

Таблица 2 – результаты измерений и допустимые значения шумовых характеристик станков

Модель станка	Уровни звуковой мощности L_p , дБА, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
КУСОН-3	73	79	60	63	65	60	64	71
D460 x 1000 DPA	24	51	45	63	51	45	35	25
Допустимые значения по ГОСТ 12.2.107-85	95	95	95	95	92	90	88	86

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Определение эквивалентных уровней звуковой мощности металлорежущих станков в процессе их эксплуатации. Методические рекомендации / Сост. М.П. Козочкин, В.Д. Кузнецов. М.: ЭНИМС. 1983. 27 с.

2. Приборостроительное объединение Октава-ЭлектронДизайн [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.octava.info/octava-110A> - Дата доступа: 07.04.2019.

УДК 621.833

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС ЗУБЧАТЫХ ПРИВОДНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Дакало Ю.А.¹, Ишин Н.Н.², Гоман А.М.², Скороходов А.С.²

¹⁾ Брестский государственный технический университет,
Брест, Республика Беларусь

²⁾ Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Показано, что существующие на современном этапе методики прогнозирования остаточного ресурса зубчатых передач основаны на использовании расчётных зависимостей, не учитывающих изменение фактических условий эксплуатации в процессе жизненного цикла узла. Обоснована необходимость создания и внедрения методики прогнозирования остаточного ресурса зубчатых приводов по вибрационным характеристикам, учитывающей влияние установленных при ремонтах деталей на изменение параметров вибраций и остаточный ресурс привода.

Введение. Сохранение функциональных свойств и безотказности работы машины в течение всего периода эксплуатации обеспечивается системой технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Рациональная система ТОиР должна обеспечивать предупреждение всех видов отказов при наиболее полном использовании потенциальных сроков службы деталей и узлов оборудования. При этом на техническое состояние машины в той или иной мере оказывают влияние такие факторы, как тип и уровень системы технического обслуживания и ремонта, длительность и полнота ремонта, квалификация персонала, занимающегося обслуживанием, качество запасных частей и др.

Действующая на большинстве промышленных предприятий система планово-предупредительных ремонтов (ППР) (preventive maintenance) при регуляр-

ном и полноценном выполнении предусмотренных мероприятий, в основном, обеспечивает необходимый уровень эксплуатационной надежности. Наибольший экономический эффект достигается в том случае, когда имеет место достаточно близкое соответствие планируемых сроков выполнения ремонтных работ и времени возникновения действительной необходимости в них, а также соответствие плановых объемов ремонтов фактически требующимся. В противном случае неизбежны производственные издержки, вызванные необоснованными простоями оборудования и большими расходами на ремонт. В настоящее время применяются рекомендуемые усредненные нормативы межремонтных периодов для разных видов машин. Проблема системы планово-предупредительных ремонтов не только в том, что она требует большой трудоемкости профилактических работ и значительной численности ремонтного персонала, но и в том, что обслуживание через усредненные периоды не дает гарантии, что в межремонтный период в работе оборудования не произойдет отказов и поломок.

Кроме того, ряд исследователей указывают на то, что разборка приработавшихся деталей в оборудовании приводит к снижению ресурса механизмов и увеличению количества отказов и аварий [1, 2].

Основная часть. Надежность работы машин и оборудования после технического обслуживания, если обслуживание предусматривает разборку механизма или замену деталей, зависит от их приработки. Так, в ряде работ, [3], установлено, что в результате приработки происходит интенсивное сглаживание наиболее выступающих неровностей сопрягаемых поверхностей деталей, частичное или полное уничтожение первоначальных неровностей и установление новых, отличных от первоначальных по форме и размерам. При заданных условиях работы любая шероховатость рабочей поверхности приходит к равновесной $Ra_{пр}$ (рисунок 1).

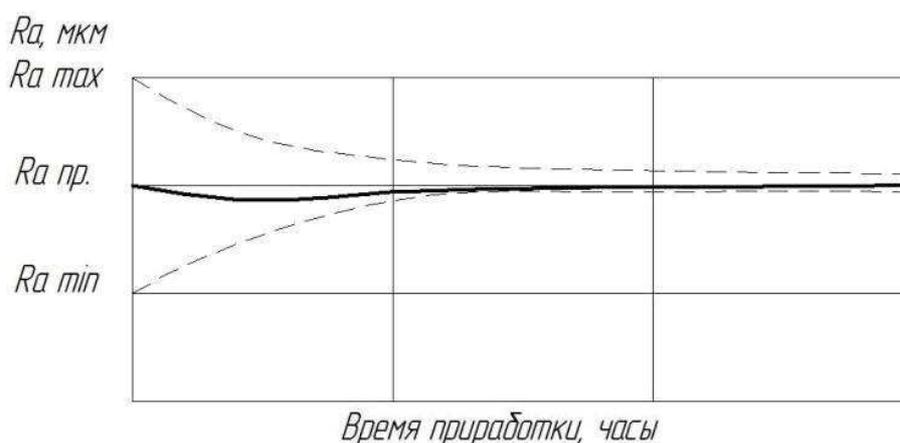


Рисунок 1 – График изменения параметра шероховатости Ra во времени при приработке [3]

Снижение надежности и ресурса обусловлено также появлением отсутствовавших до технического обслуживания дефектов монтажа, связанных с качеством ремонтных работ.

Описанные выше общие принципы и проблемы ППР характерны и для механизмов, содержащих зубчатые передачи. Даже в случае, если при техническом обслуживании не производилась замена зубчатых колес, при демонтаже и последующем монтаже неизбежны погрешности сборки, связанные с перекосом валов и других ответственных деталей привода, изменением величины зазоров в подшипниковых узлах и т.д., что также приводит к изменению условий работы привода, а, значит, и ресурса зубчатой передачи.

Следует также отметить, что изменение условий работы передачи может быть следствием замены оригинальных деталей запасными частями низкого качества, обусловленной экономическими факторами (покупка более дешевых запасных частей) или технологическими возможностями ремонтно-механических подразделений предприятия (квалификация рабочих, отсутствие необходимого оборудования, оснастки и инструментов). Но даже в случае замены оригинальных деталей качественными запчастями от производителя, кроме описанных выше проблем технологического характера, при оценке остаточного ресурса отремонтированного узла будут также иметь место и проблемы, вызванные отсутствием методик определения ресурса сборочной единицы, имеющей в своем составе как новые, так и частично утратившие свой ресурс детали.

Широкое использование средств диагностики состояния машин и оборудования позволяет эффективно переходить на прогрессивные системы технического обслуживания и ремонта – по фактическому состоянию (ОФС) (*condition based maintenance*). Переход от системы ППР к ОФС позволяет значительно снизить объем ремонтных работ и увеличить межремонтный ресурс, что в свою очередь приведет к значительному снижению стоимости обслуживания оборудования.

Для контроля состояния зубчатых приводов и оценки их ресурса хорошо зарекомендовал себя метод вибрационной диагностики [4], который позволяет находить скрытые дефекты и неисправности на этапе их зарождения, не требует сборки-разборки изделия, обеспечивает малое время диагностирования и возможность прогнозирования остаточного ресурса.

Однако проблемой перехода на ремонт по состоянию является отсутствие достоверных данных об остаточном ресурсе, так как существующие на современном этапе методики прогнозирования остаточного ресурса ответственных элементов зубчатых приводных механизмов, описанные в стандартах [5, 6], базируются на расчетных зависимостях, не учитывающих изменений условий работы элементов привода (a , следовательно, и параметров вибраций) при их частичной замене при ремонте. При применении указанных методик прогнозный ресурс может оказаться существенно заниженным или завышенным.

В настоящее время в теории управления процессами ТОиР развивается методика обслуживания, ориентированная на надежность работы оборудования – известная как RCM (*Reliability-centered Maintenance*). Согласно этой методике, поддержание всех единиц оборудования в безупречном состоянии не является самоцелью, главное – это работоспособность производственной системы в це-

лом, а не работоспособность каждой единицы оборудования, так как различные единицы или группы оборудования на предприятии имеют разную значимость для выполнения производственной системой своих функций.

Заключение. Таким образом, актуальной задачей является создание и внедрение методики прогнозирования остаточного ресурса зубчатых приводов по вибрационным характеристикам, учитывающей влияние новых деталей (их ресурса), установленных при ремонтах, на изменение параметров вибраций и остаточный ресурс привода в целом.

Однако следует отметить, что полный отказ от системы ППР невозможен по экономическим (высокая стоимость датчиков и программно-аппаратных средств диагностики) или юридическим причинам. Вопрос выбора стратегии эксплуатации для определенной единицы оборудования зависит от многих факторов, ключевым из которых является соотношение плановых затрат на выполнение работ и затрат на устранение последствий отказов оборудования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хорешок, А.А. Характеристика методов технического обслуживания горно-транспортного оборудования / А.А. Хорешок, А.В. Кудреватых, В.В. Кузнецов // Труды международного научного симпозиума «Неделя горняка–2014»: Сборник статей. – М.: Издательство «Горная книга», 2014 –№ ОВ1. – С. 48 – 61.

2. Крутихин, Д.Л. Методика оценки эффективности функционирования служб технического обслуживания и ремонта оборудования на промышленном предприятии / Д.Л. Крутихин. Экономические науки. – 2011. – № 10 (83). – С. 129 – 132.

3. Комбалов, В.С. Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ. М., «Наука», 1974. – 112 с.

4. Ишин, Н.Н. Динамика и вибромониторинг зубчатых передач / Н.Н. Ишин. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 432 с.

5. ГОСТ 21354-87. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность.

6. ISO 6336-5-2003. Calculation of load capacity of spur and helical gears- Part 5: Strength and quality of materials.

УДК621.833

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВИБРОАКТИВНОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Мирошниченко И. А.

Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

Одна из главных составляющих научно-технического прогресса – постоянное совершенствование конструкций и технологий с целью создания более надежных, экономичных машин и прежде всего их наиболее ответственных систем. К таким системам относят зубчатые передачи, входящие в конструкции почти всех видов современных машин. При этом степень совершенства их конструкций и технологий изготовления влияет на уровень состояния техники во всех отраслях машиностроения.