



Лубенская Л. М.  
Дегтярева Ю. Ю.

Восточнокитайский  
национальный  
университет имени  
Владимира Даля

УДК 621.08.45

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНОВКАХ СТАНКА БЕЗ ЖЕСТКОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

*Проведено експериментальні дослідження (кількісну оцінку процесу), що передбачають використання різних компонок вузлів верстата, а саме різні положення контейнера щодо рами верстата (верхнє й нижнє, через пружинну підвіску).*

*There are experimental researches (quantitative estimation of the process) resulted in article. It provides using different configurations of machine tool units. In particular, various positions of the container concerning a machine tool frame (top and bottom, through a spring suspension bracket).*

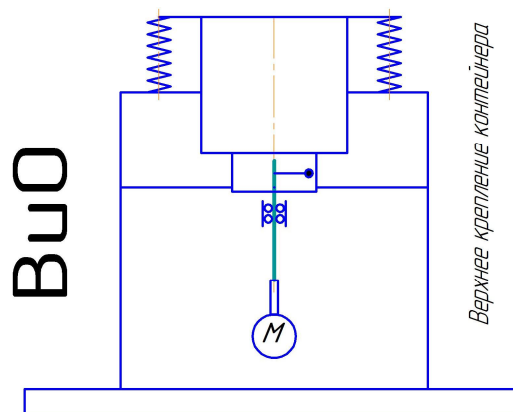
Цель экспериментальных исследований - определение величины съема металла с поверхности образцов на станке без жесткой кинематической связи и проведение сравнительного анализа полученных результатов.

Обработка проводилась на экспериментальном лабораторном станке ЛГУ-06.00.000, характеристики которого приведены в табл.1.

**Таблица 1**  
**Характеристики экспериментального лабораторного станка ЛГУ-06.00.000**

Параметры	ЛГУ - 06.00.000
Объем контейнера V, л	5, 4,5
Амплитуда колебаний A, мм	0,5-3,0
Частота колебаний f, Гц	0-20,8 50
Мощность N, кВт	0,75; 1,3
Масса m, кг	30

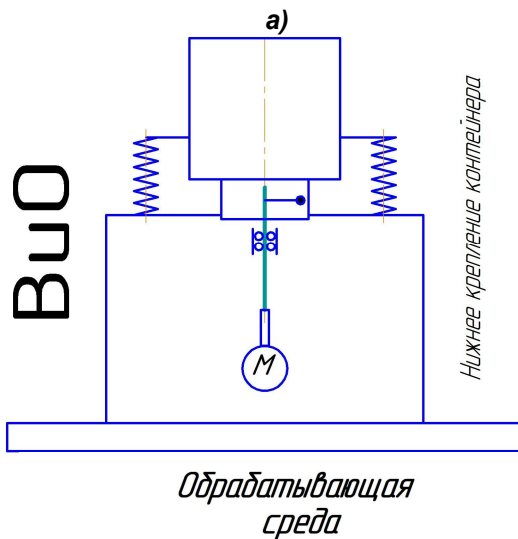
Экспериментальные исследования предусматривали использование различных компонок узлов станка (рис.1), а именно различные положения контейнера относительно рамы станка (верхнее и нижнее, через пружинную подвеску, рис.2).





Формокорунд - цилиндр  
 $\phi 2 * 5 \dots 8$  мм,  $m \approx 0,1$  г

Формованные гранулы: ПТ-10  
 с зернистостью 10...20  
 и связкой СТ по ТУ 2-036-205-73,  
 с высотой призм 10 мм,  $m \approx 5$  г



Формокорунд - цилиндр  
 $\phi 2 * 5 \dots 8$  мм,  $m \approx 0,1$  г

Формованные гранулы: ПТ-10  
 с зернистостью 10...20  
 и связкой СТ по ТУ 2-036-205-73,  
 с высотой призм 10 мм,  $m \approx 5$  г

б)

Рис. 1. Схемы компоновки узлов станка:  
 а) верхнее крепление контейнера;  
 б) нижнее крепление контейнера

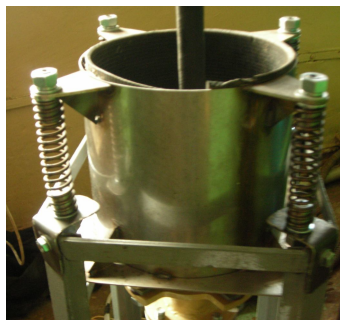
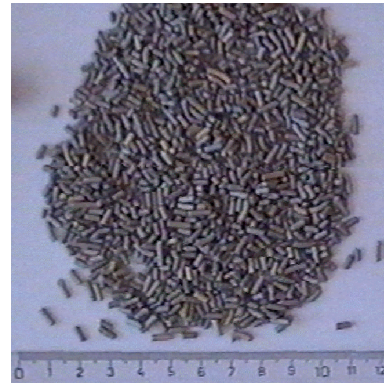


Рис. 2. Пример расположения кронштейнов для крепления контейнера цилиндрической формы

В качестве обрабатывающей среды использовались два вида наполнителей:

1) – формокорунд - цилиндр  $\phi 2 \times 5 \dots 8$  мм (рис.3а.);

2) – формованные гранулы Московского абразивного завода (абразивное зерно электрокорунд на керамической связке) в виде трехгранных призм - ПТ-10, (рис.3б) (с зернистостью 10...20 и связкой СТ по ТУ 2-036-205-73) с высотой призм 10 мм.



а)



б)

Рис. 3. а) Формокорунд – цилиндр; б) ПТ-10

Для определения съема металла, как количественного показателя эффективности процесса, использовались образцы (рис.4) из различных материалов с одинаковой начальной шероховатостью поверхности таких типов:

1) цилиндр диаметром  $d=16$ мм, длиной  $L=12$ мм (сталь 3);

2) цилиндр диаметром  $d=16$ мм, длиной  $L=5$ мм (сталь 3);

3) пластина с размерами  $(30 \times 35 \times 2)$  мм (сталь 0);

4) пластина с размерами  $(30 \times 10 \times 2)$  мм (сталь 0);

5) полый цилиндр с размерами  $d=16$ мм, длиной  $L=16$ мм (сталь 3);

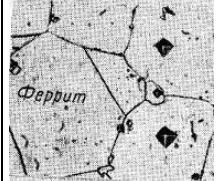
6) полый цилиндр с размерами  $d=16$ мм, длиной  $L=8$ мм (сталь 3).

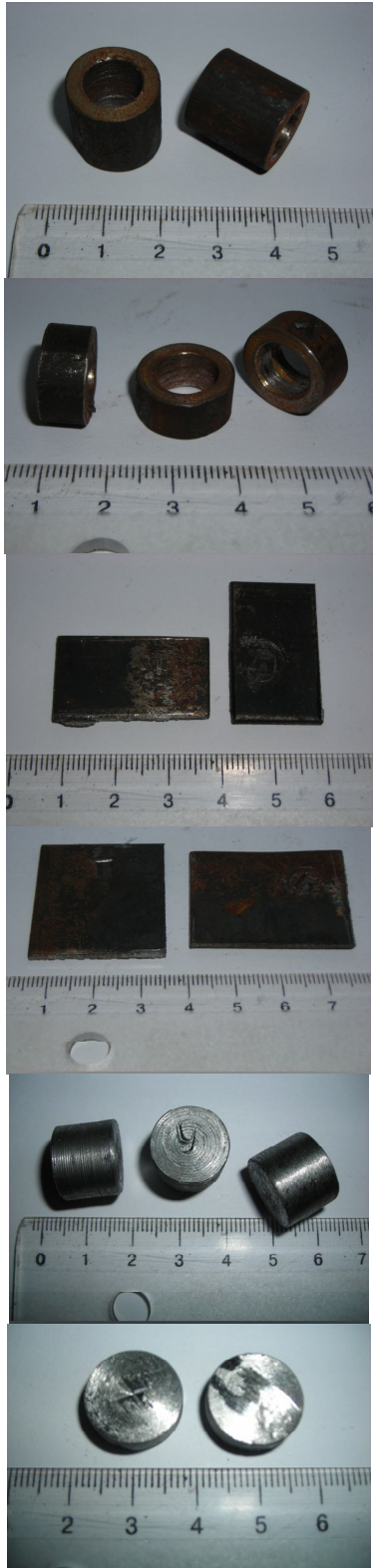


Выбор формы, размеров и массы образцов обосновывался необходимостью нахождения взаимосвязи между этими параметрами и характеристиками оборудования и инструмента.

Химический состав материалов образцов приведен в табл.2.

**Таблица 2**  
**Химический состав материалов обрабатываемых образцов**

Материал образца	Химический состав	Микроструктура металла
Сталь 3пс (цилиндры и полые цилиндры) - конструкционная углеродистая обыкновенного качества	0,17% С; 0,50% Mn; 0,14% Si; 0,025% S; 0,030% P	 <p>Феррит+Перлит</p>



**Рис. 4. Образцы деталей до обработки**

Обработка проводилась в течение 1 часа с взвешиванием образцов через каждые 15 минут и последующим определением величины съема металла с обрабатываемой поверхности.

Количественная оценка процесса – съем металла контролировался путем взвешивания образцов до и после обработки на аналитических весах типа ВЛА-200М с точностью до 0,0002 грамма.

Основные условия обеспечения обработки деталей в свободных абразивах:

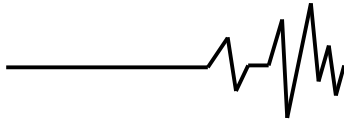
- 1) наличие взаимного контакта обрабатываемой детали и абразивной гранулы;
- 2) наличие взаимного проскальзывания детали и гранулы друг относительно друга.

Остановимся более подробно на некоторых из них.

Результаты исследований (проведенных в лаборатории НИЛ ОСА ВНУ имени Владимира Даля) по обработке данных образцов подтвердили (сложившиеся за многие годы) представления о процессах, происходящих при вибрационной обработке, а именно:

- с увеличением массы абразивной гранулы съем с обрабатываемых образцов увеличивается [1, 2, 3];
- с увеличением разности скоростей движения обрабатываемой детали и абразивной гранулы съем также увеличивается [1, 2, 3].

Рассмотрим случаи, в которых наблюдались, кажущиеся на первый взгляд противоречия в этих представлениях (не выполнение вышеуказанных условий).



Полученные результаты показали, что при изменении положения подвески контейнера относительно рамы станка происходит изменение съема металла, что не совпадает с представлениями автора [4] утверждающего, что данный фактор не влияет на производительность процесса обработки.

При верхней подвеске контейнера процесс обработки осуществляется в соответствии с классической схемой вибрационной обработки в U – образном контейнере.

Как известно, при классической схеме ВиО съем металла с образцов в центральной его части, составляющей 25% - 30% от общего рабочего объема контейнера, меньше в 1,5 раза, чем в областях расположенных у стенок и дна контейнера [5]. Съем металла с поверхности образцов, если их расположить в разных зонах контейнера, неравномерен. При работе ВиО-станка по мере удаления слоев рабочей среды от стенок контейнера амплитуда колебаний уменьшается, стремясь к нулю. Это объясняется тем, что силовой импульс при передаче от слоя к слою постепенно ослабевает из-за сил взаимного сцепления гранул, внутреннего трения между ними и неупругих деформаций. Помимо уменьшения амплитуды наблюдается постепенное (неодновременное) перемещение соседних слоев, что происходит в результате передачи силового импульса всей массе загрузки не одновременно, а последовательно от нижних слоев к верхним из-за способности среды сжиматься и расширяться. Интенсивность обработки уменьшается по мере удаления слоя от стенок контейнера [5].

Вследствие описанного процесса передачи силового импульса обработка в крупной абразивной среде (ПТ-10) является более интенсивной по сравнению с мелкой средой (формокорунд). Гашение колебаний в мелкой среде происходит быстрее, что и видно из результатов, приведенных в таблице и представленных на графиках.

Однако при нижнем креплении контейнера относительно рамы станка (рис.1б) процесс передачи силового импульса изменяется, т.е. возмущающее усилие, передаваемое от дебалансного вибровозбудителя к контейнеру, передается непосредственно к нижней части контейнера, что заставляет мелкую абразивную среду,

значительно отличающуюся по массе от массы образцов и контактирующую более «плотно» со всей поверхностью детали, обрабатывать детали активнее, что и подтвердили численные результаты эксперимента.

Из рассмотренных результатов экспериментальных исследований, не учитывая влияние абразивного наполнителя, необходимо отметить, что при нижнем креплении контейнера и соответственно большей его подвижности, а, следовательно, и изменении траектории движения контейнера по сравнению с установкой контейнера на раму через верхнюю подвеску наблюдается повышение съема металла в 1,54 раза. Это говорит о роли траектории движения контейнера в создании и передаче силового импульса от вибровозбудителя к контейнеру и ко всей массе загрузки, и о превалировании этого параметра над влиянием массы гранулы. Также это подтверждает то, что нельзя рассматривать один параметр - массу гранулы безотрывно, как от формируемой траектории движения конструкцией станка, так и от параметра, учитывающего разность масс гранулы и обрабатываемого образца, т.е. необходимо в данном случае найти взаимосвязь между параметрами процесса и их степенью влияния.

#### Литература

1. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей. - М.: Машиностроение, 1974. - 136 с.
2. Копылов Ю.Р. Виброударное упрочнение: Монография. - Воронеж: Воронежский институт МВД России, 1999. - 386 с.
3. Субач А.П. Динамика процессов и машин объемной вибрационной и центробежной обработки насыпных деталей. – Рига: Зинатне, 1991. – 400с. – ISBN 5-7966-0183-0.
4. Медяник В.А. Исследование эффективности процесса виброобработки в зависимости от некоторых технологических параметров виброустановок: Дис... канд. техн. наук. - Ворошиловград, 1986 - 199 с.
5. Ясуник С.Н. Повышение эффективности обработки деталей в вибрирующих контейнерах: Дис... канд. техн. наук. – Луганск, 2003.- 184 с.