

Опыт применение в учебном процессе прибора для измерения шероховатости поверхности MarSurf XR 20

Бавыкин О.Б., Плаксин С.В.
Университет машиностроения
smis@mami.ru

Аннотация. В статье предложен вариант использования в учебном процессе средства измерений MarSurf XR 20. Применение заключается в выполнении студентами лабораторной работы по оценке параметров шероховатости поверхности, включающей разработку измерительного алгоритма в программе MarWin, предназначенного для управления установкой MarSurf XR 20 и обработки полученных результатов. Предложена схема, используемая для проверки теоретического уровня подготовленности студента, а также для защиты лабораторной работы. Оценивание проходит в форме компьютерного тестирования в программе MyTestX. Обозначены дальнейшие перспективы применения установки в учебном процессе.

Ключевые слова: шероховатость поверхности, лабораторные работы, MarSurf XR 20, MarWin, MyTestX

Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация» Университета машиностроения [1] ведет подготовку бакалавров и магистров по ряду направлений, среди которых - 221700.62 «Стандартизация и метрология».

В стандарте на это направление [2] изложены требования к профессиональным компетенциям выпускников в области освоения современных средств измерения и программных продуктов.

Для формирования советующих компетенций кафедрой, в рамках Программы стратегического развития [3], закуплена измерительная установка MarSurf XR 20 [4] и подготовлены лабораторные работы по оценке шероховатости поверхности деталей, обработанных различными методами.

Упомянутый прибор представляет собой контактное устройство для измерений параметров шероховатости поверхности (рисунок 1). На гранитной плите смонтирована массивная колонна с высокоточными направляющими, на которой крепится привод с установленным в нем датчиком. Деталь крепится на специальном столике или непосредственно на плите. Компьютер подключен к датчику, приводам и элементам управления перемещениями. Управление всеми автоматизированными перемещениями осуществляется при помощи меню на экране монитора с «подсказками» и мышки.

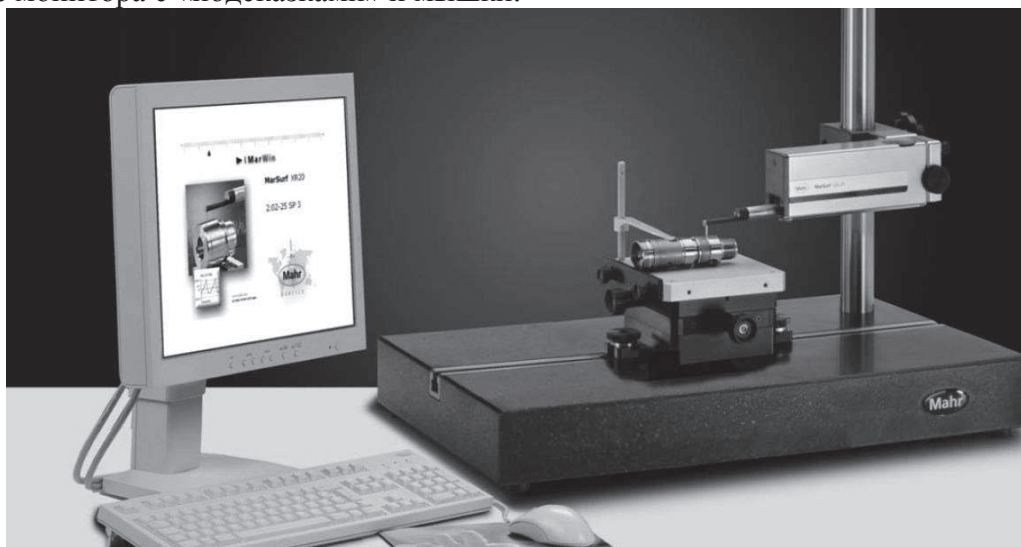


Рисунок 1. Система MarSurf XR 20

Действие прибора основано на принципе ощупывания неровностей исследуемой по-

верхности алмазной иглой (щупом) и преобразования возникающих при этом механических колебаний щупа в изменения напряжения, пропорциональные этим колебаниям, которые усиливаются и преобразуются в микропроцессоре. Результаты измерений выводятся на монитор компьютера для выполнения дальнейших расчетов.

Измерительный преобразователь прибора представляет собой индуктивный датчик. Для расширения области использования прибор снабжен набором щупов, которые различаются размером и формой удлинителя, что позволяет измерять шероховатость в отверстиях диаметром от 3 мм, в канавках, на профилях зубчатых колес.

Основные технические характеристики системы MarSurf XR20 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики системы MarSurf XR20

Измеряемые параметры шероховатости	65 параметров для R, P и W профилей, установка допусков и статистика
Диапазон измерений, мкм	От ± 25 до ± 2500 в зависимости от типа датчика
Разрешение профиля, нм	0,5 на диапазоне ± 25 мкм; 5 на диапазоне ± 250 мкм; 50 на диапазоне ± 2500 мкм
Отсечка шага λ_c , мм	0,025; 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8
Отсечка шага λ_s , мкм	2,5; 8; 25
Длина оценки, мм	0,56; 1,75; 5,6; 17,5; 56
Число базовых длин в длине оценки	От 1 до 50 (стандартное 5)
Радиус щупа, мкм	5
Тип фильтра	2RC-75%, 2RC-FC, Гауссов – 50%, специальный по ИСО 13565-1
Измерительное усилие, мН	0,7
Предел допускаемой основной систематической погрешности, %	5
Питание, В	220 \pm 10
Масса, кг	160 со стойкой ST 500
Диапазон рабочих температур, °C	5-35

Предлагаемые лабораторные работы предусматривают активное применение программы MarWin: она используется для написания измерительного алгоритма, выполнения измерений и обработки измерительной информации с последующим представлением результатов в удобной форме. Основные шаги создания измерительного алгоритма следующие:

- 1) во вкладке «Параметры» поверхности выбрать параметры шероховатости и волнистости, по которым будет проводиться оценка, а также настроить фильтры. Кроме того, в упомянутой вкладке необходимо задать значения допусков на выбранные параметры;
- 2) во вкладке «Экспортировать» настроить параметры сохранения полученных результатов измерения: отключить сохранение ошибок экспорта результатов, отключить автоматический экспорт профиля и результатов, включить автоматический экспорт записи измерения в формате PDF. В графе «Экспортировать файл» задать его имя. При этом путь сохранения файлов выглядит следующим образом – C:/Mahr/Users/Administrator/Export;
- 3) перейти в меню «Помощник измерения», в главном окне которого указать общие настройки измерения (значение контактной скорости, скорости линейного позиционирования и др.), а также в «Сведениях о профиле» внести справочную информацию (название детали, имя контролера и др.);
- 4) в меню «Помощник измерения» в разделе «Измерение» назначить длину трассирования, скорость измерения и интервал измерения. При необходимости включить и выбрать чис-

5) запустить процедуру измерения, нажав на кнопку «Начало» в «Помощнике измерения».

Таблица 2

Пример вариантов исходной информации для написания измерительного алгоритма в программе MarWin

№ варианта	Параметры алгоритма
1	Оцениваемые параметры шероховатости: Ra Допуски: 0-1 мкм Имя файла экспорта содержит имя контролера, дату, название лаборатории Измерения однократные Скорость измерения: 0.1 мм/с Длина трассирования: 1.75 мм
2	Оцениваемые параметры шероховатости: Ra, Rz Допуски: 0,5-0,75 мкм (для обоих параметров) Имя файла экспорта содержит дату и время Измерения многократные (2 наблюдения) Скорость измерения: 0.1 мм/с Длина трассирования: 17.5 мм



Рисунок 2. Схема выполнения лабораторной работы

Разработаны варианты лабораторной работы, содержащие необходимую входную ин-

формацию для программирования алгоритма по описанной выше последовательности. Характеристики первый двух вариантов представлены в таблице 2.

Оценка теоретического уровня подготовленности студента, а также защита выполненной лабораторной работы происходят по схеме, изображенной на рисунке 2. Стоит отметить, что по этой схеме контроль знаний осуществляется в форме компьютерного тестирования в программном обеспечении MyTestX, хорошо себя зарекомендовавшем [5].

Дальнейшие перспективы применения установки в учебном процессе связаны с возможностью программы MarWin представлять результаты измерений (профилограмму) в виде временного ряда данных. Это открывает широкие возможности по применению такого современного метода исследования структур, как фрактальный анализ [6-8], а в частности – R/S-анализ [9-10].

По результатам ряда исследований [6-10], такая численная характеристика, как фрактальная размерность (параметр D), наилучшим образом описывает свойства поверхности, сформированной современными методами обработки (например, полученной размерной электрохимической обработкой [11]).

Выводы

В заключение можно отметить, что проведение лабораторных занятий с учетом разработанного алгоритма программирования и предложенной схемы позволит студентам овладеть следующими компетенциями [2]:

- способностью и готовностью приобретать с большой степенью самостоятельности новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-4);
- способностью применять математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности (ОК-15);
- способностью использовать в социальной жизнедеятельности, в познавательной и в профессиональной деятельности навыки работы с компьютером, работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-16);
- умением выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля и управления качеством (ПК-3);
- умением проводить изучение и анализ необходимой информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизацию, проводить необходимые расчеты с использованием современных технических средств (ПК-17);
- умением проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций (ПК-20).

Литература

1. <http://www.mami.ru/>
2. Приказ от 22 декабря 2009 г. № 799 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 221700 Стандартизация и метрология (квалификация (степень) «бакалавр»)» // Министерство образования и науки Российской Федерации.
3. <http://www.mami.ru/psr/?p=program>
4. <http://www.mahr.de/>
5. Бавыкин О.Б. Применение в образовании специализированных компьютерных программ «NOVA» и «MYTESTX» / IDO Science. 2011. № 1. с. 10-11.
6. Бавыкин О.Б. Оценка качества поверхности машиностроительных изделий на основе комплексного подхода с применением многомерной шкалы / Известия МГТУ «МАМИ». – 2012, - №1 (13). - с. 139-142.
7. Бавыкин О.Б. Устройство для измерений фрактальной размерности поверхностного слоя / Инженерный вестник. 2013. № 6. с. 1-10.
8. Бавыкин О.Б. Фрактальная многомерная шкала, предназначенная для управления режимом размерной ЭХО и оценки его выходных данных / Инженерный вестник. 2013. № 7. с. 1-8.

9. Mandelbrot B.B. Fractals // Encyclopedia of Physical Science and Technology. – N.Y.: Academic Press, 1987. V.5. P.579-593.
10. Hurst H.E., Black R.P., Simaika Y.M. Long-Term Storage: An Experimental Study. – L.: Constable, 1965.
11. Саушкин Б.П. Шандров Б.В., Моргунов Ю.А. Перспективы развития и применения физико-химических методов и технологий в производстве двигателей / Известия МГТУ «МАМИ». –2012, - Т. 2. №2 (14), - с. 242-248.

К вопросу повышения эффективности расчёта зубчатых и червячных передач

к.т.н. доц. Лукьянов А.С., Стариков А.И.
Университет машиностроения
8 (495) 223-05-23, salek61@mail.ru

Аннотация. В статье предложен усовершенствованный алгоритм расчета зубчатой и червячной передач, позволяющий проводить сравнительный анализ и последующий выбор материалов, из которых будут изготовлены взаимодействующие детали. На основе предлагаемого алгоритма разработана программа проектного и проверочного расчета червячной и зубчатой передач.

Ключевые слова: зубчатая и червячная передача, алгоритм расчета, материал, скорость скольжения, эмпирическая формула

Расчёт зубчатых и червячных передач является важным этапом в курсовом проектировании при изучении общетехнической дисциплины «Детали машин и основы конструирования» и имеет своей целью приобретение студентами навыков и приемов проектирования механизмов и машин.

Используемый студентами расчет зубчатых и червячных передач должен давать студенту возможность анализа и последующего оптимального выбора размеров и материалов, из которых будут изготовлены детали передач. Принятый в учебном процессе на сегодняшний день расчет зубчатых и червячных передач имеет много условных факторов, не позволяющих успешно осуществить выбор окончательного варианта.

Практика расчета предусматривает выбор только одной комбинации материала червяка и колеса, которая в дальнейшем определит габаритные размеры передачи. Такой подход не позволяет в учебном процессе проанализировать возможность использования других комбинаций материалов передачи в проектном расчете.

Например, в расчете червячной передачи есть недостаток, заключающийся в том, что материал для изготовления зубчатого венца колеса определяют в зависимости не от реальной, а от ожидаемой скорости скольжения в зацеплении, которую определяют по эмпирической формуле [1]:

$$V_{ск} = 4,5 \cdot 10^{-4} \cdot n_1 \cdot \sqrt[3]{T_2}, \text{ м/с},$$

где: n_1 - частота вращения вала червяка в мин^{-1} ;

T_2 - максимальный длительно действующий крутящий момент на валу колеса в Н*м.

В зависимости от этой ожидаемой скорости скольжения определяются несколько важных параметров червячной передачи: степень точности изготовления, коэффициент нагрузки и механические характеристики материалов червяка и колеса. На основе этих параметров осуществляется проектный расчёт червячной передачи. Однако полученное значение ожидаемой скорости скольжения, как правило, значительно отличается от реальной скорости, определяемой по зависимости [1]:

$$V_{\hat{n}\hat{e}} = \frac{V_1}{\cos \gamma_w} \text{ м/с}$$