

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).

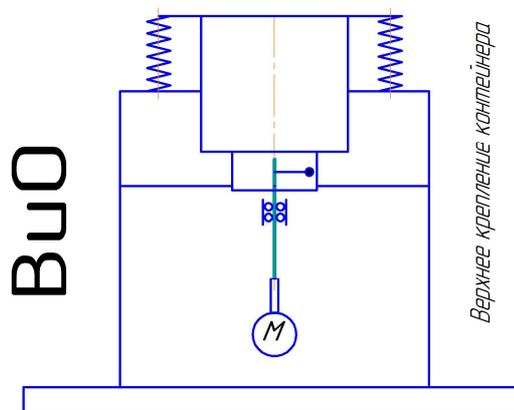
Цель экспериментальных исследований - определение величины съема металла с поверхности образцов на станке без жесткой кинематической связи и проведение сравнительного анализа полученных результатов.

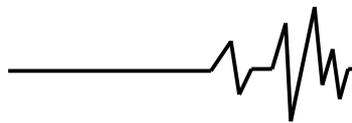
Обработка проводилась на экспериментальном лабораторном станке ЛГУ-06.00.000, характеристики которого приведены в табл.1.

**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).





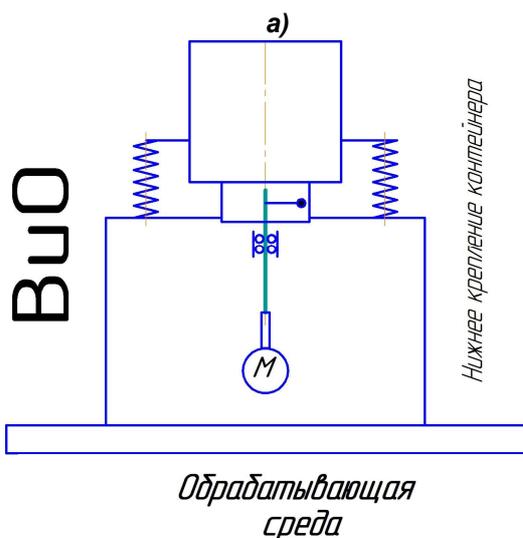
*Обрабатывающая среда*



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



Кронштейны для крепления контейнера в верхнем или нижнем положении

**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)

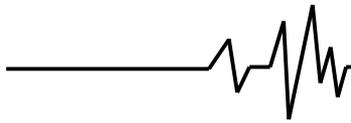


б)

**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>

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:

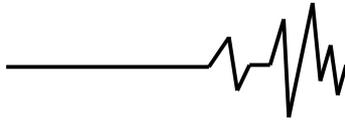
- с увеличением массы абразивной гранулы съем с обрабатываемых образцов увеличивается [1, 2, 3];

- 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).



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



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.