

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 9, №4 (2017) <http://naukovedenie.ru/vol9-4.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/76TVN417.pdf>

Статья опубликована 31.08.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Вобу А.М. Влияние уровня высоты загрузки рабочей среды в рабочей камере на съём металла и шероховатость поверхности при виброабразивной обработке // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №4 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/76TVN417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 621.91.048.6

Вобу Амбагеу Мару

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Россия, Ростов-на-Дону¹

Аспирант, магистрат

Инженер механики

E-mail: ambex_45maru@yahoo.com

Влияние уровня высоты загрузки рабочей среды в рабочей камере на съём металла и шероховатость поверхности при виброабразивной обработке

Аннотация. Авторам представлен результаты экспериментального исследования влияния уровня высоты загрузки рабочей среды на съём металла и шероховатость поверхности в рабочей камере. Действие вибраций, передаваемых рабочей среде и обрабатываемым деталям, в наибольшей мере проявляется у стенок камеры и по мере удаления от них снижается. Интенсивность съёма металла при виброабразивной обработке зависит от режима обработки, характера материала обрабатываемой заготовки, свойства абразивных гранулы, используемой технологической жидкости и других условиях. Изменение интенсивности съёма материала сопровождается изменением шероховатости поверхности. Однако на шероховатость поверхности, как известно, влияет ряд факторов: зернистость абразива, исходная шероховатость обрабатываемой заготовки, состав технологических жидкостей и другие. В статье представлены результаты обработки в течение 120 минут на вибрационном станке модели УВГ-4х10, с объемом рабочей камеры 10 дм³. После каждого периода обработки, съём металла Q, в граммах, и шероховатость поверхности Ra, в микрометрах, были измерены с помощью аналитических весов АД-200 и профилометра SJ-210. Представленные результаты исследований показывают, что с уменьшением высоты рабочей среды в рабочей камере съём металла увеличивается, что объясняется увеличением диссипативных свойств рабочей среды и снижением интенсивность импульсов колебаний.

Ключевые слова: виброабразивная обработка; рабочая среда; рабочая камера; вибрация; абразивный гранулы; технологическая жидкость; съём материала; шероховатость поверхности

¹ 344000, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1

1. Введение

Виброабразивные обработки (ВиАО) используются в технологии изготовления обширной номенклатуры заготовок и полуфабрикатов изделий различного назначения. ВиАО в зависимости от характеристики и содержания обрабатывающей среды представляет собой механический или механохимический съём мельчайших частиц металла или его окислов и пластической деформации микронеровностей. Съём мельчайших частиц и пластической деформации происходит под действием соударения частиц среды с обрабатываемой поверхностью заготовки, вызванных вибрацией рабочей камеры, в которой размещены обрабатывающая среда и обрабатываемые заготовки (изделия) [1, 2].

Все операции ВиАО характеризуются следующими явлениями:

1. Динамическим воздействием обрабатывающей среды в виде множества соударений её частиц с поверхностью обрабатываемой детали.
2. Механохимическим взаимодействием среды и материала детали.
3. Акустическим воздействием ударных волн.

Характер механических и механохимических явлений при ВиАО определяется:

1. Динамическими параметрами процесса, отражающими режим обработки.
2. Характеристикой материала обрабатываемой заготовки.
3. Физическими свойствами абразивных гранулы.
4. Составом, свойствами и количеством технологической жидкости в рабочей камере.
5. Другими условиями ведения процесса (соотношение абразива и обрабатываемых заготовок, степень загрузки рабочей камеры и заполнения ее объема технологической жидкостью и др.).

Эффективность ВиАО зависит от режима и продолжительности обработки [3]. В числе основных параметров ВиАО следует назвать характер движения (траекторию) рабочей камеры частиц рабочей среды, скорость и ускорения рабочей камеры, силу микроударов, контактное давление, напряжение и температуру, возникающую в зоне действия микроударов, среднюю температуру и давление в рабочей камере. Увеличение скорости циркуляции достигается при выносе вибратора из рабочей камеры. В этом случае соотношение скоростей циркуляции среды в камере с вынесенным и центральным вибратором имеет вид (рис. 1) [2].

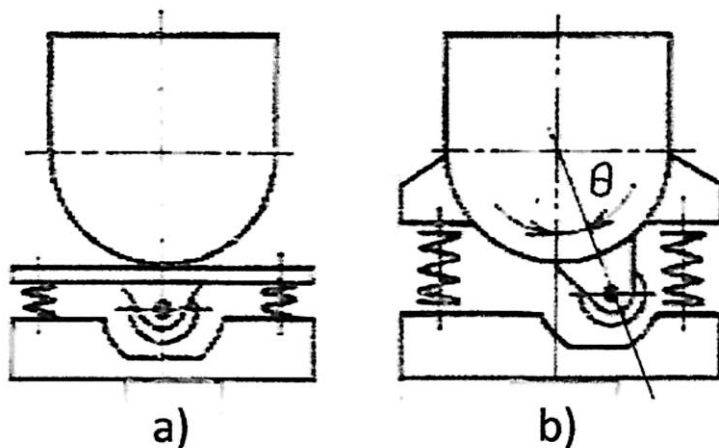


Рисунок 1. Конструктивное расположение вибратора

$$V_e/V_c = 1 + \frac{m_b r l \cdot \sin\theta}{J_c}, \quad (1)$$

где: V_e – камера с вынесенным вибратором;

V_c – камера с центральным вибратором;

m_b – масса дебалансного вибратора;

r – эксцентриситет вибратора;

l – расстояние от геометрического центра камеры до оси вала вибратора;

θ – угол между плоскостью, проходящей через оси камеры и вибратора (рис. 1), и горизонтом, оптимальное значение $\theta = 45^\circ$;

J_c – момент инерции подпружиненной массы относительно центра масс.

При виброабразивной обработке механические свойства материала обрабатываемых заготовки оказывают существенное влияние на интенсивность обработки. С увеличением твердости (НВ) обрабатываемого материала интенсивность обработки снижается. При одинаковой твердости (НВ) с увеличением пластичности съём материала уменьшается [2, 4].

С увеличением зернистости абразивной среды съём материала возрастает вследствие большей глубины внедрения зерен в материал, что вызывает более интенсивное разрушение обрабатываемой поверхности. Увеличение размеров абразивных грану также вызывает рост съёма металла. Твердость и вид связки абразива оказывает меньшее влияние на съём материала [5].

На эффективность ВиАО существенное влияние оказывают технологические жидкости [6, 7]. В зависимости от характера выполняемой операции применяют растворы кислот, щелочей или солей. Увеличение или уменьшение уровень технологической жидкости в рабочей камере, можно регулировать интенсивность перемещения и взаимодействия частиц рабочей среды и деталей, а следовательно, интенсивность обработки.

Под действием вибраций при виброабразивной обработке происходит относительно равномерно во всех точках рабочей камеры. Несколько эффективней обработка у дна, где давление рабочей среды выше. По мере удаления от стенок рабочей камеры амплитуда колебаний частиц рабочей среды и интенсивность обработки уменьшается [1].

Для гранулированных систем, возбуждаемых вибрацией, традиционно используется безразмерный комплекс:

$$\Gamma = \frac{A \cdot \omega^2}{g}, \quad (2)$$

где: A – амплитуда колебаний;

ω – частота колебаний;

g – ускорение свободного падения.

Параметр Γ характеризует интенсивность вибрационного воздействия, однако, имея в виду результаты [11], касающиеся раздельного участия вертикальной и горизонтальной компонент виброускорения в формировании циркуляционного потока.

Интенсивность съёма металла при виброабразивной обработке зависит от интенсивности механического и химического воздействия и способности материала детали [2, 8, 9, 10]. Для определения удельного съёма металла в зависимости от различных параметров предложено обобщенное эмпирическое уравнение в виде:

$$Q = \frac{3,8 \cdot A^{1,25} \cdot t \cdot K_n \cdot K_3 \cdot K_G \cdot K_d \cdot K_V}{HB^{0,91}}, \quad (3)$$

где: A – амплитуда колебаний;

t – продолжительность обработки;

HB – твёрдость обрабатываемого материала;

K_n – коэффициент, отражающий влияние частоты колебаний;

K_3 – коэффициент зернистости абразивных гранул;

K_G – масса детали;

K_d – грануляция обрабатывающей среды;

K_V – Объёма загрузки рабочей камеры соответственно (указанные коэффициенты выбираются из таблиц).

Шероховатость поверхности образцов и деталей, оценка которой осуществлялась по предпочтительному согласно ГОСТ 2789-85 параметру R_a как среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля от средней линии в пределах базовой длины, определяется по формуле:

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad \text{или} \quad R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx \quad (4)$$

Степень изменения микротвёрдости рассчитывалась по зависимости:

$$H = \frac{H_\mu - H_{\mu\text{исх}}}{H_{\mu\text{исх}}}, \quad (5)$$

где: $H_{\mu\text{исх}}$ – среднее значение микротвёрдости исследуемой поверхности, определенное по 15-20 уколам до виброабразивной обработки;

H_μ – среднее значение микротвёрдости исследуемой поверхности, определенное по 15-20 уколам после виброабразивной обработки.

2. Материалы и методы исследования

Предварительная экспериментальная оценка влияния уровня высоты рабочей среды в рабочей камере на интенсивность обработки. Обработка осуществлялось на вибрационном станке УВГ 4х10. Общий объём камеры $V_{p.k} = 10 \text{ дм}^3$. Режим колебаний: $A = 3.0 \text{ мм}$; $f = 30 \text{ Гц}$; продолжительность обработки $t_{об} = 120 \text{ мин.}$; в качестве рабочей среды применяется гранулированный абразив (призмы) ПТ 15х15; в качестве технологической жидкости (ТЖ) – 1.5 % раствор кальцинированной соды; материал образцов сталь 3, алюминиевый сплав Д16Т и алюминиевый сплав АВТ-1. После каждого периода обработки, съём металла Q , г, и шероховатость поверхности, мкм, были измерены соответственно с помощью аналитических весов АД-200 и профилметра SJ-210.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Контролируемые параметры: величина съема металла Q , г и шероховатость поверхности, мкм. Результаты экспериментальных исследований съема металла Q , г представлены в таблицах 1-9 (разработано авторами) и результаты экспериментальных исследований шероховатости поверхности v , мкм представлена в таблицах 10-12 (разработано авторами).

Таблица 1

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h , 50 мм и итоговые результаты съема металла в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q , г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q , г, после обработки	Среднее значение съема металла Q , г
Сталь 3, пластины	1	30,3152	30,2800	0,0352
	2	29,8500	29,8212	0,0288
	3	33,6720	33,6416	0,0304
	4	32,6800	32,6500	0,0300
	5	31,7560	31,7190	0,0370
	6	29,2930	29,2680	0,0250
	7	28,9600	28,9360	0,0240
Средний съем металла Q , г, при высоте загрузки 50 мм				0,03005

Таблица 2

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h , 100 мм и итоговые результаты съема металла в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q , г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q , г, после обработки	Среднее значение съема металла Q , г
Сталь 3, пластины	1	30,2660	30,2370	0,0290
	2	29,8100	29,7830	0,0270
	3	33,6228	33,5928	0,0300
	4	32,6364	32,6108	0,0256
	5	31,3670	31,3380	0,0290
	6	29,2624	29,2370	0,0254
	7	28,9230	28,9038	0,0192
Средний съем металла Q , г, при высоте загрузки 100 мм				0,0265

Таблица 3

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h , 150 мм и итоговые результаты съема металла в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q , г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q , г, после обработки	Среднее значение съема металла Q , г
Сталь 3, пластины	1	30,2156	30,2100	0,0056
	2	29,7614	29,7450	0,0164
	3	33,5724	33,5500	0,0224
	4	32,5900	32,5650	0,0250
	5	31,3172	31,2960	0,0212
	6	29,2172	29,1980	0,0192
	7	28,8828	28,8650	0,0178
Средний съем металла Q , г, при высоте загрузки 150 мм				0,0182

Таблица 4

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h, 50 мм и итоговые результаты съёма металла в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q, г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q, г, после обработки	Среднее значение съёма металла Q, г
Алюминиевый сплав АВТ-1, пластины	1	10,0560	10,0280	0,0280
	2	9,9200	9,9000	0,0200
	3	10,1690	10,1465	0,0225
	4	10,7200	10,7030	0,0170
	5	10,6690	10,6375	0,0315
	6	10,8500	10,8180	0,0320
	7	9,9400	9,9244	0,0156
Средний съём металла Q, г, при высоте загрузки 50 мм				0,0238

Таблица 5

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h, 100 мм и итоговые результаты съёма металла в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q, г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q, г, после обработки	Среднее значение съёма металла Q, г
Алюминиевый сплав АВТ-1, пластины	1	10,0182	10,0000	0,0182
	2	9,8890	9,8720	0,0170
	3	10,1510	10,1400	0,0110
	4	10,6950	10,6720	0,0230
	5	10,3450	10,3250	0,0200
	6	10,4300	10,4100	0,0200
	7	9,9170	9,9000	0,0170
Средний съём металла Q, г, при высоте загрузки 100 мм				0,0180

Таблица 6

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h, 150 мм и итоговые результаты съёма металла в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q, г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q, г, после обработки	Среднее значение съёма металла Q, г
Алюминиевый сплав АВТ-1, пластины	1	9,9900	9,9770	0,0130
	2	9,8600	9,8438	0,0162
	3	10,1138	10,0952	0,0186
	4	10,6600	10,6430	0,0170
	5	10,3140	10,2990	0,0150
	6	10,3968	10,3760	0,0208
	7	9,8870	9,8700	0,0170
Средний съём металла Q, г, при высоте загрузки 150 мм				0,0168

Таблица 7

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h, 50 мм и итоговые результаты в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q, г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q, г, после обработки	Среднее значение съема металла Q, г
Алюминиевый сплав Д16Т, Цилиндр	1	7,2250	7,2176	0,0074
	2	7,9220	7,9058	0,0162
	4	8,9050	8,8986	0,0064
	5	7,2918	7,2758	0,0160
	6	7,8980	7,8628	0,0352
	7	7,0980	7,0828	0,0152
	8	9,6550	9,6450	0,0100
Средний съем металла Q, г, при высоте загрузки 50 мм				0,0152

Таблица 8

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h, 100 мм и итоговые результаты съема металла в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q, г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q, г, после обработки	Среднее значение съема металла Q, г
Алюминиевый сплав Д16Т, Цилиндр	1	7,2162	7,2106	0,0056
	2	7,9140	7,9050	0,0090
	4	8,9032	8,8882	0,0150
	5	7,2858	7,2800	0,0058
	6	7,8300	7,8240	0,0060
	7	7,0930	7,0870	0,0060
	8	9,6530	9,6328	0,0202
Средний съем металла Q, г, при высоте загрузки 100 мм				0,0097

Таблица 9

Масса образцов до и после обработки при высоте загрузки рабочей среды h, 150 мм и итоговые результаты съема металла в граммах

Материал и форма образцов	№ образцы	Среднее значение веса образцов Q, г, до обработки	Среднее значение веса образцов Q, г, после обработки	Среднее значение съема металла Q, г
Алюминиевый сплав Д16Т, Цилиндр	1	7,2060	7,2000	0,0060
	2	7,9020	7,8950	0,0070
	4	8,8808	8,8720	0,0088
	5	7,2748	7,2700	0,0048
	6	7,8200	7,8100	0,0100
	7	7,0820	7,0768	0,0052
	8	9,6270	9,6168	0,0102
Средний съем металла Q, г, при высоте загрузки 150 мм				0,0074

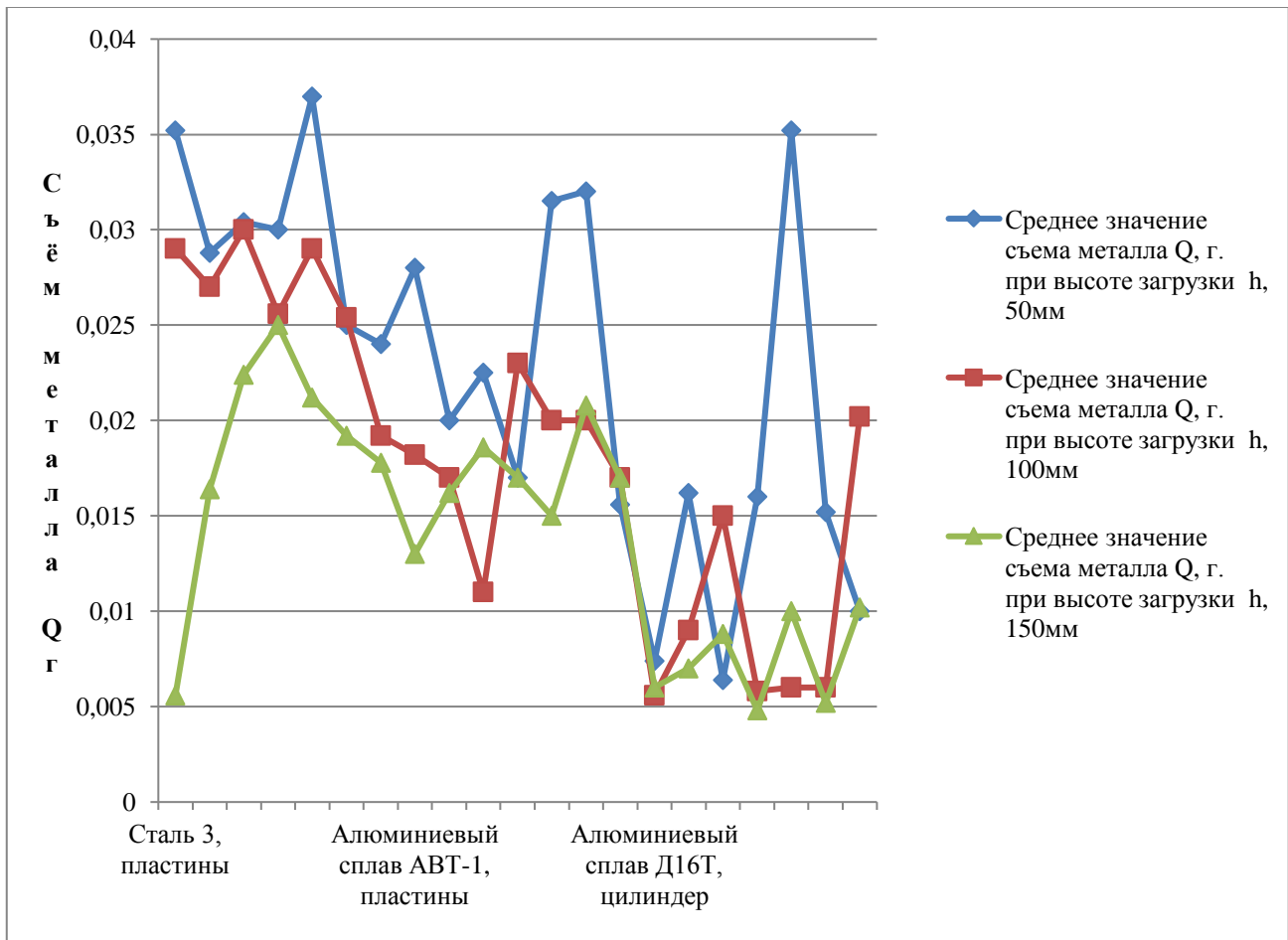


Рисунок 2. Изменение съема металла Q , г, при обработке на разных высотах загрузки рабочей среды (разработано авторами)

Таблица 10

Шероховатость поверхности R_a , мкм образцов до и после обработки

Материал и форма образцов	№ образца	Шероховатость поверхности R_a , мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности R_a , мкм образцов после обработки при h , 50 мм	Шероховатость поверхности R_a , мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности R_a , мкм образцов после обработки при h , 100 мм	Шероховатость поверхности R_a , мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности R_a , мкм. образцов после обработки при h , 150 мм
Сталь 3, пластины	1	1,893	1,663	2,520	1,848	3,044	1,952
	2	2,068	1,551	2,138	1,356	1,940	1,300
	3	2,163	1,522	2,414	1,438	1,962	1,256
	4	1,963	1,505	2,044	1,372	2,034	1,272
	5	1,699	1,319	2,156	1,448	1,944	1,122
	6	1,968	1,378	2,314	1,432	1,878	1,260
	7	1,948	1,658	2,162	1,444	1,912	1,576
$R_{a\text{cp}}$		1,957	1,514	2,250	1,477	2,102	1,391

Таблица 11

Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов до и после обработки

Материал и форма образцов	№ образца	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов после обработки при h, 50 мм	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов после обработки при h, 100 мм	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов после обработки при h, 150 мм
Алюминиевый сплав АВТ-1, пластины	1	2,318	1,421	3,316	1,792	2,430	1,638
	2	2,818	1,659	3,102	1,780	2,810	1,742
	3	4,540	2,000	5,346	2,576	5,548	2,148
	4	2,059	1,402	3,470	1,610	2,394	1,802
	5	2,037	1,279	2,492	1,670	2,340	1,586
	6	2,003	1,310	2,932	2,114	2,866	1,688
	7	2,197	1,369	3,014	1,806	3,070	1,606
Ra_{ср}		2,567	1,492	3,382	1,907	3,065	1,744

Таблица 12

Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов до и после обработки

Материал и форма образцов	№ образца	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов после обработки при h, 50 мм	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов после обработки при h, 100 мм	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов до обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм образцов после обработки при h, 150 мм
Алюминиевый сплав Д16Т, Цилиндр	1	1,921	0,994	2,824	2,054	4,206	1,588
	2	2,395	1,408	2,706	1,828	2,328	1,988
	4	3,380	2,048	4,260	3,304	3,920	3,082
	5	1,901	1,340	3,466	2,432	3,040	1,486
	6	2,215	1,320	2,446	1,948	2,264	1,804
	7	2,307	1,367	3,318	2,270	3,038	2,080
	8	3,449	2,376	4,422	2,402	4,334	2,332
	Ra_{ср}		2,510	1,550	3,349	2,320	3,304

4. Заключение

Анализ полученных результатов исследований подтверждает существенное влияние уровня высоты рабочей среды на интенсивность процесса обработки. Представленные результаты в таблицах вверх показывают, что с увеличением высоты загрузки рабочей среды в рабочей камере интенсивность съема металла снижается, что объясняется увеличением диссипативных свойств рабочей среды и снижением интенсивность импульсов колебаний.

Изменение интенсивности съема материала сопровождается изменением шероховатости поверхности. Однако на шероховатость поверхности, как известно, влияет ряд других факторов: зернистость абразива, исходная шероховатость, состав ТЖ и др. [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Бабичев, П. Д. Мотренко, Л. К. Гиллеспи и др. Применение вибрационных технологий на операциях отделочно-зачистной обработки деталей (очистка, мойка, удаление облоя и заусенцев, обработка кромок); под ред. д-ра техн. наук, проф. А. П. Бабичева. Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010, – 289 с.
2. Бабичев А. П., Бабичев И. А. Основы вибрационной технологии. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.
3. Шаинский М. Е. Вибрационное шлифование и полирование деталей / М. Е. Шаинский, И. Н. Карташев, М. Н. Найш / Вестник машиностроения. – 1965, № 9, с. 64-66.
4. Юркевич В. Б. Повышение долговечности деталей гидросистем вибрационной отделочно-упрочняющей обработкой // Чистовая, отделочно-упрочняющая и формообразующая обработки деталей: Сб. науч. ст. Ростов н/Д: РИСХМ, 1973. – С. 42-47.
5. А. П. Бабичев, М. А. Бойко. Влияние технологии изготовления на технологические свойства абразивных гранул на полимерной связке // Прогрессивные технологии машиностроения и современность: Сб. тр. междунар. науч. – техн. конф. – Севастополь; Донецк, 1997. – С. 18-19.
6. Плявниск В. Ю. Косое соударение двух шарообразных тел / В. Ю. Плявниск // Вопросы динамики и прочности. – Рига: Зинатне, 1969. Вып.19. – С. 83-88.
7. А. П. Бабичев, Е. П. Мельникова. Разработка физической модели процесса микрорезания при финишных методах обработки // Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы: Сб. трудов конференции / ВИСИ. – Волжский, 2000. – С. 210-212.
8. А. П. Бабичев. Состояние отделочно-зачистной обработки (ОЗО) в России // Вопросы вибрационной технологии: Межвуз. сб. науч. ст. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 1996. – С. 3-6.
9. A. P. Babichev, Y. Ryabchi, H. Hamkada. Vibratory (vibration) shaving processing of detailers in conditions of remain productions. 5 the International Conference on Deburring and Surface Finishing, California, Sept.- San Francisco, 1998.
10. Бабичев А. П. State of Vibrative Finishing Work (VFW) in Russia. 4th International Conference on Precision Surface Finishing and Burr Technology, Bad Nauheim, Germany, 23-24 Sept. – [В. М.,1996], p. 38-40.
11. Tennakoon S. G. K., Behringer R. P. Vertical and horizontal vibration of granular materials: Coulomb friction and a novel switching state. Phys. Rev. Lett., 1998, 81. № 4, pp. 794-798.

Woubou Ambachew Maru

Don state technical university, Russia, Rostov-on-Don

E-mail: ambex_45maru@yahoo.com

Influence of the level of height of the working medium in the working chamber on metal removal and surface roughness in vibro-abrasive processing

Abstract. The author present the results of experimental outcomes of the metal removal rate and the surface roughness on the influence of the level of the working medium in the working chamber. The effect of vibration transmitted to the working medium and the specimens being processed is highly increase at the walls of the working chamber and, as they move away from the walls, decrease. The intensity of metal removal during vibro-abrasive processing depends on: the treatment parameters, the nature of the materials to be processed, the properties of the abrasive granules, the fluid used in the processes and other conditions. The change in the intensity of the material removal is accompanied by a change in the surface roughness. However, the surface roughness is affected by a number of factors: the grain size of the abrasive, the initial roughness of the workpiece being processed, and the composition of the processing fluid used in the processes, etc. The article presents the results of processing for 120 minutes on a vibration machine model UVG-4x10, with a working chamber volume of 10 dm³. After each process, the metal removal Q, in grams, and the surface roughness Ra, in micrometers, were measured respectively with the analytical balance AD-200 and the surface roughness indicator SJ-210. The presented research results show that with the decrease in the height of the working medium in the working chamber, the metal removal rate increases, which is explained by an increase in the dissipative properties of the working medium and a decrease in the intensity of the oscillation pulses.

Keywords: vibro-abrasive work; working medium; working chamber; vibration; abrasive granules; processing fluid; material removal; surface roughness