

(180°). For the kinematic analysis, the graph-analytical method is adopted. The plans of velocities and the transfer functions of the mechanism for a number of characteristic positions of the mechanism on the working stroke are given.

Keywords: bicycle drive, crank-rocker mechanism, synthesis, kinematic analysis.

Поступила в редакцию/received: 03.04.2026; после рецензирования/revised: 06.04.2026;
принята/accepted: 13.04.2026

УДК 621.941.229.3

DOI: 10.46573/2658-5030-2026-3-20-26

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА И ПАТРОНА ДЛЯ УСТАНОВКИ ВАЛА СО ШПОНОЧНЫМ ПАЗОМ 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

Представлен анализ известных способов и патронов для установки валов на центрах металлорежущих станков для их последующей обработки. Отмечена актуальность работы по созданию усовершенствованных способа и средства для установки вала со шпоночным пазом. Изложена сущность разработанного способа установки, в котором для передачи крутящего момента от шпинделя станка на вал создается шпоночное сопряжение путем автоматически выполняемых размещения вала на центрах станка и ориентирования его паза относительно кулачка патрона. Раскрыто устройство и принцип действия спроектированного патрона, который, кроме кулачков для удержания вала при его переносе на линию центров, содержит также прижим, препятствующий повороту вала при его ориентировании в угловом направлении. Приведено сравнение по отличительным признакам созданных способа и патрона с аналогичными известными решениями. Отражены оригинальность разработок и достигаемый технический результат.

Ключевые слова: вал, установка, шпоночный паз, способ, упорные центры, кулачковый патрон, шпоночное сопряжение, ориентирование.

ВВЕДЕНИЕ

Современное машиностроение развивается в направлении максимальной автоматизации, сокращения трудоемкости и снижения зависимости от ручного труда. С учетом этого особую актуальность приобретает задача повышения эффективности технологических процессов изготовления валов со шпоночными пазами – распространенных в машиностроении деталей, используемых в редукторах, насосах, электродвигателях и других изделиях [1, 2]. Среди факторов, влияющих на трудоемкость производства таких деталей, можно выделить способ установки их на металлорежущее оборудование и применяемую при этом технологическую оснастку. Одним из распространенных способов является установка валов на центрах станка с применением различных средств для передачи крутящего момента от шпинделя станка к заготовке вала [3, 4]. Применение простых по конструкции поводкового патрона и хомутика, устанавливаемого на заготовку вала вручную [5], упрощает способ

установки, но при этом увеличивается трудоемкость выполняемой операции, а также деформируется поверхность, на которой закрепляется хомутик. Для установки валов на центрах используют способ с применением кулачковых самоцентрирующих патронов [6]. Однако его существенным недостатком является снижение качества закрепляемой поверхности из-за ее деформаций не только от сил закрепления кулачками патрона, но и от одновременного начала закрепления ими. Устранить появление упомянутых дополнительных деформаций позволяет использование способа установки с применением кулачкового патрона с переменным характером движения его кулачков [7]. В то же время исключить деформации поверхности от сил закрепления при этом способе не представляется возможным.

Устранить указанный недостаток позволяет использование способа установки вала со шпоночным пазом на центрах станка [8]. В нем за счет применения установленного на кулачке однокулачкового патрона со шпонкой и фиксатором [9], а также ориентирования вала в угловом направлении с последующим вводом шпонки в шпоночный паз вала достигается создание шпоночного сопряжения, через которое валу при последующей механической обработке передается крутящий момент. Недостатком способа является ручное выполнение приемов по размещению вала на центрах станка и его ориентирование относительно шпонки, что снижает производительность операции и препятствует использованию автоматической загрузки и разгрузки оборудования. Для автоматической установки вала со шпоночным пазом на центрах станка с передачей крутящего момента валу через его упомянутый паз требуется разработка нового способа и патрона. Этой задаче и посвящена данная работа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При исследовании применялся структурный анализ используемых на практике, описанных в научной литературе и в патентной документации методов и средств для установки валов со шпоночными пазами на центрах технологического оборудования с передачей крутящего момента валу через его шпоночный паз. Новые способ и патрон разработаны на основе синтеза таких элементов, которые в совокупности образуют единое целое, отвечающее поставленной задаче и критерию оригинальности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основы разработанного способа принят способ установки вала, содержащего шпоночный паз, на центрах станка. При этом используют кулачковый патрон с упорным центром, шпонкой и фиксатором [9], а путем создания сопряжения шпонки с пазом вала обеспечивают для последующей обработки передачу ему крутящего момента через упомянутое сопряжение [8].

В разработанном способе (рис. 1) используют автоматизированное загрузочное устройство 1 с захватом 2, в котором губками 3 и 4 захвата закреплен устанавливаемый вал 5, а к его поверхности 6 прижат упор 7. Располагают захват с валом над осью упорных центров: переднего 8 и заднего 9, установленных соответственно в однокулачковом механизированном патроне 10 шпинделя 11 станка и в пиноли 12 задней бабки 13 станка. Патрон выполнен с неизменным характером движения его кулачка 14 и с размещенными на кулачке фиксатором 15 и шпонкой 16. Затем перемещают захват к оси центров 8 и 9, располагая вал между центрами в положении, обеспечивающим возможность взаимодействия его шпоночного паза 17 со шпонкой и фиксатором, и прижимая вал поверхностью 18 к упомянутому фиксатору. Размещают вал на упорных центрах, а затем открепляют его путем отвода от него губок. После этого совмещают шпоночный паз с фиксатором путем поворота шпинделя с патроном на полный оборот и заводят фиксатор в упомянутый паз. При этом повороту вала на

центрах с начала поворота шпинделя с патроном и до завершения захода фиксатора в паз препятствует момент сопротивления от силы прижатия упора к поверхности. Затем вместе с патроном поворачивают вал до завершения полного оборота за счет того, что крутящий момент, передаваемый валу через фиксатор, превышает момент сопротивления от силы прижатия упора, а потом останавливают поворот. После этого перемещают кулачок в радиальном направлении в сторону сближения с валом, заводя при этом шпонку в шпоночный паз, а затем отводят захват от вала в радиальном направлении. Упомянутый полный оборот позволяет выполнить взаимное ориентирование фиксатора и шпоночного паза независимо от их первоначального углового положения.

Таким образом, все элементы способа установки вала на центрах станка с обеспечением передачи крутящего момента валу через шпоночный паз выполняются без участия рабочего.

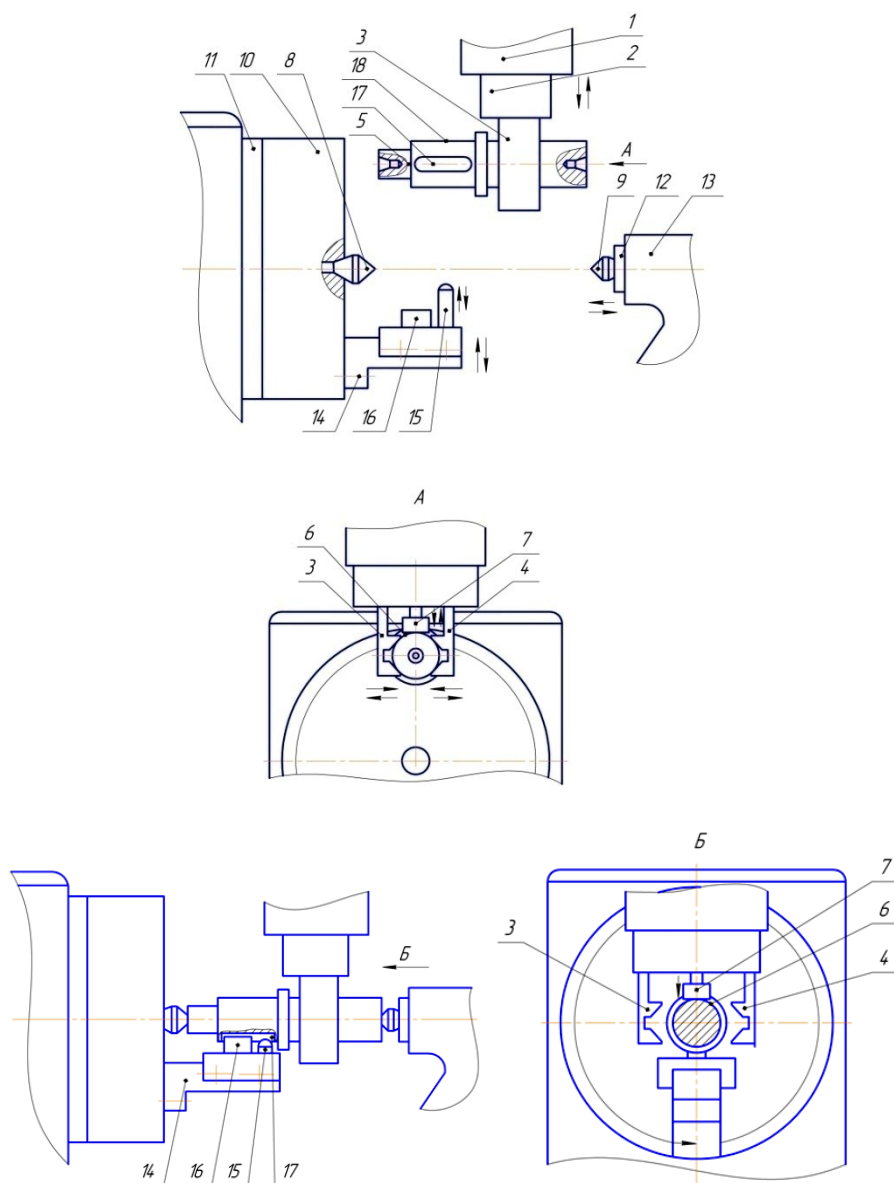


Рис. 1. Схема способа установки вала со шпоночным пазом на центрах станка

Для осуществления разработанного способа необходим механизированный патрон, который удерживал бы вал от поворота на центрах при его ориентировании в угловом направлении. При разработке такого патрона за основу был взят двухкулачковый механизированный самоцентрирующий патрон [10].

Спроектированный патрон загрузочного устройства (рис. 2) устроен следующим образом.

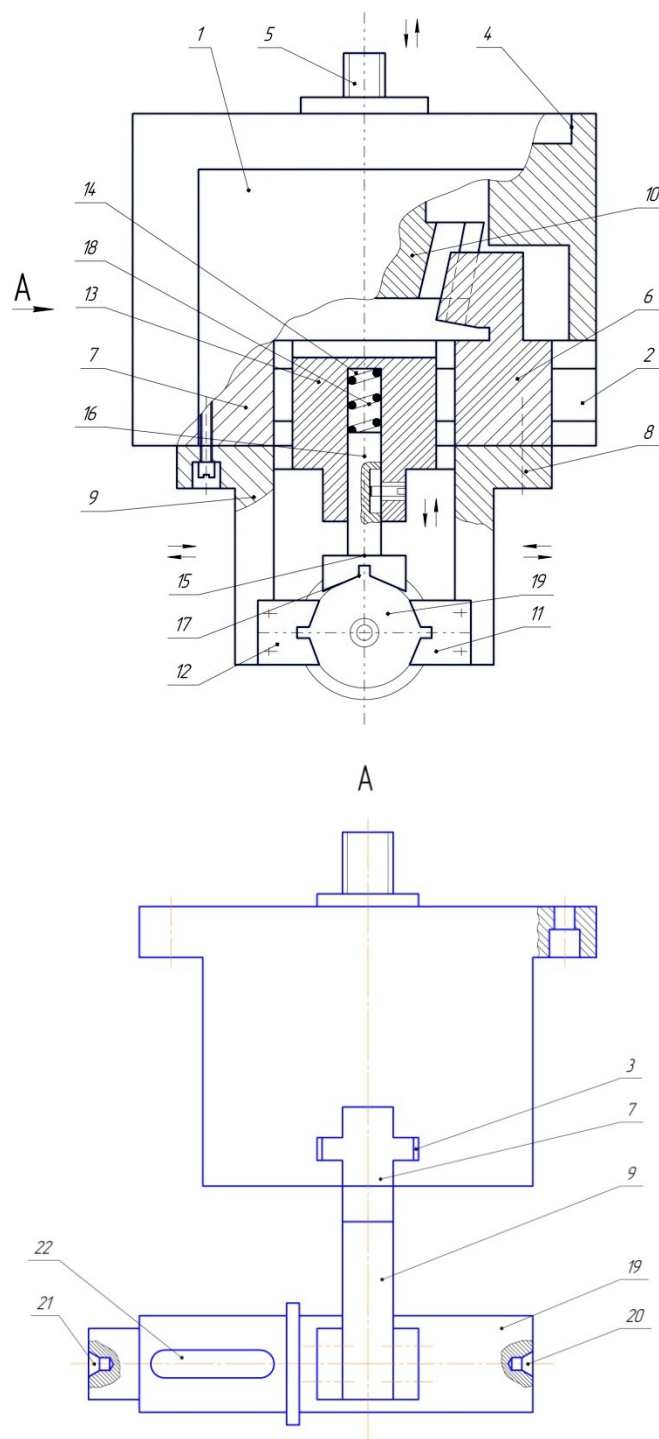


Рис. 2. Патрон загрузочного устройства для установки вала со шпоночным пазом на центрах станка

Патрон загрузочного устройства содержит корпус 1 с радиальными пазами 2 и 3 на первом его торце и с центрирующим пояском 4 на втором торце, шток 5, ползуны 6 и 7 с кулачками 8 и 9, размещенные соответственно в радиальных пазах, механизм преобразования 10 осевого перемещения штока в радиальные движения кулачков, размещенный в корпусе, призматические губки 11 и 12, закрепленные на кулачках, фланец 13 с глухим отверстием 14, прижим 15 с хвостовиком 16 и наездником 17 и пружину 18. Фланец закреплен на первом торце корпуса соосно своим глухим отверстием относительно центрирующего пояса. Прижим размещен хвостовиком в глухом отверстии с возможностью его перемещения вдоль оси упомянутого отверстия и прижатия наездником к устанавливаемому валу 19. Пружина размещена между дном глухого отверстия и хвостовиком. При этом биссекторная плоскость наездника расположена симметрично относительно оси упомянутого отверстия, а биссекторные плоскости призматических губок – симметрично друг к другу. Патрон центрирующим пояском установлен на загрузочном устройстве (на рис. 2 не показано).

Патрон загрузочного устройства работает следующим образом.

Устанавливаемый вал с центровыми отверстиями 20 и 21 и шпоночным пазом 22 размещают между призматическими губками. От привода сообщают движение штоку. Это осевое движение с помощью механизма 10 преобразуется в радиальные перемещения ползунов с кулачками и призматическими губками. Перемещения губок приводят к центрированию и закреплению вала. При этом прижим, смещаясь под действием пружины, своим наездником прижимается к валу. Располагают патрон загрузочного устройства с валом над осью переднего и заднего упорных центров (на рис. 2 не показаны), а затем, как это описано в разработанном способе, ориентируют шпиндель с патроном станка относительно шпоночного паза вала путем поворота шпинделя на полный оборот. Перед такой ориентацией открепляют вал за счет отвода от него призматических губок. В то же время вал удерживают от поворота на центрах станка с помощью наездника.

По сравнению с известным патроном [10] разработанный патрон загрузочного устройства позволяет создать на валу два момента сопротивления: основной момент – в результате закрепления вала призматическими губками упомянутого патрона и дополнительный – от силы прижатия наездника к поверхности вала. После размещения вала на центрах станка основной момент исключается за счет открепления вала губками, а дополнительный продолжает действовать, благодаря чему предотвращается поворот вала при угловом ориентировании фиксатора относительно шпоночного паза вала до того момента, пока фиксатор завершит перемещение в шпоночный паз.

Таким образом выполняется установка вала со шпоночным пазом на центрах станка с использованием патрона загрузочного устройства и с обеспечением передачи валу крутящего момента от шпинделя через сопряжение шпонки с упомянутым пазом. Патрон может быть использован в области металлообработки при загрузке заготовок в виде валов со шпоночными пазами на технологическое оборудование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ используемых способов и патронов для установки заготовок в виде валов на технологическом оборудовании выявил их достоинства и недостатки. Применение загрузочного устройства в разработанном способе позволяет размещать вал на центрах без использования ручного труда. Оснащение спроектированного патрона дополнительным прижимом обеспечивает возможность автоматической ориентации шпоночного паза вала относительно шпонки с последующим созданием ими шпоночного сопряжения. В результате использования

упомянутых технологических средств снижается трудоемкость установки валов со шпоночными пазами на металлорежущие станки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения: учебное пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1: Основы технологии машиностроения / Э.Л. Жуков [и др.]; под ред. С.Л. Мурашкина. М.: Высшая школа. 2008. 278 с.
2. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. Технология машиностроения: учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1973. 448 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / А.М. Дальский [и др.]. М.: Машиностроение-1, 2003. Т. 1. 912 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / под ред. А.М. Дальского [и др.]. М.: Машиностроение-1, 2001. Т. 2. 944 с.
5. ГОСТ 2571-71. Патроны токарные поводковые. М.: Изд-во стандартов, 1981. 7 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. М.: Инновационное машиностроение, 2023. Т. 2. 818 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. Установка вала со шпоночным пазом на центрах станка // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2024. № 3 (23). С. 39–44.
9. Патент РФ 2836426. *Патрон для установки вала со шпоночным пазом на центрах станка* / Архаров А.П. Заявл. 13.03.2024. Опубл. 14.03.2025, Бюл. № 8.
10. ГОСТ 24351-80. Патроны токарные самоцентрирующие трех- и двухлапчатые клиновые и рычажно-клиновые. М.: Изд-во стандартов, 1988. 11 с.

Для цитирования: Архаров А.П. Усовершенствование способа и патрона для установки вала со шпоночным пазом на центрах станка // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2026. № 3 (31). С. 20–26.

THE METHOD AND THE CHUCK FOR MOUNTING A KEYWAY SHAFT ON MACHINE CENTERS IMPROVEMENT

A.P. Arkharov, Cand. Sc.

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

An analysis of known methods and chucks for installing shafts on the centers of metal-cutting machines for the processing is presented. The relevance of the work on creating a method and means for installing a shaft with a keyway is noted. The essence of the developed installation method is outlined, in which a keyway coupling is created to transfer torque from the machine spindle to the shaft by automatically placing the shaft on the machine centers and orienting its groove relative to the chuck jaws. The device operating and principle of the designed jaw chuck are disclosed, which also contains a clamp that prevents the shaft from turning when it is oriented in an angular direction as well as jaws for holding the shaft when it

is transferred to the center line. Comparative analyzes on the distinguishing features of the created method and chucks with similar known solutions were carried out. The development originality and the achieved technical result are reflected.

Keywords: shaft, installation, keyway, method, thrust centers, jaw chuck, keyway coupling, orientation.

Поступила в редакцию/received: 02.02.2026; после рецензирования/revised: 27.02.2026;
принята/accepted: 11.03.2026

УДК 621.785.616

DOI: 10.46573/2658-5030-2026-3-26-32

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА В БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ

К.А. САХАРОВ, ассистент

Тверской государственный технический университет,
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22, e-mail: akad.ka.3000@yandex.ru

© Сахаров К.А., 2026

Методами растровой электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа исследованы микроструктура и химический состав быстрорежущей стали марки Р6М5 после лазерной закалки и лазерного отпуска. В зоне лазерной закалки из жидкой фазы практически все первичные карбиды растворяются в матрице, что позволяет получить структуру высоколегированных твердых растворов и снизить риск преждевременного выхода из строя инструментов из-за выкрашивания крупных карбидов в режущей кромке. Установлены закономерности формирования микроструктуры и распределения основных легирующих элементов.

Ключевые слова: микроструктура, быстрорежущая сталь, многоканальный лазер, растровая электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования по воздействию лазерного излучения на вещество проводятся начиная с появления первых лазерных систем [1]. В настоящее время в области лазерных технологий достигнуты значительные успехи, интенсивно развиваются и получили широкое практическое применение резка, сварка, наплавка, термообработка, ударное воздействие и др. [2]. Упрочнение рабочих поверхностей инструментов лазерным излучением – один из современных способов формирования требуемой микроструктуры, обеспечивающей улучшенный комплекс механических и эксплуатационных свойств [3–5].

Как известно, основными свойствами быстрорежущих сталей являются высокие твердость 63–67 HRC, прочность и теплостойкость (600–700 °С), а также износостойкость за счет легирования вольфрамом, молибденом, хромом, ванадием и кобальтом; использованием сложной технологии упрочнения, включающей высокотемпературную закалку с нагревом до 1 210–1 280 °С и последующим трехкратным отпуском при температуре 560 °С [6]. При изготовлении (методами литья,ковки, отжига) и упрочнении быстрорежущих сталей по традиционной технологии значительная часть легирующих элементов остается в крупных труднорастворимых