

## ON THE FRICTIONAL CHARACTERISTICS OF THE LASER-DEPOSITED NICKEL ALLOY SURFACE

V.V. IZMAILOV, Dr. Sc., AFANASIEVA L.E., Cand. Sc.,  
M.V. NOVOSELOVA, Cand. Sc.

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

The frictional characteristics of powder laser cladding of a nickel alloy were studied, including friction force, friction coefficient, and specific friction force. Powder laser cladding was performed by sequentially depositing three layers using a multichannel laser. After cladding, the coating surface was further remelted using different laser radiation modes, varying the alloy crystallization conditions. As a result, a uniform microstructure formed in the surface layer of all samples, differing only in the size of the structural components. It was shown that varying the coating surface melting modes within the selected range does not significantly affect the frictional characteristics of the contact between the steel indenter and the coating surface.

*Keywords:* friction coefficient, specific friction force, powder laser cladding, multichannel laser, nickel alloys.

Поступила в редакцию/received: 04.12.2025; после рецензирования/revised: 10.12.2025;  
принята/accepted: 15.12.2025

УДК 621.941.229.3

DOI: 10.46573/2658-5030-2026-1-61-66

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ВАЛА С КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ НА ЦЕНТРАХ СТАНКА

А.П. АРХАРОВ, канд. техн. наук

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

© Архаров А.П., 2026

В работе приведен анализ известных способов и средств технологического оснащения для установки заготовок в виде валов на металлорежущих станках. Выявлены их достоинства и недостатки. Раскрыта сущность усовершенствованных способа и патрона для установки валов, содержащих коническую поверхность, на центрах станка. Проведено их сравнение по существенным признакам с аналогичными известными решениями. Отражен достигаемый при использовании предложенного усовершенствования технический результат.

*Ключевые слова:* вал, установка, способ, патрон, зажимные элементы, коническая поверхность, технологические возможности, упорные центры.

## ВВЕДЕНИЕ

Во многих изделиях машиностроения используются валы с различными конструктивными элементами в виде цилиндрических, конических и резьбовых поверхностей, канавок, шлиц и т. п. [1]. При обработке заготовок таких деталей на металлорежущих станках применяют различные способы их установки. Наиболее распространенным способом является установка заготовки на центрах станка с обеспечением передачи ей крутящего момента от шпинделя [2], что достигается при помощи хомутика, закрепляемого на одной из поверхностей заготовки, и поводкового патрона, устанавливаемого на шпинделе станка [3, 4]. Достоинством таких технологических средств является их простота. Однако установка и снятие хомутика, выполняемые вручную, увеличивают трудоемкость операции и делают невозможными автоматические загрузку, разгрузку и переустановку заготовки на технологическом оборудовании.

Передавать заготовке крутящий момент можно также с помощью рифленых центров, поводкового патрона со штырями на его колпачке [5] либо поводкового патрона с зубьями на его поводковой шайбе [6]. Эти способы характеризуются общим признаком, а именно способностью рифлений, зубьев или штырей вдавливаться в прилегающую поверхность при давлении на них заготовкой во время ее установки на центрах, а в процессе обработки – передавать крутящий момент. Применение патронов с зубьями или штырями ухудшает качество детали, а использование рифленых центров приводит к деформации центральных отверстий заготовки и исключает возможность задействовать их в последующих операциях.

Для уменьшения деформаций заготовки из-за неодновременного начала ее закрепления кулачками применяют способ [7] и патрон с переменным характером движения его кулачков в радиальном направлении [8]. Однако они позволяют закреплять заготовку только за цилиндрическую поверхность.

В случае установки заготовки на центрах станка и необходимости закрепления ее за коническую поверхность используется способ [9] с применением кулачкового механизированного патрона с осевым переменным движением кулачков [10]. Однако данный способ и патрон не подходят для закрепления валов с разными углами конуса конической поверхности. С целью устранения указанного недостатка требуется разработка новых способа и патрона. Этой задаче и посвящена данная работа.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При исследовании применялся структурный анализ выявленных в научной литературе и патентной документации, а также используемых на практике методов и средств для установки валов на технологическое оборудование. При разработке усовершенствованных способа и патрона применялся синтез таких признаков технологических методов и средств, которые в совокупности позволяют создать единое целое, отвечающее поставленной задаче и критерию оригинальности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

За базовый вариант для разрабатываемого способа был принят способ установки вала с конической поверхностью на центрах станка, в котором используется кулачковый патрон с передним упорным центром, а заготовку

закрепляют за коническую поверхность путем переменного движения кулачков в осевом направлении [9].

В разработанном способе выполняют следующие переходы. Механизированный патрон с поворотными зажимными элементами и передним упорным центром устанавливают на шпиндель передней бабки станка, а задний упорный центр – в пиноль задней бабки станка. Размещают вал, содержащий наружную коническую поверхность, на упорные центры, располагая его вершиной упомянутой поверхности в направлении к переднему упорному центру. Затем сообщают зажимным элементам переменные перемещения вдоль оси центров в направлении к конической поверхности вала вдоль линии центров. При этом зажимные элементы прижимают одними их рабочими поверхностями к торцу вала, а другими – к конической поверхности за счет продолжающегося перемещения и поворота этих элементов. Приостанавливают перемещение того зажимного элемента, который первым выполнит прижатие к валу, и возобновляют его после прижатия к валу обеих рабочих поверхностей другого элемента. Завершают способ одновременным закреплением вала обоими элементами за две его поверхности: коническую и торцовую.

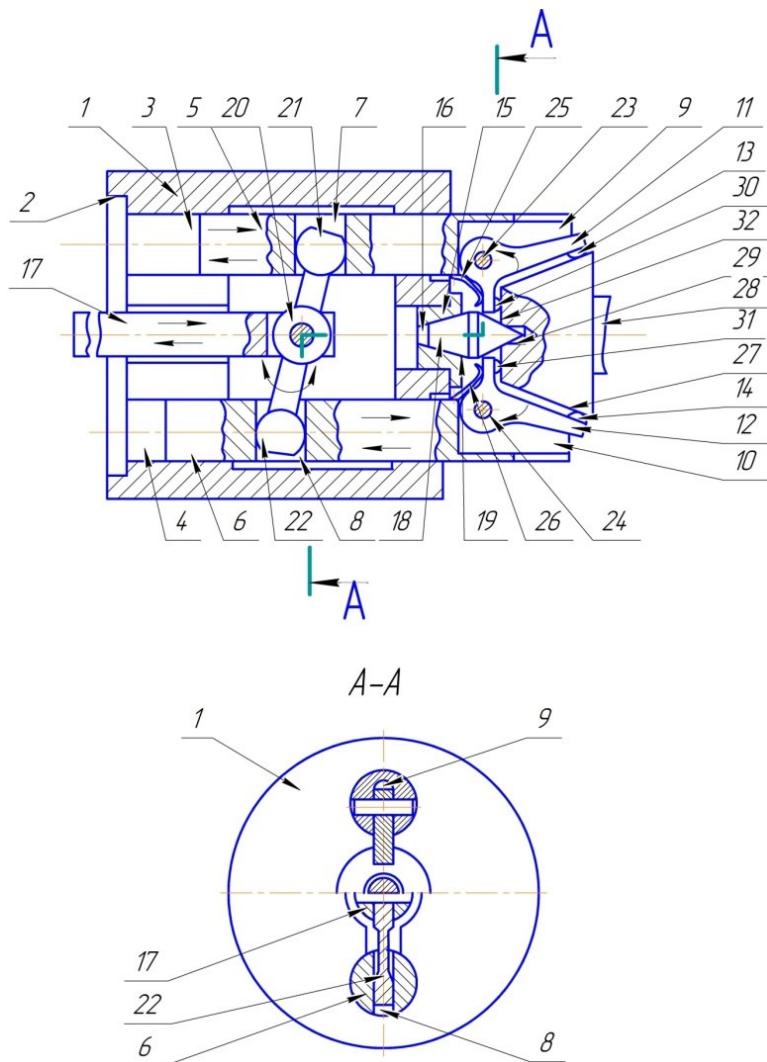
Использование механизированного патрона с поворотными зажимными элементами и с возможностью взаимодействия их с торцом вала позволяет упомянутым элементам после прижатия их к торцу поворачиваться и тем самым прилегать к конической поверхности независимо от ее диаметра и угла конуса. Это расширяет технологические возможности способа.

Кроме того, прижатие зажимных элементов к торцу вала обеспечивает его дополнительное закрепление за упомянутый торец, что повышает надежность установки вала с конической поверхностью. Способ позволяет также закреплять вал за наклонные поверхности с разными углами их наклона.

Для осуществления разработанного способа необходим механизированный патрон с переменным характером движения зажимных элементов в осевом направлении и с их поворотами вокруг осей, перпендикулярных оси центров станка. При разработке такого патрона за основу был взят патрон, в котором используется механизм преобразования осевых перемещений штока привода в переменные перемещения зажимных элементов в направлении, параллельном оси центров [10].

Спроектированный патрон (рисунок) содержит корпус 1 с центрирующим поясом 2, выполненным на первом его торце, и с отверстиями 3 и 4, цилиндрические стержни 5 и 6 с продольными окнами 7 и 8 и продолговатыми пазами 9 и 10 соответственно, зажимные элементы в виде качалок 11 и 12 с рабочими поверхностями 13 и 14, фланец 15 с коническим отверстием 16, шток 17, упорный центр 18 с присоединительным конусом 19, двухлечий рычаг 20 с плечами 21 и 22, оси 23 и 24 и пружины 25 и 26. Отверстия 3 и 4 расположены симметрично относительно оси центрирующего пояска 2. Цилиндрические стержни 5 и 6 сопряжены с отверстиями 3 и 4 соответственно, с возможностью осевых перемещений. Двухлечий рычаг 20 установлен на штоке 17 с возможностью поворотов вокруг оси, перпендикулярной продольной оси упомянутого штока, а его плечи 21 и 22 сопряжены с продольными окнами 7 и 8 соответственно. Фланец 15 закреплен на втором торце корпуса 1 соосно своим коническим отверстием 16 относительно центрирующего пояска 2. Упорный центр 18 сопряжен присоединительным конусом 19 с коническим отверстием 16. Качалки 11 и 12 размещены на стержнях 5 и 6 с возможностью прилегания их рабочих поверхностей 13 и 14 к конической

поверхности 27 вала 28, установленного центровым отверстием 29 на упорном центре 18. Качалки 11 и 12 содержат дополнительные рабочие поверхности 30 и 31 соответственно и установлены на осях 23 и 24 с возможностью поворота вокруг упомянутых осей и взаимодействия поверхностей 30 и 31 с торцом 32 вала 28. Пружины 25 и 26 закреплены на цилиндрических стержнях 5 и 6 с возможностью взаимодействия с качалками 11 и 12.



Патрон механизированный для установки вала с конической поверхностью на центрах станка

Патрон работает следующим образом. Устанавливают патрон центрирующим пояском 2 на шпиндель станка. Вал 28 размещают одним из центровых отверстий 29 на передний упорный центр 18, закрепленный в корпусе 1 патрона, а другим – на задний упорный центр, закрепленный в пиноли задней бабки станка (на рисунке не показаны). От привода сообщают движение штоку 17. Это осевое перемещение с помощью плеч 21 и 22 двухлечего рычага 20 через окна 7 и 8 преобразуется в осевые переменные перемещения цилиндрических стержней 5 и 6. После прижатия дополнительных рабочих поверхностей 30 и 31 к торцу 32 начинается поворот

качалок 11 и 12 соответственно на осях 23 и 24. При этом пружины 25 и 26 деформируются, а рабочие поверхности 13 и 14 качалок сначала приближаются к конической поверхности 27, а затем прилегают к ней. При прилегании одной из рабочих поверхностей, например поверхности 13, к конической поверхности 27 осевое перемещение цилиндрического стержня 5 с качалкой 11 приостанавливается и возобновляется после прилегания рабочей поверхности 14 качалки 12 к конической поверхности 27. Дальнейшими совместными осевыми перемещениями цилиндрических стержней 5 и 6 с качалками 11 и 12 закрепляют вал 28 за коническую поверхность 27 и торец 32.

Установка зажимных элементов на осях с возможностью поворота вокруг этих осей обеспечивает прилегание рабочих поверхностей данных элементов к конической поверхности закрепляемого вала при различных углах ее конуса.

Выполнение зажимных элементов в виде качалок и возможность их дополнительных рабочих поверхностей взаимодействовать с торцом вала обеспечивают качалкам поворот, за счет чего достигается их прилегание также к торцевой поверхности. В результате закрепление вала каждой качалкой выполняется в двух местах в отличие от способа [10], в котором кулачки не поворачиваются и каждый из них закрепляет вал только в одном месте и лишь за одну поверхность. Этим обусловлены расширенные технологические возможности разработанного патрона и повышенная надежность его закрепления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа существенных признаков, характеризующих известные технологические решения по установке валов на центры станков, и последующего их синтеза созданы усовершенствованные способ и патрон. Разработанные средства имеют расширенные технологические возможности за счет закрепления валов за конические поверхности с разными углами конуса и диаметрами данных поверхностей, а также за наклонные плоскости с разными углами наклона и расстояниями до оси вала. Их применение позволит повысить надежность установки за счет одновременного закрепления вала за коническую и торцовую поверхности. Предложенные усовершенствования могут быть использованы в машиностроении при установке на технологическое оборудование валов, содержащих либо конические поверхности, либо наклонные плоскости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник технолога – машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Изд. 5-е, испр. М.: Машиностроение-1, 2003. Т. 1. 912 с.
2. Технология машиностроения: в 2 кн.: учебное пособие для вузов. Кн. 1: Основы технологии машиностроения / Э.Л. Жуков [и др.] / под ред. С.Л. Мурашкина. Изд. 3-е, стер. М.: Высшая школа, 2008. 278 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение-1, 2001. Т. 2. 944 с.
4. ГОСТ 2571-71. Патроны токарные поводковые. М.: Издательство стандартов, 1981. 7 с.

5. Справочник технолога – машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. Изд. 7-е, испр. М.: Инновационное машиностроение, 2023. Т. 2. 818 с.
6. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. Технология машиностроения: учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1973. 448 с.
7. 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.
8. 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.
9. Архаров А.П. Установка вала с конической поверхностью на центрах станка // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2025. № 1 (25). С. 12–17.
10. Патент РФ 2841354. Патрон кулачковый механизированный для установки вала на центрах станка / Архаров А.П. Заявл. 18.11.2024. Опубл. 06.06.2025, Бюл. № 16.

**Для цитирования:** Архаров А.П. Усовершенствование установки вала с конической поверхностью на центрах станка // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2026. № 1 (29). С. 61–66.

## **IMPROVEMENT OF THE INSTALLATION OF A SHAFT WITH A CONICAL SURFACE ON THE CENTERS OF THE MACHINE**

A.P. ARKHAROV, Cand. Sc.

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

The relevance of the topic under study is noted. The analysis of known methods and means of technological equipment for the installation of workpieces in the form of shafts on metal-cutting machines is presented. The essence of the improved method and chuck for installing shafts containing a conical surface on the centers of the machine is disclosed. Their essential features are compared with similar well-known solutions. The technical result achieved by using the proposed improvement is reflected.

*Keywords:* shaft, installation, method, chuck, clamping elements, tapered surface, technological capabilities, thrust centers.

Поступила в редакцию/received: 04.11.2025; после рецензирования/revised: 10.11.2025;  
принята/accepted: 12.11.2025