

## РАЗРАБОТКА РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЯ СО ВСТРОЕННЫМ ИНДУКТИВНЫМ ДАТЧИКОМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ РАБОТЕ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

**НЕЖЕНКО О.В.**  
[izvestiva@ktu.aknet.kg](mailto:izvestiva@ktu.aknet.kg)

*Рассмотрены конструкция динамометрического резцедержателя и принцип работы индуктивного датчика.*

При обработке деталей на токарных станках необходимо контролировать параметры силы резания, так как от этого зависит качество обработки, а именно, точность изготовления деталей, шероховатость поверхности, физико-механические свойства обрабатываемого материала и стойкость инструмента. Поэтому контролируя силу резания в процессе обработки, мы можем адаптировать её к изменяющимся условиям технологического процесса посредством изменения скорости подачи режущего инструмента и частоты вращения шпинделя, [ 1 ].

Для контроля силы резания на кафедре «АиР» КГТУ им. И Раззакова разработан специальный динамометрический резцедержатель (рис.1). Конструкция предлагаемого резцедержателя позволяет измерять силу резания  $P_{рез}$  по трем ее составляющим  $P_z$ ;  $P_y$ ;  $P_x$  одновременно, что способствует более точному получению данных при обработке.

Конструкция резцедержателя состоит из следующих элементов (рис.1): 1 – фиксационный болт, 2 – резец, 3 – основание, 4 – крышка корпуса резцедержателя, 5 – индукционный датчик, 6 – корпус резцедержателя, 7 – установочная плита.

Измеряемыми элементами в конструкции резцедержателя являются индуктивные датчики 5, расположенные определенным образом, для снятия сигналов по трём составляющим.

Индуктивный датчик имеет линейную характеристику, высокую чувствительность и обладает достаточной надёжностью. Работа индуктивного датчика основана на изменении индукции чувствительного элемента при изменении зазора между ним и ферромагнитным движущимся сердечником.

В процессе обработки возникает сила резания  $P_{рез}$ , при изменении которой происходит изменение упругой деформации сердечника резцедержателя, в котором закреплён режущий инструмент 2, из-за чего изменяется зазор  $\delta$  в индуктивном датчике 5, вследствие чего изменяется ток на выходе датчика. Сигнал с датчика через усилитель подается на измерительный прибор.

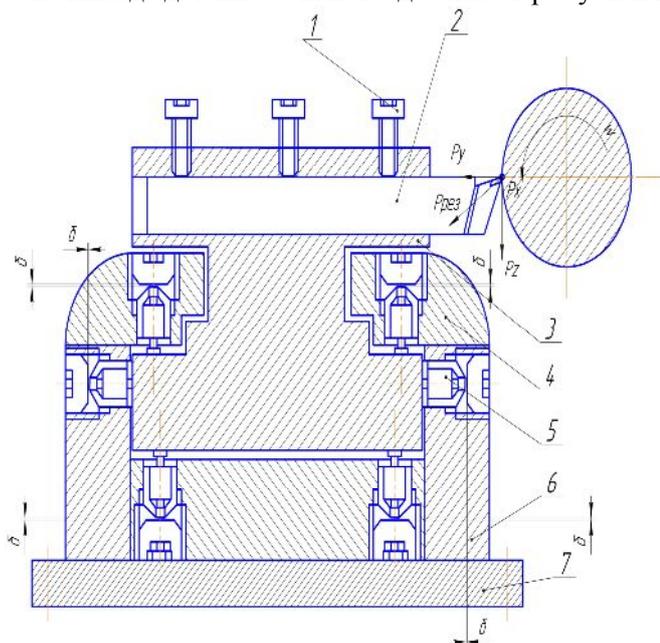


Рис.1. Динамометрический  
резцедержатель

Схема включения индуктивного датчика представлена на рис.2.

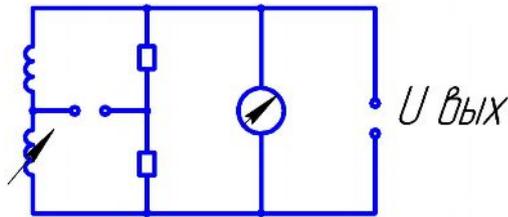


Рис.2. Схема подключения индуктивного датчика

Математическая модель для дифференциального индуктивного датчика [2,3].

$$U_2 = U_{\text{вых}} = mU_1 \Delta Z / 4Z_{\text{вн}}, \quad (1)$$

где  $m$  – число активных плеч,  $m = 1$ ,

$U_1$  – опорное напряжение

Магнитное сопротивление сердечника и зазора

$$Z_{\text{вн}} = (Rc^2 + S^2)^{1/2}. \quad (2)$$

Магнитное сопротивление воздушного зазора

$$S = 1/\mu_0 G,$$

где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-9}$  Гн/см.;

$\Delta Z$  – изменение магнитного сопротивления

Учитывая, что рабочей областью индуктивного датчика является линейная область, изменение  $\Delta Z$  можно выразить как

$$\Delta Z = \Delta \delta \cdot K_1, \quad (3)$$

где  $\Delta \delta$  – изменение сечения воздушного зазора

$K_1$  - передаточный коэффициент магнитного сопротивления

Сигнал, подаваемый на вход

$$\Delta Z = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м} - 5.099 \cdot 10^{-5} \text{ м}.$$

$$\Delta Z = 9.01 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

Решая совместно (1) и (3), получим:

$$U_{\text{вых}} = K_\delta \cdot \Delta \delta, \quad (4)$$

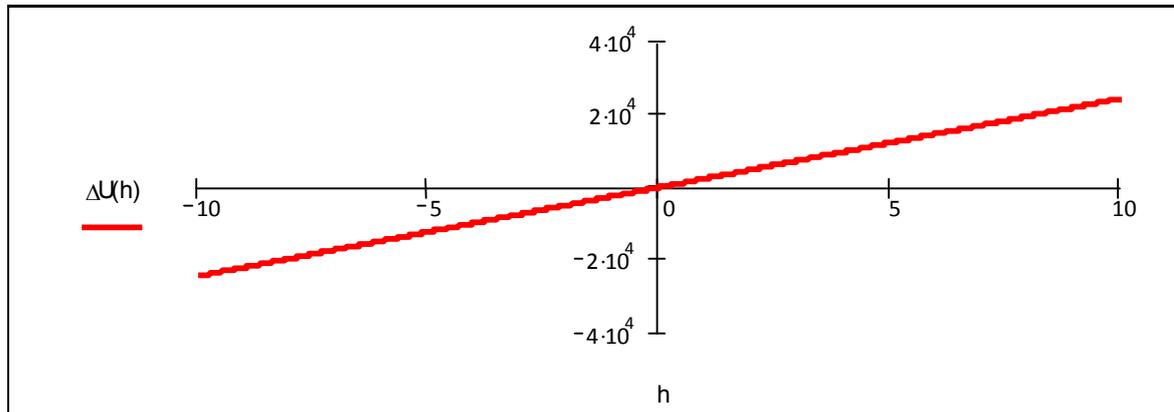
где  $K_\delta = mU_1 K_1 / \varphi Z_{\text{вн}}$  - коэффициент усиления датчика

Формула (4) является матмоделью индуктивного датчика

Передаточное отношение

$$W(p) = K_d.$$

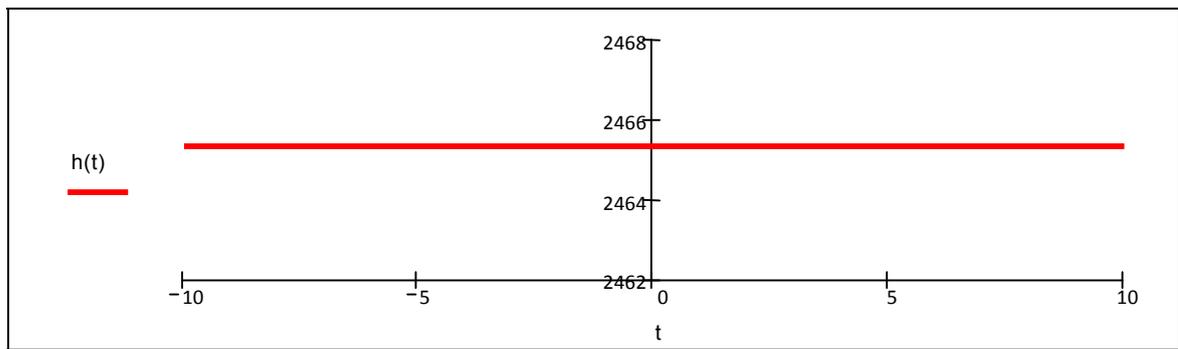
График изменения напряжения



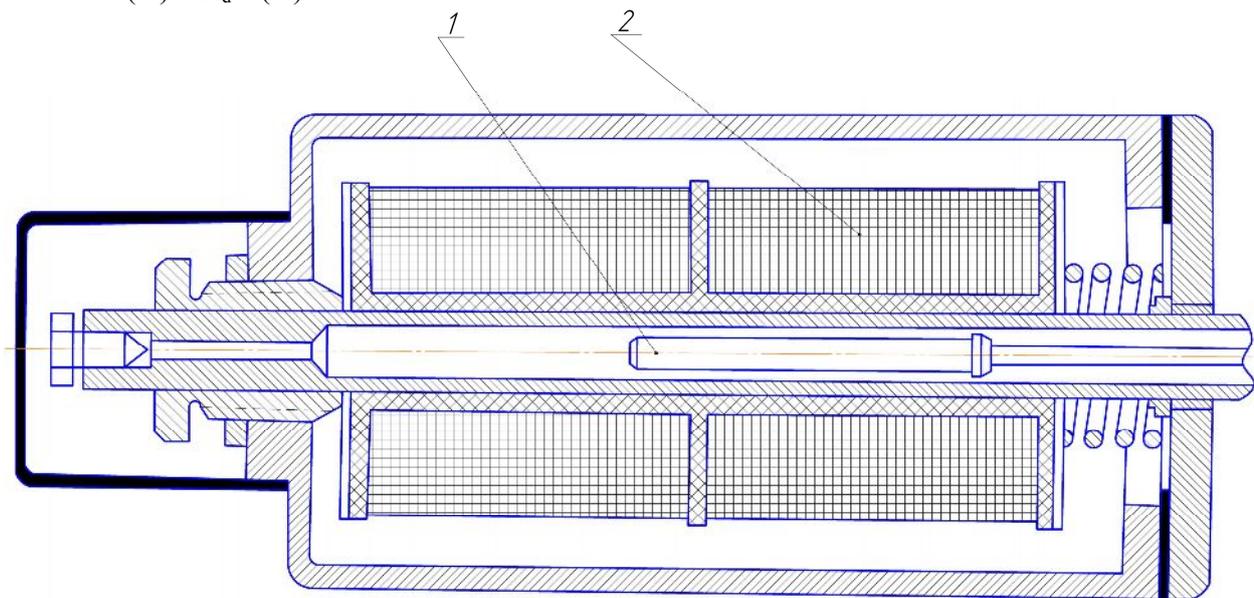
Переходная функция

$$h(t) = K_d$$

График переходной функции



Весовая функция  
 $\omega(t) = K_d \cdot \delta(t)$



*Рис.3. Конструкция индуктивного датчика типа Э  
 1 – ферромагнитный сердечник, 2 –индуктивная обмотка*

Выводы:

1. Разработан динамометрический резцедержатель со встроенным индуктивным датчиком для определенного типа, позволяющий измерять силу резания в процессе обработки по трем её составляющим на токарном станке.

2. Динамометрический резцедержатель имеет линейную характеристику, высокую чувствительность и надежность в работе и может применяться для автоматизации режимов работы станков.

### Литература

1. Балакшин Б.С. Адаптивные системы управления. М., 1974. - 580 с.
2. Туричин А.М. Электрические измерения не электрических величин.
3. Агейкин Д.И., Костин Е.Н., Кузнецов Н.Н. Датчики контроля и регулирования. М., 1965.

