МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

ИЗМЕРЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Методические указания

для выполнения лабораторной работы магистрантами
очной и заочной форм обучения
по курсу «Современные методы автоматизированных измерений
и нормирование точности при производстве ТПА»
образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры
15.04.01 - «Машиностроение»
Направленность: «Компьютерный инжиниринг и автоматизация
производства в арматуростроении»

Курган 2017

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов»

Дисциплина: «Современные методы автоматизированных измерений и нормирование точности при производстве ТПА»

Составил: канд. техн. наук, доцент А.Б. Переладов

Утверждены на заседании кафедры «19» января 2017 г.

Рекомендованы методическим советом университета «12» декабря 2016 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВЕДЕНИЕ ……...4
1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ ……..4
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ШЕРОХОВАТОСТИ. ……..4
ИЗМЕРЕНИЕ. ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ
3. ПРОФИЛОГРАФ-ПРОФИЛОМЕТР MARSURF PS1 …….……....10
3.1. Общие сведения о приборе ……..……..…10
3.2. Работа с профилографом-профилометром MarSurf PS1 ..…….….12
4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ……....14
5. ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ……..…14
6. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ……...15
7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ……..…….…..15

ВВЕДЕНИЕ

Шероховатость поверхности является важным показателем качества, во многом определяющим эксплуатационные свойства готовых изделий. Для контроля шероховатости в современном металлообрабатывающем производстве широко используются приборы на базе процессоров, позволяющие автоматизировать измерения, обработку результатов и представление полученных данных определяемых параметров в виде сформированных протоколов измерений. Подобные приборы используются, в том числе, и при производстве деталей трубопроводной арматуры (ТПА).

Данные методические указания предназначены для ознакомления с назначением, функциональными возможностями и принципом работы измерительных приборов для определения параметров шероховатости на примере профилографа-профилометра MarSurf PS1.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с областью применения, функциональными возможностями профилографа-профилометра MarSurf PS1, измеряемыми параметрами шероховатости, правилами осуществления автоматизированными измерений при контроле шероховатости обработанной поверхности, способами фиксации и представления результатов измерений.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ШЕРОХОВАТОСТИ. ИЗМЕРЕНИЕ. ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Среди показателей качества продукции большое значение имеют параметры шероховатости поверхности, которая во многом определяет эксплуатационные характеристики детали. От шероховатости зависит не только коэффициент трения изделий, скорость изнашивания поверхности, коррозионная (эрозионная) стойкость, но и ряд механических характеристик.

На шероховатых поверхностях деталей протекают процессы, связанные с зарождением и развитием микротрещин под действием статических и динамических нагрузок, которые в значительной степени снижают прочность изделий за счет уменьшения полезного (несущего) сечения. Часто такие дефекты материалов, оказывают не меньшее влияние, чем деформация самих тел. Придание же поверхности определённых микрогеометрических характеристик способствует повышению сопротивляемости детали внешним воздействиям и, как следствие, возрастанию прочности и надёжности. Значение параметров поверхности, обеспечивающих достаточные эксплуатационные характеристики, достигают путём проведения различных операций обработки (токарная, фрезерная, шлифование, притирка, суперфиниширование, хонингование, полирование, травление и др.).

Микрогеометрия уже «подготовленной» поверхности контролируется с помощью комбинированных приборов для измерения шероховатости профилографов - профилометров, реализующих, например, контактный метод измерения. Существуют так же приборы называемые **профилографы** и **профилометры. Профилографы** визуализируют результаты после окончания процесса измерения в виде графика (профилограммы), нуждающегося в дальнейшей расшифровке данных. **Профилометры** после измерения отражают только величину параметра, характеризующего шероховатость, на специальной шкале или индикаторе,

Принцип работы профилографов – профилометров реализующих контактный метод измерения заключается в следующем. В процессе измерения щуп с постоянной скоростью перемещается приводом прибора вдоль измеряемой поверхности. Генератором измерительного сигнала в профилометре являются колебательные отклонения иглы щупа прибора от своего среднего положения иглы по нормали к поверхности, шероховатость которой оценивается (рис. 1). Отклонения иглы щупа преобразуются в электрические сигналы с помощью преобразователя (чаще используются пьезоэлектрические, ёмкостные, индуктивные). Затем, преобразованные

сигналы поступают в электронный усилитель, обрабатываются, записываются в память прибора, а полученные результаты измерений визуализируются с использованием интерфейсных программ на дисплее профилографа – профилометра или экране ПЭВМ.

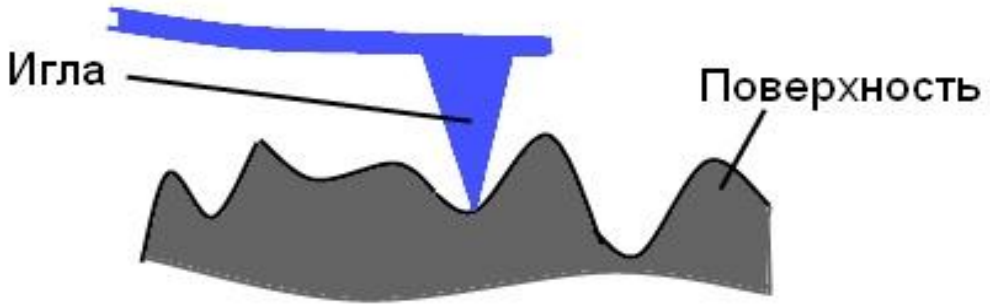

Рис. 1 – Схема взаимодействия иглы щупа профилографа – профилометра с поверхностью детали в процессе измерения шероховатости

На средства измерения шероховатости разработан ГОСТ 19300-86 «Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры».

ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. «Обозначения шероховатости поверхностей» устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности. Стандарт полностью соответствует международному стандарту ИСО 1302.

ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности» распространяется на шероховатость поверхности изделий независимо от их материала и способа изготовления (получения поверхности). Стандарт устанавливает перечень параметров и типов направлений неровностей, которые должны применяться при установлении требований и контроле шероховатости поверхности, числовые значения параметров и общие указания по установлению требований к шероховатости поверхности. Стандарт не распространяется на дефекты поверхности, являющиеся следствием дефектов материала пли случайных повреждений (царапины, вмятины и т. д.). Основные термины и определения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Термины и определения

Термин	Обозначение	Определение
1. Номинальная поверхность		Поверхность, заданная в технической документации без учета допускаемых отклонений
2. Базовая линия (поверхность)		Линия (поверхность) заданной геометрической формы, определенным образом проведенная относительно профиля (поверхности) и служащая для оценки геометрических параметров поверхности
3. Нормальное сечение		Сечение, перпендикулярное базовой поверхности
4. Базовая длина	*l*	Длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности
5. Средняя линия профиля	m	Базовая линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, чтоб в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально
6. Выступ профиля		Часть реального профиля, соединяющая две соседние точки пересечения его со средней линией профиля, направленная из тела
7. Впадина профиля		Часть реального профиля, соединяющая две соседние точки пересечения его со средней линией, направленная из тела
8. Линия выступов профиля		Линия, эквидистантная средней линии, проходящая через высшую точку профиля в пределах базовой длины
9. Линия впадин профиля		Линия, эквидистантная средней линии, проходящая через низшую точку профиля в пределах базовой длины
10. Неровность профиля		Выступ профиля и сопряженная с ним впадина профиля
11. Направление неровностей поверхности		Условный рисунок, образованный нормальными проекциями экстремальных точек неровностей поверхности на среднюю поверхность
12. Шероховатость поверхности		Совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами. выделенная с помощью базовой длины
13. Шаг неровностей профиля		Отрезок средней линии профиля, ограничивающий неровность профиля
14. Шаг местных выступов профиля		Длина отрезка средней линии между проекциями на нее двух наивысших точек соседних местных выступов профиля
15. Средний шаг неровностей профиля	S_m	Среднее значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины
16. Средний шаг местных выступов	S	Среднее значение шага местных выступов профиля в пределах базовой длины

Термин	Обозначение	Определение
профиля		
17. Высота неровностей профиля по десяти точкам	R_z	Сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины Где: ypmi - высота i -го наибольшего выступа профиля; y u mi - глубина i -й наибольшей впадины профиля
18. Наибольшая высота профиля	R_{max}	Расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины
19. Отклонение профиля	У	Расстояние между любой точкой профиля и средней линией
20. Среднее арифметическое отклонение профиля	R_a	Среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины
21. Опорная длина профиля	h_P	Сумма длин отрезкой в пределах базовой длины, отсекаемых на заданном уровне в материале профиля линией, эквидистантной средней линии
22. Относительная опорная длина профиля	$tp = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i}{l}$	Отношение опорной длины профиля к базовой длине
23. Уровень сечения профиля	p	Расстояние между линией выступов профиля и линией, пересекающей профиль эквидистантной линии выступов профиля Источник:

Параметры шероховатости (один или несколько) выбираются из нижеприведенной номенклатуры:

R_a - среднее арифметическое отклонение профиля;

R_z - высота неровностей профиля по десяти точкам;

P_{max} - наибольшая высота профиля;

S_m - средний шаг неровностей;

S - средний шаг местных выступов профиля;

t_p - относительная опорная длина профиля, где p - значения уровня сечения профиля.

Параметр R_a зачастую является предпочтительным для использования. Рекомендуемые соотношения R_a, R_z, R_{max} и l приведены в таблицах 2, 3.

Пример профиля поверхности и обозначение основных параметров шероховатости приведены на рисунке 2.

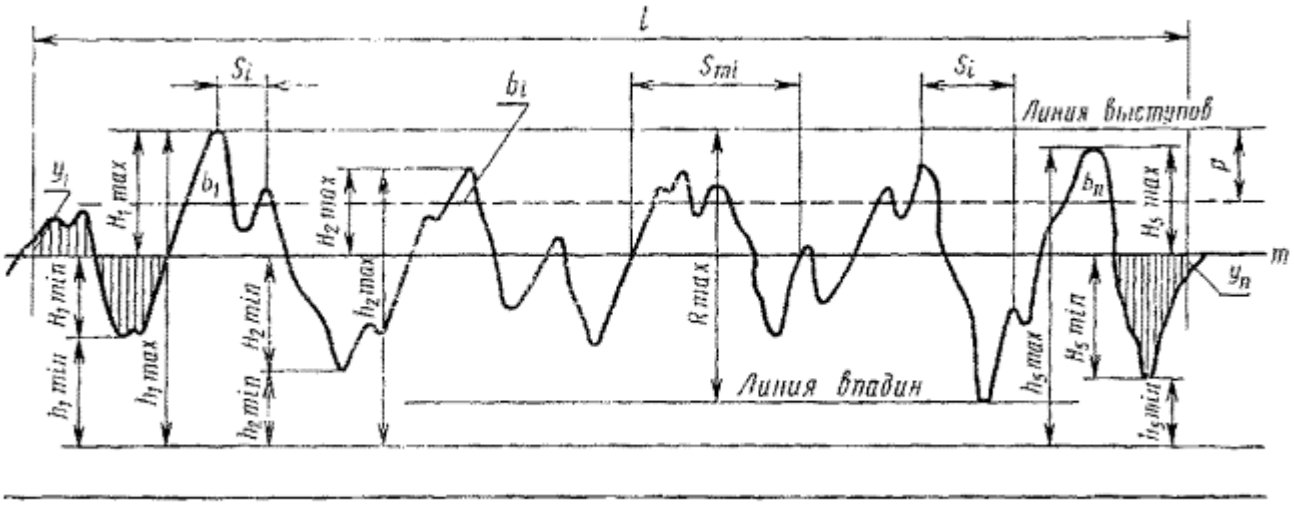

Рис. 2 - Пример профиля поверхности с обозначением основных параметров шероховатости

Таблица 2 - Рекомендуемое соотношение значений определяемого параметра R_a и базовой длины l

R_a , мкм	***l* , мм**
До 0,025	0,08
Св. 0,025 » 0,4	0,25
» 0,4 » 3,2	0,8
» 3,2 » 12,5	2,5
» 12,5 » 100	8,0

Таблица 3 - Рекомендуемое соотношение значений определяемых параметров R_z , R_{max} и базовой длины ***l***

R_z=R_{max}, мкм	***l* , мм**
До 0,10	0,08
Св. 0,10 » 1,6	0,25
» 1,6 » 12,5	0,8

$R_z=R_{max}$, мкм	l , мм
» 12,5 » 50	2,5
» 50 » 400	8

3. ПРОФИЛОГРАФ-ПРОФИЛОМЕТР MARSURF PS1

3.1. Общие сведения о приборе

Профилограф-профилометр MarSurf PS1 (рис. 3) является компактным прибором для автоматизированных измерений шероховатости поверхности в лабораторных и производственных условиях. Максимальный диапазон измерения высот микронеровностей поверхности - 350 мкм (от -200 мкм до +150 мкм). Максимальная мерная длина - 17.5 мм. Прибор соответствует требованиям Международной Организации по Стандартизации DIN EN ISO 3274. Все настройки и проверки прибора MarSurf PS1 выполнены на предприятии - изготовителе. Примеры способов измерения шероховатости прибором MarSurf PS1 показаны на рисунке 4.

Большинство параметров, предусмотренных в стандартах DIN (ISO), JIS, ANSI/ASME и MOTIF, доступно для оценки измеренного профиля. Измеряемые прибором параметры шероховатости: R_a, R_q, R_z, R_y (JIS), Rz (JIS), Rmax, R_p, R_p (ASME), Rpm (ASME), Rpk, Rk, Rsk, Rvk, Mr1, Mr2, A1, A2, Vo, Rt, R3z, RPc, Rmr (JIS, ASME), RSm, R, Ar, Rx. Внутренняя память может хранить до 15 профилограмм профилей или 20 000 численных результатов измерений.

USB интерфейс MarSurf PSVs позволяет подключить прибор непосредственно к персональному компьютеру. Это позволяет фиксировать результаты измерений и полученные профили, которые передаются PC для регистрации, например, с помощью программного обеспечения MarSurf XR 20. Использование других параметров оценки шероховатости позволяют осуществлять гибкое управление измерениями и задавать требуемый формат представления результатов измерений. Программное обеспечение "MarSurf PS1

/ M 300 Explorer" позволяет формировать протоколы замеров профилей, которые могут быть сохранены в электронном виде в компьютере пользователя.

Рисунок 3 - Профилограф-профилометр MarSurf PS1

Схемы измерения; с лева на право: 1) плоской поверхности 2) цилиндрической поверхности, 3) с использованием стойки

Рисунок 4 - Примеры схем измерений прибором MarSurf PS1

Программа MarSurf PS1 / M 300 Explorer используется для печати протоколов измерений (рис. 5) с MarSurf PS1 на ПЭВМ.

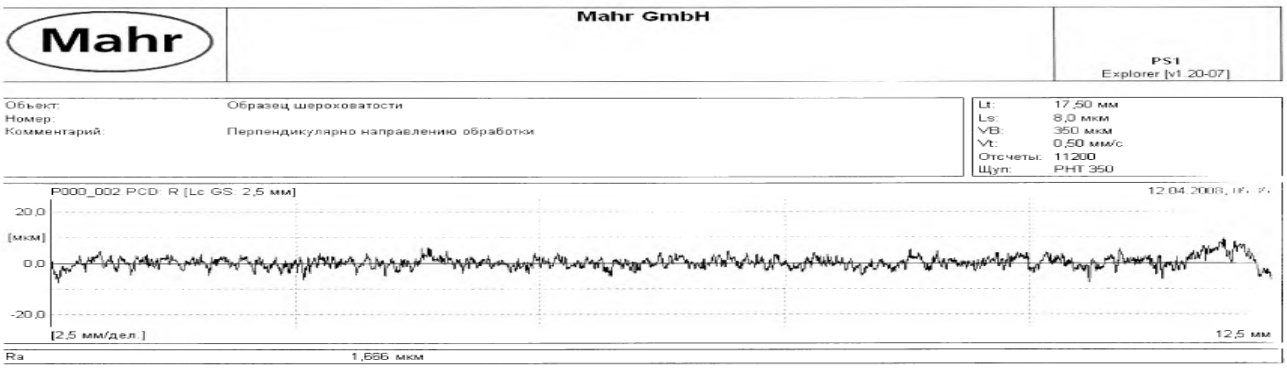

Рисунок 5 –Протокол измерений шероховатости поверхности

3.2. Работа с профилографом-профилометром MarSurf PS1

Включение прибора и проведение измерений.

1. Нажмите одну из боковых зеленых кнопок «Start», чтобы включить MarSurf PS1.

   Все параметры настройки прибора остаются прежние, что и при последнем измерении перед выключением прибора (будут показаны результаты последнего измерения).
2. Переместите измерительный узел из положения стоянки в положение для измерения (на мониторе появляется сообщение "pick-up? start?").
3. Если ни одна из кнопок не была нажата в течение одной минуты, прибор автоматически выключится. При этом параметры настройки прибора и результаты последнего измерения будут сохранены.
4. Осуществить измерение параллельно поверхности детали под прямым углом к следам обработки. Если следы обработки не видимы, выполняют раздельно два измерения под углом 90 ° или три измерения под углом 60 ° друг к другу.
5. Начать измерение, нажимая одну из зеленых боковых кнопок «Start». В течение измерения монитор покажет "Measurement" ("Измерение"). В конце измерения появится надпись"End of measurement" ("Конец измерения"). Измерение может быть прервано в любое время, если повторно нажать кнопку «Start», при этом щуп возвращается к своему начальному положению.

Оценка результата может быть выполнена сразу после измерения при условии, что основные параметры настройки были установлены правильно. Первый параметр, выбранный для отчета об измерениях, будет показан сразу после измерения. Чтобы посмотреть другие результаты измерений необходимо нажать кнопки «R_a» и «R_z» на лицевой панели прибора: R_a и R_z (для ISO, ANSI/ASME и MOTIF) или R_zJ (для JIS). Кнопка «F1» показывает имеющийся результат измерения для параметра, установленного на нее предварительно (см.

операционное руководство MarSurf PS1). Для последовательного просмотра параметров, выбранных для отчета об измерениях, необходимо удерживать нажатой одну из зеленых кнопок «Start» и одновременно кнопку «R_a». Дополнительные параметры после измерения, могут быть оценены после открытия меню "Parameters" без необходимости повторять измерение. Если параметр не выбран, параметр Ra будет показан автоматически.

К памяти сохранения профилей "Profiles" прибора MarSurf PS1 можно получить доступ после ввода числового кода (если используется установленный производителем прибора код "0000", доступ в подкаталог будет свободным):

1. Нажать одну из зеленых кнопок «Start» и кнопку «Lt/Lc».

2. Выбрать подкаталог "Profiles", используя клавиши со стрелками на лицевой панели прибора.

Измеренные профили могут быть сохранены в двух различных форматах:

- файлы профиля с расширением файла ".pcd" (Perthometer Concept format) могут быть прочитаны непосредственно с использованием программного обеспечения MarSurf XR 20;
программное обеспечение "MarSurf PS1 Explorer" позволяет сохранять и печатать отчеты всех файлов профиля (от MarSurf PS1 V10.1 и далее);

- файлы профиля с расширением файла "*.txt" (формат ASCII) - файлы ASCII, в которых индивидуальные точки профиля показаны как нормализованные значения профиля; проставленная измеренные значение профиля в мкм получены при умножении нормализованных значений профиля на вертикальное значение профиля; это позволит считать профили записанные в формате ASCII текстовым редактором и программой крупноформатных таблиц (например, Microsoft Excel).

Чтобы выключить MarSurf PS1, если это не будет сделано автоматически (функция перерыва не активирована и прибор соединен с электропитанием через адаптер или с компьютером через интерфейс USB), необходимо:

1. Нажать одну из кнопок Start и одновременно нажать кнопку «R_z».
2. Переместить узел двигателя и щуп в нерабочее положение (выдвиньте узел двигателя вперед, поверните его на 180 ° вправо (наконечник щупа при этом должен быть направлен вверх) и зафиксировать его в этом положении (направляющий штифт нужно ввести в паз направляющей до фиксации в этом положении)).

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

- пройти инструктаж по технике безопасности;
- ознакомиться с настоящими методическими указаниями;
- ознакомиться с устройством профилографа-профилометра MarSurf PS1, его техническими возможностями и управлением в процессе измерений;
- выполнить измерения шероховатости поверхности образцов, в соответствии с заданием преподавателя;
- оформить отчет по лабораторной работе;
- защитить выполненную работу у преподавателя.

5. ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Содержание отчета:

- титульный лист;
- описание объекта измерений и виды измеряемых параметров;
- описание хода измерений;
- печать протокола измерений;
- полученные результаты, выводы.

6. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Опишите назначение и основные элементы прибора MarSurf PS1.
2. Перечислите определяемые прибором MarSurf PS1 параметры.
3. Осуществление записи и представление результатов измерений.
4. Опишите интерфейс и порядок работы с прибором MarSurf PS1.
5. Опишите программное обеспечение прибора MarSurf PS1.

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Инструкция по использованию программы MarSurf PS1 / M 300 Explorer (электронный вариант).
2. Операционное руководство профилографа-профилометра MarSurf PS1 (электронный вариант).
3. Измерительные информационные системы. Рубичев Н.А.- Москва: Издательство Дрофа, 2010 – 334 с. http://www.twirpx.com/

Переладов Александр Борисович

ИЗМЕРЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Методические указания
для выполнения лабораторной работы магистрантами
очной и заочной форм обучения
по курсу «Современные методы автоматизированных измерений
и нормирование точности при производстве ТПА»
образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры
15.04.01 - «Машиностроение»
Направленность: «Компьютерный инжиниринг и автоматизация
производства в арматуростроении»

Авторская редакция

Подписано к печати 02.03.17 Формат 60x84/16 Бумага 65г/м^2

Печать цифровая Усл. печ. л. 1,0 Уч. - изд. л. 1,0

Заказ №34 Тираж 15 Не для продажи

Библиотечно-издательский центр КГУ.

640020 Курганский государственный университет. г. Курган, ул. Советская, 63/4.