

ИНЖЕНЕРНЫЙ ЖУРНАЛ 8⁽¹³⁷⁾/2008

СПРАВОЧНИК

HANDBOOK. An Engineering Journal

С ПРИЛОЖЕНИЕМ





“Библиотека Машиностроителя”

www.lib-bkm.ru

УДК 621.923.01

И.Н. АВЕРЬЯНОВ, канд. техн. наук, А.С. ЖОГИН, канд. техн. наук,
В.Д. КОРНЕЕВ, канд. техн. наук

Влияние современного инструмента на эффективность производства

Статья посвящена влиянию современного металлорежущего инструмента, оснащенного многогранными сменными неплетачиваемыми пластинами, на эффективность механической обработки материалов резанием.

Развитие процесса механической обработки материалов резанием идет быстрыми темпами. Рациональное применение современного высокопроизводительного инструмента позволяет во многих случаях без приобретения нового дорогостоящего оборудования сделать производство изделий конкурентоспособным. Методы, применяемые при обработке резанием, с появлением современного инструмента по своим технологическим возможностям существенно отличаются от ранее принятых [1].

При назначении режимов резания использовали один из нижеперечисленных критериев:

1. Критерий максимальной производительности по съему материала, который характеризовался максимальным съемом за период стойкости инструмента T ($v_{пр}$, $S_{пр}$, $t_{пр}$). Он характерен для чернового этапа обработки с большими припусками и значительной подачей.

2. Критерий “оптимальный” — максимальная стойкость инструмента, т.е. минимальный относительный износ, приемлем при значительных затратах на режущий инструмент, специфических особенностей обработки больших площадей. Например, при обработке дисков газотурбинных двигателей. Режимы v_o , S_o , t_o .

3. Критерий минимальной стоимости единицы времени обработки, экономический критерий, учитывающий затраты на всю технологическую систему станок—приспособление—инструмент—обрабатываемая деталь. Расчет производится через экономические показатели и приводится к стоимости одной машино-минуты. Режимы $v_{ст}$, $S_{ст}$, $t_{ст}$.

4. Критерий организационный, особенно эффективен при крупносерийном и массовом производстве и многоинструментальной обработке; осуществляется принудительная замена инструмента



или комплекта по времени вне зависимости от степени износа каждого отдельно инструмента v_{op} , S_{op} , t_{op} .

5. Критерий оптимальных режимов, соответствующий заданным эксплуатационным свойствам v_{op} , S_{op} , t_{op} [2].

Все перечисленные критерии неплохо работали при использовании инструмента, оснащенного напайными твердосплавными пластинами. После напайки на стальной корпус инструмент подвергался затачиванию для придания необходимой формы. К сожалению, и до сегодняшнего дня на многих машиностроительных предприятиях используют напайные пластины, обладающие целым комплексом *недостатков*: дорогостоящая заточка и переточка, возможно появление дефектов, проблемы с формообразованием элементов стружкообразования, нерациональное использование державок и др.

Появление и совершенствование многогранных сменных неперетачиваемых пластин (СМНП), механизмов надежного крепления их к державкам, высоких технологических требований к державкам несколько меняет методику назначения режимов обработки, тем более что по мере роста цен на оборудование удельный вес затрат на инструмент составляет всего несколько процентов от общего объема затрат.

Использование СМНП и износостойких покрытий позволяет до двух раз увеличить производительность процессов механической обработки за счет увеличения режимов резания, исключения заточки, а в ряде случаев — и подналадки инструмента.

Однако в данном вопросе можем столкнуться с тем, что действующее металлообрабатывающее оборудование далеко не всегда обеспечивает требуемую применением новых инструментов скорость обработки, например, частоту вращения шпинделя. Данная проблема препятствует применению таких инструментальных материалов, как керамика или керметы. Альтернативой может являться модернизация оборудования, если это возможно, или приобретение нового высокопроизводительного оборудования. Скорость резания — один из основных параметров режима резания. В каталогах ведущих производителей ISCAR Member IMC Group, SANDVIK Coromant даются рекомендации по величинам скорости резания в зависимости от подачи для различных обрабатываемых материалов [3, 4]. Приводятся значения для первого выбора и диапазон значений для каждой геометрии пластины и марки твердого сплава, исходя из стойкости режущей кромки, равной 15 мин.

Технологические требования к точности и шероховатости обрабатываемой поверхности в совокупности с характеристиками инструмента и приводов станка позволяют определить глубину резания и подачу. Далее необходимо задать период стойкости инструмента (T) и назначить скорость резания. Рассмотрим, насколько обоснованы реко-

мендации производителей современного инструмента по выбору периода стойкости.

Для определения периода стойкости можно использовать или справочные данные из ряда 15, 30, 60, 90 мин, или оценить по выражению 1, которое определяет период стойкости $T_{эк}$ по минимуму себестоимости операции:

$$T_{эк} = \left(\frac{1-m}{m} \right) \left(t_c + \frac{C_{ин}}{C_m} \right), \quad (1)$$

где m — показатель относительной стойкости в степенной зависимости "скорость — стойкость"; t_c — время смены и подналадки инструмента, мин; $C_{ин}$ — затраты на инструмент за его период стойкости; C_m — стоимость машино-минуты — затраты на станок и заработную плату рабочего.

Рассмотрим, как изменяются отдельные составляющие выражения (1) при использовании многогранных неперетачиваемых пластин для автоматизированного оборудования типа станков с ЧПУ.

Показатель относительной стойкости m для рассматриваемого инструмента меняется в сравнительно узких пределах 0,2...0,35.

Время смены и подналадки инструмента t_c существенно изменяется в зависимости от условий применения инструмента. Так, для черновой и получистовой обработки время смены инструмента выражается в долях минуты. Это время затрачивается на открепление пластины и закрепление новой или закрепление после поворота на следующую режущую кромку.

Если точность изготовления пластины и фиксации ее в гнезде высокая, тогда имеется возможность исключить подналадку после исчерпания периода стойкости даже при обработке высокоточных поверхностей. В противном случае для работы по программе может потребоваться несколько минут и более для подналадки положения инструмента.

Обычно требуются пробные проходы и промеры для выполнения дальнейшей корректировки или определение положения режущей кромки на измерительном устройстве.

Второе слагаемое выражения (1) может внести существенный вклад для оценки $T_{эк}$.

С одной стороны, можно отметить уменьшение стоимости инструмента $C_{ин}$, которая оценивается как стоимость одного уголка режущей пластины (десять рублей), с другой стороны, увеличивается стоимость машино-минуты дорогостоящего автоматизированного оборудования (единицы рублей). Кроме того, при оценке стоимости машино-минуты надо учитывать накладные расходы, что в разы увеличивает C_m . В совокупности это приводит к уменьшению $C_{ин}/C_m$ до нескольких минут.

Ввиду возможных изменений параметров выражения (1) значение $T_{эк}$ может изменяться от 10 до 40 мин. В зависимости от условий применения инструмента можно разделить на *две группы*. Для пер-



вой группы рекомендуется $T_{\text{эк}} = 15$ мин, если определены невысокие требования к точности позиционирования пластины после смены, а также для относительно дешевых пластин. Например, двухсторонняя четырехгранная пластина имеет 8 рабочих вершин.

Инструменты второй группы требуют высокой точности повторного позиционирования после смены или поворота пластины. Если требуемая точность не может быть достигнута за счет использования высокоточных пластин и методов фиксации, тогда потребуется подналадка с корректировкой положения инструмента. В этом случае необходимо назначать более высокий период стойкости: $T_{\text{эк}} = 30 \dots 60$ мин. Более рациональным решением для инструментов второй группы будет назначение режимов резания, соответствующее максимальной размерной стойкости инструмента.

На стойкость режущего инструмента влияет большое число параметров, но доминирующий показатель — скорость резания. Рациональная скорость резания в современном производстве всегда предполагает компромисс между производительностью и стойкостью инструмента.

Увеличение производительности (скорости резания) приводит к снижению стойкости и увеличению расходов на инструмент. Снижение скорости резания увеличивает стойкость и уменьшает затраты на инструмент. Результаты исследований специалистов SANDVIK Coromant свидетельствуют о целесообразности выбора в качестве базовой стойкости в 15 мин. Если необходимо иметь более высокую стойкость инструмента, то рекомендуется использовать поправочные коэффициенты.

Производители инструментов понимают, что выбор инструмента и назначение режимов резания не всегда выполняется с идеальной точностью, поэтому рекомендуется определенный алгоритм. Сначала делается первая проба (выбор) с учетом характеристик обрабатываемого материала, глубины резания и подачи, характера стружки, жесткости технологической системы. Далее, после практической реализации вносятся коррективы. Большое значение имеет характер износа — от равномерного износа задней поверхности до поломки инструмента.

Износ твердосплавной пластины можно увидеть достаточно четко при определенном увеличении.

Наблюдая за износом в процессе обработки и механизмы изнашивания, можно оптимизировать процесс за счет выбора необходимой геометрии средней поверхности пластины, марки инструментального материала и параметров режима резания. Обычно это делается на основе накопленного опыта по наблюдениям за ходом изнашивания, износа изношенных пластин и знания, каким из механизмов изнашивания наблюдаемый износ вызывается. Таким путем можно добиться благоприятного течения изнашивания и оптимизировать процесс точения, фрезерования и сверления.

Использование высокопроизводительного инструмента требует определенной подготовки персонала — технологов, организаторов производства и рабочих. Необходимо знание системы обозначения инструмента по ISO, тесное взаимодействие производителями. Режущие пластины, как правило, маркируются по ISO, а вспомогательный инструмент (державки, корпуса и пр.) отличается у разных производителей. Потребуется реорганизация системы инструментального обеспечения. Использование покупного инструмента сократит его изготовление и ремонт во вспомогательном производстве, что является положительным дополнительным фактором. Рабочие должны быть обучены правилам эксплуатации сборного инструмента и введению необходимых корректировок в процесс.

Высокая производительность современных режущих инструментов является их главным преимуществом и достаточно хорошо проверена на практике. Учитывая растущие области использования этих инструментов, основное внимание сейчас должно уделяться процедурам внедрения его на отечественных предприятиях.

Литература

1. **Высокопроизводительная** обработка металлов резанием. М.: Полиграфия. 2003. 301 с.
2. **Безязычный В.Ф.** Управление процессом обработки для обеспечения качества поверхностного слоя // Аэрокосмические технологии и образование на рубеже веков: тезисы докл. науч.-техн. конф. / Рыбинская государственная авиационная технологическая академия. Рыбинск. 2002. Ч. 1. С. 3–5.
3. **Электронный** каталог металлорежущего инструмента SANDVIK Coromant. 2007.
4. **Электронный** каталог металлорежущего инструмента ISCAR Member IMC Group. 2006.

ООО "Издательство **Машиностроение**", 107076, Москва, Стромьинский пер., 4
Учредитель *Жесткова И.Н.* E-mail: handbook@mashin.ru Интернет: WWW.Mashin.ru
Телефоны редакции журнала: (495) 269-54-96, 269-49-98; факс: (495) 268-85-26

Художник *Подживотов К.Ю.* Дизайнер *Свиридова Н.А.* Технический редактор *Жиркина С.А.* Корректор *Сажина Л.И.*

Сдано в набор 04.06.08 г. Подписано в печать 28.07.08 г. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,33 (в т.ч. вкл. 0,49). Уч.-изд. л. 9,58 (в т.ч. вкл. 0,75). Заказ 846. Свободная цена.

Оригинал-макет и электронная версия подготовлены в ОАО "Издательство "Машиностроение".

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика", 142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, д. 15.

Перепечатка материалов из журнала "Справочник. Инженерный журнал" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала.

При перепечатке материалов ссылка на журнал "Справочник. Инженерный журнал" обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.