

УДК 621.923

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКЕ ПЛОСКИХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

канд. техн. наук, доц. А.А. ЛЫСОВ, А.С. АРШИКОВ
(Полоцкий государственный университет)

Исследованы эксплуатационные характеристики алмазного инструмента для обработки плоских твердосплавных поверхностей. Разработан комплексный критерий обрабатываемости, связанный с основными параметрами процесса. Установлена связь между стойкостью алмазного инструмента, отнесенной к линейному износу рабочего слоя круга, соответствующего одному карату израсходованных алмазов, производительностью шлифования и удельным расходом алмазов.

Неравномерность распределения давления и скоростей резания в зоне контакта рабочей поверхности инструмента и обрабатываемой поверхности заготовки, характерная для финишной обработки плоских поверхностей деталей из труднообрабатываемых материалов, приводит к неравномерному износу рабочей поверхности инструмента и потери ею своей геометрической формы. Низкая размерная стойкость инструмента приводит к частым его наладкам и непроизводительному расходу дорогостоящего алмазного слоя, а также является одной из причин нестабильности финишной обработки [1].

Применительно к условиям шлифования различных материалов абразивным и алмазным инструментом за критерий обрабатываемости могут быть приняты производительность, удельный расход абразива, стойкость инструмента между правками, шероховатость поверхности, эффективная мощность и др. Одним из важных показателей, определяющих эффективность алмазного шлифования, является удельный расход алмазов q (мг/см³), который может характеризовать и обрабатываемость различных материалов. Однако он не учитывает такого существенного эксплуатационного свойства инструмента, как стойкость, отражающего не только физическую, но и технико-экономическую сторону процесса. Отметим также, что применение нескольких, отдельно взятых критериев, не всегда оправдывается, так как материал может иметь достаточно высокую обрабатываемость по одному из них и низкую по другому. Это особенно проявляется при шлифовании труднообрабатываемых материалов.

По изложенным причинам возникает необходимость в разработке комплексного критерия обрабатываемости, включающего одновременно нескольких основных критериев, а также связанного с параметрами процесса, что позволит принять во внимание специфические особенности работы алмазного инструмента и выбрать оптимальные условия его эксплуатации при шлифовании материалов заданной марки того или иного класса.

В итоге исследований установлена связь между стойкостью алмазного инструмента T_a (мин), отнесенной к линейному износу рабочего слоя круга, соответствующего одному карату израсходованных алмазов, производительностью шлифования A_v (см³/мин) и удельным расходом алмазов q (мг/см³), которая выражается зависимостью:

$$T_a = 200 / A_v q.$$

Проблема достижения высокой стойкости инструмента в полной мере относится и к обрабатываемости. Поэтому стойкость T_a (мин/карат) может быть использована в качестве комплексного критерия обрабатываемости, если один из исследуемых материалов, получивший наибольшее распространение в промышленности, считать эталонным, а в качестве ограничивающих факторов принять шероховатость поверхности, себестоимость съема 1 см³ материала и мощность шлифования.

Производительность A_v при торцевом шлифовании обуславливается главным образом глубиной резания и окружной скоростью круга V_0 , с ростом которой значительно снижается удельная работа. Следовательно, при прочих одинаковых условиях в качестве параметра, определяющего A_v , может быть принята окружная скорость V_0 , в зависимости от которой находится удельный расход алмазов q , а также шероховатость поверхности и себестоимость съема 1 см³ материала. С учетом этого обрабатываемость материалов оценивали, увеличивая V_0 от 1 до 30 м/мин, что соответствовало повышению производительности от 6 до 180 мм²/мин. В качестве ограничивающего фактора была принята эффективная мощность шлифования, которая не превышала 3 кВт.

Параметр шероховатости R_a , с одной стороны, определяет оптимальные условия обработки, обеспечивающие максимальную чистоту поверхности, а с другой стороны – ограничивает производительность A_v , а значит и критерий T_a , по которому можно судить об обрабатываемости при работе в оптимальных условиях.

Экспериментальная оценка обрабатываемости по критерию T_a , режущей способности разработанного инструмента, эффективной мощности резания проводилась на модернизированном станке модификации МН18Н. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1. На столе 1 установлен электрический тензорезисторный динамометр 2 модификации УДМ-1200, включенный в измерительную схему 3, с помощью которого фиксировали осевую нагрузку в процессе резания. В приспособлении 4 устанавливали образцы 5 в виде стальных дисков Ø 80 мм с наплавленным износостойким слоем толщиной 3 - 4 мм.

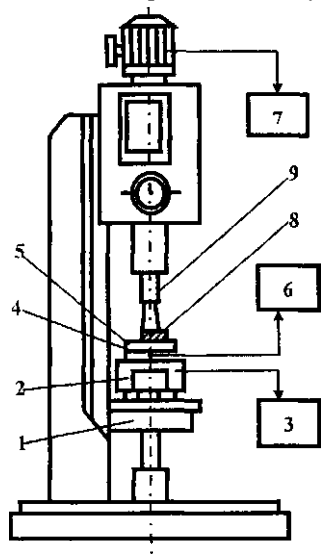


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- 1 - стол; 2 - динамометр; 3 - регистратор;
4 - установочное приспособление;
5 - образец; 6 - потенциометр;
7 - ваттметр; 8 - инструмент; 9 - шпиндель

Температуру в зоне обработки фиксировали с помощью хромель-алюмелевой термопары, помещенной на расстоянии 0,5 мм от поверхности образца и соединенной с регистратором термотокков в модели КСП-15. Мощность резания замерялась ваттметром 7, включенным в цепь главного привода сверлильного станка.

Обработка производилась специальным инструментом, выполненным в виде оправки 8 и установленным в шпинделе станка 9.

На рис. 2 изображен эскиз инструмента-оправки, состоящей из корпуса 1, в который запрессована бронзовая втулка-подшипник 2. На торцевой поверхности стержня 3 винтом 4 закреплялся диск 5 с алмазным элементом в виде полого цилиндра 6. Втулка-подшипник запрессована в корпусе 1 со смещением на размер «а» для придания алмазному элементу дополнительного вращательного движения вокруг своей оси за счет сил резания и трения, возникавших в месте контакта с обрабатываемой поверхностью. В результате наложения двух движений увеличивается производительность

обработки и достигается минимальное отклонение от плоскостности. Для исключения прихватавания

в пространство между торцом стержня 3 и корпуса 1 помещался шарик 7 с упругим элементом 8 в виде полиуретанового столбика.

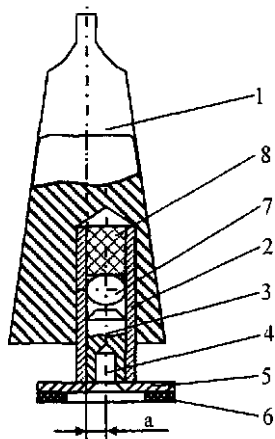


Рис. 2. Эскиз оправки:

- 1 - корпус; 2 - втулка-подшипник;
3 - стержень; 4 - винт; 5 - диск;
6 - алмазный элемент; 7 - шарик;
8 - упругий элемент

На рис. 3 показана оправка, установленная в шпиндель станка. Алмазные элементы изготавливались в виде колец с размерами: наружный диаметр 50 - 110 мм; внутренний диаметр 44 - 100 мм; толщина 5-7 мм. Алмазный порошок марок АС6, АС 15 с зернистостью 400/315 до 50/40. Алмазный элемент и обрабатываемый образец протирали марлевой салфеткой, смоченной в ацетоне ГОСТ 2768-79, затем просушивали в термостате при температуре 80 - 100 °С в течение 10 мин, а затем взвешивали на аналитических весах НДВ-200 Н. После шлифования образец и алмазный элемент протирали, подсушивали, а затем взвешивали. Шероховатость поверхности образца измеряли на профилометре модели 233 завода «Калибр».

Удельный расход алмазов, мг/см³, определяли по формуле:

$$q = \left(\frac{G_k}{G_m} \right) \cdot 12 \cdot 6 \cdot \alpha,$$

где G_k – износ алмазного слоя кольцевого элемента, мг; G_m – масса материала, сошлифованного за период обработки, г; α – коэффициент, определяемый как отношение массы алмазов к массе алмазного слоя.

Коэффициент α выбирался в зависимости от типа связки, марки алмазного порошка, его зернистости и относительной концентрации алмаза в соответствии со стандартом (ГОСТ 9206-70).

Режущую способность алмазного инструмента определяем по формуле:

$$Av = \frac{1000}{12 \cdot 6 \cdot T},$$

где T – время резания (машинное), мин.

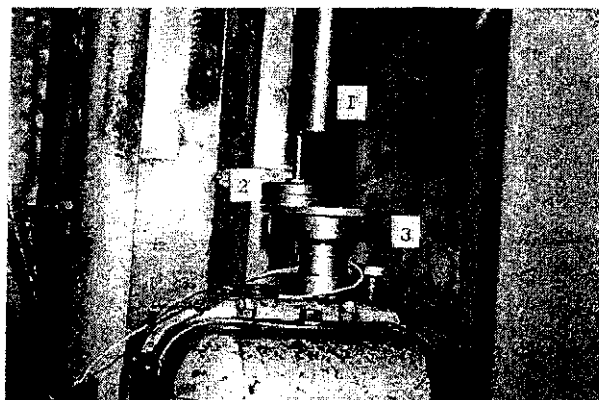


Рис. 3. Вид оправки-инструмента:
1 - шпиндель; 2 - оправка-инструмент; 3 - обрабатываемый образец

Структурные исследования алмазного инструмента и характера обрабатываемой поверхности производили на металлографическом микроскопе МИМ-7 при увеличении $\times 130$ и $\times 300$.

Установлено, что с увеличением окружной скорости V_0 расход алмазов при шлифовании наплавленных материалов повышается, что объясняется соответствующим увеличению поперечного среза за один оборот круга и ростом работы резания (таблица).

Удельный расход алмазов, мг/см^3 , при шлифовании наплавленных материалов в зависимости от V_0

V_0	ПГ-СРЗ	90ХРГС	450Х22Б7М7В2Ф
1	1,3	4,2	16,6
3	1,5	6,9	19,1
5	1,8	13,3	22,8
7	2,2	17,1	24,9
9	4,0	19,0	25,9
11	5,3	23,1	29,1

При оценке обрабатываемости по критерию T в зависимости от производительности (рис. 4) можно заключить, что наихудшая обрабатываемость характерна для материала 450Х22Б7М7В2Ф, содержащего карбидообразующие элементы вольфрама, ниобия и молибдена.

Наилучшей обрабатываемостью обладает наплавленный материал ПГ-СРЗ, содержащий большую долю никеля. Обрабатываемость материала 90ХРГС занимает промежуточное положение. Это следует отнести за счет содержания в нем железа, не снижающего обрабатываемости, наличие серы, улучшающей обрабатываемость.

Как отмечалось ранее, в качестве ограничивающих факторов при выборе оптимальных условий шлифования может быть принята шероховатость поверхности материала. Внешний вид шлифованной поверхности детали, наплавленной ПГ СР-3, представлен на рис. 5.

Все эти факторы следует учитывать при выборе оптимальных условий работы алмазного инструмента в зависимости от шероховатости и других параметров обработки.

Производственные испытания алмазного инструмента проведенные в условиях ремонтного производства ОАО «Нафтан» при восстановительном ремонте запорно-регулирующей арматуры с наплавленными уплотнительными поверхностями показали его высокую режущую способность, повышение производительности на 20 %, снижение расхода алмазного сырья на 30 %, уменьшение сил резания и тепловыделения на 30 - 60 % [2].

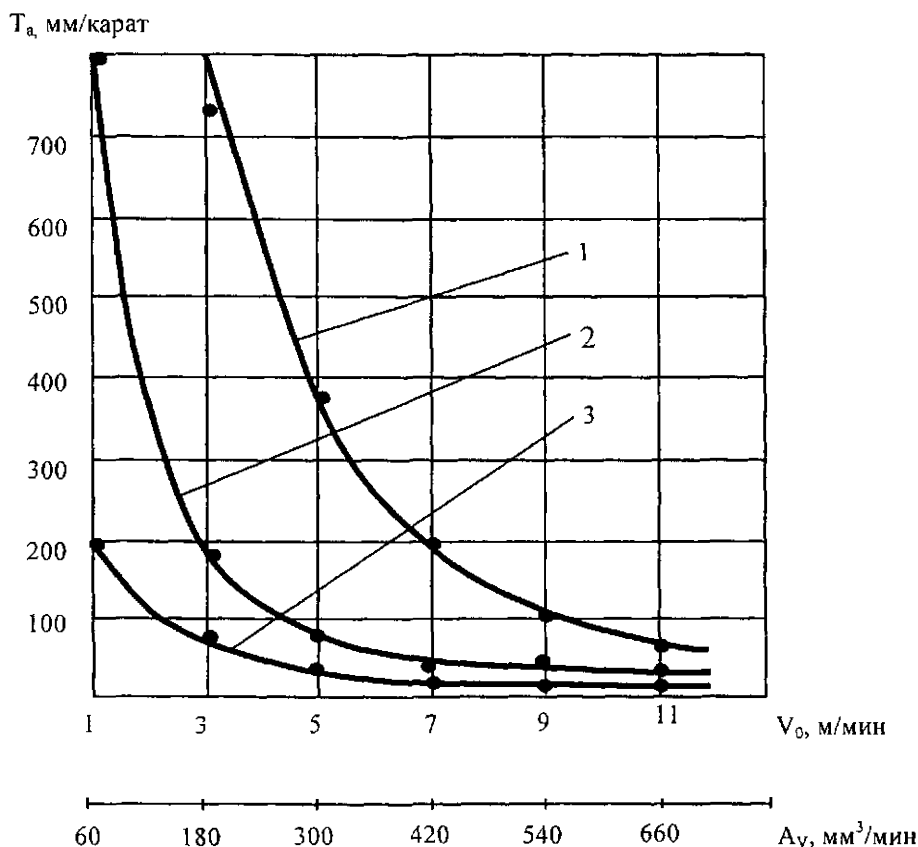


Рис. 4. Зависимость стойкости инструмента T_a от производительности A_v и окружной скорости V_0 , при шлифовании наплавочных материалов:
1 – ПГ-СРЗ; 2 – 90ХРГС; 3 – 450Х22Б7М7Б2Ф

а)

б)

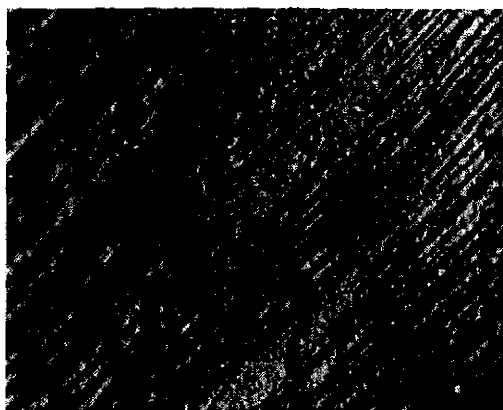


Рис. 5. Внешний вид шлифованной поверхности (x 100):
а - зернистость 300/250; б - зернистость 80/63

ЛИТЕРАТУРА

1. Интеллектуальное производство; состояние и перспективы развития / Под общ. ред. МЛ. Хефеца и Б.П. Чемисова. - Новополоцк: ПГУ, 2002. - С. 147 - 155,
2. Технологические аспекты восстановительного ремонта нефтехимической арматуры высоких параметров / А.С. Аршиков, А.А. Лысов, А.Ф. Шутин, В.Н. Киктев // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: Сб. научн. тр. / Под ред. С.А. Астапчика, П.А. Витязя. - Мн.: Технопринт; Новополоцк: ПГУ, 2001. - С. 655 - 657.