любая деформация поверхности вызывает деформацию лазерной линии с точки зрения камеры. Пользуясь базовой калибровкой для сравнения, датчик вычисляет размеры.

Наилолее подходящий метод для экструзионной линии производства 3D нитей - метод затенения.

Критерии выбора датчиков

На рынке сегодня существует большое разнообразие датчиков, однако необходимо осуществлять выбор, опираясь на следующие критерии:

- Максимальный диапазон измерения;
- Точность измерений;
- Цена прибора;
- Способ подключения прибора с другими устройствами.

Исходя из вышеуказанных критериев, были выбраны следующие датчики: лазерный микрометр для высокого измерения диаметра XLS40, лазерный оптический микрометр типа РФ651, датчик диаметра лазера (LMD-D20T).

Наиболее оптимальным по соотношению цена/характеристики был выбран датчик LMD-D20T.

Основные технические характеристики датчика лазерного измерения диаметра (LMD-D20T) приведены в таблице 1.[3]

Таблица 1

Модель	LMD-D20T
Измеряемые диаметры (мм)	0.10-20
Разрешение по выбору (мм)	± 0.001
Скорость сканирования(м/с)	800/(800T/second)
Рабочая температура(°C)	$-20 \div +70$

Заключение

Таким образом, разработка системы обратной связи для экструзионной установки, позволяет повысить качество получаемого продукта, снизить количество брака, обеспечить непрерывную работу установки в течение длительного периода времени.

Список литературы

1. <http://www.uran-spb.ru/catalog/105/>
2. <http://www.lidea.ru/pages/opmic.htm>
3. <http://www.koda.ua/products/desc.html?id=469>
4. <http://www.cable-control.ru/products/id-30p.htm>