

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ЦЕНТРИФУГА

Одной из главных проблем метрологического обеспечения разработок и производств низкочастотных акселерометров является создание образцовых и рабочих средств передачи размера единицы линейного ускорения с необходимыми техническими, метрологическими и эксплуатационными характеристиками.

Градуировочная центрифуга предназначена для воспроизведения и передачи размера единицы постоянных или изменяющихся по заданному закону линейных ускорений.

Целью работы было создание проекта прецизионной центрифуги, которая могла бы послужить образцовым средством для калибровки низкочастотных акселерометров.

Основными функциональными частями центрифуги (см. рис. 1) являются балка ротора 1, на которой закрепляются калибруемые акселерометры 2, шпиндельный узел 3, специальный электродвигатель 4, многоканальный измерительный токосъём 5, датчик угла поворота ротора 6, устройство управления центрифугой 7.

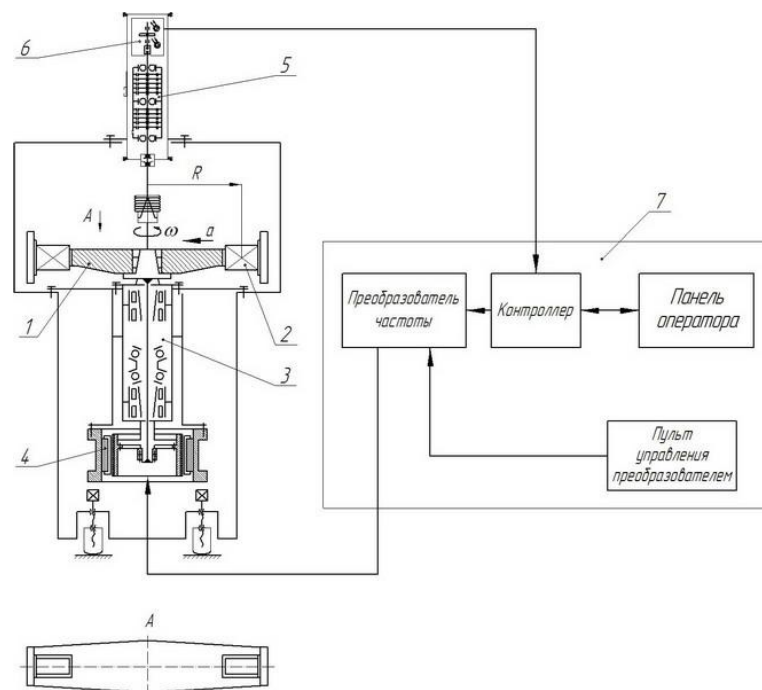


Рис. 1

При вращении ротора на акселерометр действует поле центростремительных ускорений. Ускорение в измерительной точке акселерометра $a = \omega^2 R$, где ω – угловая скорость вращения ротора, R – радиус измерительной точки акселерометра. Сигнал акселерометра, соответствующий действующему на него ускорению, передаётся на регистрирующую аппаратуру через вращающееся контактное устройство – токосъём 5. Центрифуга воспроизводит с высокой точностью линейные ускорения в диапазоне от 1 до 5000 м/с² и производную ускорения – резкость – в диапазоне \pm (от 10 до 300) м/с³.

В связи с высокой точностью задания, воспроизведения, измерения и вычисления ускорения, действующего на акселерометр, к конструкции центрифуги предъявляется ряд специфических требований. Во-первых, должны быть сведены к минимуму источники внешних и внутренних динамических возмущений, влияющих на точность передачи единицы ускорения и производной ускорения. Во-вторых, вышеупомянутые функциональные части центрифуги должны иметь высокую точность исполнения и стабильность функционирования.

Разработан проект центрифуги, в котором использованы самые современные высокоточные компоненты: прецизионный шпиндель SKF, оптико-электронный растровый энкодер ЛИР в качестве датчика угла, мощный промышленный контроллер и

т.п. Например, конструкция специального электродвигателя 4 исключает пульсации движущего электромагнитного момента. Конструкция шпиндельного устройства позволяет программно регулировать предварительный натяг подшипников, изменяя тем самым жёсткость.

В конструкции центрифуги решены специфические вопросы стыковки узлов – шпинделя с двигателем и балкой, балки с токосъёмом и датчиком. Передача угла вращения во всех стыках должна быть максимально точной. Поэтому ротор двигателя жёстко закреплён на хвостовике шпинделя, соединительная муфта отсутствует. Подобное решение, к сожалению, не удалось применить в соединении балки с токосъёмом и датчиком угла поворота ротора, поэтому была использована специальная муфта на основе металлического сильфона. Такая муфта обладает анизотропией свойств и имеет высокую крутильную жёсткость.

С целью оптимизации конструкции балки ротора были исследованы её деформации при скорости вращения 1000 об/мин с помощью программного продукта Cosmos Works. Исследования показали, что максимальные деформации балки, выполненной из титанового сплава, составляют 60 мкм.

С целью оптимизации выбора приводного двигателя были исследованы вентиляционные потери мощности на турбулизацию воздуха в камере центрифуги с использованием программного продукта Cosmos FloWorks. Исследования показали, что потери мощности составляют 855 Вт.

Разработан проект прецизионной градуировочной центрифуги. Выбранные технические решения подтверждены проведёнными расчётами. Разработанная конструкция обладает требуемыми техническими характеристиками и отвечает предъявляемым к ней метрологическим и эксплуатационным требованиям.