

## МЕТОДИКА ВЫБОРА БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ

Иващенко А.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Камышин, Россия (403874, Волгоградская обл., г. Камышин, ул. Ленина, 5а), e-mail: ivaschenko@kti.ru

В статье предлагается методика выбора более эффективных режимов резания при токарной обработке металлов, которая позволяет на основе взаимосвязанного расчета сил при токарной обработке определять допустимую скорость резания, обеспечивающую заданный период размерной стойкости режущего инструмента при заранее заданных параметрах (глубина резания и подача), которые обеспечивают заданную точность обработки. Методика может использоваться в диапазоне скоростей резания ( $V = 50 \dots 200$  м/мин) на получистовых режимах резания ( $t = 0.5 \dots 2$  мм,  $S = 0.1 \dots 0.4$  мм/об) и черновых режимах резания ( $t = 2 \dots 3$  мм,  $S = 0.4 \dots 0.7$  мм/об) с неравномерностью припуска по диаметру до 15-20%, кроме черновых грубых обдирочных токарных операций. Использование методики при назначении режимов резания для токарной обработки конструкционных сталей позволяет полностью использовать режущий инструмент за его назначенный расчетным методом период размерной стойкости, где заранее заданы глубина резания, подача и величина линейного износа на задней грани инструмента.

Ключевые слова: резание материалов, режимы резания, размерная стойкость, конструкционная сталь, твердосплавный режущий инструмент.

## METHODS FOR SELECTING THE MOST EFFECTIVE CUTTING CONDITIONS FOR METAL TURNING

Ivashchenko A.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kamyshin Technology Institute (branch) of the Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia (403874, the Volgograd region, Kamyshin, Lenin's street, 5a), e-mail: ivaschenko@kti.ru

In the article the methods of selecting more efficient cutting conditions at cutting materials. The technique allows for cutting materials through forces define the permissible speed that provides a specified period of the dimensional passive hardness of the cutting tool for pre-specified parameters (depth of cut and feed rate). Technique of can be used in a range of cutting speeds ( $V = 50 \dots 200$  m/min) for roughing cutting conditions ( $t = 0.5 \dots 2$  mm,  $S = 0.1 \dots 0.4$  mm/rev) and rough cutting conditions ( $t = 2 \dots 3$  mm,  $S = 0.4 \dots 0.7$  mm/rev) with irregular shapes in diameter up to 15-20% other than rough roughing turning operations. Using the technique in the appointment of the cutting conditions for turning structural steels allows to use cutting tools for his dimensional passive hardness of the designated period, were the are preset cutting depth, feed and the amount of linear wear on the rear face of the instrument.

Keywords: cutting materials, cutting conditions, dimensional passive hardness, carbide-tipped single-point the cutting tool, structural steel.

Наибольшее применение на автоматизированном станочном оборудовании получили сборные твердосплавные режущие инструменты со сменными многогранными пластинами (СМП). Существует большое количество технологической информации в каталогах и справочниках по назначению периода стойкости режущего инструмента и определения соответствующих ему режимов резания при токарной обработке конструкционных сталей на автоматизированном оборудовании, которые созданы на основе продолжительных экспериментальных исследований в производственных условиях. Однако остается до конца не решенной методологическая задача более эффективных режимов резания при обработке сталей,

достигаемая повышением скорости резания при обеспечении более полного использования режущих свойств твердосплавного инструмента с СМП за его назначенный период стойкости. Результаты исследований G.F. Micheletti и А.В. Кибальченко [4, 10] показывают, что затраты времени на выявление и ликвидацию преждевременного износа инструмента в среднем на производстве составляют 10% общего времени работы станков. Как правило, это связано с неточным выбором скорости резания или материала инструмента. Существенное влияние на работу инструмента оказывают силы при токарной обработке, которые образуются в результате контактного взаимодействия между обрабатываемым и инструментальными материалами. Силы, действующие при токарной обработке, определяют изнашивание режущих поверхностей инструмента и температуру на этих поверхностях и существенно изменяются в зависимости от различных режущих свойств инструментов и свойств обрабатываемых сталей. Учет сил резания при определении скорости резания, позволяет точнее прогнозировать размерную стойкость режущего инструмента, а это приводит к более полному использованию режущих свойств твердосплавного инструмента с СМП за его назначенный период стойкости.

В статье предлагается методика выбора более эффективных режимов резания при токарной обработке металлов.

На сегодняшний момент имеется достаточно большое количество методик (способов) определения режимов резания ( $t$ ,  $S$ ,  $V$ ) [1, 5, 8, 9 и др.]. Существующие методики (способы) позволяют при известной глубине для определенных обрабатываемого и инструментального материалов выбрать значение допустимой подачи резания, обеспечивающей заданную точность обработки, и определить значение допустимой скорости резания, обеспечивающей заданный период стойкости режущего инструмента.

Предлагаемая методика позволяет на основе взаимосвязанного расчета сил при токарной обработке определять допустимую скорость резания [2], обеспечивающую заданный период размерной стойкости режущего инструмента при заранее заданных параметрах (глубина резания и подача), которые обеспечивают заданную точность обработки.

Определение диапазона применимости методики на практике. Из анализа литературных источников [5, 6 и др.] можно установить, что обычно выбор режимов резания начинают с определения глубины резания, которая связана с припуском металла. На чистовых режимах резания припуск составляет не более 0.5 мм. На получистовых режимах резания припуск изменяется в пределах 0.5-2 мм и более, но не выше 5 мм. На черновых режимах резания в зависимости от размеров и способа их изготовления припуск может быть более 2 мм. Припуск менее 7 мм может быть срезан за один проход резца. В этих случаях

рабочая глубина резания равна припуску на обработку. При превышении некоторых критических значений глубины резания могут возникнуть вибрации всей технологической системы, состоящей из станка, приспособления, инструмента и обрабатываемой детали. Поэтому при припуске более 7 мм его срезают за два или более проходов инструмента, причем глубина резания на каждом проходе может быть одинакова или ее последовательно уменьшают. Чистовые режимы резания ведут с подачами  $S < 0.1$  мм/об. На получистовых режимах резания подачу назначают в пределах  $S = 0.1...0.4$  мм/об. Черновые режимы резания с целью сокращения времени на обработку стремятся вести с подачами  $S = 0.4...0.7$  мм/об. Если при выполнении обработки следует основное внимание обращать на качество обработанной поверхности, то предпочтительнее значения подач выбирать в пределах  $S = (0.1...0.125)t$ . В тех случаях, когда более важным параметром является производительность обработки, целесообразно использовать значения подач в пределах  $S = (0.18...0.2)t$  и работа при той же скорости резания будет более производительна. Таким образом, выбрав значение глубины резания  $t$ , можно тем самым установить интервал значений подач  $S$ .

На основе анализа информации и расчетов в [2] обоснованы границы применимости методики, а, именно, методика может использоваться в диапазоне скоростей резания ( $V = 50...200$  м/мин) на получистовых режимах резания ( $t = 0.5...2$  мм,  $S = 0.1...0.4$  мм/об) и черновых режимах резания ( $t = 2...3$  мм,  $S = 0.4...0.7$  мм/об) с неравномерностью припуска по диаметру до 15-20% (для точного измерения величины термоЭДС), кроме черновых грубых обдирочных токарных операций.

Основной критерий, заложенный в методику – выбрать эффективный режим резания при токарной обработке твердосплавным инструментом со СМП конструкционных сталей, чтобы обеспечить при заданных нормах износа задней грани инструмента большее количество обработанных деталей за счет исследования характера поведения твердосплавной режущей пластины при изменении сил резания и скорости резания для конкретных условий обработки.

Суть методики заключается в следующем:

1. Задаются исходные параметры: предел прочности и предел текучести обрабатываемой конструкционной стали (назначаются по сертификату качества материала); измеряется и указывается термоЭДС ( $\mathcal{E}_{пр}$ , мВ) кратковременного (4-5 с) пробного прохода на фиксированных режимах ( $V=100$  м/мин;  $S=0.1$  мм/об;  $t=1$  мм) для ввода поправки в расчеты на конкретные физико-механические и теплофизические свойства контактирующей пары «сталь – твердый сплав», а так же на геометрию инструмента, на наличие или отсутствие СОЖ, причем измерение проводится по апробированному способу А.Л. Плотникова [7]; диапазон изменения: глубин

резания  $t$ : 0.5 – 3 мм; подач  $S$ : 0.1 – 0.8 мм/об; скоростей резания  $V$ : 50 – 200 м/мин.

2. Производится расчет параметров: сил резания; величины  $\kappa$  (*каппа*); величины линейного износа ( $h_{изн}$ , мм) на задней грани инструмента, исходя из действующей силы деформации обработанной поверхности, отжимающей инструмент, и силы трения на задней грани инструмента, для допускаемых нормальных и касательных напряжений, при достижении которых сжатие слоя обрабатываемого материала сопровождается пластической деформацией. Под величиной  $\kappa$  (*каппа*) понимается отношение силы деформации обработанной поверхности, отжимающей инструмент, к силе деформации срезаемого слоя, которое зависит от: глубины резания; подачи; скорости резания; физико-механических свойств обрабатываемого и инструментального материалов; силы трения между срезаемым слоем и передней гранью инструмента и силы трения между обработанной поверхностью и задней гранью инструмента; величины пластической деформации обрабатываемого материала; геометрии инструмента; величины износа на задней грани инструмента. Учёт величины  $\kappa$  при определении периода стойкости инструмента позволяет оценивать нагрузочную способность инструмента при достижении инструментом заложенной в расчёты модели [2] величины линейного износа на задней грани этого инструмента.

3. Производится построение номограммы периода стойкости режущего инструмента от величины  $\kappa$  ( $T=f(\kappa)$ ) при заданных глубине резания  $t$ , подаче  $S$ , линейном износе на задней грани инструмента  $h_{изн}$  (рис. 1), где скорость резания  $V$  является изменяемой величиной. Номограмма на рис. 1 построена для контактирующей пары «конструкционная хромоникельмолибденовая сталь 40ХН2МА – твердый сплав Т15К6».

4. Назначается требуемый период стойкости  $T$ , мин режущего инструмента по построенной номограмме (см. рис. 1). По номограмме определяется величина  $\kappa$ , соответствующая назначенному периоду стойкости  $T$  инструмента. По номограмме определяется скорость резания  $V$ , м/мин для назначенного периода стойкости  $T$  инструмента с помощью величины  $\kappa$ . Производится расчет в по известным формулам рекомендуемой частоты вращения шпинделя  $n$ , об/мин для заданных в п. 1  $t$  и  $S$ .

Таким образом, методика обеспечивает определение скорости резания и сил резания для назначенного расчетным методом периода стойкости инструмента, где заранее заданы глубина резания, подача и величина линейного износа на задней грани инструмента при токарной обработке конструкционных сталей. Использование методики при назначении режимов резания позволяет полностью использовать режущий инструмент за его назначенный расчетным методом период размерной стойкости.

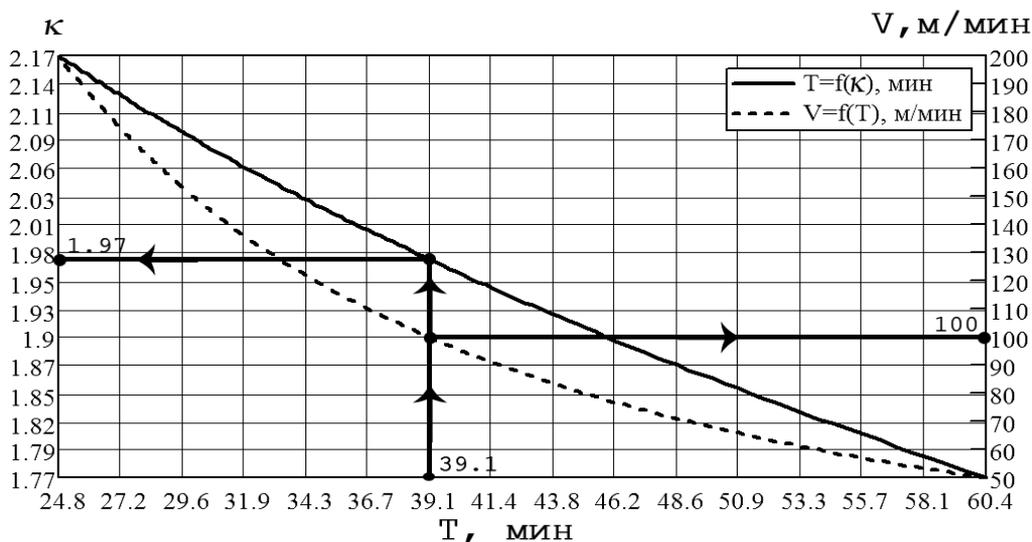


Рис. 1. Номограмма  $T = f(K)$ ,  $V = f(T)$ .  
 Глубина резания  $t = 1.2$  мм; подача  $S = 0.2$  мм/об;  
 допустимый износ по задней грани  $h_{изн} = 0.4$  мм  
 Контактующая пара «сталь 40ХН2МА – твердый сплав Т15К6»,  
 термоЭДС пробного прохода  $\mathcal{E}_{пр} = 12.3$  мВ

Реализация методики подтверждается регистрацией в государственном Реестре программы для ЭВМ [3], а так же все расчеты в модели подтверждены экспериментальными исследованиями на специальном оборудовании [2] в производственных условиях. Средняя относительная ошибка при сравнении экспериментальных значений периода стойкости инструмента и расчетных не превышает  $\pm 10\%$ .

### Список литературы

1. Воробьев А.В. Повышение стойкости токарных резцов за счет обеспечения равномерного изнашивания сменных многогранных пластин: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. / А.В. Воробьев. Томск, 2009.
2. Иващенко А. П. Интенсификация режимов резания при лезвийной обработке конструкционных хромоникельмолибденовых сталей на основе уточнения и развития силовой модели : дис. канд. техн. наук. – Саратов, 2011. – С. 20-30.
3. Иващенко А.П. Многофакторный анализ и синтез режимных параметров при резании конструкционных углеродистых сталей твердосплавным режущим инструментом титановольфрамокобальтовой группы // Свидетельство РФ №2011610255.
4. Кибальченко А.В. Контроль состояния режущего инструмента: Обзорная информация / А.В. Кибальченко М.: ВНИИТЭМР, 1986. 44 с.

5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др.; Под ред. А. А. Панова. М: Машиностроение, 1988. 736 с.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2 т. / А. Д. Локтев, И. Ф. Гушин, В. А. Батуев и др.; Под ред. А. Д. Локтева. М.: Машиностроение, 1991. Т.1. 640 с.
7. Плотников А.Л., Еремеев В.В. Способ определения составляющих силы резания на токарных станках с ЧПУ // Патент РФ №2120354. 1998.
8. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / В. И. Баранчиков, А. В. Жаринов, Н. Д. Юдина, А. И. Садыхов; Под общ. ред. В. И. Баранникова. М.: Машино-строение, 1990. 400 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / В.Б. Борисов, Е.И. Борисов, В.Н. Васильев и др.; Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. Т.2. 656 с.
10. Micheletti G.F. In process tool wear sensors for cutting operation / G.F. Micheletti, W. Koenig, H.R. Victor // Annals of the CIRP, 1976. v.25 P. 483-496.

**Рецензенты:**

Сердобинцев Ю.П., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация производственных процессов» ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г.Волгоград.

Носенко В.А., д.т.н, профессор, действительный член международной Балтийской Академии информатизации и российской Академии проблем качества, зам. директора по учебной работе, заведующий кафедрой "Технология и оборудование машиностроительных производств" Волжского политехнического института (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волжский.