

## О воздействии вибраций гидроагрегатов на деформацию склонов

Известно, что массивы горных пород в бортах глубоких каньонов, при строительстве и эксплуатации гидроузлов в горных условиях систематически подвергаются влиянию различных динамических нагрузок – землетрясений, промышленных взрывов, вибраций от работающих гидроагрегатов и других. При этом особый интерес вызывает вибрация, вызванная работой гидроагрегатов при их пуске и остановке, от короткого замыкания в обмотках генератора, от движущегося транспорта.

Динамические воздействия разделяют: стационарные и нестационарные. К стационарным относятся воздействия, частота и амплитуда которых не изменяются со временем. К ним можно отнести воздействия, связанные с колебаниями гидроагрегатов при установившемся режиме их работы, пульсацию в проточной части.

Воздействия, вызванные пуском, остановкой, т.е. вибрация, сбросом нагрузки агрегатов, коротким замыканием в обмотках генератора, землетрясением - относятся к нестационарным [1].

В генераторах преобладает магнитострикционная составляющая вибрации.

Магнитострикцией называют явление деформации кристаллической решетки магнитного материала при его намагничивании. В процессе возрастания индукции сначала происходит смещение границ кристаллов материала, а затем их вращение, что ведет к изменению линейных размеров стали.

Измеряется магнитострикция в относительных единицах изменения длины  $\lambda = \Delta L / L$ . Магнитострикционные удлинения листа стали могут достигать нескольких десятков микрон на один метр длины.

При перемагничивании магнитной системы генераторов индукция в ней достигает максимума дважды за один период частоты переменного тока, что соответствует двукратному изменению длины листов стали магнитной системы. Это ведет к периодическим колебаниям магнитной системы на удвоенной частоте переменного электрического тока (вибрация с частотой 100 Гц при частоте сети 50 Гц).

Говоря о значении магнитострикции, имеется в виду среднее (по длине листа) максимальное значение, соответствующее определенной индукции без учета гармонических составляющих.

Несмотря на установление в зимний период по региону лимита роста потребления электроэнергии, он в 2007 году составил - 3-4 %. Больше всего света потребляет население. Если в 1991 году на него приходилась 28-30%, то сейчас этот уровень достиг почти 60%. Из-за перемерзания истоков резко уменьшился приток воды в главной реке Кыргызстана Нарын.

Если в прошлые годы в январе приток держался на отметках 160-180 кубометров в секунду, то в январе 2009 – года среднее значение притока составляет 112 кубометров в секунду. В некоторые дни он опускался ниже 100 кубометров в секунду [2]. В итоге из-за постоянного сброса воды с Токтогульского водохранилища объем достиг критической точки - 6,5 млрд. кубометров.

В целях неповторения горького опыта Таджикистана в ограничении электропотребления, следует более экономично ее использовать. Отсюда вывод, если существует проблема с электроэнергией, лучше заниматься электросбережением.

В настоящее время известны следующие способы электросбережения:

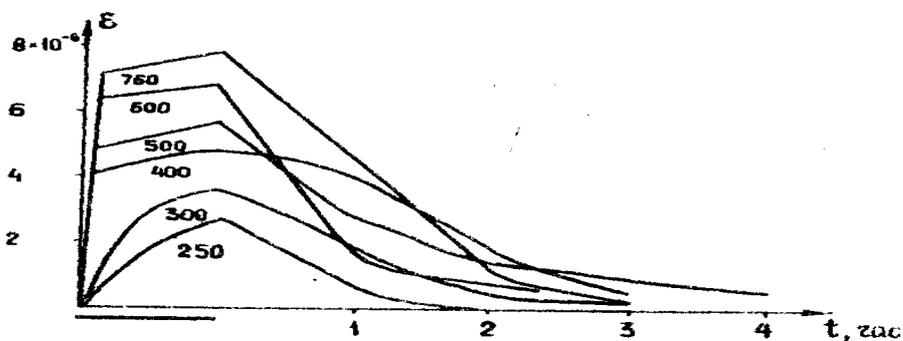
1. снизить потери электроэнергии;
2. намерено сократить экспорт электроэнергии;
3. отключения электроэнергии.

В Токтогульской гидроэлектростанции работают 4 генератора по 3000 МВт.

При нормальных условиях работы генератор отключают один раз в год на плановый ремонт. В данное время, в связи с энергосбережением, на Токтогульской

гидроэлектростанции на ночное время отключают один генератор, а остальные 3 генератора снижают выработку на минимум. При этом установлено, что вибрация при работе гидроагрегатов отличается от вибрации при пуске.

При пуске гидроагрегатов появляется вибрация, которая приведет к вибросмещениям. Вибросмещение – это один из источников возбуждения колебаний в массиве горных пород. Вибросмещения носят обратимый характер и затухают через 3-4 часа после включения гидроагрегатов.



### Нагрузка, МВт

Рис.1. Затухание вибросмещений во времени и зависимость их от режима работы гидроэлектростанции. [3].

Из рисунка 1 видно, что амплитуда вибросмещений почти линейно зависит от режима работы гидроагрегатов, т.е. от вырабатываемой станцией мощности, а также от расстояния до источника вибрации и степени нарушенности массива горных пород.

В зонах влияния трещин 69 и 995, расположенных в массиве Токтогульского гидроузла, амплитуда вибросмещений больше, чем в ненарушенном массиве [3].



Рис.2. Вибросмещения по трещине и в ненарушенном массиве при работе гидроагрегатов. [3].

Частое воздействие вибраций на массив способствует его разгрузке от напряжений, ослабляет прочность массива, снижая сцепление по трещинам, и оказывает влияние на развитие деформаций ползучести.

Поэтому, во избежание вредного влияния вибрации, необходимо останавливать тот гидроагрегат, который расположен в склоне с ненарушенным массивом. В случаях, когда невозможно остановить гидроагрегат, необходимо снизить выработку электроэнергии на минимум, что позволяет устранить вредное воздействие вибрации на окружающий массив. В период энергетических трудностей и, связанные с ними частые остановки гидроагрегатов, усиливается отрицательное воздействие вибрации. В связи с этим, изучение и оценка влияния вибраций на напряженно-деформированное состояние окружающего массива является первоочередной и актуальной задачей.

### Литература

1. Ф.Ф.Губин Гидроэлектрические станции. Москва: 1977 -366с.

2. Общенациональная газета. В конце недели. №112 17- октября 2008г.
3. В. Я. Степанов. Механика горных склонов. Бишкек.: 1992 -192 с.
4. Научно-практический и производственно-технический журнал. Электрооборудование 10/2008.
5. И.Т.Айтматов, Н.К.Карагулов. «Исследование распределения напряжений в горных склонах методом фотоупругости» // В сб. Напряженно-деформированное состояние горных пород при добыче полезных ископаемых и гидротехническом строительстве. Фрунзе, Илим, 1973 с. 34-55.