

Г.А. АРУТЮНЯН

ИЗУЧЕНИЕ СИЛ УДАРА И РЕЗАНИЯ ВДОЛЬ ДЛИНЫ ВРЕЗАНИЯ РЕЗЦА В ЗАГОТОВКУ ПРИ СТРОГАНИИ

Изучена закономерность изменения сил удара и резания вдоль длины врезания резца в обрабатываемую заготовку при строгании. Установлено, что силы $P_{уд}$, $P_{рез}$ и $P_{общ}$ ($P_{уд} + P_{рез}$) изменяются с определенной закономерностью вдоль длины врезания резца, причем в момент удара $P_{общ} = P_{уд}$, а в конце врезания, когда процесс резания стабилизируется, $P_{общ} = P_{рез}$.

Ключевые слова: сила удара, сила резания, длина врезания, величина сближения центров масс.

Для определения силы удара при строгании нами применялась известная формула Герца:

$$P_{уд} = K X_{\max}^{3/2} = K^{2/5} \left[\frac{5}{4} M V^2 \right]^{3/5}, \quad (1)$$

где K – коэффициент, зависящий от материалов соударяющихся тел и начальной кривизны их поверхностей в точке контакта; X_{\max} – величина сближения центров масс соударяющихся тел; M – приведенная масса соударяющихся тел $\left(M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right)$;

m_1 – масса ползуна с динамометром ($m_1 = 584$ кг); m_2 – масса обрабатываемого материала с приспособлением ($m_2 = 135,5$ кг); V – скорость удара.

Полученные данные для двух скоростей удара приведены в таблице.

Отметим, что сила удара затухает не мгновенно, а по длине врезания l в обрабатываемую заготовку. Такой характер изменения силы удара показывает осциллограмма, полученная при наших экспериментах (рис.1).

В связи с вышеизложенным значительный интерес представляет установление закономерности изменения сил удара и резания вдоль длины врезания резца в обрабатываемую заготовку. Важность выявления этой закономерности заключается в том, что виброустойчивость технологической системы и работоспособность резца тесно связаны с характером изменения сил удара и резания именно по длине врезания l .

Таблица

Расчетные значения силы удара

Обрабатываемые материалы	М, кг	K ^{2/5}	Скорость удара V, м/с (м/мин)			
			0,13 (8,0)		0,6 (36)	
			Сила удара P _{уд} ,		Сила удара P _{уд} ,	
			кг		кг	
			расч.	эксп.	расч.	эксп.
Железо Армко	110	25,98	72,9	71,5	276,8	277,2
Сталь У8А		26,63	74,7	73,7	283,6	281,1

Станок - гидрофицированный поперечно-строгальный 7М36.

Подача (S = 0,5 мм/дв.х), глубина резания (t=1,0 мм)

(Экспериментальные значения силы удара приведены в [1]).

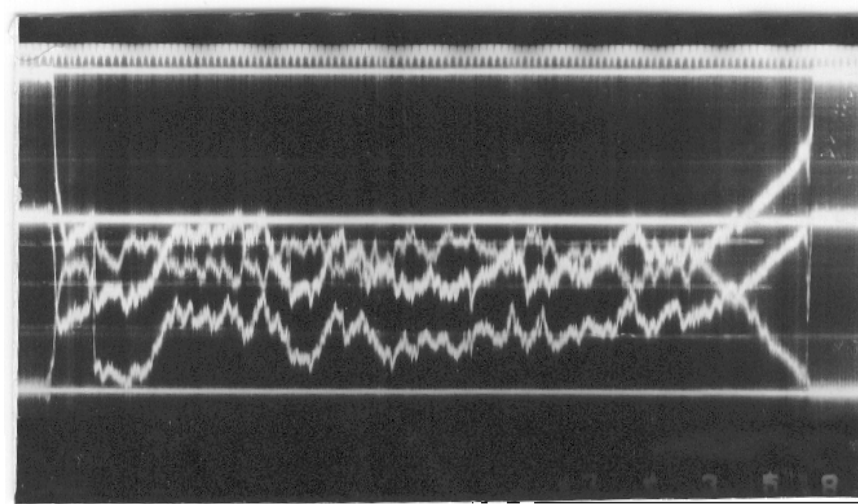


Рис.1. Характер изменения сил удара и резания по длине обрабатываемой заготовки

Примем, что общая сила $P_{\text{общ}} (P_{\text{уд}} + P_{\text{рез}})$ по длине врезания резца l в обрабатываемую заготовку изменяется согласно закономерности

$$P_{\text{общ}} = a_1 (1-x)^{3/2} + b_1 x^{3/2}, \quad (2)$$

где x - величина сближения центров масс соударяющихся тел; a_1, b_1 - коэффициенты.

Такая закономерность справедлива при условии, что во время удара сближение центров x происходит не только в направлении скорости удара, но и в направлении, перпендикулярном скорости удара, т.е. во взаимоперпендикулярных плоскостях. Это подтверждается данными наших опытов: при ударе по длине врезания изменяется также толщина среза [2].

Очевидно, что x - переменная величина, т.е. фактически текущее значение величины сближения центров инерции по длине врезания l .

Примем, что если в формуле Герца величина x имеет показатель $3/2$, то такой же показатель должна иметь величина $(1-x)$ в (2), поскольку, как было отмечено выше, сила удара затухает не мгновенно, а по длине врезания.

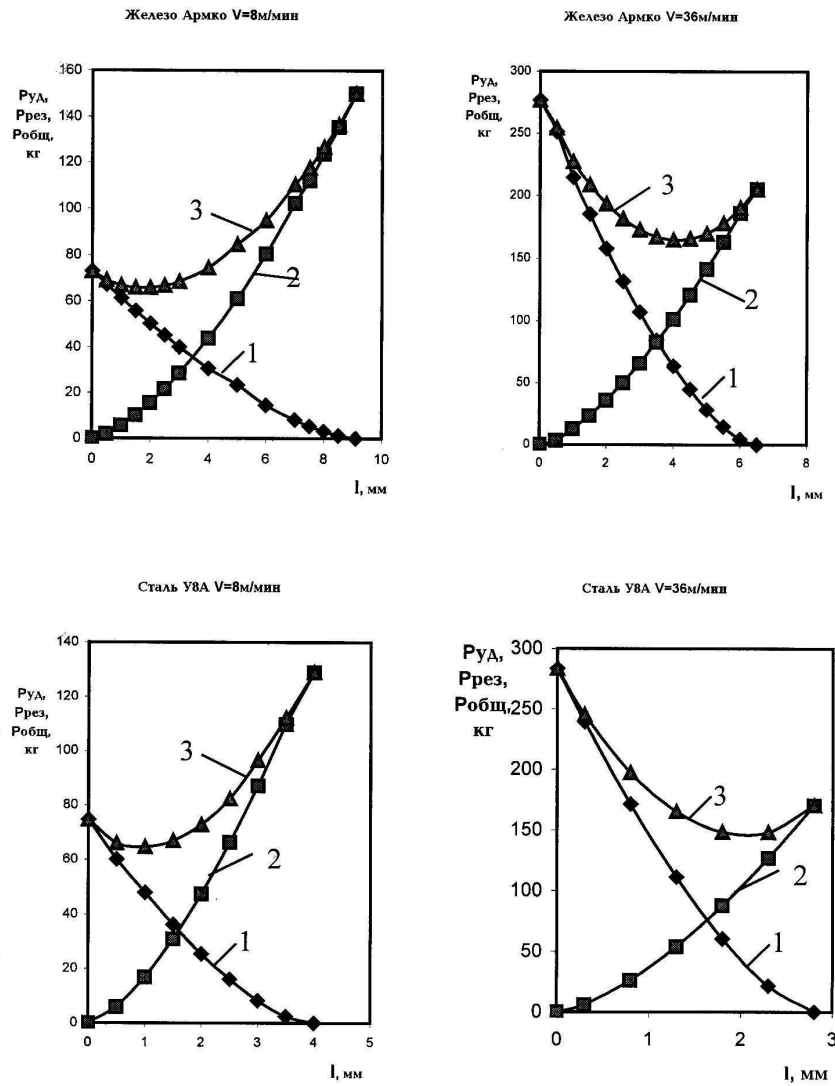


Рис. 2. Значения $P_{уд}$, $P_{рез}$ и $P_{общ}$ при различных расстояниях X_i вдоль длины врезания l : 1 – $P_{уд}$, 2 – $P_{рез}$, 3 – $P_{общ}$

Примем, что такой же показатель должна иметь величина x в (2). Это в основном обусловлено физико-механическими свойствами обрабатываемых материалов. Согласно [3], при обработке сталей инструментами из твердых сплавов и

быстрорежущих материалов силы резания возрастают при увеличении предела прочности сталей. При этом в формулах для определения силы резания величина предела прочности σ_b имеет средний показатель, примерно равный $3/2$. Коэффициенты a_1 и b_1 в (2) для различных скоростей резания определены следующим образом.

Так как при $x = 0$, $x = 1$ $P_{\text{общ}} = P_{\text{уд}}$, $P_{\text{общ}} = P_{\text{рез}}$, то $P_{\text{уд}} = a_1 l^{3/2}$,
 $P_{\text{рез}} = b_1 l^{3/2}$, следовательно,

$$a_1 = P_{\text{уд}} / l^{3/2}, \quad b_1 = P_{\text{рез}} / l^{3/2}.$$

Имея значения a_1 и b_1 для данного обрабатываемого материала, при двух значениях скорости резания нами определены $P_{\text{уд}}$ и $P_{\text{рез}}$ на различных расстояниях от начала удара вдоль длины врезания. Для определения коэффициента a_1 взяты расчетные значения силы удара $P_{\text{уд}}$. Длина врезания l бралась по [4]. Для определения коэффициента b_1 взяты значения главной силы резания, т.е. $P_{\text{рез}} = P_z$. Графики изменения сил $P_{\text{уд}}$, $P_{\text{рез}}$ и общей силы $P_{\text{общ}}$ приведены на рис.2. Как видно, они изменяются по длине врезания с определенной закономерностью. Сила $P_{\text{уд}}$ достигает своего наибольшего значения в начальный момент удара. Далее она постепенно уменьшается и равняется нулю в конце длины врезания, когда процесс полностью стабилизируется. С этого момента резец начинает снимать стружку, соответствующую номинальному сечению среза.

Сила резания $P_{\text{рез}}$ изменяется по обратной закономерности. В момент удара она равна нулю, т.к. при этом стружка еще не образуется. По мере движения резца она увеличивается, достигая своего наибольшего значения после того, как инструмент полностью врезается в заготовку. С этого момента колебательный процесс системы затухает, а ширина и толщина среза равняются их номинальным значениям [2].

Следовательно, в момент удара $P_{\text{общ}} = P_{\text{уд}}$, а в конце врезания, когда процесс резания стабилизируется, $P_{\text{общ}} = P_{\text{рез}}$. Графики показывают также, что чем тверже обрабатываемый материал и выше скорость резания и, следовательно, сила удара, тем быстрее протекает процесс затухания колебаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **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, N 1. - С.212-217.
2. **Касьян М.В., Минасян Г.С., Багдасарян Г.Б., Арутюнян Г.А.** Об одном явлении при прерывистом резании // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН. - 1970. - Т. XXIII, N3. - С.3-8.
3. **Бобров В.Ф.** Основы теории резания металлов. - М. Машиностроение, 1975. - 343 с.
4. **Багдасарян Г.Б.** Механика образования переменного сечения стружки при строгании // Физика резания металлов. Вып.1. Изв. АН АрмССР. - Ереван. - 1971. - С.45-51.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 28.06.2002.

Հ.Հ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՌԱՆԴՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՈՒՄ ՀԱՐՎԱԾԻ ԵՎ ԿՏՐՄԱՆ ՈՒԺԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՆԱԽԱՊԱՏՐԱՍՏՎԱԾՔԻ ՄԵՋ ԿՏՐԻՉԻ ՆԵՐԽՐՄԱՆ ԵՐԿԱՅՆՈՒԹՅԱՄԲ

Ուսումնասիրված է ռանդման գործընթացում հարվածի և կտրման ուժերի փոփոխության օրինաչափությունը մշակվող նախապատրաստվածքում կտրիչի ներխրման երկայնությամբ: Բացահայտված է, որ հարվածի P_h , կտրման $P_{կտր}$ և ընդհանուր $P_{ընդ} (P_h + P_{կտր})$ ուժերը կտրիչի ներխրման երկայնությամբ փոփոխվում են որոշակի օրինաչափությամբ, ընդ որում՝ հարվածի պահին $P_{ընդ} = P_h$, իսկ ներխրման վերջում (երբ գործընթացը կայունանում է) $P_{ընդ}$ ուժը հավասարվում է $P_{կտր}$ ուժին:

H.H. HAROUTYUNYAN

THE STUDY OF IMPACT AND CUTTING FORCES ALONG THE CUTTING-IN LENGTH OF THE TOOL INTO THE STOCK IN PLANING

The regularity of impact and cutting forces variation along the cutting-in length of the tool into the work in the process of planing has been studied. It was established that P_{Imp} , P_{Cut} , and $P_{Gen} (P_{Imp} + P_{Cut})$ vary with a definite regularity along the cutting-in length of the tool, P_{Gen} being equal to P_{Imp} at the moment of impact, and at the end of cutting-in when the cutting process is stabilized, the force P_{Gen} becomes equal to P_{Cut} .