

бариты, что затрудняет проведение испытаний непосредственно в рабочих условиях. В связи с этим возникает необходимость разработки экспресс метода оценки технических характеристик покрытий, как общего назначения так и триботехнических. Нами создана установка, которая позволяет проводить испытания покрытий при вибрациях (рис. 1). Даная установка, которая названа нами «Вибротрибометр» позволяет моделировать эффект фреттинга, который и является наиболее пагубным при работе механизмов.

В ходе испытаний на плоский образец с покрытием действуют сферическим индентором, к которому приложена нормальная и тангенциальная нагрузка. Таким образом индентору задаются знакопеременные микропремещения (вибрации) с нужной амплитудой. В результате взаимодействия соприкасающихся поверхностей на образце возникают разрушения поверхностного слоя. Изменяя амплитуду и частоту мы моделируем различные трибосопряжения машин, в том числе и горных.

УДК: [681.518.54+620.19](035)

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ПРИ ПРЕВЫШЕНИИ ВИБРАЦИИ РОТОРНЫХ МАШИН

© 2012 А.А. Кирпичев, А.А. Редюшев, А.Н. Цыплёнков, О.В. Шуков  
ООО «ГлобалТест», г. Саров Нижегородской обл.

### A TECHNICAL MEANS OF ROTARY MECHANISMS PROTECTION UNDER HIGH VIBRATION

*Kirpichev A.A., Redushev A.A., Tsiplyonkov A.N., Shukov O.V. (GlobalTest Ltd., Sarov, N. Novgorod region).  
The paper presents a vibration monitoring equipment of GlobalTest Ltd. with the function of protecting cut-outs designed to protect rotating machines when the defined vibration level is exceeded.*

В течение 1960 -70-х гг. были проведены обширные вибрационные исследования с целью определения наиболее удобного вибрационного параметра, позволяющего создать более совершенные вибрационные нормативы[1]. Таким эффективным параметром для статорных частей вращающихся машин в диапазоне частот 10-1000 Гц было признано среднеквадратическое значение виброскорости. На основании этого был создан Международный стандарт ИСО 2372 «Механические вибрации машин с рабочей частотой вращения от 10 до 200  $\text{с}^{-1}$ », который установил, что в качестве критерия оценки вибрации при создании норм вибрации роторных машин с указанными выше частотами вращения следует использовать среднеквадратическое значение виброскорости. На основе этого положения был разработан и выпущен Международный стандарт ИСО 3945, устанавливающий предельно допустимые количественные значения виброскорости для крупных роторных машин.

Согласно действующим директивным документам [2, 3, 4] защита по вибрации выполняется для всех турбоагрегатов мощностью 50 МВт и выше по следующим техническим условиям. Защита срабатывает при повышении

среднеквадратического значения виброскорости двух соседних опор по горизонтальной или вертикальной компоненте вибрации или их сочетанию.

В настоящее время на энергоустановках монтируется стационарная аппаратура для контроля среднеквадратического значения виброскорости опор подшипников. Поскольку шкала измерения аппаратуры от 0,1 до 30  $\text{мм}/\text{с}$ , а суммарная относительная погрешность измерения виброскорости составляет не более  $\pm 4\%$ , минимально возможное для надежной регистрации скачка виброскорости значение соответствует 1  $\text{мм}/\text{с}$ , что и указано в ГОСТ 25364-97. Аппаратура должна включать систему защиты и сигнализации.

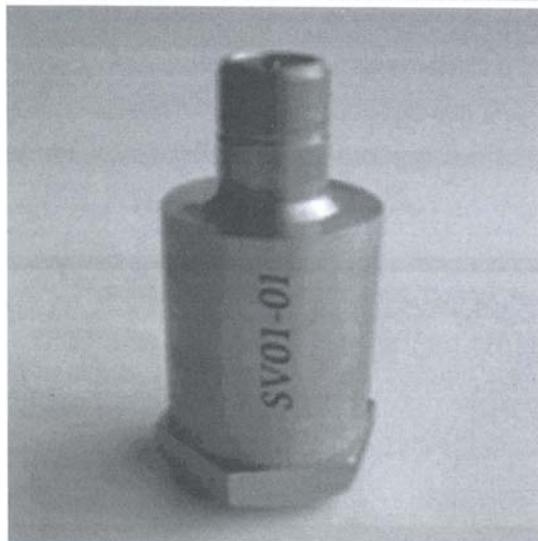
Согласно требованиям международного стандарта ИСО 2954-97 “Вибрация машин с возвратно-поступательным и вращательным движением. Требования к средствам измерений”, аппаратура для контроля виброскорости опор подшипников роторных агрегатов с рабочей частотой вращения от 10 до 200  $\text{с}^{-1}$  должна иметь частотный диапазон 10-1000 Гц. Это требование зафиксировано в ГОСТ 25364-97. В наибольшей степени данному требованию удовлетворяют приборы с датчиками, не име-

ющими резонансов в указанном частотном диапазоне.

Данным требованиям удовлетворяют вибровыключатели. За рубежом производятся такие приборы, например, двухпроводный вибровыключатель SV01-02.



а)



б)



в)

выключатель 5477 фирмы «Metrix», электронный вибровыключатель 686 фирмы PCB, вибровыключатель VS102 фирмы «ProVibTech».

Новыми разработками виброконтрольной аппаратуры ООО «ГлобалТест» [5,6,7] с функцией защитного отключения являются:

- вибровыключатели SV01, SV01-01, SV01-02;
- виброконтроллеры AP5300-1, AP5300-II, AP5300

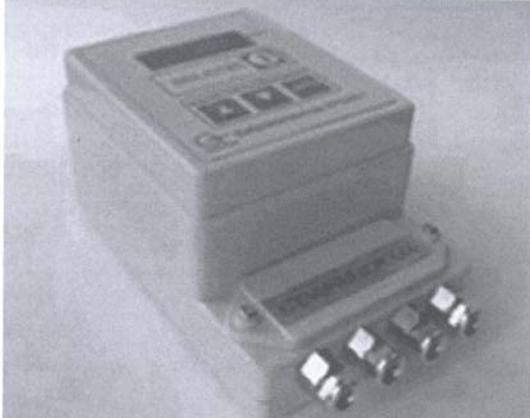
Вибровыключатели SV01, SV01-01 и SV01-02 (рис.1) предназначены для измерения виброскорости объекта и выдачи сигнала превышения заданного уровня вибрации в виде замкнутых или разомкнутых контактов реле.



а)



б)



в)

*Рис. 1. Вибровыключатели:  
а – SV01, б – SV01-01, в – SV01-02*

*Рис. 2. Виброконтроллеры:  
а – AP5300, б – AP5300-I, в – AP5300-II*

Особенности вибровыключателей:

1. Не требуется дополнительного питания.
2. Передача сигнала на расстояние до 100 м.
3. Низкий уровень собственного шума.
4. Программирование основных параметров под требования заказчика.
5. Двухпроводная линия соединения для SV01.
6. Трёхпроводная линия соединения для SV01-01.
7. Четырёхпроводная линия соединения и передача СКЗ виброскорости по стандартному токовому выходу (4-20 mA) для SV01-02.

Уставки определяются при заказе или программируются заказчиком самостоятельно через пульт SVProg.

Виброконтроллеры (рис.2) предназначены для контроля виброскорости объекта и выдачи сигнала в виде замкнутого или разомкнутого «сухого» контакта реле «АВАРИЯ» при превышении допустимого уровня виброскорости.

Особенности виброконтроллеров:

1. Отображение встроенным индикатором:
  - величины измеряемой виброскорости;
  - величины задаваемого порога срабатывания;
  - кодов ошибок при обрыве кабеля и выхода из строя вибропреобразователя;
  - коэффициента преобразования используемого вибропреобразователя;
  - заданного времени превышения информационным сигналом порогового значения;
  - состояния контактов реле «АВАРИЯ».
2. Работа с вибропреобразователями, размещенными во взрывоопасной зоне.
3. Выдача сигнала в виде замкнутого «сухого» контакта реле «ГОТОВНОСТЬ» при исправной работе вибропреобразователя и виброконтроллера.
4. Работа с вибропреобразователями со встроенной электроникой с длинной кабеля до 400 метров.
5. Ввод коэффициента преобразования используемого вибропреобразователя.

6. Ввод состояния, замкнутое или разомкнутое, контактов реле «АВАРИЯ».

7. Одноканальное исполнение для AP5300-1, AP5300-11.

8. Четырехканальное исполнение для AP5300.

9. Управление виброконтроллером с ПЭВМ через интерфейсы USB или (и) RS485 для AP5300-11.

Основные технические характеристики вибровыключателей и виброконтроллеров и схемы их подключения представлены в каталоге [5] и на сайте [7].

#### Библиографический список

1. Рунов Б.Т. Исследование и устранение вибрации паровых турбоагрегатов. М.: Энергоиздат, 1982.
2. Объем и технические условия на выполнение технологических защит теплотехнического оборудования блочных установок с прямоточными котлами: РД 153-34.1-35.114-00. М: СПО ОРГРЭС, 2001.
3. Объем и технические условия на выполнение технологических защит теплотехнического оборудования блочных установок с барабанными котлами: РД 153-34.1-35.115-2001. М.: СПО ОРГРЭС, 2001.
4. Объем и технические условия на выполнение технологических защит теплоэнергетического оборудования электростанций с попечерными связями и водогрейных котлов: РД 153-34.1-35.116-2001. М.: СПО ОРГРЭС, 2001.
5. Каталог «Виброизмерительная аппаратура», ООО «ГлобалТест», г. Саров, 2012.
6. Кирпичев А.А., Смирнов В.В., Редюшев А.А., Цыплёнков А.Н., Шуков О.В. «Виброконтрольная аппаратура ООО «ГлобалТест». Состояние и перспективы развития» // Электронный журнал «Наука и безопасность» URL: [www.pamag.ru](http://www.pamag.ru) (дата обращения 14.07.2012).
7. GlobalTest LLC. Measurement Instrumentation. URL: [www.globaltest.info](http://www.globaltest.info) (дата обращения 14.07.2012)/