

4. Дрозд М.С., Матлин М.М., Сидякин Ю.И. Инженерные расчеты упругопластической контактной деформации. – М.: Машиностроение, 1986. – 220 с.

#### References

1. Vasilkov R.E., Eremjanc V.E. Koefficient vosstanovlenija skorosti shara pri udare po poverhnosti koroba. /Nauka. Tehnologii. Innovacii. Materialy Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh. V 10-chastjah. CHast 3. Novosibirsk: NGTU, 2013. S. 65–68.
2. Eremjanc V.E. Dinamika udarnyh sistem. Uchebnoe posobie v 2-h chastjah. CHast 1. Bishkek: Izd-vo KRSU, 2011. – 324 s.
3. Eremjanc V.E. Dinamika udarnyh sistem. Modelirovanie i metody rascheta. – Saarbrücken, Germany: Palmarium academic publishing, 2012. – 586 s.
4. Drozd M.S., Matlin M.M., Sidjakin JU.I. Inzhenernye raschety uprugoplasticheskoj kontaktnoj deformacii. – М.: Mashinostroenie, 1986. – 220 s.

УДК 534.1

### ПОВТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН ДЕФОРМАЦИЙ НА ПЛАСТИНУ В СИСТЕМЕ «БОЕК-ВОЛНОВОД-ПЛАСТИНА»

*Еремьянц Виктор Эдуардович, д.т.н., профессор, Ню Виктория Валерьевна, аспирант, Кыргызско-Российский Славянский университет, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44, e-mail: [eremjants@inbox.ru](mailto:eremjants@inbox.ru), [vniu14@yandex.com](mailto:vniu14@yandex.com)*

Рассмотрены волновые процессы, протекающие в ударной системе «боек-волновод-пластина», выявлены их особенности и исследовано влияние параметров системы на эффективность передачи энергии бойка через волновод в пластину.

**Ключевые слова:** боек, волновод, пластина, волны деформации, передача энергии

### ITERATIVE INFLUENCE OF REFLECTED STRAIN WAVES ON THE PLATE IN THE “STRIKER-TOOL-PLATE” SYSTEM

*Yeremyanc Victor Eduardovich, Doct.tech.Scin., professor, Niu Victoria Valerievna, graduate student, Kyrgyz-Russian Slavic university, Kyrgyzstan, 720000, Bishkek, a street is Kyiv 44, e - mail: [eremjants@inbox.ru](mailto:eremjants@inbox.ru), [vniu14@yandex.com](mailto:vniu14@yandex.com)*

Wave processes passing in the “striker-tool-plate” impact system are considered. Features of the processes were determined. Influence of the system parameters on the striker’s energy transfer through the tool effectiveness was analyzed.

**Keywords:** striker, tool, plate, strain waves, energy transfer.

В статье рассматривается ударная система машины для виброударной очистки поверхностей, состоящая из бойка, который наносит удар по инструменту, опирающемуся на пластину. Инструмент играет роль волновода, по которому энергия удара передается от машины к пластине в виде продольных волн деформаций.

В предшествующих работах [1, 2] установлено, что с точки зрения уменьшения напряжений в элементах ударной системы «боек-волновод-пластина» наиболее рациональной является система, в которой диаметры и длины бойка и волновода одинаковы. Такие системы характерны для гидравлических машин ударного действия. При одинаковых диаметрах и материале бойка и волновода при ударе в последнем генерируется начальная волна деформации с постоянными усилиями  $P_0$  (рисунок 1а). Длительность этой волны  $T$  равна периоду собственных колебаний бойка:  $T = 2l/a$ , где  $l$  – длина бойка,  $a$  – скорость распространения волны деформации в нём. В этом случае при ударе вся энергия бойка передается в волновод, т.е. коэффициент передачи энергии бойка в волновод равен единице.

Волна деформации прямоугольной формы обеспечивает передачу по волноводу большей энергии удара без его разрушения по сравнению с волнами другой формы такой же длительности. При равных длинах бойка и волновода усилия в контактном сечении волновода и пластины имеют непрерывный характер при действии на него последовательных волн, совершающих колебания в инструменте, что повышает эффективность передачи энергии удара в пластину. В дальнейшем будем рассматривать только такие системы.

Задачей данной работы являлось описание особенностей взаимодействия волновода с пластиной при многократном отражении продольных волн деформаций от его концов.

Условимся волны, распространяющиеся по волноводу в сторону пластины, называть прямыми волнами

(direct wave), а волны, отраженные от пластины – отраженными волнами (reflected wave). Усилия в прямых волнах обозначим символом  $P_d$ , а в отраженных волнах – символом  $P_r$ .

В предшествующих работах было установлено [2, 4], что с точки зрения эффективности передачи энергии удара в пластину необходимо стремиться к тому, чтобы параметр  $\Theta$ , равный отношению коэффициента жесткости волновода к коэффициенту жесткости контактной характеристики волновода и пластины, лежал в диапазоне от 0,5 до 1. Рекомендовано также выбирать значение коэффициента  $\nu$ , равного отношению диаметра волновода к толщине пластины из диапазона  $2,5 < \nu < 3$ .

При обработке пластины со слоем шлака на её поверхности двухслойная пластина заменяется однослойной с приведенной массой, коэффициентом Пуассона и цилиндрической жесткостью. При этом вместо коэффициента  $\nu$  используется коэффициент  $\nu_c$ , учитывающий слой отложений. Этот коэффициент зависит от толщины слоя отложений и в процессе обработки изменяется. Например, если отношение диаметра волновода к толщине пластины равно 3, а толщина слоя отложений в 4 раза больше толщины пластины, то в процессе очистки пластины коэффициент  $\nu_c$  изменяется от 1,6 до 3.

На рисунке 1 показаны параметры прямых волн, отраженных волн и усилий в контактном сечении волновода и пластины в течение трех периодов колебаний волновода или, иными словами, при действии на пластину трех последовательных волн деформаций, распространяющихся по волноводу. При построении этих графиков принято  $\Theta = 0,5$ ;  $\nu = 3$ ;  $k_\delta = 4$ , где  $k_\delta$  – отношение толщины слоя отложений к толщине пластины в начале обработки.

Сплошная линия на графиках соответствует началу процесса обработки ( $\nu_c = 1,6$ ), штриховая – середине процесса ( $\nu_c = 2,15$ ), и штрихпунктирная – окончанию процесса обработки ( $\nu_c = 3,0$ ).

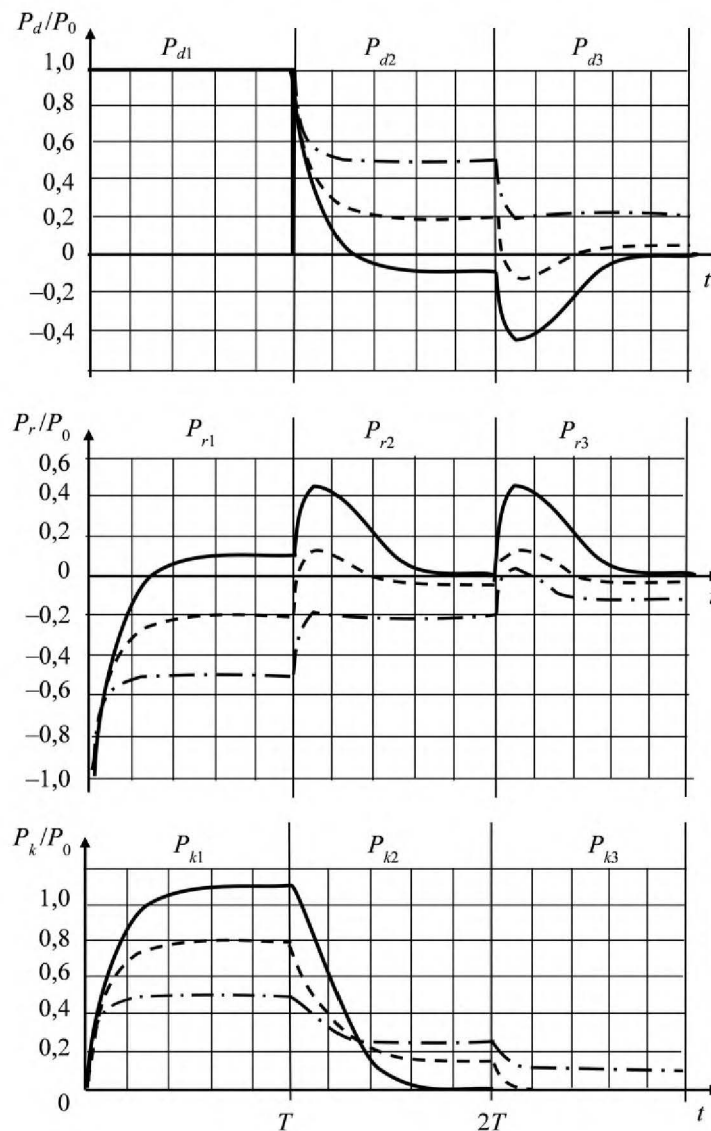


Рисунок 1. Диаграммы изменения усилий в прямых волнах  $P_{di}$ , отраженных волнах  $P_{ri}$  и в контакте волновода с пластиной  $P_{ki}$ ;  $i$  – номер волны

На рисунке видно, что в зависимости от параметра  $v_c$ , волны, отражающиеся от пластины при первом действии на неё прямой волны ( $P_{r1}$ ), имеют различный характер. В начале обработки первая отраженная волна может состоять из участка растяжения, за которым следует участок сжатия (сплошная кривая), а в конце обработки полностью состоять из деформаций растяжения (штрихпунктирная кривая).

Достигая верхнего ударного торца волновода, волна растяжения приводит к его отходу от бойка. С этого момента времени этот торец свободен, и волна отражается от него с противоположным знаком деформаций без изменения их величины. Поэтому вторые прямые волны, распространяющиеся к пластине ( $P_{d2}$ ), могут состоять либо из деформаций сжатия (штриховая и штрихпунктирная кривые), либо иметь участки сжатия и растяжения (сплошная кривая).

Известно [1], что передача энергии продольной волны деформации, распространяющейся по инструменту, в пластину может происходить до тех пор, пока выполняется условие:

$$P_k(t) \leq 2P_d(t), \quad (1)$$

где  $P_k$  – усилие в контактном сечении инструмента и пластины.

Если условие (1) не выполняется, то прямая волна отражается от пластины как от жесткой опоры без изменения величины и знака деформаций. При этом усилия в контактном сечении, определяемые суммой усилий в прямой и отраженной волнах, равны удвоенному значению усилий в прямой волне.

При первом действии прямой волны деформации на пластину [3]:

$$0 < t < T,$$

$$P_{d1} = P_0 = 0,5CV_0; \quad (2)$$

$$P_{r1}(t) = -P_0 [q + (1-q)e^{-p\tau}]; \quad (3)$$

$$P_{k1}(t) = P_0(1-q)(1 - e^{-p\tau}), \quad (4)$$

где  $C$  – ударная жесткость бойка и волновода,  $C = \rho_1 a S$ ;  $\rho_1$  – плотность материала бойка и волновода;  $S$  – площади их поперечного сечения;  $V_0$  – скорость бойка в начальный момент удара.

$$p = \frac{4}{\Theta(1-q)}; \quad \Theta = \frac{E_1 S}{lc} = \frac{E_1 \pi d^2}{4lc}; \quad q = \frac{\chi v_c^2 - 1}{\chi v_c^2 + 1};$$

$$\chi = \frac{\pi \sqrt{3(1-\mu_1^2)}}{16}; \quad v_c = \frac{v}{\sqrt{4k_D k_m}}; \quad v = \frac{d}{\delta_1}; \quad \tau = \frac{t}{T},$$

$E_1$ ,  $\mu_1$  – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала бойка и волновода;  $d$  – диаметр бойка и волновода;  $\delta_1$  – толщина пластины;  $c$  – коэффициент жесткости контакта волновода с пластиной;  $k_D$ ,  $k_m$  – коэффициенты, учитывающие приведенную цилиндрическую жесткость и массу двухслойной пластины;  $t$  – время.

Подставляя формулы (2), (4) в условие передачи энергии в пластину (1), запишем:

$$P_0(1-q)(1 - e^{-p\tau}) \leq 2P_0.$$

Так как параметр  $q$  может изменяться от  $-1$  до  $+1$ , то очевидно, что это условие выполняется при любых значениях параметров  $q$ ,  $p$ ,  $\tau$ . При этом усилия в отраженной волне (3) будут равны нулю, если выполняется условие:

$$e^{-p\tau_0} = \frac{q}{q-1}. \quad (5)$$

Это условие удовлетворяется только при отрицательных значениях  $q$ , которые соответствуют значениям  $v_c$  меньшим 1,7557.

Из выражения (5) следует:

$$\tau_0 = \frac{1}{p} \ln \left( \frac{q-1}{q} \right) = \frac{\Theta(1-q)}{4} \ln \left( \frac{q-1}{q} \right), \quad (6)$$

где  $\tau_0 = t_0 / T$ ,  $t_0$  – момент времени, соответствующий изменению знака деформаций в отраженной волне.

Принимая в выражении (6)  $\tau_0 = 1$ , найдем соотношение параметров системы, при котором деформации в отраженной волне становятся равными нулю в конце действия прямой волны, т.е. в момент времени  $T$ :

$$\Theta = \frac{4}{(1-q) \ln[(q-1)/q]}.$$

Это соотношение можно записать через безразмерный параметр  $v_c$  в виде:

$$\Theta = \frac{2(\chi v_c^2 + 1)}{\ln[2 / (1 - \chi v_c^2)]} \tag{7}$$

График зависимости (7) представлен на рисунке 2 кривой 1. В области, ограниченной этой кривой и осью абсцисс, отраженная волна деформации состоит из участка сжатия, за которым следует участок растяжения. Выше этой кривой вся отраженная волна состоит из деформаций растяжения.

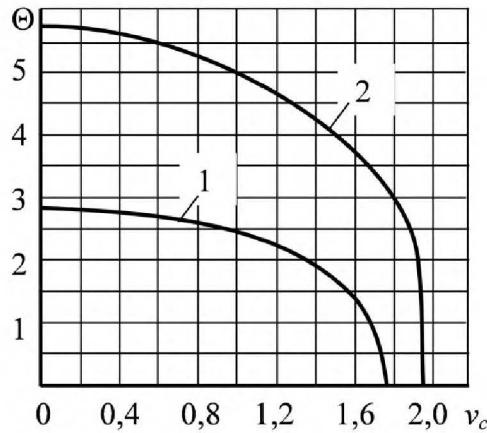


Рисунок 2. Области существования волн деформаций различного вида

В качестве примера в таблице 1 приведены значения времени  $\tau_0$  для различных значений коэффициента  $v_c$ , рассчитанные по формуле (6). Из этой формулы видно, что время  $\tau_0$  изменяется пропорционально параметру  $\Theta$  и с увеличением этого параметра возрастает.

Таблица 1

Значения безразмерного времени  $\tau_0$  для различных значений  $v_c$  и  $\Theta$

$v_c$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,75
Q	-0,510	-0,436	-0,363	-0,292	-0,223	-0,156	-0,093	-0,032	-0,003
$\tau_0$	$\Theta=0,5$	0,205	0,214	0,225	0,240	0,260	0,289	0,337	0,447
	$\Theta=1,0$	0,410	0,428	0,450	0,480	0,520	0,579	0,674	0,895

Определим значения коэффициента передачи энергии первой волны в пластину при различных параметрах системы. Известно [3], что коэффициент передачи энергии удара в пластину при действии на неё первой волны деформации определяется формулой:

$$\eta_1 = 1 - q^2 - 0,5\Theta(1 - q)^2 \left[ q(1 - e^{-p}) + 0,25(1 - q)(1 - e^{-2p}) \right] \tag{8}$$

Из этой формулы следует, что эффективность передачи энергии удара в пластину зависит только от двух безразмерных параметров  $\Theta$  и  $q$ . При этом параметр  $q$  связан с отношением диаметра инструмента к приведенной толщине пластины  $v_c$  и изменяется в процессе очистки пластины.

Запишем эту связь через коэффициент  $k_c$ , учитывающий приведенную массу и цилиндрическую жесткость пластины, зависящие от отношения толщины слоя отложений к толщине пластины  $k_\delta$ :

$$v_c = \nu k_c,$$

где  $k_c = (k_D k_m)^{-1/4}$ .

Графики зависимостей  $k_c(k_\delta)$  и  $v_c(k_\delta)$  показаны на рисунке 3. Линии 1, 2, 3, 4, 5 соответствуют значениям отношения диаметра инструмента к толщине пластины  $\nu$ , равным 2; 2,5; 3; 3,5; 4,5.

Из этих графиков следует, что при изменении отношения толщины слоя отложений к толщине пластины  $k_\delta$  от 0 до 5 коэффициент  $k_c$  изменяется от 1 до 0,4584, т.е. в 2,18 раз, а при изменении  $k_\delta$  от 0 до 4 коэффициент  $k_c$  изменяется в 1,84 раза. Следовательно, в процессе обработки пластины во столько же раз изменяется и коэффициент  $v_c$ .

В предшествующей работе [3] в качестве рационального значения коэффициента  $\nu$  было рекомендовано принимать его равным 3. При этом в процессе обработки двухслойной пластины с начальным коэффициентом  $k_\delta$  равным четырем, коэффициент  $v_c$  будет изменяться от 1,6 до 3. Этим значениям соответствуют значения коэффициента  $q$  от -0,0926 до +0,49.

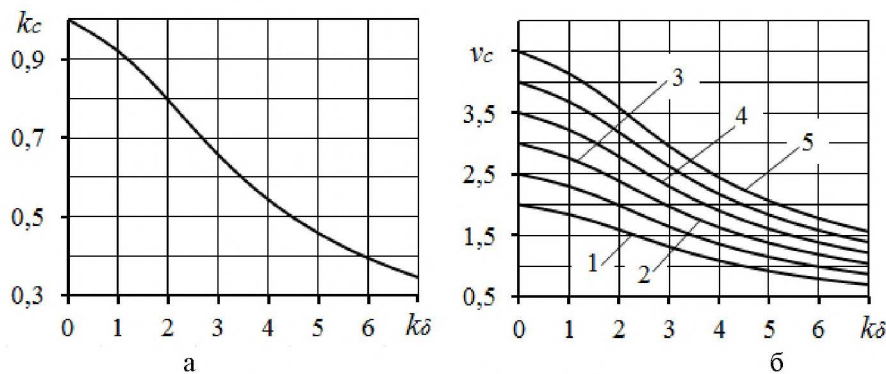


Рисунок 3. Графики зависимости коэффициентов  $k_c$  и  $v_c$  от отношения толщины слоя отложений к толщине пластины  $k\delta$

На рисунке 4а представлены графики зависимости коэффициента передачи энергии удара в пластину (8) от параметра  $v_c$  при первом действии на неё волны деформации, распространяющейся по инструменту. Здесь кривые 1, 2, 3, 4 соответствуют значениям  $\Theta$ , равным 0,5; 0,75; 1,05; 1,25.

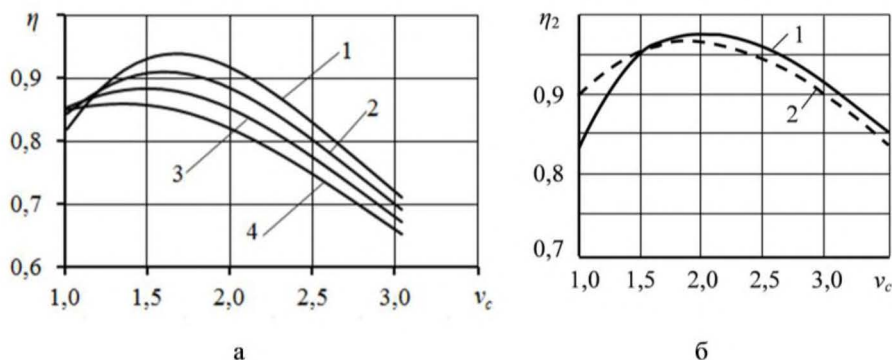


Рисунок 4. Графики зависимости коэффициента передачи энергии ударав пластину от параметра  $v_c$  при первом действии на неё прямой волны деформации (а) и при повторном действии (б)

Из этих графиков следует, что при первом действии прямой волны на пластину с уменьшением параметра  $\Theta$  коэффициент передачи энергии удара в пластину возрастает. При этом он имеет наибольшие значения в начале обработки пластины (при  $v_c = 1,6$ ) и уменьшается к концу её обработки. Это является положительным качеством системы. Поскольку в начале обработки передача в пластину большей энергии способствует более быстрому разрушению слоя отложений, а к концу обработки уменьшение энергии способствует предотвращению разрушения пластины.

Рациональным диапазоном изменения параметра  $\Theta$  можно считать диапазон от 0,5 до 0,75. В этом диапазоне при изменении  $v_c$  от 1,2 до 2,2 коэффициент передачи энергии удара в пластину уже при первом действии на неё волны деформации превышает 0,85 и достигает 0,91–0,94 при  $v_c$  равном 1,4–1,8.

При повторном – втором – действии прямой волны деформации, распространяющейся по инструменту, на пластину зависимости усилий от времени в волнах деформаций и в контактном сечении инструмента с пластиной имеют вид:

$$T < t < 2T,$$

$$P_{d2} = -P_{r1}(t) = P_0 \left[ q + (1-q)e^{-p(\tau-1)} \right]; \tag{8}$$

$$P_{r2}(t) = -P_0 \left[ q^2 + (1-q) \left( q + e^{-p} - (1-q)p(\tau-1) \right) e^{-p(\tau-1)} \right]; \tag{9}$$

$$P_{k2}(t) = P_0(1-q) \left[ q + \left( 1-q - e^{-p} + (1-q)p(\tau-1) \right) e^{-p(\tau-1)} \right]. \tag{10}$$

Для того, чтобы под действием второй волны происходила передача её энергии в пластину, необходимо выполнение условия

$$P_{k2}(t) \leq 2P_{d2}(t). \tag{11}$$

Подставляя в это условие функции (8), (10), запишем:

$$2[q + (1 - q)e^{-p(\tau_1 - 1)}] \geq (1 - q) \left[ q + (1 - q - e^{-p} + (1 - q)p(\tau_1 - 1))e^{-p(\tau_1 - 1)} \right]$$

или

$$\frac{q(1 + q)}{1 - q} \geq \left( \frac{4}{\Theta} (\tau_1 - 1) - e^{-p} - (1 + q) \right) e^{-p(\tau_1 - 1)}, \quad (12)$$

где  $\tau_1 = t_1/T$ ;  $t_1$  – момент времени, соответствующий окончанию передачи энергии в пластину.

Подставляя в это условие  $\tau_1 = 2$  и заменяя знак неравенства равенством, построим зависимость  $\Theta(v_c)$ , ограничивающую область, в которой передача энергии удара в пластину будет происходить на протяжении всего времени действия второй волны на пластину. Эта зависимость представлена на рисунке 2 кривой 2. Ниже этой кривой передача энергии волны деформации в пластину будет происходить до момента времени  $\tau_1$ , а выше этой кривой – до момента времени  $2T$ , т.е. на протяжении всего времени действия второй волны.

Момент времени  $\tau_1$ , соответствующий окончанию процесса передачи энергии удара в пластину, для различных значений  $v_c$  при  $\Theta = 0,25 \dots 1,0$  приведен в таблице 2.

Таблица 2

Значения времени  $\tau_1$  при различных значениях параметров  $v_c$  и  $\Theta$

$v_c$	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7557	1,8	1,9
Q	-0,363	-0,2392	-0,223	-0,156	-0,0926	0	0,0249	0,0788
$\tau_1$	$\Theta=0,5$	1,0514	1,0598	1,0695	1,0808	1,0943	1,125	1,1380
	$\Theta=1,0$	1,113	1,129	1,146	1,168	1,194	1,255	1,409

Начиная с этого момента времени, усилия в отраженной волне и в контактном сечении рассчитываются по формулам:

$$P_{r2}(t) = P_{d2}(t); \quad P_{k2}(t) = 2P_{d2}(t). \quad (13)$$

В некоторый момент времени  $\tau_2 = 1 + \tau_0$  к пластине подходит волна растяжения, которая приводит к отходу торца инструмента от пластины. При этом контактные усилия уменьшаются, и в некоторый момент времени происходит разрыв контакта инструмента с пластиной. С этого момента волна отражается от свободного торца инструмента с обратным знаком, а усилия, действующие на пластину, равны нулю:

$$P_{r2}(t) = -P_{d2}(t); \quad P_{k2}(t) = 0. \quad (14)$$

В случае, показанном на рисунке 1, на всем интервале времени  $1 < \tau < 2$  справедливы формулы (9), (10), и передача энергии удара в пластину происходит на протяжении не только этого интервала времени, но и последующего. При этом формулы для определения параметров волн деформаций на интервале времени  $2 < \tau < 3$  при третьем действии волны деформации на пластину имеют вид:

$$2T < t < 3T,$$

$$P_{d3}(t) = P_0 \left[ q^2 + (1 - q) \left( q + e^{-p} - (1 - q)p(\tau - 2) \right) e^{-p(\tau - 2)} \right]; \quad (15)$$

$$P_{r3}(t) = -P_0 \left\{ q^3 + (1 - q) \left[ q(q + e^{-p}) + e^{-2p} - (1 - q)pe^{-p} \right] e^{-p(\tau - 2)} - (1 - q)^2 \left[ (1 + q + e^{-p})p(\tau - 2) + 0,5(1 - q)p^2(\tau - 2)^2 \right] e^{-p(\tau - 2)} \right\}; \quad (16)$$

$$P_{k3}(t) = P_0(1 - q) \left\{ q^2 + (1 - q) \left[ q + e^{-p} - (1 - q)^{-1}e^{-2p} + pe^{-p} + (q + e^{-p})p(\tau - 2) - 0,5(1 - q)p^2(\tau - 2)^2 \right] e^{-p(\tau - 2)} \right\}. \quad (17)$$

Поскольку для случая, показанного на рисунке 1, с момента времени  $t_1$  вторая прямая волна, действующая на пластину, отражается от неё без потерь энергии, то энергия второй отраженной волны определится как:

$$A_{r2} = A_{r21} + A_{r22} = \frac{1}{C} \left[ \int_T^{t_1} P_{r2}^2(t) dt + \int_{t_1}^{2T} P_{d2}^2(t) dt \right]. \quad (18)$$

При этом коэффициент передачи энергии удара в пластину с учетом повторного действия на неё отраженной волны будет равен:

$$\eta_2 = 1 - A_{r2} / A_0, \quad (19)$$

где  $A_0$  – кинетическая энергия боя в начальный момент удара.

Подставляя в эту формулу функции (8), (9) и учитывая, что

$$P_0^2 T / C = A_0,$$

после вычисления интегралов найдем:

$$\frac{A_{r21}}{A_0} = q^4 (\tau_1 - 1) + \frac{1}{p} \left[ D_1 (1 - e^{-p(\tau_1-1)}) + \frac{1}{2} D_2 (1 - e^{-2p(\tau_1-1)}) + D_3 (1 - (p(\tau_1 - 1) + 1) e^{-p(\tau_1-1)}) - \frac{1}{4} D_4 (1 - (2p(\tau_1 - 1) + 1) e^{-2p(\tau_1-1)}) + \frac{1}{4} D_5 (1 - (2p^2(\tau_1 - 1)^2 + 2p(\tau_1 - 1) + 1) e^{-2p(\tau_1-1)}) \right];$$

$$\frac{A_{r22}}{A_0} = q^2 (2 - \tau_1) + \frac{2(1-q)}{p} \left[ q (e^{-p(\tau_1-1)} - e^{-p}) + \frac{1-q}{4} (e^{-2p(\tau_1-1)} - e^{-2p}) \right],$$

где

$$D_1 = 2q^2(1-q)(q + e^{-p}); \quad D_2 = (1-q)^2(q + e^{-p})^2;$$

$$D_3 = 2q^2(1-q)^2; \quad D_4 = -2(1-q)^2 D_1; \quad D_5 = (1-q)^4.$$

На рисунке 4б показаны графики зависимости (19), где кривые 1, 2 соответствуют значениям  $\Theta$ , равным 0,5; 1,0. Из них следует, что с учетом второго действия волн деформаций на пластину коэффициент передачи энергии удара существенно выше, чем при первом действии, и во всем диапазоне  $v_0$  от 1,6 до 3,0 превышает 0,9. При этом с изменением параметра  $\Theta$  от 0,5 до 1,0 различие в этих коэффициентах незначительное. Это дает основание расширить рациональный диапазон значений этого параметра, приняв в качестве рационального диапазон от 0,5 до 1,0.

Полученные результаты могут быть использованы при создании и совершенствовании гидравлических ударных механизмов для виброударной очистки поверхностей.

#### Список литературы

1. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Еремьянц В.Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. М.: Наука. 1985. – 356 с.
2. Ню В.В. Удар упругим цилиндрическим бойком по стержню, опирающемуся на пластину // Современная техника и технологии в научных исследованиях. Материалы 5-й международной конф. молодых ученых. Бишкек: Научная станция РАН. 2013. – С. 226–231.
3. Ню В.В. К эффективности использования энергии удара при очистке пластин гидравлическими виброударными механизмами // Современные проблемы теории машин. 2015, №3. Новокузнецк: СибГИУ.

#### References

1. Alimov O.D., Manzhosov V.K., Eremjants V.E. Udar. Rasprostranenie voln deformatsii v udarnykh sistemakh. [Blow. Strain waves spreading in impact systems]. M.: Nauka. 1985. – 356 p.
2. Niu V.V. Udar uprugim tsilindricheskim boikom po sterzhnyu, opirayushemusya na plastinu. [Blow with the elastic cylindrical striker at the leaned on the plate tool] Materialy 5-i mezhdunarodnoi konferentsii molodykh uchenykh [Materials of the 5<sup>th</sup> young scientists' international conference]. Bishkek: Nauchnaya stantsiya RAN. 2013. – P. 226–231.
3. Niu V.V. K effektivnosti ispolzovaniya energii udara pri ochildke plastin gidravlicheskim vibroudarnymi mekhanizmami [To the effectiveness of impact energy use under the process of plates cleaning by hydraulic vibro-impact mechanisms]. Sovremennye problemy teorii mashin 2015, №3 [Contemporary problems of machines' theory 2015 №3]. Novokuznetsk: SibGIU.

УДК 534.1

#### ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ УДАРА НА НАПРЯЖЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ УДАРА В СИСТЕМЕ "БОЕК-ВОЛНОВОД-ПЛАСТИНА"

*Ню Виктория Валерьевна, аспирант, Кыргызско-Российский Славянский университет, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44, e-mail: [yniu14@yandex.com](mailto:yniu14@yandex.com)*

Установлены зависимости усилий в контакте волновода с пластиной, коэффициента жесткости контакта волновода с пластиной, напряжений, возникающих в элементах системы и коэффициента передачи энергии удара в пластину от скорости удара бойком по волноводу.