

Г. Н. Мигачева, Ю. Б. Алексенцева

G. N. Migacheva, U. B. Aleksenzeva

ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет», Екатеринбург

Russian State Vocational Pedagogical University, Yekaterinburg

galnic42@gmail.com

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

IMPROVEMENT OF VIBRATION CONTROL TECHNIQUE OF CENTRIFUGAL FAN

Аннотация. В данной статье приведены результаты разработки методики проведения вибрационного контроля с использованием корпоративной программы «Dream for Windows».

Abstract. This article presents the results of the development of a method for conducting vibration control using the corporate program « Dream for Windows»

Ключевые слова: неразрушающий контроль; вентилятор; вибрация; диагностика; вибродиагностика; вибромониторинг; методика.

Keywords: non-destructive testing; fan; vibration; diagnostics; vibration diagnostics; vibration monitoring; methodology.

Вентилятор УВЦГ-9 применяется на шахтах опасных по газу и пыли для снижения газообильности шахты. Выход из строя одного из узлов вентилятора может привести к серьезным последствиям и долгосрочному и дорогостоящему ремонту. Поэтому основной задачей контроля и мониторинга состояния машины, еще до ввода в эксплуатацию, является точная диагностика состояния на момент приемо-сдаточных испытаний на заводе-изготовителе. Для этого необходимо обнаруживать и идентифицировать все потенциально аварийно-опасные дефекты на ранней стадии развития за несколько месяцев до того как необратимое изменение состояния будет зафиксировано системой мониторинга в процессе эксплуатации.

Для такой диагностики в данной работе рассматривается применение диагностической корпоративной системы мониторинга и диагностики «Dream for Windows». Система «Dream for Windows» ориентирована, прежде всего, на массовое диагностическое обслуживание роторного оборудования, обеспечивающее практический переход на ремонт оборудования по фактическому состоянию. Необходимая для этого автоматизация процессов постановки диагноза и прогноза является основной отличительной особенностью

системы, позволяющей снизить затраты на мониторинг и диагностику за весь жизненный цикл оборудования до 1–2 % от его стоимости.

Объектом технического диагностирования (контроля технического состояния) ГОСТ 20911–89 является вентилятор центробежный УВЦГ-9 (рис. 1). Для диагностирования состояния вентилятора УВЦГ-9 применяется виброконтроль. Виброконтроль – технология измерения величины вибрации контролируемых объектов и ее сравнение с установленными нормами на вибрацию этих объектов. В данном случае величина вибрации не должна превышать 6,3 мм/с.

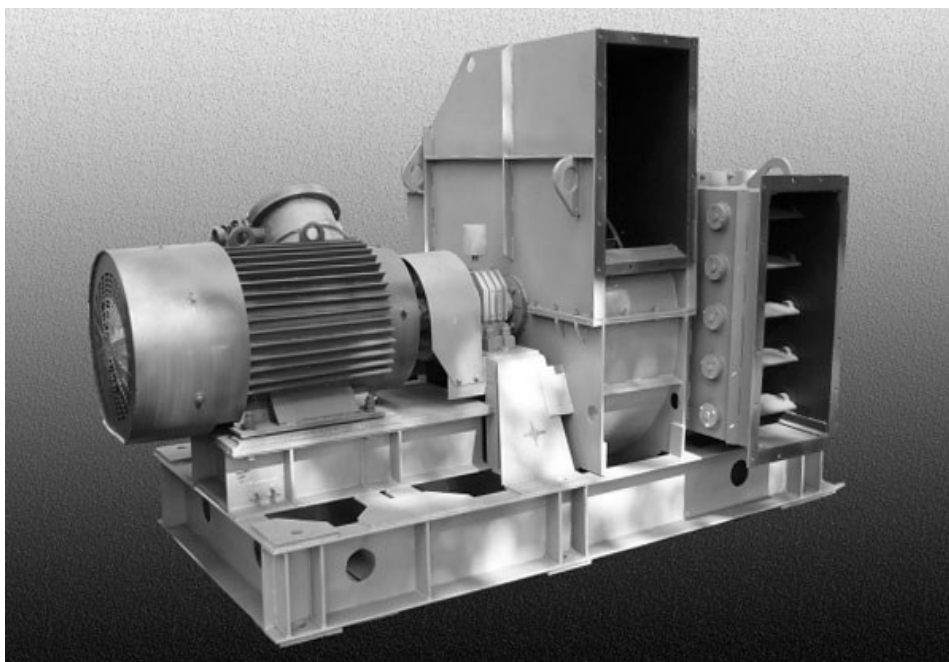


Рис. 1. Вентилятор УВЦГ-9 радиальный (центробежный)

Проводится контроль технического состояния объекта, проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определение на этой основе одного из заданных видов технического состояния, в данном случае вибрации, в данный момент времени. На основе проведенного контроля и анализа полученных данных выносится решение по проведенным испытаниям.

Действующими в России стандартами по виброконтролю машин и оборудования (ГОСТ ИСО 10816 и ГОСТ 25364) определена полоса частот 10–1000 Гц для виброконтроля вращающегося оборудования со скоростью вращения 600 об/мин и выше, а также полоса частот 2–1000 Гц для виброконтроля оборудования со скоростью вращения 120–600 об/мин. Если к контролю не предъявляются специальные требования, то вибрация измеряется на неподвижных частях агрегата [1].

Методики виброконтроля могут быть общими для всех видов машин и оборудования и индивидуальными, адаптируемыми к особенностям кон-

струкции и условий работы конкретных агрегатов. Методики включают себя следующие части:

1. Выбор средства измерения.
2. Выбор точек контроля и направлений измерения вибрации.
3. Выбор способа крепления датчика вибрации к объекту контроля.
4. Выбор длительности и периодичности измерений.
5. Выбор алгоритма принятия решений.

Испытания вентилятора проводятся на стенде. Измерение вибрации происходит на четырех подшипниковых узлах вентилятора в трех направлениях: В – вертикальное, Г – горизонтальное, О – осевое направление.

Точки контроля и направления измерения вибрации определяются стандартами ГОСТ 31351–2007 (ISO 14695:2003). Оптимальное расположение точек контроля для вращающегося оборудования – на подшипниковых узлах каждой опоры вращения, через которые от главного источника-вращающегося ротора, распространяется основная часть вибрационной энергии.

Однако в требованиях по вибрации частота вращения оборудования с узлами вращения учитывается только частично. Вращающееся оборудование делится по частоте вращения на две группы: от 120 до 600 об/мин (2–10 Гц) и выше 600 об/мин (ГОСТ ИСО 10816 (все части) «Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях»). Действующие нормы на вибрацию абсолютного большинства машин первой группы распространяются на результаты измерения ее уровня в полосе частот 2–100 Гц, а второй группы – в полосе 10–1000 Гц. Кроме того, возможность предъявления более подробных и специальных требований к вибрации машин и оборудования сохранялась как за производителем оборудования, так и эксплуатирующими организациями. В частности, для оборудования с частотами вращения ниже 120 об/мин существуют отраслевые требования по вибрации (РД 34.45–51.300–97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования», принятый РАО «ЕЭС России»), часть из которых доведена до стандартов, применяемых в отдельных странах.

Под диагностической программой понимается программа анализа сигналов, программа расчета подшипниковых частот, программа расстановки меток и курсоров на спектре вибрации. Все это составные части экспертной программы, позволяющей облегчить и ускорить работу диагноста. Зачем определяется вид дефекта (и место его возникновения) – достаточно понятно. Это нужно либо для прогноза работоспособности (разные виды дефектов имеют разные скорости развития), если необходимо продолжить работу без ремонта, либо для детализации объема работ по ремонту. В России используется лишь небольшое количество подобных программ. Выделяются две группы возмож-

ных программ диагностики: для переносных измерительно-анализирующих приборов и для стационарных систем контроля (мониторинга) [2].

Выходными данными системы диагностики узлов роторных машин Dream являются:

- долгосрочный прогноз безотказной работы узла, либо в виде рекомендуемой даты следующего диагностического измерения, либо, при наличии опасных дефектов, в виде рекомендаций по обслуживанию (ремонту) узла;
- рекомендации по уточнению дефекта в тех случаях, когда имеющаяся информация недостаточна для определения вида дефекта или причины обнаруженных опасных изменений вибрации;
- типы всех обнаруженных дефектов, их величины с указанием диагностических признаков, по которым обнаружены дефекты, а также вероятность правильного определения типа дефекта, или сообщение о найденном неидентифицированном дефекте;
- сообщения о возможных ошибках в измерениях или при постановке диагноза.

Диагностическая часть системы «Dream for Windows» рассчитана, прежде всего, на обнаружение и идентификацию дефектов, возникающих в роторных машинах на этапах сборки, монтажа и эксплуатации. Скрытые дефекты изготовления отдельных элементов, если они пропущены при операционном контроле во время изготовления, обнаруживаются системой «Dream for Windows» косвенным путем. Как любая система функциональной (рабочей) диагностики, используемая без смены режимов работы диагностируемой машины, система «Dream for Windows» с наибольшей достоверностью обнаруживает дефекты тех узлов роторных машин, которые являются источниками колебательных сил и в наибольшей степени подвержены износу и старению. К таким узлам роторных машин относятся валы (роторы), подшипники качения и скольжения, соединительные муфты, шестерни, цепи и ремни, рабочие колеса. Большинство отказов эксплуатируемых роторных машин связано с дефектами их подшипников.

Практически все из дефектов подшипников качения обнаруживаются системой «Dream for Windows» на начальной стадии развития по следующим основным диагностическим признакам:

- изменение свойств сил трения и возбуждаемой ими высокочастотной случайной вибрации в виде роста уровня вибрации и (или) появления ее амплитудной модуляции;
- появление ударных импульсов при контакте дефектных участков поверхностей качения и возбуждаемой ими высокочастотной вибрации ударного вида;

- рост колебаний ротора в подшипниках на частотах, определяемых параметрами подшипника.

Дефекты роторов, как правило, обнаруживаются по росту низкочастотной вибрации ротора в подшипниках и, как следствие, вибрации машины в целом. Но для обнаружения некоторых дефектов на ранней стадии развития системой «Dream for Windows» часто используются результаты анализа высокочастотной вибрации и ее огибающей. В частности, по высокочастотной вибрации, возбуждаемой при касании вращающихся элементов о неподвижные или при взаимодействии этих элементов с окружающей ротор средой (жидкой или газообразной) обнаруживаются дефекты рабочих колес и задевание вращающимися узлами за неподвижные части машины. Ряд дефектов ротора, приводящих к росту динамических нагрузок на подшипники, обнаруживается на ранней стадии развития по свойствам сил трения в подшипниках и возбуждаемой ими высокочастотной вибрации.

Система «Dream for Windows» использует несколько алгоритмов обнаружения и идентификации дефектов работающих в потоке узлов роторных машин. Выбор этих алгоритмов (диагностических модулей) зависит от того, доступны ли для измерения вибрации корпус машины в зоне рабочего колеса, или только подшипниковые узлы вала с рабочими колесами, или только корпус на большом расстоянии от рабочих колес и подшипников.

В режиме детальной диагностики оператор может вывести на экран компьютера, а, при желании, на печать используемые для постановки диагноза и прогноза спектры вибрации диагностируемого узла и спектра огибающей ее высокочастотных компонент вместе со списком обнаруженных составляющих и указаниями на возможную принадлежность идентифицированных составляющих к определенному признаку дефекта.

При анализе спектров последнего из группы накопленных измерений в таблице обнаруженных составляющих указывается либо рост их амплитуд за время наблюдений, либо рост их амплитуд над средним значением, автоматически вычисляемым по группе измерений вибрации идентичных узлов нескольких одинаковых машин, если этот рост превышает заданное пороговое значение. При выводе на экран результатов предшествующих измерений приводится только список составляющих и промежуточный диагноз.

Виброконтроль зачастую проводится без какой-либо диагностики, ограничиваясь только замерами величин общего уровня, что в современном машиностроении уже не актуально. Вращающееся роторное оборудование после сборки, еще до ввода в эксплуатацию, требует детального анализа подшипниковых узлов в соответствии с действующими стандартами. В стандартах нигде не сказано, что высокие уровни вибрации вызваны дефектами в подшипниках

или несоосностью валов, или резонансом, ровно, как и не утверждается, что повышение вибрации следует определенной закономерности.

Если измерять только общий уровень, то как узнать, что повышенная вибрация вызвана дефектом подшипников или резонансом. Поэтому для точного прогноза состояния существуют системы диагностики вращающегося оборудования. У корпоративной программы «DREAM» есть преимущества, которые играют большую роль на предприятии:

- программное обеспечение «DREAM» – первая система автоматической диагностики по вибрации вращающегося оборудования, разработанная научными сотрудниками «Ассоциации ВАСТ» [3]. Она является одной из лучших в классе систем, способных обнаружить зарождающиеся дефекты;

- автоматическая диагностика производится как по отдельным узлам, так и вентилятора в целом на основании проведенной поузловой диагностики. После обработки результатов диагностирования система «DREAM» автоматически выдает рекомендации «эксплуатация допустима» или «эксплуатация не рекомендуется» и экспертное заключение по отдельному узлу и машине в целом;

- при проведении периодической диагностики в программе «DREAM» задействуются модули групповой диагностики вентиляторов УВЦГ-9 и диагностики по собственной истории развития дефектов. Это в значительной степени повышает точность постановки автоматического диагноза и качество анализа.

Это даст возможность поставлять заказчику полностью продиагностированное и соответствующее техническим условиям оборудование, сэкономит рабочее время, снизит экономические затраты предприятия, позволит не срывать договорных сроков поставки, которые могут иметь место вследствие несоответствия приемо-сдаточных испытаний нормативным документам.

Применение корпоративной диагностической программы «Dream for Windows» позволит проводить полное диагностирование вращающихся узлов вентилятора, выявлять дефекты на стадии заводских испытаний, проводить наиболее быстрое и целенаправленное устранение возникших в процессе испытаний проблем и даст еще более полную уверенность в своевременных поставках оборудования заказчику.

Список литературы

1. Барков, А. В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации : учебное пособие / А. В. Барков, Н. А. Баркова, А. Ю. Азовцев. – Санкт-Петербург : Севзапучцентр, 2013. – 158 с. – ISBN 978-5-91498-034-1. – Текст : непосредственный.

2. Барков, А. В. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации : учебное пособие / А. В. Барков, Н. А. Баркова ; Северо-Западный учебный центр. –

Санкт-Петербург : Севзапучцентр, 2013. – 152 с. – ISBN 978-5-91498-040-2. – Текст : непосредственный.

3. Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Северо-Западный учебный центр» : сайт. – Санкт-Петербург. – URL: <https://vibro-expert.ru>. – Текст : электронный.

УДК 651.5:62

Г. Н. Мигачева, Е. Р. Новикова

G. N. Migacheva, E. R. Novikova

ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Екатеринбург

Russian State Vocational Pedagogical University, Yekaterinburg

galnic42@gmail.com

**ОБЛАСТЬ АККРЕДИТАЦИИ
САНИТАРНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ
AREA OF ACCREDITATION
OF THE SANITARY INDUSTRIAL LABORATORY**

***Аннотация.** В данной работе проанализирована литература и интернет-источники, содержащие требования к санитарно-промышленным и испытательным лабораториям, проанализирована актуальная нормативная документация, на основе которой разработан пакет документов по метрологическому обеспечению санитарно-промышленной лаборатории.*

***Abstract.** This work analyzes the literature and Internet sources containing the requirements for sanitary-industrial and testing laboratories, analyzed the current regulatory documentation, on the basis of which a package of documents on the metrological support of the sanitary-industrial laboratory was developed.*

***Ключевые слова:** метрология; метрологическое обеспечение; измерение; контроль; лаборатория.*

***Keywords:** metrology; metrological support; measurement; control; laboratory.*

В 2019 году на предприятии АО «УЭТМ» санитарно-промышленная лаборатория не прошла инспекционный контроль аккредитации. Причиной являлась недостаточная укомплектованность персоналом и приборной базой. В соответствии с законом от 25 декабря 2013 года № 412–ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» понятие «область аккредитации» понимается как сфера деятельности юридического лица или индивидуального предпринимателя, на осуществление которой подано заявление и (или) которая определена при их аккредитации либо расширена, сокращена или актуализирована. Описание области аккредитации осуществляется в соответствии