

ЦЯЦЬКА Д.Н., РОГАЧЕВ А.И., докт. техн. наук

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ РАЗРЕЗАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ

В процессе разрезания водорастворимых монокристаллов вращающейся хлопчатобумажной нитью на поверхности реза могут возникать дефекты из-за отклонения нити от вертикального положения в плоскости, перпендикулярной к направлению реза, что связано с воздействием на нее различных возмущений. Это приводит к необходимости дополнительной шлифовки поверхности реза, снижающей выход готовой продукции. В связи с этим возникает задача оптимизации работы установки для порезки кристаллов с целью минимизации дефектов реза при минимизации энергозатрат, которая и рассматривается в данной работе.

Ранее в [1], [2] разработана математическая модель объекта управления, состоящего из режущей нити и самого кристалла. На основе исследования модели получены соотношения для оценки колебаний при поступательном движении нити, проведен анализ динамики модели всей системы автоматического управления и получены условия устойчивости замкнутой системы, что позволило разработать методику выбора оптимальных параметров системы по критерию запаса устойчивости на базе вариации времени запаздывания.

В данной работе исследуется задача погашения колебаний режущей нити в поперечном направлении по отношению к плоскости реза за минимальное время и при минимизации расхода энергии, затрачиваемой на соответствующее управление. Для этого предложено представить процесс порезки кристалла нитью в виде уравнения колебаний струны, закрепленной в двух точках [3]:

$$\frac{\partial^2 Q(x, t)}{\partial t^2} = a^2 \cdot \frac{\partial^2 Q(x, t)}{\partial x^2},$$

где $a = \frac{T_0}{\rho}$, T_0 – постоянная силы натяжения нити, ρ – линейная плотность нити, t – время, x – текущая координата по длине нити, $Q(x, t)$ – функция отклонения нити в плоскости, перпендикулярной к плоскости реза.

За точки «закрепления» нити А и В принимаются оси верхнего и нижнего роликов. Так как к нити прикладывать воздействие невозможно, то его нужно передавать через оси роликов, воздействуя на несущий кронштейн. Рассматривается случай, когда это воздействие u приложено с одной стороны, т.е. к оси верхнего ролика (точка А). Тогда если эту точку принять за начало координат x , то $x_B = l$, а $x_A = 0$. Следовательно, начальные и граничные условия примут вид:

$$Q_{x,0} = Q_0; \quad \frac{\partial Q}{\partial t} \Big|_{x,0} = \dot{Q}_0;$$

$$Q_{x,\tau} = 0; \quad Q_{x=0,\tau} = u; \quad u \geq 0.$$

Задача оптимального управления может быть сформулирована так: найти такое управление u , чтобы возникшие под воздействием внешних возмущений поперечные колебания нити полностью исчезли за минимально возможное время τ_{\min} , причем затраты энергии

$$q = \int_0^{\tau_{\min}} u^2 d\tau$$

также были минимально возможными.

При решении этой задачи на первом этапе были найдены условия полного успокоения нити из требований нулевого распределения амплитуд колебаний и нулевого распределения их скоростей в конечный момент времени τ_{\min} .

Для определения оптимального управления $u_{\text{опт}}$ был использован метод моментов [4]. Полученная при этом произвольная постоянная C выбиралась из условия минимума потерь энергии на управление. При нарушении требования ограничения u по величине предложено увеличивать время успокоения до величины, обеспечивающей выполнение неравенства $|u| \leq u_{\text{доп}}$.

В результате показано, что при учете перемещения нити со скоростью $v = 9\text{ м/сек}$ время ее полного успокоения составляет 0,024 сек, что практически обеспечит затухание колебаний нити до ее соприкосновения с кристаллом.

Список литературы: 1.Рогачев А.И., Суздаль В.С., Абрамова Л.С. Исследование процесса возникновения дефектов при разрезании монокристаллов// Вестник Харьковского политехнического института. – Харьков: ХГУ, 1990. – Вып.16. – №278. – С.11–13. 2.Цяцька Д.Н.,

Рогачев А.И. Цифровая система управления процессом обработки монокристаллов/ II Університетська науково-практична студентська конференція магістрів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»: тези доповідей: у 3-х т. – Т.2. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008.– С.34–36. **3.***Бутковский А.Г.* Характеристики систем с распределенными параметрами. – М.: Наука, 1979. – 224с. **4.***Бутковский А.Г.* Методы управления системами с распределенными параметрами. – М.: Наука, 1975. – 568с.