

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ВОДНО-ЩЕЛОЧНОГО ГИДРОЛИЗА БЕРЕЗОВОЙ КОРЫ В СВЧ-ПОЛЕ. Е.Н. Коптелова, Н.А. Кутакова, С.И. Третьяков, А.В. Фалева Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 3 (371). С. 179–190.
2. ГОСТ 28966.1-91 Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании. Дата введения 1992-01-01. Официальное издание. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200021040> (дата обращения: 08.10.2022).
3. ГОСТ 34100.3/ISO/IEC Guide 98–3-2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Uncertainty of measurement. Part 3. Guide to the expression of uncertainty in measurement. Дата введения 2018-09-01. Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2018. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146871> (дата обращения: 08.10.2022).
4. ГОСТ 14759-69 Клеи. Метод определения прочности при сдвиге. Дата введения 1970-01-01. Официальное издание М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200020781> (дата обращения: 08.10.2022).

Екатерина Новосельская, Леонид Малько¹

Ekaterina Novoselskaya, Leonid Malko

ВЫБОР СРЕДСТВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГОЛЕЗВИЙНЫХ РОТАЦИОННЫХ ГОЛОВОК

SELECTION OF MEANS OF METROLOGICAL CONTROL OF PARAMETERS OF MULTI-BLADE ROTARY HEADS

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

В настоящей статье рассматривается проблема выбора средств метрологического обеспечения контроля параметров многолезвийных ротационных головок. Авторами были предложены координатно-измерительные машины модели ROMER Absolute Arm для контроля геометрических ⁷ параметров, шероховатость обработанных поверхностей ротационных головок предлагается контролировать профилометром-профилографом модели Mar Surf 400.

¹ Новосельская Е. – студент магистратуры
Малько Л. – канд. тех. наук, доц.

In this article, the problem of choosing the means of metrological control of the parameters of multi-blade rotary heads is considered. The authors proposed coordinate measuring machines of the ROMER Absolute Arm model for the control of geometric parameters, the roughness of the treated surfaces of rotary heads is proposed to be controlled by a profilometer-profilograph of the Mar Surf 400 model.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, координатно-измерительная машина, резцовые головки.

Keywords: metrological support, coordinate measuring machine, tool heads.

Резцовые головки получили широкое распространение при скоростном резбобрезеровании внутренних и наружных резьб, особенно таких, как длинные винты и червяки. Резцовая головка представляет собой корпус с закрепленными в нем несколькими (одним - четырьмя) резцами соответствующего профиля. При фрезеровании наружных резьб применяют метод внутреннего или внешнего касания. В первом случае ось заготовки располагают внутри окружности, описанной резцами головки, а во втором случае – снаружи.

Для проверки соответствия изготовленных ротационных многолезвийных головок требованиям конструкторской документации должен производиться их контроль.

Наименование проверяемых параметров указаны в табл. 1.

Таблица 1

Наименование проверяемых параметров

№ п/п	Наименование проверяемых параметров
1	Отклонение диаметра посадочного отверстия
2	Отклонение от перпендикулярности внешней опорой поверхности, к поверхности посадочного отверстия
3	Отклонение от параллельности опорных поверхностей
4	Торцовое биение передней поверхности
5	Отклонение углов переднего и заднего
6	Биение окружности вершин зубцов
7	Отклонение диаметра окружности вершин зубьев
8	Погрешность профиля не на режущей кромке
9	Отклонение высоты головки зуба
10	Разность соседних окружных шагов зубьев
11	Накопленная погрешность окружного шага зубьев
12	Радиальное биение зубчатого венца
13	Шероховатость поверхностей ротационной головки

На стадии изготовления ротационных резцовых головок особенно важно знать и быстро оценивать характер и особенности их рабочих опорных поверхностей [1].

Недостаточное обеспечение контрольно-измерительным оборудованием является одним из слабых мест в производстве режущего инструмента. Существующие в настоящее время системы и методы контроля достаточно сложны и производятся с использованием узкоспециальных приборов и устройств.

На этапе отработки технологии, когда необходимо детальное знание искажений геометрии ротационной резцовой головки, вносимых технологическим процессом, весьма эффективным может оказаться использование для этих целей 3-х координатной измерительной машины (КИМ) [2].

Работа КИМ основана на поочередном измерении координат определенного числа точек на поверхности измеряемой детали и последующих расчетах отклонений размеров, формы и расположения этих поверхностей.

Для нашего случая целесообразно использовать следующие модели координатно-измерительных машин.

Координатно-измерительная машина ROMER Absolute Arm вобрал в себя весь инновационный опыт Hexagon Metrology в области портативных КИМ. Мобильность, стабильность показаний результатов, малый вес, высокая производительность, модули лазерного сканирования – все это делает ROMER Absolute Arm универсальным инструментом для трехмерных измерений.

Абсолютные датчики (энкодеры), которые присваивают абсолютные значения для каждого положения руки, являются уникальной особенностью. Больше не требуется проводить инициализацию каждый раз при включении. Просто переведите измерительную руку в нужное положение, включите прибор и начинайте измерения.

ROMER Absolute Arm представляет собой портативное шарнирное, со многими степенями свободы трехмерное координатно-измерительное устройство. Конструкция удваивает и улучшает возможности подвижности и досягаемости по сравнению с человеческой рукой. Каждый элемент ROMER Absolute Arm обладает несколькими степенями свободы.

Портативная измерительная рука ROMER является хорошей инвестицией в производство. Даже неопытный оператор сможет научиться пользоваться рукой в течение короткого промежутка времени и начнет получать точные результаты измерений. Скорость выполнения инспекций и контроля с ROMER Absolute Arm резко возросла, гарантируя высокое качество и надежность измерений, а также позволяя быстро вернуть инвестиции. В долгосрочной перспективе и с абсолютной эффективностью ROMER Absolute Arm

увеличивает производительность и минимизирует количество некондиционной продукции. [3]

ROMER Absolute Arm представляет собой сервер интерфейса между рукой и прикладным программным обеспечением. На конце руки находится рукоятка для установки и управления щупом или сканером. КИМ ROMER Absolute Arm работает совместно с ПО Geomagic Control. Для начала работы необходимо составить 3D – модель изделия в ПО GC и начать сканирование. Сканер собирает облако точек, накладывая на 3D – модель. По полученным данным возможно построить модель и проиллюстрировать места с возможными дефектами, среднеквадратическое отклонение и многое другое.

Корпус из углепластика, абсолютная безопасность эксплуатации с захватами Spin Grip и встроенной функцией мыши в рукоятке. Конструкцией предусмотрена подсветка детали и встроенная цифровая камера.

ROMER Absolute Arm – это всестороннее сбалансированный, самый легкий измерительный прибор. ROMER Absolute Arm может выполнять измерения деталей в стесненных условиях, где обычная стационарная КИМ не может быть применима: для ROMER Absolute Arm это обычные задачи. [4]

Свобода передвижения: полностью интегрированная и сертифицированная система лазерного сканирования – универсальная измерительная система для решения множества задач. 3D – оцифровка, 3D – моделирование, проверка по облакам точек, обратный инжиниринг, быстрое прототипирование – это лишь наиболее распространенное применение лазерного сканера. Лазерный сканер настраивается на поверхности из различных материалов без потери точности, не требуется время на разогрев, нет необходимости в дополнительных кабелях и контроллерах. Процесс перехода от сканирования к зондированию можно осуществлять в любое время. [5]

Технические характеристики КИМ ROMER Absolute Arm представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики КИМ ROMER Absolute Arm

Характеристика	7320SE
Диапазон измерений, м	2
Воспроизводимость при точечном зондировании, мм	±0,044
Пространственная точность при зондировании, мм	±0,061
Системная погрешность при сканировании, мм	0,075
Вес, кг	7,9

Технические данные для сканирующей сенсорной головки представлены в табл. 3.

Таблица 3

Технические данные для сканирующей сенсорной головки

Характеристика	Hexagon CMS 108
Частота захвата точечных данных	30,000 точек/сек
Точек на строку развертки (макс.)	Макс. 2000
Частота строчной развертки (макс.)	Макс. 53 Гц
Ширина развертки при сканировании (ср.зн.)	124 мм / 60 мм / 25 мм
Расстояние до объекта	180 мм ± 40 мм
Расстояние между токами (мин.)	0,025 мм
Контроль мощности лазера	Автоматический (по точке)
Погрешность (по уровню 2 сигма/ср.кв.откл.) ⁵	20 мкм
Вес	398 г
Контроллер	Да
Лазерная безопасность	Класс 2
Рабочая температура	10°-42° С (50°-108° F)

Наименование поверхности ротационных головок, на которых в обязательном порядке должны измеряться параметры шероховатости и их значения, указанные в табл. 4.

Таблица 4

Наименование поверхности ротационных головок

№ п/п	Наименование поверхности	Параметр шероховатости, поверхности, мкм	
		Ra	Rz
1	Передние и задние поверхности зубьев	–	1,6
2	Опорная поверхность ротационной головки	0,16	–
3	Посадочное отверстие ротационной головки	0,25	–
4	Внутренняя опорная поверхность ротационной головки	0,63	–
5	Остальные поверхности ротационной головки	2,5	–

Шероховатость обработанных поверхностей ротационных головок предлагается контролировать профилометром–профилографом модели MarSurf 400 с безопорным датчиком вместо применяемых в настоящее время образцов шероховатости.

Приборы модели MarSurf M400 являются мобильными измерительными устройствами и состоят из базового блока, несущего измерительный преобразователь и привод, и микропроцессора.

Действие приборов основано на принципе ощупывания неровностей исследуемой поверхности 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 жидкокристаллический цветной дисплей (в виде профилограммы и

числовых значений параметров шероховатости R, P, W), встроенный принтер или через USB-интерфейс на внешний компьютер для выполнения дальнейших расчётов. Питание приборов осуществляется от сети переменного тока через адаптер или от батареи, что делает приборы переносными и позволяет использовать их в цехах предприятий.

Измерительный преобразователь приборов представляет собой индуктивный датчик. Для расширения области использования, приборы снабжены набором щупов, которые различаются размером и формой удлинителя, что позволяет измерять шероховатость в отверстиях, в канавках, на поверхностях сложной формы. Приборы MarSurf M 300, MarSurf M 300 C имеют опорный датчик, MarSurf M 400 безопорный (рис. 1).



Рис. 1 – Прибор для измерения шероховатости поверхности MarSurf M 400

Приборы MarSurf M 300, MarSurf M 400, MarSurf XR1 оснащены устройством Bluetooth, что позволяет работать в труднодоступных местах и на удалении от процессора. Механизм подачи прибора MarSurf M 300 C имеет цилиндрическую форму, он интегрирован в плазму, но может использоваться и без неё. В последнем случае датчик со специальным приспособлением позволяет также измерять шероховатость поверхностей отверстий. [6]

Особенностью приборов является то, что базовый блок имеет постоянное измерительное усилие, позволяющее устанавливать его при измерении в перевёрнутом положении, а также при положении датчика под углом 90^0 к направлению его перемещения – это позволяет измерять шероховатость поверхности деталей типа коленчатый вал.

Работа на приборе MarSurf XR1 с программным обеспечением MarSurf XR1 позволяет проводить измерения с помощью нескольких приборов одновременно.

Таблица 5

Основные технические характеристики MarSurf M 400

Принцип измерения	Метод ошупывания
Входы	Щуповая система BFW
Диапазон измерения (мм)	+/- 250 мкм (до +/- 750 мкм с трёхкратной длиной консоли щупа)
Расширение профиля	Диапазон измерения \pm мкм: 8 нм Диапазон изменения \pm 25 мкм: 0,8 нм
Фильтр в соответствии с ISO/JIS	Гауссовский фильтр согласно ISO 11562 Фильтр согласно ISO 13565
Число n базовых длин в соответствии с ISO/JIS	1-5
Контактная скорость	0,2 mm/s; 1,0 mm/s
Измерительное усилие	0,75 mN
Вес устройства подачи	ок. 0,9 кг
Прибор для измерения веса	ок. 1,0 кг
Параметры поверхности	Более 50 измеряемых параметров для R-, P-, W-поверхности в соответствии с действующими стандартами ISO/JIS или MOTIF (ISO 12085)

Поверка: осуществляется по документу МП 53738-13 «Прибор для измерений шероховатости поверхности MarSurf M 300, MarSurf M 300 C, MarSurf M 400, MarSurf XR1. Методика поверки», утверждённому ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в феврале 2012 г. и включённому в комплект поставки приборов.

Основные средства поверки: Меры для поверки приборов для измерений шероховатости поверхности PGN 1, PGN 3, PGN 10, PEN 1 (Госреестр № 52740-13).

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений: Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации.

Особенности модели M 400:

Как в измерительных лабораториях, так всё чаще и на производстве растёт потребность в безопорном измерении поверхностей. Обычно это требует более высокой квалификации операторов, больших затрат времени и работы по регулировке. В категории «мобильные средства измерения поверхностей» MarSurf M 400 обладает необходимым набором функций, отличаясь при этом скоростью работы и простотой эксплуатации.

Таким образом, из приведённого выше можно сделать следующие выводы и предложения по выбору средств метрологического обеспечения для контроля параметров многолезвийных ротационных головок:

1) для контроля геометрических параметров ротационных головок вместо специальных измерительных приборов предлагается использовать координатно-измерительную машину модели ROMER Absolute Arm;

2) шероховатость обработанных поверхностей ротационных головок предлагается контролировать профилометром-профилографом модели Mar Surf 400 с безопорным датчиком вместо применяемых в настоящее время в промышленности образцов шероховатости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Устройство для ротационной обработки винтовой поверхности глобоидных червяков / А. В. Сутягин, Ю. В. Сутягина, Л. С. Малько, И. В. Трифанов // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. Ч. 1. С. 384–385.
2. Сутягин А. В., Малько Л. С., Трифанов И. В. Технологические особенности многолезвийной обработки винтовой поверхности ротационным точением // Вестник СибГАУ. 2011. № 3 (36). С. 156–160.
3. Сутягин А. В., Загуменных А. А., Малько Л. С. Улучшение геометрических параметров режущей части ротационной резцовой головки за счет подточки режущих элементов по передней поверхности // Актуал. пробл. авиации и космонавтики : материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2015. С. 135–138.
4. Устройство для обработки винтовой поверхности кругового профиля : пат. 2303514. РФ : МПК В23В39/00, В23Н3/12 / Л. С. Малько (РФ) ; опубл. 27.07.2007. Бюл. № 21.
5. Малько Л. С., Сутягин А. В., Трифанов И. В. Разработка многолезвийного инструмента для ротационного точения винтовой поверхности деталей машин // Вестник СибГАУ. 2010. № 6 (32). С. 139–145.
6. Варава Б. Н. Теория вероятностей и ее приложение / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2004. 141 с.