

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АБРАЗИВНЫХ ГРАНУЛ ДЛЯ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ

**Малышко И.А., Чурносов А.П.**  
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Одним из наиболее эффективных методов финишной обработки деталей машин сложной конфигурации, к которым предъявляются высокие требования по качеству поверхностей, является вибрационная обработка (ВиО) [1, 2].

Важным технологическим свойством ВиО является гибкая обрабатываемая среда в виде гранулированных частиц – абразивных гранул, обеспечивающих равномерную обработку одновременно всей поверхности достаточно большого количества деталей. Гранулы состоят из абразивного наполнителя и связующего.

Одним из этапов разработки технологического процесса ВиО, оказывающим решающее влияние на достижение требуемых результатов, с точки зрения качества поверхности и производительности, является выбор абразивного наполнителя.

В настоящее время абразивными наполнителями служат традиционные материалы, такие как карбид кремния черный, карбид кремния зеленый, электрокорунд нормальный, электрокорунд белый и другие [3,4]. Природный корунд является дефицитным материалом, а искусственный дорогостоящим.

В связи с этим представляет интерес использование нетрадиционных абразивных материалов, в том числе отходов различных производств. В частности, известно, что в металлургическом производстве шлаки обладают высокими абразивными свойствами и в тоже время не являются дефицитными и дорогостоящими.

Предпринята попытка использовать шлак доменный гранулированный, шлак дробленый и песок в качестве наполнителя абразивного инструмента (гранул) для ВиО.

Сравнительные лабораторные испытания и оценка эффективности разработанных составов абразивных гранул были проведены на вибрационном станке УВГ 4×10 (рис. 1), техническая характеристика которого приведена в таблице 1.

Таблица 1. Техническая характеристика вибрационного станка УВГ 4×10

Наименование	Единицы измерения	Станок УВГ4×10
Объем рабочей камеры	дм <sup>3</sup>	10
Количество рабочих камер	шт	4
Привод колебаний	-	дебалансный
Расположение вибратора	-	горизонтальное
Мощность электродвигателя	кВт	1,1
Амплитуда колебаний	мм	0,5-2,5
Габаритные размеры	м	1,3×0,95×1,37
Частота колебаний	Гц	16,26,33,40
Масса	кг	820
Объем бака отстойника	дм <sup>3</sup>	200

Станок имеет основание 9, сваренное из швеллера. На основании смонтированы рама 8 для закрепления электродвигателя 5, и промежуточная опора 7 с валом 6, передающим вращение от электродвигателя через две эластичные муфты 4 на валу 3 вибратора, закрепленному под виброплощадкой 1. Виброплощадка установлена на четырех винтовых пружинах, опирающихся на основание. На которой можно закрепить одновременно четыре рабочие камеры 2 объемом от 1 до 10 дм<sup>3</sup> каждая. Станок имеет небольшую высоту и устанавливается на подставку, сваренную из уголков. Система подачи смазочно-охла-

ждающей технологической среды (СОТС) состоит из насоса, трубопроводов и бака-отстойника 10.

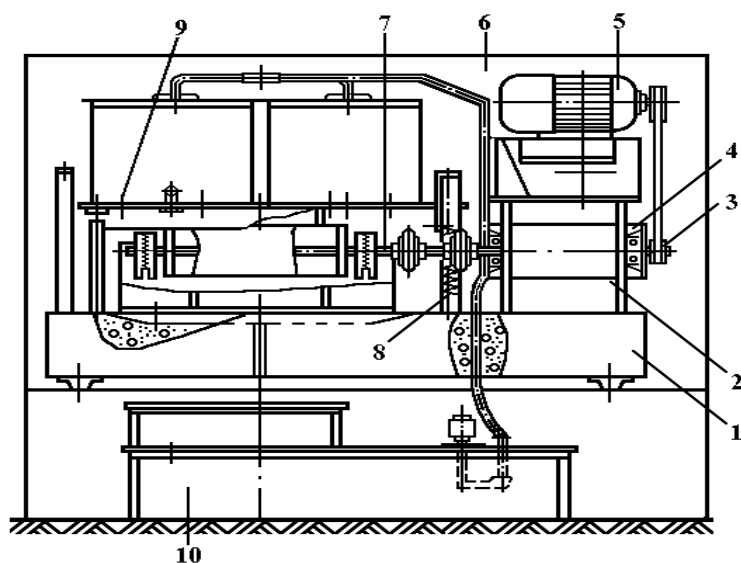


Рис. 1. Схема вибрационного станка УВГ 4x10

Достоинством применяемого оборудования является простота конструкции, удобство в эксплуатации, универсальность. Эксперименты проводились со свободной загрузкой образцов в рабочую камеру. Объем загрузки рабочей среды и деталей (образцов) составлял 80% объема рабочей камеры. Все эксперименты проводились с непрерывной промывкой СОТС.

Регистрация и контроль параметров колебаний вибрационного станка осуществлялись приборами ИШВ-I и ВР-I. Дополнительно частота колебаний регистрировалась по количеству оборотов вала вибратора тахометром модели ИО-30.

Износ образцов и абразивных гранул определяли по потере массы взвешиванием на аналитических весах модели ВЛА-200 и ВЛР-200 с точностью измерения до 0,2 г. Исследование микротвердости поверхностного слоя выполнялись на приборе ПМТ-3. Шероховатость поверхности контролировали при помощи профилографа – профилометра модели 201 завода «Калибр».

Для оценки характеристик субзеренной дислокационной структуры применялся метод обратного рентгеновского микропучка. Использовалась установка АРС-4 с микрофокусной трубкой БСМ-1, размер фокуса которой составлял 50 мкм. Съемка велась в нефльтрованном  $Fe$  - излучении. Анализировалась дифракционная линия  $(220) K_{\alpha}$ .

При выборе материалов образцов для экспериментальных исследований принимались во внимание универсальность и возможности широкого применения результатов исследований для обработки деталей из машиностроительных материалов, которые наиболее часто используются в промышленности. Образцы изготавливались из пруткового, полосового и листового проката, специально отобранного в определенном диапазоне механических свойств (табл. 2.). Образцы обрабатывались на токарном станке по одной из плоских поверхностей с шероховатостью  $R_a = 2,5 \div 3,5$  мкм. Обработке одновременно подвергались по 5 образцов. Перечень и основные характеристики используемых материалов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Материалы образцов, используемые в опытах

№ п/п	Материал образцов	Термообработка	Твердость
1	Сталь 45	Нетермообработанная	HRC 38
2	Сталь 45	Термообработанная	HRC 58
3	Чугун СЧ 18-36	Нетермообработанный	HB 170...180
4	Чугун СЧ 18-36	Термообработанный	HRC 28...32
5	Латунь ЛС 59-1		
6	Бронза Бр А5		
7	Алюминий АОЗ-1		

Для исследования влияния характеристик абразивных гранул на производительность процессов ВиО и шероховатость обработанной поверхности, а также определения их эксплуатационных показателей использовались абразивные гранулы в виде конусов на полимерных связках (табл. 3) размером 15, 20, 25 мм.

Таблица 3. Характеристика абразивных гранул

№ п/п	Вид связующего	Вид абразива	Количество абразива, % масс.
1	Эпоксидная смола ЭД-16	Карбид кремния черный (КЧ) М40	40, 50, 60
2	Компаунд К-115	КЧ М 40	50, 60
3	Отходы полистирола общего назначения ПСС	КЧ М 40	50
4	Метилметакрилат (ММА) с полиметилметакрилатом (ПММА) ММА+ПММА	КЧ М 40	10, 20, 30, 40, 50, 60
5	ММА+ПММА	Электрокорунд нормальный ЭН-10	10, 20, 30, 40, 50, 60
6	ММА+ПММА	Песок (зернистость 6 мкм)	40, 50, 60
7	ММА+ПММА	Шлак доменный гранулированный (зернистость 50 мкм)	40, 50, 60
8	ММА+ПММА	Шлак дробленый для дорожного строительства (зернистость 50 мкм)	40, 50, 60

В качестве СОТС использовались применяющиеся в промышленности составы, обладающие различными физико-химическими свойствами и структурой: 2-х процентный водный раствор кальцинированной соды, силикатная СОТС.

Эксплуатационные характеристики рабочих сред оценивались комплексом показателей [5]:

1. *Режущая способность абразивных гранул.* Величина, равная отношению массы снятого металла с единицы поверхности к длительности обработки при заданных условиях:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^5 Q_{\partial}}{t \cdot \sum_{i=1}^5 S_{\partial}} \left[ \frac{z}{ч \cdot см^2} \right],$$

где  $Q_{\partial}$  – потеря массы образца (детали);  $S_{\partial}$  – площадь поверхности образца (детали), см<sup>2</sup>;

$t$  – время обработки, час.

2. *Износ абразивных гранул.* Величина, равная массе или объему израсходованной рабочей среды (гранул) в единицу времени при заданных условиях:

$$I_a = \frac{Q_a}{t}, \left[ \frac{г}{час} \right],$$

где  $Q_a$  – масса изношенного абразива, г.

3. *Удельный съем металла* (коэффициент эффективности использования абразивной среды). Относительная масса снятого материала с единицы площади к площади поверхности образца:

$$Q_{уд(K_0)} = \frac{\sum_{i=1}^5 Q_{\delta}}{\sum_{i=1}^5 S_{\delta}}, \left[ \frac{г}{см^2} \right].$$

4. *Износостойкость абразивных гранул.* Отношение массы израсходованной рабочей среды (абразивных гранул) за один час к общей первоначальной массе рабочей среды (абразивных гранул) при заданных условиях:

$$U = \frac{P_m}{M_o} \cdot 100, [\%],$$

где  $M_o$  – первоначальная масса абразивных гранул.

5. *Установившаяся шероховатость* – шероховатость поверхности, образовавшаяся после некоторого времени при неизменных условиях обработки и сохраняющаяся при этих условиях в течение дальнейшей обработки. Шероховатость определяется как среднее арифметическое значение по пяти точкам:

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^5 R_{a_i}}{n}, [мкм].$$

Перед испытаниями новые рабочие среды подвергали обгалтовке для вскрытия рабочего слоя инструмента и притупления острых кромок в течение 2-х часов. Все испытания разработанных абразивных гранул проводились с непрерывной промывкой 2%-ным раствором кальцинированной соды.

После каждого эксперимента детали и рабочие среды промывались и просушивались тепловентилятором в течение 30 минут, либо в естественных условиях не менее 10 часов.

Для сравнимости результатов исследования проводились при фиксированных режимах обработки:  $A = 2.5$  мм;  $f = 27$  Гц.

Эксплуатационные показатели определялись как среднее арифметическое значение не менее чем по 3-м опытам.

Для исследования эксплуатационных характеристик поверхностей, обработанных с использованием разработанных составов абразивных сред, были использованы стандарт-

ные машины трения: торцевая машина трения (ГОСТ 9490-75) и СМТ-1 (Гб.2.779.013 ТО, СКБ ИМИТ ПО «Точприбор»).

В качестве смазочной среды при оценке износостойкости образцов, обработанных с использованием различных абразивных сред, использовались смазочные материалы, наиболее широко применяющиеся в промышленности: М-8-А, М-10-Г2(к), индустриальное-20.

Предлагаемая методика позволит в лабораторных условиях оценить эффективность применения разработанных составов абразивного инструмента в сравнении с применяющимися в промышленности.

**Список литературы:** 1. Бабичев А.П., Бабичев И.А. Основы вибрационной технологии. – Ростов н/Д, 1999. – 620 с. 2. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г.Сулова и др. – М.: Машиностроение, 2001. – 937 с. 3. Пат. 2155196 Россия, МКИ<sup>7</sup> С08 J5/14, С08 L25/06, В24 D3/32. Абразивно-полимерная композиция для получения абразивного инструмента / Бабичев А.П., Кравченко Б.В. и др. – № 99122660/04; Заявл. 26.10.99; Опубл. 27.08.00, Бюл. № 24. 4. О возможности использования полистирола в качестве связки для абразивных гранул / Бабичев А.П., Тамаркин М.А. и др. // Труды научно-технической конференции "Машиностроение и техносфера на рубеже XXI века" – Донецк, 1998. – С. 55-59. 5. Тамаркин М.А. Технологические основы оптимизации процессов обработки деталей свободными абразивами: Дис. ... д-ра. техн. наук: 05.02.08. – Ростов н/Д, 1995. – 298 с.

#### МЕТОДИКА ІСПИТІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ АБРАЗИВНИХ ГРАНУЛ ДЛЯ ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ

Малишко І.О., Чурносів А.П.

Розглядається питання про можливість використання відходів металургійного виробництва – шлаків – у якості абразивного наповнювача гранул. Представлено методику проведення лабораторних досліджень по оцінці ефективності застосування абразивного інструмента на основі відходів металургійного виробництва в порівнянні з застосованими в промисловості.

#### МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АБРАЗИВНЫХ ГРАНУЛ ДЛЯ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Малышко И.А., Чурносів А.П.

Рассматривается вопрос о возможности использования отходов металлургического производства – шлаков – в качестве абразивного наполнителя гранул. Представлена методика проведения лабораторных исследований по оценке эффективности применения абразивного инструмента на основе отходов металлургического производства в сравнении с применяющимися в промышленности.

#### METHODS INVESTIGATION OF OPERATIONAL PARAMETERS OF ABRASIVE GRANULES FOR VIBRATIONAL TREATMENT

Malishko I.A., Churnosov A.P.

The question on an opportunity on the basis of metallurgical production – slags – in quality of abrasive instrument application. The technique of realization of laboratory researches is submitted according to efficiency application of the abrasive tool in the basis of metallurgical production wastes in comparison with the samples used in industry are presented.