

621.941.22

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Ст. препод. А.Г. ЯГОПОЛЬСКИЙ, ассист. В.А. ВОЛОХОВ

Рассмотрены возможности испытания токарных станков на основе применения набора унифицированных выходных параметров с учетом комплекса технических требований и характеристик, которыми должен обладать станок.

Представлены способы формирования оценки и прогнозирования технологической надежности станка и выявления причин потери им работоспособности.

This article examines new methods of lathes tests on the basis of application of a set of the unified target parameters in view of a complex of specifications and characteristics which lathes should have. Ways of parametric configuration set and prediction of technological reliability of lathes and cause isolation of capacity loss are observed.

Разнообразие станков порождает и разнообразие их технических характеристик, что связано, в первую очередь, со стремлением достигнуть высшего уровня качества станка. Возможности станка удовлетворять поставленным требованиям оцениваются его техническими характеристиками, которые определяют также конкурентоспособность станка по сравнению с другими моделями того же назначения.

В отечественном машиностроении установлены следующие показатели качества для всех видов продукции: показатели назначения, характеризующие полезный эффект от использования продукции и определяющие область ее применения; показатели надёжности, технологичности; стандартизации, а также патентно-правовые; экономические и др.

Технические характеристики станка включают две категории показателей. Первая категория — это показатели, которые не изменяются в процессе эксплуатации, поскольку характеризуют конструктивные, технологические, эстетические и другие особенности станка (габариты, масса конструкции, число скоростей привода). Вторая категория — это показатели, которые изменяются в зависимости от режима и условий эксплуатации станка и постепенно трансформируются за время его использования (мощность, точность, уровень шума и т.п.). Эти характеристики и их изменение в процессе эксплуатации являются наиболее значимыми при оценке точности функционирования и технического состояния станка.

Следует иметь в виду, что при проектировании станка и отыскании оптимальных конструктивных решений некоторые показатели могут варьироваться в определённых пределах, зависящих от типа и назначения станка.

При установлении технических характеристик необходимо учитывать ряд факторов: эффективность работы станка, которая определяется наибольшими достигнутыми значениями скоростей, нагрузок, температур, точности и других эксплуатационных показателей (они определяют уровень развития станка, его конкурентоспособность и составляют основное содержание технических условий); сохранение технических показателей машины в заданных пределах в течение всего периода эксплуатации, т.е. обеспечение параметрической надёжности — одно из самых основных требований к станку. Следовательно, технические характеристики отражают весь тот комплекс требований к функционированию станка, которые заложены конструктором при его проектировании.

Для численной оценки технического уровня станка можно применять набор унифицированных выходных параметров, которые являются числовыми показателями его технических характеристик и определяют состояние станка и его возможности по выполнению заданных функций. Это могут быть показатели точности функционирования, механические и прочностные характеристики, кинематические и динамические параметры, к.п.д., производительность, показатели уровня шума, тепловыделение и другие.

Перечень выходных параметров и допустимые значения каждого из них должны быть установлены так, чтобы их определение в заданных пределах гарантировало работоспособность станка. Формирование необходимого перечня выходных параметров связано с анализом тех технических характеристик, которыми должен обладать данный станок.

При оценке качества и точности функционирования любой технологической машины (станка) предлагается применять набор унифицированных выходных параметров, которые для различных машин могут иметь различный физический смысл, но одинаковое математическое описание. Возможность создания такого унифицированного набора основывается на получении выходных параметров из данной технической характеристики, которая является функцией времени (длительности цикла работы машины), пути (перемещения машины или ее рабочих органов) или специального показателя.

Техническую характеристику, представленную в виде функции, независимо от ее физического содержания, можно оценить рядом числовых показателей, например:

- наибольшее значение функции, которое должно лимитироваться техническими условиями (динамические нагрузки, шум, коэффициент трения, погрешность перемещения);
- наименьшее значение функции (производительность, к.п.д.);
- одновременное ограничение функции «сверху» и «снизу» (температура объекта, давление в гидросистеме);
- показатели для оценки специфических требований к данной технической характеристике.

В качестве технических характеристик могут применяться специальные функции или требования, например, амплитудно-фазовые частотные характеристики (в этом случае выходными параметрами будут их числовые характеристики — показатели). В общем виде каждую техническую характеристику машины можно представить как траекторию (функцию) некоторого показателя в пространстве или времени или как функцию специального показателя, а числовые характеристики этой траектории и будут являться выходными параметрами машины.

Комплекс выходных параметров и их численные значения определяют начальный уровень надежности машины ее качество и надежность в данном состоянии.

Для обеспечения параметрической (технологической) надежности машин необходимо знать и оценить значения, которые может принимать каждый из выходных параметров, а также его возможные изменения в процессе длительной работы. При этом каждый из параметров проявляется как случайная величина со своим законом распределения, поскольку машины работают при различных режимах, нагрузках, скоростях и переменных условиях эксплуатации.

В результате оценки точности функционирования, качества и надежности должны быть получены сведения о состоянии машины, которые свидетельствуют о том, при каких условиях эксплуатации достигаются заданные параметры машины и в те-

чение какого времени эксплуатации, и с какой вероятностью эти показатели будут сохраняться.

Рассмотрим формальную методику испытания станков, структурная диаграмма которой приведена на рис. 1.

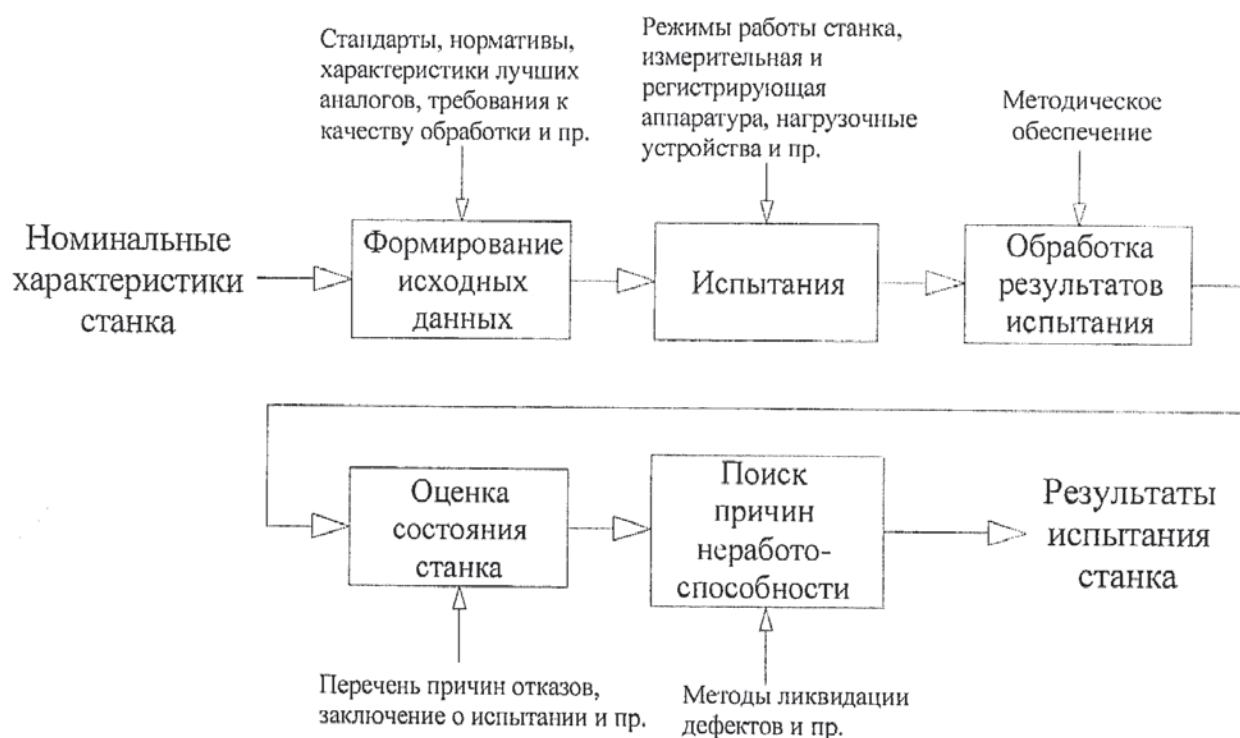


Рис. 1. Структурная диаграмма испытания станка

Формирование и ввод исходных данных предусматривает, прежде всего, задание номинальных характеристик испытуемого объекта, включая номенклатуру параметров траектории, используемую при выполнении конкретной задачи испытания. Исходные данные включают стандартные характеристики и данные, однако в дополнение к ним должны быть заданы:

— диапазоны возможных режимов и условий эксплуатации станка (прежде всего, по температуре окружающей среды и внешним воздействиям);

— указывают наиболее форсированные режимы и экономические режимы чистовой обработки, а при наличии информации — гистограммы используемых при эксплуатации станка параметров режимов, например, подач;

— характеристики и требования, предъявляемые к лучшим образцам станков аналогичного назначения;

— требования к качеству деталей, обрабатываемых на испытуемом оборудовании и вытекающим из этого требования к отдельным характеристикам испытуемого оборудования;

— предельно допустимые значения установленных параметров в соответствии с действующими стандартами, нормативами и требованиями заказчика;

— дополнительные параметры, которые могут расширить глубину испытания.

Введенные данные должны однозначно задать условия реализации и параметры траектории формообразующего узла, на основе которых будет осуществлен сбор и последующая обработка диагностической информации.

Основная информация поступает в результате проведения испытаний станка, в ходе которых регистрируются траектории его формообразующих узлов. Методика предусматривает три принципиально различных способа формирования реализаций траекторий: генерирование на основе метода статистических испытаний; при программном нагружении; при обработке заготовок — тестов. Регистрация и последующие измерения параметров траектории осуществляют при перемещении узла без нагрузки, когда основное влияние на отклонение траектории от заданной (теоретической) оказывают геометрические погрешности направляющих в результате их изготовления и износа; перемещении узла под фиксированной нагрузкой, когда на отклонение траектории влияют также деформации элементов станка (контактные и собственные); фиксированном тепловом состоянии испытуемого станка (холодном и прогревом).

При испытании должен учитываться весь спектр разнообразия возможных режимов обработки и условий эксплуатации станка и их статистические характеристики.

Основной результат обработки результатов испытаний — это формирование оценки точности функционирования и прогнозирования технологической надёжности станка, а также выявление тех факторов, которые являются причиной потери станком работоспособности по регламентированным выходным параметрам. При обработке результатов используется математическое и методическое обеспечение. Принципиальной особенностью данного этапа является формирование баланса факторов, влияющих на состояние станка (как в настоящем, так и будущем), т. е. оценка «удельного веса» каждого из основных факторов, влияющих на выход параметров за допустимые пределы. Это позволяет выявить источник возможной потери работоспособности станка, прежде всего, по параметрам качества.

Завершающий этап испытания связан с поиском причин неработоспособности станка в настоящем и будущем. При этом устанавливают причины изменения состояния испытуемого объекта и определяют методы устранения их отрицательного влияния. Выполнение данного этапа базируется на оценке состояния станка или оценке областей состояний всех регламентированных параметров.

При поиске причин потери точности функционирования и работоспособности станком широко используют типовые перечни возможных причин параметрических отказов и методов их ликвидации. Так, например, в типовой перечень возможных причин параметрических отказов суппортного узла станка, как правило, включают следующие факты: при влиянии геометрии направляющих указывают те грани, искажения формы которых в наибольшей степени (при данной конструкции суппортного узла) скажутся на значении установленных выходных параметров; при влиянии на выходные параметры жёсткости технологической системы указывают те сопряжения, где возникают повышенные контактные деформации, а также сопряжения с регулировочными клиньями и планками (выявляют детали, собственная деформация которых в наибольшей степени влияет на отклонение опорной точки от заданной); при оценке влияния тепловых факторов указывают основные источники тепловыделения (электропривод, зона резания, гидравлика и прочие) и ранжируют их по интенсивности и по степени влияния на точность траектории суппортного узла.

Результатом представленной формальной методики испытания станков по параметрам траекторий перемещения суппортного узла является формирование оценки и прогнозирование технологической надёжности станка, а также выявление тех факторов, которые являются причиной потери станком работоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проников А. С. Программный метод испытания металлорежущих станков. — М.: Машиностроение, 1985. — 288 с.
2. Пуш А. В. Моделирование и мониторинг станков и станочных систем // СТИН. — 2000. — №9 — С. 12—19.
3. Васильев Г. Н., Ягопольский А. Г., Тремасов А. П. Проблемы диагностики и обеспечения надежности металлорежущих станков // СТИН. — 2003 — №7. — С. 14—17.

621.923

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ШЛИФОВАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ ПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Д-р техн. наук, проф. Л. В. ХУДОБИН, канд. техн. наук, доц. А. Н. УНЯНИН

Аналитически получены и экспериментально подтверждены зависимости для расчета сил шлифования, учитывающие изменение глубины внедрения зерна в материал заготовки по длине дуги контакта круга с заготовкой и зависимость глубины внедрения от величины навалов по краям шлифовочных царапин. В результате численного расчета установлено влияние различных факторов, в том числе коэффициента навалов, коэффициента трения зерна о заготовку, износа абразивного зерна, зернистости шлифовального круга на силы шлифования и их составляющие.

Design value of grinding pressure, taking into account projected range of grain in a material of preparation on length of an arch of contact in a billet circle and projected range of a heading on bulk magnitude with the edges of scratch scores are analytically gained and experimentally confirmed. As a result of numerical calculation it was determined that there's an involvement of various factors i.e. bulk ratio, constant of friction of grain about billet, wear of a grinding circle and its graininess on grinding pressure and the rectangular components. Как известно, при шлифовании заготовок из пластичных материалов доминирующим фактором, приводящим к снижению режущей способности шлифовальных кругов (ШК), является засаливание их рабочих поверхностей. Процесс засаливания сопровождается увеличением коэффициента трения в контакте шлифовального круга с заготовкой, что неизбежно приводит к усилению силовой и тепловой напряженности процесса шлифования.

С целью прогнозирования технологических возможностей различных энергетических воздействий на рабочую поверхность круга, необходимых для стабилизации его режущей способности, выполнено моделирование сил шлифования, функционально связанных с режущей способностью абразивного круга.

Одной из причин увеличения силы шлифования при обработке заготовок из пластичных материалов является интенсивное оттеснение материала заготовки с образованием навалов по сторонам шлифовочной царапины [1]. Образовавшиеся навалы удаляются смежными абразивными зернами (АЗ), в результате чего увеличиваются фактические глубины внедрения их в материал заготовки и силы шлифования. Однако известные аналитические зависимости для расчета сил шлифования не содержат в качестве аргументов параметры, характеризующие размеры навалов, что может привести к неадекватным результатам при расчете сил, действующих при обработке заготовок из пластичных материалов.

В развитие известных аналитических исследований сил шлифования [1—3] приняли во внимание, что максимальная глубина внедрения АЗ в материал заготовки a_m изменяется по длине l дуги контакта круга с заготовкой и зависит от величины навалов по