

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА  
СО СТРУЙНЫМ УСИЛИТЕЛЕМ

Е. П. МИХАЕВИЧ, Э. Г. ФРАНК

(Представлена кафедрой горных машин)

Эффективным средством автоматизации современных машин являются гидравлические силовые следящие приводы. В настоящее время в следящих гидромеханизмах наиболее широкое применение нашли золотниковые усилители. Однако золотниковым усилителям, наряду с их достоинствами, присущ и ряд известных недостатков, от которых свободны усилители пропорционального управления, основанные на взаимодействии затопленных струй [1, 2, 3, 4]. Поэтому всесторонние исследования следящих гидромеханизмов со струйными усилителями способствуют накоплению полезной информации для создания методов расчета элементов струйной гидроавтоматики.

В настоящей работе приводится принципиальная схема физической модели незамкнутого гидравлического следящего привода со струйным усилителем непрерывного управления и гидродвигателем вращения для исследования статических и динамических характеристик струйного усилителя и привода в целом. Приведены некоторые статические характеристики привода. Схема физической модели привода с двухкаскадным гидроусилителем представлена на рис. 1.

В первом каскаде усилителя используются элементы типа сопло-заслонка, включенные по дифференциальной схеме.

Второй каскад основан на взаимодействии взаимно перпендикулярных осесимметричных затопленных турбулентных струй. К выходу усилителя подключен гидродвигатель вращения МГ153А. На валу гидродвигателя смонтирован узел нагрузки, который создает фрикционную  $M_{тр}$  и инерционную  $M_{ин}$  нагрузки.

При отсутствии сигнала управления дифференциальное давление управления  $\Delta P_y = P_{y_1} - P_{y_2} = 0$  и струя, выходящая из сопла питания, равномерно распределяется между двумя приемными соплами и, следовательно, перепад давления на гидромоторе  $\Delta P_m = P_1 - P_2 = 0$ . Перемещение  $x$ -заслонки первого каскада управления из нейтрального положения вызывает изменение давлений  $P_{y_1}$  и  $P_{y_2}$  управления (т. е.  $\Delta P_y \neq 0$ ), которые отклоняют струю питания, формируемую под действием давления  $P_{п}$  питания. Отклонение струи питания вызывает изменение давлений  $P_1$  и  $P_2$  на выходе струйного гидроусилителя (в полостях исполнительного двигателя), которые, в свою очередь, вызывают движение гидромотора. Таким образом, происходит непрерывное управление скоростью  $\frac{d\varphi}{dt}$  гидромотора перемещением  $x$ -заслонки первого каскада гидроусилителя.

Питание привода осуществлялось аксиально-поршневыми насосами НП-26 регулируемой производительности. Давление  $P_{п}$  питания на-

страивалось предохранительным клапаном ГА124 и изменялось от 20 до 200 кг/см<sup>2</sup>. Давление  $P_{ун}$  управления обеспечивалось переливным клапаном Г52-12 и изменялось в диапазоне 10—60 кг/см<sup>2</sup>.

Слив от предохранительных клапанов ГА124 и Г52-12 подключен к камере взаимодействия струй с целью создания в ней постоянного давления  $P_k$  с помощью дросселя Др1.

Основные параметры привода изменялись в достаточно большом диапазоне. Так, расстояние  $L$  между соплом питания и приемными каналами, расстояние  $l$  между соплами управления и расстояние  $l_1$  между срезом сопла питания и точкой взаимодействия струй изменялись непрерывно в диапазоне  $L=0 \div 50$  мм,  $l=2 \div 40$  мм и  $l_1=0 \div 20$  мм.

Диаметры  $d_n$ ,  $d_y$  и  $d_{пр}$  сопел питания, управления и приемных каналов усилителя соответственно изменялись в диапазоне  $1 \div 6$  мм простой переналадкой

С целью фотографирования и визуального наблюдения струй камера взаимодействия струй была выполнена из оптически прозрачного материала.

Для изучения переходных режимов привода предусмотрено задающее устройство (ЗУ), позволяющее подавать на вход (перемещение  $x$ ) следящей системы гармонический и ступенчатый сигналы управления.

Регистрация переходных процессов осуществлялась с помощью индуктивного датчика (ИД) пере-

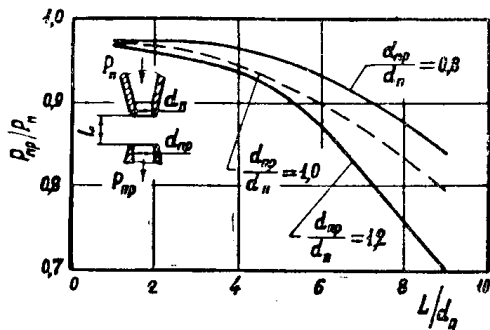


Рис. 2. Зависимость давления  $P_{пр}$  в приемном канале от расстояния  $L$  между соплами ( $P_n=100$  кг/см<sup>2</sup>,  $d_n=2,5$  мм,  $P_k=0$  жидкость АМГ=10,  $T=45-50^\circ\text{C}$

Рис. 3. Силовые характеристики гидроусилителя при заторможенном гидродвигателе ( $P_n=100$  кг/см<sup>2</sup>,  $P_{ун}=35$  кг/см<sup>2</sup>,  $d_n=d_y=1,5$  мм,  $d_{пр}=2,5$  мм,  $L/d_n=4,35$ ,  $l/d_y=3$ ).

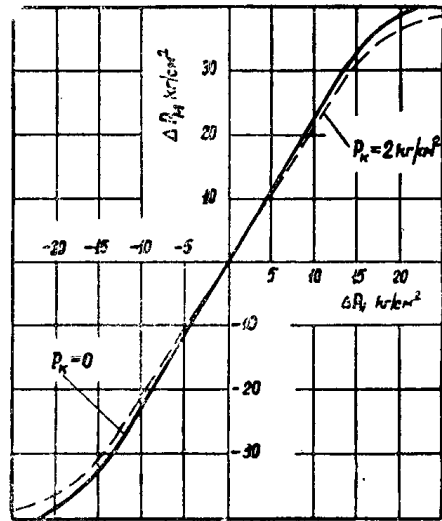


Рис. 3. Силовые характеристики гидроусилителя при заторможенном гидродвигателе ( $P_n=100$  кг/см<sup>2</sup>,  $P_{ун}=35$  кг/см<sup>2</sup>,  $d_n=d_y=1,5$  мм,  $d_{пр}=2,5$  мм,  $L/d_n=4,35$ ,  $l/d_y=3$ ).

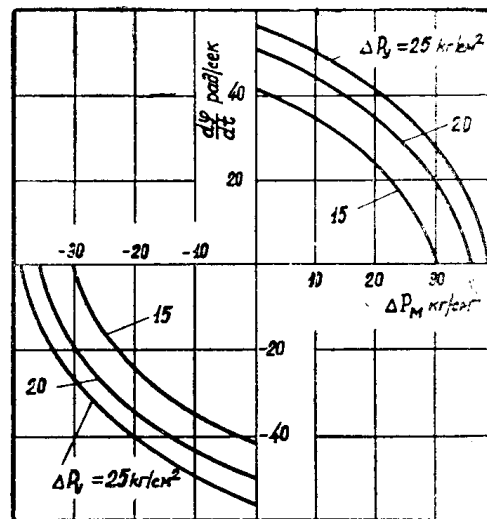


Рис. 4. Внешние характеристики гидромеханизма (параметры усилителя соответствуют параметрам, приведенным на рис. 3).

мещения  $x$ -заслонки, тензометрических датчиков давлений и крутящего момента на валу двигателя, тахометрического датчика вращения вала гидромотора и шлейфового осциллографа Н-700.

Одним из важных показателей струйных элементов является коэффициент  $\frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{пр}}}$  восстановления давления  $P_{\text{п}}$  питания в приемном канале, соединенном с замкнутой полостью. Схема испытаний и зависимость давления  $P_{\text{пр}}$  в приемном канале от расстояния  $L$  между питающим и приемным соплами для различных значений диаметров сопел приведены на рис. 2. Из рис. 2 видно, что максимальное значение давления  $P_{\text{пр}}$  в приемном канале достигает  $0,975 P_{\text{п}}$ , т. е. минимальные потери давления в струйном преобразователе составляют 2,5%.

На рис. 3 приведена силовая характеристика гидроусилителя (рис. 1) при заторможенном гидродвигателе и ее зависимость от давления  $P_{\text{к}}$  в камере взаимодействия струй.

Зависимость скорости исполнительного гидродвигателя от нагрузки для различных значений сигнала управления (внешние характеристики) приведены на рис. 4.

Экспериментальные исследования привода показали, что непрерывное управление скоростью гидродвигателя с помощью взаимодействующих турбулентных струй устойчиво, статические характеристики стабильны во времени, а одной из важных задач изучения струйных элементов является синтез рациональных структур, корректирующих и обратных связей, которые позволят улучшить характеристики следящих гидромеханизмов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Залманзон. Теория элементов пневмоники. М., «Наука», 1969.
  2. Струйная техника. Труды Яблоннской конференции. Перевод с польского под редакцией Л. А. Залманзона и И. В. Лебедева. М., «Мир», 1969.
  3. Пневматические средства и системы управления. М., «Наука», 1970.
  4. Э. Г. Франк, Е. П. Михайевич. Экспериментальный стенд для исследования статических характеристик гидравлического следящего привода с усилителем, основанным на взаимодействии осесимметричных затопленных струй. Сборник трудов конференции «Автоматизация производственных процессов в машиностроении», Томск, изд-во Томского университета, 1970.
-