

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 621.941

В.М. Адаменко

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЯЮЩИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Борисовский государственный политехнический колледж  
Борисов, Беларусь*

Отличительная особенность современного этапа развития нашего общества – динамизм преобразований в сфере экономической жизни. В ходе перестройки хозяйственного механизма выявляются не только позитивные тенденции, но и факторы торможения, возникшие в период экстенсивного развития экономики, использования административно-командных методов управления. К числу таких факторов относятся количественные подходы к разработке организационно-технических мероприятий без ориентации на конечные результаты, направленные на повышение производительности труда. Поэтому особую значимость приобретает дальнейшее углубление теоретических исследований, анализ источников и факторов повышения производительности труда, выработка на этой основе современных подходов к определению наиболее перспективных направлений ее роста. На решение этой актуальной задачи и сконцентрирована деятельность соответствующих технических подразделений предприятий, научного потенциала ВУЗов, ССУЗов.

Машиностроение признано сыграть ведущую роль в ускорении научно-технического прогресса в народном хозяйстве страны. Характерными чертами его развития является автоматизация технологических процессов, быстрое развитие робототехники, использование роторных и роторно-конвейерных линий, гибких производственных систем, обеспечивающих высокую производительность. Следовательно, значение обработки резанием в настоящее время резко повышается. Авторы работы [9, 10] отмечают, что изучение процессов резания сопровождается созданием математических моделей, которые базируются на единой физической концепции взаимодействия режущего инструмента с заготовкой. Так, например, В.К. Старков [7] в качестве единой физической концепции, положенной в основу комплексного анализа процесса резания, использовал теорию дислокации физики твердого тела. По его мнению, дислокационные представления хорошо раскрывают физическую природу процесса резания металлов. А.Д. Макаров [5] показал, что для каждой пары материал обрабатываемой детали – материал инструмента существует средняя температура контакта, при кото-

рой в условиях резания достигается наименьшая интенсивность изнашивания инструмента. Эта температура положена в основу различных методик оптимизации режимов резания и исследования обрабатываемости материалов.

Автор работы [4] М.И. Клушин предложил рассматривать закономерности процесса резания с той позиции, что стружкообразование, изнашивание режущего инструмента и формообразование поверхности на заготовке совершаются одновременно и тесно взаимосвязаны. Это в совокупности составляет единое целое, характеризуется взаимозависимостью его частей и называется системой резания, которая является подсистемой замкнутой динамической системы станка. Последняя включает упругую систему станок – приспособление – инструмент – деталь и процессы, действующие в системе.

При ее исследовании на входе определяют факторы, которые существенно влияют на процесс резания и могут контролироваться. К ним относятся: обрабатываемый материал, форма и размеры обрабатываемой заготовки, снимаемый припуск, материал режущего инструмента, вид инструмента и его геометрия, жесткость системы СПИД, свойства СОЖ, режим резания, а также мощность привода.

На выходе из системы фиксируются параметры ее функционирования: стойкость, скорость изнашивания и допустимый износ инструмента; шероховатость обработанной поверхности; точность обработки; мощность, расходуемая на резание; виброустойчивость системы СПИД; стружколоманье и стружкозавивание и др. Следовательно, параметрами функционирования системы являются результаты протекания процессов в ней.

Методические средства познания системы резания имеют свои недостатки и трудности, так как основным средством исследования является эксперимент. Можно предположить, что мощность привода главного движения станка и мощность, расходуемая на резание, являются показателями подсистем замкнутой динамической системы станка, находятся во взаимосвязи и могут служить в определенных схемах резания критерием оптимальной скорости резания. Данное предположение требует дальнейшего теоретического уточнения, что и приводится ниже. Авторы работы [1, 2, 10] дают определение обрабатываемости как способности металлов поддаваться резанию, которое характеризует совокупность нескольких технологических свойств материала, характеризующих его влияние на различные стороны процесса резания. В работе [6] приведены основные параметры, характеризующие обрабатываемость:

1. Силы резания и потребляемая мощность.
2. Легкость ломания и отвода стружки, определяемые ее деформацией и характером стружкообразования.
3. Возможность получения обработанных поверхностей с минимальной или заданной шероховатостью, степенью и глубиной наклепа и других характеристик качества поверхностного слоя.

4. Легкость получения необходимой точности обработки при чистовых и отделочных операциях, определяемой для заданной технологической системы интенсивностью изнашивания инструмента, возникающими при резании силами и их изменением по мере затупления инструмента.

5. Скорость резания  $V_r$ , соответствующая заданному периоду стойкости  $T$  при износе инструмента до принятого критерия затупления.

6. Оптимальная скорость резания  $V_0$ , при которой наблюдается наименьшая интенсивность изнашивания инструмента и наименьший относительный поверхностный износ  $h_0$  п.

7. Экономическая скорость резания  $V_e$ , при которой достигается наименьшая себестоимость обработки условной детали при заданной стоимости станко-минуты, времени на смену затупившегося инструмента и стоимости его эксплуатации за период стойкости.

Авторы работы [10] используют также другие показатели для оценки обрабатываемости (табл. 1).

Таблица 1

Показатели обрабатываемости

<b>Черновая обработка</b>	<b>Чистовая обработка</b>
Силы резания и потребляемая мощность	Легкость достижения необходимой точности обработки
Легкость ломания и отвода стружки	Степень и глубина наклепа обработанной поверхности
Склонность к сколам при выходе инструмента из контакта с деталью	Легкость получения требуемой шероховатости обработанной поверхности
Уровень скоростей резания, обеспечивающий требуемый период стойкости инструмента	
Уровень скоростей резания, соответствующий минимальной интенсивности изнашивания инструмента	
Уровень скоростей резания, обеспечивающий минимальную себестоимость обработки	
Склонность к трещинообразованию и прижогам	

Единой универсальной характеристики обрабатываемости нет. Металл, обладающий хорошей обрабатываемостью с точки зрения уровня целесообразных скоростей, не может иногда обеспечивать требуемой шероховатости поверхности, при этом возникают слишком большие силы резания, и наоборот. Кроме того, необходимо учитывать, что оценка обрабатываемости имеет всегда относительный характер. Например, допускаемая скорость зависит не только от свойств обрабатываемого материала, но и от качества режущего инструмента. Шероховатость обработанной поверхности тесно связана с геометрическими параметрами инструмента и с условиями резания, в частности, со скоростью резания, при изменении которых можно получить самые различные результаты.

Автор работы [8] приводит сравнительную оценку обрабатываемости нескольких металлов по показателям значимости:

<b>Черновая обработка</b>	<b>Чистовая обработка</b>	<b>Обработка на автоматах</b>
1. Стойкость	1. Шероховатость обработанной поверхности	1. Характер стружкообразования
2. Затраты энергии	2. Характер стружкообразования	2. Шероховатость обработанной поверхности
3. Характер стружкообразования	3. Стойкость	3. Стойкость
4. Шероховатость обработанной поверхности	4. Затраты энергии	4. Затраты энергии

В нормативно-справочной литературе обрабатываемость оценивается в первую очередь интенсивностью затупления режущих инструментов и уровнем целесообразных скоростей резания  $V_t$ . Необходимо, однако, отметить, что скорость резания  $V_t$  как характеристика обрабатываемости имеет ряд недостатков: не известен предел допустимого снижения скоростей резания, проводимого в целях повышения периода стойкости; при сравнении режущих свойств различных инструментальных материалов в зависимости от уровня скорости  $V_t$  не всегда правильно можно оценить их относительную износостойкость; скорость  $V_t$  зависит от принятого критерия затупления. Эту характеристику невозможно использовать для автоматического регулирования процесса резания, так как разным комбинациям  $V$ ,  $S$ ,  $t$  будут соответствовать резко отличающиеся периоды стойкости.

Основные недостатки, присущие скорости  $V_t$ , имеет и скорость  $V_z$ , поскольку она зависит от организационно-технических условий производства, модели станка, конструкции и способа заточки инструмента, разряда рабочего и др. Скорость  $V_z$  стабилизируется только для конкретных условий. Более перспективным с этих позиций является оптимальная скорость резания  $V_o$ , которая не базируется на абсолютных показателях. К сожалению, подробная систематизация уровней  $V_o$ , и  $h_o.p$  для различных обрабатываемых материалов в настоящее время отсутствует. Это заставляет пользоваться в качестве основного показателя обрабатываемости значением  $V_t$ . Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что обрабатываемость можно оценивать по скорости резания, которая находится во взаимосвязи с мощностью процесса резания и потребляемой мощностью станка, и предполагается, что при черновой обработке этот фактор наиболее полно проявляется, что дает предположение об использо-

вании наиболее чувствительного энергетического параметра станка для ее установления. Например, по показателю составляющей мощности станка производить оценку процесса обработки, который теоретически и экспериментально можно увязать с определением оптимальной скорости резания. В настоящее время разработаны различные способы оценки обрабатываемости. Условно их можно подразделить на три основные группы (табл. 2).

Таблица 2

Способы определения обрабатываемости

1	2	3
Сопоставление и анализ интенсивности изнашивания	Оценка физических параметров процесса резания	Оценка физико-механических и других свойств материала

К первой группе относятся способы определения зависимостей скорости резания от стойкости режущих инструментов для различных материалов.

Во второй группе способов оценки обрабатываемости физическими параметрами процесса резания являются силы резания, уровень температур в зоне резания, угол сдвига.

Использование сведений о физических и механических свойствах материалов в третьей группе способов оценки обрабатываемости является перспективным направлением. Общим преимуществом таких способов является существенное снижение трудоемкости и расхода обрабатываемого материала, а в качестве анализируемых параметров используются температуры максимального электросопротивления, провала пластичности, структурно-фазового превращения  $\alpha$ -железа в  $\gamma$ -железо.

В качестве предполагаемого примера можно рассматривать вариант использования рабочих характеристик привода технологического оборудования, силы тока  $I$ , коэффициента мощности  $\cos \gamma$  от мощности резания  $N$  (рис. 1).

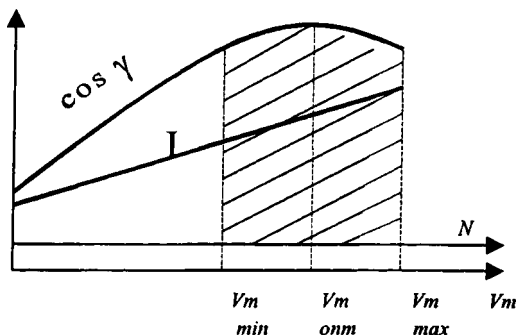


Рис. 1. Зависимость оптимальной скорости резания от энергетических показателей привода

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что оценку обрабатываемости по энергопотребляющим показателям технологического оборудования целесообразно отнести к третьей группе способов, а в качестве анализируемых параметров использовать изменение мощности двигателя, в зависимости от изменения скорости резания. Для проведения исследований разработана схема экспериментальной установки (рис. 2), позволяющая по результатам исследований определить зависимость  $N=f(V_T)$ .

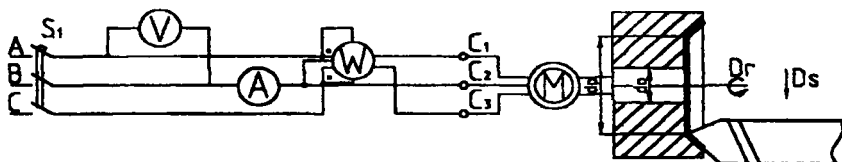


Рис. 2. Принципиальная схема установки для оценки обрабатываемости по энергетическим показателям

По данной зависимости в дальнейшем можно определить скорость резания ( $V_T$ ) для любой заготовки по расчетной величине мощности резания ( $N$ ). В то же время анализ технологичности процесса изготовления детали “гайка шариковая 5220-3401038-10” с использованием многошпиндельного полуавтомата 1Б240П6 на Борисовском заводе “Автогидроусилитель” по потребляемой мощности (рис. 3) показал о целесообразности учета данного фактора при проектировании технологических процессов.

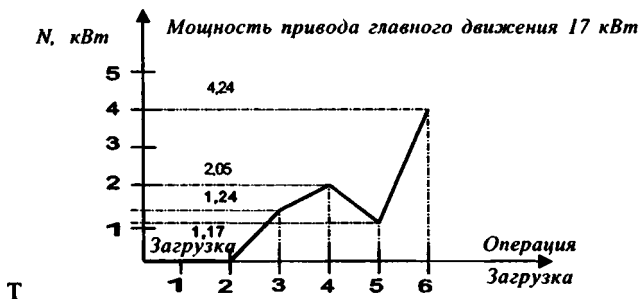


Рис. 3 Зависимость потребляемой мощности резания от мощности привода (деталь “Гайка шариковая” 5320-3401038-10, станок 1Б 240П56)

Данные предложения требуют экспериментальных исследований и апробации в условиях производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент.– М., 1975.
2. Горанский Г.К. Автоматизация технического нормирования работ на металлорежущих станках с помощью ЭВМ. М., 1970.
3. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М., 1975.
4. Клушин М. И. Теория резания. Вводные главы. Горький, 1975.
5. Макаров А.Д. Анализ характеристик обрабатываемости и параметров оптимизации процесса резания. // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. Современные пути повышения производительности и точности металлообрабатывающего оборуд. и автоматизации технолог. процессов в машиностроении. М., 1980. С. 146–149.
6. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. М., 1976.
7. Старков В.К. Дислокационные представления о резании металлов. М., 1979.
8. Фельдштейн Э.И. Обрабатываемость сталей в связи с условиями термической обработки и микроструктурой. М., 1953.
9. Ящерицин П.И., Еременко М.Л., Жигалко Н.И. Основы резания материалов и режущий инструмент. Мн, 1975.
10. Ящерицин П.И., Еременко М.Л., Фельдштейн Е.Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах. М., 1990.

УДК 681.327.12.001.362

Т.В. Гамзалева, М.Н. Коваленко, В.Л. Концевой, В.М. Мирончик

### **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

*ЗАО "Спектроскопические системы", НИИ ПФП им. А.Н. Севченко, НИИ ПМ  
Минск, Беларусь*

Программный комплекс предназначен для морфологического анализа изображений материалов. С его помощью осуществляется визуальная полуавтоматическая и автоматическая обработка полутоновых изображений и анализ получаемой информации. Ввод изображения в компьютер производится с помощью оптической системы на базе микроскопа, на который устанавливается цифровая видеокамера. Адаптация серийно выпускаемых микроскопов, для использования в комплекте с видеокамерой, осуществляется при помощи механических переходников и специальных линз.

Программный комплекс обладает следующими возможностями:

- непосредственное открытие ранее созданного изображения из файла формата .bmp или .im (формат хранения изображений промышленного анализатора MagicScan);
- ручное и автоматическое выделение интересующих объектов (зерен, пор, включений, фаз и т.п.);
- редактирование объектов – проведение деагломерации, корректировка формы объектов;