

15. Армарего И.Дж.А., Браун Р.Х. Обработка металлов резанием. М.: Машиностроение. 1977. 325 с.
16. Польцер Г. Основы трения и изнашивания. М.: Машиностроение. 1984. 264 с.
17. Popov V. Generalized archard law of wear based on Rabinowicz criterion of wear particle formation // *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*. 2019. V. 17. № 1. P. 39–45.
18. Archard J.F. Contact and rubbing of flat surfaces // *Journal of Applied Physics*. 1953. V. 24. № 8. P. 981–988.

Для цитирования: Болотов А.Н., Бурдо Г.Б. Моделирование разрушения адгезионного контакта в магнитном поле // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2024. № 3 (23). С. 32–39.

MODELING THE DESTRUCTION OF AN ADHESIVE CONTACT IN A MAGNETIC FIELD

A.N. BOLOTOV, Dr. Sc., G.B. BURDO, Dr. Sc.

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

The paper presents a new model of adhesive wear of surfaces when a magnetic field is applied. It is proposed to take into account magnetostatic forces acting in the process of separation of wear particles. It is emphasized that at the qualitative level the model agrees well with the experimental results. It is noted that the obtained results can be used to predict the properties of tribojoints operating in magnetic fields.

Keywords: magnetic field, adhesive wear.

Поступила в редакцию/received: 18.04.2024; после рецензирования/reviced: 25.04.2024;
принята/accepted: 30.04.2024

УДК 621.941.229.3

УСТАНОВКА ВАЛА СО ШПОНОЧНЫМ ПАЗОМ НА ЦЕНТРАХ СТАНКА

А.П. АРХАРОВ, канд. техн. наук

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

© Архаров А.П., 2024

Представлен анализ известных способов и технологических средств для установки валов на центрах металлорежущих станков. Изложена сущность разработанного способа установки, в котором передача крутящего момента от шпинделя на вал обеспечивается без закрепления вала. Раскрыты устройство и принцип действия сконструированного кулачкового патрона. Проведены сравнительные анализы спроектированных 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, качество поверхности.

DOI: 10.46573/2658-5030-2024-3-39-44

ВВЕДЕНИЕ

Многие изделия машиностроительного производства содержат валы с разнообразными конструктивными элементами. Среди этих элементов наиболее распространенными являются цилиндрические шейки со шпоночными пазами и шейки подшипниковые. К рабочим поверхностям шеек предъявляются высокие требования в отношении точности размеров и шероховатости [1]. Удовлетворение этих требований обеспечивается применением чистовых методов обработки, в которых используют различные способы установки вала на центрах станка. В одном из таких способов [2] устанавливают поводковый патрон на шпиндель станка, в шпиндель устанавливают передний упорный центр, задний упорный центр – в пиноль задней бабки, хомутик – на наружную поверхность вала и вал – на упорные центры. Однако закрепление хомутика на валу деформирует закрепляемую поверхность. Это снижает качество вала, особенно в случае использования в качестве закрепляемой начисто обработанной поверхности. Кроме того, установка и снятие хомутика, выполняемые вручную, увеличивают трудоемкость операции и препятствуют автоматизации загрузки и разгрузки технологического оборудования.

Сокращение числа ручных приемов достигается в ряде применяемых способов установки валов на центрах станка, в которых не используют хомутик как средство передачи крутящего момента от шпинделя станка на обрабатываемый вал. В одном из таких способов применяют рифленные упорные центры [3], которые при установке вдавливаются в центровые отверстия вала под воздействием силы, прилагаемой к пиноли задней бабки. Однако установка на рифленные центры не обеспечивает высокой точности ввиду возникающего большого (до 0,5 мм) радиального биения. Она допускает только однократное использование центровых гнезд в качестве базы вследствие повреждения их при первой установке.

Для обработки валов напроход с одной установки применяют специальные торцовые поводковые центры [4], которые имеют в своем составе поводковые шайбы с торцевыми рифлениями. Данными рифлениями, вдавленными в торец вала при установке его на центры станка, обеспечивают передачу крутящего момента. При этом исключается применение поводкового патрона. В то же время от использования поводковой шайбы на торце вала остаются следы, которые снижают его качество.

Широко распространены способы установки валов на центрах станков с применением кулачковых патронов. Так, в способе установки вала на подпружиненный передний и упорный задний центры используют патрон, зажимные кулачки которого выполнены поворотными и расположены на подпружиненном центре [5]. После размещения вала на упомянутых центрах перемещают вал в осевом направлении путем выдвижения пиноли задней бабки. При этом перемещение вала через подпружиненный передний центр преобразуется в поворотные движения кулачков, которыми закрепляют вал. Недостатком такого способа является погрешность установки вала в осевом направлении, вызванная отклонениями диаметра закрепляемой поверхности.

В другом способе установки [6] также применяют кулачковый патрон, но его кулачкам сообщают радиальные переменные движения [7]. При этом радиальные перемещения исключают погрешность установки вала в осевом направлении,

обусловленную отклонениями диаметра закрепляемой поверхности. Переменный характер движения кулачков устраняет силовые воздействия последних из-за неодновременного их прилегания к валу. Но даже одновременное начало закрепления кулачками не предохраняет закрепляемую поверхность от деформации в местах ее соприкосновения с кулачками. Это ухудшает качество закрепляемой поверхности.

Таким образом, необходима разработка нового способа и патрона для установки вала со шпоночным пазом на центрах металлорежущего оборудования. Решению упомянутой задачи посвящена настоящая 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 на технологическое оборудование. При разработке нового способа и патрона применялся синтез таких элементов, которые в совокупности образуют единое целое, отвечающее поставленной задаче и критерию оригинальности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основы разработанного способа (рис. 1) принят способ установки заготовки на центрах токарного станка [6].

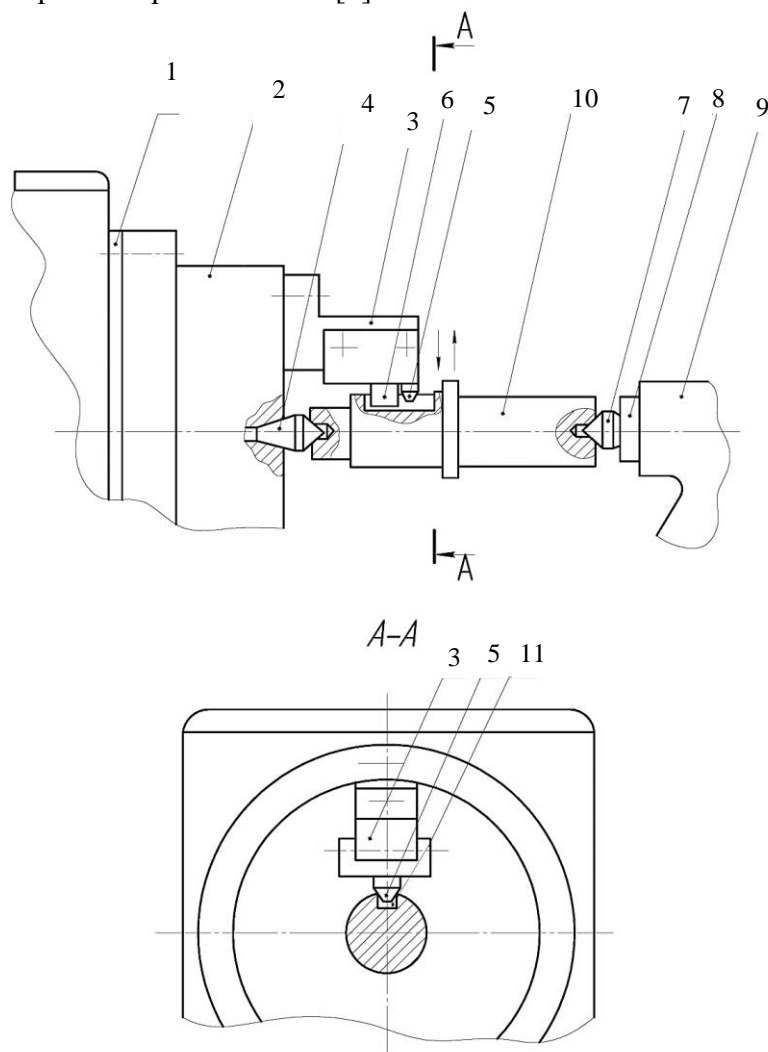


Рис. 1. Схема способа установки вала со шпоночным пазом на центрах станка

В разработанном способе на шпиндель 1 станка устанавливают механизированный патрон 2 с кулачком 3, передним упорным центром 4 и установленными на кулачке 3 фиксатором 5 и шпонкой 6. Устанавливают задний упорный центр 7 в пиноль 8 задней бабки 9 станка. Размещают вал 10 на упорных центрах 4 и 7 в положение, обеспечивающее его шпоночному пазу 11 возможность взаимодействия со шпонкой 6. Поворачивают вал 10 в центрах, добиваясь совмещения его шпоночного паза 11 с фиксатором 5. Затем заводят фиксатор 5 в шпоночный паз 11. Перемещают кулачок 3 в радиальном направлении на сближение с валом 10, при этом заводят шпонку 6 в шпоночный паз 11.

Поворот вала, установленного на центрах, позволяет совместить в радиальном направлении паз и фиксатор, а при последующем радиальном смещении фиксатора – зафиксировать угловое положение вала относительно кулачка. Использование патрона со шпонкой, размещенной на кулачке, а также радиальное перемещение кулачка позволяют завести шпонку в паз вала и образовать шпоночное сопряжение, через которое будет обеспечена передача крутящего момента без закрепления вала по наружной поверхности.

Для осуществления разработанного способа необходим механизированный патрон со шпонкой и фиксатором. При разработке такого патрона за основу были взяты патроны [8, 9]. Спроектированный патрон представлен на рис. 2.

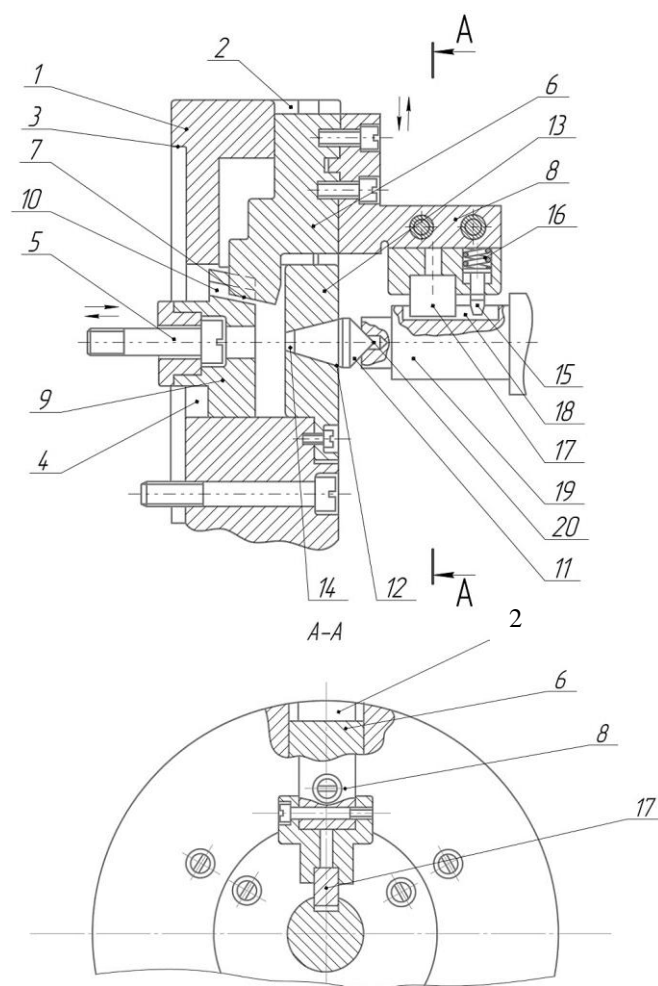


Рис. 2. Патрон кулачковый клиновой механизированный для установки вала со шпоночным пазом на центрах станка

Спроектированный патрон имеет следующее устройство. Он содержит корпус 1 с радиальным пазом 2, выполненным на его первом торце, с центрирующим пояском 3, выполненным на его втором торце, и центральным отверстием 4; шток 5, размещенный в центральном отверстии 4; ползун 6 с наклонным клиновым выступом 7 и кулачком 8; втулку 9 с наклонным клиновым пазом 10, сопряженным с наклонным клиновым выступом 7; упорный центр 11 с присоединительным конусом 12; фланец 13 с коническим отверстием 14; фиксатор в виде пальца 15, установленного на кулачке 8 с возможностью радиального перемещения относительно упомянутого кулачка от пружины 16; шпонку 17, закрепленную на кулачке 8. Ползун 6 размещен в радиальном пазу 2 с возможностью радиального движения кулачка 8. Фланец 13 установлен в центральном отверстии 4 и закреплен на первом торце корпуса 1 соосно с коническим отверстием 14 относительно центрирующего пояса 3. Упорный центр 11 сопряжен присоединительным конусом 12 с коническим отверстием 14. Втулка 9 закреплена на штоке 5 и сопряжена с центральным отверстием 4 с возможностью перемещения вдоль его оси. Шпонка 17 и палец 15 выполнены и расположены с возможностью сопряжения со шпоночным пазом 18 вала 19, установленного центровым отверстием 20 на упорном центре 11.

Патрон работает следующим образом. В корпусе 1 патрона, установленного центрирующим пояском 3 на шпиндель станка (на рис. 2 не показан), базируют вал 19 со шпоночным пазом 18 путем размещения его одним из своих центровых отверстий 20 на упорный центр 11, а другим – на задний центр, закрепленный в пиноли задней бабки (на рис. 2 не показаны). Поворачивают вал 19 на центрах станка, добиваясь совмещения его шпоночного паза 18 с пальцем 15. При этом палец 15 под действием пружины 16 заходит в упомянутый паз. От привода сообщают движение штоку 5. Это осевое движение через втулку 9 и сопряжение клинового паза 10 с клиновым выступом 7 преобразуется в радиальное перемещение ползуна 6 с кулачком 8 в радиальном пазу 2. При этом шпонка 17 заходит в шпоночный паз 18, не доходя до его дна, и сопрягается своими боковыми поверхностями с боковыми сторонами паза 18. Образованное таким способом сопряжение шпонки 17 с пазом 18 обеспечивает передачу вала 19 крутящего момента от шпинделя при последующей обработке без его закрепления патроном. Кроме того, такой вид передачи крутящего момента сокращает до одного количество кулачков, толкателей, ползунов и радиальных пазов в патроне, исключает из его конструкции направляющие шпонки и пазы для них, а также рычажную передачу между штоком и толкателем.

Таким образом, на основе всего вышеописанного обеспечиваются повышение качества вала и упрощение конструкции патрона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ уровня техники в области имеющихся способов и средств технологического оснащения для установки валов на центрах металлорежущего оборудования позволил выявить достоинства и недостатки известных решений. Помимо этого, он показал, что устранение выявленных недостатков является актуальной задачей. В разработанном способе исключено закрепление вала за наружную цилиндрическую поверхность. Спроектированный патрон содержит шпонку, фиксатор и только один кулачек. В нем упрощена кинематическая цепь передачи движения от привода к кулачку. За счет сопряжения «шпонка – шпоночный паз вала» достигается передача крутящего момента от шпинделя к валу без его закрепления. Это позволяет повысить качество вала и упростить конструкцию патрона.

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. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова М.: Машиностроение. Т. 1. 1986. 656 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / А.М. Дальский [и др.]. М.: Машиностроение-1. 2003. Т. 1. 912 с.
4. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. Технология машиностроения: учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение. 1973. 448 с.
5. А. с. 591271 СССР. *Поводковый патрон* / Е.И. Каменецкий [и др.]. Заявл. 14.07.75. Оpubл. 05.02.78. Бюл. № 5. URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU591271A1_19780205 (дата обращения: 12.04.2024).
6. 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.
7. Патент РФ 2693667. *Патрон клиновой механизированный* / Архаров А.П. Заявл. 15.02.2019. Оpubл. 03.07.2019. Бюл. № 19. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2693667C1_20190703 (дата обращения: 12.04.2024).
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. ГОСТ 24351-80. Патроны токарные самоцентрирующие трех- и двухкулачковые клиновые и рычажно-клиновые. М.: Издательство стандартов. 1988. 10 с.

Для цитирования: 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.

SHAFT WITH KEYWAY INSTALLATION 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

An analysis of known methods and technological means for shaft installation on the centers of metal-cutting machines is presented. The essence of the developed installation method is outlined, in which the transmission of torque from the spindle to the shaft is ensured without fixation the shaft. The device and operating principle of the designed jaw chuck are disclosed. Comparative analyzes of the designed method and the 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, surface quality.

Поступила в редакцию/received: 12.05.2024; после рецензирования/revised: 27.05.2024;
принята/accepted: 30.05.2024

*Вестник Тверского государственного технического университета.
Серия «Технические науки». № 3 (23), 2024*