

На основе выражений 8 и 9 получаем:

$$P_{(t)} = 1 - \prod_{j=0}^m \left[1 - \prod_{j=0}^m P_{ij}(t) \right]. \quad (10)$$

Таким образом, при расчёте надёжности систем учитываются ряд критериев, такие как интенсивность отказов и частота отказов системы. Однако данные показатели применимы в первую очередь для последовательной структуры системы, которая в области работы с системами управления самая ненадёжная, так как при большом количестве элементов система выйдет из строя при прекращении работы хотя бы одного из них. В итоге проблема надёжности систем с большим количеством объектов может быть решена за счёт резервирования некоторых объектов, надёжность которых в системе наименьшая. Это значительно повысит надёжность работы системы при меньших затратах на оборудование, но потребует больших расчётов, в особенности если резервные и основные объекты работают в разных режимах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шкляр, В. Н. Надёжность систем управления: учебное пособие / В. Н. Шкляр; Томский политехнический университет. – Томск : Изд. Томского политехнического университета, 2009. – 126 с.
2. «Расчёт надёжности неремонтируемых систем при проектировании» [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://studylib.ru>.

УДК 658.512.2

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫБОРА ТИПОРАЗМЕРА ТОКАРНОГО РЕЗЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМОВ И УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Кудрицкий Я. В., Левданский А. М., Ялковский Н. С.
Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Объектом исследования выступает автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства.

Целью работы является выявление возможности автоматизированного выбора типоразмера токарного проходного резца на этапе проектирования технологических операций механической обработки.

В ходе выполнения работы был разработан и апробирован алгоритм выбора типового токарного резца из подготовленной базы данных, с учетом заданных

условий обработки. Определены входные переменные параметры. Особенности алгоритма решения поставленной задачи являются:

- возможность ввода исходной информации параллельными информационными потоками;
- входные переменные параметры для выполнения расчетов, такие как, элементы режимов резания, группа обрабатываемого материала, материал режущей части резца;
- по результатам автоматизированного расчета для каждого массива входных параметров на экран выводятся как промежуточные результаты, так и рекомендации по выбору определенного режущего инструмента, наиболее подходящего для выполнения обработки при заданных условиях.

Одним из главных факторов, определяющих характер и результаты процесса резания, является теплота, образующаяся в зоне резания. Законы теплообразования объясняют целый ряд явлений, связанных со стойкостью инструмента и качеством обработанной поверхности.

Общая мощность тепловыделения при резании равна эквивалентной механической работе деформирования материала и работе сил трения на контактных площадках инструмента, т. е.

$$W = P_z \cdot v, \quad (1)$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

v – скорость резания, м/мин.

Установлено, что почти вся механическая работа резания (99,5 %) переходит в теплоту.

$$Q = Q_{\text{деф}} + Q_{\text{тр.п.п.}} + Q_{\text{тр.з.п.}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{деф}}$, $Q_{\text{тр.п.п.}}$, $Q_{\text{тр.з.п.}}$ – соответственно мощности тепловыделения источников, возникающих как результат перехода в теплоту работы деформирования, работы сил трения на передней и задней поверхностях режущего клина.

Если в технологической системе комбинируется несколько видов энергии, кроме основной (механической) работы резания, то формула (2) принимает вид:

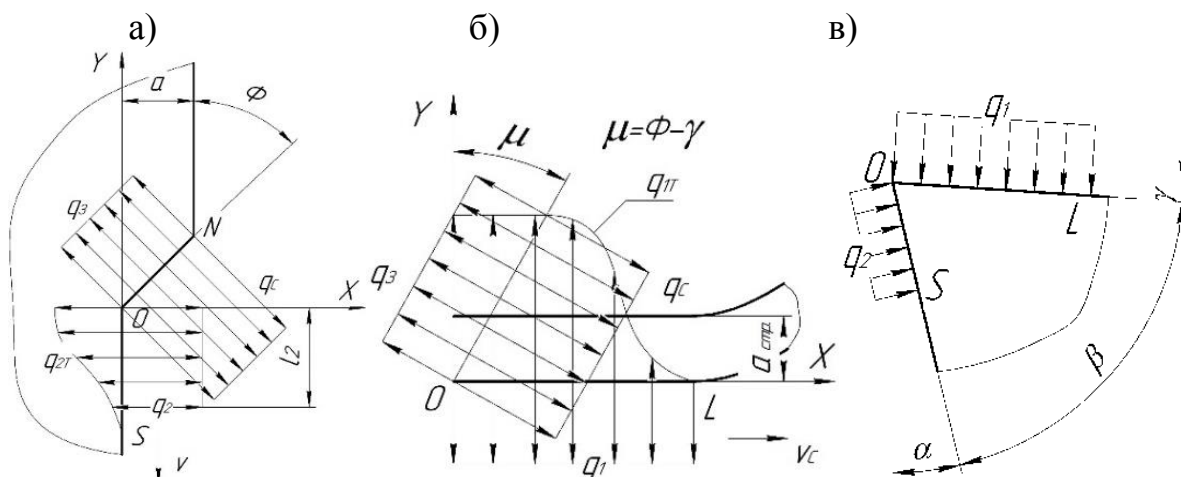
$$Q^+ = Q_{\text{деф}} + Q_{\text{тр.п.п.}} + Q_{\text{тр.з.п.}} + Q_{\text{в}}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{в}}$ – теплота от дополнительных (внешних) источников.

Все источники тепловыделения при резании являются трехмерными. Учет трехмерности источников приводит к существенному усложнению математических моделей, используемых при теплофизическом анализе процесса резания. Поэтому часто при теплофизическом анализе их полагают двумерными (плоскими), что допускает определённые погрешности. При этом практическая точность расчетов снижается незначительно. При высоких скоростях резания форма источников тепловыделения также стремится к двумерной конфигурации.

Для удобства расчетов и упрощения анализа термической напряжённости в зоне стружкообразования технологическую систему обычно разделяют на три части – заготовку, стружку, режущий клин. Такое разделение позволяет учитывать тепловые потоки, проходящие через каждый компонент технологической системы, суммировать их и представлять в виде итоговых тепловых потоков.

Из итоговых тепловых потоков наибольшую плотность имеют потоки, проходящие через условную плоскость сдвига (в среднем в 2...5 раз их плотность больше, чем двух других).



а) тепловые потоки, проходящие через условную плоскость сдвига;
 б) распределение тепловых потоков со стороны стружки;
 в) тепловые потоки со стороны режущего клина
Рисунок 1 – Схема распределения тепловых потоков

Плотность итоговых тепловых потоков, проходящих через режущий клин изменяется во времени. При обработке заготовок из конструкционных материалов быстрорежущими и твердосплавными инструментами зависимость плотности итоговых тепловых потоков q_1 и q_2 можно представить в виде графика (рисунок 2).

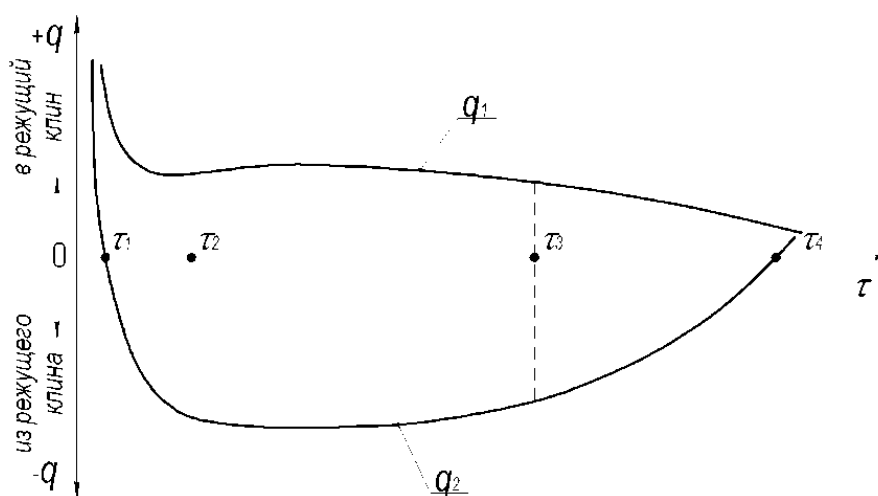


Рисунок 2 – Изменение по времени плотности итоговых тепловых потоков, проходящих через режущий клин

При обработке заготовок, кроме основных движений, необходимых для формирования поверхности, возникают дополнительные смещения заготовки и инструмента относительно номинального положения. В результате обработанная поверхность может иметь размеры, форму и расположение, отличающиеся от заданных.

Например, при токарной обработке цилиндрической поверхности в результате термической деформации резца произойдет увеличение его вылета относительно державки. При этом, если жесткость инструментального блока окажется

выше жесткости заготовки, по окончании обработки на заготовке возникнет вогнутость. Если же наоборот, жесткость заготовки будет выше жесткости инструментального блока, поверхность станет бочкообразной.

Если считать тепловой поток равномерно распределенным по всему инструменту, для токарного резца тепловую деформацию можно укрупненно определить по формуле:

$$\Delta L = 10 \cdot C \cdot \left(\frac{L}{F} \right) \cdot \sigma_B^{-1} \cdot (t \cdot s)^{0,75} \cdot v^{0,5} \cdot \left(1 - e^{-\frac{T_0}{4}} \right), \quad (4)$$

где C – поправочный коэффициент, в зависимости от материала державки $C = 40 \dots 50$; L – вылет резца, мм; F – площадь поперечного сечения державки резца, мм²; σ_B – предел прочности материала державки, МПа, T_i – время работы инструмента с учетом времени вспомогательных ходов, мин.

Общая зависимость температурной деформации резца от времени его непрерывной работы показана на рисунке 3.

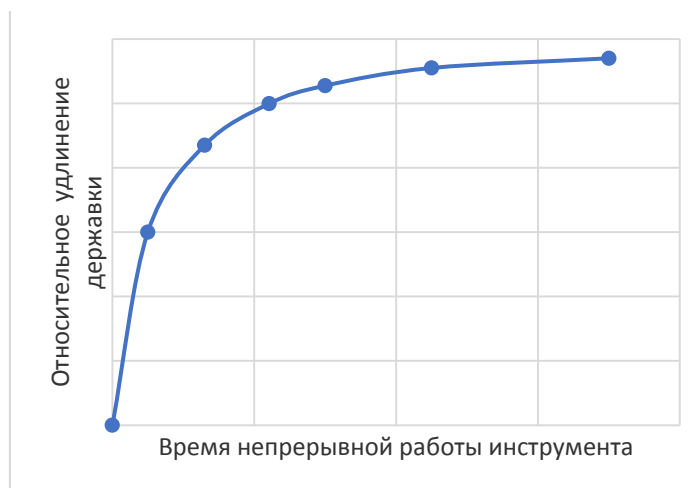


Рисунок 3 – Зависимость температурной деформации токарного резца от времени непрерывной работы

Поскольку одной из составляющих общей погрешности обработки является погрешность, связанная с температурными деформациями компонентов технологической системы, в условиях автоматизированного производства очень важно, чтобы технологическая система как можно дольше находилась в режиме стационарного теплообмена. В этом случае стабилизируются погрешности обработки, связанные с температурными деформациями компонентов системы. Как видно из формулы (4), величина термической деформации токарного резца зависит от принятых режимов резания и габаритных размеров державки инструмента.

Смещение настроечной точки инструмента отсчитывается от определенной базы в установленном направлении. Обычно систему отсчета связывают с номинальной обрабатываемой поверхностью. Для удобства за поверхность отсчета также можно принимать поверхность, расположенную эквидистантно относительно номинальной. Например, при анализе погрешностей обработки поверхностей вращения за поверхность отсчета принимают идеально расположенную ось детали.

Укрупнённо можно принять величину погрешности, вызванной температурными деформациями приблизительно 10 %...15 % от общей погрешности обработки. Если исходить из того, что общая погрешность обработки $\Sigma\Delta$ не должна превышать величину допуска $\delta_{обр}$ на обрабатываемый размер, то с учётом гарантированного обеспечения точности обрабатываемой поверхности, для формирования алгоритма расчета ограничим величину общей погрешности обработки $\Sigma\Delta \leq 0,5\delta_{обр}$. Тогда с учётом принятых допущений общая погрешность от тепловых деформаций не должна превышать величины $\Sigma\Delta_{ТЕПЛ} \leq (0,15 \cdot 0,5\delta_{обр})$, т. е. $\Sigma\Delta_{ТЕПЛ} \leq 0,075\delta_{обр}$.

Свяжем задачу оптимизации процесса резания с выбором наиболее рациональных режимов обработки, приемлемых для определенных условий, а также с подбором габаритов державки резца с точки зрения снижения металлоемкости. Для поиска решений с несколькими взаимозависимыми входными данными выделим формальные параметры, и автоматизируем расчет, целью которого будет разработка алгоритма определения тепловой деформации токарного резца и формализация выбора размеров державки инструмента из стандартного ряда для обработки наружной цилиндрической поверхности с заданной точностью.

При разработке программы учитываем особенности изменения температуры резания в зависимости от обрабатываемого материала и режимов обработки. Поскольку одной из важнейших характеристик инструментальных материалов является их теплостойкость, то при выборе подходящего для обработки инструментального материала необходимо соизмерить его красностойкость с расчётной температурой резания.

Представим алгоритм решения задачи оптимизации в виде блок-схемы, показанной на рисунке 4.

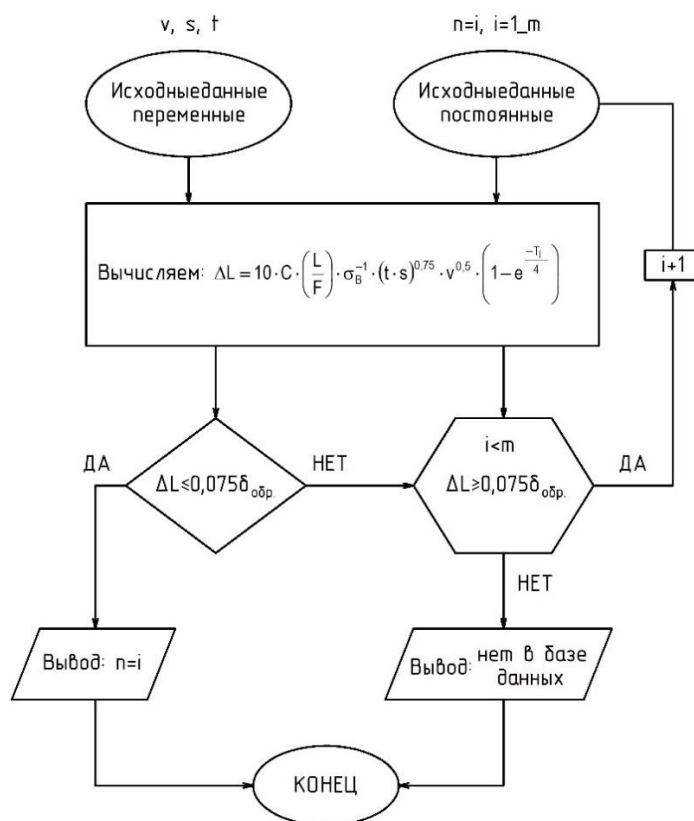


Рисунок 4 – Блок-схема решения задачи оптимизации выбора инструмента

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Резников А. Н. Тепловые процессы в технологических системах / А. Н. Резников, Л. А. Резников. – М. : Машиностроение, 1990. – 288 с.: ил.
- 2 Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: учеб. для вузов. / Ящерицын П. И. [и др.]. – Минск : Высшая школа, 1990. – 512 с.
3. Проектирование технологий машиностроения на ЭВМ: учебник для вузов / О. В. Таратынов [и др.]; под ред. О. В. Таратынова. – М. : МГИУ, 2006. – 519 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. А. М. Дальского. М. : Машиностроение –1, 2001. – Том 2 – 944 с.

УДК 658.5.017.7

ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЗВУКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИСТЕМЕ ОПОВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ СЛУХОВЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Рязанцева Н. В., Голдобина Т. А., Минин В. Е.

*Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Одним из наиболее активно развивающихся направлений автоматизации в современных условиях являются технологии удаленного управления, такие как умный дом (англ. smart home). Домашняя автоматизация, способствующая повышению уровня комфорта и удобства жизни человека, – весьма гибкая система, которая предоставляет пользователю возможность самостоятельно конструировать, настраивать и дистанционно контролировать своё жизненное пространство в зависимости от насущных потребностей.

Однако системы оповещения, входящие в состав большинства современных систем домашней автоматизации общего пользования, не могут быть полнофункционально применены людьми с ограниченными возможностями. Несмотря на существующие мировые тенденции повышения комфортности для инвалидов, в настоящее время на рынке аппаратного и программного обеспечения представлено очень мало продуктов для слабослышащих или слабовидящих.

Авторами ведется разработка нейросетевой системы, которая в реальном времени анализирует окружающую обстановку, определяет источники и характер звуков, а также классифицирует данные звуки по категориям с дальнейшим уведомлением пользователя. Так как основными пользователями системы являются люди с ограниченными возможностями по слуху, категории звуков включают в себя основные бытовые события с возможностью дополнительного обучения (плач ребенка, звонок в дверь, звуковые уведомления бытовой техники и т. д.) на усмотрение пользователя.

Распознавание звуков является нетривиальной задачей, поскольку сложность сопоставления звуков в различных окружениях, а также иные источники шума способны существенно исказить звуковую волну, в связи с чем значи-