

Карпушевич З.Г.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА**

Z.G. Karpushevich

**THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY
AUTOMATIC REGULATOR**

УДК: 621.62-822

В статье рассматриваются вопросы, связанные с теоретическими и экспериментальными исследованиями динамики золотникового регулятора универсальной автоматической системы управления режимами работы станка.

In article are considered the questions, connected with theoretical and experimental studies speakers a regulator universal automatic managerial system by states of working tool.

При выводе уравнения динамики золотникового регулятора универсальной автоматической системы управления режимами работы станка с гидравлическим приводом примем следующий учет и пренебрежение факторов:

- 1) примем расчетную схему и обозначения, представленные на рис. 1;
- 2) учитываем силы инерции, трения;
- 3) считаем, что масса движущихся частей и геометрические размеры золотникового регулятора постоянны;
- 4) пренебрегаем изменением вязкости рабочей жидкости, считая, что ее температура изменяется в небольшом диапазоне.

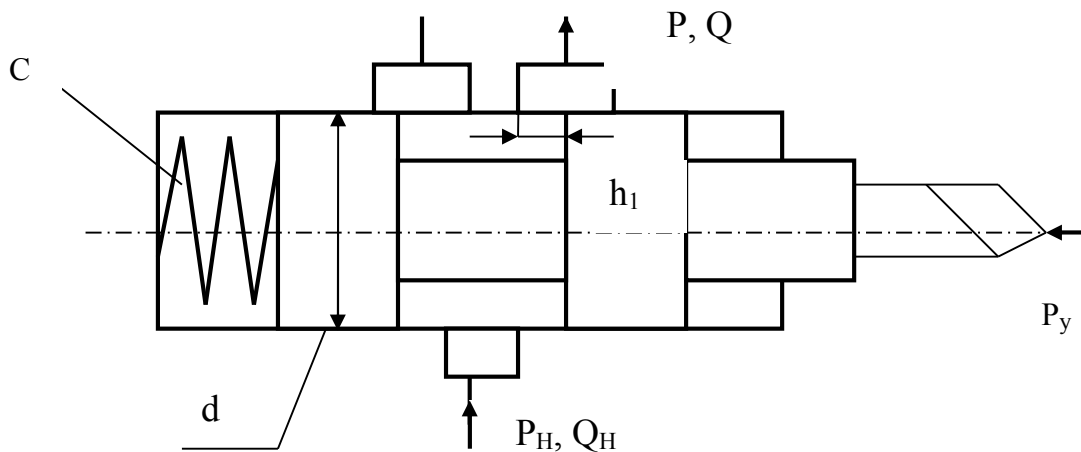


Рис. 1. Расчетная схема золотникового регулятора

На рис.2 приведена конструктивная схема регулятора адаптивной системы управления режимами работы токарного станка

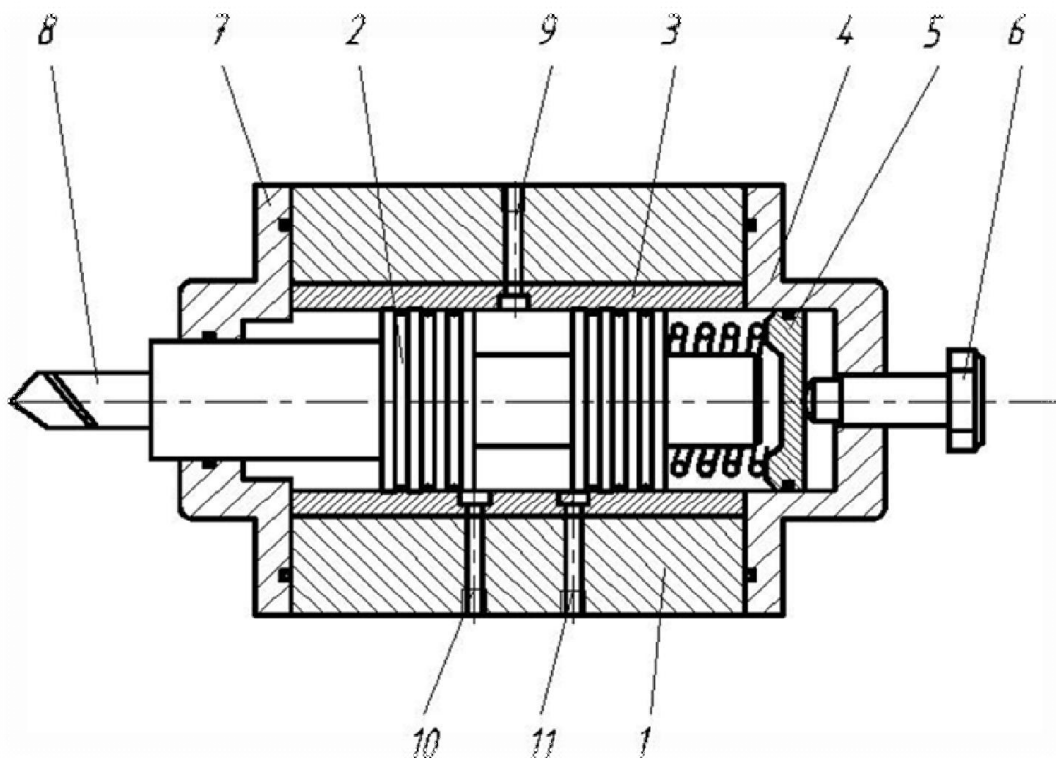


Рис. 2. Конструктивная схема регулятора: 1- корпус; 2-плунжер; 3-гильза; 4, 7-крышка; 5-поршень; 6-винт регулировки поджатия пружины; 8-резец; 9, 10, 11-каналы.

Дифференциальное уравнение движения золотника регулирующего клапана будет:

$$m \frac{d^2 h}{dt^2} + v \frac{dh}{dt} + (K_r + c)h = P_y f, \quad (1)$$

где m – масса золотника;
 K_r – коэффициент пропорциональности гидродинамической силы;
 c – коэффициент жесткости пружины;
 f – площадь торца золотника;
 v – коэффициент вязкого трения.

Введем обозначения:

$$T_2 = \sqrt{\frac{m}{K_r + c}}; \quad \xi_2 = \frac{v}{2\sqrt{m(K_r + c)}}; \quad K_2 = \frac{f}{K_r + c};$$

Тогда уравнение (3.11) примет вид:

$$T_2^2 \frac{d^2 h}{dt^2} + 2T_2 \xi_2 \frac{dh}{dt} + h = P_y K_2 \quad (2)$$

Решение уравнения (2) при начальных условиях:

$$t = 0; \quad h = 0; \quad \frac{dh}{dt} = 0;$$

$$T_2 K^2 + 2T_2 \xi_2 K + 1 = 0$$

$$K_{1,2} = -\frac{\xi_2}{T_2} \pm \frac{1}{T_2} \sqrt{\xi_2^2 - 1}.$$

Для случая $\xi_2^2 < 1$; $\omega = \frac{1}{T_2} \sqrt{1 - \xi_2^2}$

$$K_{1,2} = -\frac{\xi_2}{T_2} \pm j\omega$$

$$h = e^{\frac{\xi_2 t}{T_2}} (c_1 \cos \omega t + c_2 \sin \omega t) + P_y K_2; (3)$$

где

$$c_1 = -P_y K_2 c_2 = -\frac{\xi_2 P_y K_2}{T_2 \omega}$$

следовательно

$$h = P_y K_2 - (1 - e^{\frac{\xi_2 t}{T_2}}) (\cos \omega t + \frac{\xi_2}{T_2 \omega} \sin \omega t) \quad (4)$$

График стабилизации величины отклонения рабочей щели при изменении давления в силовом цилиндре показан на рис.3.

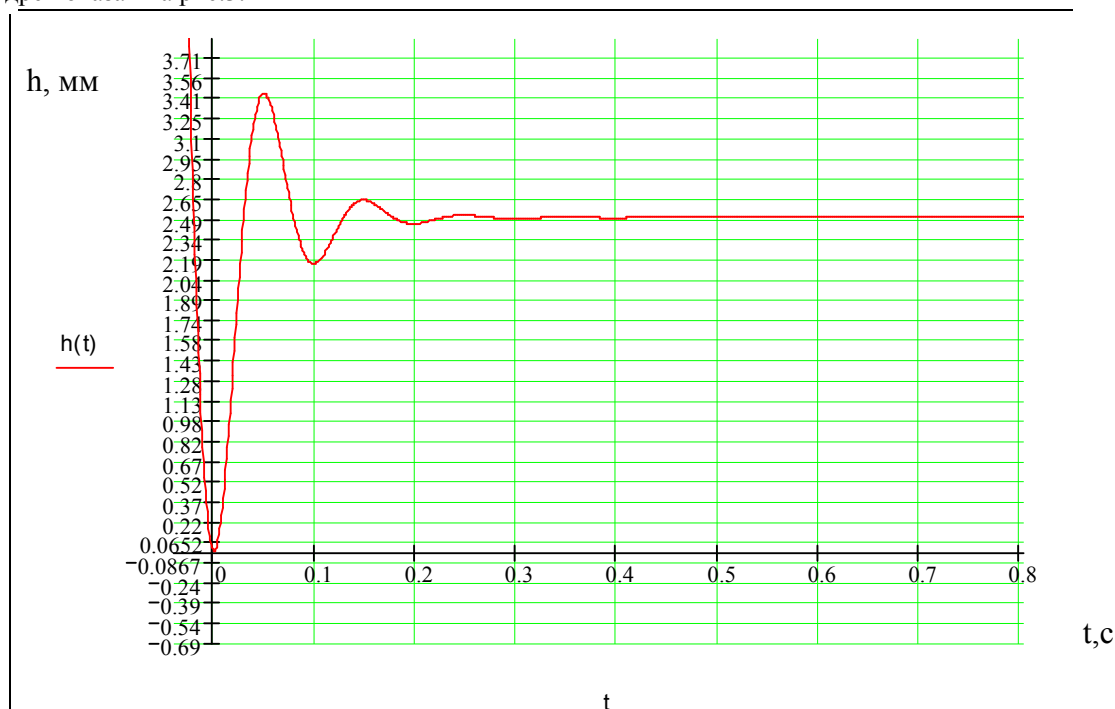


Рис. 3. График стабилизации величины отклонения рабочей щели золотника при изменении давления в силовом цилиндре

Для экспериментального исследования золотникового регулятора проводились следующие работы:

1. Экспериментальное определение зависимости скорости подачи гидроцилиндра и его расхода от перемещения золотника при металлорежущей обработке.
2. Обработка результатов опытов:
 - а) построение графика зависимости скорости подачи силового гидроцилиндра от исследуемых факторов,
 - б) вывод уравнений исследуемых зависимостей.

На основании экспериментального исследования зависимости сил резания от режимов, подберем диапазон изменения продольной нагрузки R_x на нагрузочный гидроцилиндр. Это делается для того, чтобы смоделировать действительный рабочий процесс на исследуемый гидроцилиндр подачи.

Золотника нагружается через механический динамометр с величину нагрузки составляющей силы резания - R_y .

Контроль за изменением давления в силовых цилиндрах осуществляется при помощи образцовых манометров подключенных к каждой полости силового гидроцилиндра.

Скорость и характер изменения подачи инструмента определяется индукционным датчиком скорости, показания которого отображаются на миллиамперметре.

По полученным данным заполняется таблица и строятся графики зависимостей.

На рис.4 приведен график изменения упругого перемещения резца от радиальной нагрузки, из которого видно, что при увеличении нагрузки до 160Н, максимальное перемещение резца составляет 0,1 мм.

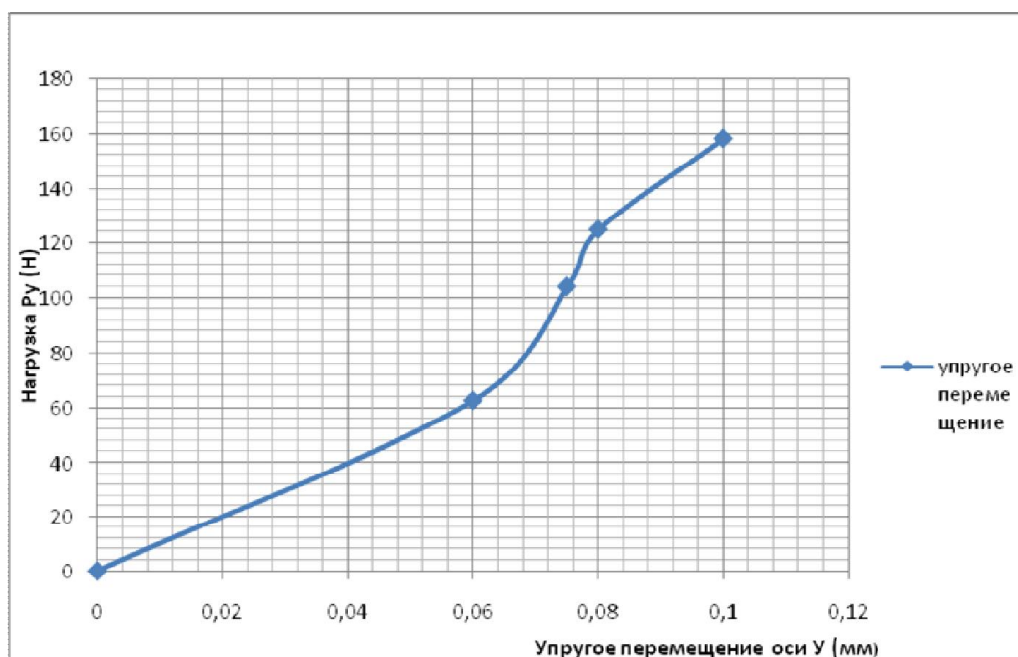


Рис.4. График изменения упругого перемещения резца от радиальной нагрузки

Из графика (рис.5) установлено, что при перемещении золотника от 0 до 0,1 мм расход жидкости изменяется в пределах от 1 до $5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$.



Рис. 5. График зависимости расхода жидкости от изменения размера щели регулятора

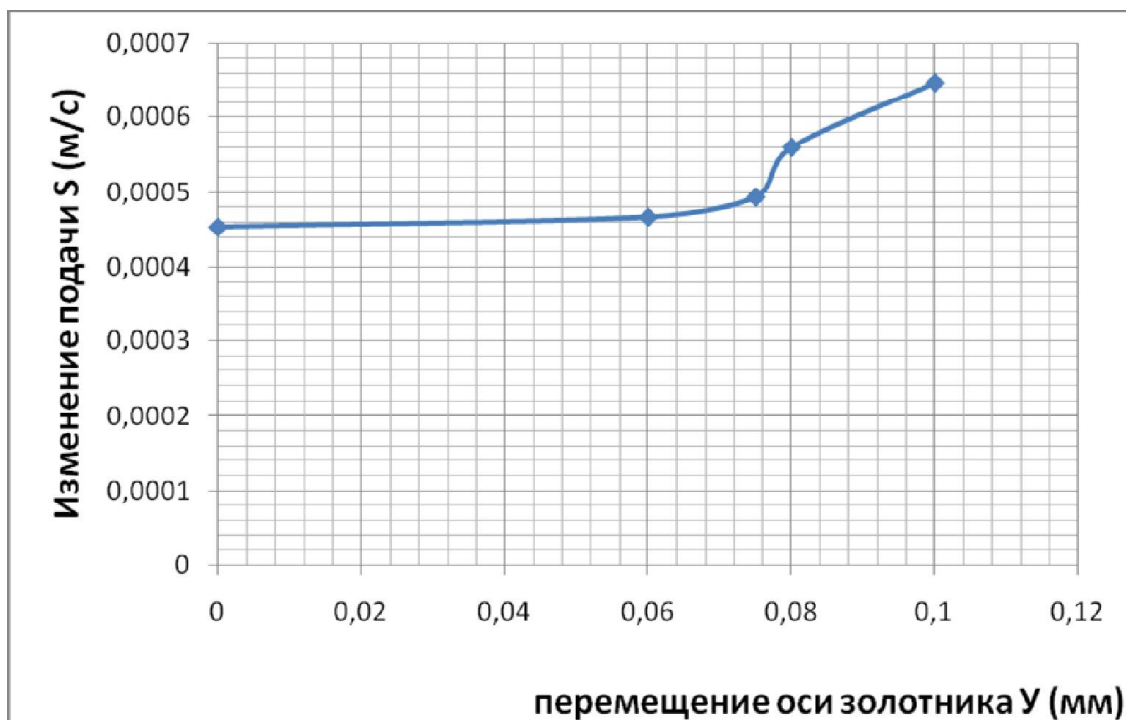


Рис. 6. График зависимости величины подачи от перемещения оси золотника

Из графика (рис.6) видно, что при перемещении золотника в диапазоне от 0 до 0,07 мм изменение скорости подачи не происходит, т.е. обеспечивается стабилизация работы регулятора, а при увеличении перемещения золотника свыше 0,075 мм происходит резкое увеличение скорости подачи с 0,0005 до 0,00065 м/с.

Динамическое испытание системы осуществляется путем резкого скачкообразного нагружения оси золотника и исследуемого силового цилиндра.

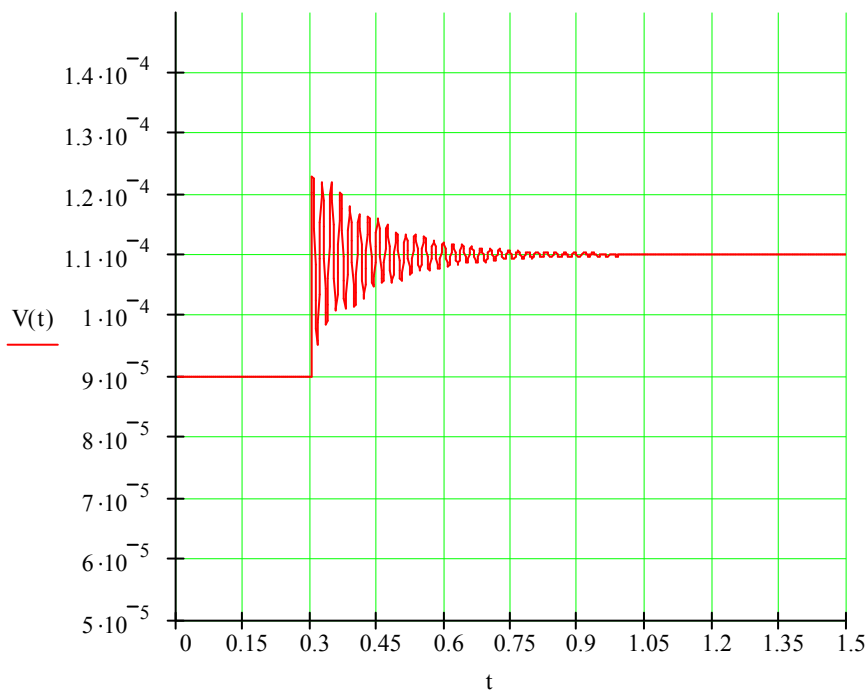


Рис. 7. График скачкообразного изменения зазора от нагрузки

Из графика (рис.7) видно, что стабилизация величины зазора золотника обеспечивается через 0,6-0,75 с, что достаточно согласуется с результатами теоретических исследований.

Выводы. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования динамики золотникового регулятора, показывают, что стабилизация отклонения рабочей щели золотникового регулятора при изменении давления в силовом цилиндре, а следовательно работы системы, наступает через 0,25-0,75сек, что способствует стабилизации скорости подачи, и соответственно повышению точности и качества обрабатываемой поверхности и стойкости инструмента.

Литература:

1. Н.С. Ачеркан металлорежущие станки. М 1965. в 2х томах
2. П.И. Ящерицин основы резания материалов и режущий инструмент М 1981г., 560с.
3. Муслимов А.П., Карпушевич З.Г., Трегубов А.В. Универсальная автоматическая система управления режимами работ станка при черновой и чистовой механической обработке. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова № 9, Бишкек, 2006 г.
4. Карпушевич З.Г. Исследование динамики золотникового регулятора универсальной автоматической системы управления режимами работ станка. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова № 13. Бишкек, 2008 г.
5. Трегубов А.В., Карпушевич З.Г. Методика выбора основных параметров регулятора автоматической системы регулирования режимами работы привода подачи инструмента. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова № 17, Бишкек, 2009 г.
6. Карпушевич З.Г. Экспериментальное исследование зависимостей сил резания от режимов резания при токарной обработке. Вестник Казахстанско-Британского технического университета №4. Алматы, 2010 г.

Рецензент: д.т.н., профессор Муслимов А.П.
