

После проведения текущего ремонта средний срок службы данных втулок увеличился с 220 часов до 295 часов. Скорость износа втулок уменьшилась почти в два раза.

Выводы. Проведенные исследования ресурса опорных втулок в условиях эксплуатации позволили: произвести оценку условий работы данных деталей; определить основные критерии, влияющие на нарушение работоспособного состояния узла; получить статистические данные по параметрам износа втулок и срокам службы узла. Все это дает возможность использовать полученные данные на этапе проектирования технологического оборудования для проведения компьютерного моделирования влияния условий эксплуатации на изделие в среде САПР и прогнозирования технического ресурса узла, а также создания оптимальной структуры межремонтного периода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-15. – Введ. 01.03.2017. – М.: Издательство стандартов, 2016. – 28 с.
2. Проников, А. С. Параметрическая надежность машин / А. С. Проников. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 560 с.
3. Ивашов, В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учеб. пособие / Ивашов В. И.; СПб: ГИОРД, 2003. – Ч. 2. – 464 с.

УДК 921.9.06

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ

Горбунов В. П.¹, Тюшкевич В. В.²

2) Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь

2) ООО «Машиностроительное предприятие «Компо»;
г. Брест, Республика Беларусь

Современное технологическое оборудование, наряду с обеспечением качества выпускаемой продукции, должно обладать высокой производительностью, надежностью и требуемым уровнем автоматизации. Эффективное использование его является актуальной задачей для каждого предприятия. Сохранение начальных характеристик и безотказности работы оборудования обеспечивается системой технического обслуживания и ремонта. Недостаточный уровень технического обслуживания может привести к серьезным экономическим потерям, связанными с незапланированными простоями. В этой связи важным является обеспечение технического ресурса за счет комплекса мер, применяемых на стадиях проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации оборудования. Решение этой проблемы открывает пути для научно обоснованного назначения ресурса, анализа и синтеза машин с учетом факторов надежности, для выбора конструктивных и технологических решений, обеспечивающих назначенные показатели долговечности.

В этой связи, наиболее актуальной становится проблема прогнозирования и обеспечения технического ресурса машин и конструкций [1]. Прогнозирование

$$P(t) = 1 - F(t) = 0,5 + \Phi \left[\frac{X_{max} - X_0 - \gamma_{cp} T}{\sqrt{\sigma_X^2 + (\sigma_\gamma)^2}} \right], \quad (1)$$

где Φ – нормированная функция Лапласа;

X_0 и σ_X – соответственно математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение рассеивания выходного параметра X нового изделия;

γ_{cp} – средняя скорость изменения параметра под действие вредных процессов X ;

σ_γ – среднее квадратическое отклонение изменения скорости;

T – продолжительность эксплуатации изделия.

Наибольшее влияние на потерю машиной работоспособности оказывают необратимые процессы, которые приводят к постепенному ухудшению выходного параметра. Это медленно протекающие процессы, к которым, как правило, относится изнашивание основных механизмов и деталей машины. Продолжительность времени работы машины зависит от величины скорости изнашивания лимитирующего элемента (узла). При линейной зависимости износа от времени величина скорости изнашивания примет вид:

$$\gamma = \frac{\Delta_{пр}}{T_{cp}}, \quad (2)$$

где $\Delta_{пр}$ – предельно допустимая величина износа, мм;

T_{cp} – средний срок службы рассматриваемого изделия, ч.

В данной работе приведены рекомендации по созданию эффективного графика технического обслуживания и ремонта оборудования, а также методики прогнозирования ресурсов узла, деталей на примере шприца для наполнения колбасных оболочек фаршем, лимитирующим элементом конструкции которого являются опорные втулки винтов вытеснителя. Данные втулки выполняют роль подшипников скольжения, изготавливаются из композиционного материала на основе фторопласта и в процессе работы подвергаются интенсивному абразивному износу. Оборудование эксплуатируется при двухсменной работе с максимальной загрузкой и скоростью вращения привода. При плановом осмотре и обслуживании шприца производился замер фактического посадочного размера втулок с сравнением его с допустимым. Допустимая величина износа рассматриваемой поверхности равняется согласно техническим требованиям 0,2 мм.

Значения времени наработки до предельного состояния (ресурса) левых и правых опорных втулок представлены в таблице 1. Наблюдения проводились до и после проведения текущего ремонта, при котором была произведена замена шнеков, подшипников, втулок и расходных материалов. Согласно формулы 2 были определены скорости изнашивания измеряемых втулок и их средние значения.

Таблица 1 – Скорости изнашивания при предельно допустимом износе втулок $\Delta_{пр} = 0,2$ мм

№ втул- ки	Ресурс левых втулок Т, ч	Скорость из- наши- вания левой втулки γ _л , мм/ч	Средняя ско- рость изнаши- вания левой втулки γ _{ср} , мм/ч	Ресурс правых втулок Т, ч	Скорость изнаши- вания пра- вой втулки γ _п , мм/ч	Средняя ско- рость из- наши- вания пра- вой втулки γ' _{ср} , мм/ч
До текущего ремонта						
1	226	0,00088	0,0012	193	0,00104	0,0013
2	187	0,00107		152	0,00132	
3	155	0,00129		150	0,00133	
4	160	0,00125		154	0,00130	
5	133	0,00150		124	0,00161	
После текущего ремонта						
6	367	0,00054	0,00067	390	0,00051	0,00066
7	333	0,00060		333	0,00060	
8	320	0,00063		338	0,00059	
9	267	0,00075		255	0,00078	
10	239	0,00084		250	0,00080	

Из расчетов видно, что средняя скорость изнашивания $\gamma_{ср}$ для правой и левой втулки каждой из выборок практически одинаковые. Скорость изнашивания после текущего ремонта практически уменьшилась в два раза.

Используя зависимость 2, можно по требуемому ресурсу T_p задаваться необходимой скоростью изнашивания γ , что важно при конструировании изделия и выборе материала, а также возможно решение обратной задачи.

Так как величина времени наработки до отказа T величина случайная и характеризуется рассеиванием значений, то прогнозирование ресурса T_p необходимо вести с учетом показателя надежности $P(t)$ вероятности безотказной работы. Используя формулу 1 и задаваясь полученными при исследовании значениями выразим ресурс T_p через скорость изнашивания γ при $P(t) = 0,997$, $P(t) = 0,95$, $P(t) = 0,68$ (соответствующих квантилям распределения 3,2,1) получим среднее значение ресурса из зависимости:

$$T_p = \frac{K_p}{\gamma_{ср}}, \quad (3)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий состояние параметров и степень риска потребителя. Значения представлены ниже при условии: $X_{max} = 20,25$ мм, $X_0 = 20,02$ мм, $\sigma_X = 0,03$ мм, $\Delta_{пр} = 0,2$ мм:

$P(t)$	0,997	0,995	0,68
K_p	0,2246	0,2218	0,2183

Проведенные исследования показали, что при существующей системе обслуживания технический ресурс втулок используется не полностью. Так, по существующей схеме технического обслуживания среднее время работы втулок после текущего ремонта составило 295 часов, а расчетная величина буде равна 340 часов (при $P(t) = 0,95$). Это приводит к увеличению издержек на предупре-

длительную замену деталей. Приведенные расчеты показали возможность сокращения количества и объема работ при техническом обслуживании шприца по замене втулок в межремонтном периоде, что в итоге позволяет уменьшить организационные и экономические затраты.

Выводы. Использование полученных зависимостей срока службы втулки от скорости изнашивания позволяет обоснованно назначать технический ресурс изделия, соизмеримый со степенью риска потребителя и изготовителя. Также на этапе проектирования оборудования на основании требуемых T_p или γ можно выбирать материал с требуемыми характеристиками.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Болотин, В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В. В. Болотин. – М. : Машиностроение, 1984. — 312 с.
2. Проников, А. С. Параметрическая надежность машин / А. С. Проников. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 560 с.
3. Кочергин, А. И. Основы надежности металлорежущих станков / А. И. Кочергин. – Минск : Выш. школа, 1982. – 175 с.

УДК 621.9-05

МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Григорьев В. Ф., Дакало Ю. А.

Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь

Введение. Шумовые характеристики металлорежущих станков определяют экологическую обстановку в производственном помещении, а также состояние и качество изготовления деталей и узлов станков. Будучи акустическим проявлением вибрации, шум станков является важным показателем их динамического качества, свидетельствующим о наличии отклонений по геометрической точности деталей, участвующих в передаче движения. Повышенный шум при работе является диагностическим сигналом чрезмерного износа узлов и механизмов. Аттестованные шумомеры имеются далеко не на всех предприятиях.

Мобильные приложения современных устройств связи позволяют выполнять измерения и спектральный анализ шумов технологического оборудования в цеховых условиях [1].

Цель работы. Оценить возможности мобильных приложений устройств связи для оценки шумовых характеристик технологического оборудования.

Методы и средства оценки шумовых характеристик станков. В качестве стандартных основных шумовых характеристик станков установлены следующие [2, 3]: октавные и скорректированные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления и уровни звука на рабочем месте оператора.

При измерении шумовых характеристик обычно ограничиваются использованием скорректированной частотной характеристики А шумомера, моделирующей особенности восприятия шума человеческим ухом. В качестве аппаратуры