

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR MECHANICAL AND
PHYSICAL-TECHNICAL PROCESSING**

Научная статья

УДК 621.923.6

DOI: 10.26730/1999-4125-2023-6-13-20

**РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ КРЕПЛЕНИЯ
МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН ПРИ ШЛИФОВАНИИ ПО КОНТУРУ**

**Васильев Евгений Владимирович,
Лакман Юлия Андреевна**

Омский государственный технический университет

*для корреспонденции: wasilyev_@mail.ru

**Информация о статье**

Поступила:

20 ноября 2023 г.

Одобрена после
рецензирования:

10 декабря 2023 г.

Принята к публикации:

12 декабря 2023 г.

Опубликована:

21 декабря 2023 г.

Ключевые слова:

заточка режущих пластин,
реновация, погрешность
базирования, схемы крепления,
шлифование

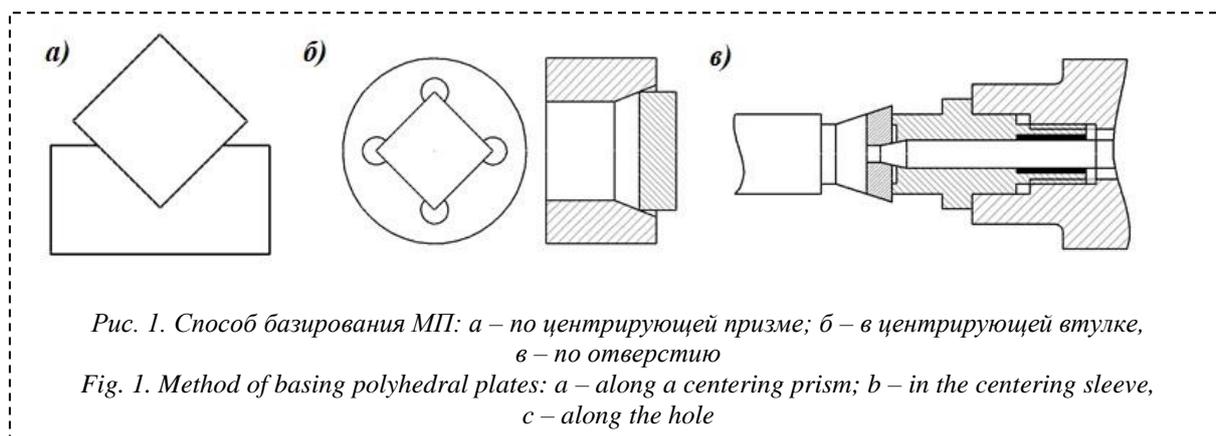
Аннотация.

В настоящее время невозможно представить производство без режущего инструмента со сменными многогранными пластинами. Ресурс режущего инструмента зависит от множества факторов, например, от геометрических и конструктивных особенностей режущей части, режимов обработки, свойств инструментального материала, видов упрочняющих покрытий и т.д. Задачей ряда наших исследований является повышение ресурса работы режущего инструмента путем реновации многогранных пластин с помощью шлифования. Шлифование можно производить по контуру, по задней или передней поверхности многогранной пластины. Для получения удовлетворительного результата необходимо проработать вопрос крепления и правильного базирования пластины в приспособлении с учетом дальнейшего повышения автоматизации данного крепления. В данной научной статье рассмотрены способы базирования режущих пластин в приспособлении. Изучены следующие способы крепления многогранных пластин в приспособлении для шлифования по контуру: крепление прижимом с центрированием по фаске; крепление прижимом; крепление винтом; крепление при помощи цанги; крепление винтом с центрированием по втулке. Произведен расчет погрешности базирования для рассматриваемых видов креплений режущих пластин. Сделан вывод о целесообразности применения каждого вида креплений на основе расчетов.

Для цитирования: Васильев Е.В., Лакман Ю.А. Расчет погрешности базирования различных схем крепления многогранных пластин при шлифовании по контуру // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 6 (160). С. 13-20. DOI: 10.26730/1999-4125-2023-6-13-20, EDN: TXPQQC

Введение

Режущий инструмент является неотъемлемой частью любого производства. Сложно переоценить важность поддержания максимального ресурса работы режущего инструмента [1-2]. Ресурс работы режущего инструмента зависит от множества факторов, например,



геометрические и конструктивные особенности режущей части, режимы обработки, свойства инструментального материала, виды упрочняющих покрытий и т.д. [3-6]. Срок службы режущего инструмента можно продлить путем реновации его сменных пластин.

В литературе [7-11] продемонстрировано множество различных способов восстановления многогранных твердосплавных пластин с получением стойкости, практически равной стойкости нового инструмента. При этом себестоимость восстановления ресурса режущего инструмента может составлять до 20% стоимости нового режущего инструмента.

Помимо подбора определенного способа шлифования многогранных твердосплавных пластин важно выбрать способ крепления пластин, обеспечивающих надежную фиксацию пластины в приспособлении без проворотов в радиальном направлении и перекосов в осевом направлении, в связи с чем есть потребность в расчете погрешности базирования для каждого способа крепления пластин.

Также при подборе способа крепления пластин важную роль играет возможность автоматизации процесса, так как необходимость в переточке пластин будет только нарастать и со временем появится необходимость в создании автоматических линий по реновации режущего инструмента на производстве [12].

Постановка задачи

В данной научной статье сформулированы следующие задачи:

1. Произвести расчет погрешности базирования для следующих схем крепления пластин для шлифования по контуру: крепление прижимом с центрированием по фаске; крепление прижимом; крепление винтом; крепление при помощи цанги; крепление винтом с центрированием по втулке.

2. Проанализировать полученные результаты.

Теория

Шлифование задних поверхностей МТП осуществляется двумя способами: копированием и бескопирным способом [13]. Далее будут рассмотрены схемы базирования многогранных пластин (МП) для последующей заточки методом копирования.

В работах [3], [8] разработана стратегия обработки МП по контуру на шлифовально-заточных станках с ЧПУ и рассмотрены различные способы их базирования (Рис. 1). Различают три основных способа базирования МП:

- в центрирующей призме (Рис. 1 а);
- в центрирующей втулке (Рис. 1 б);
- по отверстию (Рис. 1 в).

Используя метод базирования в центрирующей призме, есть возможность точно установить многогранные пластины (МП) относительно их боковой поверхности. Однако такой способ не обеспечивает достаточной точности при позиционировании по отверстию, что критически важно при шлифовании по контуру. Такая схема базирования широко применяется в профильном шлифовании режущей части МП, но сопровождается проблемой фиксации пластин в приспособлении, необходимостью переустановки при шлифовании каждой грани и частой правки профиля рабочей поверхности шлифовального круга, так как шлифование осуществляется методом копирования [3].

Базирование МП в центрирующей втулке возможно в автоматизированном процессе шлифования, что позволяет быстро позиционировать изделие. Однако этот метод усложняет конструкцию приспособления и не обеспечивает высокую точность базирования по центральному отверстию.

Базирование по отверстию, предложенное авторами [13], позволяет быстро и точно выровнять ось обрабатываемого изделия с осью приспособления. Однако из-за большого количества конструктивных элементов в зажимном устройстве усложняется подвод шлифовального круга в зону шлифования.

В источнике [3] были подробно рассмотрены различные способы крепления МП для шлифования по контуру (Рис. 1). На Рис. 2 представлены: 1 – сменная оправка для базирования пластины, устанавливаемая в делительное устройство шлифовально-заточного станка с ЧПУ; 2 – многогранная пластина (МП); 3 – прижим; 4 – винт; 5 – разжимная цанга; 6 – винт с конической головкой.

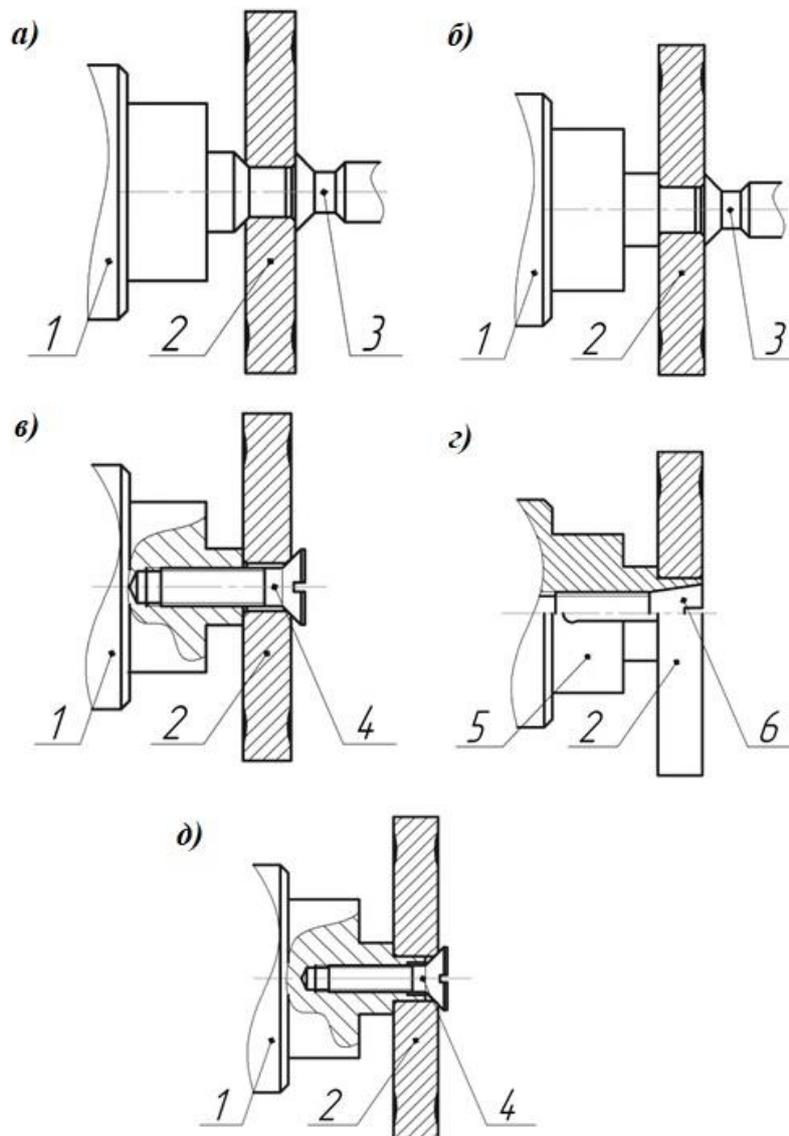


Рис. 2. Схемы крепления МП: а) – крепление прижимом с центрированием по фаске; б) – крепление прижимом; в) – крепление винтом; г) – крепление при помощи разжимной цанги; д) – крепление винтом с центрированием по втулке

Fig. 2. Schemes for fastening multifaceted plates: a) – fastening with a clamp with centering along the chamfer; b) – clamping; c) – screw fastening; d) – fastening using an expanding collet; e) – fastening with a screw centered on the bushing

Результаты исследования

По справочнику технолога-машиностроителя [14] схема крепления МП на Рис. 2 (б) относится к схеме базирования детали в приспособлении по отверстию, представленной на Рис. 3.

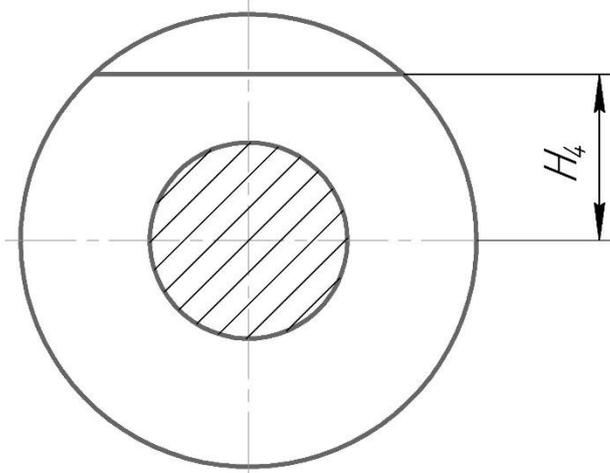


Рис. 3. Схема для расчета погрешности базирования при креплении детали в приспособлении по отверстию

Fig. 3. Scheme for calculating the positioning error when fastening a part in a fixture along a hole

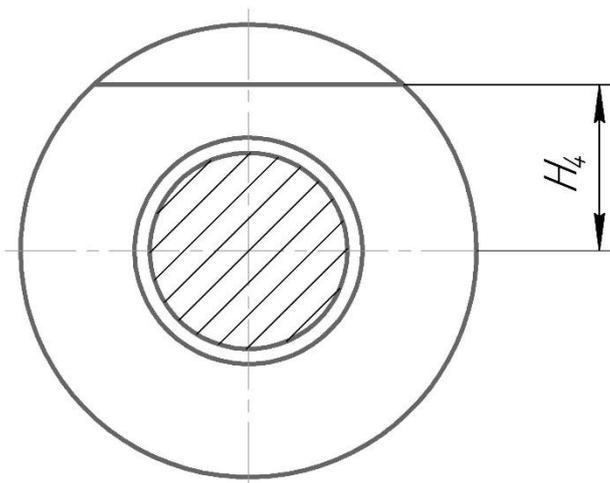


Рис. 4. Схема для расчета погрешности базирования при креплении детали на разжимную оправку

Fig. 4. Scheme for calculating the positioning error when attaching a part to an expanding mandrel

Допускается, что в случае неровности фаски базирование в схемах крепления МП на Рис. 2 (а, в, д) будет осуществляться по отверстию. Для данных схем будет актуальна вышеуказанная схема для расчета базирования (Рис. 3).

По справочнику [14] формула для нахождения искомой погрешности базирования для размера H_4 выглядит следующим образом:

$$H_4 = \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta, \quad (1)$$

где δ_1 – допуск на диаметр отверстия, мм;

δ_2 – допуск на диаметр пальца, мм;

Δ – минимальный радиальный зазор, мм.

По источнику [14] схема крепления МП на Рис. 2 (г) относится к схеме базирования детали на разжимную оправку (Рис. 4). При данной схеме погрешность базирования будет равна нулю.

Следует отметить, что перекосы в осевом направлении в рассмотренных схемах крепления пластин исключены по причине наличия упорных буртиков.

Обсуждение экспериментов

Погрешность базирования при схемах крепления МП (а, б, в, д) (Рис. 2) рассчитывается по выражению (1):

$$H_4 = 0,01 + 0,02 + 2 \times 0,01 = 0,05 \text{ мм}$$

Очевидно, что по параметру величины погрешности базирования более целесообразно применение схемы с креплением многогранных пластин при помощи разжимной цанги.

В дальнейшем имеет место рассмотрение возможности повышения автоматизации процесса закрепления пластины путем разжима цанги не винтом, а задним центром. Также в будущих исследованиях необходимо рассмотреть возможность разработки универсального приспособления для устранения проворота пластины в радиальном направлении в начальном положении с учетом вариативности конфигурации пластин и повышения автоматизации процесса.

Выводы и заключения

1. Произведен расчет погрешности базирования, характерный для следующих схем крепления при шлифовании по контуру: крепление прижимом с центрированием по фаске; крепление прижимом; крепление винтом; крепление при помощи цанги; крепление винтом с центрированием по втулке.

2. Крепление с помощью разжимной цанги оказалось наиболее благоприятным решением вопроса точности закрепления пластины. Погрешность базирования при таком виде закрепления равна нулю. Остальные варианты фиксации пластины показали погрешность базирования, равную 0,05 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vasil'ev E. V., Popov A. Yu., Bugai I. A., Nazarov P. V. Manufacture and Design of Special Hard-Alloy Mills // Russian engineering research. Omsk (OmSTU). 2014. Vol. 34. № 8. P. 522–533.
2. Vasilyev E. V., Popov A. Y., Rechenko D. S. Diamond grinding of Hard-Alloy plates // Russian engineering research. Omsk (OmSTU). 2012. Vol. 32. №11–12. P. 73–732.
3. Васильев Е. В., Захарова Н. В. Анализ схем базирования многогранных режущих пластин при затачивании режущей части // Проблемы машиноведения. г. Омск : ОмГТУ, 2019. С. 70–77.
4. Логинов Н. Ю. Увеличение ресурса режущего инструмента методом электроискрового легирования: специальность 05.02.08 «Технология машиностроения»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Логинов Николай Юрьевич. Тольятти, 2005. 19 с.
5. Шкапин А. Б. Повышение ресурса работы лезвийного режущего инструмента методами ионно-вакуумной модификации его рабочих поверхностей // Металлообработка. 2002. № 2(8). С. 13–14.
6. Сидорова Е. В. Разработка модели для определения условий обработки резанием, обеспечивающих максимальный ресурс режущего инструмента // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. 2016. № 2(53). С. 102–108.
7. Васильев Е. В., Попов А. Ю., Ляшков А. А., Назаров П. В. Разработка стратегии обработки твердосплавных многогранных пластин по контуру на шлифовально-заточных станках с ЧПУ // СТИН. Омск (ОмГТУ). 2018. №2. С. 31–34.
8. Васильев Е. В., Блохина Ю. А. [и др.] Реновация многогранных твердосплавных пластин по задней поверхности // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. 2023. № 1. С. 38–41.
9. Янюшкин А. С., Кудряшов С. М., Сивков Д. В., Лисафьев Ю. Б., Архипов П. В. Перспективный метод обработки твердого сплава на плоскошлифовальном станке // Системы. Методы. Технологии. БрГУ. 2009. Т.4. №4. С. 71–74.
10. Янюшкин А. С., Лобанов Д. В., Ковалевский С. В. Повышение качества подготовки твердосплавного инструмента // Системы. Методы. Технологии. БрГУ. 2009. Т.1. №1. С. 95–98.
11. Васильев, Е. В., Попов А. Ю. [и др.] Анализ геометрических параметров многогранных твердосплавных пластин, влияющих на параметры их установки в сборные режущие инструменты // Проблемы разработки, изготовления и эксплуатации ракетно-космической техники и подготовки инженерных кадров для авиакосмической отрасли: г. Омск: ОмГТУ. 2017. С. 49–54.
12. Назаров П. В., Черных И. К. [и др.] Анализ схем крепления режущих пластин для затачивания по задней поверхности // Омский научный вестник, 2017. № 1(151). С. 30–33.
13. Палей М. М., Дибнер Л. Г., Флид М. Д. Технология шлифования и заточки режущего инструмента. М.: Машиностроение; 1988. 288 с.
14. Косилова А. Г., Мещерякова Р. К. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1: 5-е издание исправл.

М.: Машиностроение; 2003. 912 с.

© 2023 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Васильев Евгений Владимирович, кандидат техн. наук, Омский государственный технический университет, (644050, Россия, г. Омск, Проспект Мира, д. 11), e-mail: wasilyev_@mail.ru

Лакман Юлия Андреевна, студент-магистрант, Омский государственный технический университет, (644050, Россия, г. Омск, Проспект Мира, д. 11), e-mail: lakman_julia@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Васильев Евгений Владимирович – обзор существующей литературы, разработка идеи, постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, критика, внесение правок вследствие вычитки, курирование, подготовка необходимых документов для публикации.

Лакман Юлия Андреевна – обзор более широкого круга литературы на выбранную тематику, сбор и анализ данных, произведение расчетов, написание текста, формулирование выводов, оформление статьи по требованиям, работа с редакцией.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

CALCULATION OF THE BASING ERROR OF VARIOUS FASTENING SCHEMES FOR POLYHEDRAL INSERTS DURING CONTOUR GRINDING

Evgeniy V. Vasil`ev, Yulia A. Lakman

Omsk state technical university

*for correspondence: wasilyev_@mail.ru



Article info

Received:

20 November 2023

Accepted for publication:

10 December 2023

Accepted:

12 December 2023

Published:

21 December 2023

Keywords: sharpening of cutting plates, renovation, basing error, fastening schemes, grinding

Abstract.

Currently, it is impossible to imagine production without cutting tools with interchangeable polyhedral plates. The life of a cutting tool depends on many factors, for example, on the geometric and structural features of the cutting part, processing modes, properties of the tool material, types of reinforcing coatings, etc. The objective of a number of our studies is to increase the life of the cutting tool by renovating polyhedral plates using grinding. Grinding can be performed along the contour, along the back or front surface of the polyhedral plate. In order to obtain a satisfactory result, it is necessary to work out the issue of fastening and correct basing of the plate in the device, taking into account the further increase in automation of this fastening. In this scientific article, the methods of basing the cutting plates in the device are considered. The following methods of fastening polyhedral plates in a contour grinding device have been studied: fastening with a clamp centered on the chamfer; fastening with a clamp; fastening with a screw; fastening with a collet; fastening with a screw centered on the sleeve. The calculation of the basing error for the considered types of fasteners of cutting plates has been performed. The conclusion is made about the expediency of using each type of fasteners based on calculations.

For citation: Vasil`ev E.V., Lakman Yu.A. Calculation of the basing error of various fastening schemes for polyhedral inserts during contour grinding. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2023; 6(160):13-20. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2023-6-13-20, EDN: TXPQQC

REFERENCES

1. Vasil'ev E.V., Popov A.Yu., Bugai I.A., Nazarov P.V. Manufacture and Design of Special Hard-Alloy Mills. *Russian engineering research*. Omsk (OmSTU). 2014; 34:8: 522–533.
2. Vasil'ev E.V., Popov A.Y., Rechenko D.S. Diamond grinding of Hard-Alloy plates. *Russian engineering research*. Omsk (OmSTU). 2012; 32(11–12):730–732.
3. Vasil'ev E.V., Zakharova N.V., Abakumov A.N., Popov P.E. Analiz skhem bazirovaniya mnogogrannykh rezhushchikh plastin pri zatachivanii rezhushchey chasti [Analysis of patterns for basing multifaceted cutting inserts when sharpening the cutting part]. *Problemy mashinovedeniya [Problems of mechanical engineering]*. Omsk. OmSTU. 2019. P. 70–77.
4. Loginov N.Yu. Uvelichenie resursa rezhushchego instrumenta metodom elektrois-krovogo legirovaniya [Increasing the service life of cutting tools using the electrospark alloying method]. Spetsial'nost' 05.02.08 "Tekhnologiya mashinostroeniya": avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk [specialty 05.02.08 "Mechanical Engineering Technology": abstract of a dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences]. Tolyatti. 2005.
5. Shkapin A.B. Povyshenie resursa raboty lezviynogo rezhushchego instrumenta metodami ionno-vakuumnoy modifikatsii ego rabochikh poverkhnostey [Increasing the service life of blade cutting tools using ion-vacuum modification of its working surfaces]. *Metalloobrabotka [Metalworking]*. 2002; 2(8):13–14.
6. Sidorova E.V. Razrabotka modeli dlya opredeleniya usloviy obrabotki rezani-em, obespechivayushchikh maksimal'nyy resurs rezhushchego instrumenta [Development of a model for determining cutting conditions that ensure maximum life of the cutting tool]. *Progressivnye tekhnologii i sistemy mashinostroeniya [Progressive technologies and mechanical engineering systems]*. 2016; 2(53):102–108.
7. Vasil'ev E.V., Popov A.Yu., Lyashkov A.A., Nazarov P.V. Razrabotka strategii obrabotki tverdosplavnykh mnogogrannykh plastin po konturu na shlifoval'no-zatochnykh stankakh s ChPU [Development of a strategy for processing carbide polyhedral inserts along the contour on CNC grinding and sharpening machines]. *STIN [STEEN]*. Omsk. OmSTU. 2018; 2:31–34.
8. Vasil'ev E.V., Blokhina Yu.A., Lakman M.M., Mikhaylenko S.V. Renovatsiya mnogogrannykh tverdosplavnykh plastin po zadney poverkhnosti [Renovation of multifaceted carbide inserts on the flank surface]. *Rossiya molodaya: peredovye tekhnologii – v promyshlennost' [Young Russia: advanced technologies into industry]*. 2023; 1:38–41.
9. Yanyushkin A.S., Kudryashov C.M., Sivkov D.V., Lisafev Yu.B., Arkhipov P.V. Perspektivnyy metod obrabotki tverdogo splava na ploskoshlifoval'nom stanke [A promising method for processing carbide on a surface grinding machine]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii [Systems. Methods. Technologies]*. BrSU. 2009; 4(4):71–74.
10. Yanyushkin A.S., Lobanov D.V., Kovalevskiy S.V. Povyshenie kachestva podgo-tovki tverdosplavnogo instrumenta [Improving the quality of carbide tool preparation] / *Sistemy. Metody. Tekhnologii [Systems. Methods. Technologies]*. BrSU. 2009; 1(1):95–98.
11. Vasil'ev E.V., Popov A.Yu., Evdokimova O.P. Analiz geometricheskikh parametrov mnogogran-nykh tverdosplavnykh plastin, vliyayushchikh na parametry ikh ustanovki v sbornye rezhushchie instrumenty [Analysis of the geometric parameters of multifaceted carbide inserts that affect the parameters of their installation in prefabricated cutting tools]. *Problemy razrabotki, izgotovleniya i ekspluatatsii raketno-kosmicheskoy tekhniki i podgotovki inzhenernykh kadrov dlya aviakosmicheskoy otrasli [Problems of development, manufacture and operation of rocket and space technology and training of engineers for the aerospace industry]*. Omsk. OmSTU. 2017. P. 49–54.
12. Nazarov P.V., Chernykh I.K., Matuzko E.N. Analiz skhem krepneniya rezhushchikh plastin dlya za-tachivaniya po zadney poverkhnosti [Analysis of attachment schemes for cutting inserts for sharpening along the back surface]. *Omskiy nauchnyy vestnik [Omsk Scientific Bulletin]*. 2017; 1(151):30–33.
13. Paley M.M., Dibner L.G., Flid M.D. Tekhnologiya shlifovaniya i zatochki re-zhushchego instrumenta [Technology of grinding and sharpening cutting tools]. *Mashinostroenie [Mechanical engineering]*. Moscow. 1988. 288 p.
14. Kosilova A.G., Meshcheryakova R.K. Spravochnik tekhnologa-mashinostroitel'ya. T.1: 5-e izdanie ispravl. [Handbook of mechanical engineering technologist. Vol.1: 5th edition revised]. *Mashinostroenie. [Mechanical engineering]*. Moscow. 2003. 912 p.

© 2023 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Evgeniy V. Vasil'ev, C. Sc. in Engineering, Omsk state technical university, (Mira Avenue, 11, Omsk, 644050, Russian Federation), e-mail: wasilyev_@mail.ru

Yulia A. Lakman, master's student, Omsk state technical university, (Mira Avenue, 11, Omsk, 644050, Russian

Federation), e-mail: lakman_julia@mail.ru

Contribution of the authors:

Evgeny V. Vasiliev– review of existing literature, development of an idea, formulation of a research task, scientific management, criticism, making edits due to proofreading, curation, preparation of necessary documents for publication.

Yulia A. Lakman– review of a wider range of literature on the selected topic, data collection and analysis, making calculations, writing text, drawing conclusions, formatting an article according to requirements, working with the editorial board.

All authors have read and approved the final manuscript.

