

УДК 621.91.048.6  
DOI: 10.12737/article\_5a70c104d3f4f1.45757834

**А.П. Бабичев**, д.т.н.,  
**Д.Д. Бирюков**, аспирант,  
**А.М. Вобу**, аспирант,  
**А.А. Григоренко**, магистрант,  
**А.А. Ширин**, магистрант  
(Донской государственный технический университет  
344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина.)  
E-mail: vibrotech@mail.ru

## **Исследование изменения микротвердости материала по глубине призматического образца при виброволновом нагружении**

*Представлены результаты исследований влияния виброволнового нагружения на изменение состояния материала образца призматической формы на различном расстоянии. Полученные результаты подтверждают влияние виброволнового нагружения на изменение состояния материала сплошного образца.*

**Ключевые слова:** виброволновая обработка; микротвердость; глубина упрочнения.

**A.P. Babichev**, D. Eng.,  
**D.D. Biryukov**, Post graduate student,  
**A.M. Vobu**, Post graduate student,  
**A.A. Grigorenko**, Master degree student,  
**A.A. Shirin**, Master degree student  
(Don State Technical University 1, Gagarin Sq., Rostov-upon-Don, 344010)

## **Investigations of material micro-hardness changes in depth of prismatic sample at vibro-wave loading**

*The investigation results of vibro-wave loading impact upon material state measurements of the prismatic sample at different distances are presented. The results obtained confirm a vibro-wave loading impact upon material state changes of a solid sample.*

**Keywords:** vibro-wave processing; micro-hardness; strengthening depth.

В продолжение исследований влияния виброволнового воздействия на изменение состояния материала нагружаемого (обрабатываемого) изделия [1, 2, 3] в предлагаемой статье представлены результаты исследования виброволнового нагружения образца призматической формы и рассмотрены при этом изменения состояния материала по всей протя-

женности (длине) образца от лицевой нагружаемой поверхности до противоположной (тыльной) поверхности последовательно, через каждый промежуток длины призматического образца (рис. 1). Обрабатываемый образец закреплялся в оправке таким образом, чтобы открытой для виброволнового воздействия оставалась только одна поверхность 10

(лицевая).

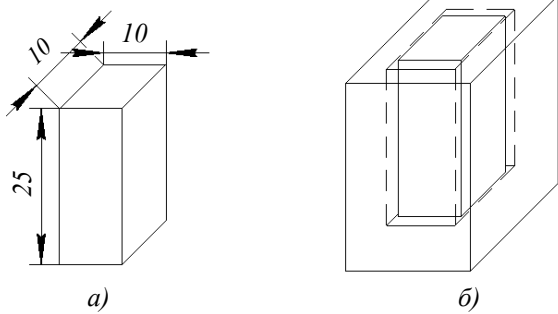


Рис. 1. Форма и размеры образца (а), и расположение его в оправке (б)

Обработка (виброволновое воздействие) осуществлялась в среде стальных шаров  $d = 7$  мм в свободном состоянии в рабочей камере с объемом 10 дм<sup>3</sup>. Продолжительность обработки 120 мин; режим нагружения (обработки): амплитуда колебаний 3 мм, частота

33 Гц. Результаты исследований приведены в табл. 1 и на схеме (рис. 2).

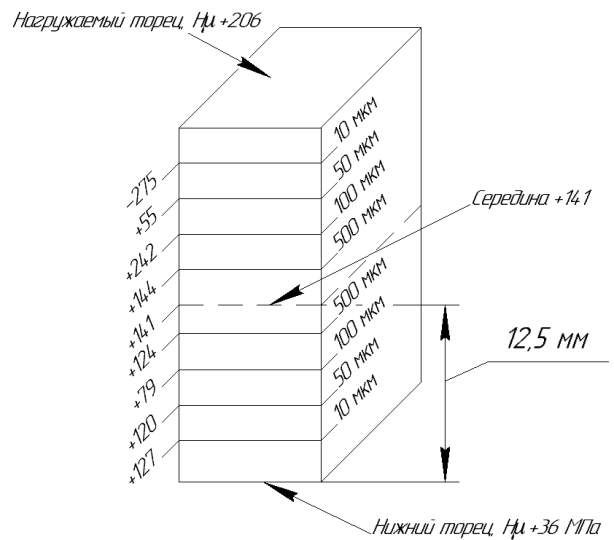


Рис. 2. Схема расположения замеров, количественных изменений микротвердости Нц

### 1. Результаты исследований

Расположение мест измерений (по глубине)	Результаты измерений		Характеристика и величина измерения Нц, (+) (-)
	Нц исходное	Нц после обработки	
Нагружаемый торец	1571	1777	+206 МПа
Измерение Нц на глубине 10 мкм	1941	1666	-275 МПа
50 мкм	1780	1725	+55 МПа
100 мкм	1807	1562	+242 МПа
500 мкм	1627	1771	+144 МПа
0,5 Н (середина)	1483	1624	+ 141 МПа
500 мкм	1643	1767	+124 МПа
100 мкм	1669	1748	+79 МПа
50 мкм	1680	1800	+120 МПа
10 мкм	1580	1707	+127 МПа
Тыльная сторона (торец)	1643	1679	+36 МПа

Как следует из рис. 2 измерение Нц осуществлялось с двух сторон: сверху с нагружаемой поверхности и снизу (тыльной поверхности); шаг измерений: 10, 50, 100, 500 мкм и середина – 12,5 мм.

При такой схеме измерений охватывался относительно небольшой участок (по глубине) от верхнего и нижнего торца соответственно по 660 мкм. Для получения дополнительной информации обработан в аналогичных условиях такой же образец с интервалом измерений по высоте образца 5,10,12 мм соответственно от верхнего (нагружаемого) торца и нижнего (тыльная поверхность). Результаты

измерений представлены на рис. 3.

Полученные результаты подтверждают влияние виброволнового нагружения на изменение состояния материала сплошного образца. В частности отмечено, что по всей глубине (длине) образца происходит повышение микротвердости; исключение составило лишь значительное снижение Нц на уровне 10 мкм под лицевой (нагружаемой) поверхностью (см. рис. 2).

Предполагается, что на уровне 10 мкм получен перенаклеп под нагружаемой поверхностью вследствие взаимодействия прямых и отраженных волн.

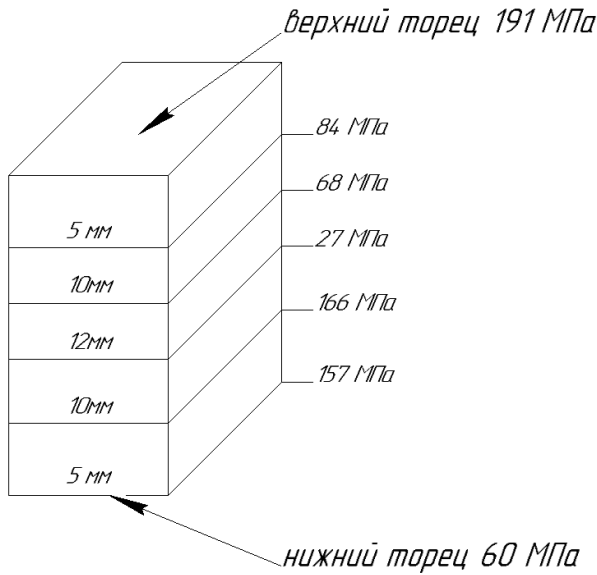


Рис. 3. Схема и результаты измерений микротвердости

Тем не менее, после обработки следующего образца с большим интервалом уровня измерений снижение  $H_c$  не обнаружено. Отмечается разброс результатов измерений на различных уровнях высоты образца, что объясняется сложным характером виброволнового воздействия и колебаниями участков взаимодействия прямых и отраженных волн, многократно повторяющихся в процессе обработки.

Для обеспечения управления процессом, повторяемости получения требуемых результатов, несомненно, потребуются дальнейшее пополнение результатов и установление соответствующих закономерностей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабичев, А.П., Тамаркин, М.А., Лебедев, В.А., Анкудимов, Ю.П., Рысева, Т.Н., Чукарина, И.М., Тихонов, А.А. Физико-технологические основы методов обработки: учеб. пособ. / под ред. А.П. Бабичева. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. – 430 с.

2. Бабичев, А.П., Коваль, Н.С., Романовский, И.Н. Виброволновая упрочняющая обработка режущих ножей сельскохозяйственных машин // Теоретический и научно-практический журнал Вестник ДГТУ: сб. статей. – Ростов н/Дону, 1999. – 185 с.

3. Бабичев А.П., Мотренко П.Д., Лисицкий Л.О., Ширин А.А., Ерина Т.С., Семиниченко К.В. Экспериментальное исследование виброволновой обработки пакета образцов из разнородных материалов, при различной ориентации (расположении) в пакете // Научноёмкие технологии в машиностроении. – 2017. – №11(77). – С. 30–32.

## REFERENCES

1. Babichev, A.P., Tamarkin, M.A., Lebedev, V.A., Ankudimov, Yu.P., Ryseva, T.N., Chukarina, I.M., Tikhonov, A.A. *Physico-technological Fundamentals of Processing Methods: manual* / under the editorship of A.P. Babichev. – Rostov-upon-Don: DSTU Publishing Center, 2003. – pp. 430.

2. Babichev, A.P., Koval, N.S., Romanovsky, I.N. Vibrowave strengthening processing of agricultural machinery cutters // *Bulletin of DSTU - Theoretical and Scientific-practical Journal: Proceedings*. – Rostov-upon-Don, 1999. – pp. 185.

3. Babichev, A.P., Motrenko, P.D., Lisitsky, L.O., Shirin, A.A., Yerina, T.S., Seminichenko, K.V. Experimental research of heterogeneous samples vibro-wave processing at their different location in package // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2017. – No.11 (77). – pp. 30-32.

Рецензент д.т.н. М.А. Тамаркин

