

УДК 621.91.048.6

DOI: 10.12737/article_59ae90c6700ce5.15497553

А.П. Бабичев, д.т.н.,
А. М. Вобу, аспирант,
Ф.А. Пастухов, ведущий инженер,
Г.К. Вейсса, аспирант

(Донской государственной технической университет
344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1),
E-mail: vibrotech@mail.ru

Повышение интенсивности съема металла при вибрационной обработке на основе использования «щелевого» эффекта в рабочей камере

Представлены результаты исследований о повышении интенсивности съема металла при вибрационной обработке на основе использования «щелевого» эффекта в рабочей камере. Представленные результаты исследований показывают, что с уменьшением размера отсека в рабочей камере съем металла увеличивается и шероховатость поверхности улучшается.

Ключевые слова: рабочая камера; вибрационная обработка; интенсивность вибрационной обработки; съем металла; шероховатость поверхности.

A.P. Babichev, D. Eng.,
A.M. Vobu, Post graduate student,
F.A. Pastukhov, Principal engineer,
G.K. Veissa, Post graduate student

(Don State Technical University 1, Gagarin Sq., Rostov-upon-Don, 344010)

Intensity increase in metal removal at vibration treatment based on use of “slot” effect in working chamber

The results of the investigations on metal removal intensity increase during the vibration treatment on the basis of the “slot” effect use in a working chamber are presented. The investigation results presented show that with the decrease of a section dimension in the working chamber metal removal increases and surface roughness is getting better.

Keywords: working chamber; vibration treatment; vibration treatment intensity; metal removal; surface roughness.

Одной из важных задач современного машиностроения является улучшение качества выпускаемых изделий, с повышением производительности труда, а также их конкурентоспособность на мировом рынке. Для решения

этой задачи разрабатываются и внедряются новые схемы обработки и конструктивные формы рабочей камеры.

Интенсивность вибрационной обработки зависит от режима и продолжительности об-

работки, характеристики и размеров частиц рабочей среды, объема рабочей камеры и степени её заполнения, механических свойств материала обрабатываемых заготовок и др. Наиболее общими параметрами процесса являются сила ударов (микроударов) и характеристика обрабатывающей среды (ОС). Скорость соударения частиц среды и обрабатываемых деталей определяется по известной эмпирической формуле [1, 2, 3]:

$$V_{ч.р.с.} = V_{р.к.} \cdot K_v,$$

где $V_{р.к.}$ – скорость перемещения точки рабочей камеры; K_v – коэффициент потери скорости, $K_v = 0,877^{l_1}$; l_1 – расстояние от стенки рабочей камеры до рассматриваемой точки (частицы среды).

Интенсификация и повышение производительности рабочей камеры (щелевого эффекта) на съём металла и шероховатость поверхности при вибрационной обработке является одной из основных задач вибрационной и виброволновой обработки (ВиО и ВиВЛО) [1]. Рабочая камера, являясь основным элементом станка, определяет особенности процесса [4, 5]. При вводе дополнительных элементов (например, интенсификаторы воздействия), изменяя её ориентацию относительно вибровозбудителя (привода), представляется возможным влиять на интенсивность процесса и его результаты. В этой связи дальнейшие исследования в области совершенствования конструкции рабочих камер являются весьма актуальными, в том числе с учётом большого многообразия технологических задач, решаемых с применением вибрационных технологий.

В предлагаемой статье представлены варианты конструкции рабочих камер для интенсификации вибрационной и виброволновой обработки (ВиО) в технологии машиностроение. На рис.1 показано положение перегородок (сегментов) в рабочей камере, создающих щелевой эффект.

Материалы и методы исследования. Предварительная экспериментальная оценка влияния «щелевого» эффекта на интенсивность обработки произведена на примере универсальной рабочей камеры прямоугольной формы путём установления сменных перегородок, ограничивающих её ширину.

Общий объём камеры $V_{р.к.} = 40 \text{ дм}^3$. Ограничивающие перегородки устанавливались на расстоянии от торцевой стенки рабочей камеры на 75, 150 и 240 мм, определяя таким образом ширину «щели». Режим колебаний: $A = 3,0 \text{ мм}$; $f = 30 \text{ Гц}$; продолжительность обработки $t_{об} = 30, 60, 90 \text{ мин}$; в качестве рабочей среды применяется гранулированный абразив (призмы) ПТ15х15; в качестве технологической жидкости (ТЖ) – 1,5 %-ный раствор кальцинированной соды; материал образцов – сталь 3, сталь 45, алюминиевый сплав Д16Т и алюминиевый сплав АВТ-1.

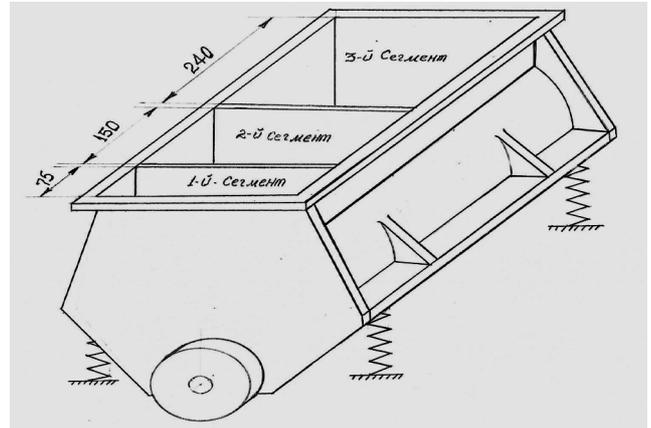


Рис. 1. Рабочая камера с размещением перегородок

Результаты исследования и их обсуждение. Контролируемые параметры: величина съёма металла Q , г, и шероховатость поверхности, мкм. Результаты экспериментальных исследований съёма металла Q , г, представлены в табл. 1, 2, 3, 4. Результаты среднего съёма металла представлены в табл. 5.

1. Результаты экспериментальных исследований съёма металла

Материал и положение деталей в рабочей камере			Исходный вес Q , г	Вес после обработки Q , г		
				30 мин	60 мин	90 мин
Сталь 3	Отсек 1	1	22,7860	22,7760	22,7600	22,7420
		2	23,2000	23,1870	23,1690	23,1474
	Отсек 2	3	23,0000	22,9920	22,9800	22,9620
		4	23,6620	23,3572	23,3430	23,3250
	Отсек 3	5	23,7010	23,6960	23,6800	23,6684
		6	23,6838	23,6790	23,6670	23,6560

2. Результаты экспериментальных исследований съема металла

Материал и положение деталей в рабочей камере			Исходный вес Q , г	Вес после обработки Q , г		
				30 мин	60 мин	90 мин
Алюминиевый сплав Д16Т	Отсек 1	1	9,7040	9,6920	9,6800	9,6620
		2	8,9546	8,9412	8,9342	8,9142
	Отсек 2	3	7,3258	7,3190	7,3100	7,2970
		4	7,4908	7,4852	7,4780	7,4680
	Отсек 3	5	7,8670	7,8614	7,8540	7,8440
		6	7,1236	7,1182	7,1120	7,1040

3. Результаты экспериментальных исследований съема металла

Материал и положение деталей в рабочей камере			Исходный вес Q , г	Вес после обработки Q , г		
				30 мин	60 мин	90 мин
Сталь 45	Отсек 1	1	31,3930	31,3670	31,3230	31,2800
		2	32,3880	32,3340	32,2860	32,2420
		3	29,8850	29,8240	29,7800	29,7336
	Отсек 2	4	30,4362	30,4100	30,37400	30,3316
		5	29,9900	29,9550	29,9150	29,8748
		6	33,8150	33,7900	33,7400	33,7000
	Отсек 3	7	31,5276	31,5034	31,4730	31,4400
		8	30,8900	30,8674	30,8400	30,8000
		9	29,0700	29,0486	29,0170	28,9860

4. Результаты экспериментальных исследований съема металла

Материал и положение деталей в рабочей камере			Исходный вес Q , г	Вес после обработки Q , г		
				30 мин	60 мин	90 мин
Алюминиевый сплав АВТ-1	Отсек 1	1	10,0000	9,9872	9,9600	9,9290
		2	10,4736	10,4630	10,4358	10,3860
		3	10,3520	10,3372	10,3150	10,2674
	Отсек 2	4	10,1180	10,1068	10,0820	10,0552
		5	10,2446	10,2360	10,2200	10,1860
		6	10,5236	10,5106	10,4900	10,4608
	Отсек 3	7	9,9950	9,9904	9,9776	9,9532
		8	9,9988	9,9930	9,9786	9,9550
		9	10,5746	10,5660	10,5500	10,5210

5. Результаты экспериментальных исследований съема металла

Материал и положение деталей в рабочей камере		Ср. сема металла после обработки 30 мин	Ср. сема металла после обработки 90 мин	Ср. сема металла после обработки 180 мин
		Сталь 3	Отсек 1	0,047
	Отсек 2	0,0287	0,0707	0,1116
	Отсек 3	0,0227	0,0525	0,0872
Алюминиевый сплав Д16Т	Отсек 1	0,0127	0,0382	0,0811
	Отсек 2	0,0109	0,0314	0,0614
	Отсек 3	0,0063	0,0207	0,0464
Сталь 45	Отсек 1	0,0115	0,0285	0,0483
	Отсек 2	0,0064	0,0195	0,0351
	Отсек 3	0,0049	0,0189	0,0302
Алюминиевый сплав АВТ-1	Отсек 1	0,0127	0,0222	0,0412
	Отсек 2	0,0062	0,0143	0,0258
	Отсек 3	0,0055	0,0123	0,0213

На рис. 2 представлен график, который показывает влияние времени обработки на изменение съема металла в различных сегментах (отсеках) размерного фактора рабочей камеры (шеллевого типа).

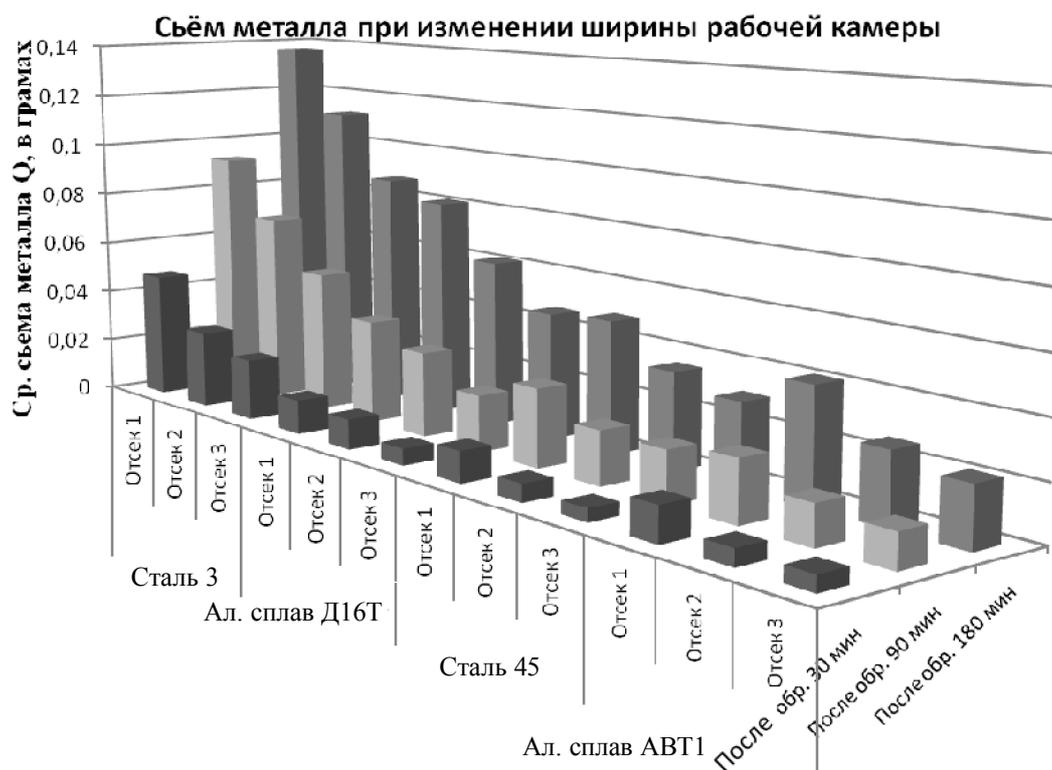


Рис. 2. Величина съема металла при изменении ширины рабочей камеры

Результаты экспериментальных исследований шероховатости поверхности представлены в табл. 6, 7, 8, 9. Итоговая шероховатость поверхности представлена в табл. 10.

6. Результаты экспериментальных исследований шероховатости поверхности

Материал и положение деталей в рабочей камере			Исходная шероховатость, Ra ср., мкм	После 30 м обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 60 м обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 90 м обработки шероховатость, Ra ср., мкм
Сталь 3	Отсек 1	1	2,191	1,4004	1,379	1,048
		2	1,667	1,183	1,1544	0,8142
	Отсек 2	3	2,181	1,362	1,4826	1,0994
		4	1,767	1,364	1,0284	0,8034
	Отсек 3	5	1,795	1,3396	1,3646	1,0738
		6	1,722	1,2668	1,1054	1,0388

7. Результаты экспериментальных исследований шероховатости поверхности

Материал и положение деталей в рабочей камере			Исходная шероховатость, Ra ср., мкм	После 30 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 60 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 90 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм
Алюминиевый сплав Д16Т	Отсек 1	1	1,821	2,2302	1,8778	1,315
		2	3,254	1,9138	1,7652	1,5458
	Отсек 2	3	2,465	1,4408	1,2832	0,8022
		4	1,957	1,2162	1,0978	0,7446
	Отсек 3	5	1,838	1,7132	1,6554	1,0062
		6	3,431	1,1648	1,3864	0,7722

8. Результаты экспериментальных исследований шероховатости поверхности

Материал и положение деталей в рабочей камере			Исходная шероховатость, Ra ср., мкм	После 30 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 60 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 90 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм
Сталь 45	Отсек 1	1	2,055	1,406	1,3744	1,3014
		2	2,173	1,368	1,3774	1,2306
		3	1,52	1,2526	1,2034	1,2674
	Отсек 2	4	2,216	1,7724	1,4294	1,264
		5	1,826	1,4456	1,259	1,0444
		6	1,653	1,2066	1,2822	0,9784
	Отсек 3	7	1,854	1,155	1,332	1,5198
		8	1,872	1,5792	1,445	1,4776
		9	1,437	1,1748	1,337	1,1456

9. Результаты экспериментальных исследований шероховатости поверхности

Материал и положение деталей в рабочей камере			После 30 м обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 60 м обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 90 м обработки шероховатость, Ra ср., мкм
Алюминиевый сплав АВТ-1	Отсек 1	1	1,4068	1,2246	1,028
		2	1,3848	0,9078	0,8856
		3	2,176	1,8976	1,5474
	Отсек 2	4	1,1084	0,8932	0,7574
		5	1,8934	1,5976	1,245
		6	1,5292	0,9908	0,8942
	Отсек 3	7	1,007	0,8426	0,8988
		8	1,2548	0,9236	0,8544
		9	2,479	2,1678	1,9366

10. Итоговая шероховатость поверхности

Положения деталей в рабочей камере	Исходная шероховатость, Ra ср., мкм	После 30 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 60 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм	После 90 мин обработки шероховатость, Ra ср., мкм
Отсек 1	2,0973	1,5722	1,4162	1,1983
Отсек 2	2,0093	1,4339	1,2344	0,9633
Отсек 3	1,9927	1,4134	1,3560	1,1724

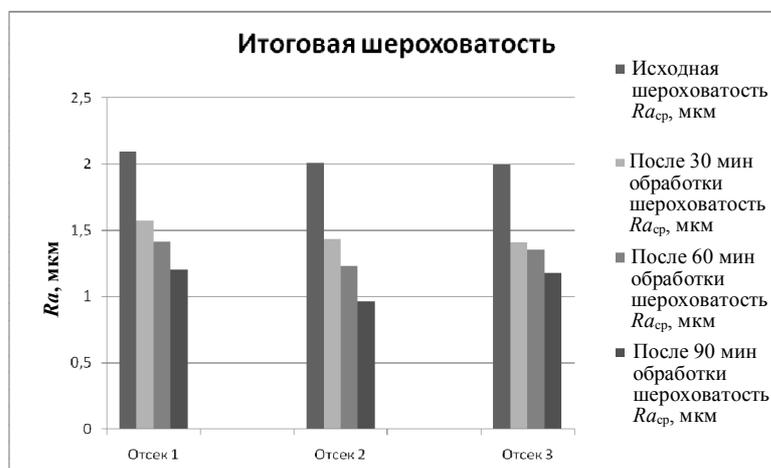


Рис. 3. Влияние продолжительности обработки t , мин, на шероховатость поверхности в различных отсеках (сегментах) рабочей камеры

Анализ результатов исследований подтверждает возможность повышения интенсивности процесса вибрационной обработки при использовании щелевого эффекта в конструкции рабочей камеры больше на 23 %, сравнивая первый сегмент со вторым; на 36 %, сравнивая первый сегмент с третьим и на 14 %, сравнивая второй сегмент с третьим. В общем заметно существенное влияние размерного фактора рабочей камеры на интенсивность процесса обработки. Отмечено, что с увеличением размера щели рабочей камеры, интенсивность съема материала снижается.

Изменение интенсивности съема материала сопровождается изменением шероховатости поверхности. Однако на шероховатость поверхности, как известно, влияет ряд факторов зернистость абразива, исходная шероховатость, состав ТЖ и др. [1, 2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Бабичев, А.П., Бабичев, И.А.** Основы вибрационной технологии; изд.2-е, перераб. и доп. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – С. 157–166.
2. **Бабичев, А.П., Мотренко, П.Д., Гиллеспи, Л.К. 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, - с.33.
3. **Бабичев, А.П.** Применение вибрационных технологий для повышения качества поверхности и эксплуатационных свойств деталей // Бабичев А.П., Мотренко П.Д. и др. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2006. – 215 с.

4. **Бабичев, А.П.** Инструментальное обеспечение процессов обработки деталей в гранулированных средах: монография / Бабичев А.П., Мотренко П.Д., Костенков С.А., Рожненко О.А. – Ростов н/Д: Издательство ДГТУ, 2011. – 267 с.

5. **Тамаркин, М.А.** Оптимизация технологических параметров процесса вибрационной обработки // Совершенствование процессов отделочно-упрочняющей обработки деталей: межвуз. сб. / РИСХМ. – Ростов н/Д, 1986. – С. 24 – 28.

REFERENCES

1. Babichev, A.P., Babichev, I.A. *Fundamentals of Vibration Techniques*; 2-d ed.revised and supplemented – Rostov-upon-Don: Publishing House of DSTU, 2008. – pp. 157–166.
2. Babichev, A.P., Motrenko, P.D., Gillespy, L.K. et al. *Vibration Techniques Use in Parts Refinement and Finishing* (refinement, washing, removal of burr and barbs, edges treatment); under the editorship of A.P. Babichev, D. Eng., Prof. Rostov-upon-Don: Publishing House of DSTU, 2010, - pp.33.
3. Babichev, A.P. *Vibration Techniques Use for Quality Increase of Surface and Parts Operating Properties* // Babichev A.P., Motrenko P.D. et al. – Rostov-upon-Don: Publishing House of DSTU, 2006. – pp. 215.
4. Babichev, A.P. *Instrumental Support of Parts Machining in Granulated Media*: monograph / Babichev A.P., Motrenko P.D., Kostenkov S.A., Rozhnenko O.A. – Rostov-upon-Don: Publishing House of DSTU, 2011. – pp. 267.
5. Tamarkin, M.A. Technological parameters optimization of vibration treatment process // Parts Finishing-Strengthening Improvement: Inter-college Proceedings / RIAM. – Rostov-upon-Don, 1986. – pp. 24 – 28.

Рецензент д.т.н. С.А. Зайдец

УДК 67.05

DOI: 10.12737/article_59ae90c5c1ad81.23976520

С.А. Берберов, к.т.н.,

В.А. Лебедев, к.т.н.

(Донской государственный технический университет
344010, г. Ростов-на –Дону, пл. Гагарина, 1)

E-mail: va.lebidev@yandex.ru

Применение фасонных дорнов для калибрования шлицевых отверстий в термообработанных деталях

Представлена конструкция твердосплавного сборного инструмента, обеспечивающая калибрование шлицевых отверстий в термообработанных деталях с высокой точностью, малой шероховатостью поверхности и упрочненным поверхностным слоем.

Ключевые слова: дорнование; калибрование; шлицевое отверстие; дорн; точность.