

Калмыков М. А.

Лубенская Л. М.

Романченко А. В.

**Восточнокитайский
национальный
университет
имени Владимира Даля**

УДК 621.9.048

ОСОБЕННОСТИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Проведен аналіз руху довгомірних деталей різних розмірів в робочому середовищі віброустановки. Експериментальним шляхом з безлічі чинників, вибрані ті, які безпосередньо роблять вплив на процес вібраційної обробки довгомірних деталей.

The analysis of motion of long details of different sizes is conducted in the working environment of vibrosetting. Experimental a way from the great number of factors, those which directly have influence on the process of oscillation treatment of long details are chosen.

Проведен анализ движения длинномерных деталей различных размеров в рабочей среде виброустановки. Экспериментальным путем из множества факторов, выбраны те, которые непосредственно оказывают влияние на процесс вибрационной обработки длинномерных деталей.

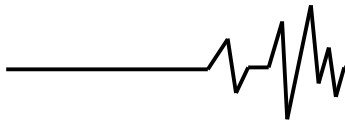
В металлообработке на зачистных, отделочных и упрочняющих операциях достаточно часто применяется вибрационная обработка деталей, представляющая собой процесс многократного микрорезания или локального деформирования поверхностей обрабатываемых деталей абразивными или неабразивными рабочими телами, свободно загруженными в вибрирующий контейнер [1,2,3,4].

Вибрационная обработка является сложным процессом, на который оказывают влияние большое количество факторов, из которых, за время изучения данного метода, большинством исследователей были выбраны следующие [3,5]:

1. Исходное состояние заготовки;
2. Конструктивные особенности станка:
 - форма контейнера;
 - тип и положение вибровозбудителя;
 - амплитудно-частотные характеристики (АЧХ);
3. Рабочая среда (совокупность гранул и химического раствора):
 - составляющие гранулы (связующая и абразивная)
 - состав химического раствора.

В объеме данной статьи нет возможности

оценить роль каждого из них, но можно предположить, что при обработке данного изделия наиболее важным фактором является состояние и поведение рабочей среды, которая обеспечивает устойчивый циркуляционный поток, при соответствующем подборе АЧХ. Это связано с тем, что при данном методе отсутствует жесткая кинематическая связь между СПИЗ, и тем самым, если рабочая среда не будет вести себя как единое целое, то вполне возможно, не будет происходить равномерная обработка детали. По определению, рабочая среда – это совокупность единичных абразивных гранул, которая, в зависимости от АЧХ и траектории движения контейнера, может совершать осциллирующее движение (каждая единичная гранула), послышное движение в общем циркуляционном потоке, а так же движения с разделением на потоки и прочие, не всегда полезные. Установлено, что для обработки крупногабаритных деталей необходимо наличие двух движений: осциллирующего, обеспечивающего контакт и взаимное проскальзывание единичной абразивной гранулы и детали, и общего направленного циркуляционного потока, обеспечивающего перемещение обрабатываемой детали, вдоль стенок контейнера. Естественно, что требования к процессу обработки длинномерных деталей, будут близки к требованиям по обработке крупногабаритных деталей. По этому в первую очередь следует обратить внимание на создание циркуляционного потока, как гаранта



равномерности обработки по всей поверхности обрабатываемой детали.

Преимущества виброобработки заключаются в ее универсальности, в том, что она позволяет обрабатывать одновременно большое количество деталей простой или сложной формы различных габаритных размеров и создает на поверхности обрабатываемых деталей уникальный микрорельеф (рис. 1,2).

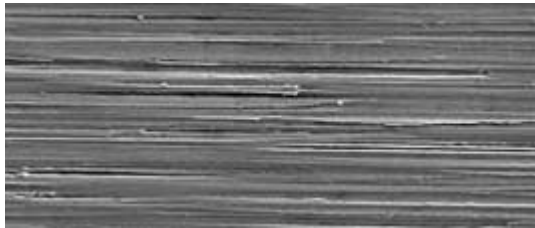


Рис. 1. Поверхность до обработки

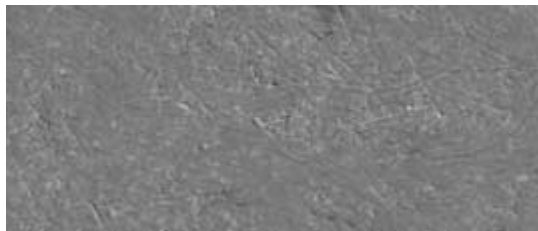


Рис. 2. Поверхность после виброобработки

Вибрационной обработке длинномерных деталей посвящено множество публикаций [5,6,7,8]. Однако большинство из них носят теоретический характер, не уделяется внимания тем факторам, которые оказывают влияние на процесс обработки длинномерных деталей и не даются конкретные характеристики для соответствующего вибропроцесса. Следовательно, была поставлена задача, как уже указывалось выше, оценить формирование движения длинномерных деталей в различных средах.

Исследования процесса вибрационной обработки проводились на вибрационном станке научно-исследовательской лаборатории обработки свободными абразивами кафедры технологии машиностроения Восточнoукраинского национального университета имени Владимира Даля. Общая принципиальная схема установки представлена на рис. 3, внешний вид вибрационной установки модели УВИ-25 - на рис. 4, а технические характеристики - в табл. 1.

Выбор данного станка был обусловлен универсальностью данного оборудования, возможностью выбора различных АЧХ,

простотой конструкции, удобством в эксплуатации.

Важно отметить, что такие условия эксперимента (а именно выбор оборудования, режимов обработки и т.д.) были обусловлены тем, что целью авторов было на основе экспериментальных исследований, в последствии, создать типовой технологический процесс обработки длинномерных деталей в вибрирующих контейнерах.

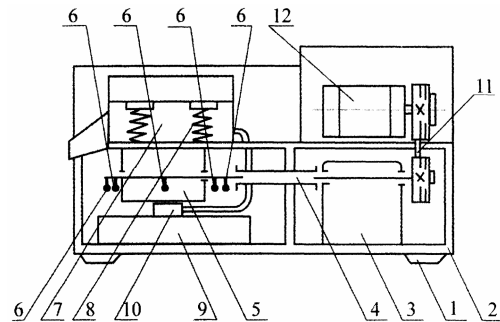


Рис. 3. Принципиальная схема УВИ-25:
 1 – амортизаторы; 2 – каркас; 3 – электромеханический привод; 4 – гибкая муфта; 5 – вибровозбудитель; 6 – дебалансные грузы; 7 – контейнер; 8 – пружинная подвеска; 9 – отстойник; 10 – электромагнитный клапан; 11 – клиноременная передача; 12 – электродвигатель.

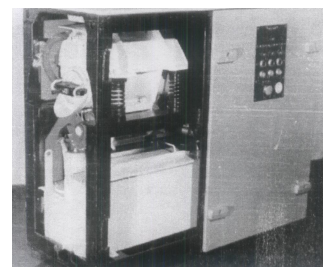
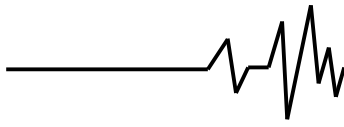


Рис. 4. Внешний вид установки УВИ-25

Таблица 1
 Технические характеристики установки УВИ-25

Модель станка	УВИ-25
Емкость контейнера, дм ³	25
Амплитуда, мм	0,2 - 4
Частота, Гц	34,43, 50, 54, 63,67
Мощность привода, кВт	4,5
Габариты, мм	1600x750x1000
Масса, кг	450



Экспериментальные исследования были разделены на два этапа.

Первая часть была направлена на определение траектории движения длинномерных деталей в рабочей среде контейнера.

Для определения траектории движения длинномерных деталей в контейнере виброустановки УВИ 25, одну из торцевых стенок заменили прозрачной, изготовленной из оргстекла толщиной 10 мм и массой 1 кг (плексиглас). Это позволило визуализировать процесс виброобработки и наблюдать движение детали, ее траекторию в рабочей среде.

Для обеспечения качественного процесса виброобработки, деталь должна эффективно обрабатываться со всех сторон, т.е. свободно перемещаться. Чтобы обеспечить выполнение данного условия, длина образцов должна обеспечивать свободное прохождение трех гранул с обеих сторон [6]. В соответствии с данным условием, т.е. свободному вращению детали в рабочей среде контейнера, был подобран образец трубы длиной 400мм, диаметром 20мм.

Для обеспечения устойчивого вращения рабочей среды в контейнере были выбраны те АЧХ, которые обеспечили бы данное вращение при обработке деталей, и были определены ранее другими исследователями. Если данные условия (АЧХ) будут подходить для обработки и длинномерных деталей, то это позволит упростить конструкцию установки, создавая её со строго определенными характеристиками, и обеспечить получение типового технологического процесса.

Эксперимент проводился при частоте 50Гц, амплитуде 2мм, с загрузкой контейнера на 75%, в качестве абразивного наполнителя были выбраны фарфоровые шары (рис. 5), диаметром 12мм.



Рис. 5. Фарфоровые шары

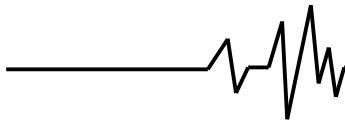
Эксперимент проводился следующим образом, на уже движущуюся рабочую среду помещался образец и через прозрачную стенку осуществлялось наблюдение за его движением. В процессе наблюдения, в движущейся рабочей среде труба стала

совершать неустойчивое движение, при этом рабочая среда у прозрачной стенки, как оказалось, двигалась значительно быстрее, что визуально наблюдалось сверху, образуя зону ускоренного движения, которая составляла 15-20% от общей длины контейнера. Торцевая часть трубы, которая находилась в зоне этого ускоренного движения, совершала круговое движение, однако радиус окружности, описывающей траекторию данного движения, был в два раза больше, радиуса окружности, описывающей траекторию движения торцевой части трубы находящейся вне этой зоны, у противоположной стенки контейнера. Можно предположить, что этот эффект был обусловлен тем, что прозрачная стенка была значительно легче оригинальной, и соответственно второй торцевой стенки, при этом изменился и коэффициент трения, т.к. был использован другой материал. Т.е. в контейнере имелось неравномерное распределение нагрузки, а также различный материал футеровки торцевых стенок. Как оказалось длинномерные детали реагируют на подобные изменения, это связано с тем, что их протяженность (длинномерность) делает их чувствительными к любому изменению в конструкции установки, влекущее за собой изменение в поведении рабочей среды и, соответственно, воздействует на детали, а они (детали) находятся во всех зонах одновременно. При этом возникал и эффект вибротранспортирования образца от облегченной стенки к оригинальной, хотя сама рабочая среда не перемещалась.

Следует отметить, что для мелких деталей, данный эффект не оказывает существенного влияния, что многократно подтверждено экспериментальными исследованиями. Не зависимо от изменений в конструкции установки (замена торцевой стенки), детали, расположенные в процессе обработки в различных зонах (у замененной торцевой стенки, у оригинальной стенки и т.д.), неизменно находились у них на протяжении всего процесса (рис. 6). Это обусловлено тем, что мелкие детали, как правило, не выходят за пределы зоны обработки, т.к. на них не оказывают влияния изменения в рабочей среде, происходящие на соседних участках.

В данном случае, поведение вращающейся рабочей среды и нечувствительность мелких и средних деталей, объяснялось превалированием одного из ее свойств – несвязностью ее единичных элементов в продольном смещении по длине контейнера.

В дальнейшем этот эффект был устранен. Были установлены две одинаковые



прозрачные стенки. Визуально наблюдалось, что длинномерная деталь совершает устойчивое циркуляционное движение в движущейся рабочей среде (рис. 7), однако для обеспечения такого движения необходимым условием является равномерное распределение динамических усилий по длине контейнера с созданием одинаковых краевых условий.

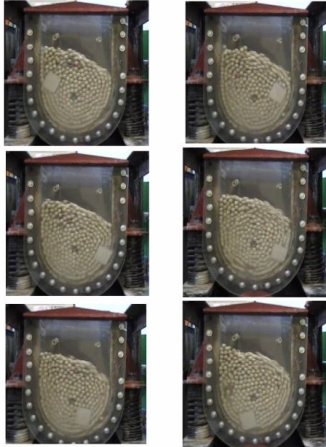


Рис. 6. Движение мелких деталей в рабочей среде контейнера с прозрачной торцевой стенкой



Рис. 7. Движение длинномерной детали в движущейся рабочей среде контейнера

Учитывая, что длинномерные детали оказались чувствительны к изменениям конструкции контейнера и соответственным изменениям в поведении рабочей среды, состоящей из однородных по форме и размерам гранул, возникла необходимость проверить возможность обработки длинномерных деталей в гранулах иных форм.

Для экспериментальных исследований использовались 20 отрезков труб, длиной 200 мм, диаметром 18 мм (рис 10). Образцы были разделены на две партии по 10 штук, с целью обработки одинаковых образцов в одинаковых условиях, но в различных наполнителях:

- формованные гранулы Московского абразивного завода (абразивные зерна электрокорунда на керамической связке) в виде трехгранных призм- ПТ-20 (рис. 8) (с зернистостью 10...20 и связкой СТ по ТУ 2-036-205-73) с высотой призм 20мм;

- бой шарошлифовальных кругов типа АН-2 (рис. 9), грануляция 15...25 мм, зернистость 5...8, связка ВТ...ЧТ, ТУ 2- 036-159-80.

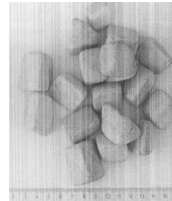


Рис. 8. ПТ-20

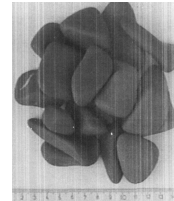


Рис. 9. АН-2



Рис. 10. Обрабатываемый образец

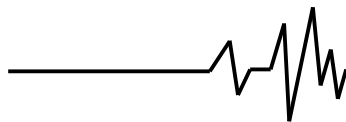
Для обеспечения максимально равных условий обработки и оценки влияния формы абразивной гранулы, контейнер был разделен на две равные части. Затем, одновременно, образцы первой партии были обработаны в ПТ - 20, а второй в АН -2 (рис. 11), при частоте 50 Гц, амплитуде 2 мм. Образцы загружались в контейнер, в движущуюся рабочую среду поочередно, с интервалом 10с.

При этом, одни абразивные гранулы были выбраны строго определенной геометрической формы (пирамиды, ПТ-20), а другие, наоборот, произвольной (АН-2). Следовало проверить, нарушится ли сплошность потока движущихся гранул других форм, при введение в него длинномерных деталей, а так же оценить влияет ли форма гранулы на движение самой детали.



Рис. 11. Обработка образцов в различных наполнителях

До и после эксперимента была также измерена шероховатость поверхности, результаты приведены в таблице 1,2.



Таблиця 1
Шероховатість поверхності труб до
обработки

№ партии	Размеры		Шероховатость	
	Диаметр (мм)	Длина (мм)	Вдоль образца	Поперек образца
1	18	200	1,92	1,55
2	18	200	1,035	2,0

Таблиця 2
Шероховатість поверхності труб после
обработки

№ партии	Размеры		Шероховатость	
	Диаметр (мм)	Длина (мм)	Вдоль образца	Поперек образца
1	18	200	0,66-0,9	0,61 - 0,76
2	18	200	0,66 - 0,9	0,65 - 0,78;

Результаты исследований показали, что виброобработка является эффективным способом обработки длинномерных деталей, шероховатость поверхности обработанных деталей уменьшилась на два класса, при этом образцы совершали устойчивое циркуляционное движение, в обоих частях контейнера. Визуально наблюдалось, как образцы двигались во вращающейся рабочей среде контейнера, при этом их поперечные оси были постоянно перпендикулярны продольной оси контейнера, а продольные оси постоянно были параллельны продольной оси контейнера. Важно отметить, что очередность, с которой образцы загружались в движущуюся рабочую среду контейнера, в процессе обработки не нарушалась

Т.о. было определено следующее, что характеристика абразивной гранулы влияет на качество обработки, но не оказывает влияние на траекторию движения образцов, что позволяет обрабатывать длинномерные детали в абразивных наполнителях различной формы.

Можно предположить, что в отличие от станков для обработки мелких и средних

деталей, конструкция контейнера должна быть симметричной относительно поперечного сечения и следовательно имеет смысл произвести перенос окна для выгрузки и элементов слива (в большинстве установок, расположенных в торцевых стенках) в центральную часть контейнера (рис. 12)

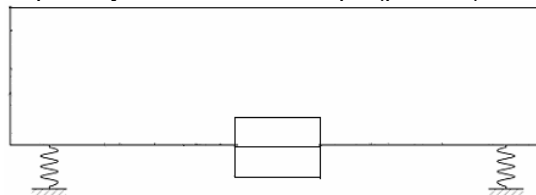


Рис. 12. Схема контейнера с окном для выгрузки в центре

Длинномерные детали чувствительны к любому изменению сплошности потока, вызванного конструктивными изменениями в оборудовании. Данное качество можно использовать для транспортирования деталей в процессе обработки. Однако эта задача потребует дополнительных исследований.

Литература

1. www.rosler.ru
2. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей. - М.: Машиностроение, 1974. - 136 с.
3. Бабичев А.П. Основы вибрационной обработки / Бабичев А.П., Бабичев И.А. Изд. ДГТУ, Ростов-на-Дону, 1999.-620с
4. Гришунин В.В. и др. Рабочий цикл виброабразивной обработки. Способы и средства управления им. - В сб. Чистовая, отделочно-упрочняющая и формообразующая обработка металлов. Ростов-на-Дону: РМСХМ, 1973. - С. 48 - 55.
5. Шаинский М.Е. и др. Вибрационное шлифование и полирование деталей. - Вестник машиностроения, 1965, №9. - с. 64 - 68.
6. Пшеничный И.Н. Расширение технологических возможностей обработки деталей в вибрирующих контейнерах: Дис. канд. Те. Наук. - Луганску, 2005. - 265с.