

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Мишин В.В.**

**Научный руководитель Ефимов А.Е.**

*Санкт-Петербургский горный университет*

*В представленной статье рассматриваются способы автоматизации контроля сложнопрофильных поверхностей изделий горного машиностроения. На данный момент существуют активные и пассивные способы контроля в автоматизированном производстве. Эти способы позволяют с высокой точностью передавать информацию о макро- и микрогеометрических параметрах сложнопрофильного изделия. Также для контроля поверхности широко распространена рентгеноскопия, позволяющая на стадии изготовления сложнопрофильного изделия выявить внутренние дефекты. Совокупность приведённых средств автоматизированного контроля позволяет увеличить надёжность и долговечность работы изделия в процессе эксплуатации.*

В современном горном машиностроении широко распространены прецизионные изделия со сложнопрофильными поверхностями [11, 13]. К таким изделиям со сложным геометрическим профилем стоит отнести: посадочные места под подшипники; цилиндры двигателей внутреннего сгорания; зубчатые колёса различного профиля и т.д. [2, 4]. От качества контроля в отклонении их формы, по макро- и микрогеометрическим параметрам, а также внутренних дефектов зависят эксплуатационные свойства изделия в целом [15].

В настоящий момент, измерение сложнопрофильных поверхностей изделий осуществляется с использованием средств автоматизированного контроля, так как такие технологии позволяют наряду с повышением производительности, устранить погрешности, что повышает точность контроля и качество выпускаемой продукции [1, 3, 14].

На сегодняшний день существует целый ряд способов контроля сложнопрофильных поверхностей в горном машиностроении. Прежде всего, их стоит подразделить на две группы – это активные и пассивные способы.

Наибольшее распространение получил способ активного контроля на станках с ЧПУ (Рисунок 1). Активный автоматический контроль на станках с ЧПУ при помощи контактных датчиков

позволяет контролировать размеры обрабатываемых изделий с целью обеспечения заданного допуска, предупреждения и исключения брака [5, 9].

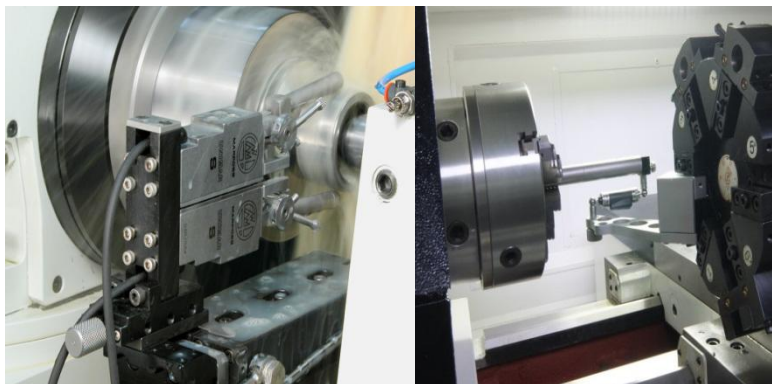


Рис. 1 – Приборы активного автоматического контроля на станках с ЧПУ

Применение приборов активного контроля позволяет повысить качество изделия любой геометрической конфигурации.

В свою очередь пассивный способ контроля можно разделить на контактный и бесконтактный [7]. Для считывания информации о геометрии исследуемого изделия на автоматизированных участках используются координатно-измерительные машины (КИМ) (рисунок 2, *а*), в которых задействованы трехкоординатные измерительные головки (щупы) (рисунок 2, *б*).

Измерительная головка со сферическим щупом позволяет контролировать методом касания линейные размеры, форму и взаимное расположение плоскостей заготовки с точностью  $\pm 5$  мкм. Недостаток такой системы контроля является высокая погрешность, обуславливаемая разностью в силе касания.

Альтернативным решением является бесконтактный способ, принцип действия которого основано на лазерном 3D-сканировании (рисунок 3) [6, 12].



Рис. 2 – Координатно-измерительная машина (а) и трехкоординатная измерительная головка (б)

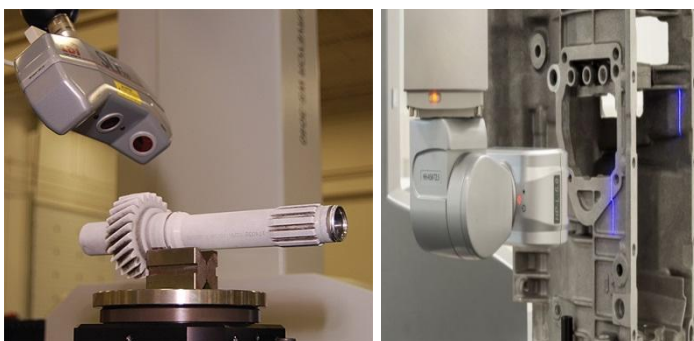


Рис. 3 – Лазерное 3D – сканирование сложнопрофильных изделий

В отличие от контактных приборов КИМ, на измеряемой поверхности генерируется множество точек с высокой плотностью (порядка 900 точек в линии, с частотой измерения до 40 Гц или 36000 точек в секунду) Это дает значительно больше информации об изделии и обеспечивает высокую точность измерения. Помимо макро- и микрогеометрического контроля сложнопрофильных поверхностей, на современном автоматизированном производстве для обнаружения внутренних дефектов изделия применяют способ рентгеноскопии (рисунок 4).

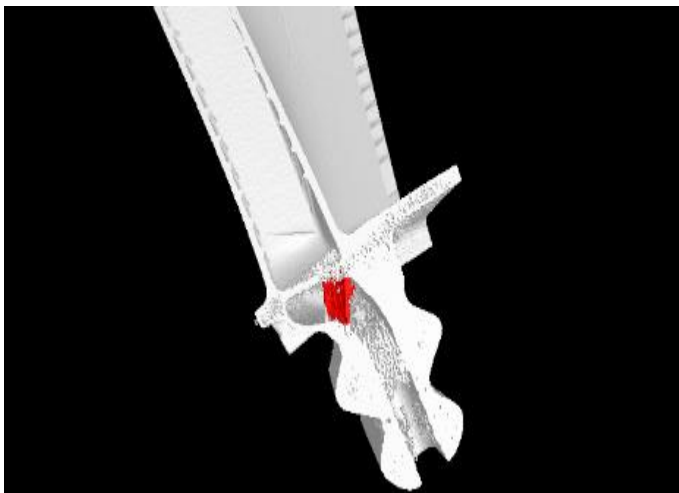


Рис. 4 – Дефект в лопатке турбины

Способ томографии позволяет на стадии изготовления прецизионных изделий в короткий срок не только определить наличие потенциального внутреннего дефекта, но и идентифицировать его местоположение, что позволит предотвратить преждевременный выход из строя изделия в процессе эксплуатации.

Подводя итоги можно сказать, что использование высокоточных средств автоматизированного контроля может повысить не только качество изготовления сложнопрофильных изделий [8, 10] за счёт увеличения точности измерения форм и размеров в сфере горного машиностроения, но и значительно сократить время на проведения такого рода операций.

#### Библиографический список

1. Maksarov V.V. *The formation of surface roughness of piston rings for the purpose of improving the adhesion of wear-resistant coatings* / V.V. Maksarov, V.A. Krasnyy, R.V. Viushin // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. С. 022047.
2. Maksarov V.V. *The formation of surface roughness of piston rings for the purpose of improving the adhesion of wear-resistant coatings* / V.V. Maksarov, V.A. Krasnyi // *Key Engineering Materials*. 2017. Т 736. С. 73–78.
3. Maksarov V.V. *Technological Quality Assurance of Hydraulic Cylinder Stock Manufacturing Based on High- Energy Impact on*

*Product Surface / V.V. Maksarov, A.E. Efimov, A.I. Keksin // Advances in Engineering Research. 2018. № 1 Vol. 177. Pp. 321–327.*

4. Maksarov V.V. Technology of magnetic-abrasive finishing of geometrically-complex products / V.V. Maksarov, A.I. Keksin // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. № 4. T 327. C 42068.*

5. Maksarov V.V. Simulation modeling of dynamic characteristics of machining in NI LabView software environment to improve processing technique of a rod component / V.V. Maksarov, A.E. Efimov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. № 2. Vol. 194. C 22021.*

6. Efimov A.E. Modeling dynamic processes at stage of formation of parts previously subjected to high-energy laser effects / A.E. Efimov, V.V. Maksarov, D.Y. Timofeev // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018. № 1. Vol. 327. C. 22026.*

7. Zlotnikov E.G. Modeling and calculation of load on cutting inserts of disk milling cutters in software environment of Autodesk Inventor / E.G. Zlotnikov, A.D. Khalimonenko, D.Y. Kazakov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. № 194. T 22048. Pp 1–6.*

8. Khalimonenko A.D. Method of Calculating Intermediate Diametral Sizes and Allowances for Designing Technology of Manufacture of Details / A.D. Khalimonenko, D.Y. Timofeev, K.P. Pompeev // *AER-Advances in Engineering Research. 2017. № 133. T 1. Pp 312–317.*

9. Timofeev D.Y. Improving the quality of manufacturing parts from titanium alloys using the method of preliminary local plastic deformation / D.Y. Timofeev, E.V. Kosheleva // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Sep. 2017. C. 082048.*

10. Максаров В.В. Технологическое обеспечение шероховатости поверхностного слоя на основе моделирования переходных процессов / В.В. Максаров, Р.В. Вьюшин, А.Е. Ефимов // *Металлообработка. 2017. №2. С. 39–45.*

11. Максаров В.В. Технологическое повышение качества сложнопровильных поверхностей методом магнитно-абразивного полирования / В.В. Максаров, А.И. Кексин // *Металлообработка. 2017. №1 (97). С. 47–57.*

12. Максаров В.В. Обеспечение динамической стабилизации процесса резания труднообрабатываемых материалов на основе предварительной локальной метастабильности / В.В. Максаров, Ю.Ольт, А.Е. Ефимов // *Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. 2017. № 1 (40). С. 263–268.*

13. Тимофеев Д.Ю. Повышение точности изготовления прецизионных поверхностей детали штоков гидроцилиндров / Д.Ю. Тимофеев, А.Е. Ефимов // Инновации на транспорте и в машиностроении: сборник трудов IV международной научно-практической конференции. 2016. Том 3. С. 142–145.

14. Тимофеев Д.Ю. Повышение качества изготовления деталей из титановых сплавов с применением метода предварительного локального пластического деформирования / Д.Ю. Тимофеев, Е.В. Кошелева // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики. 2017. С. 302–305.

15. Эльясберг М.Е. Автоколебания металлорежущих станков / М.Е. Эльясберг // Теория и практика. – СПб.: Изд. ОКБС. 1993. – 180 с.

УДК 622.85:622.271:629.113

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САМОЗАГРУЖАЮЩЕГОСЯ АВТОСАМОСВАЛА НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ**

**Лукашин И.А.**

**Научный руководитель Коптев В.Ю.**

*Санкт-Петербургский горный университет*

*Исследована возможность передачи функции загрузки кузова автосамосвалу, что позволит исключить из погрузочных работ экскаватор, тем самым уменьшить размеры рабочей площадки, время на погрузку и расход энергии, повысить безопасность погрузочных работ и производительность.*

Сегодня карьерные автосамосвалы в карьерах загружают горной массой карьерными экскаваторами. Такая технология применяется на всех горных предприятиях с открытым способом разработки месторождений. Экскаваторы и автосамосвалы в общей системе добычных работ составляют экскаваторно-автомобильные комплексы, и в общей структуре затрат на добычу полезного ископаемого на них приходится 60–90 % от всех затрат и до 70 % от общих расходов энергии. Из-за больших габаритов экскаватора площадь, отводимая под рабочую площадку в забое, достигает сотни квадратных метров.

Идея работы заключается в том, чтобы функцию загрузки кузова передать автосамосвалу. Конечно, обычный автосамо-