

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО
ДИРЕКЦИИ ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ
ДЕПАРТАМЕНТА СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ И
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РАО «ЕЭС РОССИИ»
22.01.98 № ИП-01-02-98 (ТП)**

О вибрации турбоагрегатов

В последнее время произошло несколько аварий на турбоагрегатах различной мощности, в результате которых оборудованию был причинен большой материальный ущерб. Анализ ситуаций, предшествовавших этим авариям, а также действий администрации и персонала в процессе их развития показал, что одной из главных причин, определяющих тяжесть последствий, является игнорирование фактов неудовлетворительного вибрационного состояния и скачкообразных его изменений, а также требований основного нормативно-технического документа по вибрации - ПТЭ (изд. 15-е) и ГОСТ 25364-88 «Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации и общие требования к проведению измерений».

В ГОСТ 25364-88 используются термины «установившийся режим» и «внезапное изменение вибрации» (ниже по тексту «скачок»). Как показывает анализ действий персонала электростанций, недостаточная точность изложения содержания этих понятий часто приводит к принятию в аварийных ситуациях неправильных решений, значительно усугубляющих последствия. В связи с этим, а также с поступающими запросами электростанций Дирекция по научно-технической политике считает необходимым дать следующие разъяснения.

Стационарные паротурбинные агрегаты работают как в неустановившемся, так и в установившемся режиме. Под установившимся (стационарным) режимом следует понимать режим, при котором контролируемые параметры сохраняют при данной нагрузке постоянные значения, а значения прочих параметров режима не выходят при этом за регламентированные пределы.

Оценка вибрационного состояния на пригодность к длительной эксплуатации в соответствии с требованиями ГОСТ 25364-88 производится именно в установившемся режиме на основании показаний штатной аппаратуры вибрационного контроля. В случае превышения вибрацией нормативной величины среднеквадратичной виброскорости 4,5 мм/с следует принимать меры в соответствии с требованиями ПТЭ (издание 15-е).

Неустановившийся режим характеризуется непостоянством значений контролируемых параметров, что наблюдается на холостом ходу, в процессе прогрева и расширений установки (включая фундамент) после пусков, при изменениях активной и реактивной нагрузки, частоты сети и т.д.

Во всех случаях несоответствие вибрации норме в неустановившемся режиме должно неизменно быть объектом самого пристального внимания со стороны обслуживающего персонала, технического руководства станции и службы виброналадки вплоть до вхождения в установившийся режим. Отклонения вибрации от уровней, характерных для переходных, неустановившихся режимов, должны в процессе работы агрегата анализироваться для выявления причин и оценки опасности дальнейшей эксплуатации. Кратковременная работа турбоагрегата в неустановившемся режиме с вибрацией 7,1-10,0 мм/с допустима лишь при условии проверенного эксплуатационной практикой последующего снижения до нормы в установившемся режиме. Такая работа допустима по письменному разрешению главного инженера. Если после ремонта в неустановившемся режиме возникает нехарактерная для данного турбоагрегата повышенная вибрация одной или нескольких опор, это свидетельствует о наличии серьезного дефекта, например, поломки лопатки, которая может произойти в процессе пуска, и в любом случае требует принятия мер. Таким образом, повышенная вибрация в неустановившемся режиме должна рассматриваться как один из признаков возможного нарушения нормального технического состояния турбогенератора. В этих случаях решения должны приниматься с учетом заключений специалистов по виброналадке. В прак-

тике имеют место случаи, когда турбоагрегаты вообще не достигают установленного режима работы. Поэтому для случаев, когда по условиям эксплуатации турбоагрегата установленный режим, как правило, не достигается, вибрационное состояние следует оценивать по результатам измерений в режиме наиболее характерной нагрузки. Частота измерений вибрации, критерии оценки состояния и порядок действий персонала должны быть установлены утвержденным главным инженером электростанции документом.

Особым и гораздо более опасным по возможным последствиям случаем изменения вибростояния турбоагрегата является скачок вибрации. Предлагаемое ГОСТ 25364-88, п.1.7 и ПТЭ, п.4.4.26 понимание этого явления - одновременное внезапное изменение при установленном режиме вибрации оборотной частоты двух опор одного ротора, смежных опор или двух составляющих вибрации одной опоры на 1 мм/с и более от любого начального значения... за время не более 5 с с длительностью не менее 10 с.

Эта формулировка ориентирована только на установленный режим и предполагает наличие в контрольной аппаратуре блоков измерения оборотной составляющей вибрации в определенных интервалах. Отсутствие на большинстве электростанций такой аппаратуры делает необходимым внести следующее уточнение:

Под скачком вибрации следует понимать одновременное внезапное и необратимое изменение значений среднеквадратической виброскорости каких-либо составляющих вибрации двух опор одного ротора, смежных опор или двух составляющих вибрации одной опоры 1,0 мм/с и более от любого начального уровня независимо от режима работы турбины (установившегося или неустойчившегося).

В этой формулировке необратимость изменения виброскорости следует понимать как признак скачка, с большой вероятностью связанного с опасными по своим последствиям поломками или дефектами - поломкой лопаток, разрывом призонных болтов одной из муфт, внезапным изменением жесткости опоры и другими нарушениями целостности конструкции.

Если необратимый скачок среднеквадратической виброскорости происходит в установленном режиме работы и нет оснований считать ложным срабатывание аппаратуры штатного виброконтроля, турбоагрегат должен быть немедленно остановлен, как требуют действующие ПТЭ и ГОСТ 25364-88.

В неустойчившемся режиме скачок среднеквадратической виброскорости, помимо перечисленных выше причин, могут вызвать явления теплового прогрева как турбоагрегата, так и его фундамента, режимные изменения и др. В этих случаях уровень вибрации через некоторое время восстанавливается до прежней (или близкой к ней) величины, т.е. скачок вибрации не имеет необратимого характера. Как правило, скачки вибрации, вызванные этими причинами, не превышают 1 мм/с, тем не менее, незамедлительно должны быть приняты меры по выяснению причин скачка. Решение о дальнейшей эксплуатации принимается главным инженером электростанции.

Если скачок среднеквадратической виброскорости при неустойчившемся режиме имеет необратимый характер, турбоагрегат должен быть остановлен.

Перечисленные положения должны быть отражены в конкретных, утвержденных главным инженером станции, документах, которыми должен руководствоваться эксплуатационный персонал. Ответственность за их неукоснительное исполнение несет также главный инженер.

Большая часть затруднений при принятии технически правильных решений в рассмотренных случаях может быть снята путем радикального обновления приборной базы штатного виброконтроля и служб виброналадки. В особенности это относится к проблеме выяснения причин скачков вибрации и внедрения защиты по вибрации. Выпускаемая в настоящее время рядом отечественных предприятий виброизмерительная аппаратура предназначена для решения широкого круга задач, доступна и надежна в эксплуатации.