

УДК 658. 58

В.А. Сидоров, доцент, канд. техн. наук,

А.Ф. Николаенко

Донецкий национальный технический университет,

ул. Артема, 58, г. Донецк, Украина, 83001

sidorov_va@ukr.net

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ПОДШИПНИКОВ

Выполнен анализ причин повреждений линейных подшипников. Определены диагностические признаки повреждений на основе временных реализаций вибрационного сигнала.

Ключевые слова: *линейный подшипник, повреждения, вибрация, диагностические признаки.*

Одним из конструкторских решений при проектировании систем линейного перемещения металлообрабатывающего оборудования является использование линейных подшипников. Преимущества данного узла во многом очевидны и определяются, исходя из работ [1, 2, 3, 4]: простотой установки, компактностью, высокой нагрузочной способностью, длительным сроком службы и высокой точностью перемещения. Поэтому, все чаще можно встретить системы линейного перемещения, которые используются на станках и различных агрегатах. Эти системы всегда являются незаменимыми при обработке заготовок, когда требуется максимальная точность движения по заданной траектории.

Высокое качество изготовления позволяет отнести линейные подшипники к узлам с низкой вероятностью отказа. Относительно этих элементов высказывается тезис о возможности отказа от технического обслуживания и смазки [2]. В других работах [3] указывается, что межсмазочный интервал зависит от многих факторов, таких как уровень загрязненности, рабочая температура, нагрузка. Поэтому, режим смазывания следует уточнять, используя информацию о техническом состоянии линейного подшипника. Опыт практического применения линейных подшипников каретки устройства захвата, в составе металлообрабатывающей линии А-1245 с ЧПУ, позволяет утверждать о необходимости проведения операций по техническому обслуживанию, в частности смазыванию, для обеспечения длительной и безотказной эксплуатации.

В настоящее время идёт накопление опыта эксплуатации линейных подшипников, чем объясняется отсутствие работ в направлении совершенствования приёмов технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Операции по ТОиР, безусловно, эффективнее проводить при наличии информации о фактическом состоянии механизма. Цель статьи – анализ причин характерных повреждений линейных подшипников и определение методов и параметров технического диагностирования для своевременного проведения ремонтных воздействий.

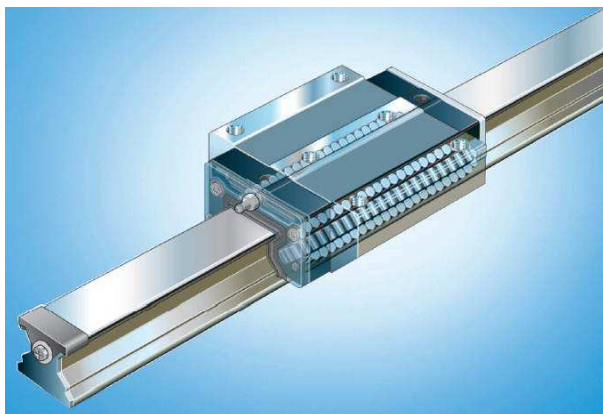
В соответствии с рекомендациями ГОСТ Р ИСО 13379-2009 проведены предварительные исследования для возможности определения требований к системе контроля и диагностирования. Для неисправного узла (линейного подшипника) определены характерные неисправности и повреждения, установлены диагностические признаки и контролируемые параметры.

Надёжность работы любой механической системы определяется тремя факторами:

- исходным качеством изделия, включая приспособленность к проведению ремонтов;
- уровнем эксплуатации, предполагая отсутствие внештатных режимов и чрезмерных нагрузок, а также использования вне зон рабочих параметров;
- качеством технического обслуживания и ремонта – позволяющего эффективно обеспечивать работоспособное состояние системы при условии своевременного проведения ремонтных операций.

Отклонения на уровне любого фактора проявляются в процессе эксплуатации в виде отказов. Для того, что бы объективно установить причину отказа наиболее целесообразно провести изучение видов механического износа, проводя сравнение исходного и изношенного узла. Объект исследования в данном случае – линейный роликподшипник (рисунок 1а), предназначенный для обеспечения поступательного перемещения с минимальным коэффициентом трения узла каретки устройства захвата линии по металлообработке (рисунок 1б). Линейный подшипник состоит из комплекта роликов и корпуса из подшипниковой стали. По обе стороны корпуса размещены уплотнительные кольца из анодированной резины. Эти подшипники воспринимают силы, действующие во всех направлениях, за исключением направления перемещения, и моменты вокруг всех осей. Требования к данному узлу определяются скоростью перемещения – определяющей производительность агрегата, точностью остановки – обеспечение линейных размеров отверстий является основным технологическим требованием и жёсткостью – для исключения дополнительных нагрузок и обеспечения необходимого качества выпускаемой продукции.

Системы линейного перемещения могут выходить из строя по разным причинам. Основной способ восстановления работоспособного состояния – замена узла. В целом отличия между новой роликвой рельсовой направляющей и изношенной легко обнаруживаются при визуальном осмотре (рисунок 2)



а)



б)

Рисунок 1 – Линейный подшипник закрытого типа (а), общий вид каретки устройства захвата (б)

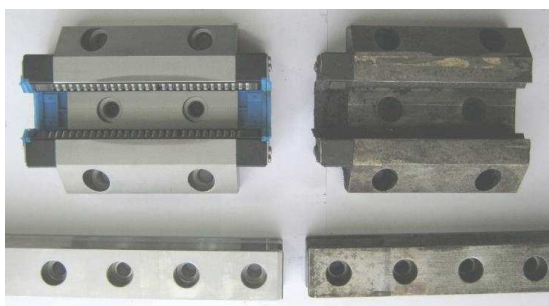


Рисунок 2 – Новая (слева) и изношенная (справа) роликовая рельсовая направляющая

Для анализа причин износа и разрушения выполнены фотографии отдельных частей роликовых рельсовых направляющих в начальном виде и после демонтажа.

Визуальный осмотр изношенного линейного подшипника (рисунок 3) позволил установить следующие: отсутствие элементов качения (роликов), направляющих роликовых планок, одного из сепараторов и масло-грязесъемника (рисунок 4), каналы для подачи смазки полностью забиты абразивной смесью из отработанной смазки с окалиной и ржавчиной (рисунок 5). Это даёт основания утверждать о нарушении правил эксплуатации данной роликовой рельсовой направляющей. Отсутствие эффективного смазывания привело к быстрому износу пластиковых направляющих. За этим последовал абразивный износ поверхности наружной и внутренней беговых дорожек (рисунок 6). Воздействие вибрации металлоконструкций станка может приводить к появлению повреждений на рельсовой направляющей с шагом равным шагу тел качения (рисунок 7). Этот вид повреждений соответствует ложному бриннелированию и усугубляется наличием загрязнённого смазочного материала.



а)



б)

Рисунок 3 – Линейный подшипник: а) новый; б) изношенный

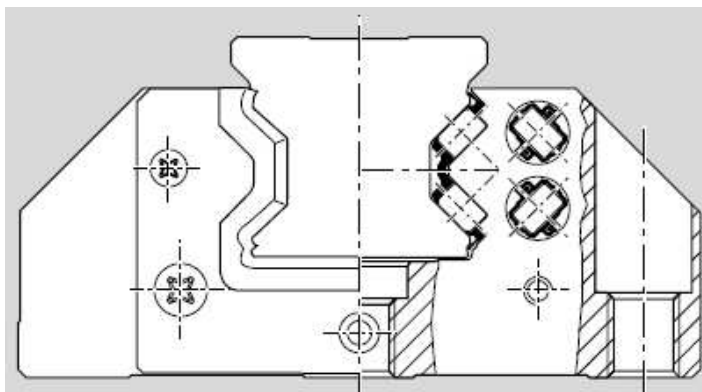


а)



б)

Рисунок 4 – Грязесъёмная манжета: а) новая; б) изношенная)

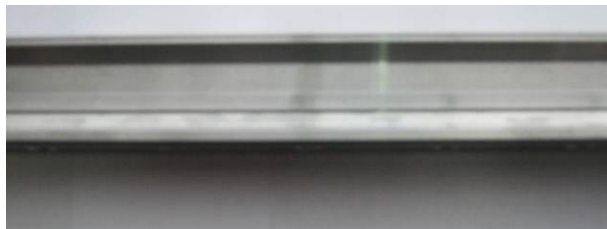


а)



б)

Рисунок 5 – Роликовые каналы: а) схема; б) зашлакованные



а)



б)

Рисунок 6 – Общий вид ролико-рельсовой направляющей: а) перед установкой; б) после демонтажа

Абразивная паста образовавшаяся, при загрязнении смазочного материала в процессе эксплуатации, привела к полному разрушению каретки (оборвало крепёжные болты грязесъёмника и торцевой пластины, разрушились и зашлаковались каналы подачи смазки). Передаточные каналы тел качения зашлакованы абразивом (рисунок 5), что привело к заклиниванию тел качения, после чего заклиненные ролики стали причиной износа рельса и появления местных повреждений (рисунок 7).

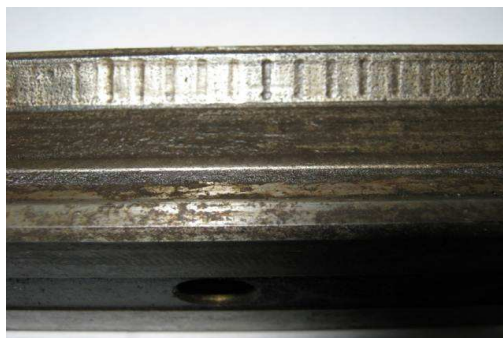


Рисунок 7 – Ложное бринеллирование на поверхности роliko-рельсовой направляющей

Исходя из сделанных выводов, о причинах разрушения линейных подшипников, появляется возможность разработать ряд мероприятий по повышению срока службы подшипников. Безусловно, наиболее эффективным решением является установка защитных рукавов или телескопических кожухов. Однако, при большой длине рельса (в данном случае – 12 м) увеличивается опасность повреждения этих элементов и возникают ограничения по размещению, по габаритным размерам и скорости перемещения.

Поэтому, разработаны рекомендации по повышению качества технического обслуживания, в частности смазывания, очистки направляющих, исключения источников абразивных материалов, расположенных рядом с агрегатом. Одновременно, проведены исследования возможности диагностирования технического состояния линейных подшипников при использовании методов измерения параметров вибрации. Каретка установлена на 4-х подшипниках, поэтому, своевременная замена поврежденного подшипника снижает вероятность разрушения рядом расположенных элементов, повышая тем самым безотказность агрегата в целом.

Исходя из основных методов вибродиагностики: измерения общего уровня вибрации, спектрального анализа и анализа временных реализаций, последний выбран для решения поставленной задачи. В качестве средства измерения использовался анализатор вибрации 795М и программное обеспечение КонСпект. Контрольные точки выбраны на корпусах подшипников в радиальном направлении (вертикальном). Режим измерений: период между измерениями – 100 мкс и 1000 мкс, количество измерений 16000, без усреднений. Это позволило проводить оценки кратковременных случайных процессов при движении и получить общую картину перемещения на длине 10 м. Анализ проведенных измерений временных реализаций виброускорения позволил установить следующие признаки повреждений (рисунки 8, 9): появление ассиметричного сигнала, периодическое уменьшение амплитуды – очевидно при проскальзывании ролика, присутствие низкочастотных модулирующих составляющих. Появляется возможность контроля повреждений направляющей и качества стыков.

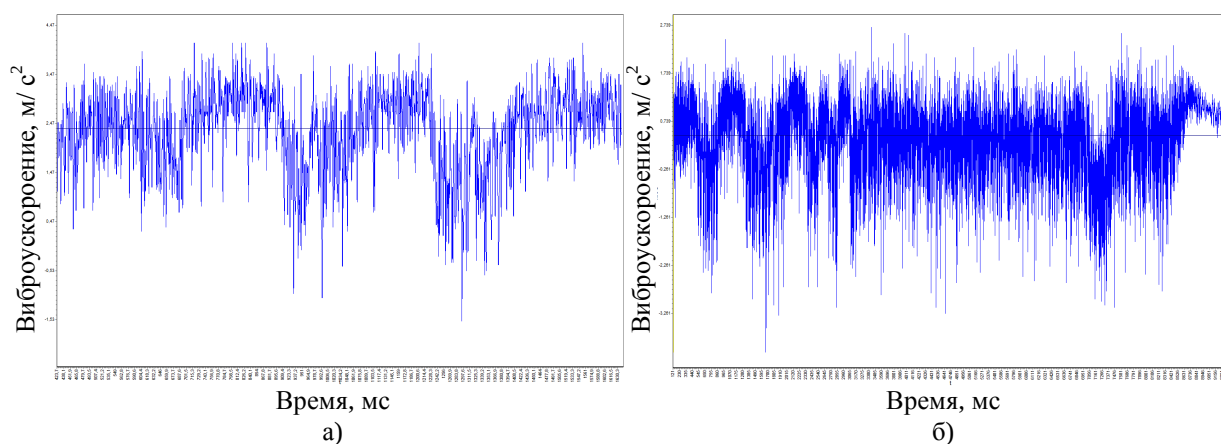


Рисунок 8 – Временные реализации виброускорения линейного подшипника:
а) повреждение – длительность записи 1 с; б) повреждение – длительность записи 10 с

Направление дальнейших исследований связано с моделированием повреждений и их проявлений в вибрационном сигнале. Анализ амплитудных значений позволит выработать решающие правила для абсолютной оценки технического состояния. Далее будут определены рациональные ремонтные операции для восстановления работоспособности узла.

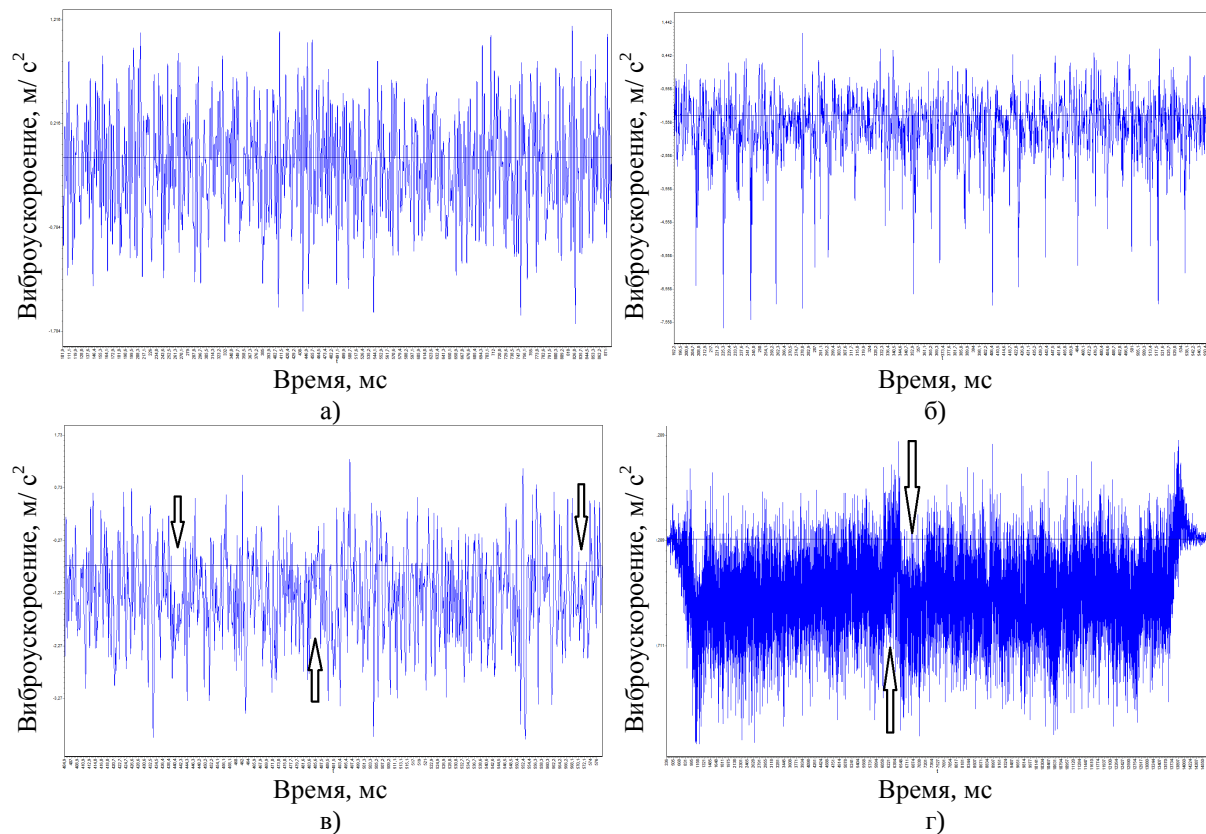


Рисунок 9 – Временные реализации виброускорения линейного подшипника: а) хорошее состояние; б) начальные повреждения – асимметричный сигнал; в) начальные отклонения – периодическое уменьшение амплитуды; г) отклонения в рельсовом стыке

Выводы

1. Анализ характера повреждений линейных подшипников позволил установить основную причину повреждений связанную с накоплением продуктов износа в смазочном материале.
2. Оценка состояния линейных подшипников осуществлена на основании анализа временной реализации виброускорения и определённых признаков повреждений.
3. Эффективность ремонтных операций для восстановления работоспособности узла предлагается оценить по комплексу выбранных диагностических параметров.

Библиографический список использованной литературы

1. Фельдштейн Е.Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ : учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — 3-е изд., доп. — Минск : Новое знание, 2007. — 299 с.
2. Сайт компании ИКО – <http://www.iko-bearings.ru/> Передовые технологии подшипников и систем линейного перемещения. — 40 с.
3. Роликовые рельсовые направляющие. — Rexroth Bosch Group. RRS 82 302/2005-05. — 148 с.
4. Профильные линейные направляющие и встроенные измерительные системы. — Schneeberger linear technology. Monorail и AMS. — 171 с.

Поступила в редакцию 19.03.2013 г.

Сидоров В.А., Николаенко О.Ф. Діагностування стану лінійних підшипників

Виконано аналіз причин ушкоджень лінійних підшипників. Визначені діагностичні ознаки ушкоджень на основі тимчасових реалізацій вібраційного сигналу.

Ключові слова: лінійний підшипник, ушкодження, вібрація, діагностичні ознаки.

Sidorov V.A., Nikolaenko A.F. Diagnosticating of the state of linear bearing

The analysis of reasons of damages of the linear bearing is executed. The diagnostic signs of damages are certain on the basis of temporal realization of oscillation signal.

Keywords: linear bearing, damages, vibration, diagnostic signs.