

УДК 62-592.2

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГИДРОТОРМОЗА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТВД И ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЁ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Кондратьев Н. Д., Грешняков П. И., Стадник Д. М., Гимадиев А. Г.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

По технологии сдаточных испытаний ТВД предусматривается экспериментальное определение мощности двигателя в зависимости от частоты вращения вала. Эта операция выполняется на стенде, в котором измерение крутящего момента осуществляется гидравлическим тормозом. Помимо этого на стенде определяется запас газодинамической устойчивости компрессора. При этом задаются жёсткие требования по поддержанию частоты вращения вала – менее 0,2 %. Возникающие в процессе испытания колебания частоты вращения с амплитудой до 1 % и более не позволяют провести сдаточные испытания двигателя.

Для выявления причин возникновения колебаний частоты вращения ротора ТВД во время измерения крутящего момента на гидротормозной установке необходимо детальное изучение и составление математической модели всей системы «гидротормоз-двигатель» (рис. 1).

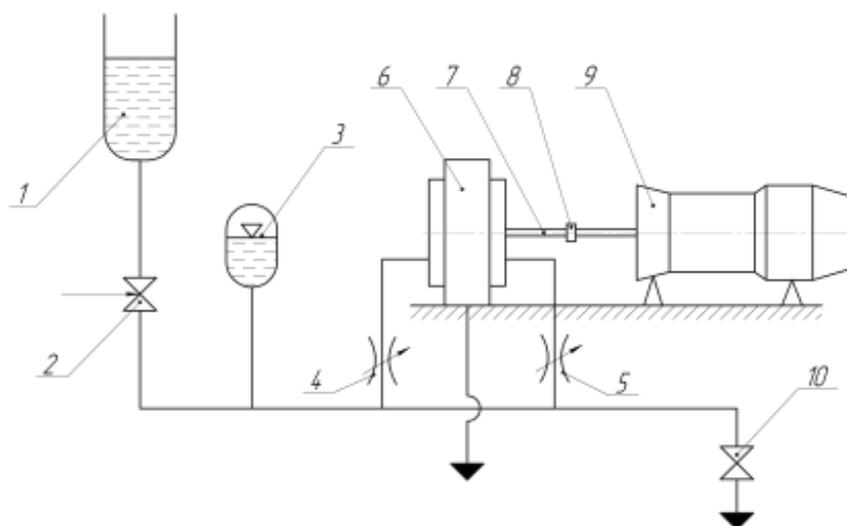


Рис. 1. Система «гидротормоз-двигатель»:

- 1 – бак постоянного уровня; 2 – дроссель подачи воды; 3 – гидропневмоаккумулятор;
4, 5 – управляемые дроссели подачи воды в рабочие полости гидротормоза; 6 – гидротормоз;
7 – вал; 8 – соединительная муфта; 9 – испытуемый двигатель; 10 – кран

Поскольку колебания частоты вращения ротора ТВД связаны с гидротормозом, то наиболее вероятной причиной могут быть нестационарные процессы в самом гидротормозе в совокупности с инерционностью столба жидкости в подводящей трубопроводной магистрали.

Расчёт частотных характеристик гидравлических магистралей проводился с использованием программного пакета Matlab/Simulink (рис. 2).

Секция 4. Динамика и виброакустика машин

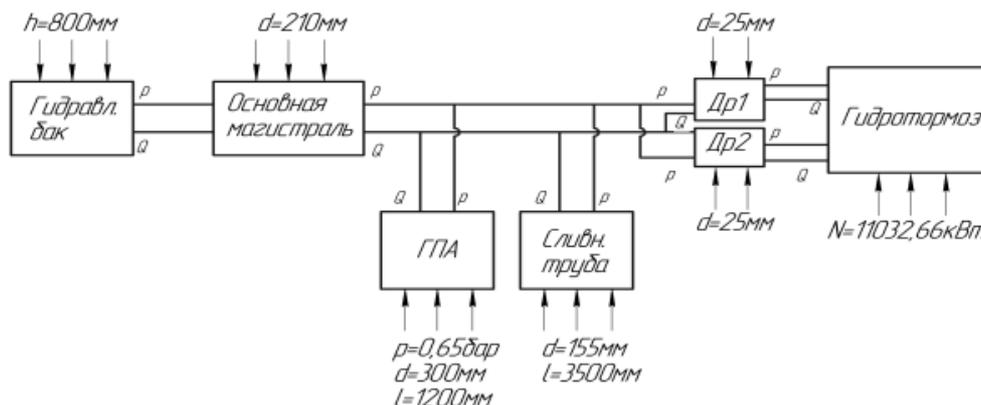


Рис. 2. Блок-схема математической модели гидравлической системы гидротормоза в программном пакете Matlab/Simulink

Из представленных амплитудно-частотных характеристик гидравлических магистралей, представляющих собой отношения амплитуд колебаний давления на входе и выходе управляемых дросселей подачи воды (рис. 3), следует, что в процессе испытаний могут возникать резонансные колебания, возбуждаемые парообразованием на диске гидротормоза. Это может привести к колебаниям расхода воды в гидротормоз, а, следовательно, крутящего момента и частоты вращения ротора двигателя.

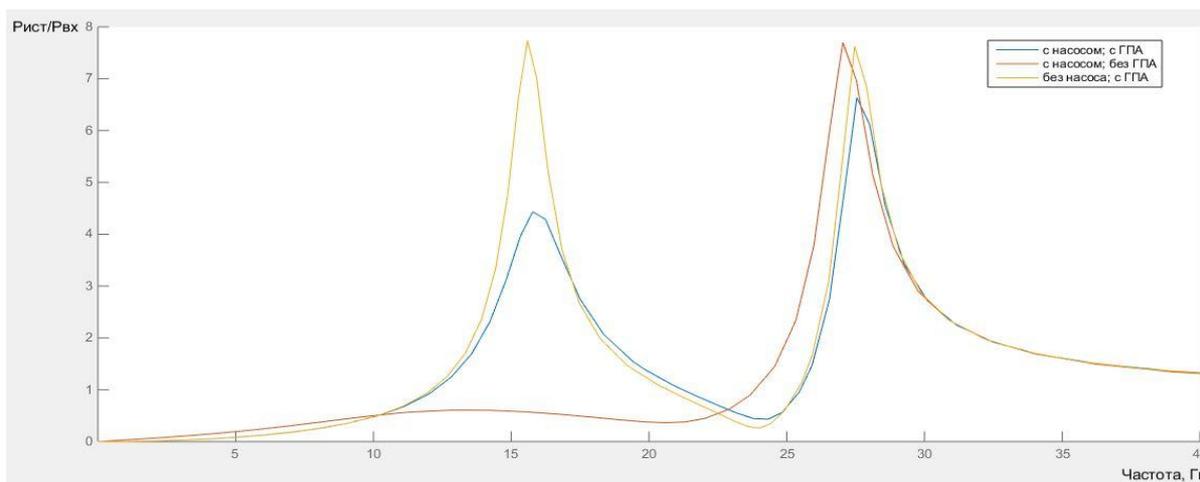


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика гидравлической магистрали гидротормоза

Из анализа моментной характеристики гидротормоза ясно, что для исключения парообразования на диске необходимо увеличить подачу воды в полость гидротормоза. Это возможно, если перед дросселем 2 подачи воды подключить центробежный насос, а площадь проходного сечения крана 10 увеличить. Такое мероприятие должно стабилизировать частоту вращения ротора двигателя.