

УДК 669.02/09:658.58

В.А. Сидоров /к.т.н./, А.Л. Сотников /к.т.н./

Донецкий национальный технический университет (Донецк, Украина)

А.Е. Сушко /к.т.н./

ООО "Диамех 2000" (Москва, Россия)

С.А. Цыба

ЗАО "Донецксталь" – металлургический завод" (Донецк, Украина)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАЛАНСИРОВКИ РОТОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

У статті розглянуті питання оцінки ефективності балансування роторів у власних опорах. Визначено основні причини зниження споживаної енергії і наведені результати промислових досліджень.

В статье рассмотрены вопросы оценки эффективности балансировки роторов в собственных опорах. Определены основные причины снижения потребляемой энергии и приведены результаты промышленных исследований.

Целесообразность любой технической операции определяется экономической эффективностью. Необходимость использования мало затратных технологий при эксплуатации механического оборудования показана в работах [1,2]. Эффективность регулировочных операций, в частности балансировки роторов, весьма значительна в сравнении с малыми изменениями, вносимыми в механизм.

Одной из аксиом работоспособного состояния оборудования является работа механизмов с низким уровнем вибрации [3]. Это достигается путем выполнения своевременного смазывания, затяжки резьбовых соединений, замены быстроизнашивающихся деталей и выполнения регулировочных операций. Регулировочные операции включают – регулировку положения валов в пространстве, регулировку зазоров в подшипниках, центрирование валов и балансировку роторов механизмов.

Балансировка роторов в собственных опорах

является заключительным этапом монтажа. Уравновешивание роторов на балансировочных станках позволяет практически исключить воздействие паразитных нагрузок от дисбаланса на подшипниковые опоры. Теоретические и практические вопросы уравновешивания роторов машин рассмотрены в работах [4...8]. Вопросы эффективности балансировки в собственных опорах, увеличения долговечности подшипников исследовались в работе [9]. К сожалению, в полном объеме вопросы эффективности балансировки роторов не рассматривались, что определяет основное содержание данной работы.

Наиболее часто вопросы уравновешивания роторов рассматриваются по отношению к промышленным вентиляторам и дымососам (рисунок 1). Данные механизмы, несмотря на симметрию рабочего колеса, иногда значительную частоту вращения, имеют неравномерный износ лопаток (рисунок 2), что приводит к нарушению уравновешенности ротора. Причина данного яв-

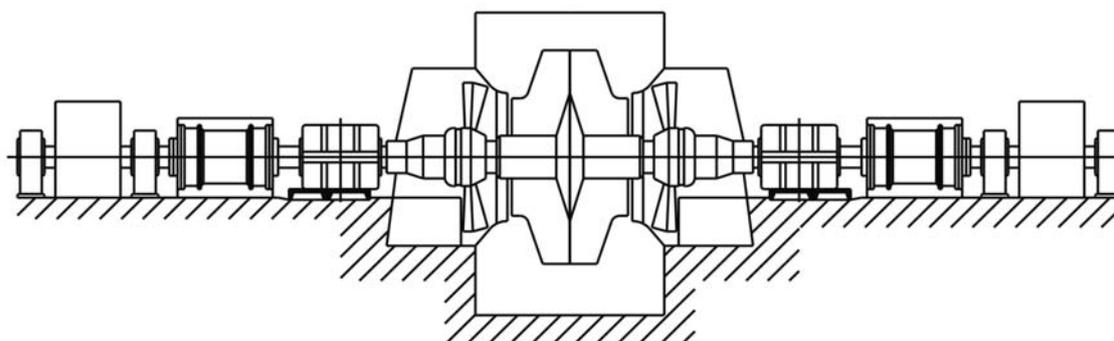


Рисунок 1 – Общая схема вентилятора "ВЦД-40"

Для получения доступа к полному тексту данной публикации необходимо обратиться к авторам по эл. почте: **m-lab@ukr.net**

или воспользоваться Интернет-сервисом **elibrary.ru**

вектор – в 5,4 раза.

– точка 2: вертикальная – в 7,4 раза; горизонтальная – в 5,3 раза; осевая – в 2 раза. Радиус-вектор – в 6,2 раза.

Энергетические показатели:

– до балансировки: потребленная мощность за 15 минут – 0,69 кВт; максимальная мощность – 2,96 кВт; минимальная мощность – 2,49 кВт; средняя мощность – 2,74 кВт. График потребления электроэнергии до балансировки показан на рисунке 5.

– после балансировки: потребленная мощность за 15 минут – 0,65 кВт; максимальная мощность – 2,82 кВт; минимальная мощность – 2,43 кВт; средняя мощность – 2,59 кВт. График потребления электроэнергии после балансировки показан на рисунке 6.

Снижение энергетических показателей: потребленная мощность – $(0,69-0,65) \cdot 100 \% \cdot 0,65^{-1} = 6,1 \%$; максимальная мощность – $(2,96-2,82) \cdot 100 \% \cdot 2,82^{-1} = 4,9 \%$; минимальная мощность – $(2,49-2,43) \cdot 100 \% \cdot 2,43^{-1} = 2,5 \%$; средняя мощность – $(2,74-2,59) \cdot 100 \% \cdot 2,59^{-1} = 5,8 \%$.

Аналогичные результаты были получены в производственных условиях при балансировке вентилятора "ВДН-12" нагревательной трехзонной методической печи. Графики потребления электроэнергии до и после балансировки показаны на рисунках 7 и 8. Потребление электроэнергии за 30 минут составило – 33 кВт, после балансировки – 30,24 кВт. Снижение потребляемой электроэнергии в данном случае составило $(33-30,24) \cdot 100 \% \cdot 30,24^{-1} = 9,1 \%$.

Виброскорость до балансировки – 10,5 мм/с, после балансировки – 4,5 мм/с. Снижение значений виброскорости – в 2,3 раза.

Расход воздуха до балансировки – 21900 м³/ч, после балансировки – 17300 м³/ч. Изменение дутьевого режима вентилятора не позволяет однозначно оценить эффективность проведенной балансировки. Это указывает на необходимость соблюдения одинаковых условий эксплуатации при проведении промышленных экспериментов.

Снижение потребляемой мощности на 5 % для одного двигателя вентилятора, мощностью 100 кВт, приведет к годовой экономии порядка 10 тыс. грн. Это может быть достигнуто в результате балансировки ротора и снижения вибрационных нагрузок. Одновременно происходит увеличение срока службы подшипников в 5...7 раз и снижение затрат на остановку производства для проведения ремонтных работ.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено.

1. Уравновешивание роторов вентиляторов приводит к снижению потребляемой электроэнергии на 4...6 %.

2. Основными причинами снижения потребляемой энергии являются уменьшение паразитных нагрузок и снижение момента сопротивления в подшипниковых опорах; уменьшение вибрационных нагрузок на элементы механизма.

3. Для получения зависимостей снижения электроэнергии для различных типоразмеров оборудования необходимо проведение дополнительных исследований.

1. *Кияновский Н.В.* Новые разделы в теории и практике надежности машин. – Кривой Рог: Издательство "Минерал", 1998. – 209 с.
2. *Ширман А.Р., Соловьев А.Д.* Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. – Москва, 1996. – 276 с.
3. *Кравченко В.М., Сидоров В.А., Седуш В.Я.* Технічне діагностування механічного обладнання: підручник. – Донецьк: ТОВ "Юго-Восток, Лтд", 2007. – 447 с.
4. *Основы балансировочной техники.* В 2-х т. Под ред. В.А. Щепетильникова. – М.: Машиностроение, 1975.
5. *Рунов Б.Т.* Уравновешивание турбоагрегатов на электростанциях. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 224 с.
6. *Справочник по балансировке /* Под общей ред. М.Е. Левита. – М.: Машиностроение, 1992. – 464 с.
7. *Руководство по ревизии и наладке главных вентиляторных установок шахт /* А.С. Гофман и др. – М.: Недра, 1981. – 336 с.
8. *Гольдин А.С.* Вибрация роторных машин: 2-е изд. исправл. – М.: Машиностроение, 2000. – 344 с.
9. *Безразборная динамическая балансировка роторов металлургических машин /* В.Я. Седуш, Г.В. Сопилкин, В.А. Сидоров и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1990. – №2. – С. 48-50.
10. *SKF: общий каталог.* Каталог 4000/1R. Reg. 47-6000-2000. – SKF, 1996 – 974 с.
11. *Перель Л.Я.* Подшипники качения. Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 543 с.

Статья поступила 07.03.2009 г.

© В.А. Сидоров, А.Л. Сотников, А.Е. Сушко, С.А. Цыба, 2009

Рецензент д.т.н., проф. В.Я. Седуш

ПОДПИСКА

НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЖУРНАЛЫ

«Металлургические процессы и оборудование»

(издается с марта 2005 г., 4 номера в год, объем 60-80 стр.)

Проектирование и производство современного высокопроизводительного и безопасного оборудования для горно-металлургического комплекса, организация производства и управление фондами, реконструкция и модернизация действующего оборудования, энергосбережение и утилизация отходов; повышение производительности и качества продукции, организация и проведение работ по обслуживанию, диагностированию, ремонту и восстановлению промышленного оборудования с применением современных технологий и материалов.

«Вибрация машин: измерение, снижение, защита»

(издается с мая 2005 г., 4 номера в год, объем 60-80 стр.)

Борьба с вибрацией машин и металлоконструкций; оценка технического состояния оборудования по виброакустическим параметрам; разработка методов диагностирования, снижения вибрации и балансировки; защита оборудования и обслуживающего персонала от вибраций; разработка и сертификация современных средств измерения и анализа параметров вибрации; проектирование нового вибрационного оборудования.

Подписные индексы журналов в каталогах

Журнал	Каталог		
	"Пресса Украины"	"Газеты. Журналы" (Агентство ОАО "Роспечать")	ООО "НПП "Идея"
Металлургические процессы и оборудование	98832	21897	16170
Вибрация машин: измерение, снижение, защита	98831	21896	16171

Предприятия и организации Украины и России могут оформить подписку в любом почтовом отделении, в подписных агентствах, в редакции журналов и в ее представительствах.

Предприятия и организации др. стран СНГ могут оформить подписку только в редакции журналов и в ее представительствах.

По другим вопросам подписки, публикации статей и размещения рекламы обращаться в редакцию журналов.

Редакция журналов

Адрес: 83001, Украина, Донецк, ул. Артема, 58

Телефон: +380 (62) 348-50-56, (066) 029-44-30

Эл. почта: m-lab@ukr.net

Интернет: metal.donntu.edu.ua, vibro.donntu.edu.ua

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО РЕДАКЦИИ

ООО "ТОИР Консалт" (Россия)

Телефон/факс: +7 (495) 775-85-02

Эл. почта: info@toir-consult.ru

Интернет: www.toir-consult.ru

ПОДПИСНЫЕ АГЕНТСТВА

ООО "НПП "Идея" (Украина)

Телефоны: +380 (62) 381-09-32;

+380 (44) 417-86-67, 204-36-44

Эл. почта: info@idea.donetsk.ua

Интернет: www.idea.com.ua

ООО Фирма "Меркурий" (Украина)

Телефоны: +380 (56) 374-90-30, 374-90-31;

(44) 248-88-08, 249-98-88, 242-97-51;

(536) 700-384, 2-45-48; (232) 6-00-93, 6-45-26

(62) 348-11-14, 345-15-92; (56) 374-90-32;

(542) 25-12-49, 25-12-55