

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(19) RU⁽¹¹⁾ **2 538 068** ⁽¹³⁾ C2

(51) МПК
G01N 3/58 (2006.01)

(21)(22) Заявка: [2012124401/28](#), 13.06.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.06.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.06.2012

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2013 Бюл.
№ 35

(45) Опубликовано: [10.01.2015](#) Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1295300 A1 07.03.1987 . RU
2024357 C1 15.12.1994 . RU 2182860 C2
27.05.2002 . CA 2657704 A1 19.09.2009

Адрес для переписки:

394026, г.Воронеж, Московский просп., 14,
ГОУВПО "ВГТУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Чечета Иван Алексеевич (RU),
Чечета Антон Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Воронежский государственный
технический университет" (RU)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛЫ РЕЗАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и касается, в частности, определения силы, необходимой для обработки резанием металлов и сплавов. Сущность: стандартную экспериментальную кривую упрочнения перестраивают в координаты «напряжение (σ) - истинная относительная деформация (ϵ)», максимальным значением деформации ϵ_b предопределяют предельно возможное значение коэффициента усадки стружки K , как $\ln K = \epsilon_b$, а расчет предельно возможной величины силы резания вычисляют по уравнению $P = \sigma_b t s K / \sin \theta$, затем ведут пробную резку, измеряют параметры для вычисления фактического коэффициента K усадки стружки, по нему определяют угол θ и по исходному уравнению находят фактическую величину силы резания. Технический результат: повышение точности расчета и существенный рост производительности за счет сокращения технико-экономических затрат на его реализацию. 1 з.п. ф-лы.

Изобретение относится к измерительной технике и касается, в частности, определения силы, необходимой для обработки резанием металлов и сплавов.

Известен способ определения силы P резания по эмпирическому уравнению типа $P = C_p t^x s^y v^n K_m$, сформированному на основе многократного взвешивания силы P при

последовательном варьировании расширенного диапазона основных параметров резания. (См., например, книгу «Технология конструкционных материалов» под ред. А.М. Дальского, изд. 2-е. - М.: Машиностроение. 1985. Стр. 263-265). Все выполняемые действия сводятся к тому, что назначают параметры резания t (глубина резания), s (подача инструмента), v (скорость резания) и другие условия резания, последовательно ведут пробные резы, каждый раз варьируя величины всех параметров, и для каждого варианта взвешивают силу P резания. Этим накапливают базу экспериментальных данных, достаточных для построения экспериментальных графиков, подбирают для этих графиков математические зависимости, на основе которых графоаналитически находят как безразмерные числовые величины коэффициентов C_p , характеризующих механическую прочность обрабатываемого материала, так и безразмерные величины x , y , n - показатели степени параметров резания t , s , v и K_m соответственно. Здесь коэффициентом K_m учитывают влияние других параметров резания (материал резца, его стойкость, его геометрические размеры, непосредственно связанные со стружко-образованием).

Основные недостатки этого способа определения силы P резания:

а) очень большая трудоемкость экспериментальных работ и последующего графико-аналитического анализа результатов эксперимента по формированию расчетного уравнения силы P ; в свою очередь, для последующего вычисления силы P выбор таблично представленных коэффициентов и показателей степени также оказывается очень трудоемким;

б) получаемое расчетное уравнение не имеет физического смысла и, соответственно, исключена возможность оценивать и степень точности находимой величины силы P , и выбирать ее оптимальную величину.

Наиболее близким прототипом заявленному способу является способ определения силы P резания на основе последеформационной характеристики в виде коэффициента K усадки стружки. Этот коэффициент представляет собой отношение $K=l_0/l_k$. Здесь l_0 - исходная длина срезаемого припуска, переходящего в стружку при обработке; l_k - конечная длина стружки, получаемой из этого припуска. (См., например, книгу «Резание материалов» / И.А. Чечета, В.И. Гунин, О.Н. Кириллов. - Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007.- С.75÷79).

Практическая значимость коэффициента K усадки стружки в том, что он является следствием совокупного действия всех параметров, составляющих режим резания (t , s , v , физико-механические свойства обрабатываемого материала, внешнее и внутреннее трение в процессе резания, материал режущего инструмента, геометрические размеры режущих элементов резца и их взаимное расположение, нагрев от трения, влияние смазывающе-охлаждающей жидкости и другие параметры, влияющие на процесс стружкообразования). В свою очередь, принимают во внимание тот факт, что натуральный логарифм отношения l_0/l_k представляет собой величину ε - истинную относительную деформацию: $\varepsilon=\ln(l_0/l_k)$, и этим предопределяют функциональную зависимость между величинами K и ε : $\varepsilon=\ln K$. В свою очередь, коэффициент K по известному соотношению И.А. Тиме составляет: $K=\cos(\theta-\gamma)/\sin\theta$, где γ - угол наклона передней грани резца, θ - угол наклона плоскости сдвига стружки.

Затем раскладывают вектор силы P резания на два составляющих вектора: сила P_{II} , расходующая свою работу на искривление стружки, и сила $P_{сж}$, обеспечивающая усадку стружки методом осевого сжатия. В качестве главного составляющего вектора берут $P_{сж}=\sigma F=\sigma t s K$, где F - площадь поперечного сечения стружки, σ - возникающее в материале напряжение.

Вектор силы $P_{сж}$ сжатия направлен перпендикулярно к плоскости сдвига, являющейся опорной поверхностью очага пластического деформирования стружки. В

свою очередь, плоскость сдвига имеет угол θ наклона к горизонтали, вдоль которой действует суммарный вектор силы P резания.

Тогда сила резания $P = P_{сж} / \sin \theta = \sigma \cdot t \cdot s \cdot K / \sin \theta$.

Основной недостаток изложенного наиболее близкого способа-прототипа в том, что коэффициент K заранее (до получения стружки) остается неизвестной величиной и этим затруднен мотивированный выбор величины K даже для первичного прикидочного расчета силы резания.

Цель изобретения - создать обоснованный и приемлемый для практики предварительный выбор коэффициента K усадки стружки и этим обеспечить точность определения силы P резания.

Эта намеченная цель становится достижимой в случае замены стандартной кривой упрочнения, имеющей координаты «напряжение σ - относительная деформация δ », кривой упрочнения с координатами «напряжение σ - истинная относительная деформация ϵ ». Для такой замены принято к сведению:

1) $\delta = \Delta l / l_0$, где Δl - абсолютная деформация изменяющегося начального размера l_0 ;

2) связь между величинами ϵ и δ : $\epsilon = \ln(1 + \delta)$;

3) в отличие от δ величина ϵ непосредственно связана с коэффициентом K усадки стружки ($\epsilon = \ln K$, то есть $K = e^\epsilon$). Здесь e - основание натурального логарифма; в свою очередь, в отличие от δ величина ϵ более приемлема, так как обладает свойством аддитивности.

Тогда способ определения силы резания, основанный на последеформационных показателях, осуществляют в два этапа.

Этап первый. Материал, предназначенный для обработки резанием, стандартными испытаниями проверяют на прочность: получают стандартную кривую упрочнения в координатах «напряжение σ - относительная деформация δ » и перестраивают ее в координатах «напряжение (σ) - истинная относительная деформация (ϵ)». Так как в процессе резания к моменту нарушения сплошности в материале всегда возникает напряжение, имеющее величину, близкую к пределу σ_b прочности, то по полученной перестроенной кривой упрочнения находят величину предела прочности σ_b и соответствующую ему степень деформации ϵ_b , которой определяют максимальную величину коэффициента K усадки стружки посредством зависимости $\ln K = \epsilon_b$, то есть $K = e^{\epsilon_b}$. Здесь e - основание натурального логарифма. Назначают глубину t резания и подачу s . Тогда наибольшую силу P резания вычисляют по уравнению:

$P = \sigma_b \cdot t \cdot s \cdot K / \sin \theta$, причем величину угла θ находят по соотношению:

$K = \cos(\theta - \gamma) / \sin \theta$, где γ - угол наклона передней грани резца.

Этап второй. Для проверки полученной величины P ведут пробное резание, измеряют геометрические размеры, непосредственно связанные с усадкой стружки (начальную l_0 срезаемого припуска и конечную длину l_k получаемой из него стружки), достаточные для вычисления фактической величины коэффициента $K = l_0 / l_k$ усадки стружки, и по исходному расчетному уравнению $P = \sigma_b \cdot t \cdot s \cdot K / \sin \theta$ уточняют величину затраченной силы P резания с учетом экспериментально найденного значения $K = l_0 / l_k$ и по нему вычисленного угла θ , поскольку также $K = \cos(\theta - \gamma) / \sin \theta$. В свою очередь, допускают возможность некоторого увеличения предела прочности σ_b для материалов, у которых наблюдается эффект местного его повышения (до 10%) в диапазоне температур синеломкости, и учитывают это повышение.

Положительным эффектом созданного изобретения, касающегося определения силы резания, является повышение точности расчета и существенный рост производительности за счет сокращения технико-экономических затрат на его реализацию.