

Г.А. АРУТЮНЯН

К АНАЛИТИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ СИЛЫ УДАРА ПРИ СТРОГАНИИ

Приведены результаты определения силы удара при строгании расчетным путем с учетом пластической деформации в зоне удара. Динамический коэффициент податливости b , входящий в формулу для определения силы удара, выбран с учетом того, что резец, который ударяет заготовку, рассматривается как односторонний штамп. Показатель n выбран равным единице, поскольку пластическая деформация при ударе почти линейно зависит от силы. Сравнение расчетных и экспериментальных данных силы удара дает удовлетворительное совпадение.

Ключевые слова: приведенная кинетическая энергия, приведенная масса, коэффициент податливости, односторонний штамп.

Под ударом понимается совокупность явлений, возникающих при столкновении тел и сопровождающихся полным или частичным переходом кинетической энергии в энергию их деформации.

Удар возникает при некоторых видах механической обработки. Им сопровождается прерывистое резание (строгание, долбление, зубострогание, зубодолбление, фрезерование). Его влияние отрицательно сказывается на динамической прочности и работоспособности режущего инструмента, виброустойчивости технологической системы. Удар при резании оказывает определенное влияние на качество формируемой поверхности, особенно на микроструктуру и остаточные напряжения.

Существуют две теории относительно физической сущности явления удара: контактная и волновая. Контактная теория вполне применима для исследования ударных явлений при резании, поскольку, по экспериментальным исследованиям ряда авторов, эта теория правомочна при относительно коротких массивных телах и сравнительно небольших скоростях удара (до 20...30 м/с).

Исследователями сделаны попытки, направленные на замену контактной теории Герца соотношением, применимым в случае пластических деформаций при контакте.

Для активного этапа удара, когда деформация в зоне контакта носит упруго-пластический характер и сила удара возрастает, в [1] предлагается формула для определения максимальной силы удара:

$$P_{\max} = \left(\frac{E}{b} \frac{1+n}{n} \right)^{\frac{1}{1+n}}, \quad (1)$$

где E – приведенная кинетическая энергия соударяющихся тел ($E = MV^2 / 2g$); n и b – постоянные, определяемые экспериментальным путем; M – приведенная масса соударяющихся тел: $M = (m_1 m_2) / (m_1 + m_2)$.

Показатель n зависит от формы соударяющихся тел, предопределяя характер пластического течения в зоне контакта. Коэффициент b в основном зависит от физико-механических характеристик материала и, по существу, имеет смысл коэффициента податливости деформируемого материала. В [1] приводятся статические и динамические значения n и b , определенные соответственно в зоне статического контакта и при динамическом нагружении, т.е. в зоне контакта соударяющихся тел. Испытанию подвергались стали различных марок в определенных условиях с наконечниками, имеющими формы штампов.

Для расчета силы удара при строгании нами была использована формула (1). При теоретическом исследовании обычно принимают, что упругая деформация подчиняется закону Герца, а пластическая почти линейно зависит от контактного усилия. В этом случае $n=1$ (для линейной силовой характеристики), и (1) принимает вид

$$P_{\max} = \sqrt{2E/b}. \quad (2)$$

Выбирая по [1] соответствующее статическое значение коэффициента $b_{\text{ст}}$, определяем его динамическое значение b с учетом среднего коэффициента динамичности:

$$b = b_{\text{ст}} / \alpha,$$

где $\alpha=1,3$. Его величина для поликристаллических материалов составляет 1,2...1,35.

Однако, поскольку резание материалов ближе всего подходит к случаю вдавливания штампа в выступ заготовки, т.е. резец рассматривается как односторонний штамп, то рассчитанный коэффициент податливости b необходимо брать в два раза больше.

В таблице приведены рассчитанные по формуле (2) величины силы удара при различных значениях скорости удара. Расчеты проведены для гидрофицированного поперечно-строгального станка 7М36, имеющего определенный диапазон изменения скорости движения ползуна. Для этого станка масса ползуна с резцодержателем $m_1=460$ кг, масса динамометра с заготовкой $m_2=20$ кг. В таблице приведены также значения силы удара при строгании, полученные экспериментом на этом же станке [2].

Следовательно, выбирая или имея соответствующие значения коэффициента податливости b , можно пользоваться формулой (2) для предварительной оценки силы удара при строгании.

Таблица

V, м/с	E, кгм	b, м/кг	P _{max} (расч.), кг	P _{max} (экс.), кг	Условия резания
0,05	0,0024	$0,86 \cdot 10^{-5}$	23,5	33,4	Обрабатываемый материал сталь Ст 3 S=0,5 мм/гхх t=1,0 мм $\gamma = +10^\circ$ $\varphi = 60^\circ$ $\alpha = 6^\circ$
0,13	0,016		61	62,9	
0,24	0,056		114	96,3	
0,28	0,076		133	152	
0,33	0,105		156	170	
0,4	0,152		190	201	
0,6	0,35		288	277	
0,78	0,59		370	369	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Батуев Г. С.** и др. Инженерные методы исследования ударных процессов. – М.: Машиностроение, 1969. – 240 с.
2. **Касьян М. В., Арутюнян Г. А., Багдасарян Г. Б.** О связи силы удара с характером изменения сил резания при строгании // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН. – 1970. – Т. XXIII, №1. – С.3-10.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 24.05.2001.

Հ. Հ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ ՈՒՆԴՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՀԱՐՎԱԾԻ ՈՒԺԻ ՎԵՐԼՈՒԾԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ՇՈՒՐՋԸ

Բերված են ունդման գործընթացում հարվածի ուժի՝ հաշվարկային մեթոդով որոշման արդյունքները, հաշվի առնելով, որ հարվածի գոտում առաջանում է պլաստիկական դեֆորմացիա: Դյուրաշարժության դինամիկական b գործակիցը (որը մտնում է հարվածի ուժի որոշման բանաձևի մեջ) ընտրված է՝ հաշվի առնելով, որ կտրիչը դիտարկվում է որպես միակողմանի դրոշմ: n ցուցիչը ընդունված է հավասար մեկի, քանի որ պլաստիկական դեֆորմացիան համարյա գծային օրինաչափությամբ է կապված հարվածի ուժի հետ: Հարվածի ուժի հաշվարկային և փորձական մեծությունները բավարար չափով համընկնում են:

H.H. HAROUTIUNYAN ON ANALYTICAL STUDY OF THE IMPULSIVE FORCE IN PLANING

Results of impulsive force determination in planing by calculation taking into account plastic deformation in the zone of impact are given. The dynamic factor of mechanical compliance b , which appears in the formula for determining the impulsive force, has been selected taking into account the fact that the cutter hitting the workpiece is considered as a single-side die. The index n has been selected equal to unity as far as plastic deformation on impact is approximately linearly dependent on force. Comparison of designed and calculated data on the impulsive force has shown satisfactory coincidence.