

УДК 621.757.001.57

А.Г. Ясев, К.Г. Меженная

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАДЕЖНОСТИ МЕТОДОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Понятие надежность и соответствующие методы ее исследования, оценки и обеспечения (теория надежности) возникли и до сих пор применяются в основном к техническим объектам [1-4]. Важным этапом развития стало рассмотрение в качестве объекта теории надежности технологических систем [5-7], которые образованы системами технических объектов, взаимодействующих для достижения целей технологических процессов. В последнее время утвердилось понятие «надежность метода обработки», в частности, метода механической обработки, что нашло отражение в выделении этой области исследования в паспорте научной специальности 05.02.08 – технология машиностроения [8].

Целью статьи является анализ особенностей метода механической обработки как объекта теории надежности. Для этого необходимо уточнить понятие «метод механической обработки» и рассмотреть возможности использования сложившейся системы понятий и показателей для исследования, оценки и обеспечения надежности метода механической обработки.

Объект исследования – технологический процесс механической обработки изделия.

Предмет исследования – методы механической обработки, которые используются при осуществлении технологического процесса.

Известные определения метода механической обработки [9] основываются на его определенных отличительных признаках. Например, такими признаками являются кинематические особенности (указание главного движения и движения подачи), назначение (характеристика видов обрабатываемых поверхностей) и т.п. Эти признаки не содержат информацию о способности метода механической обработки сохранять во времени в установленных пределах значения основных параметров, то есть их недостаточно для исследования надежности. Кроме того, метод механической обработки соотносят с элементами технологического процесса изготовления

деталей. В частности, метод может реализоваться в виде переходов технологической операции, или в виде операций технологического процесса.

Для построения определения понятия «метод механической обработки» для исследования надежности воспользуемся общепринятыми определениями понятий «метод» и «технологическая система» [5].

Метод – последовательность действий, которые необходимо совершить для достижения цели. Технологическая система – совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций.

Объединение этих понятий приводит к содержательному (для исследования надежности) определению понятия *«метод механической обработки» – совокупность действий, которые необходимо совершить для целенаправленного изменения параметров объекта производства в условиях конкретной технологической системы.* В этом случае технологическая система является материальной основой для реализации метода механической обработки (в одной и той же технологической системе можно реализовать разные методы). Содержательность предлагаемого определения обусловливается наличием необходимых признаков, а именно, последовательность технологических действий и технологическое оборудование и оснастка, которые определяют способность метода механической обработки сохранять во времени в установленных пределах значения основных параметров обработки, то есть определяют надежность метода. Уточним, что *надежность метода механической обработки – это свойство метода обеспечивать получение требуемых выходных параметров обработки в условиях конкретной технологической системы и режимов ее использования.*

Проблемы надежности элементов технологических систем исследованы различными учеными. В технологии машиностроения известны исследования Проникова А.С. [1] (надежность металлорежущих станков), Ивченко Т.Г. [2] (надежность режущего инструмента), Войнова К.Н. [3] (надежность механических систем) и

других. Влияние последовательности действий с одновременным учетом надежности элементов технологической системы исследованы в меньшей степени.

Уточним понятие «отказ», которое является базовым в теории надежности, применительно к методу механической обработки. Классификация отказов технологических систем, которые являются технической основой методов обработки, предусматривает [5] отказы по параметрам продукции, по производительности, по затратам. Такие же виды отказов можно рассматривать при оценке надежности метода механической обработки. Во всех случаях отказ предполагает выход соответствующих параметров за установленные пределы. Учитывая, что отказы по затратам и производительности в определенной степени имеют экономическое и организационное содержание, основным видом отказа метода механической обработки можно считать отказ по параметрам продукции (прежде всего по показателям точности и свойств поверхностного слоя). Таким образом, отказ метода механической обработки – это событие, которое проявляется в отклонении выходных параметров обработки или свойств поверхностного слоя от заданного уровня.

Причинами возникновения такого события (отказа)  $A$  могут быть отказы элементов технологической системы (оборудования  $A_1$  или оснастки  $A_2$ ), а также неправильное выполнение совокупности действий  $A_3$ , которые необходимо совершить для целенаправленного изменения параметров объекта производства (например, нарушение последовательности действий, несоблюдение параметров действий, нерациональные значения параметров действий и т.п.). Таким образом, с формальной точки зрения отказ метода механической обработки можно представить как сумму событий (1):

$$A = A_1 + A_2 + A_3. \quad (1)$$

Предлагаемые определения основных понятий (метода механической обработки, его надежности и отказа) позволяют интерпретировать большинство других терминов и понятий теории надежности [4] для исследования этого объекта. Например, понятие «работоспособность» метода механической обработки можно определить как состояние всех элементов метода (совокупности действий и технологической системы), при котором значения их параметров, характеризующих способность получать выходные параметры обработки, соответствуют установленным требованиям.

Понятие «предельное состояние» метода механической обработки можно определить как состояние всех элементов метода, при котором дальнейшее применение их по назначению невозможно или нецелесообразно. Тогда «безотказность» метода механической обработки – это свойство метода непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени. Соответствующим образом можно вести определения для таких понятий как «долговечность», «ремонтпригодность» и «сохраняемость» метода механической обработки.

Для оценки надежности метода механической обработки можно использовать известные комплексные и единичные показатели [4, 5].

Например, комплексную оценку надежности метода механической обработки можно производить с помощью коэффициентов готовности и технического использования [4] при соответствующей (для метода обработки) трактовке величин (наработка на отказ, время восстановления и др.), которые входят в выражения для их расчета. Для комплексной оценки надежности метода механической обработки можно также использовать (с соответствующими уточнениями) развитую систему показателей, установленных для технологических систем [5, 6, 7], например:

- коэффициент выхода годной продукции;
- коэффициент сохранения производительности;
- коэффициент расхода материальных (стоимостных) затрат;
- коэффициент дефектности;
- коэффициент возвратов;
- коэффициент брака;
- коэффициент ритмичности изготовления продукции;
- коэффициент выполнения задания.

Сказанное выше справедливо и для единичных показателей надежности метода механической обработки, к которым относятся показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Например, при оценке безотказности с помощью основного показателя, которым является вероятность безотказной работы (метода механической обработки) необходимо уточнять содержание величин, учитываемых при расчете (2):

$$P(t) = 1 - \frac{n(t)}{N}, \quad (2)$$

где  $N$  – общее количество предполагаемых реализаций метода механической обработки (соответствует количеству обрабатываемых данным методом деталей);

$n(t)$  – количество реализаций метода механической обработки (соответствует количеству обработанных данным методом деталей), для которых зафиксирован факт отказа метода механической обработки на протяжении исследуемого отрезка времени (от  $0$  до  $t$ ).

Для технологической системы существуют следующие варианты этого показателя [5, 6]:

- вероятность выполнения задания;
- вероятность выполнения задания по объему выпуска;
- вероятность выполнения задания по одному параметру;
- вероятность выполнения заданий по  $n$  параметрам.

Введенное определение отказа метода механической обработки (1) позволяет оценивать показатели надежности метода. Например, вероятность безотказной работы метода можно оценить как вероятность одновременного пребывания всех элементов метода в работоспособном состоянии (3), а именно, отсутствие отказов технологического оборудования  $P_1$ , оснастки  $P_2$  и совокупности действий  $P_3$ .

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3. \quad (3)$$

Для использования такой оценки (3) необходимо знать величины показателей безотказности (вероятностей безотказной работы или вероятностей появления отказов) каждого из элементов метода механической обработки.

Для всесторонней оценки надежности метода механической обработки необходимо также использовать показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Долговечность – свойство метода механической обработки сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе обслуживания и ремонта. В качестве основного показателя долговечности можно использовать средний ресурс (математическое ожидание ресурса, оценкой которого является среднее арифметическое длительности использования метода механической обработки до достижения предельного состояния).

Ремонтпригодность - свойство метода механической обработки, заключающееся в приспособленности к обнаружению причин отказов, поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем

проведения технического обслуживания и ремонта. Основными показателями ремонтпригодности метода механической обработки являются средняя стоимость и трудоемкость ремонта (восстановления работоспособного состояния).

Сохраняемость - свойство метода механической обработки сохранять значения показателей надежности в течение и после временного прекращения использования метода (хранения). К основным показателям сохраняемости метода механической обработки относится средний срок сохраняемости.

Выводы.

1. Метод механической обработки – совокупность действий, которые необходимо совершить для целенаправленного изменения параметров объекта производства в условиях конкретной технологической системы. Надежность метода механической обработки – это свойство метода обеспечивать получение требуемых выходных параметров обработки в условиях конкретной технологической системы и режимов ее использования. Отказ метода механической обработки – это событие, которое проявляется в отклонении выходных параметров обработки или свойств поверхностного слоя от заданного уровня.
2. Для оценки надежности метода механической обработки можно использовать традиционные подходы и показатели (комплексные и единичные) надежности при соответствующей интерпретации их содержания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проников А.С. Технологическая надежность станков. – М.: Машиностроение, 1971 – 344с.
2. Войнов К.Н. Прогнозирование надежности механических систем. – Л.: Машиностроение, 1985 – 208 с.
3. Ивченко Т.Г. Прогнозирование вероятности разрушения инструмента для различных условий эксплуатации. Международный сборник науч. трудов Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Донецк: ДонГТУ. - Вып. - 10. - 2000. - С. 75-81.
4. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
5. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1985.

6. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
7. ГОСТ 27.204-83. Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности по параметрам производительности. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
8. Постанова ВАК України № 17-08/7 від 14.10.1998.
9. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, т.1, 2 1973.

Получено 17.09.2007 г.