

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ МЕЛКОМОДУЛЬНЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ ПУТЕМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Домнин П. В.,

к. т. н., доцент

Гарифуллин А. А.,

аспирант,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования,

«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

domnin@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрен процесс электроэрозионной обработки твердосплавной мелко модульной червячной фрезы, используемой в часовой промышленности для нарезания зубчатых колес, шестеренок механизма наручных часов. Данная фреза имеет диаметр 12 мм и толщину от 4 мм до 16 мм в зависимости от характеристик нарезаемого профиля и геометрии зубьев. Фреза, изготавливается из заготовки спеченного твердого сплава марки VK8 (92% карбид вольфрама и 8% Со - кобальт).

Ключевые слова: формообразование, обработка, инструмент, червячная фреза, технология изготовления инструмента, твердый сплав.

PRODUCTION OF HARD-ALLOY FINE-GRAINED WORM MILLS BY ELECTROEROSIVE PROCESSING

Domnin P. V.,

Candidate of technical science, associate professor

Garifullin A. A.

postgraduate,

Federal State Budget Educational Institution of
higher professional education ,

«Moscow State engineering University «STANKIN»

Abstract. The article describes the process of electrical discharge machining fine-grained carbide hob used in the watch industry for gear cutting, gear mechanism wristwatches. This milling cutter has a diameter of 12 mm and a thickness of 4 mm to 16 mm, depending on the characteristics and geometry of the profile being cut teeth. The cutter is made of a sintered carbide preform mark VK8 (92% tungsten carbide and 8% Co - cobalt).

Key words: forming, machining, tool, hob, manufacturing technology tools, solid carbide.

Твердые сплавы имеют достаточно высокую твердость (85-92 HRA) и высокую теплостойкость (800—1000 °С), за счет высокотвердых карбидов вольфрама и кобальтовой металлической связки. Это способствует повышению скорости обработки и стойкости [1-7]. Как правило, заготовки из твердого сплава спекаются в определенных формах под конкретные цели.

Представленная на рис.1 заготовка предназначена специально для фрезы и выполнен в виде трубы, которая затем разрезается на кольца (рис.2) на электроэрозионном станке [8-15].

Далее с помощью электроэрозионной вырезки формируются стружечные канавки будущей червячной фрезы, и заготовка принимает форму фрезы рис.3.

Затем на специальном шлифовальном станке алмазными кругами формируется профиль зубьев червячной фрезы и затылованная задняя поверхность [16-22] рис.4- рис.6

В табл.1 приведены исследования влияния параметров электроэрозионной обработки включающие значения частоты, длительности электрических импульсов и силы рабочего тока в зависимости от шероховатости поверхностного слоя твердого сплава [23-25].

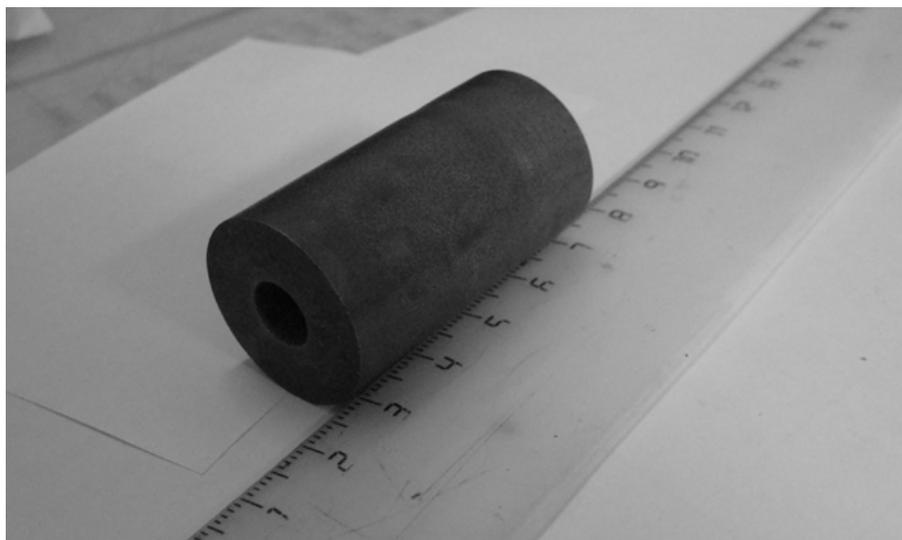


Рис. 1. Заготовка из спеченного твердого сплава под мелко модульную червячную фрезу.

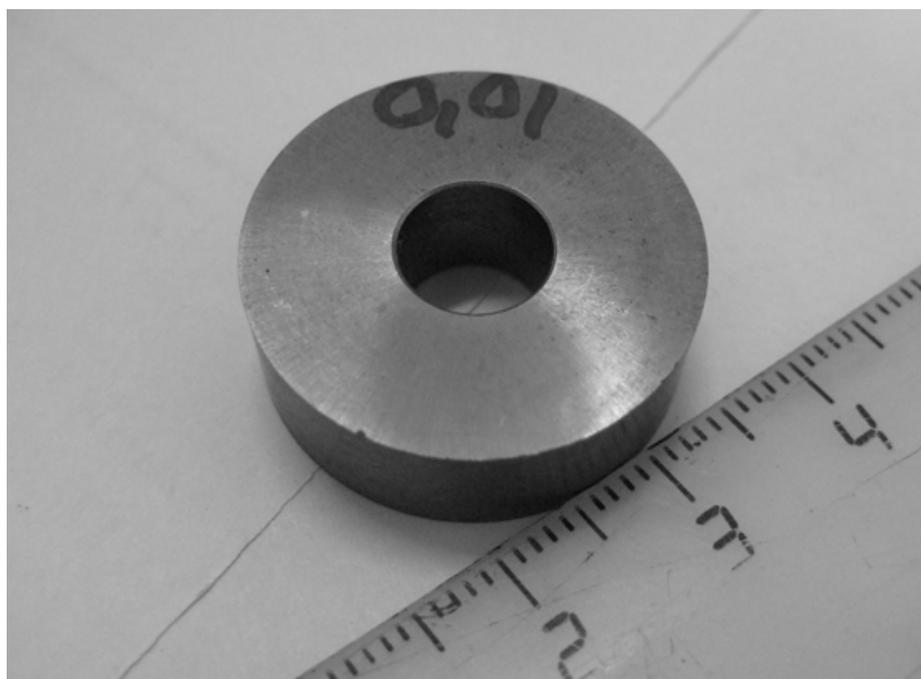


Рис. 2. Вырезанная заготовка из спеченного твердого сплава под мелко модульную червячную фрезу на электроэрозионном станке.

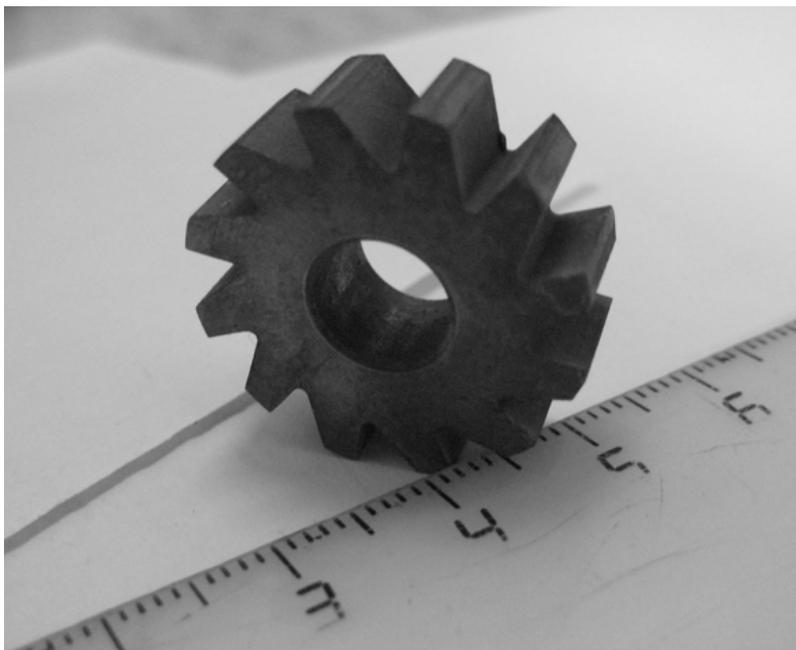


Рис. 3. Заготовка мелко модульной твердосплавной червячной фрезы с вырезанными стружечными канавками на электроэрозионном станке.

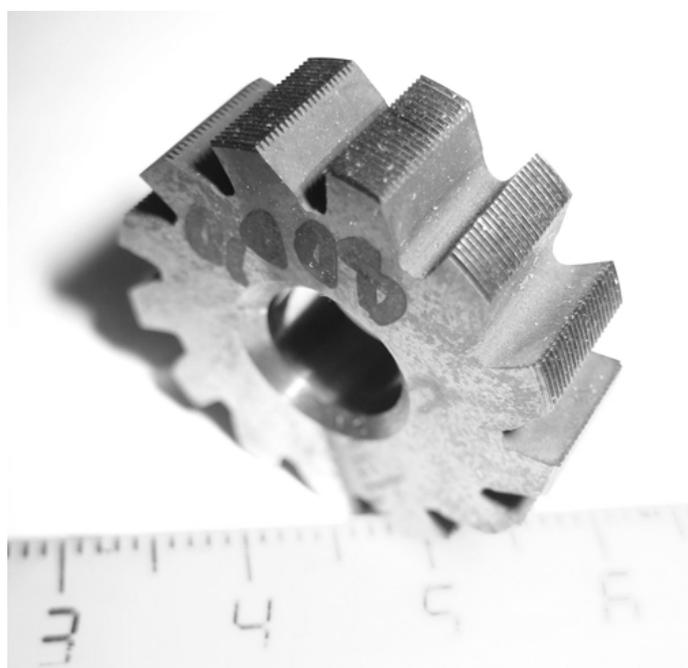


Рис. 4. Затялованная мелко модульная твердосплавная червячная фреза.

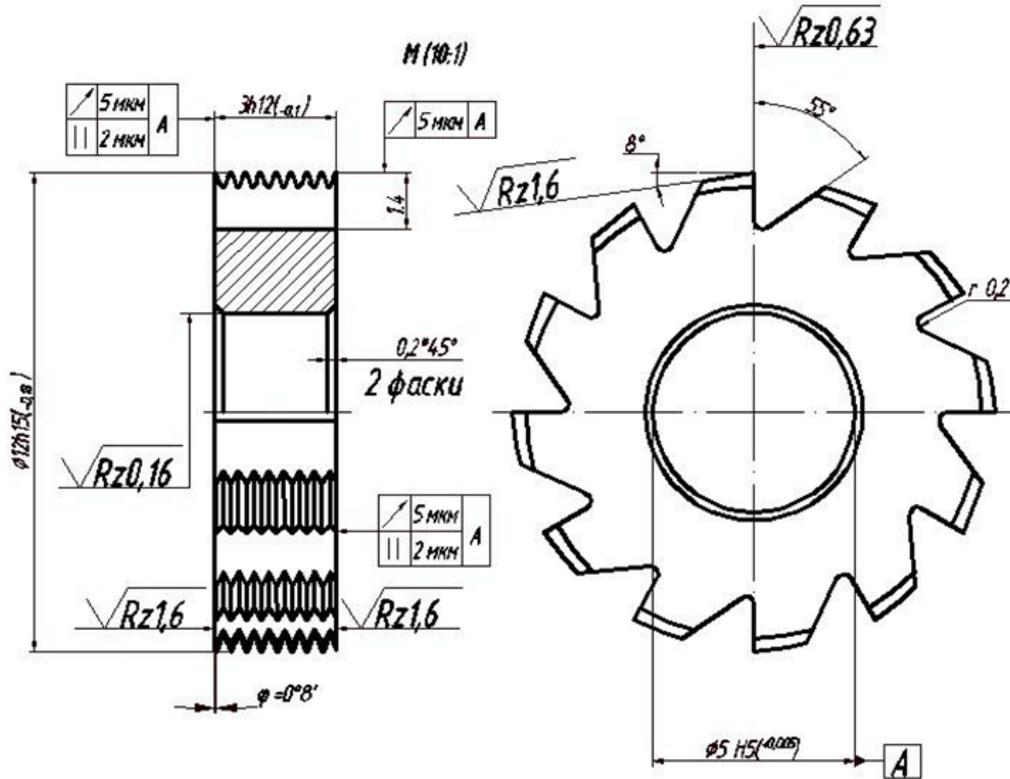
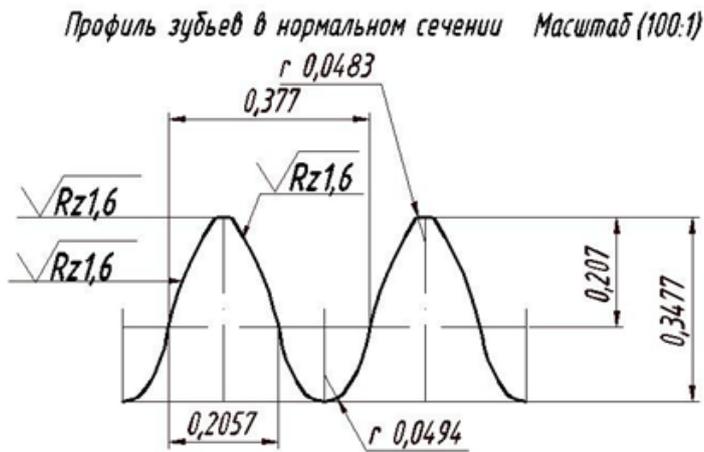


Рис. 5. Чертеж мелко модульной червячной фрезы.



1. Материал ВК 6 М
2. Число зубьев $Z=12$
3. Модуль $m=0,0332$
4. Угол наклона винтовой линии $\phi = 0^{\circ}08'$

Рис. 6. Профиль зубьев фрезы.

Таблица 1

Влияние режимов электроэрозионной обработки фрезы из сплава ВК8 на шероховатость и эксплуатационные показатели

Материал электрода (площадь обработки, мм ²)	Частота, кГц	Длительность импульсов, мкс	Сила тока, А	Производительность, мм ³ /мин	Относительный объемный износ ЭИ, %	Параметр шероховатости, мкм
МНБ-3 (400)	8	100	46	155	66	Rz = 20
	44	19	40	128	37	Rz = 10
	100	7	29	84	34	Ra = 2,5...2,0
	200	3	19	40	40	Ra = 2,0...1,25
М1 (180)	66	14	10	26	140	Ra = 2,5...1,25
	88	10	6	10	130	Ra = 2,0...1,25
	200	3	0,5	5	110	Ra = 1,25... 0,63
	200	3	0.1	3	100	Ra = 0,4.. 0,32

Таблица 2

Рекомендуемые режимы обработки твердого сплава ВК8 в зависимости от требуемого параметра шероховатости обработанной поверхности

Параметр шероховатости, мкм	Электрические параметры импульса				Относительный объемный износ электрода, %
	Частота, кГц	Длительность, мкс	Скважность	Сила рабочего тока, А	
Rz = 40	8	60-100	2	40-60	150/65
Rz = 40	8; 22; 44	10-60	2	25-40	(110-130)/ (35-40)
Ra= 1,6	88; 200	1,5-7,0	2	10-30	(70-80)/ (35-40)
Ra = 0,8	200; 440	1,0-3,0	2,3	3-15	(70-80)/ 40
Ra = 0,4	200; 440	1,0-3,0	2	0,1-1	100/40

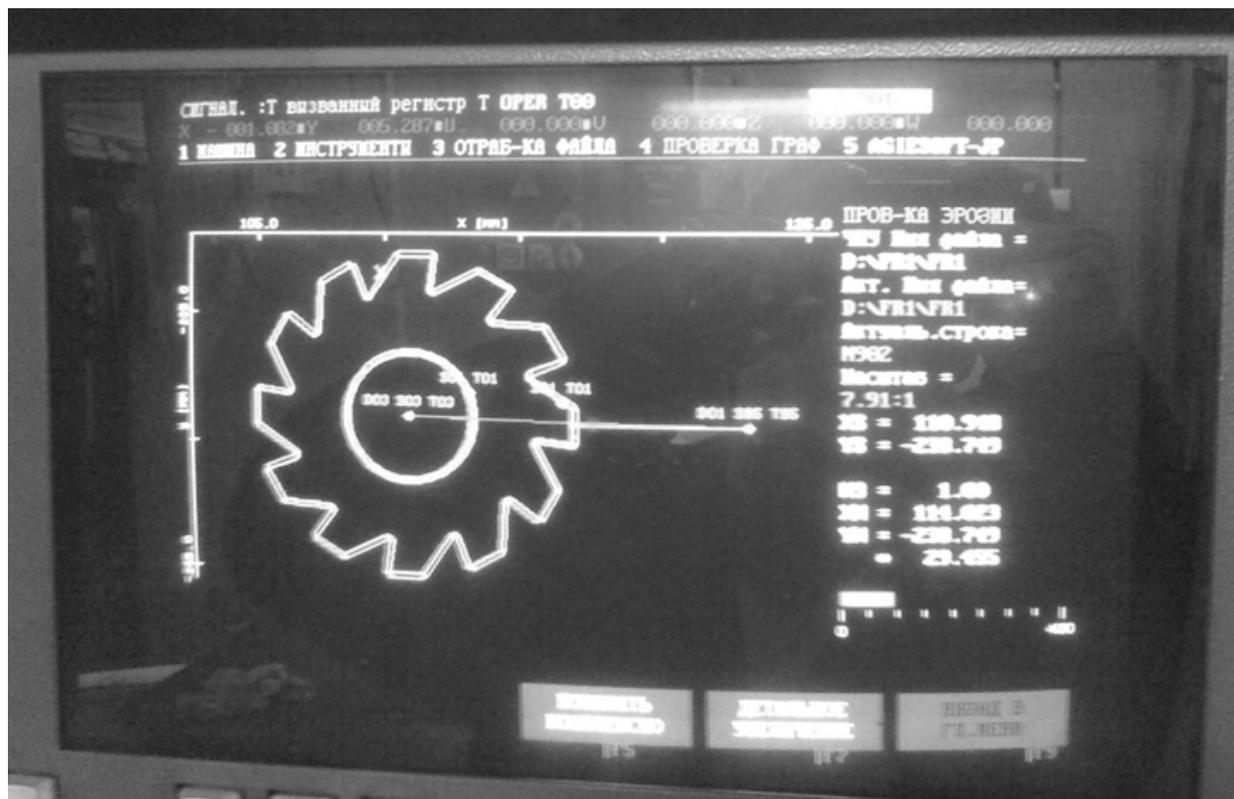


Рис. 8. Программа ЧПУ на экране электроэрозионного станка

На рис.8 приведен экран электроэрозионного станка с ЧПУ с фрагментом программы и чертежом обрабатываемой фрезы.

На основании проведенного исследования и анализа опыта применения электроэрозионной обработки можно сделать вывод, что процесс электроэрозионной обработки твердосплавных инструментов является перспективным и характеризуется комплекс-

ной взаимосвязью параметров процесса электроэрозии (табл.1 и 2), специфики конструкции режущего инструмента включающей: геометрию, шероховатость и физико-химические характеристики поверхностного слоя [25-30]. При этом электроэрозия достаточно эффективна по сравнению с традиционными методами обработки твердого сплава из-за его высокой твердости.

Список литературы

1. Петухов Ю.Е. Формообразование численными методами. М: Янус-К, 2004, 198 с.
2. Петухов Ю.Е. Задачи по формообразованию при обработке резанием./Петухов Ю.Е., Колесов Н.В., Юрасов С.Ю./ Вестник машиностроения. 2014. №3. С. 65-71.
3. Петухов Ю.Е. Математическая модель криволинейной режущей кромки спирального сверла с постоянной стойкостью точек режущей кромки. /Петухов Ю.Е., Водовозов А.А./ СТИН. 2014. №3. С. 8-11.

4. Петухов Ю.Е. Определение задних кинематических углов при обработке винтовых фасонных поверхностей стандартными фрезами прямого профиля./ Петухов Ю.Е., Домнин П.В./Вестник МГТУ Станкин. 2014. №2 (29). С. 27-33.
5. Петухов Ю.Е. Затачивание по передней поверхности спиральных сверл с криволинейными режущими кромками. /Петухов Ю.Е., Водовозов А.А./ Вестник МГТУ Станкин. 2014. №1 (28). С. 39-43.
6. Петухов Ю.Е. Формирование базы знаний процесса проектирования инструмента для обработки канавок в глубоких отверстиях./Петухов Ю.Е., Домнин П.В., Тимофеева А.А./ Научная жизнь. 2014. №5. С. 21-29.
7. Петухов Ю.Е. Анализ влияния скорости резания точек режущей кромки на стойкость спирального сверла и пути ее увеличения./Петухов Ю.Е., Водовозов А.А./Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 2. №1 (15). С. 31-35.
8. Петухов Ю.Е. Формообразование фасонных винтовых поверхностей инструментов на основе применения стандартных концевых и торцевых фрез./ Петухов Ю.Е., Домнин П.В./ Москва, МГТУ Станкин, 2012, 130 с.
9. Петухов Ю.Е. Математическая модель криволинейной режущей кромки спирального сверла повышенной стойкости./Петухов Ю.Е., Водовозов А.А./ Вестник МГТУ Станкин. 2012. №3. С. 28-32.
10. Петухов Ю.Е. Компьютерное моделирование обработки винтовой канавки на заготовке концевой фрезы./Петухов Ю.Е., Домнин П.В./ Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2011. №2. С. 156-164.
11. Петухов Ю.Е. Разработка численного метода профилирования./Петухов Ю.Е., Атрощенко Т.С./В сборнике: Автоматизация: проблемы, идеи, решения. Материалы международной научно-технической конференции: в двух томах. 2010. С. 185-188.
12. Петухов Ю.Е. Определение формы задней поверхности дисковой фрезы при обработке фасонной поверхности детали./Петухов Ю.Е., Мовсесян А.В./ Вестник машиностроения. 2007. №8. С. 56-57
13. Петухов Ю.Е. Проектирование инструментов для обработки резанием деталей с фасонной винтовой поверхностью на стадии технологической подготовки производства. /Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / МГТУ Станкин. Москва. 2004
14. Петухов Ю.Е. Проектирование инструментов для обработки резанием деталей с фасонной винтовой поверхностью на стадии технологической подготовки производства. /Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Москва, 2004
15. Домнин П.В. Разработка процесса формообразования фасонных винтовых поверхностей инструментов на основе применения стандартных концевых и торцевых фрез. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный технологический университет. Москва, 2012.
16. Домнин П.В. Формирование фасонных винтовых поверхностей стандартными концевыми и торцевыми фрезами. Главный механик. 2013. №11. С. 39-46
17. Петухов Ю.Е. Некоторые направления развития САПР режущего инструмента. СТИН. 2003. №8. С. 26-30.
18. Колесов Н.В. Система контроля сложных кромок режущих инструментов./Колесов Н.В., Петухов Ю.Е./ Комплект: ИТО. Инструмент. Технология. Оборудование. 2003. №2. С. 42.
19. Колесов Н.В. Компьютерная модель дисковых фасонных затупленных фрез./Колесов Н.В., Петухов Ю.Е., Баринов А.В./ Вестник машиностроения. 1999. №6. С. 57.
20. Колесов Н.В. Математическая модель червячной фрезы с протуберанцем./ Колесов Н.В., Петухов Ю.Е./ СТИН. 1995. №6. С. 26

21. Петухов Ю.Е. Проектирование производящей инструментальной и исходной поверхностей на основе методов машинного моделирования./Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 1984
22. Петухов Ю.Е. Способ формообразования фасонных винтовых поверхностей./Петухов Ю.Е., Домнин П.В./ Патент на изобретение RUS 2447972 24.06.2010
23. Петухов Ю.Е. Способ заточки задних поверхностей сверл./ Петухов Ю.Е., Водовозов А.А./патент на изобретение RUS 2466845 29.03.2011
24. Petukhov Yu.E. Curvilinear cutting edge of a helical bit with uniform life./Petukhov Yu.E., Vodovozov A.A./ Russian Engineering Research. 2014. Т. 34. №10. С. 645-648.
25. Petukhov Y.E. Shaping precision in machining a screw surface./ Petukhov Y.E., Domnin P.V./ Russian Engineering Research. 2011. Т. 31. №10. С. 1013-1015.
26. Kolesov N.V. The mathematical model of a hob with protuberances./Kolesov N.V., Petukhov Yu.E./ Russian Engineering Research. 1995. Т. 15. №4. С. 71-75.
27. Petukhov Yu.E. Some directions of cutting tool cad system development. Russian Engineering Research. 2003. Т. 23. №8. С. 72-76.
28. Petukhov Yu.E. Determining the shape of the back surface of disc milling cutter for machining a contoured surface./Petukhov Yu.E., Movsesyan A.V./Russian Engineering Research. 2007. Т. 27. №8. С. 519-521.
29. Kolesov N.V. Computer models of cutting tools./Kolesov N.V., Petukhov Yu.E./Russian Engineering Research. 2007. Т. 27. №11. С. 812-814.
30. Petukhov Yu.E. Geometric shaping in cutting./Petukhov Yu.E., Kolesov N.V., Yurasov S.Yu./ Russian Engineering Research. 2014. Т. 34. №6. С. 374-380.