

УДК 624.2.0012

П.А. Андриенко (асп., каф. ТММ), В.А. Терешин, к.т.н., доц.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВИД ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МАШИН С ГИДРОПРИВОДОМ

В последнее время появилась необходимость сокращения сроков проектирования и модернизации различных машин, станков и аппаратов, в которых применяются гидроприводы. Это требует широкого использования вычислительной техники, формирования адекватных математических моделей.

При создании математических моделей гидропривода как совокупности уравнений его элементов, возникает неопределенность в учете тех или иных физических процессов. Наиболее полная физическая модель весьма трудоемка для численного интерпретирования, содержит большое количество малодостоверных исходных данных и, как правило, не обеспечивает требуемой точности расчетов. Простые модели часто не описывают наблюдаемых явлений.

После появления результатов многочисленных исследований [1], стало ясным принципиальное различие механики нелинейных колебаний от механики линейных колебаний, которое полностью сохраняется даже при рассмотрении слабо нелинейных систем. Которые описываются дифференциальными уравнениями, отличающимися от линейных с постоянными коэффициентами, лишь наличием весьма малых членов.

Так, например, в системе могут присутствовать источники и поглотители энергии, которые производят и поглощают весьма малую работу за один период колебаний, но при длительном их действии эффект, производимый ими, может накапливаться и оказывать существенное влияние на протекание колебательного процесса, на его устойчивость.

Кроме того, из-за нелинейности нарушается принцип суперпозиции, и отдельные гармоники колебаний вступают во взаимодействие между собой, вследствие чего делается невозможным индивидуальное рассмотрение поведения каждого гармонического слагающего колебаний в отдельности.

Трудности, описанные выше, характерны и для анализа динамики гидроприводов машин, особенно если они содержат элементы, описываемые нелинейными уравнениями.

Для составления адекватной математической модели гидропривода большой интерес вызывает оценка влияния различных физических параметров на характер колебаний в переходном процессе.

Для подобного исследования достаточно интересным представляется математический аппарат, который мог бы быть приложен для анализа нелинейных колебаний, во всяком случае, для колебаний, достаточно близких к линейным. Достаточно близкими к линейным называются обычно колебания, для которых соответствующие дифференциальные уравнения хотя и являются нелинейными, но содержат некоторый параметр  $\varepsilon$ , входящий в эти уравнения так, что при нулевом значении  $\varepsilon$  они вырождаются в линейные дифференциальные с постоянными коэффициентами. При этом предполагается, что параметр  $\varepsilon$  является «малым», то есть может принимать лишь достаточно малые по абсолютной величине значения.

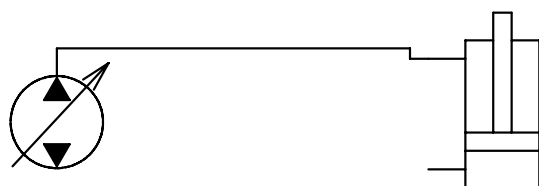


Рис. 1. Расчетная схема гидропередачи

Составим уравнения математической модели гидропередачи [2], включающей в себя насос с постоянной производительностью, участок трубопровода и гидроцилиндр (рис. 1).

Можно получить следующее нелинейное дифференциальное уравнение движения штока гидроцилиндра:

$$\frac{k_{\text{гнр.1}} \cdot k_{\text{гнр.2}} \cdot a}{2f} \cdot Q_1 \cdot m x^{IV} + \frac{1}{f} (k_{\text{гнр.1}} + k_{\text{гнр.2}}) m \ddot{x} + \frac{k_{\text{гнр.1}} \cdot a f}{2} \cdot Q_1 \cdot \dot{x} +$$

$$+ f \cdot \dot{x} + \frac{k_{\text{гнр.1}} \cdot k_{\text{гнр.2}} \cdot a}{2f} \cdot \left( Q_1 + \frac{k_{\text{гнр.2}}}{f} F \right) \ddot{F} + \frac{1}{f} (k_{\text{гнр.1}} + k_{\text{гнр.2}}) \dot{F} - Q_1 = \varepsilon g(x^{IV}, \ddot{x}, \dot{x}, \dot{x})'$$

где  $x$  – перемещение штока,  $F$ – усилие на штоке,  $p_1$  и  $Q_1$  – давление и расход на выходе насоса,  $a$  – коэффициент, учитывающий потери на трение,  $f$  – эффективная площадь цилиндра,  $k_{\text{гнр.1}}$  и  $k_{\text{гнр.2}}$  – коэффициенты упругости полостей с рабочей жидкостью.

Произведя разложение по степеням малого параметра, можно составить не только алгоритм последовательного приближения для решения уравнения движения, но и понять степень важности различных физических параметров и процессов, характеризующих динамические явления в машинах с гидроприводом.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – М.: Наука, 1974. – 504 с.
2. Расчет и проектирование строительных и дорожных машин на ЭВМ/ Под ред. Е.Ю. Малиновского. – М.: Машиностроение, 1980. 216с.