

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ОБРАЗЦАМИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ (СРАВНЕНИЯ)

Усовершенствована методика качественного контроля шероховатости поверхностей, обработанных резанием, с помощью образцов шероховатости поверхности (сравнения), которая учитывает влияние химсостава и структуры материала заготовки. Выполнена аттестация образцов, воспроизводящих точение, доказавшая возможность их эффективного использования для технологического контроля.

Ключевые слова: труднообрабатываемые материалы, шероховатость, образцы шероховатости поверхности (сравнения), аттестация.

Удосконалено методику якісного контролю шорсткості поверхонь, оброблених різанням, за допомогою зразків шорсткості поверхні (зрівняння), яка враховує вплив хімічного складу та структури матеріалу заготовки. Виконана аттестация зразків, що відтворюють точіння, що довела можливість їх ефективного використання для технологічного контролю.

Ключові слова: важкооброблювані матеріали, шорсткість, зразки шорсткості поверхні (порівняння), аттестация

Improved method of quality control of surface roughness, cutting processed by the roughness of samples of surface (comparison), which takes into account the influence of the chemical composition and structure of the workpiece material. Meet the following qualification samples, which reproducing by whetting, to prove their effective use for process control.

Key words: hard materials, surface roughness, the surface roughness of the samples (comparison), certification

1. Введение

При изготовлении деталей на металлорежущих станках для межоперационного и окончательного контроля шероховатости поверхностей, наибольшее распространение получил качественный метод контроля с помощью стандартизированных образцов шероховатости поверхностей (сравнения) в виде наборов из нескольких образцов, изготовленных из сырой и закаленной стали и чугуна [1,2].

Шероховатость поверхностей деталей, изготовленных из высоколегированных (труднообрабатываемых) материалов для транспортного и энергетического машиностроения контролируется более сложным и трудоемким шуповым методом, так как применение качественного метода не обеспечивает достоверность контроля из-за существенного влияния на формирование микрорельефа химсостава и структуры материала [3].

2. Целью статьи является усовершенствование качественного метода контроля шероховатости для возможности технологического (межоперационного) контроля шероховатости поверхностей деталей из труднообрабатываемых материалов.

3. Разрешение проблемы. Рассматривается на примере обработки наружных поверхностей точением.

Операционный контроль шероховатости позволяет осуществить метрологическое обеспечение стабильности технологической наследственности для достижения запланированного при проектировании параметра качества поверхностного слоя детали (шероховатости), необходимого для эксплуатации. Установлено, что при обработке лезвийным инструментом на формирование шероховатости оказывает влияние значительное количество технологических факторов (параметров обработки), главными из которых являются: режимы резания; геометрия, микронеровность режущих кромок инструмента и его материал; жесткость технологической системы; СОЖ; химический состав и структура обрабатываемого материала [3,4].

С целью оптимизации режимов резания и других параметров обработки резанием труднообрабатываемых материалов, осуществлена их классификация [5], в основу которой положен химсостав и структура материала. Для этого труднообрабатываемые материалы разделены на восемь групп, в каждой из которых

объединены материалы примерно одинакового химического состава, с одинаковыми механическими свойствами и близкой обрабатываемостью резанием (табл. 1). Для обработки точением труднообрабатываемых материалов предусматривают следующие виды обработки заготовок: грубый (по корке при наличии большого биения, раковин и окалины); предвари-

тельный (после грубого до термической или до чистовой обработки); получистовой (под окончательную обработку других видов); чистовой (промежуточный под более точную обработку или окончательный с достижением точности по 5-8 квалитетам). При этом обеспечивается шероховатость в интервале от $R_z = 40$ до $R_a = 1,25$ мкм.[5].

Таблица 1

Классификация труднообрабатываемых материалов

№ групп	Характеристика материалов	Материал - представитель	
		Марка	Коэффициент обрабатываемости по отношению к стали 45
I	Теплостойкие хромистые, хромоникелевые и хромомolibденовые стали перлитного, мартенситно – ферритного и мартенситного классов	34ХН3М	1,0
II	Коррозионно – стойкие хромистые и сложнолегированные стали ферритного, мартенситно – ферритного и мартенситного классов	14Х17Н2	0,5
III	Коррозионно – стойкие, кислотостойкие, жаропрочные хромоникелевые стали аустенитного, аустенитно – ферритного и аустенитно – мартенситного классов	12Х18Н10Т	0,5
IV	Жаропрочные, жаростойкие, кислотостойкие хромоникелевые, хромоникельмарганцевистые сложнолегированные стали аустенитного и ферритного классов	10Х11Н23Т3МР – ВД (ЭП33 ВД)	0,23
V	Жаропрочные деформируемые сплавы на железоникелевой и никелевой основах	ХН60МВТЮ	0,08
VI	Окалиностойкие и жаропрочные литейные сплавы на никелевой и хромовой основе	ХН67ВМТЮЛ	0,05
VII	Сплавы на титановой основе	ВТЛ - 1	0,28
VIII	Высокопрочные стали		
	А. Легированные стали	33Х3СНМВФА	0,18
	Б. Дисперсионно – твердеющие стали	Н18К9М5Т	0,5

В каждой из восьми групп все параметры обработки являются постоянными, следовательно, будет одинаковым и микрорельеф, сформированной в результате обработки резанием.

Следовательно, если из каждой группы выбрать материал – представитель и изготовить из него образцы шероховатости поверхности (сравнения) для каждого вида обработки, то образцы – представители обеспечат определенность контроля шероховатости поверхности из любого материала данной группы.

Образцом – представителем может быть тот, который наиболее часто применяется в конкретном производстве, а сами образцы, по видам обработки, и соответствующим им номинальным значениям шероховатости по параметру R_a , могут быть сформированы в необходимые наборы. Например, для газотурбостроения представителем IV группы может быть сталь 10Х11Н23Т3МР-ВД (ЭП33 ВД), а VI группы – сплав на никелевой и хромовой основах ХН67ВМТЮЛ (табл. 1). Кроме того, разработка новых труднообрабатываемых материалов, обеспечивающих технических

прогресс, например, ХН58КВТЮМБЛ-ВИ (ЧС104-ВИ) [6], дает возможность отнести данные материалы по химсоставу и структуре к одной из групп (в данном случае к VI) (табл. 1) и не изготавливать новые наборы образцов шероховатости поверхностей (сравнения).

Для подтверждения возможности осуществления контроля шероховатости деталей из труднообрабатываемых материалов был изготовлен набор из четырех образцов шероховатости поверхности (сравнения) из стали 10Х11Н23Т3МР – ВД с учетом требования ГОСТ 9378-98. Рабочие поверхности образцов были воспроизведены точением цилиндрических выпуклых поверхностей с прямолинейным расположением неровностей. Обеспечение номинальных значений шероховатости $R_{аном}$ равных 10; 5; 2,5; 1,25 мкм для различных видов точения достигалось выбором режимов резания из [5] для IV группы обрабатываемости (табл.2) и корректировались за счет изменения подачи на основании зависимости [4]:

$$\Delta S = \sqrt{2\Delta R_a} \tag{1}$$

Таблица 2

Параметры обработки образцов шероховатости (сравнения)

№ Образца п/п	Виды обработки точением	Номинальное значение шероховатости R_a , мкм	Материал режущей части резца	Режимы резания		
				Глубина резания, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V, м/мин
1	Предварительный	10,00	ВК6М	3,0	0,5	27,27
2	Получистовой	5,00	ВК6М	1,0	0,3	42,00
3	Чистовой	2,50	ВК6М	0,5	0,15	57,00
4	Чистовой с малыми подачами	1,25	ВК3М	0,3	0,04	37,50

В соответствии с государственной поверочной схемой [7], изготовленные образцы шероховатости (сравнения) были проаттестованы по процедуре [8] с определением метрологических характеристик по формулам:

1. Отклонение δ среднего значения параметра $\overline{R_a}$ рабочей поверхности образца от номинального $R_{a\text{ ном}}$ в процентах:

$$\delta = \frac{\overline{R_a} - R_{a\text{ ном}}}{R_{a\text{ ном}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $\overline{R_a} = \frac{\sum_{i=1}^N R_{ai}}{N}$ – среднее значение параметра R_a ;

N – число участков измерения.

2. Оценка S среднеквадратичного отклонения σ в процентах:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N R_{ai}^2 - N \cdot \overline{R_a}^2}{N - 1}} \cdot 100\% \quad (3)$$

3. Значение σ_n – среднеквадратичного отклонения, приведенного к нормированной длине трассы ошупывания при измерении:

$$\sigma_n = \frac{\sigma}{\sqrt{K}}, \quad (4)$$

где σ – допустимое значение среднеквадратичного отклонения, которое для точения равно 4 [2];

k – коэффициент, учитывающий длину трассы интегрирования; при этом

$$K = \frac{n_1}{n_0}, \quad (5)$$

где n_1 – число базовых длин на трассе ошупывания при измерении l_n выбранного профилометра;

$n_0 = 5$ – требуемое число базовых длин на трассе ошупывания при измерении.

В табл. 3 представлены значения параметра шероховатости R_{ai} , измеренные на десяти участках ($N = 10$) для каждого из четырех образцов и расчеты, выполненные по формулам (2-5).

Таблица 3

Результаты измерений параметров R_{ai} и расчета метрологических характеристик образцов шероховатости

№ образцов	Номинальное значение параметра R_a , мкм	Длина трассы ошупывания, мм	Отсечка шага, мм	Значение параметров R_{ai} , мкм	$\overline{R_a}$, мкм	δ , %	S , %	K	σ_n , %
1	10.00	6.0	2.50	10.00;10.20; 9.95;10.00; 9.00;10.00; 9.50;10.00; 8.00;10.00	9.67	-3.35	7.04	0.48	8.33
2	5.00	6.0	2.50	5.00;5.00; 4.55;5.00; 4.55;4.50; 4.45;5.00; 5.50;5.45	4.90	-0.20	7.77	0.48	8.34
3	2.50	3.0	0.80	2.25;2.35; 2.50;2.45; 2.50;2.50; 2.50;2.00; 2.50;2.00	2.36	-5.80	8.69	0.75	12.00
4	1.25	0.3	0.25	1.25;1.25; 1.25;1.20; 1.20;1.25; 1.20;1.25; 1.25;1.20	1.23	-1.60	2.10	2.40	3.75

Результаты аттестации показали, что значения допустимого отклонения δ среднего значения $\overline{R_a}$ от номинального $R_{a\text{ ном}}$ лежат в интервале (+12÷-17%), а также выполняется неравенство $S < \sigma_n$ для каждого из четырех образцов, что доказывает пригодность каждого из них для контроля шероховатости в качестве рабочего средства измерения.

4. Выводы. Разработана методика качественного контроля шероховатости поверхностей деталей из труднообрабатываемых материалов, который заключается в объединении материалов по химсоставу и структуре в группы, выбору материала-представителя

и изготовления из него воспроизводимого образца шероховатости поверхности (сравнения) для контроля шероховатости поверхности любого материала данной группы.

Применение предложенных образцов шероховатости поверхности (сравнения) обеспечивает высокую достоверность контроля, а также, в десятки раз сокращает трудоемкость и снижает себестоимость контрольных работ. Снижение количества образцов, за счет объединения материалов в группы и оптимизация наборов образцов снижает стоимость изготовления в несколько раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городецкий Ю.Г. Конструкции, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов [Текст]: учебник/Ю.Г. Городецкий – М.: Машиностроение, 1971. – 294с.

2. ГОСТ 9378 – 93. Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия [Текст] – Киев: Госстандарт Украины, 1998. – 8с.
3. Ящерицын П.И. Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении [Текст] / П.И. Ящерицын – Минск: Высшэйшая школа, 1974. – 607с.
4. Суслов А.Г. Технологическое управление качеством поверхности деталей машин [Текст]: Збірка наукових праць. Сучасні процеси механічної обробки інструментом з НТМ та якість поверхні деталей машин: серія Г «Процеси механічної обробки, верстати та інструмент» / А.Г. Суслов, А.О. Горленко, Д.И. Петришин, С.Ю. Съянов // НАН України. ІНМ ім.В.М. Бакуля – Київ: 2003 – с. 20-27.
5. Режимы резания труднообрабатываемых материалов [Текст]: Справочник / Я.Л. Гуревич, М.В. Горохов, В.И. Захаров и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 240с.
6. Сорочан В.В. Технология постройки и монтажа судовых турбоагрегатов [Текст]: учеб. пособие / В.В. Сорочан. – Николаев: НПКГ «Зоря» - «Машпроект», 2006. 274с.
7. ДСТУ 5017:2008. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання параметрів шорсткості R_a , R_{max} , R_z в діапазоні від 0,025 мкм до 1600 мкм [Текст] – К.: Держстандарт України, 2009. – 16с.
8. Методические указания. ГСИ. Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Методика проверки. МИ1850 – 88. [Текст] – М.: ГОСКОМ СССР по стандартам, 1988. – 24с.

Рецензенты: **Тимошевский Б. Г.**, д.т.н., профессор НУК им. адм. Макарова;
Шумилов А. П., к.т.н., профессор НУК им. адм. Макарова.

© Мозолюк В. А., Гуцин В. Н.,
Гуцина А. Н., Жайворонок Г. И., 2013

Статья поступила в редколлегию 14.05.2013 г.

МОЗОЛЮК Владимир Алексеевич – к.т.н., доцент кафедры технологий судового машиностроения Национального университета кораблестроения им. адмирала Макарова.

Круг научных интересов: технологический контроль шероховатости поверхностей деталей.

ГУЦИН Владимир Николаевич – преподаватель кафедры морского приборостроения Национального университета кораблестроения им. адмирала Макарова.

Круг научных интересов: технологический контроль шероховатости поверхностей деталей.

ГУЦИНА Анна Никифоровна – ведущий инженер-метролог НПКГ (научно-производственного комплекса газотурбостроения) «Зоря» – «Машпроект».

Круг научных интересов: технологический контроль шероховатости поверхностей деталей.

ЖАЙВОРОНОК Григорий Игоревич – магистрант кафедры технологий судового машиностроения Национального университета кораблестроения им. адмирала Макарова.

Круг научных интересов: технологический контроль шероховатости поверхностей деталей.