

СПОСОБЫ ВЫВЕРКИ ЛАЗЕРНОЙ ГОЛОВКИ НА СТАНКЕ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

А. Д. НИКОЛАЕВ, К. П. ПОМПЕЕВ, П. А. ПЬЯЕ

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: senatorfirst1@gmail.com*

Рассматриваются способы выверки лазерной головки, установленной в шпиндель станка с числовым программным управлением. Основной задачей выверки является точное позиционирование лазерной головки в рабочем пространстве вертикально-фрезерного станка относительно нулевого положения обрабатываемой заготовки. Точное позиционирование зоны лазерной обработки является неотъемлемым этапом процесса наладки технологического оборудования. Для решения поставленной задачи корпус лазерной головки может быть выверен на станке подобно привязке обрабатывающего инструмента с применением аналогичных технологий. Любой из предложенных способов позволит позиционировать зону лазерной обработки с высокой точностью и обеспечит максимально возможную для станка повторяемость. Основное внимание уделено позиционированию по оси Z , так как вертикальное линейное перемещение в этом направлении формирует фокусную точку на поверхности обработки. Методы выверки по остальным осям не рассматриваются, так как они повторяют методы для режущего инструмента. Предложенные способы выверки являются универсальными и могут применяться на любом вертикальном обрабатывающем центре независимо от программного обеспечения.

Ключевые слова: *металлообработка, станок с ЧПУ, обрабатывающий центр, внедрение, лазерная обработка, волоконный лазер, Rapid Prototyping*

Введение. Основной целью статьи является разработка универсального способа выверки лазерной головки (ЛГ) на станке с числовым программным управлением Extron L-422 [1], выполненной по завершении этапов модернизации и изготовления ее корпуса [2].

Устройство лазерной системы изначально не имеет точных средств фокусировки лазерного луча, что усложняет задачу наладки оборудования. Это приводит к тому, что невозможно с высокой повторяемостью выполнять лазерную обработку [3] заготовок, имеющих разную толщину или нежесткие требования по плоскостности к обрабатываемой поверхности. При отсутствии универсального способа выверки невозможно оперативно использовать одну лазерную головку на нескольких вертикальных обрабатывающих центрах. Универсальный способ автоматизированной выверки позволит оперативно использовать лазерную головку в любой момент времени, а также обеспечит возможность более простого программирования как перемещений станка с ЧПУ для позиционирования лазерной головки, так и самой лазерной обработки. В свою очередь, лазерную головку можно выверять вручную, на оборудовании, которое не оснащено автоматизированными средствами выверки.

Выверка лазерной головки при помощи Renishaw TS27R. Наиболее точно определить положение ЛГ, установленной в шпиндель станка с ЧПУ, позволит датчик Renishaw TS27R,

предназначенный для наладки инструмента. С помощью Renishaw TS27R (рис. 1, размеры указаны в миллиметрах) возможно с высокой точностью и повторяемостью в одном направлении (0,001 мм) определить положение ЛГ по оси Z [4]. Такой подход позволит сфокусировать лазерный луч с высокой точностью и в дальнейшем сохранить глубину обработки на больших участках обрабатываемых поверхностей заготовок.

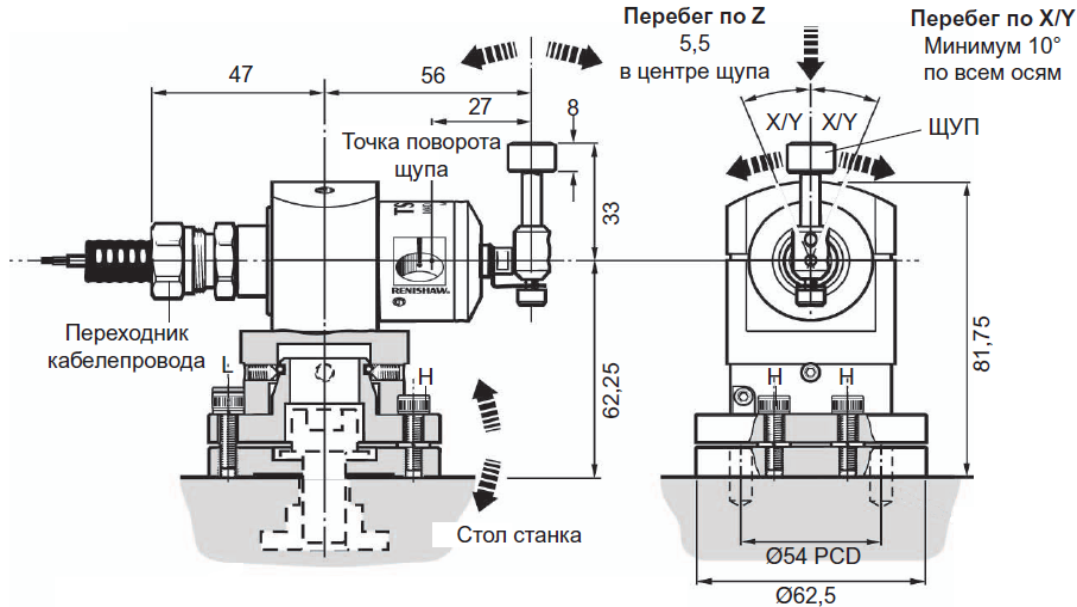


Рис. 1

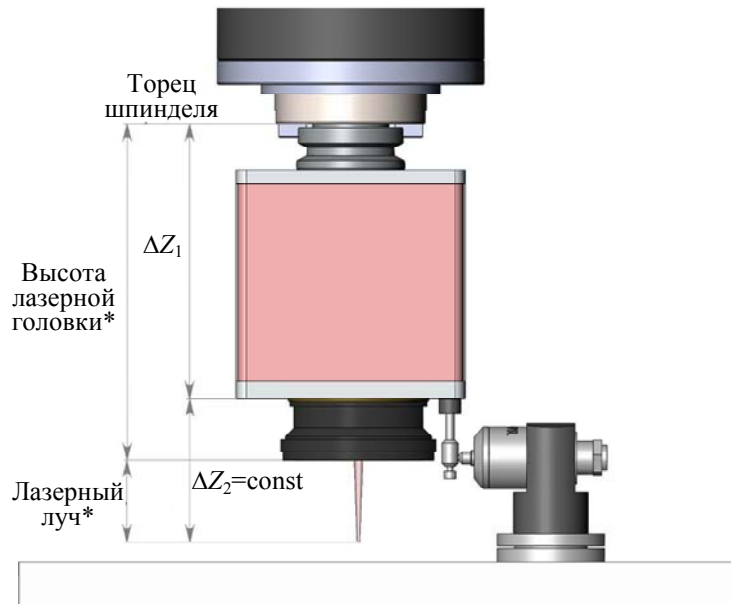


Рис. 2

На рис. 2 („звездочка“ означает справочный размер) показан принцип выверки ЛГ с помощью датчика Renishaw TS27R. Нижняя плоскость корпуса является точкой отсчета для определения расстояния ΔZ_1 до шпинделя станка, которое является вылетом условного инструмента. Знание значения ΔZ_1 упрощает программирование операции лазерной обработки, особенно для случаев, когда необходимо использовать множество различных высот.

Выверенное значение по оси Z будет занесено в стойку станка автоматически для условного инструмента номер N (TN), аналогично тому как заносится действительный вылет любого режущего инструмента. В управляющей программе будет прописан код обращения к инструменту TN, но это значение больше на ΔZ_2 — расстояние между нижней плоскостью корпуса ЛГ и фокальной точкой лазерного луча (см. рис. 2). Это приращение заносится в

стойку ЧПУ вручную для того, чтобы программист мог указать глубину обработки, опираясь на фокальную точку, а не на величину ΔZ_2 . Такой подход позволит избежать ошибок при расчетах глубины обработки. Величина приращения ΔZ_2 , определяемая априори один раз либо опытным путем, либо через расчет оптической системы, постоянна для конкретной ЛГ.

Выверка лазерной головки при помощи концевой меры длины. Выверка ЛГ выполняется также с использованием концевой меры длины* плитки Йогансона, которая имеет размеры высокой точности между двумя параллельными плоскостями**.

В первую очередь необходимо определить нулевую точку отсчета, которой служит торцевая часть шпинделя (рис. 3).

Точкой отсчета (ΔZ_0 , полученное значение заносится в стойку станка) служит место соприкосновения плоскостей шпинделя и плитки (длиной L). От полученной точки следует производить выверку как лазерной головки, так и всего используемого режущего инструмента.

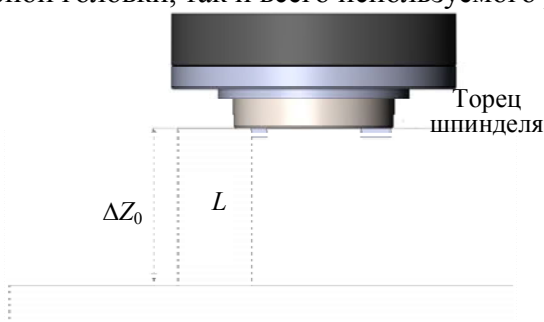


Рис. 3

Определив точку отсчета, следует установить ЛГ в шпиндель станка с ЧПУ. Далее необходимо соприкоснуться нижней плоскостью корпуса лазерной головки с плоскостью плитки, которая была использована во время определения точки отсчета (рис. 4). В результате будет получено значение ΔZ_1 , которое является вылетом условного инструмента, его можно увидеть на экране стойки станка с ЧПУ. Полученное значение следует вручную внести в стойку станка, присвоив его необходимому номеру инструмента (например, для TN).

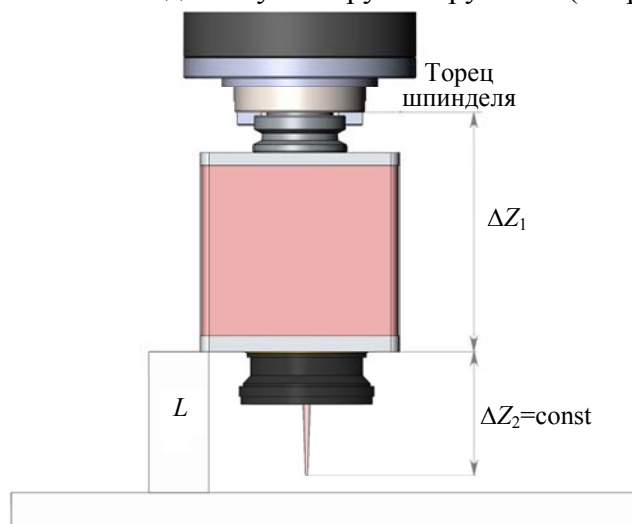


Рис. 4

Затем следует скорректировать разницу расстояния до фокальной точки лазерного луча. Для этого необходимо внести значение приращения ΔZ_2 (см. рис. 4) в корректор длины инст-

* ГОСТ 9038–90. Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1996. 12 с.; ГОСТ 4119–76. Наборы принадлежностей к плоскопараллельным концевым мерам длины. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2018. 13 с.

** ISO 3650:1998/Cor 1:2008 Geometrical Product Specifications (GPS) - Length standards - Gauge blocks; Technical Corrigendum 1. Published: 30/10/2008. 13 p.

румента в стойке станка. Такой метод выверки ЛГ позволяет производить обработку с высокой точностью по оси Z , задавая глубину обработки относительно фокальной точки лазерного луча, на станках с ЧПУ, не оснащенных датчиком Renishaw TS27R

Выверка правильности расположения (ориентации) лазерной головки в плоскости XOY . Так как лазерная головка устанавливается в шпиндель станка, она может свободно развернуться вокруг оси шпинделя на произвольный угол. Это приведет к смещению рисунка лазерной обработки, получаемого на поверхности заготовки. Лазерная головка не может быть повторно установлена в шпиндель станка с сохранением прежней параллельности относительно осей X и Y станка. Для выверки правильности расположения (ориентации) ЛГ в плоскости XOY следует воспользоваться командами стойки станка, которые позволяют в первую очередь сориентировать шпиндель в нулевое положение и зажать его механическим или электромагнитным тормозным устройством (зависит от оснащённости шпинделя станка). Таким образом исключается произвольный разворот лазерной головки и достигается максимальная повторяемость при последующей установке лазерной головки в шпиндель станка. На практике в большинстве случаев сухари шпинделя, входящие в пазы инструментальной оправки, не параллельны оси X или Y станка. Такая ситуация приведет к непараллельности, например, наносимых обозначений. Для устранения этой проблемы можно программным способом или вручную скорректировать разворот поля обработки или линии заданной длины в плоскости XOY .

Программное обеспечение лазерной системы позволяет развернуть рабочее поле на любой угол и это легко может компенсировать непараллельность. В первую очередь следует воспользоваться командой, которая позволяет установить шпиндель в нулевое положение и задействовать зажим шпинделя (например, у стойки Fanuc это выполняется одной командой M19), затем следует установить лазерную головку в шпиндель станка. В программном обеспечении лазерной системы необходимо вызвать команду, которая позволяет показать поле обработки или линию заданной длины (рис. 5).

Программным способом следует выровнять линию параллельно краю паза стола станка. Контроль параллельности осуществляется визуально. После того как будет получен приемлемый результат, достигнутые настройки можно сохранить в программном обеспечении лазерной системы и корректировать их только при необходимости. При следующем использовании лазерной системы настройки будут учитываться действительный угол разворота сухарей шпинделя конкретного оборудования.

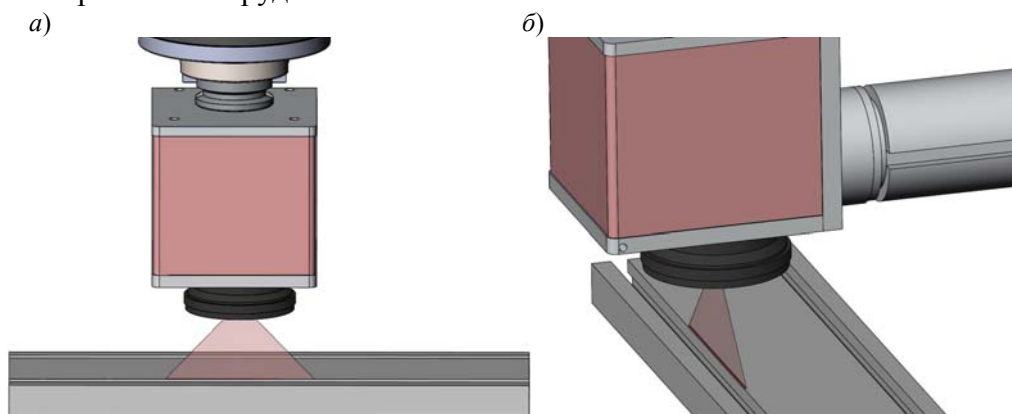


Рис. 5

Корректировка угла разворота вручную заключается в постоянной выверке параллельности воспроизводимой линии лазерной системы или стороны поля обработки при каждом использовании лазерной системы. Пользуясь данным способом, в первую очередь необходимо установить лазерную головку в шпиндель станка, затем в программном обеспечении лазерной системы необходимо вызвать команду, которая позволяет очертить поле обработки

или линию заданной длины, далее следует вручную поворачивать лазерную головку вокруг оси вращения шпинделя, визуально контролируя указанную ранее параллельность. После того как будет получен приемлемый результат, следует задействовать механический или электромагнитный тормоз шпинделя станка. Эта команда зависит от настроек стойки станка. Такой способ корректировки может применяться, если станок не обладает функцией автоматической ориентации шпинделя.

Заключение. Точность представленных способов выверки и корректировки угла разворота лазерной головки приемлема для программирования операций гравирования или маркирования поверхностей заготовок. На повторяемость могут влиять климатические условия, точность позиционирования станка с ЧПУ, точность выверки положения заготовки на станке и перпендикулярность обрабатываемой поверхности к лазерному лучу. Дальнейшее совершенствование лазерной системы позволит внедрить программную опцию выверки непосредственно в лазерную головку, что, в свою очередь, упростит ее выверку.

Авторы выражают благодарность компании ООО „Лазерный центр“ за предоставленные консультации и дополнительную информацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The Excellent Machine Extron. Yih Chuan Machinery Industry CO., LTD. Catalog. 2006.
2. Nikolaev A. D., Pyae P. A., Pompeev K. P., Vasilev O. S. Laser processing systems in machines with numerical control // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 378, N 1. P. 012066.
3. Васильев О. С., Горный С. Г. Технология создания поверхностных микроструктур на листовых материалах с использованием волоконного лазера // Металлообработка. 2016. № 3(93). С. 20—25.
4. Руководство по установке и эксплуатации Renishaw. H-2000-5372-10-A. Датчик TS27R для наладки инструмента. 09.2020.

Сведения об авторах

- Алексей Дмитриевич Николаев** — аспирант; Университет ИТМО; факультет систем управления и робототехники; E-mail: senatorfirst1@gmail.com
- Кирилл Павлович Помпеев** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО; факультет систем управления и робототехники; E-mail: kir-pom@mail.ru
- Пьое Ай Пьяе** — аспирант; Университет ИТМО; факультет систем управления и робототехники; E-mail: northernstar.phyo@gmail.com

Поступила в редакцию
27.04.2021 г.

Ссылка для цитирования: Николаев А. Д., Помпеев К. П., Пьяе П. А. Способы выверки лазерной головки на станке с числовым программным управлением // Изв. вузов. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 10. С. 869—874.

METHODS FOR ALIGNING A LASER HEAD ON A NUMERICALLY CONTROLLED MACHINE

A. D. Nikolaev, K. P. Pompeev, P. A. Pyae

ITMO University, 197101, St. Petersburg, Russia
E-mail: senatorfirst1@gmail.com

Several methods of aligning the laser head installed in the spindle of a CNC machine are described. The principal objective is to ensure precise positioning of the laser head in the operational space of the vertical-milling CNC machine relative to the zero setting of the treated blank. Precise positioning of the laser processing zone in the working space of the machine is an integral step in the process of setting up technological equipment. To solve the set task, the body of the laser head can be adjusted on the machine like the binding of the processing tool using similar technologies. Each of the proposed methods allows positioning the laser processing zone with high accuracy and provides the highest repeatability achievable for the machine. The focus is made on vertical (Z-axis) positioning because linear relocation in

this direction forms the focal point on the machined surface. Alignment along other axes is not addressed since it completely repeats the alignment methods of the cutting tool. The alignment methods are multi-functional and can be applied to any vertical machining center regardless of the CNC software.

Keywords: metalworking, CNC machine, machining center, introduction, laser processing, fiber laser, rapid prototyping

REFERENCES

1. *The Excellent Machine Extron*. Yih Chuan Machinery Industry CO., LTD. Catalog. 2006.
2. Nikolaev A.D., Pyae P.A., Pompeev K.P., Vasilev O.S. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2019, no. 1(378), pp. 012066.
3. Vasiliev O.S., Gorny S.G. *Metalloobrabotka*, 2016, no. 3(93), pp. 20–25. (in Russ.)
4. *Rukovodstvo po ustanovke i ekspluatatsii Renishaw. H-2000-5372-10-A. Datchik TS27R dlya naladki instrumenta* (Renishaw Installation and Operation Manual. H-2000-5372-10-A. TS27R Tool Setting Probe), 09.2020. (in Russ.)

Data on authors

Aleksey D. Nikolaev

— Post-Graduate Student; ITMO University, Faculty of Control Systems and Robotics; E-mail: senatorfirst1@gmail.com

Kirill P. Pompeev

— PhD, Associate Professor; ITMO University, Faculty of Control Systems and Robotics; E-mail: kir-pom@mail.ru

Pyae Physo Aye

— Post-Graduate Student; ITMO University, Faculty of Control Systems and Robotics; E-mail: northernstar.phyo@gmail.com

For citation: Nikolaev A. D., Pompeev K. P., Pyae P. A. Methods for aligning a laser head on a numerically controlled machine. *Journal of Instrument Engineering*. 2021. Vol. 64, N 10. P. 869—874 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-10-869-874