

Таким образом, соотношение скоростей исследуемого и эталонного материалов, соответствующих равным периодам стойкости инструмента, целесообразно определять по зависимости (1). Для этого необходимо найти значения других важных показателей обрабатываемости при резании исследуемого и эталонного материалов при различных значениях подач. В результате определяется комплексный показатель обрабатываемости, отражающий тот факт, что скорости резания V_T для исследуемого и эталонного материалов сопоставляются при равных уровнях других показателей обрабатываемости, например, силы резания и шероховатости обработанной поверхности.

Обрабатываемость заготовок, взятых даже из одной партии, может существенно отличаться, что объясняется значительным влиянием на нее металлургических факторов. Поэтому необходимы способы оценки обрабатываемости не только материалов, но и единичных заготовок. Такими являются способы неразрушающего контроля обрабатываемости заготовок из углеродистых и легированных сталей [3,4]. Сначала для ряда заготовок одного наименования, типоразмера и исполнения находят величину остаточного магнитного поля ΔH_c , для чего на них воздействуют импульсным магнитным полем, ось которого перпендикулярна поверхности заготовки. Затем для этих же заготовок определяют скорость резания V_T и устанавливают корреляционную зависимость между V_T и ΔH_c . Она используется для оценки V_T и управления технологическим процессом по результатам измерения остаточного магнитного поля в поверхностном слое конкретных заготовок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учеб. для вузов / П.И. Ящерицын, М.Л. Еременко, Е.Э. Фельдштейн. – Мн.: Выш. шк., 1990. – 512 с.
2. А.С.1564517 СССР. Способ определения коэффициентов обрабатываемости / А.И. Кочергин, Е.Э. Фельдштейн.
3. А.С.1211639 СССР. Способ неразрушающего контроля обрабатываемости заготовок из углеродистых и легированных сталей / Н.В. Овчинникова, А.И. Кочергин, М.А. Мельгуй и др.
4. А.С. 1504572 СССР. Способ контроля обрабатываемости сталей / А.И. Кочергин, Г.И. Беляева, В.Д. Русый и др.

УДК 621.94

Бачанцев А.И., Королько С.В., Туромша В.И.

ОСОБЕННОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ ПОДАЧИ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ВЛИЯНИЕ ЕЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Понятие эффективности процесса обработки материалов резанием многогранно и определяется не однозначно, но одним из наиболее используемых показателей, особенно для предварительной обработки, является производительность [1].

Приведенные в литературе [2],[3],[4] различные методики назначения параметров режима резания решают задачу повышения производительности. Однако используемые в них алгоритмы решения задачи не позволяют достичь максимума производительности при съеме как относительно малых, так и больших припусков. Это объясняется несколькими причинами:

– данные методики рекомендуют снимать припуск с максимально большой глубиной резания, вплоть до глубины резания, равной величине припуска [2],[3],[4],[1], но при этом уменьшается численное значение скорости и подачи;

– рекомендуется увеличивать параметры режима резания, например, скорость резания и подачу [5], [10], но не учитывая при этом мощность оборудования.

При наличии ограничения по мощности привода главного движения, алгоритм корректировки первоначально выбранных параметров режима резания предусматривает изменение одного из них (обычно скорости резания) [1], [5].

Черновая обработка для современных методик [10] [9] предусматривает комбинацию больших глубин резания и подач, то есть глубина резания для черновой обработки выбирается максимальной. Если рассматривать проблему повышения производительности предварительной обработки [8], то рекомендовано выбирать максимальную подачу, исходя из требований шероховатости, жесткости и т.д., затем выбирается скорость резания, которая рекомендована для выбранной подачи, а глубина резания остается максимальной. Но во всех без исключения случаях мощность резания определяется теоретически, и затем сравнивается с мощностью имеющегося оборудования.

Тенденция современного станкостроительного производства такова, что станки, специально предназначенные для черновой обработки, уходят с производства. На их смену пришли многоцелевые станки, которые выполняют обработку детали практически полностью, то есть на них выполняется как черновая, так и чистовая обработка.

В 80-х годах [8] уже применялись подачи, которые приближались к значению 1 мм/об, но геометрия пластин оставалась классической – радиус закругления и положительный вспомогательный угол в плане. Такая геометрия обычно оставляла высокую шероховатость, поэтому к началу 2000 года фирма «SANDVIK COROMANT» [5] выпускает сменную пластину для токарной обработки с геометрией, обеспечивающей небольшую зачистную кромку, причем как для черновой, так и для чистовой обработки. Максимальные рекомендованные для черновой обработки подачи с 0,7 мм/об возросли до 1,5 мм/об. Появилось направление - «обработка с большими подачами» [5]. Но как в 80-е годы, так и в настоящее время, для черновой обработки разрабатывались пластины общего назначения для снятия достаточно большого припуска (12 мм и выше), то есть тенденция снятия стружки большого сечения сохранилась. Разница лишь в соотношении глубин резания и подач: для сменных пластин общего назначения $t_{max} = 7-12$ мм, $s_{max} = 0,6 - 0,8$ мм/об; для пластин с зачистной кромкой $t_{max} = 4 - 5$ мм, $s_{max} = 1,1 - 1,5$ мм/об. При работе с максимальными глубинами резания и подачами требуется большая мощность резания, которая может быть больше мощности имеющегося оборудования, что ведет к корректировке режимов обработки как следствие к уменьшению производительности.

Для уменьшения сил резания, а значит и мощности резания, ведущие фирмы по производству инструмента разрабатывают сменные пластины с оригинальной геометрией, так в каталоге фирмы «ISCAR» [9] появляется тангенциальная пластина со специальной геометрией, уменьшающей силы резания и позволяющей увеличить подачу до 2,4 мм/об. Это говорит о том, что вектор изысканий по проблеме увеличения производительности смещается в сторону подачи.

Для оценки влияния на производительность различных подходов к назначению режимов резания рассмотрим вариант обработки детали на станке средней мощности.

В качестве показателя производительности обработки Q [см³/мин] может быть принят объем снятого материала за единицу времени, который равен произведению скорости резания v , подачи s и глубины резания t , т.е.

$$Q = v \times s \times t \quad (1)$$

Проведем сравнительный анализ различных методик назначения параметров режима резания при черновой токарной обработке деталей из углеродистой качественной стали (стали группы V подгруппы 2 [2]). В качестве вариантов рассмотрим методики, изложенные в справочной литературе [2], [4], [7]. Для сравнения возьмем методики фирм «SANDVIK COROMANT» [5] и «ISCAR» [9], а также предлагаемую авторами методику, суть которой изложена в работе [6].

Рассмотрим обработку цилиндрической детали (диаметр детали – 200 мм, длина – 150 мм) из стали 45 (HB=180) на токарном станке с ЧПУ, имеющем мощность привода главного движения $N_{ст}=12$ кВт, коэффициент полезного действия $\eta=0,8$, скорость инструмента при холостом ходе $V_{хх}=5$ м/мин. Инструмент – резец из твердого сплава с углами в плане $\phi=45^\circ$ и $\phi_1=45^\circ$. В соответствии с рекомендациями [1] и [3] период стойкости инструмента принят $T=15$ мин.

Вначале сравним режимы резания по рассматриваемым методикам при снятии припуска 6 мм, который часто встречается при точении заготовок, получаемых ковкой или литьем.

Для базового варианта по рекомендациям справочника [2] припуск рекомендовано снимать за один проход. В этом случае для глубины резания $t = 6$ мм принимаем подачу $s = 0,8$ мм/об и назначаем расчетную скорость резания $v = 167$ м/мин. При таких значениях параметров режима резания мощность резания составит $N = 19,3$ кВт. Для станка с мощностью 10 кВт необходимо сделать перерасчет режима резания. После перерасчета параметры режима резания будут равны: $s = 0,8$ мм/об; $v = 77$ м/мин.

Время обработки одной детали шт [1] определяется по формуле

$$t_{шт} = (L_s + L + L_n) / n * s, \quad (2)$$

где L_s, L, L_n – соответственно длины врезания, обрабатываемой поверхности и перебега; n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Получим

$$t_{шт} = (2 + 150 + 2) * 60 / (123 * 0,8) = 94 \text{ с.}$$

Фирма «SANDVIK COROMANT» [5] рекомендует в качестве инструмента квадратную пластинку CNMG160616-MR из твердого сплава 4035 (маркировка по [5]). Для глубины резания $t = 6$ мм, из диапазона рекомендуемых подач принимаем подачу $s = 0,9$ мм/об и скорость резания $v = 122$ м/мин при стойкости инструмента $T = 15$ мин. В этом случае мощность резания составляет $N = 24,4$ кВт. В соответствии с рекомендациями, уменьшаем скорость резания до $v = 70$ м/мин, при которой мощность резания составит – $N = 10$ кВт.

В каталоге фирмы «ISCAR» [9] для глубины резания $t = 6$ мм выбираем тангенциальную пластину LNMX 15 06 16 и марка твердого сплава IC9150. Рекомендуемые параметры режима резания: $s = 1,1$ мм/об. Для того, чтобы мощность не превышала мощность оборудования $N = 10$ кВт принимаем скорость резания $v = 72$ м/мин.

Результаты сравнения методик назначения параметров режима резания по объему снимаемого материала и по $t_{шт}$ показаны на рис. 1.

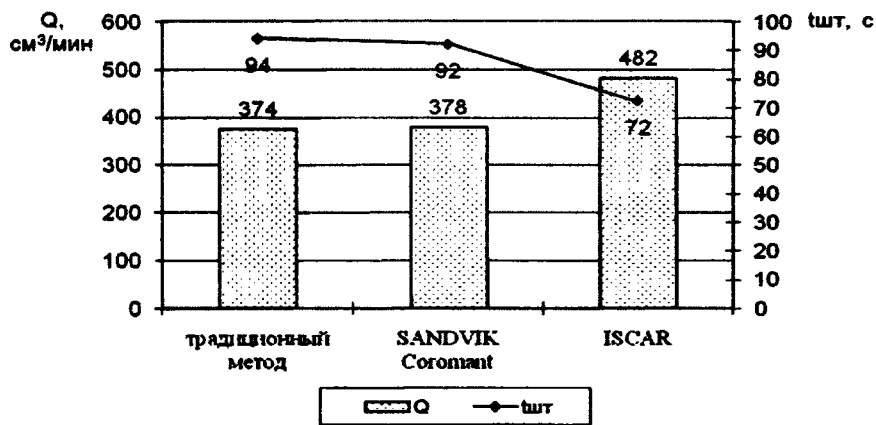


Рис. 1. Сравнение методик назначения режимов резания при точении (при снятии припуска 6 мм) по критериям $Q = V * t * S$ и $t_{шт}$

Таким образом, применение новых пластин «SANDVIK COROMANT» и ISCAR, увеличивают производительность, причем для пластины LNMX 15 06 16 фирмы ISCAR обеспечивают наибольшую производительность за счет оригинальной геометрии, которая уменьшает силы резания, а значит и мощность.

Но в данном случае припуск снимается за один проход. Рассмотрим применение этих же инструментов для снятия того же припуска, но при многопроходной обработке.

По методике, изложенной в работе [6], для глубины резания $t = 2$ мм выбрана максимальная подача $s = 2,1$ мм/об. Расчетная скорость резания при стойкости $T = 15$ мин, равна 113 м/мин. Мощность резания $N = 10$ кВт, что удовлетворяет условию $N \leq 1,3 \eta N_{ст}$ [1].

Фирма «SANDVIK COROMANT» для глубины резания $t=2$ мм и пластины CNMM 16 06 12 WR из твердого сплава 4035 [7] рекомендует подачу $s=1,2$ мм/об. А скорость резания выбирается $v=198$ м/мин, которая при данных условиях обеспечивает мощность резания 10 кВт.

Фирма ISCAR [9] с использованием пластины LNMX 15 06 16 для глубины резания $t=2$ мм предлагает следующие параметры режима резания: подача $s=2,4$ мм/об, скорость резания $v=120-300$ м/мин. Исходя из ограничения по мощности выбираем подачу $s=2,4$ мм/об, скорость резания $v=133$ м/мин.

Результаты сравнения производительности на рис. 2.

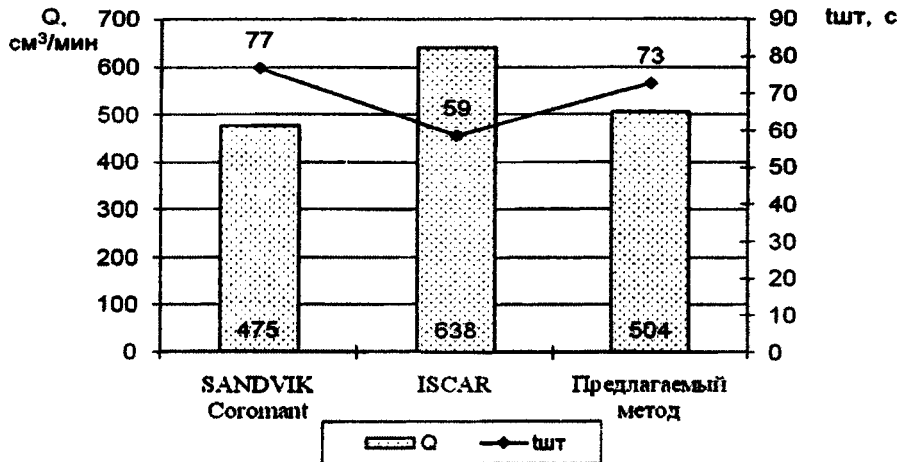


Рис. 2. Сравнение методик назначения режимов резания при точении (при снятии припуска 6 мм за 3 прохода) по критериям $Q=V*t*S$ и $tшт$

На рис. 3 показаны Результаты сравнения производительности при снятии припуска за 2 прохода.

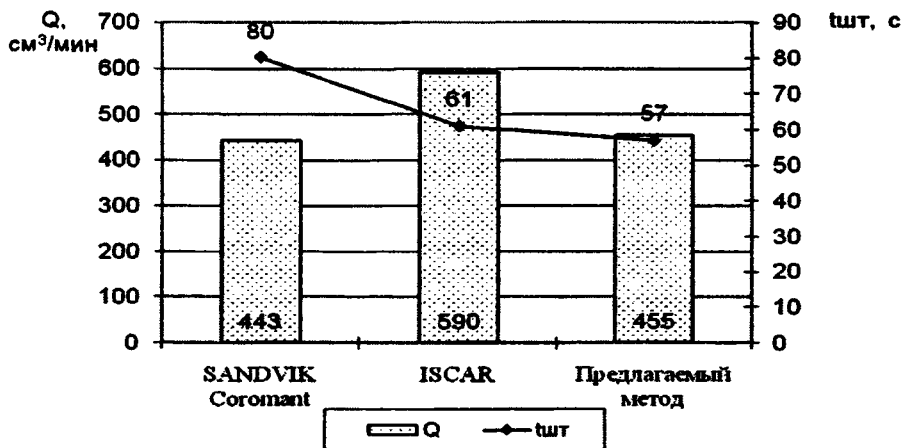


Рис. 3. Сравнение методик назначения режимов резания при точении (при снятии припуска 6 мм за 2 прохода) по критериям $Q=V*t*S$ и $tшт$

Для данного результата следует заметить, что многопроходная обработка является более производительной потому, что при постоянной мощности резания и малых глубинах резания, появляется возможность увеличить подачу. Причем подача в большей степени влияет на производительность, чем глубина резания. В результате увеличивается расчетный объем снимаемой стружки $Q=v \times s \times t$ и снижается время обработки.

Следует, однако, заметить, что относительно большая подача, которая применяется для стандартных пластин, может явиться причиной значительной шероховатости на обработанной поверхности в виде винтовой поверхности. Но для черновой обработки это является несущест-

венным фактором, поскольку шероховатый слой снимается при чистовых проходах. Более того, данная поверхность способствует дроблению стружки при последующем проходе.

Учитывая изложенное, можно сделать следующие выводы:

1. При назначении параметров режима резания по справочникам и каталогам почти невозможно достичь максимальной производительности, если существует ограничение по мощности имеющегося оборудования.
2. Для обеспечения максимальной производительности при черновой токарной обработке выгоднее работать с увеличенными подачами, как при съеме малого, так и большого припуска с применением многопроходной обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ящерицын П.И. Еременко М.Л. Фельдштейн Е.Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учеб. Для вузов. - Мн.: Выш. Шк., 1990. – 512с. 2. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/ В.И. Баранчиков, А.В. Юдинов и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400с. 3. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ, Справочник, Л.: Машиностроение, 1990. - 591с. 4. Шарин Ю.С. Технологическое обеспечение станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1986. – 176 с. 5. CoroSecy . Руководство по повышению производительности. Точение – фрезерование - сверление. Каталог SANDVIK COROMANT, 6-е издание 2000. – 216 с. 6. Бачанцев А.И., Туромша В.И. Повышение эффективности обработки на токарных станках с ЧПУ: Машиностроение: Сб. научн. Трудов. Вып. 17. Под ред. И.П. Филонова. – Мн.: УП «Технопринт». 2001. С. 9-15. 7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. – Т 2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мецгерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. – 496с. 8. Каталог SANDVIK COROMANT, токарные резцы. 1986. – 174 с.. 9. Общий каталог ISCAR. 2008. 10. CoroSecy . Просто выбрать легко работать. Точение – фрезерование - сверление. Каталог SANDVIK COROMANT, 2007. – 208 с.

УДК621.9

Ажар А.В., Кочергин А.И., Ратько Е.Ф.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ СТУПЕНЧАТЫХ ОТВЕРСТИЙ ОСЕВЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ НА ПРИМЕРЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЗЕНКЕРОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

1 Анализ конструкций и области использования комбинированных осевых инструментов

В настоящее время комбинированный осевой инструмент достаточно широко представлен в инструментальной промышленности, что в первую очередь связано с их экономичностью, повышенной производительностью и сокращением времени на замену инструмента. Однако существует ряд причин связанных с особенностями проектирования и эксплуатации таких инструментов, препятствующих расширению их использования на машиностроительных предприятиях Республики Беларусь, к примеру, сложность оптимизации режимов резания и не полное использование ресурса инструмента.

Анализ показал, что чаще всего используются комбинированные инструменты для обработки отверстий с фаской, и отверстий под крепежные винты. Широкое распространение получили многоступенчатые расточные резцовые головки для обработки соосных отверстий в корпусных деталях, т.к. обеспечивается высокая точность обработки поверхности за один установ, что в основном связано с возможностью регулирования вылета инструмента.