

Таблица 1 – Результаты тестовых испытаний

Образец	Режимы сверления		Стойкость сверла до первой заточки, количество деталей
	Число оборотов n , об/мин	Подача S , мм/мин	
Сверло из стали P6M5	250	25	40
Сверло из стали P6M5 после криогенной обработки в течение 15 минут	250	35	60
Сверло из стали P6M5 после криогенной обработки в течение 30 минут	250	40	70
Сверло из стали P6M5 после криогенной обработки в течение 60 минут	250	45	72

Из работы можно сделать вывод, что криогенная обработка позволяет улучшить эксплуатационные характеристики металлорежущих инструментов, повысить их износостойкость и твердость. Испытания показали, что оптимальное время выдержки инструмента в жидком азоте составляет 60 минут.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соломенцев, Ю.М. Применение криогенных технологий для повышения стойкости инструментов // Приложение к журн. «Инструмент. Технология. Оборудование». – 2001. – № 2 – С.7.

УДК 621.09

ОЦЕНКА РЕСУРСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ ПО ПАРАМЕТРАМ ТОЧНОСТИ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Горбунов В.П., Григорьев В.Ф., Дакало Ю.А.

Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

Технологическое оборудование с ЧПУ представляет собой сложное, дорогостоящее оборудование, эффективность использования которого является актуальной задачей для каждого машиностроительного предприятия. В процессе эксплуатации под влиянием вредных воздействий происходит изменение параметров траектории перемещения рабочих органов несущих заготовку и инструмент, что влияет на точность выходных параметров станка. Сохранение точности и безотказности работы оборудования в течение всего периода его эксплуатации обеспечивается системой его технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Рациональная система ТОиР должна обеспечивать предупреждение всех видов отказов, как параметрических, так и функционирования, при наиболее полном использовании потенциальных сроков службы деталей и узлов оборудования [1].

Различают ремонтные работы «по потребности», когда оборудование вышло из строя в результате достижения предельного состояния выходного параметра или поломки, и по плану, не дожидаясь выхода оборудования из строя, когда износ деталей еще не достиг предельной величины, при которой оно уже не может выполнять свои функции или дальнейшая его эксплуатация является опасной или нерентабельной. Ремонт машин по плану называют планово-предупредительным [2]. Целью планово-предупредительного ремонта (ППР) является не восстановление работоспособности вышедшего из строя оборудования, как это имеет место при ремонте по потребности, а предупреждение неожиданного для производства выхода его из строя. Это достигается с наибольшим экономическим эффектом в том случае, когда обеспечивается достаточно близкое соответствие планируемых сроков выполнения ремонтных работ и времени возникновения действительной необходимости в них, а также плановых объемов ремонтов фактическим требующимся. В противном случае неизбежны производственные издержки, вызванные необоснованными простоями оборудования и большими расходами на ППР.

В настоящее время на промышленных предприятиях применяются рекомендуемые нормативы межремонтных периодов для разных видов оборудования [2]. Однако эти нормативы являются статистически средневзвешенными. В зависимости от условий эксплуатации оборудования на конкретном предприятии, применяемых методов и условий ремонта, а также достигнутого уровня качества плановых ремонтов, от них необходимо делать отступления в ту или другую сторону. Оптимизация межремонтных периодов возможна на основе моделирования влияния вредных процессов, а также разработки критерия нормальности объема ремонтных работ. Для формирования графиков ППР сегодня используется специализированное программное обеспечение, предназначенное для информационной поддержки ТОиР [3].

Использование технологического оборудования с ЧПУ, в первую очередь многоцелевых станков (МС) – характеризующихся высокой стоимостью, многономенклатурной обработкой и высокой производительностью, ставит задачу внедрения системы ремонта по фактическому состоянию. Оборудование останавливают для планово-предупредительного ремонта, когда оно еще вполне работоспособно. В этом случае рекомендуется применять средства и методы диагностирования и прогнозирования состояния, как всего оборудования, так и отдельных систем и узлов. В работе [4] предложен метод функциональной диагностики станков, где для сокращения временных затрат разработаны программные средства, позволяющие автоматизировать процесс диагностики. При этом оценка геометрических параметров точности токарного и вертикально-фрезерного станков производится по параметрам обрабатываемых поверхностей эталонных деталей.

Основными выходными параметрами точности станков, формирующие качественные характеристики обрабатываемых деталей, являются траектории перемещения их формообразующих узлов. Методическим и информационным обеспечением диагностирования и прогнозирования изменений параметров

траекторий является программный метод испытаний станков (ПМИ), предложенный профессором Прониковым А.С., который позволяет диагностировать текущее состояние станка, прогнозировать его технологическое состояние и вносить обоснованные коррективы в технологические задачи, решаемые с его применением или планировать необходимые ремонтно-профилактические работы [5].

В отличие от тепловых деформаций, которые проявляются в межналадочном периоде эксплуатации и являются обратимыми, за длительный срок службы станка основной причиной потери работоспособности по параметрам траекторий перемещения является износ. Изнашивание характерно для таких ответственных сопряжений станков, как направляющие скольжения, ходовые винты, гайки, кулачковые механизмы, фрикционные муфты и др. Износ сопряжения является характеристикой, которая непосредственно связана с потерей работоспособности станком или механизмом. В этой связи важно как можно более точно определить ресурс станка, связанного с потерей точности (ресурс станка по точности). Для станков, находящихся в эксплуатации ресурс по точности определяется как с использованием стандартных средств контроля, диагностики, так и методами статистического моделирования.

Установление предельно допустимых значений износа является чрезвычайно сложной задачей, так как к деталям любого станка предъявляются самые разнообразные требования. Методика расчета предельных износов разработана еще недостаточно. Однако при каждом ремонте машины необходимо решить вопрос о возможности дальнейшей работы изношенных деталей. При занижении значений предельных износов происходит недоиспользование сроков службы деталей, а при их завышении происходит рост аварийных ремонтов, что приводит к увеличению простоев станка и затрат на его ремонт. Поэтому основным признаком оценки качества поверхностей является своевременное измерение износа, что позволяет объективно оценить применяемые методы эксплуатации станка. Измерение износа поверхностей может производиться в период плановых ремонтов специально, при плановых осмотрах, или при испытании станков.

Первоначальной задачей при расчете предельных износов и, соответственно, сроков службы деталей и узлов является установление критериев (признаков) предельного износа. Эти критерии можно установить в зависимости от того влияния, которое оказывает износ детали на работу машины.

Выделяют три группы критериев, определяющих значение предельно допустимого износа [1]:

1) в результате износа до величины U_{\max} происходит отказ функционирования станка (поломка детали, заклинивание механизма или невыполнение своих функций);

2) износ при значениях $U > U_{\max}$ приводит к попаданию станка и узлов в зону интенсивного выхода из строя (возникают удары, происходит интенсивное изнашивание поверхностей, вибрации, повышается температура узлов и т.д.);

3) в результате износа на величину $U \leq U_{\max}$ параметры станка выходят за допустимые или рекомендуемые пределы (ухудшается качество продукции, понижается производительность, падает КПД, увеличивается шум).

Для станков в целом наиболее характерен отказ, связанный с критериями третьей группы, и в первую очередь, с выходом параметров точности за допустимые пределы. В этом случае необходимо установить зависимость между износом U отдельных сопряжений и изменением входных параметров станка.

Предельно допустимый износ U_{\max} определяет ресурс работы детали или станка в целом.

На рисунке 1 представлена кривая износа направляющих токарного станка мод.16К20Ф3, полученная по искажению траектории линейного перемещения суппорта. По зависимости, представленной в работе [1], между величиной износа U и точностью обработки $\Delta = U \cdot L / 320$ максимальное отклонение размера (диаметра) составит для длины обработки $L = 300$ мм на участке $0 \dots 600$ мм $\Delta_{\max} = 75 \dots 28$ мкм.

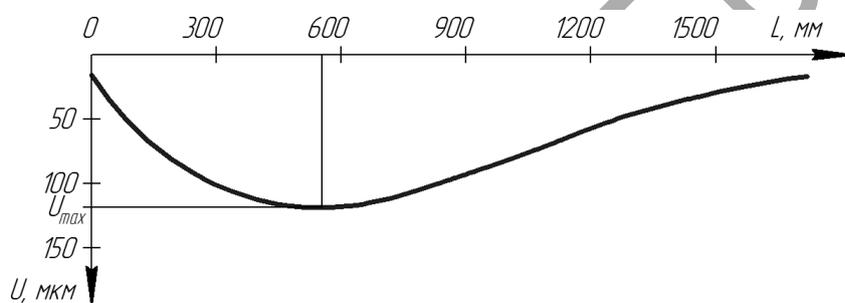


Рисунок 1 - Форма изношенной поверхности направляющих токарного станка в вертикальной плоскости

Для прогнозирования потери станком работоспособности с учётом износа отдельных сопряжений и механизмов необходимо осуществить следующие этапы:

- на основании закономерностей процесса изнашивания рассчитать износ сопряжения с данными конструктивными особенностями, определить форму изношенных поверхностей;
- оценить влияние износа сопряжений на выходные параметры станка;
- учесть вероятностную природу всех процессов и факторов (оценить их законы распределения);
- используя модель параметрического отказа, рассчитать показатели надёжности станка.

Знание физической закономерности процесса изнашивания, которой подчиняются материалы сопряжений пары, является необходимым, но недостаточным условием для прогнозирования изменения выходных параметров технологического оборудования в процессе эксплуатации. Необходимо иметь методы расчета износа сопряженных поверхностей механизмов различных конструктивных форм и оценки влияния этого износа на выходные параметры технологического оборудования с учетом случайной природы процесса изнашивания. Такие методы разработаны в теории надежности машин [1].

Можно выделить следующие основные этапы прогнозирования надежности при использовании программного метода испытания:

- варьируемые параметры, конкретные значения которых устанавливаются для каждого цикла испытаний, вводятся в принятый закон изнашивания;

- на основании расчета определяется форма изношенных поверхностей трения $U(x)$ и износ всего сопряжения;

- знание формы изношенных поверхностей даст возможность рассчитать величину изменения параметра $\Delta X = X_T - X_H$ от начального значения параметра X_H до текущего X_T за период времени Δt и скорость γ_x изменений координат траекторий опорных точек данного узла (рисунок 2);

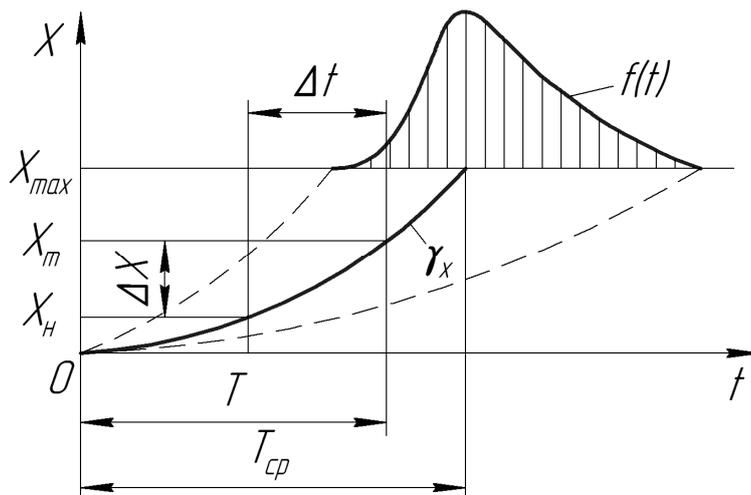


Рисунок 2 - Схема изменения выходного

- если известно изменение формы траектории опорной точки, то можно определить и величину или скорость изменений γ_x установленных выходных параметров X , поскольку они зависят от положения или формы траектории.

В результате для каждого выходного параметра X получим при данном n -ом цикле испытаний одно расчетное значение скорости изменения параметра γ_x , которое соответствует принятой комбинации входных параметров. Повторяя эти расчеты для всех N циклов, получим гистограмму распределения (которую можно аппроксимировать тем или иным законом распределения $f(\gamma_x)$), т.е. характеристику γ_x как случайной величины;

- после проведения всех процедур будут накоплены необходимые данные для расчета надежности ТО по выходным параметрам:

- а) область состояний и ее вероятностные характеристики для нового ТО, полученные в результате испытания;

- б) вероятностные характеристики изменения выходных параметров, найденные путем расчета.

Использованием компьютерной техники, активных методов и средств контроля обеспечивают возможность не только определять текущее состояние узлов путем измерения параметров траекторий движения формообразующих узлов, но и на основе их анализа прогнозировать остаточный ресурс узлов и деталей, планировать сроки проведения и объемы ремонтных работ только необхо-

димых агрегатов и узлов. Преимуществом такого планирования является снижение объемов ремонтных работ (исключается ремонт бездефектных узлов) и увеличение на 25-40% межремонтного ресурса по сравнению с ППР.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проников, А.С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
2. Типовая схема технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования / Минстанкопром СССР, ЭНИМС. М.: Машиностроение, 1988. – 672 с.
3. Анцева, Н.В. Управление системой планово предупредительного ремонта металлорежущих станков по критерию эксплуатационной технологичности / Н.В.Анцева, А.Н.Иноземцев // Известия ТулГУ. Сер. Технические науки, 2013. Вып.12 (41). С.21–30.
4. Анিকেева, О.В. Автоматизация диагностирования и прогнозирования состояния металлорежущих станков на промышленных предприятиях / О.В.Аникеева, А.Н.Афонин, А.Г.Ивахненко // Известия Юг.-Зап. ГУ, 2012, №1 (40). С.103–107.
5. Васильев, Г.Н. Обеспечение технологической надежности токарных станков мониторингом параметров траекторий перемещения суппортных узлов / Г.Н.Васильев, А.Г.Ягопольский // Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Сер. Машиностроение, 2010. №2. С. 91 – 105

УДК 62-1:664.9

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ СУБПРОДУКТОВ

Ляшук Н. У., Титовец Р.А.

Брестский государственный технический университет,
Брест, Республика Беларусь

Субпродукты (далее с/п) - это внутренние органы и части животного организма, получаемые при переработке скота. В зависимости от вида сельскохозяйственных животных с/п подразделяются по видам: говяжьи; бараньи; свиные, конские. В зависимости от особенностей морфологического строения и способов обработки с/п подразделяют на 4 группы: мякотные, мясокостные, слизистые, шерстные.

В СССР насчитывалось порядка 1200 мясоперерабатывающих предприятий (мясокомбинаты, мясожировые и мясоперерабатывающие производства). Все они были оснащены центрифугами (далее ЦТФ) для обработки шерстных и (далее Ш.) и слизистых (далее С.) с/п моделей Г6-ФЦШ и Г6-ФЦС, то есть, центрифугами одного типа.

В РБ имеется 23 мясокомбината, в состав которых входят мясожировые производства с участками обработки с/п. В настоящее время на мясокомбинатах выполняются работы по модернизации и реконструкции мясожировых производств, с применением комплексных технологических линий различной мощности импортного производства. Кроме того в каждом райцентре имеются мясожировые производства, находящиеся в подчинении Белкоопсоюза. Это свыше 120 предприятий, которые относятся к предприятиям малой мощности. Почти каждое крупное животноводческое хозяйство имеет свой мясожировой цех. Создаются частные мясожировые предприятия.