

УДК 62–31 (088.86)

Ю.В. Козлова (асп., каф. ГМ), Ю.М. Исаев, к.т.н., проф.

## ДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В НАПОРНОМ ТРУБОПРОВОДЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

При проектировании гидропривода приходится сталкиваться с нестационарными процессами, возникающими при пуске, остановке и изменении режимов работы гидроприводов. Нередки случаи возникновения вибраций, связанных с близким совпадением собственных частот колебаний трубопроводов и включенных в гидропривод гидроаппаратов, а также с частотами периодических воздействий. Поэтому учет частотных характеристик гидролиний при проектировании гидропривода является необходимым условием создания систем с пониженным уровнем вибраций.

Из этих соображений были получены передаточные функции и частотные характеристики длинного трубопровода (в начале которого расположен источник питания с органом управления, а на конце имеется гидроцилиндр), нагруженного инерционной нагрузкой и вязким трением при постоянном давлении в сливной линии. Трубопровод, как динамическое звено, представляет собой систему с распределенными параметрами.

При рассмотрении системы были приняты следующие допущения:

- объем сливного трубопровода равен бесконечности, что дает возможность считать давление в сливной полости постоянным;
- движение жидкости одномерное, нестационарное, изотермическое;
- режим течения жидкости ламинарный, что дает возможность принять зависимость потерь от скорости линейной;
- деформация трубопровода и жидкости происходит в пределах упругости;
- давление и скорость в сечении распределены равномерно.

Вывод уравнений, описывающих поведение жидкости в трубопроводе, основывался на уравнении Навье-Стокса, уравнении неразрывности и уравнении движения жидкости и нагрузкой. Расчетная схема трубопровода представлена на рис. 1.

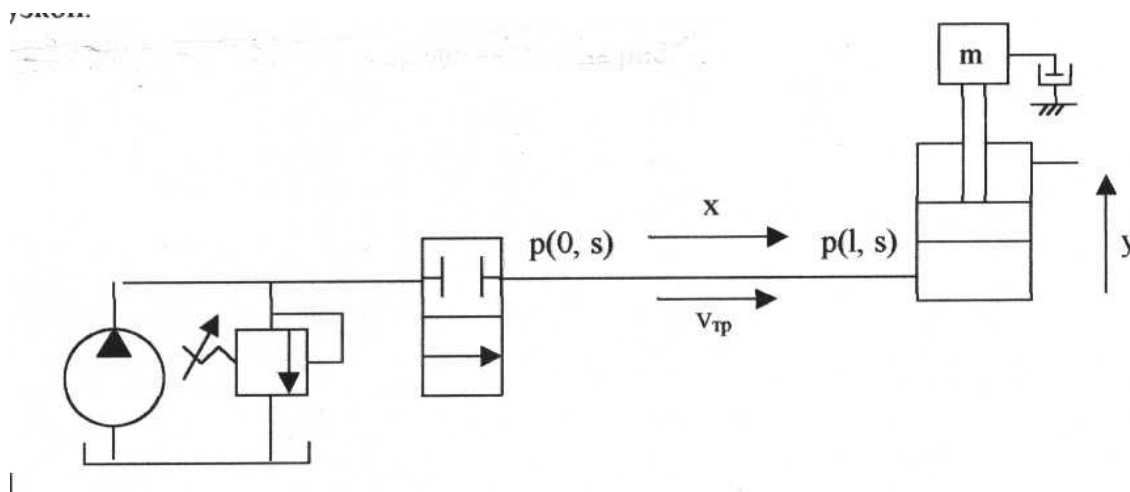


Рис. 1.

Задача решалась на ЭВМ, были получены амплитудно–частотные характеристики трубопровода. Расчеты показали, что:

волновые процессы наблюдаются в трубопроводе на всех частотах, а на высоких частотах возникают резонансные явления;

на высоких частотах процесс затухания более ярко выражен, чем на низких (вследствие инерционности жидкости);

с увеличением потерь амплитуда давления на резонансных частотах уменьшается, на низких частотах срабатывается располагаемое давление;

при повышении вязкого трения нагрузки на гидроцилиндре в 2 раза амплитуда давления практически не изменяется;

при повышении вязкого трения нагрузки на гидроцилиндре в 100 раз происходит срабатывание располагаемого давления, при этом колебания давления связаны с колебаниями массы на жесткости трубопровода;

возникновение резонансов связано с совпадением собственной частоты трубопровода и массы нагрузки, колеблющейся на жесткости трубопровода;

на высоких частотах амплитуда давления осталась постоянной;

при повышении массы наблюдается изменение амплитуды давления на низких частотах ( $\omega=10$  1/с), а также уменьшение амплитуды давления на резонансных частотах; при изменении импеданса нагрузки существенно меняется амплитуда давления вблизи распределителя. Колебание давления затухает при приближении к концу трубопровода, что можно объяснить влиянием потерь в трубопроводе.