



Электронное научное издание
«Ученые заметки ТОГУ»
2013, Том 4, № 4, С. 1061 – 1074

Свидетельство
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010
<http://ejournal.khstu.ru/>
ejournal@khstu.ru

УДК 62.408.8

© 2013 г. В. М. Давыдов,
В. В. Заев,
П. Н. Паночевный,
Ю. А. Козаченко,
О. В. Прохорец

(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКИ ПРОФИЛЬНОЙ И ТРЕХМЕРНОЙ ОЦЕНКИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

В статье анализируется российский и международный опыт нормирования шероховатости поверхности, закрепленный в российских (ГОСТ 2789) и международных стандартах (ISO 4287) на профильную и трехмерную (ISO 25178) оценку поверхности.

Ключевые слова: поверхность, шероховатость, профильный метод, трехмерная оценка шероховатости поверхности.

V. M. Davydov, V. V. Zayev, P. N. Panochevnyi, I. A. Kozachenko,
O. V. Prokhorets

ANALYSIS OF INTERNATIONAL PRACTICE PROFILE AND THREE-DIMENSIONAL EVALUATION OF SURFACE ROUGHNESS

The article examines the Russian and International Experience of rationing surface roughness, enshrined in Russian (GOST 2789) and International standards of the profile (ISO 4287) and three-dimensional (ISO 25178) evaluation of the surface.

Keywords: surface, roughness, profile method, three-dimensional evaluation of the surface roughness.

Возрастающие с каждым годом требования к изделиям машиностроения уже невозможно обеспечить без ужесточения допусков к микрогеометрии сопрягаемых и свободных поверхностей изделий.

В зависимости от служебного назначения наиболее часто необходимо обеспечить требования по износоустойчивости (износостойкости); контактной прочности; светоотражательной способности; теплопередачи; удержанию смазки; адгезии; обтекаемости жидкостями и газами; герметичности соединений; низкой запыляемости; магнитным свойствам и др.

В работах [1, 2, 3] рассмотрена и обоснована связь между шероховатостью поверхности и ее функциональными свойствами. Исследования в данной области проводятся в таких странах как США, странах Евросоюза, в Японии, России и других.

На сегодня в мире сложилась следующая система стандартов на шероховатость поверхности профильным методом (таблица 1).

Историю развития национальной и международной стандартизации в области оценки шероховатости поверхности профильным методом можно проследить по таблице 2. В ней приведены ранее действующие стандарты, нормирующие шероховатость поверхности

В мире все большее распространение получают стандарты Международной организации по стандартизации (ISO) и разработанные на базе их региональные (EN) и национальные стандарты.

Система международных стандартов (ISO) на профильную оценку поверхности включает в себя следующие стандарты:

- ISO 4287-1997 Текстура поверхности. Профильный метод. Терминология, определения и параметры текстуры поверхности.
- ISO 11562-1996 Текстура поверхности. Профильный метод. Метрологические характеристики фазокорректированных фильтров.
- ISO 12085-1996 Функциональные параметры. Метод (Motif).
- ISO 12179-2000 Текстура поверхности. Профильный метод. Калибровка контактных (щуповых) приборов.
- ISO 1302-2002 Обозначение шероховатости поверхности на чертеже.
- ISO 13565-1996 Описание поверхностей, имеющих функциональные свойства поверхностей, полученных наложением технологических процессов. Часть 1. Фильтры и общие условия измерений. Часть 2. Высотные параметры, полученные на основе относительной опорной кривой профиля. Часть 3. Высотные параметры, полученные на основе вероятностной кривой для поверхностей, определяемых двумя вертикальными случайными компонентами.
- ISO 3274-1996 Текстура поверхности. Профильный метод. Номинальные характеристики контактных (щуповых) приборов.
- ISO 4288-1996 Текстура поверхности. Профильный метод. Правила и процедуры оценки текстуры поверхности.
- ISO 5436-1-2000 Текстура поверхности. Профильный метод. Эталоны. Часть 1 Материальные меры.
- ISO 5436-2-2000 Текстура поверхности. Профильный метод. Эталоны. Часть 2. Формат программных эталонов.
- ISO 8785-1999 Текстура поверхности. Профильный метод. Изъяны поверхности - Термины, определения и параметры.

Данные стандарты образуют следующую логически связанную систему [7]:

- В стандарте ISO 3274 дано описание типичного стилусного профилометра и

его метрологических характеристик. В стандарте ISO 4287 сформулированы определения параметров характеристики рельефа поверхности (т.е. определения параметров типа P, W и R) и способы их вычисления. Стандарт ISO 4288 определяет значения по умолчанию различных параметров и основные правила и порядок действий при анализе профиля поверхности. Стандарт ISO 11562 описывает гауссовский фильтр коррекции фазы, используемый в различных фильтрах отсечки для анализа профиля поверхности. В стандарте ISO 12179 изложены методы калибровки контактных стилусных средств измерения профиля поверхности, а в стандарте ISO 5436, часть 1 – эталоны, используемые для калибровки таких средств измерений. Стандарт ISO 5436, часть 2 содержит основные принципы и способы использования программного обеспечения средств измерений. В стандарте ISO 1302 закреплены правила обозначения текстуры поверхности в инженерно-технической документации, т.е. чертежах, спецификациях, контрактах и отчетах.

– Стандарт 13565, части 1, 2 и 3 относятся к измерению поверхностей со стратифицированными функциональными свойствами. Профиль шероховатости, получаемый при помощи фильтра, описанного в стандарте 11562 подвержен ряду нежелательных искажений при измерении поверхностей, состоящих из относительно глубоких долин под более гладким плато с минимальной волнистостью. Такой тип поверхности часто встречается у гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания. В стандарте 13565, часть 1 изложен метод существенного уменьшения таких искажений, позволяющий использовать параметры, описанные в стандарте 13565, части 2 и 3 для оценки таких типов поверхностей с минимальным влиянием искажений.

Популярность данных стандартов объясняется тем, что они впитали в себя опыт нормирования параметров шероховатости таких ведущих промышленных стран как СССР, Франции, Германии, США и др., так в 60-70-е годы в них были включены французские функциональные параметры по методу “Motif”, а в 80-е годы - группа параметров Rk (Германия) и группа параметров Rpq (США).

Таблица 1

Система международных (ISO), региональных (EN), национальных (ГОСТ, ASME, DIN, JIS), отраслевых (VDA, SAE) и корпоративных стандартов (Daimler Chrysler) на шероховатость поверхности

| Позиция | Стандарт | Название (Eng) | Название (rus) | Примечания |
|---------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ISO 4287-1997 | Geometrical product specifications (GPS). Surface texture. Profile method. Terms, definitions and surface texture parameters | Текстура поверхности. Профильный метод. Терминология, определения и параметры текстуры поверхности. | 1) Сокращенное название стандарта, используемое в специализированной литературе, ISO-'97 2) Под серией стандартов ISO 4287-1997 понимаются стандарты ISO 4287, ISO 4288, ISO 1302, ISO 11562, ISO 12085, ISO 13565 и др. 3) Документы изме- |

| Позиция | Стандарт | Название (Eng) | Название (rus) | Примечания |
|---------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | няющие (дополняющие) данный: ISO 4287:1997/Cor.1:1998, ISO 4287:1997/Cor.2:2005, ISO 4287:1997/Amd.1:2009 |
| 2 | ISO 12085-1996 | Geometrical Product Specification (GPS) - Surface texture: Profile method - Motif parameters | Функциональные параметры. Метод (Motif) | Документы изменяющие (дополняющие) данный: ISO 12085:1996/Cor.1:1998 |
| 3 | ISO 13565-1996 | Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method; Surfaces having stratified functional properties | Описание поверхностей, имеющих функциональные свойства поверхностей, полученных наложением технологических процессов. | Документы изменяющие (дополняющие) данный: ISO 13565-2:1996/Cor.1:1998 |
| 4 | ASME B 46.1-2009 | Surface Texture, Surface Roughness, Waviness and Lay | | |
| 5 | BS 1134-2010 (U.K.) | Assessment of surface texture. Guidance and general information. | Оценка структуры поверхности. Руководство и общая информация. | Национальный стандарт Великобритании |
| 6 | EN ISO 4287:1998 и др. | Geometrical product specification (GPS). Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture pa- | Технические требования к геометрическим параметрам продукции (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и пара- | Евро норма, стандарт аудентичен ISO 4287-1997 |

| Позиция | Стандарт | Название (Eng) | Название (rus) | Примечания |
|---------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| | | rameters | метры шероховатости поверхности | |
| 7 | BS EN ISO 4287-1998 | Geometrical product specification (GPS). Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters | Технические требования к геометрическим параметрам продукции (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры шероховатости поверхности | |
| 8 | DIN EN ISO 4287-1998 | Geometrical product specification (GPS). Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters | Технические требования к геометрическим параметрам продукции (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры шероховатости поверхности | |
| 9 | NF EN ISO 4287:1998 | Geometrical product specification (GPS). Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters | Технические требования к геометрическим параметрам продукции (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры шероховатости поверхности | |

| Позиция | Стандарт | Название (Eng) | Название (rus) | Примечания |
|---------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | JIS B 0601 : 2013 (ISO 4287 : 1997 , Amd.1 : 2009) | Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters | Геометрические спецификации продукта. Текстура поверхности: профильный метод. Термины, определения и текстура поверхности | |
| 11 | VDA 2007 (Germany) | | | Союз автомобильной промышленности Германии (VGA) |
| 12 | Стандарты фирмы Daimler Chrysler (Germany) | | | Daimler Chrysler - Крупнейший автомобилестроительный концерн Германии |
| 13 | SAE J911-1998 | Surface Texture Measurement of Cold Rolled Sheet Steel | Измерение текстуры поверхности холоднокатаного стального листа | Сообщество автомобильных инженеров (англ. Society of Automotive Engineers , SAE), зародилось в США. В наши дни сообщество насчитывает более 121000 человек — инженеров, руководителей, преподавателей и студентов более чем из 97 стран мира. |
| 14 | ГОСТ 2789-73 | Surface roughness. Parameters and characteristics | Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. (с изм в ред. 1981г) | |
| 15 | ДСТУ ISO 4287:2012. | Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile meth- | Технические требования к геометрии изделий (GPS). Структура поверхности. Про- | Государственный Стандарт Украины |

| Позиция | Стандарт | Название (Eng) | Название (rus) | Примечания |
|---------|----------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| | | od - Terms, definitions and surface texture parameters | фильмный метод. Термины, определения понятий и параметры структуры (ISO 4287:1997, IDT + ISO 4287:1997 / Cor 1:1998, IDT + ISO 4287:1997 / Cor 2:2005, IDT) | |

Таблица 2

Ранее действующие стандарты по нормированию шероховатости поверхности

| Позиция | Сокращенное название стандарта | Стандарт(ы) | Статус | Примечания |
|---------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | ISO-'84 | ISO 468-1982, ISO 4287/1-1984, ISO 4288-85, ISO 1302-1978 | Заменены (действует серия стандартов ISO 4287-1997) | Стандарты Международной организации по стандартизации (ISO) |
| 2 | | ASME B 46.1-2002 | Заменен (действует ASME B 46.1-2009) | Национальные стандарты Соединенных Штатов Америки |
| 3 | ASME-'95 | ASME B 46.1-1995 | Заменен (действует ASME B 46.1-2009) | |
| 4 | | BS 1134 part1-1988, BS 1134 part2-1990 (U.K.), BS 6741:Part 1:1987*BS 6741:Part 2:1987 | Заменены (действует BS 1134-2010 и серия стандартов BS EN ISO 4287:1998+A1:2009) | Национальные стандарты Великобритании |
| 5 | DIN-'90 | DIN 4768-1990 (Germany)DIN 4762-1989, DIN 4771-1977, DIN 4774-1981, DIN 4775-1982, DIN 4776-1990, | Заменены (действует серия стандартов DIN EN ISO 4287-1998) | Национальные стандарты Германии |

| | | | | |
|---|---------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| | | DIN 4777-1990 | | |
| 6 | | NF E05-015-1984, NF E05-016-1978, NF E05-017-1986 (France) | Заменены (действует серия стандартов NF EN ISO 4287:1998) | Национальные стандарты Франции. |
| 7 | JIS-'01 | JIS B 0601-2001/ISO 4287-1997 | Заменен (действует JIS B 0601 : 2013 (ISO 4287 : 1997, A md.1 : 2009)) | Национальные стандарты Японии |
| 8 | JIS-'94 | JIS B 0601-1994 | Заменен (действует JIS B 0601 : 2013 (ISO 4287 : 1997, A md.1 : 2009)) | |
| 9 | JIS-'82 | JIS B 0601-1982 | Заменен (действует JIS B 0601 : 2013 (ISO 4287 : 1997, A md.1 : 2009)) | |

В последние десятилетия активно ведутся исследования по разработке национальных стандартов, эталонов и средств измерения шероховатости поверхности на основе ее трехмерного анализа [4]. Это связано с тем, что профильные измерения поверхности и осуществляемая на их основе оценка поверхности носит ограниченный характер. Например, можно рассмотреть наиболее распространенный параметр – Ra. На рисунке 1 представлены профили двух поверхностей, имеющих одинаковое значение Ra. Как видно из рисунка функциональные свойства таких поверхностей просто не могут быть одинаковыми. В случае с измерением и характеристикой профиля поверхности так же не всегда можно однозначно определить истинную природу элемента рельефа и, следовательно, его влияние на функциональность поверхности.

Первым международным стандартом, учитывающим специфику измерения и анализа 3D текстуры поверхности (3D является английской аббревиатурой слова «трехмерный») стал стандарт ISO 25178 «Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности: Ареал» Международной организации по стандартизации, разработанный техническим комитетом ISO/TC 213 «Технические требования в отношении размерностей и геометрических размеров продукции и их проверки» [5].

Данный стандарт состоит из следующих частей [6]:

ISO/DIS 25178-1 (Проект) Geometrical product specifications (GPS) -- Surface texture: Areal -- Part 1: Indication of surface texture

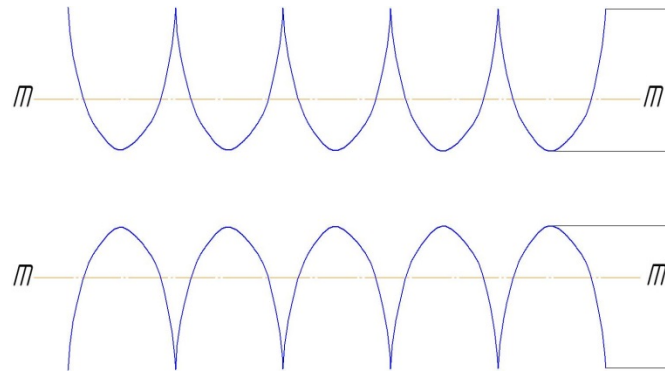


Рис. 1 Профили двух зеркально противоположных поверхностей

ISO 25178-2:2012 Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности: Ареал. Часть 2. Термины, определения и параметры текстуры поверхности

ISO 25178-3:2012 Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности: Ареал. Часть 3. Операторы характеристик

ISO 25178-6:2010 Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности: Ареал. Часть 6. Классификация методов измерения структуры поверхности

ISO/FDIS 25178-70 (Проект) Geometrical product specification (GPS) -- Surface texture: Areal -- Part 70: Material measures

ISO 25178-71:2012 Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности: Ареал. Часть 71. Измерительные эталоны программного обеспечения

ISO/CD 25178-72 (Проект) Geometrical product specifications (GPS) -- Surface texture: Areal -- Part 72: XML file format x3p

ISO 25178-601:2010 Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности: Ареал. Часть 601. Номинальные характеристики контактных инструментов (щуп)

ISO 25178-602:2010 Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности: Ареал. Часть 602. Номинальные характеристики неконтактных инструментов (конфокальный хроматический зонд)

ISO 25178-603:2013 Geometrical product specifications (GPS) -- Surface texture: Areal -- Part 603: Nominal characteristics of non-contact (phase-shifting interferometric microscopy) instruments

ISO 25178-604:2013 Geometrical product specifications (GPS) -- Surface texture: Areal -- Part 604: Nominal characteristics of non-contact (coherence scanning interferometry) instruments

ISO 25178-605 (Проект) Geometrical product specifications (GPS) -- Surface texture: Areal -- Part 605: Nominal characteristics of non-contact (point autofocus probe) instruments

ISO/DIS 25178-606 (Проект) Geometrical product specification (GPS) -- Surface texture: Areal -- Part 606: Nominal characteristics of non-contact (focus variation) instruments

ISO 25178-701:2010 Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности: Ареал. Часть 701. Стандарты на калибровку и измерения для контактных инструментов.

Он регламентирует признаки текстуры поверхности, термины, используемые для

определения её параметров, классификацию методов измерения, номинальные характеристики контактных и бесконтактных измерений. Этот стандарт ввел ряд новых параметров, в том числе пространственные, высотные, относящиеся к сегментации поверхности на возвышенности и впадины, а также на основе кривой Abbott-Firestone.

Р. Лич специалист Национальной Физической Лаборатории (NPL, Великобритания) в своей книге [7] указывает на фундаментальное различие между параметрами характеристики профиля и параметрами характеристики трехмерной текстуры поверхности:

«Наибольшее различие между методами характеристики профиля и методами характеристики трехмерной текстуры поверхности состоит в используемых способах фильтрации. Профиль, полученный из SL- или SF-поверхности, математически неравен профилю, анализируемому при помощи методов, изложенных в стандартах по характеристике профиля поверхности. В последнем случае используется фильтрация профиля профиля (ортогонального направлению неровностей поверхности), а в первом – трехмерная фильтрация. Два таких типа фильтрации могут дать абсолютно разные результаты даже при использовании фильтров одинакового типа (например, гауссовских) с одинаковой отсечкой (или индексом вложения).

С параметрами характеристики профиля можно сопоставлять лишь те параметры характеристики трехмерной текстуры поверхности, которые имеют прямой «профильный» эквивалент, например, среднеквадратичные параметры высоты поверхности R_q и S_q . Обратным примером является аспектное отношение трехмерной текстуры поверхности Str , не имеющее профильного аналога. Параметры характеристики трехмерной текстуры поверхности, описывающие экстремумы поверхности (например, параметр максимальной высоты пиков, S_p), обычно имеют большие значения, чем их профильные эквиваленты вследствие того, что пики и долины, отображенные на профиле, не являются реальными экстремумами (т.е. профиль обычно не проходит по вершинам холмов и впадинам долов).»

Так же следует отметить, что согласно текущим планам ISO [7], стандарты характеристики профиля поверхности станут подразделом стандартов характеристики трехмерной текстуры поверхности, хотя содержание стандартов и не претерпит существенных изменений.

В России на сегодня действует следующая система стандартов на шероховатость поверхности, фактически унаследованная от СССР:

- ГОСТ 2789-73 (с изменениями в редакции 1981 г.) Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
- ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхности.
- ГОСТ 25142-82 Шероховатость поверхности. Термины и определения (содержит номенклатуру терминов, относящихся к основным понятиям шероховатости поверхности, и их определения).
- ГОСТ 27964-88 Измерение параметров шероховатости. Термины и определения. (Содержит термины и определения, относящиеся к процедуре измерения параметров шероховатости, в том числе к приборам для измерений параметров шероховатости поверхности).
- ГОСТ 19300-86 Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры.
- ГОСТ 9378-93 Образцы шероховатости поверхности (сравнения) Общие технические условия.
- МИ 41-88 ГСИ. Методика выполнения измерений параметров шероховато-

сти.

– ГОСТ 24773-81 Поверхности с регулярным микрорельефом. Классификация, параметры и характеристики.

– ГОСТ 18961-80 Иглы алмазные к приборам для измерения шероховатости поверхности. Технические условия.

– ГОСТ 4.449-86 Система показателей качества продукции. Приборы контрольно-измерительные оптико-механические для контроля шероховатости и качества поверхности. Номенклатура показателей.

– ГОСТ 9847-79 Приборы оптические для измерения параметров шероховатости поверхности. Типы и основные параметры.

– ГОСТ 8.296-78 Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений параметров шероховатости R_{\max} и R_z от 0,025 до 1600.

После распада СССР и образования Российской Федерации, данные стандарты были дополнены следующими стандартами:

– ГОСТ Р 8.651-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы контактные (щуповые) для измерения шероховатости поверхности. Методика калибровки.

– ГОСТ Р 8.652-2009 Метрологические характеристики фазокорректированных фильтров.

– ГОСТ Р 8.700-2010 Методика измерений эффективной высоты шероховатости поверхности сканирующего зондового АСМ.

Основополагающим стандартом является ГОСТ 2789-73. В нем определено, какие параметры шероховатости поверхности должны применяться в нашей стране при установлении требований в технической документации на чертежах и при контроле шероховатости поверхности.

С развитием техники и технологии появляется необходимость более полной и разносторонней оценки и описания микрогеометрии поверхности. Шесть показателей качества нормируемые ГОСТ 2789-73 уже не могут описать всю микрогеометрию поверхности и следовательно её функциональные свойства (русский стандарт не пересматривался 40 лет).

Следовательно, в отечественной науке существует необходимость в том, чтобы пересмотреть ранее принятые профильные параметры оценки, регламентировать новые показатели, описывающие микрогеометрию. В качестве основы можно взять опыт зарубежных государств.

Второй проблемой российской системы стандартов на шероховатость является отсутствие стандартов, регламентирующих трехмерную оценку топографии поверхности.

В связи с этим, изучение зарубежного опыта нормирования топографии (3D) поверхности, а так же разработка на его базе методик измерения и создание (или модернизация имеющегося) современного оборудования для трехмерного анализа параметров шероховатости и волнистости поверхности является актуальной задачей.

С 2008 года в Тихоокеанском государственном университете действует Лаборатория высокоточных измерений имени почетного доктора ТОГУ Хидео Охцубо, занимающаяся измерениями профиля поверхности (2D) (и как его части - шероховатостью поверхности с оценкой ее по параметрам, заложенным в ГОСТ 2789 и международный стандарт ISO 4287) на высокоточном японском стилусном профилометре SURFCOM 1800D (на рисунке 2 представлен общий вид прибора, а в таблице 3 основные технические характеристики). На сегодня накоплен большой опыт в данном направлении.



Рис. 2 – Профилограф Surfcom 1800D

Таблица 3

Технические характеристики профилографа Surfcom 1800D

| Модель | | Surfcom 1800D |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Измерение микрогеометрии |
| Пределы измерений | По оси Z (горизонталь) | 800 мкм |
| | По оси X (вертикаль) | 100 мм |
| Точность прямолинейности | | $\pm(0,05+1,5L/1000)$ мкм, где L – длина измерения (мм) |
| Вычислительные функции | Параметры | Совместимость с JIS-2001, JIS-1994, JIS-1982, ISO, DIN, ASME, CONDO Ra, Rq, Ry, Rp, Rv, Rc, Rz, Rmax, Rt, Rz.J, R3z, Sm, S, RΔa, RΔq, Rλa, Rλq, TILTA, Rpk, Rvk, Mr1, Mr2, VO, K, tp, Rmr, tp2, Rmr2, Rδc, AVH, Hmax, Hmin, AREA, NCRX, R, Rx, AR, NR, CMP, SR, SAR |
| | Оцениваемые кривые | Шероховатость, отфильтрованная волнистость кривой, отфильтрованная средняя линия волнистости кривой, образующая окружность волнистости кривой, образующая окружность средней линии волнистости профиля, DIN4776 спец.кривая, огибающая волнистости кривой |
| | Диаграммы характеристик поверхности | Опорная кривая, power graph, диаграмма амплитудного распределения. |
| | Коррекция угла | |

| Модель | | Surfcom 1800D |
|------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Измерение микрогеометрии |
| Увеличение (масштаб) | По вертикали | 50, 100, 200, 500, 1000, 10000, 20000, 50000, 100000, 200000, 500000, произвольно или автоматически |
| | По горизонтали | 1, 2, 5 10, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, произвольно или автоматически |
| Типы фильтров | | |
| Значения отсечения | | 0,025, 0,08, 0,25, 0,8 2,5 8, 25 мм |
| Датчик | Игла | Сменный |
| | Измерительное усилие | 0,75 |
| | Радиус иглы | |
| | Материал иглы | алмаз |
| Габаритные размеры, электропитание и вес | Источник питания | Однофазный AC100V ±10%, 50/60Hz |
| | Потребляемая мощность | 380VA |
| | Установочные размеры | 1850×800×750 |
| | Вес | 150 кг |

С 2013 года в лаборатории начаты работы по переходу на трехмерную оценку шероховатости поверхности. Для этого разрабатывается программный комплекс, получивший рабочее название «3D-шер» (рисунок 3).

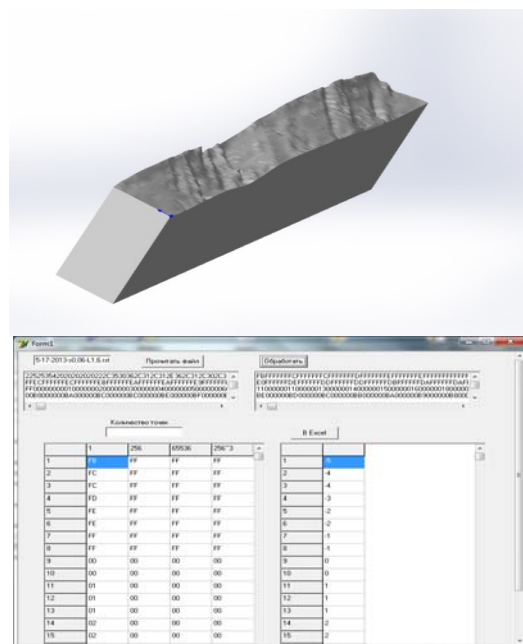


Рис. 3 Программный комплекс «3D-шер»

Руководители машиностроительных предприятий сейчас готовы работать на конкурентных рынках, но у них устаревшее оборудование, нехватка специалистов, а главное, не хватает информации. Большинство того, что осталось в стране в машиностроении с советских времен или износилось, или не отвечает современным требованиям (технически и морально устарело) и требует модернизации. Аналогичная ситуация сложилась с нормированием шероховатости поверхности.

Поэтому для скорейшего освоения российскими специалистами международного опыта нормирования поверхности и формирования у них современного представления о шероховатости поверхности необходимо:

- разработать на национальном уровне стандарты аутентичные международным стандартам на профильную оценку поверхности (ISO 4287, ISO 4288, ISO 1302, ISO 11562, ISO 12085, ISO 13565 и др.);
- разработать на национальном уровне стандарт аутентичный международному стандарту на топографическую (3D) оценку поверхности (ISO 25178);
- ввести в курс, читаемый студентам-машиностроителям дисциплину «Метрология поверхности», направленную на формирование у студентов комплексных знаний о взаимосвязях между методами обработки поверхностей изделий, нормированием и измерением этих поверхностей и их эксплуатационными свойствами.

Список литературы

- [1] Табенкин А.Н. Шероховатость, волнистость, профиль. Международный опыт/ А.Н. Табенкин, С.Б.Тарасов, С.Н. Степанов; под ред. канд. техн. наук Н.А. Табачниковой, - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007.- 136 с.
- [2] Хусу А. П. Шероховатость поверхностей (теоретико-вероятностный подход)/ А. П.Хусу, Ю. Р.Витенберг, В. А.Пальмов; под общей редакцией А. А.Первозванского; Глав. ред. физ-мат. литературы – М.: Наука, 1975. - 344 с.
- .Tokyo Seimitsu Co. Ltd - Application guide manual for surfcom series surface roughness & waviness parameters. –Токуо.: 2006. - 96 с.
- [3] Порошин, В.В. Основы комплексного контроля топографии поверхности деталей: Монография/ В. В. Порошин – М.: Машиностроение-1, 2007. – 196 с.
- [4] ISO 25178 Технические требования к геометрическим параметрам продукции (GPS). Структура поверхности. Википедия, материалы бесплатной энциклопедии [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_25178 - 23.11.2013.
- [5] ISO/TC 213 - Технические требования в отношении размерностей и геометрических размеров продукции и их проверки. Каталог стандартов. [Электронный ресурс].- Режим доступа:http://www.iso.org/iso/ru/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54924 - 23.11.2013.
- [6] Лич, Р. Инженерные основы измерений нанометрической точности: Учебное издание/ Р. Лич – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. – 400 с.

E-mail: Pasha_pan@mail.ru