

INFLUENCE OF DIAMOND BURNISHING ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE SURFACE OF LASER CUTTING HIGH-ALLOY STEEL

D.A. BARCHUKOV, Cand. Sc.

Tver State Technical University
22, Af. Nikitin emb., Tver, 170026, e-mail: bda@mail.ru

The results of studies of the microstructure, microhardness, microgeometry of the laser cut surface of deposited high-speed steel grade R9M4K8 after diamond burnishing are presented. It has been shown that the surface roughness of a laser cut is reduced by 3...4 times, which makes it possible to obtain a working surface without subsequent mechanical grinding. It is noted that diamond smoothing leads to microstructure refinement, increase of steel microhardness up to $9\,700 \pm 130$ MPa.

Keywords: laser cutting, steel, diamond burnishing, roughness, microstructure, microhardness.

Поступила в редакцию/received: 05.12.2023; после рецензирования/revised: 11.12.2023;
принята/accepted: 15.12.2023

УДК 621.914.3

УСТАНОВКА ВАЛА В МЕХАНИЗИРОВАННОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ С ДВУМЯ ЗАЖИМНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

А.П. АРХАРОВ, канд. техн. наук

Тверской государственной технической университет
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22, e-mail: arharovanatoliy@yandex.ru

© Архаров А.П., 2024

Представлен анализ известных способов и приспособлений для установки валов на металлорежущие станки при обработке шпоночных пазов. Изложена сущность разработанного способа установки ступенчатого вала. Раскрыты устройство и принцип действия спроектированного приспособления с двумя зажимными механизмами. Проведены сравнительные анализы предложенных способа и устройства с аналогичными известными решениями. Отражены оригинальность разработок и достигаемый технический результат.

Ключевые слова: вал, установка, шпоночный паз, расположение, способ, точность, приспособление, зажимной механизм.

DOI: 10.46573/2658-5030-2024-1-42-48

ВВЕДЕНИЕ

Многие изделия машиностроительного производства имеют валы с разнообразными конструктивными элементами. Среди них встречаются валы со шпоночными пазами на одном из концов и другими конструктивными элементами в

*Вестник Тверского государственного технического университета.
Серия «Технические науки». № 1 (21), 2024*

виде, например, поперечных отверстий, торцовых пазов или граней, расположенных на другом конце. При этом допуски расположения шпоночного паза в поперечном и продольном направлениях задаются относительно базовой плоскости симметрии, проходящей через ось шейки, на которой он выполнен [1–3].

Для обработки валов на фрезерных и сверлильных станках используют приспособления с двумя неподвижными призмами, на которые устанавливают вал подшипниковыми шейками [4, 5]. Технологической базой в этом случае является общая ось упомянутых шеек. Данная технологическая база не совпадает с конструкторской, поэтому возникающая погрешность базирования снижает точность расположения обработанного паза.

При установке ступенчатого вала на фрезерно-центровальный станок используют наладку, содержащую привод и самоцентрирующий механизм с двумя ползунами, на каждом из которых закреплена пара призматических губок. Этим механизмом базируют и закрепляют вал одновременно по двум цилиндрическим поверхностям [6]. Однако при таком способе установки отклонения диаметров упомянутых поверхностей и погрешность их взаимного расположения приводят к деформациям закрепляемого вала.

Упомянутые деформации устраняются путем установки вала в питатель загрузочного устройства [7]. Это происходит за счет того, что губкам каждого из двух самоцентрирующих зажимных механизмов сообщают переменные движения. В результате закрепление вала выполняют губками только после прилегания их всех к закрепляемым поверхностям. Тем не менее применение двух самоцентрирующих механизмов для базирования и закрепления вала по двум поверхностям не устраняет погрешность базирования при фрезеровании шпоночного паза.

Для установки заготовки на центрах токарного станка применяют способ [8], в котором при базировании в качестве базы используют общую ось центровых отверстий. Однако при установке вала для обработки шпоночного паза, расположение которого нормируется относительно оси шейки вала, необходимо иное базирование.

При закреплении вала, установленного на центрах станка, применяют клиновой патрон с самоустанавливающимися кулачками [9]. В то же время в случае фрезерования шпоночного паза необходимо устанавливать вал не на центрах, а в приспособлении с базированием его той поверхностью, относительно которой задано расположение паза. Для такой схемы базирования требуются другие установочные элементы приспособления.

Известен способ установки заготовки при протягивании, в котором ее размещают, центрируют и предварительно зажимают верхним прижимом, а затем дополнительно зажимают с боков двумя рычагами. Эти рычаги совершают движения независимо друг от друга с момента соприкосновения с заготовкой и до ее зажима с двух сторон. Упомянутый способ позволяет устанавливать заготовку в виде втулки или диска при ее наружном контуре, смещенном относительно оси, а также заготовку несимметричного профиля [10]. Однако данный способ не может использоваться для установки ступенчатого вала, например, на обрабатывающий центр с числовым программным управлением. На таком оборудовании за один установочный цикл выполняется ряд переходов, таких как фрезерование шпоночного паза и обработка поверхностей, расположенных на разных участках по длине вала. При обработке шпоночного паза необходимо обеспечить точность его расположения относительно оси шейки, на которой он расположен, а при обработке конструктивных элементов, расположенных удаленно от упомянутой шейки, – устойчивость положения вала. В связи с этим необходима разработка нового способа и приспособления для установки ступенчатого вала. Решению данной задачи и посвящена настоящая статья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При исследовании применялся структурный анализ используемых на практике, описанных в научной литературе и в патентной документации методов и приспособлений для установки валов на технологическое оборудование. При разработке нового способа и средства применялся синтез таких элементов, которые в совокупности образуют единое целое, отвечающее критерию оригинальности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основы разработанного способа принят способ установки ступенчатого вала в питатель загрузочного устройства [7].

В разработанном способе используют механизированное приспособление с самоцентрирующим и несамоецентрирующим зажимными механизмами и ложементом с уступом. В качестве несамоецентрирующего используют зажимной механизм с переменным движением губок. На ложементе размещают ступенчатый вал, располагая его базовой поверхностью между губками самоцентрирующего механизма и прижимая буртиком к уступу. Перемещают одновременно все губки зажимных механизмов на сближение с валом. При этом в момент, когда обе губки самоцентрирующего механизма коснутся вала, приостанавливают их движение при продолжении движений пары губок несамоецентрирующего механизма. При этом касанием обеих губок самоцентрирующего механизма обеспечивают центрирование и, соответственно, завершение базирования вала. При сближении с валом пары губок несамоецентрирующего механизма прерывают перемещение той его губки, которая первой коснется вала, при продолжении перемещения губки, не коснувшейся вала. В момент касания с валом второй губки несамоецентрирующего механизма возобновляют все прерванные перемещения губок и закрепляют вал одновременно всеми губками.

Использование приспособления, в котором только один из механизмов является самоцентрирующим, а другой – несамоецентрирующим, позволяет выполнять центрирование ступенчатого вала только самоцентрирующим механизмом, а закрепление его – одновременно обоими механизмами.

Сообщение губкам несамоецентрирующего механизма переменных движений обеспечивает им при одновременном прижатии к валу, вызванном погрешностью формы закрепляемой поверхности, а также погрешностями ее расположений относительно базовой поверхности вала и губок, неизменность положения вала, достигнутого при центрировании самоцентрирующим зажимным механизмом.

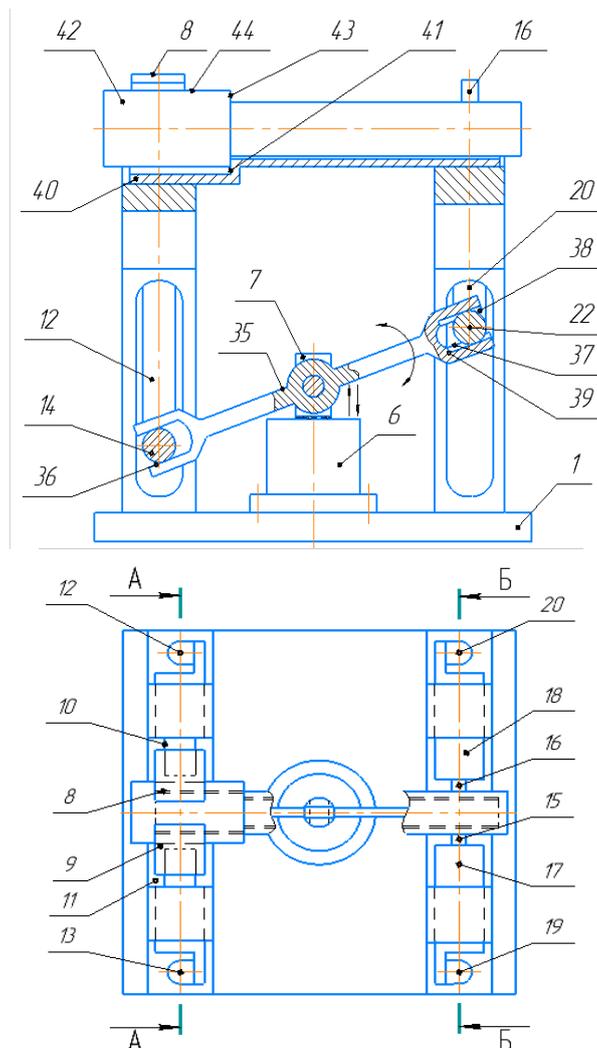
Использование ложементов с уступом и выполнение прижатия ступенчатого вала к этому уступу позволяют ориентировать этот вал в осевом направлении.

Для осуществления разработанного способа необходимо приспособление, у которого один из зажимных механизмов был бы выполнен самоцентрирующим, а другой – самоустанавливающимся.

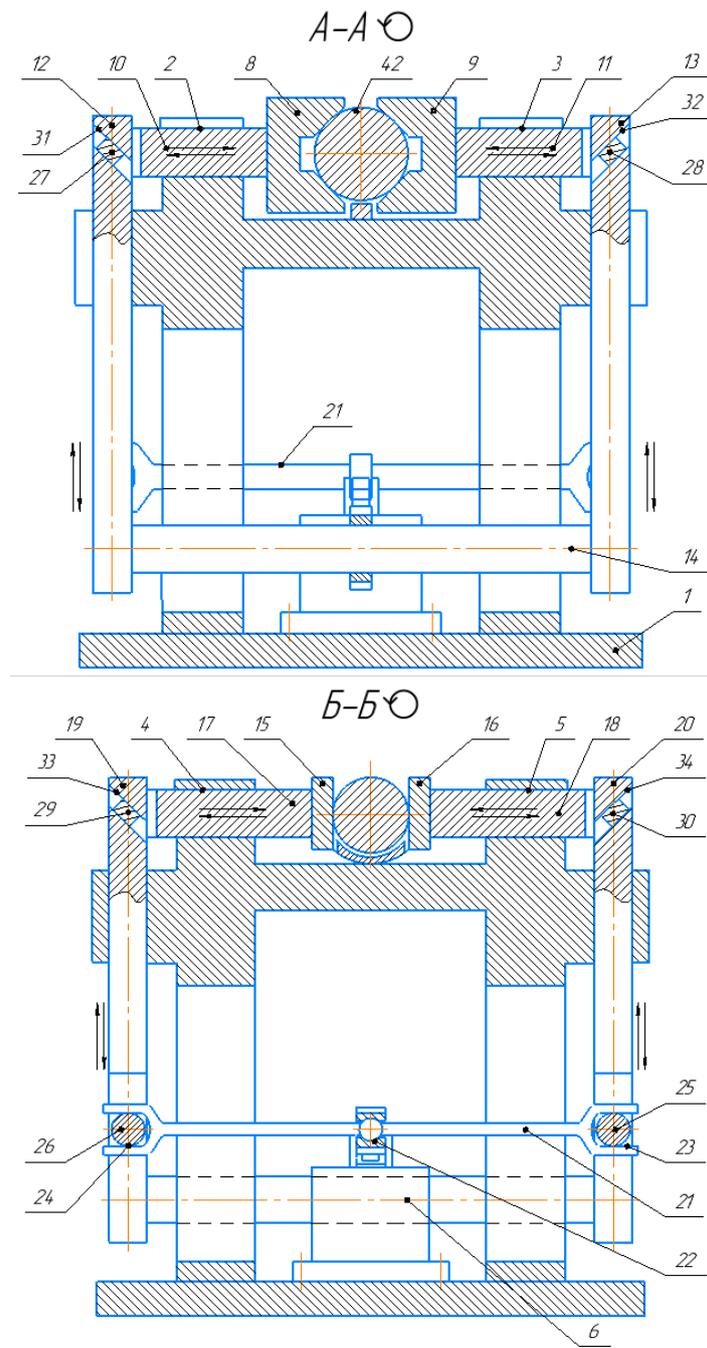
На рисунке показан общий вид приспособления.

Приспособление включает корпус 1 с пазами 2, 3, 4 и 5, привод 6 со штоком 7, установленный на корпусе 1, два зажимных механизма и передаточное звено. Один зажимной механизм выполнен самоцентрирующим и содержит две призматические губки 8 и 9, два ползуна 10 и 11, установленных соответственно в пазах 2 и 3 с возможностью их перемещения для сведения и разведения, толкатели 12 и 13, размещенные в направляющих корпуса 1 с возможностью перемещения вдоль своих продольных осей, и стержень 14, закрепленный на толкателях 12 и 13. Другой зажимной механизм содержит две плоские губки 15 и 16, два ползуна 17 и 18, установленных соответственно в пазах 4 и 5 с возможностью их перемещения для сведения и разведения, толкатели 19 и 20, размещенные в направляющих корпуса 1 с

возможностью перемещения вдоль своих продольных осей, и качалку 21, выполненную в ее средней части со сферической поверхностью 22, а по концам – с продолговатыми пазами 23 и 24 с возможностью сопряжения упомянутых пазов соответственно с цилиндрическими осями 25 и 26, закрепленными на толкателях 20 и 19. Губки 8 и 9 закреплены соответственно на ползунах 10 и 11, а губки 15 и 16 – на ползунах 17 и 18. Каждая пара губок размещена своими рабочими поверхностями напротив друг друга. На ползунах 10 и 11, 17 и 18 выполнены наклонные относительно их продольных осей выступы 27 и 28, 29 и 30 соответственно, расположенные в каждой паре разнонаправленно друг к другу. На толкателях 12 и 13, 19 и 20 выполнены наклонные пазы 31 и 32, 33 и 34, сопряженные соответственно с упомянутыми выступами. Передаточное звено выполнено в виде двулучевого рычага 35 с продолговатыми пазами 36 и 37 на концах его плеч и установленного на штоке 7 с возможностью поворота вокруг оси, расположенной перпендикулярно продольной оси штока 7. Упомянутый рычаг размещен с возможностью сопряжения продолговатым пазом 36 со стержнем 14, а радиусными канавками 38 и 39, выполненными на боковых сторонах продолговатым пазом 37, – со сферической поверхностью 22 качалки 21. Лоток 40 с уступом 41 закреплен на корпусе 1. Устанавливаемый ступенчатый вал 42 содержит буртик 43 и базовую поверхность 44.



Приспособление для установки вала



Продолжение рисунка

Устройство работает следующим образом. Вал 42 (см. рисунок) размещают на лотке 40, располагая его концом с базовой поверхностью 44 между призматическими губками 8 и 9, а другим концом – между плоскими губками 15 и 16. При этом прижимают его буртиком 43 к уступу 41. При закреплении срабатывает привод 6, который через шток 7 передает движение двуплечему рычагу 35. Упомянутый рычаг через сопряжение «продолговатый паз 36 – стержень 14» передает движение толкателям 12 и 13, а затем через сопряжение наклонного паза 31 с наклонным выступом 27 – ползуну 10, а через сопряжения наклонного паза 32 с наклонным выступом 28 – ползуну 11.

Одновременно другим плечом двулучевого рычага 35 движение через сопряжение «радиусные канавки 38 и 39 – сферическая поверхность 22» передается качалке 21, от которой через сопряжения продолговатых пазов 23 и 24 с соответствующими цилиндрическими осями 25 и 26 – толкателям 20 и 19, а далее через сопряжения наклонных пазов 33 и 34 с соответствующими наклонными выступами 29 и 30 – ползунам 17 и 18. После касания призматических губок 8 и 9 с валом 42 заканчивается его базирование, при этом движение упомянутых губок приостанавливается за счет сопряжения «продолговатый паз 36 – стержень 14». В то же время движение на сближение плоских губок 15 и 16 продолжается. В момент касания одной из плоских губок с валом 42 ее движение приостанавливается, а другой продолжается за счет сопряжения «радиусные канавки 38 и 39 – сферическая поверхность 22». После касания обеих плоских губок 15 и 16 с валом 42 возобновляются приостановленные движения всех губок и происходит одновременный зажим вала 42 обоими зажимными механизмами. Таким образом, центрируют ступенчатый вал самоцентрирующим зажимным механизмом, а закрепляют его одновременно двумя механизмами.

В разработанном приспособлении качалка и ее связь с толкателями второго зажимного механизма, а также связь качалки с двулучем рычагом обеспечивают губкам упомянутого механизма возможность совершать переменные движения и самоустанавливаться по закрепляемой поверхности без выполнения этим механизмом центрирования ступенчатого вала. Причем за счет переменных движений губки перед закреплением могут самоустанавливаться по поверхности, имеющей погрешность формы и расположенной с отклонением от симметричности относительно упомянутых губок и от соосности относительно базовой поверхности вала. При этом не нарушается центрирование, выполненное первым механизмом. Клиновые сопряжения для передачи движения от толкателей к ползуну повышают надежность закрепления вала. Таким образом и обеспечивается решение поставленной задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ уровня техники и области способов и приспособлений для установки валов на технологическое оборудование позволил выявить достоинства и недостатки известных решений. Кроме того, он показал, что устранение выявленных недостатков является актуальной задачей. В разработанном способе установки базирование вала выполняют только самоцентрирующим зажимным механизмом, а его закрепление – одновременно обоими механизмами. В спроектированном приспособлении второй зажимной механизм выполнен самоустанавливающимся с переменным движением его губок. Это позволяет исключить влияние погрешности формы и расположения той поверхности, за которую самоустанавливающийся механизм закрепляет вал, на точность базирования. Техническим результатом является повышение точности установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки: справочник в 2 ч. СПб.: Политехника. 2009. Ч. 2. 629 с.
2. Анухин В.И. Допуски и посадки: учебное пособие. СПб.: Питер. 2007. 206 с.
3. Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б. Нормирование точности в машиностроении: учебник / под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Высш. шк.; Академия. 2001. 335 с.
4. Горохов В.А., Схиртладзе А.Г. Проектирование и расчет приспособлений. Старый Оскол: ТНТ. 2009. 304 с.

5. Схиртладзе А.Г., Новиков В.Ю. Станочные приспособления: учебное пособие. М.: Высш. шк. 2001. 110 с.

6. Справочник технолога – машиностроителя: в 2 т. / А.М. Дальский [и др.]. М.: Машиностроение-1. 2003. Т. 1. 912 с.

7. Малов А.Н. Загрузочные устройства для металлорежущих станков. М.: Машиностроение. 1972. С. 208–211.

8. Архаров А.П., Митюшин С.С. Способ установки заготовки на центрах токарного станка // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2019. № 4 (4). С. 36–39.

9. Архаров А.П. Патрон клиновой механизированный для установки заготовки на центрах токарного станка // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2020. № 1 (5). С. 21–26.

10. Скиженок В.Ф., Лебедев Н.Ф., Ковзель Н.И. Автоматизация и механизация протяжных работ. М.: Машиностроение. 1974. С. 43–44.

Для цитирования: Архаров А.П. Установка вала в механизированное приспособление с двумя зажимными механизмами // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2024. № 1 (21). С. 42–48.

MEASURING THE POSITIONAL DEVIATION OF HOLES COORDINATED IN THE ANGULAR DIRECTION AND RELATIVE TO THE CENTRAL HOLE OF THE PART

A.P. ARKHAROV, Cand. Sc.

Tver State Technical University
22, Af. Nikitin emb., Tver, 170026, e-mail: arharovanatoliy@yandex.ru

Analysis of the known methods and devices for shaft installation on metal-cutting machines when processing keyways is done. The essence of the developed method for installing a stepped shaft is outlined. The device and operating principle of the designed device with two clamping mechanisms are presented. Comparative analyzes of the developed method and device with similar known solutions are carried out. The development originality and the achieved technical result are reflected in this work.

Keywords: shaft, installation, keyway, positioning, method, accuracy, device, clamping mechanism.

Поступила в редакцию/received: 08.12.2023; после рецензирования/revised: 12.12.2023;
принята/accepted: 15.12.2023