

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ КОНТЕЙНЕРА НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВА Д16 ПРИ ВИБРОУДАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

*Изложены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния амплитуды колебаний контейнера на шероховатость поверхностей деталей при виброударной обработке стальными шарами.*

*Установлено, что шероховатость поверхности детали зависит от амплитуды колебаний и продолжительности обработки, с увеличением времени обработки и амплитуды колебаний контейнера шероховатость поверхности снижается.*

*Ключевые слова: шероховатость, амплитуда колебаний, виброобработка.*

V. V. STRELBITSKIY

Odessa national polytechnic university, Odessa

## EXPERIMENTAL RESEARCH INFLUENCE OF AMPLITUDE OF VIBRATIONS OF CONTAINER ON ROUGHNESS OF SURFACE OF DETAILS FROM ALUMINIUM ALLOY D16 AT VIBRATORY FINISHING

*The results of experimental researches are expounded on the study of influence of amplitude of vibrations of container on the roughness of surfaces of details at vibratory finishing in steel balls.*

*Research of roughness of surface of Ra conducted on flat standards from the aluminium alloy of D16.*

*Dependence of roughness of Ra on amplitude of vibrations of container and time of treatment is nonlinear*

*With the increase of time of treatment the roughness of a treat surface falls, the most change of the prospected parameter is observed at amplitude of vibrations of container a 4 mm.*

*A roughness arrives at the minimum, after 240 minutes of treatment, making 1,25 мкм and 1,7 мкм, for amplitudes of vibrations of container of 4mm and 2 mm accordingly.*

*It is set that the roughness of surface of detail depends on amplitude of vibrations and time on vibratory finishing, with the increase of time of treatment and amplitude of vibrations of container the roughness of surface goes down.*

*Keywords: roughness, amplitudes of vibrations, vibratory finishing.*

### Постановка проблемы

Повышение качества и надежности деталей авиационной и автомобильной техники, судостроения в настоящее время является важной задачей, над которой работают многие специалисты, как в нашей стране, так и за рубежом. Указанная проблема стала особенно актуальной в связи с созданием и использованием новых конструкций автомобилей, самолетов, судов в условиях нарастающей конкуренции на мировом рынке.

В современной промышленности повышение качества деталей достигают методами поверхностно-пластического деформирования, путем совмещения отделочных и упрочняющих технологий. К таковым относится виброударная упрочняющая обработка в гранулированных рабочих средах, которая обеспечивает копирование сложных форм обрабатываемых поверхностей деталей без изготовления специальных инструментов, высокую производительность, возможность обработки деталей сложной конфигурации, а также хорошее качество обработанной поверхности [1-9].

Виброупрочнение характеризуется ударным воздействием гранулированной среды (рабочих тел - шариков) с частотой и амплитудой, зависящей от свойств обрабатываемых материалов. Сочетание последовательного непрерывного нанесения множества микроударов по обрабатываемой поверхности создает условия для совмещения упрочняющих и отделочных операций, обеспечивает динамический характер протекания технологического процесса, создание оптимальных остаточных напряжений, их стабилизацию на определенном уровне [1-9], формирования определенной величины микрогеометрии поверхностного слоя детали (шероховатости) [10-11].

Все вышеперечисленное свидетельствует о широких технологических возможностях вибрационной обработки.

Разработка эффективных технологических методов виброударной обработки деталей, определяющих надежность и ресурс работы изделий, является актуальной проблемой.

### Анализ последних публикаций

На сегодня в машиностроении используется более тридцати методов поверхностного пластического деформирования [1-9].

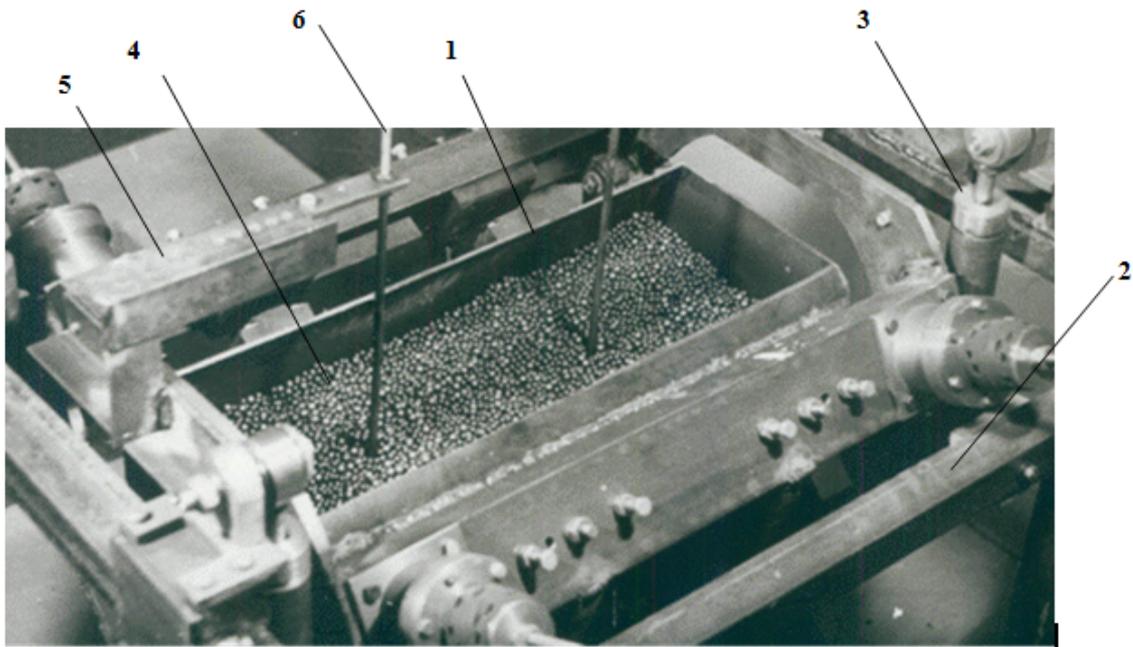
Однако конкретные условия применения виброобработки деталей в каждом случае требуют проведения дополнительных исследований с целью установления ее оптимальных параметров, а также учетом экономической целесообразности и условий труда [10-17].

Целью исследования изучение влияния амплитуды колебаний контейнера на качество поверхности деталей.

### Изложение основного материала

Исследование шероховатости поверхности Ra проводилось на плоских образцах (100x150x2 мм) из

алюминиевого сплава Д16 (на фото не показаны), которые, после измерения исходной шероховатости, погружались в контейнер 1 и неподвижно закреплялись к раме 2 с помощью штанг 6 на консоли 5 (рис.1).



**Рис.1. Общая схема экспериментальной установки:**  
1- контейнер; 2 – рама; 3 – подвес упругий; 4- металлические полированные шары; 5- консоль; 6 – штанги.

Контейнер заполняли стальными полированными шарами 4, диаметром 4 мм (рис.1), до 75% его объема.

Контейнер соединен 1 с рамой 2 с помощью упругих подвесов 3. На его наружной поверхности в донной части установлен электрический двигатель с дебалансами (на рисунке не показан).

При подаче электрического тока на электродвигатель возникает крутящий момента на его валу, который передается дебалансному валу.

Созданные неуровнешенные массы возмущают колебательное движение контейнера с частотой, зависящей от величины электрического напряжения.

Под действием вибрации шарики приходят в интенсивное относительное перемещение внутри контейнера, совершая два вида движений: колебания, вызывающие микроудары по поверхности детали, и медленное вращение массива загрузки (циркуляционное движение).

Амплитуда колебаний контейнера зависит от жесткости упругих подвесов из резины.

После установки устойчивого режима работы на частоте 21 Гц и амплитуде 2 мм производилась вибророботка детали в течение времени 30, 60, 90, 120, 15, 180, 210 и 240 мин.

По завершению цикла обработки образец извлекался и промывался, на его поверхностях измеряли шероховатость, с помощью профилометра «Surtronic 10 Ra Surface Tester», в 3...5 различных местах. Опыты повторяли трижды для каждого временного интервала, результаты усредняли.

Профилометр «Surtronic 10 Ra» (Rank Taylor Hobson Ltd) представляет собой электронный прибор, предназначенный для определения средних значений шероховатости поверхности с точностью до 0,1 мкм. Действие прибора основано на принципе ошупывания неровностей исследуемой поверхности алмазной иглой щупа (рис.2,а) и преобразования возникающих при этом механических колебаний щупа в изменения напряжения, пропорциональные этим колебаниям, которые усиливаются и преобразуются электронным блоком, их значения усредняются и высвечиваются на дисплее прибора (рис.2,б).

Далее опыты повторяли с амплитудами колебаний - 3 мм и 4 мм.

Полученные зависимости шероховатости Ra поверхности детали от амплитуды колебаний контейнера и времени обработки  $t$  представлены на рис.3.

После обработки образцы имели равную шероховатость и цвет поверхности (оттенок) по всей длине, последний изменялся в зависимости от продолжительности процесса.

Анализ полученных результатов показывает (рис.3), что:

1) зависимость шероховатости Ra от амплитуды колебаний контейнера и времени обработки является нелинейной.

2) с увеличением времени обработки шероховатость поверхности деталей спадает (рис. 3), наибольшее изменение исследуемого параметра наблюдается у образцов, обработанных в контейнере с амплитудой колебаний 4 мм.;

3) шероховатость достигает своего минимума, после 240 минут обработки, составив 1,25 мкм и 1,7 мкм, при амплитудах колебаний контейнера 4мм и 2 мм соответственно.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности способа вибрационной обработки смесью металлических полировальных шариков.

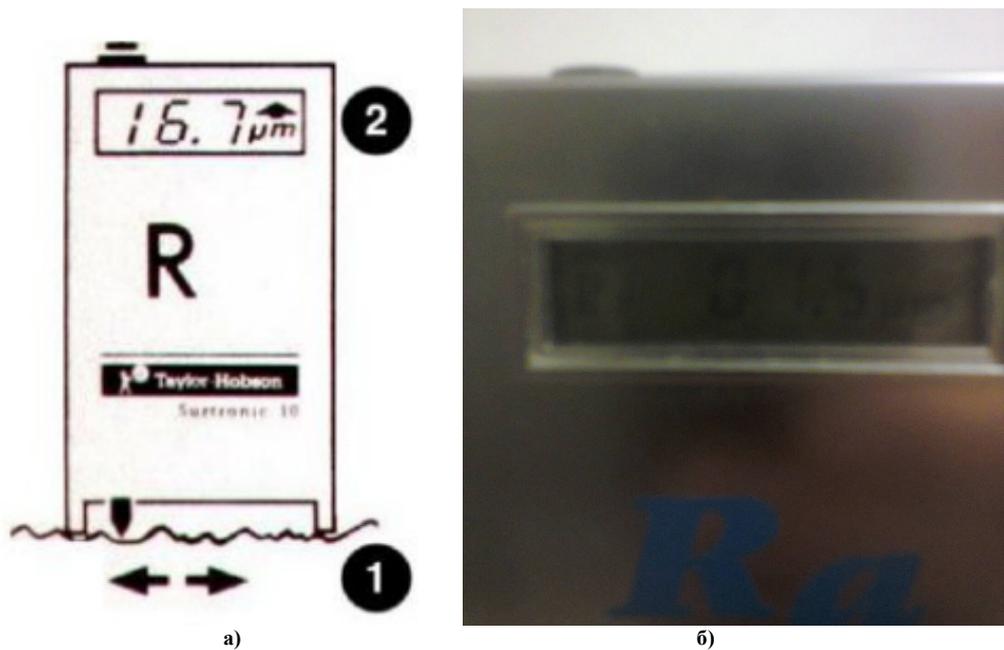


Рис.2. Пофилметр «Surtronic 10 Ra» конструктивная схема (а), показания на дисплее (б):  
 1 – перемещение измерительной иглы по исследуемой поверхности; 2 – дисплей с показаниями среднего значения шероховатостей на поверхности исследуемого образца.

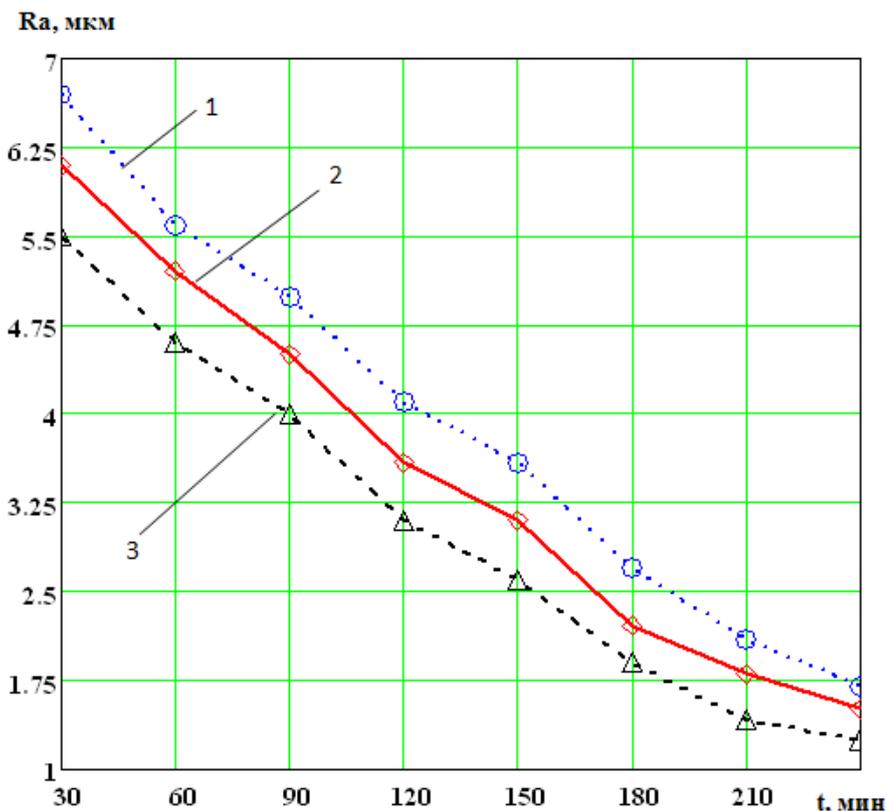


Рис. 3. Зависимость шероховатости Ra поверхности детали из сплава алюминия Д16 от амплитуды колебаний контейнера: 1- 2 мм; 2 - 3 мм; 3 - 4 мм.

Положительное изменение качественных параметров шероховатости поверхности после применения вибрационной обработки свидетельствует о создании нового микрорельефа поверхности детали, что благоприятно сказывается на эксплуатационных характеристиках детали.

Следует отметить, что для процесса вибрационной обработки характерно значительное число переменных факторов (амплитуды и частоты колебаний, характеристик детали и рабочей среды и т.п.), поэтому возникает необходимость экспериментальной проверки ее использования для различных деталей.

### Выводы

Продолжительность обработки и амплитуда колебаний контейнера являются факторами, которые определяют качество виброударной обработки, при обоснованном выборе размеров шаров.

С увеличением продолжительности обработки и амплитуды колебаний контейнера значение шероховатости спадает до определенного предела.

### Литература

1. Бабичев А.П. Применение вибрационных технологий для повышения качества поверхности и эксплуатационных свойств деталей / А.П. Бабичев, П.Д. Мотренкой др. - Ростов на Д: Издательский центр ДГТУ, 2006. – 215 с.
2. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии / А.П. Бабичев. – Ростов на Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. – 191с
3. Каледин Б.А. Повышение долговечности деталей поверхностным деформированием / Б.А. Каледин, П.А. Чепя. – Минск: Наука и техника, 1974. – 230 с.
4. Копылов Ю.Р. Виброударное упрочнение: Монография / Ю.Р. Копылов – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 1999. – 386 с.
5. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В.М. Смелянский. - М.: Машиностроение, 2002. - 299 с.
6. Папшев Д.Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием / Д.Д. Папшев - М.: Машиностроение, 1978. - 152 с.
7. Рыковский Б.П. Местное упрочнение деталей поверхностным наклепом / Б.П. Рыковский, В.А. Смирнов, Г.М. Щетинин - М. : Машиностроение, 1985. - 152 с.
8. Шнейдер, Ю. Г. Технология финишной обработки давлением: справ. / Ю. Г. Шнейдер. – СПб. : Политехника, 1998. – 416 с.
9. Одинцов, Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием [Текст] : Справочник / Л. Г. Одинцов. – М. : Машиностроение, 1987. – 328 с.
10. Стрельбицкий В.В. Исследование влияния геометрических параметров среды на шероховатость поверхности при виброобработке / В.В. Стрельбицкий // Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції “Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах” (ВОТТП-15-2015): сб. наук. пр. – Одеса, 10-14 вересня 2015 р. – С.35.
11. Стрельбицкий В.В. Влияние геометрических характеристик рабочей среды на формирование шероховатости поверхности деталей при виброударной обработке / В.В. Стрельбицкий // Вісник Хмельницького національного університету, серія Технічні науки. – 2017 – № 1 – С. 44-46.
12. Стрельбицкий В.В. Некоторые результаты исследования демпфирующей способности составных балок / В.В. Стрельбицкий // Вісник Хмельницького національного університету, серія Технічні науки. – 2013 – № 6 – С.50-53.
13. Стрельбицкий В.В. Экспериментальное исследование влияния амплитуды колебаний на износ резиновых элементов гидравлических опор вибрационного оборудования / В.В. Стрельбицкий // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015 – № 3 – С.34-37.
14. Стрельбицкий В.В. Влияние частоты колебаний вибрационного оборудования на износ резиновых элементов гидравлических опор / В.В. Стрельбицкий // Вісник Хмельницького національного університету, серія Технічні науки. – 2011 – № 2 – С.45-48.
15. Стрельбицкий В.В. Некоторые результаты исследования демпфирующей способности составных рам / В.В. Стрельбицкий // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014 – № 3 – С.170-172.
16. Стрельбицкий В.В. Результаты исследования демпфирующей способности слоистых балок / В.В. Стрельбицкий // Вісник Хмельницького національного університету, серія Технічні науки – 2013- № 1- С.41-43.
17. Стрельбицкий В.В. Экспериментальное исследование демпфирующей способности рамы виброупрочняющей установки / В.В. Стрельбицкий, С.Л. Горященко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. - №1. – С. 27-30.

### References

1. Babichev A.P. Primenenie vibracionnyh tehnologij dlja povysheniya kachestva poverhnosti i jekspluatacionnyh svojstv detalej / A.P. Babichev, P.D. Motrenkoi dr. - Rostov na D: Izdatel'skij centr DGTU, 2006. – 215 s.
2. Babichev A.P. Osnovy vibracionnoj tehnologii / A.P. Babichev. – Rostov na D: Izdatel'skij centr DGTU, 2003. – 191s
3. Kaledin B.A. Povyshenie dolgovechnosti detalej poverhnostnym deformirovaniem / B.A. Kaledin, P.A. Chepa. – Minsk: Nauka i tehnika, 1974. – 230 s.
4. Kopylov Ju.R. Vibroudarnoe uprochnenie: Monografija / Ju.R. Kopylov – Voronezh: Voronezhskij institut MVD Rossii, 1999. – 386 s.

5. Smeljanskij V.M. Mehanika uprochnenija detalej poverhnostnym plasticheskim deformirovanijem / V.M Smeljanskij. - M.: Mashinostroenie, 2002. - 299 s.
6. Papshev D.D. Otdelochno-uprochnjajushaja obrabotka poverhnostnym plasticheskim deformirovanijem / D.D. Papshev - M.: Mashinostroenie, 1978. - 152 s.
7. Rykovskij B.P. Mestnoe uprochnenie detalej poverhnostnym naklepom / B.P. Rykovskij, V.A. Smirnov, G.M. Shhetinin - M. : Mashinostroenie, 1985. - 152 s.
8. Shnejder, Ju. G. Tehnologija finishnoj obrabotki davleniem: sprav. / Ju. G. Shnejder. – SPb. : Politehnika, 1998. – 416 s.
9. Odincov, L. G. Uprochnenie i otdelka detalej poverhnostnym plasticheskim deformirovanijem [Tekst] : Spravochnik / L. G. Odincov. – M. : Mashinostroenie, 1987. – 328 s.
10. Strel'bickij V.V. Issledovanie vlijanija geometricheskikh parametrov sredy na sherohovatost' poverhnosti pri vibroobrabotke / V.V. Strel'bickij // Materiali XV mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii "Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih processah" (VOTTP-15-2015): sb. nauk. pr. – Odesa, 10-14 veresnja 2015 r. – S.35.
11. Strel'bickij V.V. Vlijanie geometricheskikh harakteristik rabochej sredy na formirovanie sherohovatosti poverhnosti detalej pri vibroudarnoj obrabotke / V.V. Strel'bickij // Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, serija Tehnichni nauki. – 2017 – № 1 – S. 44-46.
12. Strel'bickij V.V. Nekotorye rezul'taty issledovanija dempfirujushhej sposobnosti sostavnyh balok / V.V Strel'bickij // Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, serija Tehnichni nauki. – 2013 – № 6 – S.50-53.
13. Strel'bickij V.V. Jeksperimental'noe issledovanie vlijanija amplitudy kolebanij na iznos rezinovyh jelementov gidravlicheskih opor vibracionnogo oborudovanija / V.V. Strel'bickij // Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih processah. – 2015 – № 3 – S.34-37.
14. Strel'bickij V.V. Vlijanie chastoty kolebanij vibracionnogo oborudovanija na iznos rezinovyh jelementov gidravlicheskih opor / V.V. Strel'bickij // Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, serija Tehnichni nauki. – 2011 – № 2 – S.45-48.
15. Strel'bickij V.V. Nekotorye rezul'taty issledovanija dempfirujushhej sposobnosti sostavnyh ram / V.V. Strel'bickij // Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih processah. – 2014 – № 3 – S.170-172.
16. Strel'bickij V.V. Rezul'taty issledovanija dempfirujushhej sposobnosti sloistyh balok / V.V. Strel'bickij // Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, serija Tehnichni nauki – 2013- № 1-S.41-43.
17. Strel'bickij V.V. Jeksperimental'noe issledovanie dempfirujushhej sposobnosti ramy vibrouprochnjajushhej ustanovki / V.V. Strel'bickij, S.L. Gorjashhenko // Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih processah. – 2016. - №1. – S. 27-30.

Рецензія/Peer review : 9.1.2017 р. Надрукована/Printed :7.3.2017 р.  
Стаття рецензована редакційною колегією