THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO OPTIMIZE THE OPERATION OF HYBRID POWER SYSTEMS WITH HYDROGEN ENERGY STORAGE

A.I. Zainidinov, V.D. Sandakov

Kazan State Power Engineering University,
Kazan, Russia

The article discusses modern approaches to the application of artificial intelligence methods to optimize the functioning of hybrid energy systems integrating renewable energy sources and hydrogen storage systems. The analysis of the main directions of using AI is carried out: forecasting generation and consumption, intelligent control of energy flows, joint optimization of power and operating modes of storage devices. Particular attention is paid to hybrid algorithms that combine deep learning with mathematical programming and heuristic optimization methods.

Keywords: artificial intelligence, hybrid power systems, hydrogen energy storage, machine learning, deep reinforcement learning.

УДК 621.923

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛА ПРИ ВЕРШИНЕ ЗЕРНА ПРОФИЛЬНОГО АЛМАЗНОГО КРУГА НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ

А.Е. Зверовщиков, Ю.Н. Кошелева, А.А. Кривозубов, А.А. Петрякова

Пензенский государственный университет,
г. Пенза, Россия

Глубинное шлифование профильными алмазными кругами является эффективным методом обработки твердосплавных изделий. Данный метод широко применяется при заточке фасонного твердосплавного режущего инструмента. Высокие температуры в зоне обработки негативно сказываются на качестве поверхностей обрабатываемых изделий. Тепловыделение в зоне обработки определяется прежде всего силами резания. Для расчета сил резания единичным зерном необходимо знать значение угла при вершине алмазного зерна. В статье представлены результаты измерения угла при вершине алмазного зерна, а также сделаны выводы о возможности использования результатов измерений для расчета сил резания.

Ключевые слова: глубинное шлифование профильными алмазными кругами, угол при вершине зерна, сила резания единичным зерном.

Профильное алмазное глубинное шлифование кругами на металлических связках является перспективным методом обработки изделий из

труднообрабатываемых материалов [1]. Данный метод широко применяется при заточке фасонного твердосплавного инструмента. Повышенные температуры, возникающие в зоне резания, негативно влияют на качество обработанных изделий [2]. Поэтому исследование температур, возникающих в зоне обработки, и сил резания является важной задачей.

Для расчета сил резания единичным зерном важной задачей является исследование формы алмазного зерна и определение угла при вершине зерна [3].

Алмазное зерно представляет собой кристалл неправильной формы. В работах представителей различных школ, изучающих процесс резания единичным зерном [4,5], абразивные зерна аппроксимировались разными геометрическими фигурами: шарами, пирамидами, различными поверхностями вращения, вариационными многогранниками [4]. Однако, для определения силы резания единичным зерном [3] важно знать угол при вершине зерна. Согласно ГОСТ [6] на алмазные порошки основной массив зерен представлен изометрическими зернами.

Для изучения формы алмазного зерна исследован алмазный профильный круг с маркой зерен АС6, зернистостью 125/100, концентрация алмазов 100%. Исследования проводились на электронном микроскопе Insein Li Fung 500X , максимальное увеличение 100 крат. Фотографии алмазных зерен круга зернистостью 125/100 представлены на рисунке 1.

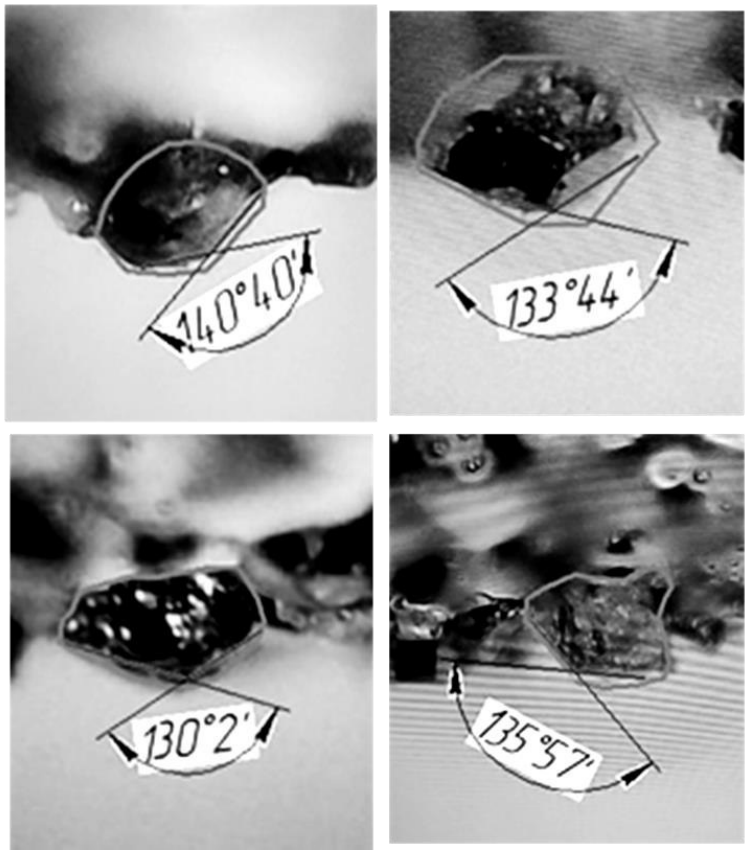


Рисунок 1 – Фрагмент поверхности круга с зернистостью алмазных зерен 125/100 (увеличение 100х

Результаты измерения угла при вершине зерна представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Измерения угла при вершине алмазного зерна для круга зернистостью 125/100

N зерна	Угол при вершине зерна, 0	N зерна	Угол при вершине зерна, 0
1	140	26	149
2	150	27	148
3	124	28	165
4	161	29	140
5	139	30	155
6	141	31	135
7	153	32	140
8	134	33	132
9	144	34	130
10	119	35	156
11	132	36	145
12	161	37	130
13	124	38	148
14	103	39	138
15	128	40	141
16	130	41	133
17	127	42	139
18	139	43	132
19	137	44	144
20	140	45	143
21	123	46	137
22	163	47	141
23	140	48	148
24	132	49	130
25	144	50	139
Среднее 139,3200, дисперсия S^2=139,0721, стандартное отклонение S=11,79, доверительный интервал $\Delta ai = \pm 3,27$			

На основании измерений (таблица 1) можно сделать вывод, что угол при вершине зерна составляет 130-1500, что коррелирует с известными данными [6]. Средний угол при вершине зерна для круга зернистостью 125/100 составил 139,3200 с доверительным интервалом 139,3200±3,27 [7].

Полученные результаты позволяют сделать заключение, что для учета формы алмазного зерна при расчете сил резания единичным зерном [3], можно принять значение угла при вершине зерна 1400.

Список использованных источников

1. Абдулгазис Д.У., Абдулгазис У.А., Братан С.М. Оценка целесообразности применения алмазных шлифовальных кругов для обработки твердых сплавов в режиме глубинного шлифования// Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2022. – №3 (77). – с. 123-128.

2. Безъязычный В.Ф., Голованов Д.С. Качество поверхностного слоя деталей из титановых сплавов при глубинном шлифовании// Вестник РГТА имени П.А. Соловьева. 2017. N3(42) с. 65-69.

3. Воячек И.И., Кошелева Ю.Н. Определение сил резания при глубинном алмазном шлифовании. – Современные проблемы машиностроения: труды VI Международной научно-технической конференции; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011., с. 243-245.

4. Зверовщиков А.Е. Технологическое обеспечение качества поверхностей деталей при многофункциональной центробежно-планетарной объемной обработке: диссертация доктора технических наук: 05.02.08, 05.02.07 / Зверовщиков Александр Евгеньевич; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т]. – Пенза, 2013. – 566 с.

5. Федотов В.В. Повышение эффективности шлифования цементированных заготовок путем выбора рационального режима обработки и характеристики абразивного круга: дис. кандидата технических наук: Волгоград, 2025, 244 с.

6. ГОСТ 9206-80 Порошки алмазные. Технические условия. М.- 1980, 55 с.

7. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. – Москва: Машиностроение, 1981. – 184 с.

STUDY OF THE ANGLE AT THE TOP OF A PROFILE DIAMOND CIRCLE ON A METAL LINK

A.E. Zverovshchikov, Yu.N. Kosheleva, A.A. Krivozubov, and A.A. Petryakova

Penza State University,
Penza, Russia

Deep grinding with profile diamond wheels is an effective method of processing hard alloy products. This method is widely used for sharpening shaped hard alloy cutting tools. High temperatures in the processing zone have a negative impact on the quality of the surfaces of the processed products. The heat generation in the processing zone is primarily determined by the cutting forces. To calculate the cutting forces of a single grain, it is necessary to know the value of the angle at the apex of the diamond grain. The article presents the results of measuring the angle at the apex of the diamond grain and concludes that the measurement results can be used to calculate the cutting forces.

Keywords: deep grinding with profile diamond wheels, grain apex angle, single grain cutting force.