

КЛАССИФИКАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА**М.И. Диденко**

dmi9669@mail.ru

SPIN-код: 1248-3611

М.А. Пандуров

mkpandurov@gmail.com

SPIN-код: 4085-9800

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация**Аннотация**

Составлена классификация и приведен краткий обзор по вспомогательному инструменту, исходя из технологических и производственных потребностей. Рассмотрены различные конструкции и конструктивные элементы инструментальных патронов и приводных головок. Представлены изделия для широкого применения и специальная оснастка, обозначена их область применения, указаны некоторые функциональные особенности, выделены достоинства и ограничения по использованию. Представлены способы крепления инструмента к технологической оснастке, особенности компоновки приводных головок, рассмотрены способы базирования патронов на станке, способы передачи крутящего момента от оборудования к патрону. Показано разделение вспомогательной оснастки по типу технологической операции.

Ключевые слова

Вспомогательный инструмент, инструментальная оснастка, патрон, термпатрон, гидروطрон, приводная головка, станочное приспособление, инструмент

Поступила в редакцию 23.09.2019

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019

Введение. Металлорежущая обработка — один из основных способов получения изделий. На нее выделяется значительное количество материальных средств и выполняется множество различных исследований. Большое внимание уделяется исследованию оборудования [1], энергопотреблению [2]. Однако нужно обратить внимание и на режущий инструмент — оценить его надежность, работоспособность в различных условиях и т. п. [3]. Одним из важнейших в этой системе является вспомогательный инструмент. Он позволяет соединять оборудование и режущий инструмент. Именно о вспомогательном инструменте пойдет речь в данной статье.

Вспомогательный инструмент — это приспособление, с помощью которого к станку крепится инструмент. Прежде всего вспомогательный инструмент должен выполнять ряд определенных задач: обеспечивать надежную фиксацию инструмента, необходимую точность позиционирования, передачу крутящего момента; иметь высокую статическую жесткость, требуемое качество балансировки; быть удобным в эксплуатации и др. Помимо этого вспомогательный инструмент может частично заменить многие станки. Поэтому он позволяет по-

высить производительность и расширить область применения режущего инструмента.

После изучения потребностей производства, особенностей технологического процесса, оборудования и инструмента был проведен анализ вспомогательного инструмента и составлена его классификация (рис. 1). Среди большого ассортимента вспомогательного инструмента два вида были выделены в отдельные группы: патроны (1) и приводные головки (2).

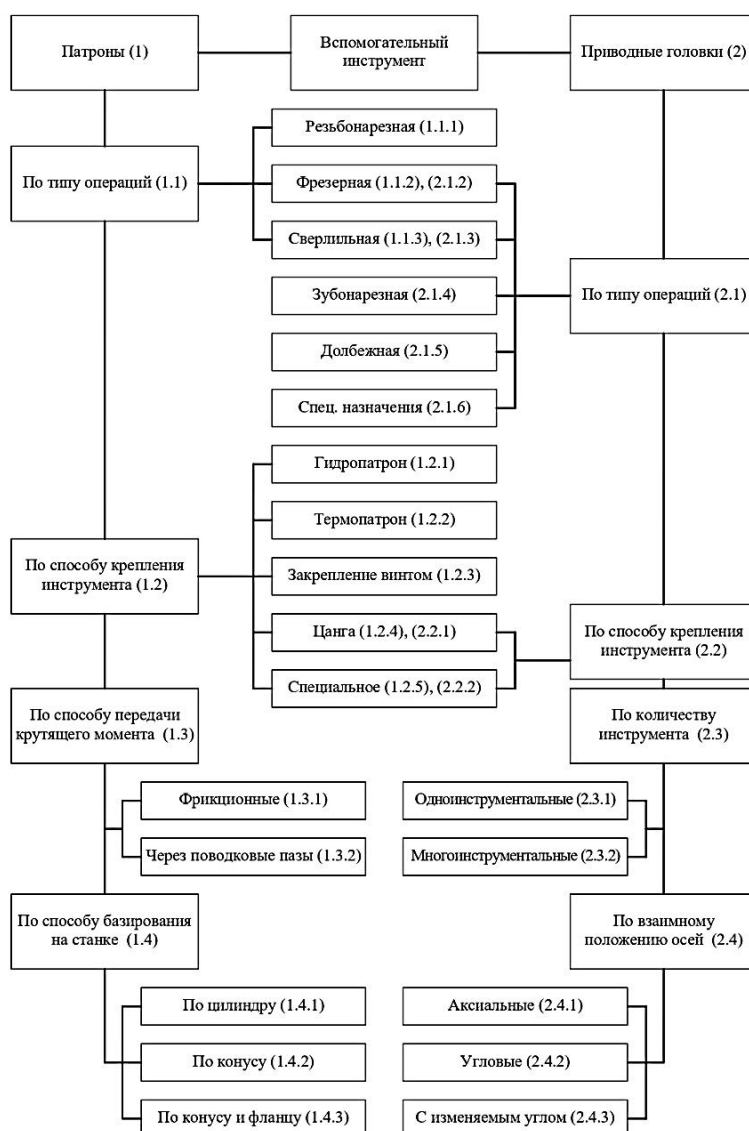


Рис. 1. Классификация вспомогательного инструмента

Некоторые классификационные признаки патронов и приводных головок совпадают, а именно: разделение по типу операций ((1.1), (2.1)) и по способу закрепления((1.2), (2.2)).

Наиболее распространенными являются *фрезерные приводные головки* (2.1.2). Они применяются для регулировки оборотов за пределами возможности станка, но более важным их применением является возможность обработки в труднодоступных местах с помощью угловых головок (рис. 2). *Патроны для фрезерования* (1.1.2), в свою очередь, привлекают быстрой установкой на станок, дешевой, широким номенклатурным рядом. При необходимости эти патроны обеспечивают инструмент наилучшим обжатием и повышенной жесткостью (рис. 3).



Рис. 2. Угловая приводная головка EWS



Рис. 3. Фрезерный патрон. Kennametal

Для сверления (2.1.3) возможно применение сверлильных приводных головок, обладающих упрощенной конструкцией подшипникового узла, что снижает их стоимость, но сужает область применения (рис. 4) [4].



Рис. 4. Приводная головка аксиальная Hoffman Group



Рис. 5. Сверлильный патрон Sandvik Coromand

Сверлильные патроны (1.1.3) обеспечивают простоту крепления инструмента, что позволяет быстро сменить его, увеличивая производительность (рис. 5) [5].

Резьбовые патроны (1.1.1), как правило, должны обеспечивать осевую компенсацию шага, обладать функцией самоцентрирования в отверстии. Некоторые патроны имеют предохранительные элементы (рис. 5).



Рис. 6. Резьбовой патрон Guhring с гидропластным креплением



Рис. 7. Зуборезная приводная головка WTO

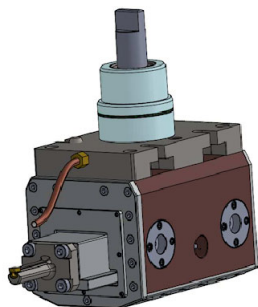


Рис. 8. Долбежная приводная головка

Очень важным является возможность применения *зуборезных приводных головок* (2.1.4). Обычно такие головки имеют ось, на которую устанавливается червячная модульная фреза. Несмотря на то что точность обработки зубчатых колес с помощью приводных головок хуже по сравнению с точностью, получаемой при применении специализированных станков, иногда приводные головки являются оптимальным решением (рис. 7) [6].

Для изготовления пазов возможно применение *долбежных головок* (2.1.5), преобразующих вращательное движение шпинделя в поступательное (рис. 8).

Также существует множество других головок *специального назначения* (2.1.6): например, головки для изготовления отверстий произвольной формы, крепления дисковых фрез и т. д. (рис. 9).



Рис. 9. Головки специального назначения

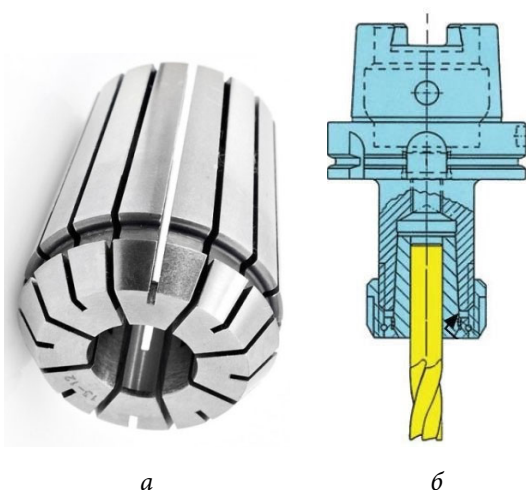


Рис. 10. Цанга: а — внешний вид; б — схема патрона

Самое распространенное крепление инструмента ((1.2), (2.2)) — *цанга* (рис. 10, а).

Цанговые патроны (1.2.4) (рис. 10, б) [7] подходят для инструментов с цилиндрическими хвостовиками. Они удобны в эксплуатации благодаря возможности быстрой смены инструмента, не требуют дополнительного оборудования, имеют радиальное биение менее 10 мкм. Патрон прост и удобен в обслуживании. У цанговых па-

тронов широкая номенклатура, что делает их универсальными. Однако цанга закрепляет инструмент определенного диаметра, поэтому допуски на хвостовик инструмента должны быть высокими.

В приводных головках также в основном используются цанги (2.2.1) (см. рис. 10, а).

Другим креплением (2.2.2) инструмента для приводных головок являются различные оправки под различные фрезы (дисковые, торцевые и т. д.)

Инструмент с цилиндрическим хвостовиком также закрепляют в патронах с *винтом* (1.2.3). Закрепление может осуществляться как в осевом направлении (рис. 11) [8], так и в радиальном (рис. 12) [9]. В радиальном направлении винт вкручивается, прижимая хвостовик режущего инструмента к внутреннему базовому цилиндру. При данном креплении ось инструмента может сместиться относительно оси шпинделя станка, что приведет к погрешностям при обработке. Данная оправка подходит для черновых работ. Крепление в осевом направлении более точное. Оно позволяет с легкостью обеспечить соосность системы. Закрепление винтом — недорогое решение для фиксации инструмента.



Рис. 11. Патрон с радиальным винтом Kennametal

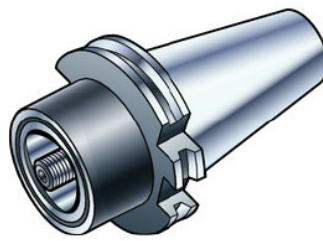


Рис. 12. Базовый держатель Sandvik Coromand

Гидрозажимной механизм, или просто *гидропатрон* (1.2.1) (рис. 13) — дорогостоящий вспомогательный инструмент, применяющийся для точной обработки. Принцип работы патрона заключается в следующем. При затягивании зажимного винта сила передается на поршень, который, в свою очередь, создает давление гидравлической жидкости. Давление гидравлической жидкости передается на тонкостенную раздвижную втулку. Это давление заставляет ее сжиматься вокруг хвостовика инструмента, создавая концентрированную силу зажима (рис. 14).

Патрон имеет низкое радиальное биение до 3 мкм. Обладает демпфирующим эффектом и имеет абсолютно симметричный зажим хвостовика, что позволяет вести обработку на повышенных скоростях, сохраняя точность обработки и увеличивая производительность в целом. Отсутствие вибраций позволяет увеличить жизненный цикл инструмента, осуществлять его быструю смену. Для применения патронов не требуется специальное оборудование.

Недостаток гидрозажимного патрона заключается в его дороговизне, но при аккуратной эксплуатации (можно легко повредить тонкостенный эле-

мент) и на правильном типе производства такие патроны в скором времени окупаются.



Рис. 13. Гидропатроны с различным типом хвостовиков Guhring

вить свой первоначальный размер, тем самым обеспечивается надежное беззазорное соединение.

Термопатроны (1.2.2) (рис. 15) [10] используются при тяжелой обработке. В исходном (холодном) состоянии диаметр посадочного отверстия термопатрона меньше диаметра хвостовика режущего инструмента на несколько микрометров. В результате нагрева посадочное отверстие термопатрона увеличивается и хвостовик режущего инструмента свободно входит в патрон. После остывания термопатрона посадочное отверстие стремится восстановить свой первоначальный размер, тем самым обеспечивается надежное беззазорное соединение.

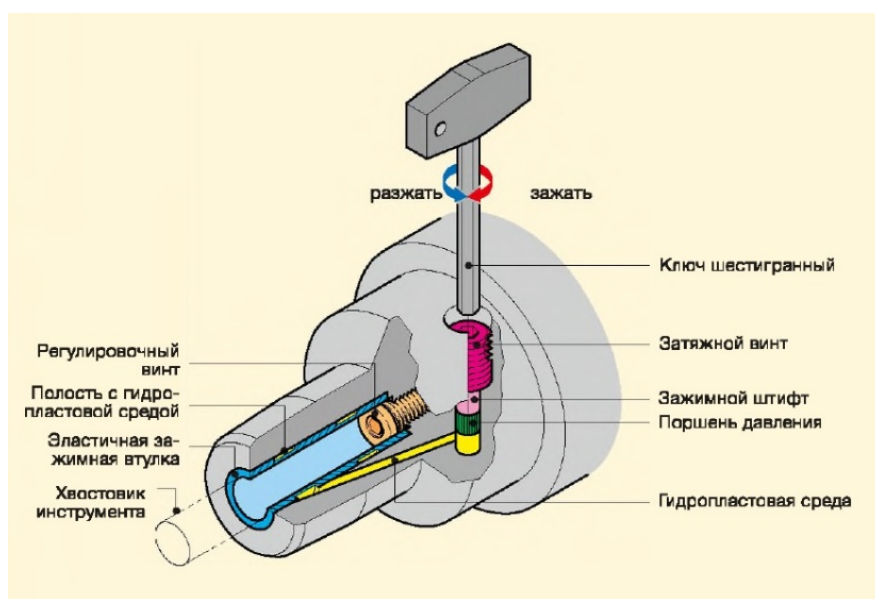


Рис. 14. Основные элементы гидропатрона

Термопатрон имеет ряд преимуществ: зажим хвостовика осуществляется по всей длине, что обеспечивает жесткость соединения, в процессе зажима хвостовику не наносятся повреждения. Патрон имеет низкое радиальное биение до 3 мкм. Несмотря на то что патрон дешевый, для его применения требуется дополнительное оборудование.

В данной классификации патроны подразделяют еще по двум самостоятельным признакам: по способу передачи крутящего момента (1.3) и по способу базирования на станке (1.4).

Точное базирование необходимо для осуществления точной обработки. Существуют несколько *способов базирования на станке* (1.4). Наиболее распространенным является базирование по конусу (1.4.2). SK-конус (рис. 16, а), MAS/BT-конус (рис. 16, б) — наиболее часто встречаемые вариации конусов.



Рис. 15. Термозажимной патрон Guhring



а



б

Рис. 16. Различные вариации конусов: а — SK-конус; б — MAS/BT-конус

HSK-конус имеет базирование не только по наружному конусу, но и по торцу, благодаря чему вытесняет с рынка SK-конус (см. рис. 16, а). Торцевой фланец служит для фиксации HSK-конуса по оси в шпинделе, а также для повышения жесткости при изгибающей нагрузке. Сквозное отверстие в хвостовике необходимо для использования ручной системы крепления. HSK-конус может быть разных модификаций. Наиболее распространенными являются конусы для автоматической и ручной смены и только для ручной смены.

HSK-конус имеет высокую повторяемость при смене инструмента, способен передавать большие моменты вращения, обладает меньшей массой и меньшими габаритами. Однако его недостатком является более сложная конструкция и, как следствие, более сложный технологический процесс изготовления.

В некоторых случаях базирование происходит по цилиндрической поверхности (1.4.1). К патронам ос таким типом базирования относится патрон для протяжки (рис. 17).

Передача крутящего момента (1.3) может осуществляться через пару трения. Конус Морзе передает момент фрикционным замыканием (1.3.1). Безусловно, положительным является то, что конусы являются базовой поверхностью для многих патронов. Однако вследствие деформации под действием центробежной силы уменьшается площадь контакта, в результате чего происходит снижение силы трения, возможно ослабление крепления и выпадение инструмента. В самом худшем случае может возникнуть

проскальзывание инструмента. Поэтому такой способ закрепления подходит для небольших моментов вращения и сил резания.

Для передачи большого крутящего момента в патронах предусмотрены пазы, через которые от поводковых сухарей передается вращение (1.3.2). Поводковые сухари расположены на торцевой поверхности шпинделя, они выполнены асимметричными для обеспечения определенной ориентации инструмента. Такие патроны сложнее предыдущих с точки зрения технологического процесса, но выигрывают в значении момента (рис. 17).

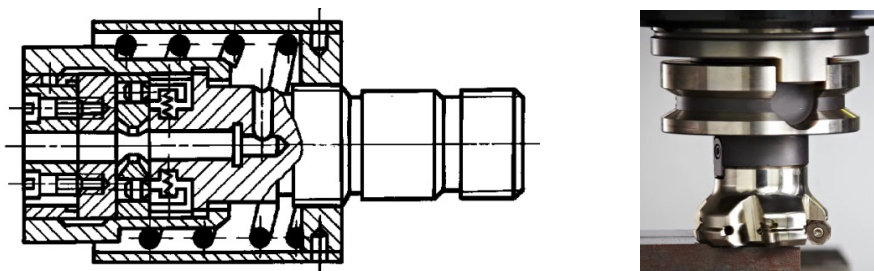


Рис. 17. Патрон для протяжки MAS/BT-конуса с поводковой шпонкой

По количеству инструмента (2.3) приводные головки подразделяют на одноинструментальные (2.3.1) (см. рис. 3, а) и многоинструментальные (2.3.2) (рис. 18). Первые проще налаживать, они имеют более простую конструкцию, а следовательно, более привлекательную стоимость. Однако при применении многоинструментальных головок возможно снижение количества операций, увеличение числа мест установки инструмента на револьверной головке, также возникает возможность одновременно обрабатывать несколько поверхностей. Но стоит учитывать, что при увеличении количества инструментов в головке кратно уменьшается мощность, а значит, уменьшается передаваемый крутящий момент.



Рис. 18. Многоинструментальная приводная головка EWS



Рис. 19. Приводная головка с изменяемым углом BENZ

Важным параметром является *взаимное положение осей инструмента и шпинделя* (2.4). Для фрезерных и сверлильных головок возможны любые варианты. Наиболее распространенный вариант — с совпадающими осями (2.4.1) (см. рис. 4). Признание он получил благодаря своим небольшим габари-

ритам. Такой вариант является базовым. Довольно популярны угловые головки с фиксированным углом (2.4.2). Чаще всего это угол 90° (см. рис. 2, а) или 45° . Интересным решением является сделать головку с переменным углом (2.4.3) (рис. 19) [11]. Каждая из приводных головок подходит для операций определенного вида.

Закключение. Вспомогательный инструмент необходим для расширения возможностей обработки. Он позволяет сохранить режущий инструмент и продлить его службу, увеличивает функционал оборудования.

Приводные головки могут значительно расширить возможности токарного и фрезерного станка, а с применением системы числового программного управления их значение становится еще важнее.

Патроны обеспечивают надежное крепление и заданные характеристики, необходимые при том или ином виде обработки.

Литература

- [1] Лукина С.В., Иванников С.Н., Манаенков И.В. Повышение эффективности многокоординатной обработки путем оптимизации компоновки много осевой станочной системы. *Известия МГТУ «МАМИ»*, 2014, т. 2, № 2(20), с. 34–37.
- [2] Малькова Л.Д. Энергосбережение при проектировании технологической операции токарной обработки. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2012, спец. вып., с. 43–49.
- [3] Мальков О.В. Анализ способов обработки резьбы фрезерованием. *Наука и образование: научное издание*, 2016, № 4. URL: <http://engineering-science.ru/doc/838440.html>
- [4] Hoffman Group. Каталог. hoffmann-group.com: веб-сайт. URL: https://ecatalog.hoffmann-group.com/index.html?country=rus_RU_RUE/catalogs/&catalog=90000001 (дата обращения: 17.08.2019).
- [5] Каталог SANDVIK COROMANT 2009. Металлорежущий инструмент и инструментальная оснастка. SANDVIK COROMANT, 2009.
- [6] Higher productivity pays. wto-tools.com: веб-сайт. URL: https://www.wto-tools.com/fileadmin/user_upload/_Kataloge_U1_PDF/Product_Portfolio_en.pdf (дата обращения: 17.08.2019).
- [7] Инструментальная фрезерная оснастка. Цанговые зажимы. osnastik.ru: веб-сайт. URL: https://osnastik.ru/f/katalog_osnastik_2019_13_razdel.pdf (дата обращения: 17.08.2019).
- [8] Полный каталог инструмента 2013. kennametal.su: веб-сайт. URL: <http://kennametal.su/doc/polnyy-katalog-instrument-kennametal-2013-god.html> (дата обращения: 17.08.2019).
- [9] Каталог SANDVIK COROMANT 2011 Металлорежущий инструмент и инструментальная оснастка. SANDVIK COROMANT, 2011.
- [10] Вспомогательный инструмент и инструментальная оснастка. guh-ring-tools.ru: веб-сайт. URL: <http://guh-ring-tools.ru/doc/guh-ring-vspomogatelnyy-instrument-i-instrumentalnaya-osnastka-2011.html> (дата обращения: 17.08.2019).
- [11] Angle heads tooling technology. benz-tools.de: веб-сайт. URL: https://www.benz-tools.de/pdf/en/service/downloads/metal/201905_Benz_Katalog_WA%20Metal_ZL_EN_e.pdf (дата обращения: 17.08.2019).

Диденко Марина Игоревна — студентка кафедры «Инструментальная техника и технологии», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Пандуров Михаил Алексеевич — студент кафедры «Инструментальная техника и технологии», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Малькова Людмила Дмитриевна, старший преподаватель, кандидат технических наук, заместитель заведующего кафедрой «Инструментальная техника и технологии», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Диденко М.И., Пандуров М.А. Классификация вспомогательного инструмента. *Политехнический молодежный журнал*, 2019, № 11(40). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2019-11-549>

AUXILIARY TOOL CLASSIFICATION

M.I. Didenko

dmi9669@mail.ru

SPIN-code: 1248-3611

M.A. Pandurov

mkpandurov@gmail.com

SPIN-code: 4085-9800

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The classification is compiled and a brief overview of the auxiliary tool is given, based on technological and production needs. Various designs and structural elements of tool holders and drive heads are considered. Products for widespread use and special equipment are presented, their scope is indicated, some functional features, advantages and restrictions on use are highlighted. Methods of fastening the tool to industrial equipment, features of the layout of drive heads are presented, methods of basing chucks on a machine, methods of transmitting torque from equipment to a chuck are considered. The separation of auxiliary equipment by the type of technological operation is shown.

Keywords

Auxiliary tool, tooling, chuck, thermal chuck, hydraulic chuck, drive head, machine tool, tool

Received 23.09.2019

© Bauman Moscow State Technical University, 2019

References

- [1] Lukina S.V., Ivannikov S.N., Manaenkov I.V. Improvement of multi-dimensional processing efficiency by layout optimization of multi-axis machine tools. *Izvestiya MGTU "MAMI"*, 2014, vol. 2, no. 2(20), pp. 34–37 (in Russ.).
- [2] Mal'kova L.D. Power saving at engineering of turning technological process. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building], 2012, spec. iss., pp. 43–49 (in Russ.).
- [3] Mal'kov O.V. Analysis of the thread milling methods. *Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie* [Science and Education: Scientific Publication], 2016, no. 4. URL: <http://engineering-science.ru/doc/838440.html> (in Russ.).
- [4] Hoffman Group. Katalog [Hoffman Group. Catalogue]. hoffmann-group.com: website (in Russ.). URL: https://ecatalog.hoffmann-group.com/index.html?country=rus_RU_RUE/catalogs/&catalog=90000001 (accessed: 17.08.2019).
- [5] Katalog SANDVIK COROMANT 2009. Metallorezhushchiy instrument i instrumental'naya osnastka [SANDVIK COROMANT catalogue 2009. Metal-cutting tools and tooling equipment]. SANDVIK COROMANT, 2009 (in Russ.).
- [6] Higher productivity pays. wto-tools.com: website. URL: https://www.wto-tools.com/fileadmin/user_upload/_Kataloge_U1_PDF/Product_Portfolio_en.pdf (accessed: 17.08.2019).
- [7] Instrumental'naya frezernaya osnastka. Tsangovye zazhimy [Milling tooling equipment. Collet lockings]. osnastik.ru: website (in Russ.). URL: https://osnastik.ru/f/katalog_osnastik_2019_13_razdel.pdf (accessed: 17.08.2019).

- [8] Polnyy katalog instrumenta 2013 [Full tools catalogue 2013]. kennametal.su: website (in Russ.). URL: <http://kennametal.su/doc/polnyy-katalog-instrument-kennametal-2013-god.html> (accessed: 17.08.2019).
- [9] Katalog SANDVIK COROMANT 2011 Metallozhushchiy instrument i instrumental'naya osnastka [SANDVIK COROMANT catalogue 2011. Metal-cutting tools and tooling equipment]. SANDVIK COROMANT, 2011 (in Russ.).
- [10] Vspomogatel'nyy instrument i instrumental'naya osnastka [Accessory instrument and tooling equipment]. guhring-tools.ru: website (in Russ.). URL: <http://guhring-tools.ru/doc/guhring-vspomogatelnyy-instrument-i-instrumentalnaya-osnastka-2011.html> (accessed: 17.08.2019).
- [11] Angle heads tooling technology. benz-tools.de: website. URL: https://www.benz-tools.de/pdf/en/service/downloads/metal/201905_Benz_Katalog_WA%20Metal_ZL_EN_e.pdf (accessed: 17.08.2019).

Didenko M.I. — Student, Department of Tool Engineering and Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Pandurov M.A. — Student, Department of Tool Engineering and Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Malkova L.D., Senior lecturer, Cand. Sc. (Eng.), Deputy Head of Department of Tool Engineering and Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Didenko M.I., Pandurov M.A. Auxiliary tool classification. *Politekhicheskiy molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2019, no. 11(40). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2019-11-549.html> (in Russ.).