

УДК 621.923

*А.В. РУДНЕВ*, Харьков, Украина

## **ИНЖИНИРИНГ КАЧЕСТВА ШЛИФОВАНИЯ ЛЕЗВИЙНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ АТПМ**

Представлені результати досліджень і аналіз інжинірингу якості дрібнозернистих алмазно-твердосплавних пластин після алмазно-іскрового шліфування. Показано, що вартісна оцінка якості є важливим фактором при оцінці технологій і способів виготовлення виробів.

**Ключові слова:** аналіз якості, дрібнозернисті алмазно-твердосплавні пластини

Представлены результаты исследований и анализ инжиниринга качества мелкозернистых алмазно-твёрдосплавных пластин после алмазно-искрового шлифования. Показано, что стоимостная оценка качества является важным фактором при оценке технологий и способов изготовления изделий.

**Ключевые слова:** анализ качества, мелкозернистые алмазно-твёрдосплавные пластины

The results of the research and the quality of the engineering analysis of fine-grained diamond-carbide inserts after the diamond-spark grinding. It is shown that the valuation of quality is an important factor in the evaluation of technologies and methods for the manufacture of products.

**Keywords:** quality analysis, fine-grained diamond-carbide inserts

Лезвийний інструмент із сверхтвёрдих матеріалів знаходить широке застосування в різних галузях промисловості. Особливий інтерес при цьому представляє алмазний інструмент, що використовується на чистових і фінішних операціях, до яких пред'являються підвищені вимоги до точності і якості. Показателями якості інструмента при оцінці різних умов шліфування прийнято вважати шорсткість поверхні, радіус округлення і шорсткість режущої кромки, міцність кромки при мікроскальванні, фізичний стан поверхневого шару. Відмічені показники якості шліфованих поверхностей не однозначно впливають на передбачувану працездатність (стійкість) заточеного інструмента. Тому вважається, що оцінка працездатності по інших критеріям вимагає певного підходу.

Оцінка, порівняння і аналіз якісних характеристик виробів і інструмента в економічному вираженні є перспективним напрямком. Особливо важливо оцінювати надійність інструмента в економічному вираженні при створенні і появі нових інструментальних матеріалів, які повинні забезпечувати по своїм фізико-механічним властивостям і хімічному складу потреби відповідного технологічного укладу. Споживачеві цікаво надійність

приобретенной продукции, экономическая целесообразность её применения. Проблему качественного результата следует рассматривать не только и даже не столько при изготовлении изделий и инструмента, сколько в процессе их эксплуатации.

Здесь может быть весьма полезна концепция инжиниринга качества, предложенная Г. Тагути [1].

Главное в философии Тагути – это повышение качества с одновременным снижением расходов. При этом экономический фактор (стоимость) и качество анализируются совместно и таким образом связываются общей характеристикой, называемой функцией потерь. При анализе важно рассматривать потери, как со стороны потребителя, так и со стороны производителя.

Существует множество подходов, реализующих идею инжиниринга качества. Основной же его идеей следует считать необходимость постоянного совершенствования процессов и как следствие качества продукции. Согласно методу Тагути, качество не должно рассматриваться как мера соответствия требованиям стандартов, т.к. зачастую не просто требуется факт нахождения показателя в пределах допуска, а учёт фактора неравноценности значений показателя внутри допуска.

Основываясь на идее инжиниринга качества, был проведен анализ исследуемого процесса шлифования пластин АТПМ и работоспособности инструмента из них. Для этого целесообразно рассмотреть важнейшие составляющие суммарной технологической себестоимости, т.е. необходимо учесть стоимость обработки (заточки) режущего инструмента и стоимость его эксплуатации. Суммарная технологическая себестоимость выступает в данном случае в качестве интегрального показателя качества [2], который можно сравнить с функцией надёжности Тагути.

Для оценки реального состояния инструмента после шлифования в условиях эксплуатации, что важно для потребителя, применяются критерий, который оценивает интегральный показатель качества. Этот критерий учитывает стойкость инструмента, характеризуемую длиной пути резания в метрах ( $L$ , м) и соответственно себестоимость механической обработки резанием, а также удельную себестоимость шлифования и представляет собой суммарную технологическую себестоимость ( $C_m$ , коп/мин). Таким образом, фактически оценивается надёжность инструмента в стоимостном выражении.

Стойкость, выраженная длиной пути резания, выбрана в качестве критерия оптимизации. Во многих случаях, особенно после шлифования инструментов по жёсткой схеме, оптимальные режимы и характеристики кругов, обеспечивающие минимальную удельную себестоимость шлифования, необходимо корректировать с учётом стойкости инструмента.

Технологическая себестоимость рассчитывалась по известной методике [3]. Формула для технологической себестоимости ( $C_m$ , коп/мин) имеет вид:

$$C_m = 70,79 + \frac{16100 \cdot V}{4L} + \frac{1,9C_{ш} \cdot V}{4L}.$$

где  $C_{ш}$  – удельная себестоимость шлифования (заточки), коп/см<sup>3</sup>;

$L$  – длина пути резания, м.

Таким образом, изменение технологической себестоимости определяется влиянием двух факторов – себестоимостью шлифования и стойкостью инструмента. Стойкость инструмента зависит от условий шлифования и геометрии заточки.

Заточка резцов проводилась на универсально–заточном станке модели 3Д642Е, модернизированном для обработки методом алмазно–искрового шлифования (АИШ). Шлифование осуществлялось с обратной полярностью подсоединением положительного полюса источника питания к алмазному кругу, а отрицательного – к обрабатываемому материалу. Источником питания являлся специальный генератор импульсов. Электрические режимы составляли: величина технологического тока  $I_{ср} = 5A$ , частота электроимпульсов  $f = 44$  кГц, скважность  $n_{скв} = 2$ .

Пластины шлифовались кругом 12А2 АС6 100/80 М1-01 4. Скорость резания составляла 25 м/с.

Поскольку при постоянной геометрии инструмента наиболее существенное влияние на его стойкость оказывают механические режимы шлифования и, прежде всего, поперечная подача ( $S_{поп}$ , мм/дв.ход), от которой в значительной степени зависит производительность и себестоимость обработки, то поперечная подача была принята в качестве варьируемого фактора ( $S_{поп} = 0,005 - 0,011$  мм/дв.ход).

Стойкостные испытания проводились на токарно-винторезном станке модели 16К20. При проведении стойкостных испытаний заточенных на различных режимах резцов, в качестве обрабатываемого материала принят алюминиевый сплав марки АЛ26, содержащий 14,5% кремния (по данным лаборатории ОАО «Автрамат»). При обработке материалов этой группы (медные и алюминиевые сплавы с твёрдыми включениями) обнаруживается медленный регулярный износ инструмента, который носит усталостно-механический характер [4]. Износ здесь не связан с температурой в зоне резания, так как её уровень низкий.

Скорость резания выбиралась по рекомендациям [4] и была принята равной 3 м/с (180 м/мин). Глубина резания – 0,1 мм. В качестве варьируемого фактора при точении была принята подача  $S_0 = 0,1 - 0,3$  мм/об.

Критерием износа резца был принят износ по задней поверхности равный 0,1 мм.

Длина пути резания рассчитывалась по формуле:

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot S} \cdot i, \text{ м}$$

где D – диаметр заготовки, мм; l – длина заготовки, мм;  
S – подача, мм/об; i – число проходов.

Имея данные стойкостных испытаний, рассчитаем технологическую себестоимость. Результаты расчетов приведены в табл.

Таблица - Зависимость технологической себестоимости (Ст) от длины пути резания (L, м)

S, мм/об	Споп, мм/дв.х	L, м	Ст
0,1	0,005	4100	95,486
	0,008	3700	98,130
	0,011	3250	101,883
0,2	0,005	4000	96,104
	0,008	3550	99,286
	0,011	3100	103,388
0,3	0,005	3900	96,753
	0,008	3450	100,112
	0,011	3000	104,474

С ростом поперечной подачи в диапазоне 0,005...0,011 мм/дв.ход одновременно растёт производительность заточки, что приводит к снижению технологической себестоимости. Однако при этом стойкость обработанных пластин резко снижается.

Как показывает анализ таблицы, максимуму технологической себестоимости (минимальная поперечная подача при заточке инструмента) соответствует максимальная стойкость пластин и, соответственно, минимальная технологическая себестоимость.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что дополнительные затраты при заточке лезвийного инструмента перекрываются экономией при эксплуатации его у потребителя. Иными словами, качество обработки инструмента является доминирующим экономическим критерием при его изготовлении.

На основании изложенного можно утверждать, что качественные характеристики процессов обработки можно определять в стоимостном выражении, и следовательно стоимостная оценка качества несомненно является важным фактором при сравнительной оценке различных технологий и способов изготовления изделий.

**Список литературы:** 1. Ланидус В. А. Гуру менеджмента качества и их концепции: Э. Деминг, Дж. Джуран, Ф. Кросби, К. Исикава, А. Фейгенбаум, Т. Тагути / Ланидус В. А. // <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/mech/tsunikova/library/2.htm>. 2. Узунян М. Д. Инжиниринг

качества шлифования / *Узунян М. Д.* // Резание и инструмент в технологических системах. – 2005. – Вып. 69. – С. 329 – 334. 3. *Крючков В.Я.* Технологическая себестоимость обработки инструментами из безвольфрамовых твердых сплавов / *Крючков В.Я., Узунян М. Д.* //Сб. докл. всесоюзн. науч.-техн. конф.: Перспективы развития резания конструкционных материалов. – М., 1980. – с. 226–232. 4. Лезвийный инструмент из сверхтвёрдых материалов: Справочник / *Н. П. Винников, А. И. Грабченко, Э. И. Гриценко и др.*; Под общ. ред. акад. АН УССР Н. В. Новикова. – К.: Тэхніка, 1988. — 118 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Lapidus V. A.* Guru menedzhmenta kachestva i ih koncepcii: *Je. Deming, Dzj. Dzhuran, F. Krosbi, K. Isikava, A. Fejgenbaum, T. Taguti / Lapidus V. A.* // <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/mech/tsunikova/library/2.htm>. 2. *Uzunjan M. D.* Inzhiniring kachestva shlifovanija / *Uzunjan M. D.* // Rezanie i instrument v tehnologicheskikh sistemah. – 2005. – Вып. 69. – С. 329 – 334. 3. *Krjuchkov V. Ja.* Tehnologicheskaja sebestoimost' obrabotki instrumentami iz bezvol'framovyh tverdyyh spлавov / *Krjuchkov V. Ja., Uzunjan M. D.* //Sb. dokl. vsesojuzn. науч.-tehn. конф.: Perspektivy razvitija rezanija konstrukcionnyh materialov. – М., 1980. – с. 226–232. 4. Lezviyjnyj instrument iz sverhtvjordyyh materialov: Spravochnik / *N. P. Vinnikov, A. I. Grabchenko, Je. I. Gricenko i dr.*; Pod obshh. red. akad. AN USSR N. V. Novikova. – К.: Тjehnika, 1988. — 118 s.