

СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОПРИВОДА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ “НА ВЫХОДЕ”

А.П. Муслимов, М.П. Зенкова

Рассматриваются вопросы разработки гидропривода с обратной связью для автоматического регулирования режимами работ с обеспечением необходимых его характеристик. Статическое исследование в виде математических моделей позволяет произвести расчет основных элементов.

Ключевые слова: гидравлическая силовая головка; автоматическая система; регулятор расхода; статика.

Известно, что проблемным вопросом в металлообрабатывающей промышленности является разработка методов повышения стойкости режущего инструмента и предотвращение его от поломки в процессе механической обработки.

Быстрый износ и поломка инструмента в основном происходит за счет возрастания сил резания, что вызывается рядом факторов: увеличением припуска и твердости материала, загромождением режущего инструмента, температурными деформациями и т.п. Для того чтобы инструмент в процессе резания работал в одинаковых условиях, очевидно, необходимо управление силами резания, т.е. для поддержания его постоянного значения. С этой целью была разработана гидравлическая схема силовой головки с обратной связью “на выходе” (рис. 1). Такой привод состо-

ит из следующих узлов и аппаратуры: силовой цилиндр 4, регулирующий клапан 1, редуцирующий клапан 3, демпферы 2 и дроссель 5.

Принципиально работа схемы происходит следующим образом. Предположим, при механической обработке возрастает нагрузка P_{IP} , т.е. силы резания, тогда возрастает давление P в рабочей полости, что приводит к увеличению внутренних утечек в цилиндре, и скорость его несколько снижается.

Одновременно происходит снижение давления P_u перед дросселем 5 в связи с уменьшением значения расхода, вытесняемого из нерабочей полости силового цилиндра.

Золотник регулирующего клапана 1 за счет левой пружины смещается вправо и тогда расход Q , поступающий в силовой цилиндр уменьшает-

ся, что приводит к уменьшению его скорости v до заданного значения, при котором силы резания будут постоянными.

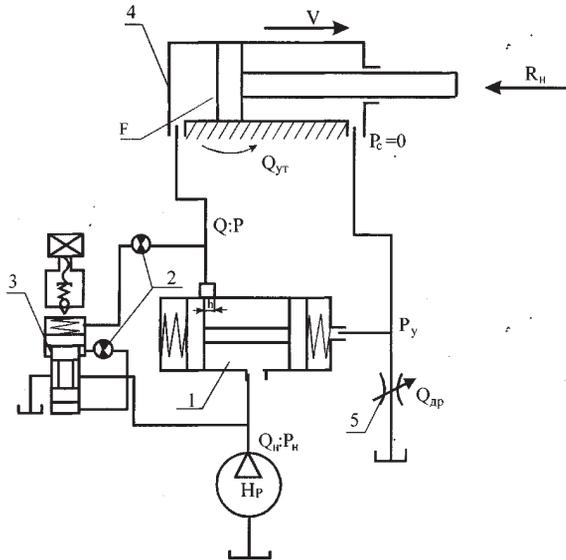


Рис. 1. Принципиальная схема гидропривода с обратной связью “на выходе”.

При уменьшении нагрузки в силовом цилиндре в начальный момент за счет уменьшения внутренних утечек скорость возрастает, что приводит к увеличению давления в канале слива и золотник регулирующего клапана перемещается влево, уменьшая расход, поступающий в силовой цилиндр, что в конечном итоге приводит к стабилизации сил резания.

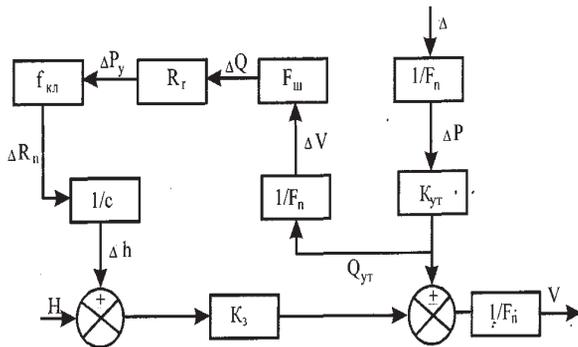


Рис. 2. Структурная схема гидропривода с обратной связью “на входе”.

Из структурной схемы (рис. 2) представляется возможным вывести выражение для скоро-

сти движения цилиндра, имеющего обратную связь “на выходе”¹.

$$\left[\frac{\left(h \pm \frac{\Delta R_H K_{ym} F_{uu} R_r f_{кл}}{FFc} \right) K_3 \pm \frac{\Delta R_H K_{ym}}{F}}{F} \right] = v.$$

После преобразования имеем

$$v = \frac{hK_3}{F} \mp \frac{\Delta R_H K_{ym} F_{uu} R_r f_{кл}}{F^3 c} K_3 \pm \frac{\Delta R_H K_{ym}}{F^2}, \quad (1)$$

где F и F_{uu} – эффективные площади поршней бесштоковой и штоковой полостей цилиндра; ΔR_H – приращение нагрузки; K_{ym} – коэффициент утечки в силовом цилиндре; $f_{кл}$ – площадь торца регулятора расхода; K_3 – коэффициент усиления регулятора расхода; c – коэффициент жесткости пружины регулятора расхода; R_r – гидравлическое сопротивление дросселя 5.

Как известно, скорость движения силового цилиндра без обратной связи имеет вид:

$$v = \frac{hK_3}{F} \pm \frac{\Delta R_H K_{ym}}{F^2}. \quad (2)$$

При сравнении выражения (1) и (2) видим, что для полной стабилизации скорости движения силового цилиндра не зависимо от нагрузки необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$\mp \frac{\Delta R_H K_{ym} F_{uu} R_r f_{кл}}{F_n^3 c} = \pm \frac{\Delta R_H K_{ym}}{F_n^2}.$$

Упростив, получим следующее соотношение:

$$\mp \frac{f_{кл}}{c} = \pm \frac{F_n}{F_{uu} R_r}. \quad (3)$$

Уравнение (3) позволяет правильно рассчитать основные параметры гидропривода с обратной связью “на выходе”.

¹ Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. М.: Машгиз, 1998. С. 355.

Если заданы соотношения площадей силового цилиндра (известно $\frac{F}{F_{ш}}$ гидравлическое со-

противление выбранного дросселя 5), то нетрудно установить значение $f_{кл}$ и c – коэффициент жесткости пружины регулирующего клапана.

В формуле (1) следует иметь в виду, что если нагрузка на силовом цилиндре ΔR_H возрастает, то второе слагаемое должно быть со знаком “–”, а третье – со знаком “+”, если же нагрузка уменьшается, то наоборот.

Разработанную адаптивную систему управления работой гидропривода рекомендуется

использовать в агрегатных станках, автоматических линиях, горных и бурильных машинах, работающих в условиях динамической нагрузки, так как при этом решаются вопросы повышения производительности труда, качества продукции, стойкости инструмента и улучшение условий труда.

Выводы

1. Установлено, что введение обратной связи “на выходе” (1) обеспечивает стабильные режимы работ независимо от колебания нагрузки
2. Полученные уравнения позволяют обоснованно рассчитать основные параметры системы, которые должны быть уточнены после проведения динамических исследований.