

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПРИ АЛМАЗНОМ СВЕРЛЕНИИ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

**С.М. Братан, С.И. Рощупкин**

*Севастопольский национальный технический университет,  
г Севастополь*

*В статье предложены зависимости характеризующие баланс перемещений и позволяющие определить изменение состояния технологической системы для любого момента времени. Также получено уравнение, позволяющее определить величину номинальной подачи по лимбу станка для любого момента времени обработки.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время конструкционные неметаллические материалы, такие как керамика, стекло, ситаллы, находят всё более широкое применение в радиоэлектронике, машиностроении и приборостроении, в оптической, часовой и ювелирной промышленности, в строительстве и быту. Эти материалы обладают высокой твёрдостью, прочностью и хрупкостью.

Одной из наиболее трудоёмких операций при изготовлении деталей из неметаллических операций является формообразование отверстий.

Наиболее эффективным способом обработки отверстий диаметром от 1 мм до 1000 мм является алмазное сверление. Технологический процесс алмазного сверления – один из самых напряжённых видов обработки, такой процесс идентичен процессу торцевого врезного шлифования.

Математическое моделирование операции алмазного сверления позволит решить многие практические задачи по выбору и конструированию инструмента, назначению режимов и условий обработки и является актуальной задачей.

Весьма часто при моделировании операция рассматривается как динамическая система [3]. Одна из возможных схем декомпозиции операции как динамической системы рассматривается в работе [2]. По функциональным признакам операция разбита на подсистемы станка, приспособления, инструмента, заготовки, СОЖ. Каждая из подсистем имеет свой набор свойств, параметров состояния, историю развития, вектор входных и выходных переменных, вектор возмущающих воздействий.

Центральной подсистемой является зона контакта заготовки с инструментом. К параметрам состояния зоны [2] относятся ее размеры, форма, параметры процесса стружкообразования, скорость съема материала, параметры изнашивания и разрушения абразивного материала. Размеры зоны находятся в прямой связи с размерами и пространственным расположением инструмента и заготовки, состоянием поверхностей сверла и заготовки. В связи с изменением размеров, пространственного расположения и состояния контактирующих поверхностей при каждом новом обороте инструмента будут изменяться и параметры состояния зоны контакта и, как следствие, показатели качества и эффективности операции сверления.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

Целью данной работы является установление взаимосвязей режимов обработки с текущими параметрами зоны контакта при алмазном

сверлении.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для установления параметров зоны контакта рассмотрим схему процесса алмазного сверления (рис. 1).

В сечении плоскостью, проходящей через ось инструмента, зона контакта имеет форму двух взаимно пересекающихся прямоугольников. При алмазном сверлении глубина отверстия увеличивается на величину съема материала, вылет сверла уменьшается на величину его износа. Форма зоны меняется и за счет возникновения упругих и температурных деформаций сверла и заготовки.

Максимально возможную (номинальную) глубину внедрения зерен инструмента в материал заготовки обозначим через  $t_f$ .

Для вывода зависимости, характеризующей баланс перемещений, рассмотрим рисунок 1, согласно которому для момента времени  $\tau$  имеем

$$t_f(\tau) = H(\tau) + h(\tau) - A(\tau), \quad (1)$$

где  $t_f(\tau)$  – фактическая глубина микрорезания в момент времени  $\tau$ ;

$H(\tau)$  – вылет инструмента;

$A(\tau)$  – расстояние между базовыми поверхностями;

$h(\tau)$  – толщина неперсверленного участка детали в момент времени  $\tau$ .

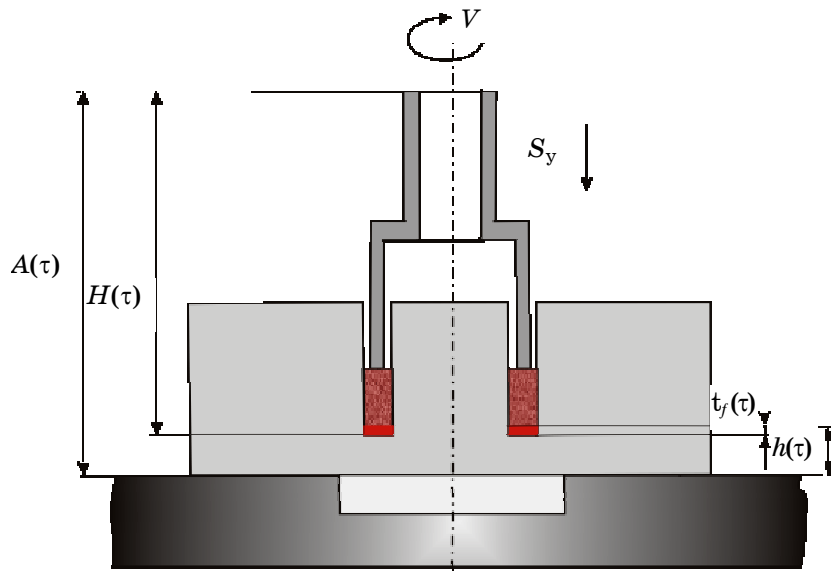


Рисунок 1 – Схема взаимодействия алмазного сверла и заготовки

Текущий вылет инструмента с учетом его размерного износа во времени определяется

$$H(\tau) = H_0 - \int_0^{\tau} S_H d\tau, \quad (2)$$

где  $H_0$  – вылет инструмента в начальный момент времени;  $S_H$  – износ инструмента в единицу времени.

Толщина непросверленного участка детали

$$h(\tau) = h_0 - \int_0^{\tau} \dot{h} d\tau, \quad (3)$$

где  $h_0$  – исходный размер заготовки;  $\dot{h} = Q_{\Sigma}$  – интенсивность съема материала.

В свою очередь, расстояние между базовыми поверхностями с учетом суммы вертикальных подач сверла, упругих и температурных отжатый в технологической системе

$$A(\tau) = A_0 - \int_0^{\tau} S_y d\tau + \Delta A_y(\tau), \quad (4)$$

где  $A_0$  – расстояние между базовыми поверхностями в момент касания сверла с заготовкой;

$S_y$  – значение номинальной подачи по лимбу подач станка;

$\Delta A_y(\tau)$  – приращение упругих и температурных деформаций в технологической системе.

$$\Delta A_y(\tau) = \Delta A_{yn} - \Delta A_t. \quad (5)$$

При подстановке в выражение (1) зависимостей (2), (3), (4) получим выражение для расчета  $t_f(\tau)$ :

$$t_f(\tau) = H_0 - \int_0^{\tau} S_H d\tau + h_0 - \int_0^{\tau} \dot{h} d\tau - A_0 + \int_0^{\tau} S_y d\tau - \Delta A_y(\tau). \quad (6)$$

После вычитания из  $t_f(\tau)$  значения  $t_f(\tau + 1)$  получим разностное уравнение, описывающее баланс перемещений в технологической системе

$$S_y = \frac{\Delta t_f}{\Delta \tau} + Q_{\Sigma} + \frac{\Delta H}{\Delta \tau} + \frac{\Delta A_y}{\Delta \tau}, \quad (7)$$

которое можно переписать в виде дифференциального уравнения

$$S_y = \frac{dt_f}{d\tau} + \frac{Q_{\Sigma}}{d\tau} + \frac{dH}{d\tau} + \frac{dA_y}{d\tau}, \quad (8)$$

где  $Q_{\Sigma} = f(t_f)$  – интенсивность съема материала;  $H$  – износ инструмента;  $A_y$  – деформации в технологической системе.

Зависимость (8) определяет изменение состояния технологической системы для любого момента времени, показывает, что состояние системы при алмазном сверлении зависит от предыстории, от текущего состояния инструмента, упругих и температурных деформаций и т.д.

Зависимость отличается от известных наличием в правой части приращения глубины микрорезания, которая в ряде случаев может быть больше других слагаемых.

Принципиальная схема изменения приращений за период обработки одного отверстия изображена на рисунке 2.

При сверлении на этапе врезания в начальный момент времени почти вся вертикальная подача идет на приращение упругих деформаций и глубины микрорезания. С увеличением подачи возрастают съём материала и износ инструмента, поэтому для дальнейшей части процесса приращения деформаций и глубины уменьшаются, а на этапе установившегося процесса они стремятся к нулю.

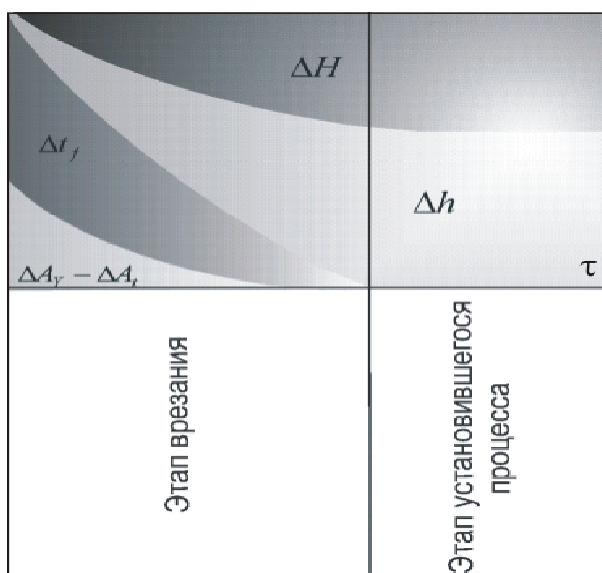


Рисунок 2 – Изменение съема материала, износа сверла, приращений упругих, температурных деформаций и глубины резания за время обработки одного отверстия

## ВЫВОДЫ

Полученное дифференциальное уравнение позволяет находить величину  $S_y$  для любого момента времени обработки. Однако данное уравнение может быть решено только в том случае, если известны зависимости, описывающие съём материала, износ инструмента, упругие и температурные деформации в технологической системе, что является задачей следующих исследований.

## SUMMARY

### INTERCOMMUNICATION OF MOVING IS IN TECHNOLOGICAL SYSTEME AT DIAMOND BORING OF NON-METAL MATERIALS

**Bratan S.M.** Doctor of Technical Sciences, **Roschupkin S.I.**  
SEVNTU, Sevastopol, Ukraine

*In the article dependences are offered characterizing balance of moving and allowing to defining the change of the state of the technological system for any moment of time. Equalization, allowing defining the size of nominal serve on the limb of machine-tool for any moment of time of treatment, is also got.*

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бальков А. В. Повышение эффективности обработки отверстий в деталях из хрупких неметаллических материалов на основе алмазного сверления: Дис. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук.
2. Новоселов Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке / Ю.К. Новоселов. – Саратов: Из-во Саратов. ун-та, 1979. – 232с.
3. Цветков В.Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов / В.Д. Цветков. – Минск: Наука и техника, 1979. – 264с.

**Братан С.М.**, д-р техн. наук;

**Рошупкин С.И.**, аспирант

*Поступила в редакцию 14 апреля 2008 г.*