

ТОРМОЗНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСТАНОВКИ РОТОРА ГЕНЕРАТОРА МАЛОЙ ГЭС

К.С. Оргеткина^{1,2}, А.А. Уютов¹, И.В. Савин²

¹Филиал Самарского государственного технического университета, Сызрань, Россия

²АО «ТЯЖМАШ» Сызрань, Россия

Обоснование. Во время аварии, ремонта на гидроэлектростанции (ГЭС) требуется остановка гидротурбины. При этом необходимо выключить гидроагрегат, своевременно закрыть направляющий аппарат, остановить ротор. Однако после прекращения подачи воды к рабочему колесу, ротор все же продолжает вращаться с постепенным понижением скорости, что может длиться несколько часов. Это приводит к ухудшению условий смазки опорных и упорных подшипников и, как следствие, выходу их из строя.

Таким образом, необходимо снизить время вращения ротора и обеспечить непрерывное торможение гидрогенератора, согласно требованиям заказчика, за время, равное 2 мин. При этом ротор за данное время должен остановиться с частоты вращения 170 об/мин до нуля. Это возможно осуществить с помощью специального тормозного устройства.

Цель — спроектировать конструкцию тормозного устройства для остановки ротора генератора малой ГЭС.

Методы. Для разработки конструкции тормозного устройства были проанализированы аналогичные существующие решения в различных областях, и выбран прототип. Поскольку тормозное устройство будет работать от давления масла в маслонапорной установке (МНУ) агрегата необходим гидравлический тип привода. Исходя из требуемых усилий и быстроты действия для остановки ротора, выбран дисковый тормоз. На основе гидравлических расчетов — давления, вырабатываемого МНУ, будет достаточно для развития требуемых усилий прижатия колодок как в случае проектирования конструкции с фиксированной скобой, так и с плавающей.

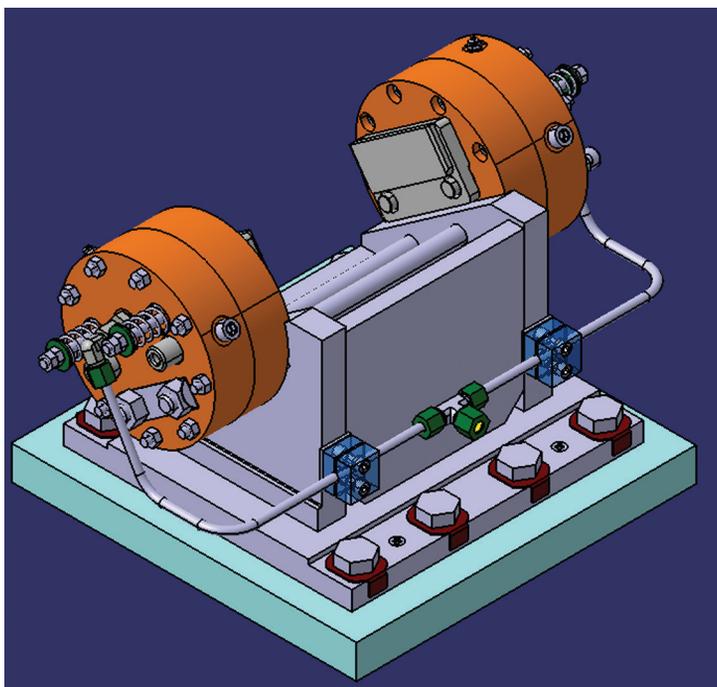


Рис. 1. Гидравлическое тормозное устройство с фиксированной скобой

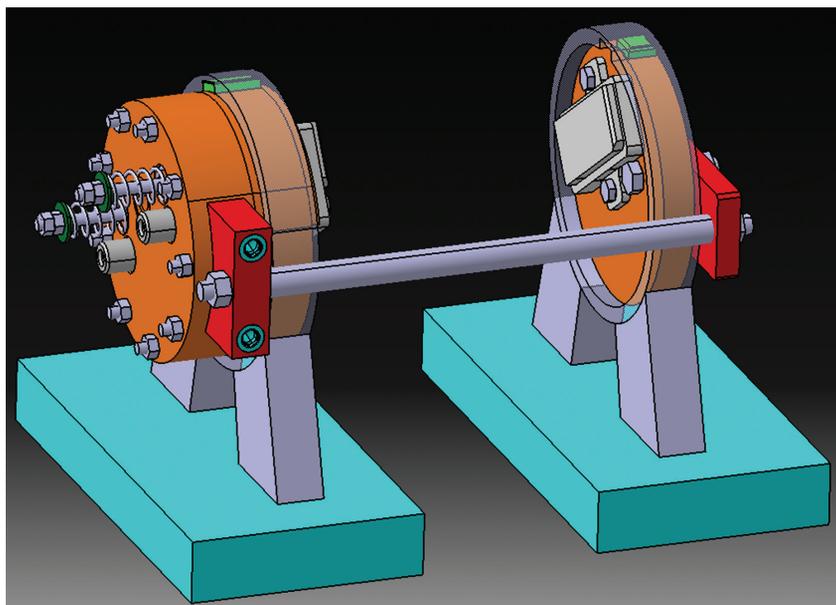


Рис. 2. Гидравлическое тормозное устройство с плавающей скобой

Для создания 3D-модели конструкций тормозных устройств были произведены требуемые расчеты по определению силы прижатия колодок, площади, диаметра штоков гидроцилиндров, а также приняты размеры.

Результаты. Были разработаны 2 конструкции тормозных устройств: гидравлическое тормозное устройство с фиксированной скобой и с плавающей скобой.

Гидравлическое тормозное устройство с фиксированной скобой (рис. 1) состоит из 3 сборочных единиц — опоры и 2 цилиндров тормозных; 7 деталей. Принцип работы: от маслонапорной установки по маслопроводам подается рабочая жидкость (турбинное масло) под давлением к обоим цилиндрам тормозным, расположенным противоположно друг другу. Расчетное потребное давление — 27 бар. Для регулировки давления масла на трубопровод от МНУ к тормозному устройству установлен редукционный клапан (дрозсель). Тем самым осуществляется настройка времени торможения на монтаже.

Гидравлическое тормозное устройство с плавающей скобой (рис. 2) состоит из 3 сборочных единиц — 2 опор, плавающей скобы, цилиндра тормозного, 3 деталей. Принцип действия: от маслонапорной установки по маслопроводам подается рабочая жидкость под давлением к тормозному цилиндру, тем самым воздействуя на шток и корпус суппорта одновременно и заставляя последний перемещаться и прижимать колодку к диску с другой стороны. Расчетное потребное давление — 30 бар.

Выводы. Предложенные конструкции тормозных устройств обеспечат быструю остановку ротора турбины, что позволит увеличить срок эксплуатации подшипников турбины и не допустить преждевременный выход их из строя. Конструкция с плавающей скобой позволит уменьшить трудоемкость изготовления, а также обеспечить гарантированное и равномерное прижатие обеих колодок к тормозному диску.

Ключевые слова: гидроэлектростанция; тормозное устройство; быстрая остановка ротора турбины; гидравлический расчет; разработка и проектирование конструкций.

Список литературы

1. Кривченко Г.И. Гидравлические машины: турбины и насосы: учебник для вузов. Москва: Энергия, 1978. 320 с.
2. ustroistvo-avtomobilya.ru [Электронный ресурс]. Стояночная тормозная система с механическим приводом // Устройство авто [дата обращения 10.04.2021]. Доступ по ссылке: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/tormoznaya-sistema/stoyanochnyj-tormoz/stoyanochnaya-tormoznaya-sistema-s-mehanicheskim-privodom/>
3. vaznetaz.ru [Электронный ресурс]. Что такое тормозная система автомобиля? // Портал автолюбителей [дата обращения 16.04.2021]. Доступ по ссылке: <https://vaznetaz.ru/tormoznaya-sistema>

4. etapru.com [Электронный ресурс]. Способы задания момента инерции вращающихся машин, инерционные постоянные // ETAP Powering Success [дата обращения 22.06.2021]. Доступ по ссылке: <http://etapru.com/index.php/interesnye-stati/247-opredelenie-momentov-inertsii-vrashchayushchikhsya-mashin>
5. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: учебник для вузов. 20-е изд., стер. Москва: Высшая школа, 2010. 416 с.
6. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б., и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов. 4-е изд. Москва: Альянс, 2010. 423 с.

Сведения об авторах:

Кристина Сергеевна Ореткина — студентка, группа МТ-18, специальность конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств; филиал Самарского государственного технического университета, Сызрань; инженер-конструктор 2 кат. бюро гидротурбин; АО «ТЯЖМАШ», Россия. E-mail: kristina_orgetkina@mail.ru

Анатолий Александрович Уютов — научный руководитель, кандидат технических наук, доцент; филиал Самарского государственного технического университета, Сызрань, Россия. E-mail: a.a.uutov@yandex.ru;

Иван Владимирович Савин — научный руководитель, руководитель группы бюро гидротурбин; АО «ТЯЖМАШ», Россия.