Учёные оптимизируют работу оборудования на гидроэлектростанциях

Учёные из Красноярска и Новосибирска провели комплексное расчётно-экспериментальное исследование турбулентного потока с различными режимами закрутки, с использованием гидродинамической установки и численного моделирования. Экспериментальные и теоретические результаты, полученные исследователями, продемонстрировали, как происходит непериодическое перезамыкание вихревого ядра и образование вихревых колец, несущих потенциальную угрозу оборудованию, в котором используется энергия закрученных потоков.

Вихревые потоки — одна из характерных форм движения для текучей среды. Структура и размеры завихрений достаточно разнообразны. Вихри образуются в природе — например, в реках или океанах, в воздухе (атмосферные потоки), а также в технических устройствах и механизмах. Люди научились использовать энергию вихревых потоков для создания подъёмной тяги самолетов, разработки турбомашин и вентиляционных систем, а также для работы гидротурбинного оборудования на ГЭС, однако эти потоки могут провоцировать масштабные разрушительные явления — например, приводить к авариям и масштабным разрушениям на гидроэлектростанциях.

«Наш научный коллектив занимается численным моделированием — в том числе, применительно к гидротурбинному оборудованию. На протяжении длительного времени сотрудничаем с Саяно-Шушенской и Красноярской ГЭС. Одним из первых в мире нам удалось зафиксировать и воспроизвести, как происходит перезамыкание вихревого ядра в гидротурбине — и при помощи численного моделирования, и экспериментально. Визуально это выглядит как образование некоего кольца, когда вихревой жгут „замыкается" сам на себя. Выяснилось, что такие „кольца" отрываясь ударяются о стенки проточного тракта турбины, создавая сильный шум и локальные перегрузки, вызывая ускоренный износ оборудования и провоцируя аварийные ситуации. Изучая физику и понимая природу закрученных потоков и в частности образования вихревых колец, мы можем успешно бороться с негативными последствиями вызванными данными явлениями, в том числе меняя режим работы оборудования или используя специализированные подходы, будь то подача воды или воздуха в проточный тракт гидротурбины или установка стабилизирующих конструкций», — рассказал соавтор работы, научный сотрудник НИЧ СФУ **Дмитрий Платонов**.

По словам учёного, способы нейтрализации вихревых потоков сродни борьбе с морскими волнами — на берегу ставятся волнорезы, лишающие потоки воды разрушительной силы, а в гидротурбине, в частности на Саяно-Шушенской ГЭС установлены, с подачи сибирских учёных, специальные стабилизирующие конструкции — «рёбра», которые гасят интенсивность вихревого жгута предотвращая образование вихревых колец и тем самым снижают негативное воздействия на все элементы конструкции турбины. Также, средством борьбы может являться подача в конкретные точки проточного тракта воздуха или воды в небольших объёмах, на работу турбины это не повлияет, однако поможет предотвратить нежелательные эффекты.

«Эффект перезамыкания и отрыва вихревых „колец" был обнаружен нашими новосибирскими коллегами практически случайно в ходе работы с экспериментальной установкой, которая моделирует работу высоконапорной гидротурбины. Однако, когда мы начали изучать его, в частности, при помощи численного моделирования, оказалось, что такое поведение водной или воздушной среды может привести к опаснейшим последствиям — недооценка таких явлений и недостаточная степень исследования закрученных потоков в гидротурбинном оборудовании может стать причиной крупной аварии, подобной произошедшей на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 году», — отметил **Дмитрий Платонов**.

Прецессия вихревого ядра, срывы вихрей и повышенная нагрузка, в том числе по уровню шума, — проблемы, которые также свойственны ветрогенераторам. Поскольку альтернативная энергетика перспективна для удалённых российских территорий (в частности, регионов Крайнего Севера), эта проблема также может успешно решаться при участии сибирских учёных.

«Точность наших расчётов в сопоставлении с результатами эксперимента составила практически 99 %. Это значит, что численное моделирование — удобный и высоко информативный инструмент, с помощью которого можно „прокачать" любое технологическое оборудование, чтобы продлить срок его эксплуатации и снизить аварийность на критически важных объектах. Эксперимент и расчёты могут идти параллельно, или же может использоваться исключительно моделирование — это ощутимо экономит время и ресурсы. Важно, что алгоритм численного моделирования гибкий и хорошо адаптируется под индивидуальные задачи: вы можете рассчитать оптимальный режим работы под каждую конкретную турбину с учётом её массогабаритных показателей, формы и т. д.», — подчеркнул **Дмитрий Платонов**.

Пресс-служба СФУ, 29 июля 2022 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: https://news.sfu-kras.ru/node/26594