

А.Л. Сотников

Донецкий национальный технический университет (Донецк, Украина)

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ МЕХАНИЗМА КАЧАНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА МНЛЗ

Робота присвячена розробці діагностичної моделі підшипникових вузлів механізму хитання кристалізатора МБЛЗ, які найбільше впливають на експлуатаційно-технічні характеристики механізму хитання і технологічні процеси формування безупинно литого злитка в кристалізаторі.

Работа посвящена разработке диагностической модели подшипниковых узлов механизма качания кристаллизатора МНЛЗ, оказывающих наибольшее влияние на эксплуатационно-технические характеристики механизма качания и технологические процессы формирования непрерывно литого слитка в кристаллизаторе.

На отечественных металлургических предприятиях техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) механизма качания (МК) кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) осуществляется обслуживающим персоналом машины в период плановых и внеплановых остановок, по результатам осмотра. Применение органолептических методов диагностирования МК кристаллизатора МНЛЗ не позволяет полноценно проводить обследование с целью оценки и прогнозирования изменения технического состояния механизма, планирования ТОиР и выбора видов ремонтных воздействий. Требования к точности колебательного движения кристаллизатора МНЛЗ со снижением затрат на проведение ремонтов и ликвидацию последствий аварийных отказов требуют организации ТОиР МК по его фактическому состоянию, определяемому, например, по результатам диагностирования виброметрическими методами.

Анализ параметров общего уровня колебаний МК позволяет оценить степень отклонения действительных параметров колебаний от заданных, выполнить взаимное сравнение характера движения различных МК кристаллизатора МНЛЗ и контролировать изменение технического состояния узлов и элементов механизма [1].

Эффективность и достоверность результатов виброметрического диагностирования МК кристаллизатора МНЛЗ определяется адекватностью его диагностической модели. Диагностические модели составляют для каждой неисправности в виде формализованного описания неисправности различными диагностическими признаками на основе следующих способов [2 и

др.]: 1) опыта эксплуатации; 2) специальных испытаний или 3) математических моделей.

В промышленной практике первый способ составления диагностических моделей достаточно распространен. Осуществляется накопление статистической информации об изменении технического состояния МК кристаллизатора МНЛЗ и о нарушениях технологического процесса формирования непрерывно литого слитка в процессе разлива стали на МНЛЗ. Путем сопоставления полученных данных вырабатываются методы распознавания (решающие правила) неисправных состояний МК по совокупности диагностических признаков. Этот процесс достаточно длителен и трудоемок.

Проведение специальных испытаний МК (второй способ) для составления его диагностической модели еще более затруднительная задача. Металлургическое оборудование является металлоемким, уникальным оборудованием, изготовленным в единичных экземплярах. Практически нет возможности изготовить экспериментальную серию МК кристаллизатора и МНЛЗ, для того чтобы провести всесторонние тестовые испытания.

Наибольшей эффективности с сокращением времени на внедрение можно достичь при составлении диагностической модели МК кристаллизатора МНЛЗ (выбора диагностических параметров, разработки решающих правил и определения границ различения неисправных состояний МК) на основе его математической модели (третий способ) [2 и др.].

Информации о проводимых исследованиях в направлении разработки математической модели

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**

танные "Инструкция по контролю радиуса качания кристаллизатора МНЛЗ" и "Инструкция по диагностике механизма качания кристаллизатора МНЛЗ".

Для экспериментального подтверждения установленных закономерностей отклонения параметров колебательного движения кристаллизатора МНЛЗ и опробования разработанного метода диагностики подшипников МК проводились измерения параметров колебания столов качания. На рисунке 3 приведен пример определения дискриминантных функций и соответствующего класса состояния подшипников по результатам измерения параметров колебательного движения стола качания. Отчетливо видно, что диагностируемый класс располагается в перекрывающейся области второго и третьего классов состояний подшипников МК. Минимальное расстояние будет от диагностируемого класса до центра из известного третьего класса. Результаты диагностирования: суммарный зазор в шарнирах МК составляет 3,3...4 мм. Соответственно диагноз следующий – аварийное состояние подшипников. Рекомендации по ТОиР – провести внеплановую замену подшипников механизма.

Результаты осмотра замененных подшипников подтвердили, что на дорожках качения колец всех подшипников МК присутствуют вмятины от тел качения глубиной от 0,3 до 2 мм, а суммарный зазор составляет 3,9 мм.

Независимо от состояния каждого подшипника МК, заменены были все подшипники, в соответствии с требованиями регламента ТОиР узлов и механизмов МНЛЗ, установленного фирмой-разработчиком. Это требование обусловлено особенностями конструкции МК, которая не позволяет провести разборку одного подшипникового узла без разборки других узлов, а также не допускает эксплуатацию подшипников с различной степенью износа их элементов.

Использование на протяжении последних двух лет разработанного метода диагностики позволило снизить отклонения параметров колебательного движения кристаллизаторов МНЛЗ, радиуса качания и амплитуды колебания с $\pm 50\%$ до $\pm 10\%$ от проектных значений, а также продлить срок службы гильз кристаллизаторов МНЛЗ за счет своевременного обнаружения, определения и устранения неисправностей подшипников МК, что подтверждено соответствующими актами внедрения.

Выводы

По результатам анализа закономерностей отклонений параметров колебательного движения кристаллизатора МНЛЗ при изменении технического состояния подшипников МК разработана их диагностическая модель, отличающаяся тем, что в качестве диагностических параметров выбраны дискриминантные функции параметров движения кристаллизатора в вертикальном и в горизонтальном направлении и радиуса качания кристаллизатора; решающие правила заключаются в определении минимально расстояния от диагностируемого состояния до центра известных классов состояния в пространстве дискриминантных функций; границы различения состояния узлов определены для следующих трех классов состояния подшипников: хорошее – суммарный зазор 0,3...0,791 мм, удовлетворительное – 0,791...4,0 мм и аварийное – >4,0 мм.

1. *Сидоров В.А., Сотников А.Л.* Определение технического состояния механизмов качания МНЛЗ / *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2004. – №8. – С. 202-205.
2. *Голуб Е.С. Мадорский Е.З. Розенберг Г.Ш.* Диагностирование судовых технических средств: Справочник. – М.: Транспорт, 1993. – 150 с.
3. *Ковалев Р.В. Сотников А.Л.* Математическая модель механизма качания кристаллизатора МНЛЗ / *Вибрация машин: измерение, снижение, защита.* – 2008. – №3. – С. 47-58.
4. *Вальран О., Яшинский А.* Исследование механических систем методами динамического моделирования / *Железные дороги мира.* – 1987. – №12. – С.36-45.
5. *Петреев Д.В.* Влияние зазоров в механизме качания кристаллизатора на время опережения / *Сталь.* – 2007. – №4. – С. 67-69.
6. *Повышение конкурентоспособности сортовых МНЛЗ путем их модернизации / Ротенберг А.М., Шифрин И.Н., Белитченко А.К. и др. // Электрометаллургия.* – 2003. – №3. – С. 41-46.
7. *Сидоров В.А., Сотников А.Л.* Определение радиуса качания кристаллизатора МНЛЗ / *Современная электрометаллургия.* – 2006. – №4. – С. 43-46
8. *Дронов С.В.* Многомерный статистический анализ. Учебное пособие. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2003. – 213 с.

*Статья поступила 14.10.2008 г.
© А.Л. Сотников, 2008*

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