

УДК 621.9

Каиров А.С., д.т.н., проф., Лимарь А.А., Анастасенко С.Н., к.т.н., доцент
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, Украина

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

Kairov A., Limar A., Anastasenko S.
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Nikolaev, Ukraine (aleksandr1402a@mail.ru)

INCREASED STRENGTH CHARACTERISTICS CUTTING TOOL BY APPLICATION COOLING AND LUBRICATING THE TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT

В данной работе проводились теоретические исследования способов подачи смазочно-охлаждающих технологических сред, влияние их применения на характеристики режущих инструментов, рассмотрены конструктивные решения способов подачи смазочно-охлаждающих технологических сред и предложено новое конструкторское решение позволяющее увеличить период стойкости режущего инструмента.

Ключевые слова: режущий инструмент, пятигранные пластины, конструкторское решение, смазочно-охлаждающие жидкости, охлаждение, нагрузочная способность, модифицированный резец, стойкостные характеристики.

Введение

Одним из способов улучшения обрабатываемости материалов является применение технологических сред. Технологические среды способствуют улучшению чистоты обрабатываемой поверхности и повышению точности обработки. Повышение стойкостных характеристик режущего инструмента является важнейшей и актуальной проблемой, от успешного решения которой зависит эффективность механической обработки труднообрабатываемых материалов, чего можно добиться путем применения различных способов подачи смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС).

Анализ последних исследований.

Существует достаточно много способов охлаждения режущих инструментов [1-6], однако в подавляющем большинстве они связаны с существенными материальными и ресурсными затратами. Несмотря на значительные успехи в данной области, на сегодняшний день не выработано оптимальных подходов для повышения стойкостных характеристик режущего инструмента за счет отвода тепла непосредственно из зоны резания режущего инструмента при помощи СОТС, что во многом, как следует из практики, связано с несовершенством предлагаемых конструктивных решений [7-14]

Одним из путей развития и совершенствования режущего инструмента является применение способа подачи СОТС через каналы в инструменте без выхода в зону резания [10]. Однако данный способ недостаточно изучен и требует нахождения новых конструктивных решений с индивидуальным подходом для различных видов режущих инструментов [14-18].

Цель исследования.

Целью данной работы является разработка нового конструктивного решения с применением подачи охлаждающих технологических сред для повышения стойкостных характеристик режущего инструмента в условиях точения на примере сменных пятигранных неперетачиваемых пластин.

Основное содержание.

СОТС предназначены для смазки поверхностей трения, охлаждения режущего инструмента и обрабатываемого материала, своевременного удаления из зоны резания стружки и продуктов износа инструмента, а также для временной защиты изделий и оборудования от коррозии. [7, 9]. Применение СОТС в металлообрабатывающей технике позволяет увеличить стойкость режущего инструмента, улучшить качество обрабатываемых изделий и группу обрабатываемости материала. [14-18]

Для разработки нового конструктивного решения рассмотрим классификацию СОТС по их агрегатному состоянию (табл.1), представим группы их применения в (табл.2). Приведем существующие способы подачи СОТС в (табл.3).

Таким образом, исходя из приведенных данных (табл.1-3), для достижения поставленной цели рассмотрим жидкие смазочно-охлаждающие жидкости с подачей под давлением через каналы в инструменте

(без выхода в зону резания) предназначенные для массового применения, на примере токарного резца с пятигранной неперетачиваемой пластиной.

Таблица 1

Классификация СОТС по их агрегатному состоянию

| | | |
|---|-----------------|--|
| Газообразные разделяют на | СОТС | нейтральные газы (азот, аргон, гелий) |
| | | активные газы |
| | | кислородосодержащие газы (воздух, кислород, диоксид углерода) |
| Жидкие разделены на классы | СОТС (СОЖ) | масляные |
| | | водосмешиваемые (водные) |
| | | быстрорастворяющиеся |
| | | расплавы металлов |
| Твердые по химическому подразделены на классы | СОТС по составу | неорганические продукты слоистой структуры (тальк, графит, слюда, дисульфид молибдена и др.) |
| | | органические соединения (воски, мыла, твердые жиры, полимеры) |
| | | мягкие металлы (олово, свинец, медь) |
| Пластичные разделены на классы | СОТС | смазки на углеводородных загустителях (парафин, воск и некоторые полимеры) |
| | | смазки на мыльных загустителях (натриевые, литиевые, кальциевые, бариевые, свинцовые и др.) |
| | | смазки на неорганических загустителях (глина, слюда, асбест и др.) |

Таблица 2

Группы применения СОТС

| | |
|-------------------------|--|
| Массового применения | обычные (обеспечивают выполнение нескольких операций обработки резанием той или иной группы черных или цветных металлов) |
| | универсальные (обеспечивают широкий круг операций обработки резанием черных и цветных металлов) |
| | многоцелевые |
| Специального применения | газообразные СОТС |
| | пластичные СОТС |
| | твердые СОТС |

Таблица 3

Способы подачи СОЖ

| |
|--|
| Свободно падающей струей (поливом) |
| Под давлением через сопловые насадки (напорной струей) |
| В распыленном состоянии (в виде струи воздушно-жидкостной смеси) |
| Через каналы в инструменте с выходом в зону резания под давлением |
| Через каналы в инструменте без выхода в зону резания (под давлением) |
| Контактное смачивание |
| Периодическая подача СОЖ на инструмент перед обработкой резанием (В распыленном состоянии, окунанием, нанесением кисточкой или тампоном, из масленки и др.). |

Одним из наименее изученных является способ подачи СОЖ, через каналы в инструменте без выхода в зону резания под давлением, при этом данный способ характеризуется рядом существенных преимуществ, которые рассмотрим на примере нового конструктивного решения.

Новое конструктивное решение представляет собой резец с выполненным внутренним кольцевым каналом в головке резца, имеющий вид желоба и отверстий под трубки для подвода и отвода охлаждающей жидкости непосредственно под режущую герметично закрепленную сменную многогранную пластину рис.1. Резец является конструктивным элементом, который входит в состав системы охлаждения работающей по принципу замкнутого одноконтурного охлаждения.

Сама же система охлаждения, приведенная на рис. 2 состоит из насоса, охладителя и трубок для подвода и отвода жидкости для ее циркуляции под многогранной пластиной, закрепленной в головке резца. На рис. 1 представлена конструкция головки резца с выполненной модификацией, то есть с выполненным внутренним кольцевым каналом, а на рис.3 резец в сборе.

Принцип работы указанной системы охлаждения заключается в следующем: из охладителя насос подает охлажденную жидкость под давлением по трубке подачи через отверстие в резце и далее по каналу. При этом происходит отвод тепла от пластины и выходит через отверстие, и по трубке отвода снова попадает в

охладитель, где жидкость охлаждается до необходимой температуры. Таким образом за счет циркуляции обеспечивается бесперебойная подача СОЖ непосредственно под режущую пластину.

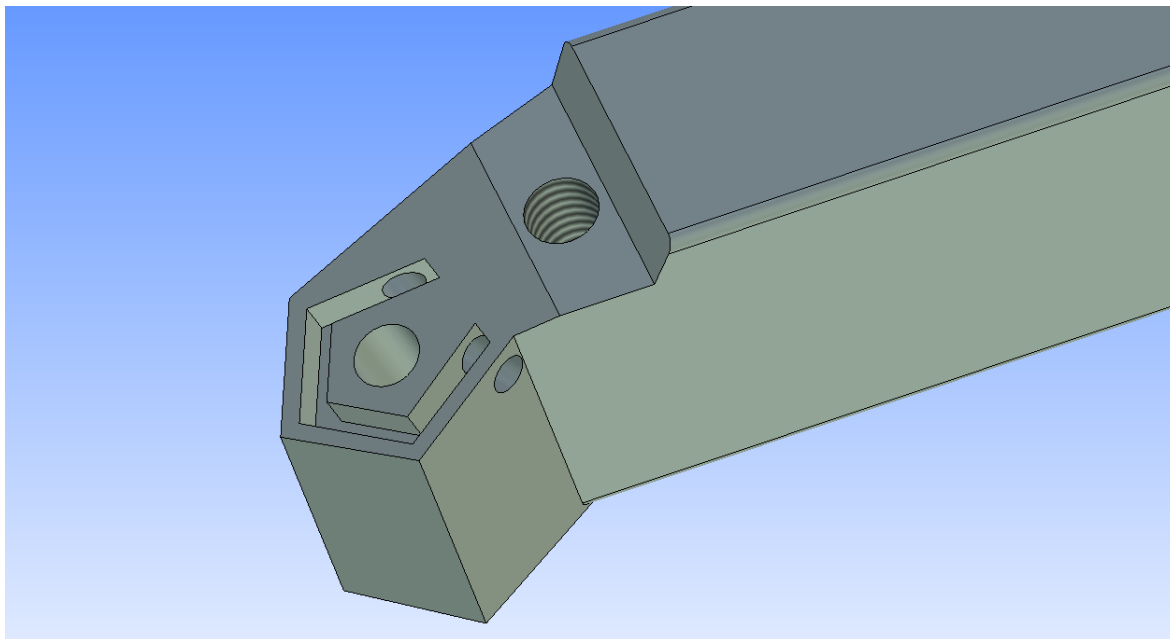


Рис. 1. Головка реза с кольцевым каналом

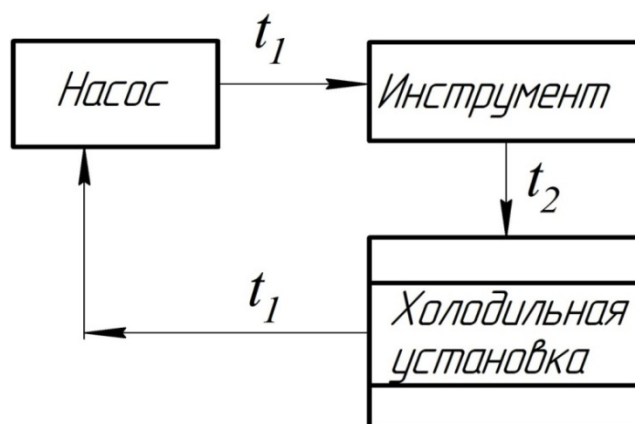


Рис. 2. Схема системы охлаждения

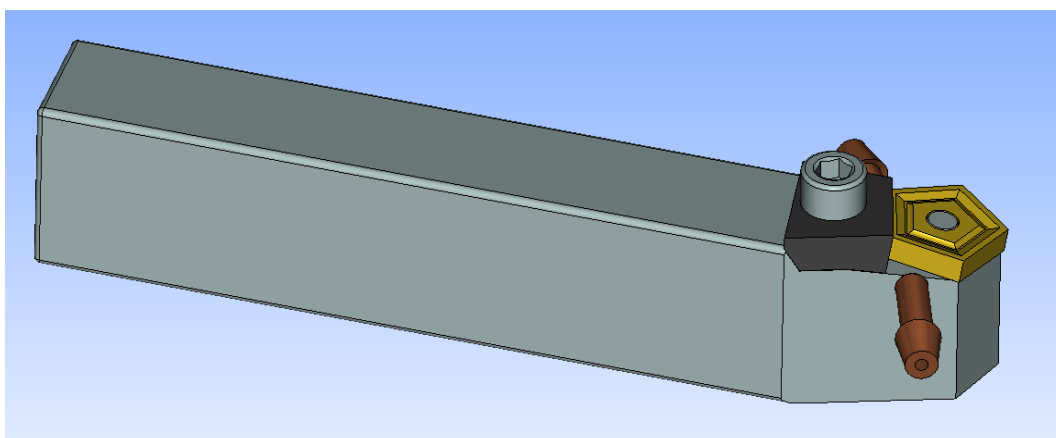


Рис. 3. Модифицированный резец в сборе

Рассмотрим предлагаемое техническое решение исходя из технологических, эксплуатационных, экологических, экономических характеристик и критериев эффективности.

Изготовление предлагаемого резца не вызывает особых затруднений с точки зрения технологичности, так как предлагаемую модификацию головки резца можно выполнить при помощи фрезерной операции, а боковые отверстия, для подвода жидкости по трубкам, используя сверлильную операцию. Кроме того, для массового производства предлагаемых резцов, возможна автоматизация указанных процессов при помощи станков с ЧПУ.

Эксплуатационными характеристиками, под которыми следует понимать работоспособность и надежность предлагаемого технического решения, с точки зрения надежности практически не изменяются, так как модификация выполняется в головке резца и на сменную многогранную пластину не влияют. С другой стороны, подача охлаждающей жидкости позволяет обеспечить отвод тепла из зоны резания, через пластину. Данный подход позволяет стабилизировать процесс износа инструмента, а так же значительно повысить стойкостные характеристики режущего инструмента.

Экологические характеристики применения охлаждающей жидкости в теле режущего инструмента без выхода в зону резания значительно выше, по сравнению с традиционными, так как отсутствует загрязнение окружающей среды и рабочего места за счет рециркуляции жидкости внутри каналов инструмента, а также гарантируется пожаробезопасность и исключается возможность отравления парами химических веществ входящих в состав СОТС.

Использование модифицированных резцов с внутренним охлаждением влечет за собой увеличения затрат на производство за счет выполнения модификации в головке резца и установки системы охлаждения, однако указанные затраты компенсируются за счет увеличения срока службы предлагаемого резца, так как требуется лишь замена многогранных пластин. Кроме того, практически исключены потери охлаждающей жидкости, что в сравнении с другими СОЖ позволяет добиться значительной экономии при закупке дорогостоящих охлаждающих жидкостей.

Эксплуатационная надежность режущего инструмента значительно определяется температурой резания. При исследовании законов процесса изнашивания лезвия инструмента, имеет значение, как средняя температура на его площадках контакта, так и значение температур в каждой точке кромки, в связи с чем, целесообразно проводить исследования законов распределения температур на передней поверхности кромки в зависимости от параметров инструмента. Источник тепла на передней поверхности кромки инструмента представлен плоско - прямоугольным и равным площадке контакта лезвия с передней поверхностью и с одинаковой плотностью распределения теплового потока. Температурное поле на передней поверхности кромки возникает под действием прямоугольного источника тепла в регулярных интервалах, распространяемых на площадке контакта лезвия с передней поверхностью при установившемся теплообмене, что возможно описать с использованием метода источников при помощи выражения: [8]

$$\Theta(x, z) = K(\beta) \frac{ql}{4\pi\lambda} T(\psi, \zeta)$$

$$T(\psi, \zeta) = \int_0^l d\psi_u \int_{-0.5b}^{+0.5b} \frac{d\zeta_u}{\sqrt{(\psi - \psi_u)^2 + (\zeta - \zeta_u)^2}}$$

Исходя из рассмотренных характеристик, предлагаемого технического решения, можем сделать обобщенный вывод, о том, что предлагаемая конструкция, позволяет добиться равномерного отвода тепла от режущей части резца за счет постоянной циркуляции СОТС с заданной температурой по каналу, непосредственно под режущей пластиной. Такое решение позволяет повысить стойкостные характеристики режущего инструмента более чем в 1,5 раза за счет уменьшения вибраций, так как технологическая среда является виброизолятором, а так же снизить и стабилизировать температуру режущего инструмента, уменьшить время на обработку детали, существенно сократить расход СОТС, а также улучшить группу обрабатываемости материала. [9, 12]

Данный резец с замкнутым одноконтурным охлаждением является более универсальным и функциональным по сравнению с другими конструктивными решениями, опубликованными в открытой печати [1-6], что обуславливает его промышленное применение, применительно к токарным резцам с многогранными пластинами.

Выводы

Разработано новое конструктивное решение с применением подачи охлаждающих технологических сред через каналы в режущем инструменте, без выхода в зону резания, представляющее собой систему охлаждения функционально взаимосвязанную с модифицированным резцом со сменными пятигранными неперегретаемыми пластинами.

Предлагаемый резец является более функциональным по сравнению с другими конструктивными решениями, с точки зрения технологической эффективности, экономии охлаждающей жидкости, повышения стойкостных характеристик в 1,5 и более раза, улучшения промсанитарии, что обуславливает его промышленное применение для токарных резцов с многогранными пластинами, а также других видов режущего инструмента.

Анотація. У даній роботі проводилися теоретичні дослідження способів подачі мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ, вплив їх застосування на характеристики ріжучих інструментів, розглянуті конструктивні рішення способів подачі мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ та запропоновано нове конструктивне рішення, яке дозволяє збільшити період стійкості різального інструменту.

Ключові слова: ріжучий інструмент, п'ятигранні пластини, конструктивне рішення, мастильно-охолоджуючі рідини, охолодження, здатність навантаження, модифікований різець, стійкісні характеристики

Abstract. The theoretical study of lubricating technological environments feedings ways, the impact of their usage on the cutting tools characteristics is given. The constructive solutions of lubricating technological environments feedings are also presented. The foregoing design gives an opportunity to increase the durability of the cutting tool.

Purpose. The main aim of this work is the development of new constructive solutions, giving an opportunity for the strength characteristics of the cutting tool improvement by the usage of the flow cooling technology environments by means of pentagonal interchangeable cutting inserts.

Design/methodology/approach The foregoing problem was solved by a single-circuit cooling system of a modified cutter with interchangeable disposable plates with creation. The proposed cutter is more functional due to its higher technological efficiency, strength incensement for more than 1.5 times in comparison to other constructional decisions of the homogeneous cutters. Such methodology of cutters; design with special cooling effects should be used rotational cutting tools with polygonal plates as well as with other types of cutting tools.

Findings. The developed design solution gives an opportunity for the cooling environments flow through the channels in the cutting tool modified technology usage. without access to the cutting zone, representing the cooling system of interconnected functional modified pentagonal cutter with interchangeable disposable plates.

Originality/ value. The modified cutter with closed single loop cooling is more universal and functional then other obtained cutters' design decisions, that leads to its satisfied industrial application for the rotational cutting tools with polygonal cutting plates.

Keywords: cutting tool, pentagonal plate design solution, cutting fluids, cooling, load capacity, modified cutter, durability characteristics.

Библиографический список использованной литературы

1. А.с. 1333536 СССР. Резец с внутренним охлаждением [Текст] / И.Д. Ахметзянов, В.В. Бедункевич, А.Ю. Зорин, В.И. Ильин (СССР). – 4908803/08; заявл. 07.02.91; опубл. 23.05.93. Бюл. № 19.
2. А.с. 319389 СССР. Резец с внутренним охлаждением [Текст] / Н.П. Михайлов, В.П. Хуповка, Г.Л. Морозова (СССР). – 3392311/25-08; заявл. 21.01.82; опубл. 15.10.83., Бюл. № 38.
3. А.с. 1504062 СССР. Резец с внутренним охлаждением [Текст] / А.Р. Мирзакандов (СССР). – 4294503/22-08; заявл. 06.08.87; опубл. 30.08.89., Бюл. № 32.
4. А.с. 795883 СССР. Резец с внутренним охлаждением [Текст] / В.П. Зайцев (СССР). – 2735459/25-08; заявл. 13.03.79; опубл. 15.01.81., Бюл. № 2.
5. Пат. 46967 Україна. Різець для подачі багатоконпонентних мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ в хону різання [Текст] / В.П. Петровський, Г.В. Федоренко – u200907877; заявл. 27.07.2009; опубл. 11.01.2010, Бюл. № 1.
6. Пат. 61745 Україна. Різець [Текст] / С.В. Ковалевський, Т.О. Федюк – u201100643; заявл. 20.01.2011; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14.
7. Лимарь, А.А. Повышение износостойкости режущего инструмента в условиях точения хромистой стали [Текст] / А.А. Лимарь // Матеріали ІІ міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв: НУК – 2012. – С.144 - 145.
8. Резников А.Н., Тепловые процессы в технологических системах [Текст] / А.Н. Резников., Л.А. Резников. - М.: Машиностроение, 1990.- 288С.
9. Москалев, А.П. Обработка хромистых сталей [Текст] / А.П. Москалев, А.А. Лимарь // Матеріали ІІ міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв: НУК – 2012. – С.121 - 123.
10. Станчук Э.А. Производитльная обработка жаропрочных сплавов [Текст] / Э.А. Станчук, В.Н. Грипас, А.И. Прибыш // материалы труды института выпуск 18 – Николаев: НКИ – 1974. С.54-57.
11. Энтелиса С.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник [Текст] / С. Г. Энтелиса, Э. М. Берлинера. - М.: Машиностроение, 1986.- 352 с.
12. Верещака, А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями [Текст]: монография / под ред. И.С. Форстен. А.С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993.- 325с.
13. Худобин Л.В. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: / Л.В. Худобин, А.П. Бабичев, Е.М. Бульжев / Справочник – М.: Машиностроение, 2006. - 544 с
14. Москалев, А.П. Обработка хромистых сталей [Текст] / А.П. Москалев, А.А. Лимарь // Матеріали ІІ міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв: НУК – 2012. - С.121 – 123.
15. Сизый Ю.А. Влияние давления подачи СОЖ на нагрев заготовки при врезном шлифовании // Ю.А. Сизый, М.С. Степанов / Вісник національного технічного університету «КПІ» – Х.: НТУ «КПІ». – 2005. – С. 210-214.
16. Егоров, С.В. Исследование обрабатываемости резанием жаропрочных сплавов [Текст] / С.В. Егоров, С.И. Волков.- ВНИИ ЦБТИ, 1959.- 364с.
17. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Воздействие смазывающих охлаждающих жидкостей в условиях предприятий машиностроения и методы его снижения // Изв. Самар. НЦ РАН. 2006. Т. 8. № 4.- С. 1171-1176.
18. Лимарь А.А. Влияние износостойких покрытий на стойкостные характеристики режущего инструмента при обработке труднообрабатываемых коррозионностойких материалов // А.А. Лимарь / Вісник національного технічного університету «КПІ» – XIV.: НТУ «КПІ». – 2013. - С.116 .

References

1. *A.s. 1333536 SSSR. Rezets s vnutrennim ohlazhdeniem [A.s. 1333536 SSSR The cutting tool with the internal cooling]:* I.D. Ahmetzyanov, V.V. Bedunkevich, A.Yu. Zorin, V.I. Ilin (SSSR). 4908803/08; zayavl. 07.02.91; opubl. 23.05.93. Byul. No 19.
2. *A.s. 319389 SSSR. Rezets s vnutrennim ohlazhdeniem [A.s. 319389 SSSR The cutting tool with the internal cooling]:* N.P. Mihaylov, V.P. Hupovka, G.L. Morozova (SSSR). 3392311/25-08; zayavl. 21.01.82; opubl. 15.10.83., Byul. No 38.
3. *A.s. 1504062 SSSR. Rezets s vnutrennim ohlazhdeniem [A.s. 1504062 SSSR The cutting tool with the internal cooling]:* A.R. Mirzakandov (SSSR). 4294503/22-08; zayavl. 06.08.87; opubl. 30.08.89., Byul. No 32.
4. *A.s. 795883 SSSR. Rezets s vnutrennim ohlazhdeniem [A.s. 795883 SSSR The cutting tool with the internal cooling]:* V.P. Zaytsev (SSSR). 2735459/25-08; zayavl. 13.03.79; opubl. 15.01.81., Byul. No 2.
5. *Pat. 46967 UkraYina. Rizets dlya podachi bagatokomponentnih mastilno-oholodzhuvalnih tehnologichnih seredovisch v zonu rizannya [The cutting tool for the multicomponent cooling supplying substentions]:* V.P. Petrovskiy, G.V. Fedorenko u200907877; zayavl. 27.07.2009; opubl. 11.01.2010, Byul. No 1.
6. *Pat. 61745 Ukraina. Rizets [The cutting tool]:* S.V. Kovalevskiy, T.O. Fedyuk u201100643; zayavl. 20.01.2011; opubl. 25.07.2011, Byul. No 14.
7. *Limar, A.A. Povyshenie iznosostoykosti rezhushchego instrumenta v usloviyah tocheniya hromistoy stali [The cutting tool durability incensement during the chromed steal cutting]:* Materiali II mizhnarodnoi naukovno-tehnichnoikonferentsii. Mikolaiv: NUK, 2012. pp.144 - 145.
8. *Reznikov A.N., Reznikov L.A. Teplovye processy v tehnologicheskikh sistemah [The heat processes in the technological systems]:* Moscow: Mashinostroenie, 1990. 288p.
9. *Moskalev, A.P. Limar A.A., Obrabotka hromistyh staley [The cromed steals cutting]:* Materiali II mizhnarodnoi naukovno-tehnichnoi konferentsii Mikolaiv: NUK. 2012. pp. 121 - 123.
10. *Stanchuk E.A., Gripas E.A., Stanchuk A.I., Pribyish.V.N., Proizvoditlnaya obrabotka zharoprochnyh splavov [The manufactural cutting of steals with high heat durability]:* materialy itrudyi institute vyipusk 18 Nikolaev: NKI. 1974. pp.54-57.
11. *Entelisa S.G., Berlinera E. M., Smazochno-ohlazhdayuschie tehnologicheskie sredstva dlya obrabotki metallov rezaniem: Spravochnik [The cooling substentions for the metal cutting. Guide-book. Moscow: Mashinostroenie, 1986. 352 p.*
12. *Vereschaka, A.S. Rabotosposobnost rezhushchego instrumenta s iznosostoykimi pokryitiyami [The high durable cutting tool reliability]:* monografiya. pod red. I.S Forsten. A.S Vereschaka. Moscow: Mashinostroenie, 1993. 325p.
13. *Hudobin L.V., Babichev A.P., Bulyizhev E.M.. Smazochno-ohlazhdayuschie tehnologicheskie sredstva i ih primenenie pri obrabotke rezaniem: [The technological cooling substentions and their usage during the cutting process]:* Spravochnik Moscow. Mashinostroenie, 2006. 544 p
14. *Moskalev, A.P., Limar A.A. Obrabotka hromistyh staley [The cromed steals cutting]:* Materiali II mizhnarodnoi naukovno-tehnichnoi konferentsii. Mikolaiv: NUK. 2012. pp.121-123.
15. *Siziy Yu.A., Stepanov M.S. Vliyanie davleniya podachi SOZh na nagrev zagotovok I pri vreznom shlifovanii [The cooling substance suppliment influence on the detail's heating processes]:* Visnik natsionalnogo tehnichnogo universitetu «KPI» H.: NTU «KPI». 2005. pp. 210-214.
16. *Egorov, S.V., Volkov S.I., Issledovanie obrabatyvaemost irezaniem zharoprochnyh splavov [The high heat durability steals cutting process investigation];* VNII TsBTI, 1959. 364p.
17. *Vasilev A.V., Hamidullova L.R. Vozdeystvie smazyivayuschih ohlazhdayuschih zhidkostey v usloviyah predpriyatii mashinostroeniya i metody iego snizheniya [The influence of the cooling substentions on the machinebuilding manufacturing process]:* Izv. Samar. NTs RAN. 2006. T. 8. No 4. p. 1171-1176.
18. *Lima rA.A. Vliyanie iznosostoykih pokryitiy na stoykostnyie harakteristiki rezhushchego instrumenta pri obrabotke trudnoobrabatyvaemyh korrozionnostoykih materialov [The influence of the durability increasing substentions on the reliability characteristics of the cutting tools during the hardly manufacturing mateals cutting process]:* Visnik natsionalnogo tehnichnogo universitetu «KPI». HIV: NTU «KPI». 2013. pp.116-121.

Подана до редакції 09.07.2014