

Калмыков М. А.

Шумакова Т. А.

Левинская И. М.

Восточнокитайский
национальный
университет имени
Владимира Даля

УДК 621.9.048

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ АБРАЗИВНЫХ ГРАНУЛ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ В ВИБРИРУЮЩИХ КОНТЕЙНЕРАХ

У статті приведені результати експериментальних досліджень визначення параметрів, що характеризують ступінь рухливості робочого середовища, і встановлено, що форма абразивних гранул впливає на їх значення.

The results of experimental researches by determination of parameters that characterize mobility degree of working environment are resulted in the article and it is set that the form of abrasive granules has influence on values of that parameters.

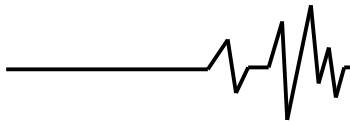
Выбор финишного метода обработки деталей (особенно сложной конфигурации) в настоящее время является актуальной задачей и при этом достаточно непростой. Одним из современных и эффективных методов, применяемым на зачистных и отделочных операциях, является вибрационная обработка деталей. Сущность этого метода заключается в том, что обрабатываемые детали и рабочая среда (РС) (состоящая из абразивных гранул и рабочих жидкостей, чаще всего химически активных растворов) в соответствующей пропорции [1, 2] помещаются в подпружиненный U-образный контейнер вибрационного станка. Под влиянием колебаний обрабатываемые детали и рабочая среда интенсивно перемещаются. При этом наблюдается два основных вида движений [3, 4]: осциллирующее (частота этого движения соответствует частоте колебаний контейнера станка) и циркуляционное (медленное вращение всей среды относительно продольной оси контейнера).

На производительность процесса вибрационной обработки оказывает влияние множество факторов, в том числе и форма абразивных гранул [5, 6].

В научно-исследовательской лаборатории «Обработка свободными абразивами» (НИЛ «ОСА») Восточнокитайского национального университета им. В. Даля были изготовлены и исследованы с точки зрения производительности и износостойкости

абразивные гранулы в форме: конусов; пирамид, имеющих в основании квадрат (П4); пирамид, имеющих в основании невыпуклый шестиугольник (П6) и двухсторонних пирамид, в поперечном сечении которых лежит невыпуклый шестиугольник (П12). Результаты экспериментальных исследований, представленные в [7, 8, 9], свидетельствуют о том, что абразивные гранулы в форме П6 и П12 обладают наибольшей производительностью, так как они показывают хороший съём (на 15 и 30% больше по сравнению с конусами) при достаточно низком износе (всего на 7 и 2% больше по сравнению с уже упомянутыми конусами). Однако, в данных работах не раскрываются в полной мере причины повышения производительности процесса вибрационной обработки в зависимости от формы применяемого инструмента. Не исследуется, а соответственно не указывается, что форма инструмента влияет на степень подвижности, скорость перемещения и объёмное расширение среды. Однако авторы работ [10, 11] утверждают, что скорость циркуляционного перемещения РС является одной из характеристик процесса вибрационной обработки и ее изменение оказывает влияние на съём металла с поверхностей, обрабатываемых деталей. Устранению данного пробела посвящена эта работа.

Был проведен ряд экспериментальных исследований: на вибрационном станке мод. УВИ-25 (режимы обработки: амплитуда



колебаний $A = 3,5$ мм, частота $f = 50$ Гц) в РС, состоящих из абразивных гранул в форме конусов, П4, П6 и П12 в течение 120 мин обрабатывалась группа стальных образцов в форме пластин с размерами $50 \times 40 \times 5$ мм. Возможность визуального наблюдения за поведением РС обеспечивалась заменой одной

из металлических стенок контейнера на прозрачную. Скорости приграничного слоя РС определяли при помощи видеосъемки с последующей раскадровкой видеозаписей с частотой 25 кадров/с (рис. 1). Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1.

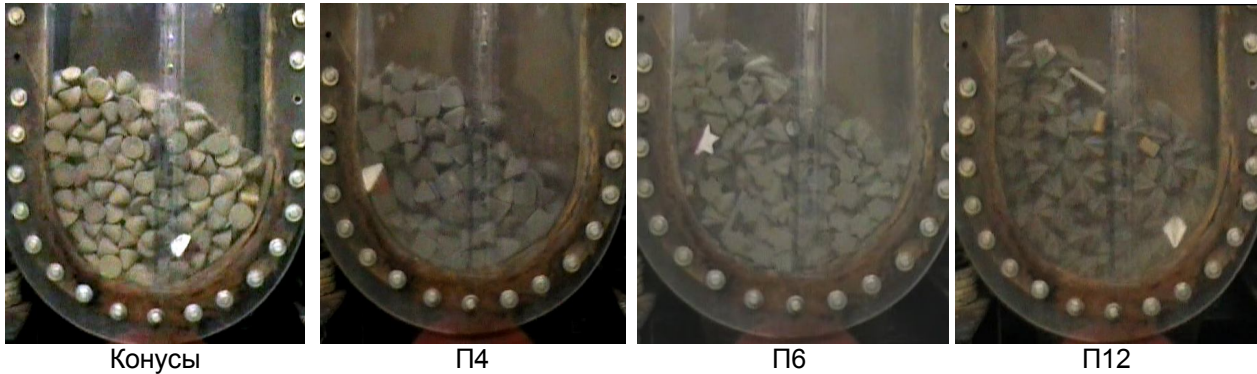


Рис. 1. Кадры из видеосъемки движения РС

Таблица 1

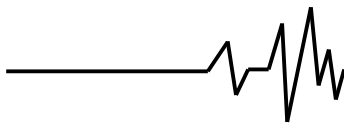
Результаты экспериментальных исследований

Форма абразивных гранул	Скорость приграничного слоя РС, м/мин			Съем металла, Q, г
	V_1	V_2	V_3	
Конусы	4,44	3,36	2,98	0,3074
П4	4,90	3,02	2,67	0,3533
П6	5,57	4,41	3,24	0,3948
П12	5,62	4,78	3,88	0,4540

	<p>Примечание: V_1 – скорость перемещения гранул у стенки контейнера при их движении вниз, м/мин; V_2 – скорость перемещения гранул у дна контейнера, м/мин; V_3 – скорость перемещения гранул у стенки контейнера при их движении вверх, м/мин</p>
--	---

Из анализа результатов экспериментальных исследований, приведенных в табл. 1, следует, что форма абразивных гранул оказывает влияние на скорость приграничного слоя рабочей среды. Гранулы, геометрическая форма которых предполагает наличие пазов (П6 и П12),

движутся с большей скоростью по сравнению с «гладкими» конусами и П4. Предположительно, это связано с тем, что П6 и П12 вступают в зацепление друг с другом (подобно зубчатому) и при проворачивании вокруг своей центральной оси, подталкивая друг друга, перемещаются вдоль обечайки контейнера,



двигаюсь с более стабильной циркуляционной скоростью, чем конусы и П4. Это способствует равномерному перемещению обрабатываемой детали из одной зоны контейнера в другую и соответственно равномерной обработке.

Одновременно проводились исследования, направленные на установление величин расширения и подвижности РС при воздействии на нее колебаний. Экспериментальные исследования проводились на вышеуказанном станке с поочередной загрузкой различных сред,

состоящих из абразивных гранул одного вида (конусы, П4, П6 и П12). Работа станка осуществлялась на одних и тех же режимах с высотой загрузки во всех случаях 190 мм. РС в процессе своего циркуляционного движения поднимаясь, расширялась до определенного максимума (величины h_{max}). Весь процесс движения гранул был зафиксирован цифровой видеокамерой, а затем записи были раскадрованы с частотой 25 кадров/с. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Величины, характеризующие степень подвижности РС

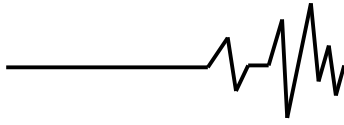
Форма абразивных гранул	h_{max} , мм	h_b , мм	Δ , %
Конусы	215,44	25,44	13,00
П4	223,55	33,55	17,66
П6	238,85	48,85	25,71
П12	248,47	58,47	30,77

Примечание:
 h_{max} – максимальная величина расширения РС в процессе работы вибрационного станка, мм;
 h_n – начальная величина загрузки контейнера вибрационного станка (в данном случае для всех сред составляет 190 мм), мм;
 h_p – величина линейного расширения РС, мм;
 Δ – величина расширения РС, %

Величина вспучивания или расширения РС, состоящей из П6 и П12, также больше по сравнению с конусами и П4 на 13-17%. Визуальные наблюдения за поведением вышеуказанных сред также показывают, что в случае П6 и особенно П12 среда кажется более разреженной. Вместе с тем, при работе в гранулах традиционных форм – конусах и П4, имеющих достаточно плотную начальную укладку, при режимах амплитуде колебаний $A = 3,5$ мм и частоте $f = 50$ Гц наблюдается часто описываемое в литературных источниках послойное поочередное расширение и сжатие рабочих слоев гранул с потерей энергии на трение и в момент именно разрежения. Естественно, что подобный эффект наблюдается и в гранулах в форме П6 и П12, склонных, по результатам экспериментальных

исследований, к высокой подвижности. Однако при общем расширении среды не происходит столь ярких послойных отрывов гранул друг от друга, которые наблюдаются в П4 и конусах, а наблюдается лишь перемещение гранул от внутренней поверхности пазов до вершин их ребер, то есть не возникает пустот (пор). При наличии видимости высокой разреженности, на самом деле отрыв гранул друг от друга отсутствует. Это является основной причиной сохранения и передачи силового импульса по высоте столба гранул с меньшими его потерями, что и способствует устойчивому производственному процессу обработки деталей.

Из результатов теоретических и экспериментальных исследований установлено, что:



1. На производительность процесса вибрационной обработки оказывает влияние форма абразивных гранул.

2. Основными условиями обеспечения съема металла в процессе вибрационной обработки является взаимный контакт, а также относительное и циркуляционное перемещение гранул и деталей.

3. Абразивные гранулы, обладающие высокой производительностью обработки, и имеющие различную форму (при одинаковых связующих и абразивных составляющих) под воздействием одних и тех же колебаний движутся с различными скоростями, как в различных зонах, так и средними, и, соответственно, с различной стабильностью, обладают различными подвижностью и объемом расширения. В исследуемых гранулах разброс скоростей составляет 21-37%, что совпадает с результатами [7-9].

Литература

1. Бабичев А.П. Отделочно-упрочняющая обработка деталей многоконтактным виброударным инструментом / А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко и др. - Ростов-на-Дону: издательский центр ДГТУ, 2003. – 192 с.

2. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов н/Д: Издательство центр ДГТУ, 2008. – 694 с.

3. Копылов Ю.Р. Виброударное упрочнение: Монография. - Воронеж: Воронежский институт МВД России, 1999. – 386 с.

4. Лубенская Л.М. Особенности энергетических процессов в деформируемых рабочих средах при обработке деталей в вибрирующих контейнерах: Дис... канд. техн. наук: 05.03.01 / Лубенская Людмила Михайловна. – Луганск, 1992. - 203 с.

5. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии: Часть 2. Технология вибрационной обработки. - Ростов-на-Дону: ДГТУ, 1994. - 89 с.

6. Литовка В.Г. Влияние геометрических параметров абразивного наполнителя на шероховатость поверхности детали при вибрационной обработке / В.Г. Литовка // Вибрации в технике и технологиях. – 1996. – № 3. – С. 13-17.

7. Лубенская Л.М. Влияние характеристик инструмента – абразивных гранул на эффективность процесса вибрационной обработки / Лубенская Л.М., Власова Т.А. // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – 2006. – Вып. 31. – С. 186-191.

8. Лубенская Л.М. Влияние формы абразивных гранул на съем металла с поверхностей образцов различных геометрических форм / Лубенская Л.М., Шумакова Т.А., Ясуник С.Н. // Вібрації в техніці та технологіях. – 2007. - №2(47) – С. 33-37.

9. Лубенская Л.М. Влияние формы абразивного инструмента на производительность процесса вибрационной обработки / Лубенская Л.М., Шумакова Т.А., Зуев А.С. // Восточно-европейский журнал передовых технологий – 2007. – №4/1(34) – С. 18-25.

10. Бранспиз Е.В. Повышение эффективности виброабразивной обработки путем рационального выбора ее основных параметров: Дис. ... канд. тех. наук: 05.03.01 / Бранспиз Елена Владимировна. – Харьков, 2002. – 265 с.

11. Бранспиз Е.В. Формула относительной скорости рабочей гранулы и обрабатываемой детали в вибрирующей камере станка для виброабразивной обработки / Бранспиз Е.В., Лубенская Л.М., Бранспиз Ю.А. // Создание и применение высокоэффективных наукоемких ресурсосберегающих технологий, машин и комплексов: Тез: докл. международн. научно-технической конференции. – Могилев: МГТУ. – 2001. – С. 75-79.