

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Сборник трудов
XIII Международной научно-практической конференции

26–28 мая 2022 г.

Томск 2022

УДК 62.002:658(063)

ББК 34.4:65л0

И66

И66 Инновационные технологии в машиностроении : сборник трудов
XIII Международной научно-практической конференции / Юргинский техно-
логический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического универси-
тета, 2022. – 140 с.

ISBN 978-5-4387-1074-5

Сборник содержит материалы XII Международной научно-практической конфе-
ренции по современным проблемам инновационных технологий в сварочном производ-
стве, машиностроении, металлургии, автоматизации производства и экономике.

Предназначен для преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студен-
тов технических специальностей.

УДК 62.002:658(063)

ББК 34.4:65л0

Ответственный редактор

С.А. Солодский

Редакционная коллегия

М.А. Кузнецов

Д. П. Ильященко

С.В.Разумников

Е.В. Телипенко

А.Г. Мальчик

А.В. Проскоков

Н.А. Сапрыкина

ISBN 978-5-4387-1074-5

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ Юргинский
технологический институт (филиал), 2022

СОДЕРЖАНИЕ

**СЕКЦИЯ 1: ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ
МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

ГЕОМЕТРИЯ ЕДИНИЧНЫХ ВАЛИКОВ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКЕ С ПОПЕРЕЧНЫМ СКАНИРОВАНИЕМ	
<i>Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Луцко Н.И.</i>	7
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СБОРКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ	
<i>Трошин А.А., Захаров О.В.</i>	11
МАГНИЕВЫЙ СПЛАВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ЭКСТРУЗИЕЙ	
<i>Лугинин Н.А., Ерошенко А.Ю., Легостаева Е.В.</i>	14
ПРОБЛЕМЫ КОНСТРУКЦИЙ РОТАЦИОННЫХ РЕЗЦОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
<i>Евтушенко Т.Л., Янюшкин А.С., Касенов А.Ж.</i>	17
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА 5-КООРДИТАНЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ	
<i>Черданцев П.О., Черданцев А.О., Животикова О.Е.</i>	19
АНТИКОРРОЗИОННОЕ КЕРАМИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ НА МАГНИЕВОМ СПЛАВЕ МА2-1ПЧ	
<i>Седельникова М.Б., Кашин А.Д.</i>	24
НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БУРОВЫХ ДОЛОТ	
<i>Мартышова А.А., Мнацаканян В.У.</i>	26
ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МИШЕНИ ДЛЯ ВЧ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ ИЗ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ CU-W	
<i>Просолов К.А., Сулиз К.В., Шаркеев Ю.П.</i>	29
ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ДОБАВОК В АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ НА МИКРОСТРУКТУРУ, МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ПРИ СЕЛЕКТИВНОМ ЛАЗЕРНОМ ПЛАВЛЕНИИ	
<i>Сапрыкина Н.А., Сапрыкин А.А., Шаркеев Ю.П., Ибрагимов Е.А., Химич М.А.</i>	31
ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИТА AL-7FE-38SN ВРАЩАЮЩИМСЯ ПЛОСКИМ ДИСКОМ	
<i>Русин Н.М., Скоренцев А.Л., Чумаевский А.В.</i>	34
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫМ СОСТОЯНИЕМ АЛЮМИНИЕВОЙ БРОНЗЫ, НАПЕЧАТАННОЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
<i>Филиппов А.В., Шамарин Н.Н.</i>	38
МОРФОЛОГИЯ ПРЕКУРСОРОВ СИСТЕМЫ Ti-AL ПОСЛЕ МЕХАНОАКТИВАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ	
<i>Собачкин А.В., Мясников А.Ю.</i>	41
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛИ «СТЯЖКА» МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ СОПРЯЖЕНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
<i>Тимофеев В.Ю., Сопова С.П., Максатбеков Б.М.</i>	42
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БРОНЗЫ БРКМЦ 3-1 НАПЕЧАТАННОЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ДОБАВЛЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВОГО ФИЛАМЕНТА	
<i>Филиппов А.В., Хорошко Е.С., Шамарин Н.Н.</i>	45
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА НА СОСТОЯНИЕ ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕХАНИЧЕСКИМ ЛЕГИРОВАНИЕМ	
<i>Химич М.А., Ибрагимов Е.А., Чебодаева В.В.</i>	48
ПОРОШКОВЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО СПЛАВА	
<i>Химич М.А., Ибрагимов Е.А., Сапрыкин А.А.</i>	50

Список используемых источников:

1. Witte, F. Degradable biomaterials based on magnesium corrosion [Text] / F. Witte, N. Hort, C. Vogt // Current Opinion in Solid State and Materials Science. – 2008. – V. 12. – P. 63–72.
2. Lin, X. The in vitro degradation process and biocompatibility of a ZK60 magnesium alloy with a forsterite-containing micro-arc oxidation coating [Text] / X. Lin, L. Tan, Q. Zhang // Acta Biomaterialia. – 2013. – V. 9. – P. 8631.
3. Zheng, Y.F. Biodegradable metals [Text] / Y.F. Zheng, X.N. Gu, F. Witte // Materials Science and Engineering: R: Reports. – 2014. – V. 77. – P. 1–34.
4. Кулясова, О.Б. УМЗ структура и механические свойства магниевого сплава Mg-1%Ca [Текст] / О.Б. Кулясова, Я.В. Чернейкина, Р.К. Исламгалиев // Вестник УГАТУ. – 2016. – Т. 20. – № 3. – С. 25–30.
5. Zeng, Z. Magnesium extrusion alloys: a review of developments and prospects [Text] / Z. Zeng, N. Stanford, C. Davies // International Materials Reviews. – 2019. – V. 64. – P. 27–62

ПРОБЛЕМЫ КОНСТРУКЦИЙ РОТАЦИОННЫХ РЕЗЦОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Т.Л. Евтушенко^{1,а} докторант, А.С. Янюшкин^{2,б} д.т.н., проф., А.Ж. Касенов^{3,в} к.т.н., проф.

¹ НАО «Торайгыров Университет», Республика Казахстан, 140008,
г. Павлодар, ул. Ломова 64, тел.: +7(705)987-19-72,

² Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,
Чувашская Республика, г. Чебоксары, 428015, Россия,

³ НАО «Торайгыров Университет», Республика Казахстан, 140008, г. Павлодар, ул. Ломова 64,
E-mail: ^аevtushenko_95@mail.ru, ^бyanyushkinas@mail.ru, ^вasylbek_kasenov@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены основные проблемы ротационных самовращающихся и принудительно вращающихся резцов, возникающие в процессе эксплуатации. Представлены причины узкого использования ротационных резцов по сравнению с обычными резцами при токарной обработке. Представлен обзор на различные варианты совершенствования конструкций для решения проблем в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: точение, токарная обработка, резец, самовращающийся резец, ротационный резец, безвершинный резец.

Abstract. This article discusses the main problems of rotary self-rotating and forced rotating cutters that arise during operation. The reasons for the narrow use of rotary cutters in comparison with conventional cutters in turning are presented. An overview of various options for improving designs to solve problems during operation is presented.

Keyword: turning, machining, cutter, self-rotating cutter, rotary cutter, peakless turning tool.

Токарная обработка в машиностроение – самый распространенный способ механической обработки, метод универсален и не требует особых затрат. Стандартный резец, применяемый при точении, имеет простую конструкцию, где самой слабой точкой является вершина резца, поскольку на ее площадь приходится наибольшая часть нагрузок как механических, так и температурных.

Одним из способов лишить инструмент этого слабого места стало применение вращающихся резцов. Источник [2] утверждает, что первые сведения об этом относятся еще ко второй половине XIX века. В 1901 г. был сконструирован чашечный резец с принудительным вращением для продольного точения. Резец со статическим углом наклона режущей кромки, равным нулю, устанавливался в плоскости центров обрабатываемой детали и приводился во вращение от ходового винта токарного станка. В 1914 г. был предложен первый самовращающийся резец для продольного обтачивания. Чашечный резец, установленный относительно оси детали под отрицательным статическим углом наклона режущей кромки, приводился во вращение трением, возникающим между резцом и деталью, со скоростью пропорциональной скорости резания.

Ротационные резцы имеют ряд преимуществ в отличие от обычных токарных резцов. Это увеличение периода стойкости режущей пластины, увеличение скорости резания, уменьшение температурных воздействий на режущую кромку за счет вращения режущей пластины, как и в самовращающихся экземплярах, так и в принудительно вращающихся.

Однако наряду со всеми плюсами имеется ряд проблем (рисунок 1), которые возникают уже не на этапе конструирования, а в процессе эксплуатации, которые и затормаживают их применение и сегодня, несмотря на все свои преимущества.



Рис. 1. Пирамида основных проблем, возникающих в процессе эксплуатации ротационных резцов

Первая и основная проблема, из-за которой ротационные резцы до сих пор не получили широкое распространение, это подшипники. Наличие в конструкции вращения автоматически подразумевает наличие подшипников. И тут возникает дилемма: не используем подшипники (стандартные резцы) – быстро изнашивается режущая пластина инструмента, используем подшипники (ротационные резцы) – увеличиваем срок службы режущей пластины, но при этом изнашиваются сами подшипники, что в свою очередь увеличивает цену на эксплуатацию и ремонт самих инструментов.

Причина возникновения этой проблемы состоит в нагреве подшипников в процессе эксплуатации. Исследователи пытались увеличить срок службы как за счет подачи СОЖ (ротационно-фрикционная обработка), так и за счет различных комбинаций подшипников [3] (подшипники качения, подшипники скольжения, и даже по несколько видов одновременно). В последних исследованиях и вовсе начали использовать подшипники из различных современных материалов (антифрикционные металлокерамические сплавы на основе железа, графита, дисульфида молибдена, серы).

Вторая проблема также связана с наличием подшипников – это вибрация за счет биения в подшипниках. Разумеется, при жестком закреплении режущих пластин, такой проблемы не возникает, поэтому для большинства производителей это является еще одним плюсом для обычных резцов.

Эту проблему конструкторы пытались решить как с помощью различных виброгасителей, так и выбором подшипников скольжения вместо качения. Однако пока исследования не оправдались.

Третья проблема – стружка. За счет непрерывного резания стружку контролировать проблематично, есть большая вероятность возникновения сливной стружки. Конечно, есть возможность использовать прерывистое резание, но тогда возникает проблема с равномерным распределением нагрузки, что и являлось главной причиной перехода на вращающиеся резцы. Тогда исследователи предложили множество вариантов стружколомов и различных видов режущих пластинок с канавками и прорезями. Но это сильно усложняет конструкцию, что также влияет на себестоимость инструмента.

К тому же, отсюда вытекает и четвертая проблема – заклинивание. В процессе резания возникают ситуации, когда стружка (особенно при наличии стружколома) попадает в подшипник и происходит заклинивание вращения (наиболее важна эта проблема для инструментов с самовращением). Пути решения этой проблемы закрыть подшипники в конструкции, но тогда сложнее добираться СОЖ в эту зону.

Пятая проблема – круглые пластины подразумевают наличие определенного диаметра режущей пластины, что в свою очередь может ограничить зону обработки. Но тут наиболее легче подошли к этому вопросу – расположение режущей кромки в процессе резания не только вдоль обрабатываемой поверхности, но и поперек и под наклоном [5].

Разумеется, ротационное резание имеет достаточно большое количество недостатков, и вышепредставленные не являются единственными и характерными для всех ротационных резцов. Однако наряду с этим имеет и множество достоинств, которые могли бы поднять токарную обработку на ступень выше. Современные исследователи все больше и больше учитывают все эти недостатки в своих конструкциях, пытаясь сделать ротационное резание таким же распространенным, как и стандартное точение. Несмотря на всё это, ротационные резцы всё еще требуют дополнительных исследований, в частности не только представления очередной новой конструкции ротационного резца на бумаге, но и проверки их в процессе эксплуатации.

Исследования выполнены в рамках грантового финансирования молодых ученых на 2021-2023 годы по проекту ИРН АР09058231 «Исследование и проектирование ресурсо-энергосберегающих металлорежущих инструментов», финансируемого Комитетом Науки МОН РК.

Список используемых источников:

1. Ящерицын П.И., Борисенко А.В., Дривотин И.Г., Лебедев В.Я. Ротационное резание металлов. – Мн.: Наука и техника, 1987. – 229 с.
2. Бобров В.Ф., Иерусалимский Д.Е. Резание металлов самовращающимися резцами М., «Машиностроение», 1972, 112 с.
3. Шеров К.Т., Доненбаев Б.С., Сагитов А.А., Габдысалык Р.Г., Бузауова Т.М., Айнабекова С.С., Тусупова С.О., Серикбай А.Т. Исследование конструкции подшипникового узла ротационных инструментов. / Журнал "Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований". - 2018. - № 8. 16-20 С.
4. Евтушенко Т.Л., Мусина Ж.К. Особенности конструкций резцов с круглой чашечной пластиной / Материалы международной научно-практической конференции «XI Торайгыровские чтения», 5 том – Павлодар : ПГУ имени С.Торайгырова. – 2019 г., 118-124 С.
5. Евтушенко Т.Л., Мусина Ж.К. Исследование процесса резания резцами с вращающимися круглыми пластинками / Материалы международной научно-практической конференции «I Юбилейные чтения Бойко Ф.К.», 2 том – Павлодар : ПГУ имени С.Торайгырова. – 2020 г., 328-333 С.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА 5-КООРДИНАТНЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

П.О. Черданцев^а, к.т.н., доцент, А.О. Черданцев^б, О.Е. Животикова^в, студент,
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 656038,
г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, тел. +7 (385-2) 29-07-06
E-mail: p004092@mail.ru^а, hypertigr@mail.ru^б, zhivotikova@outlook.com^в

Аннотация. Рассмотрена принципиальная возможность выполнения зубофрезерной операции на 5-координатном обрабатывающем центре. Изложена методика проектирования технологической наладки. Описана последовательность определения необходимых параметров. Приведён пример автоматизированной разработки управляющей программы.

Ключевые слова: обрабатывающий центр, зубофрезерование, технологическая наладка, зубчатые колёса.

Abstract. The principal possibility of performing a gear milling operation on a 5-coordinate machining center is considered. The method of designing technological adjustment is described. The sequence of determining the necessary parameters is described. An example of automated development of a control program is given.

Keywords: machining center, gear milling, technological adjustment, gear wheels.

Введение

В настоящее время для машиностроения характерна тенденция к выполнению различных операций – токарных, сверлильных, фрезерных, резьбонарезных – на одном рабочем месте. В частности, этому способствует широкое внедрение 5-координатных обрабатывающих центров, причём не только на крупных заводах, но и на малых предприятиях. Такой подход прежде всего применим к обработке валов, дисков и корпусных деталей.

Во многих машинах и механизмах имеются зубчатые передачи, в которых используются эвольвентные цилиндрические зубчатые колёса и валы-шестерни. Одним из основных методов обра-

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Сборник трудов
XIII Международной научно-практической конференции

**Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание
представленной информации ответственность несут авторы
и научные руководители**

Компьютерная верстка и дизайн обложки
Э.Ф. Кусова

**Зарегистрировано в Издательстве ТПУ
Размещено на корпоративном портале ТПУ
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета**



Издательство

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ