

Г. Т. Итыбаева

ПРОГРЕССИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ



Павлодар

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Г. Т. Итыбаева

ПРОГРЕССИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Монография

Павлодар
Кереку
2015

УДК 621.95 (035.3)

ББК 34.59

И93

Рекомендовано к изданию Учёным советом Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Рецензенты:

К. Т. Шеров – доктор технических наук, профессор, Карагандинский государственный технический университет;

В. В. Поветкин – доктор технических наук, профессор, Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева;

И. А. Шумейко – кандидат технических наук, профессор, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Итыбаева Г. Т.

И93 Прогрессивный инструмент для обработки отверстий : монография / Г. Т. Итыбаева. – Павлодар : Кереку, 2015. – 141 с.

ISBN 978-601-238-570-0

Рассматриваются вопросы обеспечения высокопроизводительной и качественной обработки отверстий прогрессивным инструментом зенкер-протяжка изготовленным из быстрорежущей стали и оснащённым твёрдым сплавом. Приводятся конструкции новых инструментов, способ обработки, защищенными авторскими свидетельствами, патентами.

Монография предназначена для специалистов, конструкторов и технологов машиностроительных предприятий, проектирующих и эксплуатирующих инструменты для обработки отверстий, а также докторантов, магистрантов и студентов машиностроительных специальностей.



УДК 621.95 (035.3)
ББК 34.59

ISBN 978-601-238-570-0

© Итыбаева Г. Т., 2015

© ПГУ им. С. Торайгырова, 2015

Введение

В обеспечении подъема экономики республики ведущую роль играет машиностроительная отрасль. С целью преобразования машиностроительного комплекса республики Казахстан в ведущий многоотраслевой сектор промышленности была принята Программа индустриально-инновационного развития до 2020 года. Приоритетными направлениями Программы были определены машиностроение, металлообработка и т.д. Проведение научных исследований по приоритетным направлениям, осуществление инновационной политики способствуют технологической перестройке машиностроения на основе передовых технологий для преобразования в технологическую базу конкурентоспособной экономики. При этом достижение эффекта одновременного повышения производительности, экономичности, точности обработки и качества поверхностей деталей является одним из главных направлений развития технологии машиностроения.

В конструкциях деталей машин одним из основных элементов являются отверстия. Несмотря на достаточно хорошо разработанную технологию обработки отверстий, вопросы, касающиеся обеспечения качества обработки при высокой производительности, еще до конца не решены т.к. обработка отверстий относится к числу наиболее трудоемких процессов, является более сложной, чем обработка наружных поверхностей, что обусловлено тяжелыми условиями протекания процесса, меньшей жесткостью режущих инструментов [1].

В зависимости от предъявляемых требований отверстия получают сверлением, зенкерованием, разворачиванием и т. д. В качестве промежуточной или окончательной обработки отверстий используется зенкерование. Зенкерование обеспечивает точность обработки отверстий по 9... 11 квалитетам точности и шероховатость поверхности от R_a10 мкм до $R_a2,5$ мкм. Основным достоинством зенкера является возможность исправления оси отверстия и его формы.

Однако зенкеры обладают рядом существенных недостатков: высокая степень концентрации режущих кромок у зенкера обеспечивает срезание большой массы металла. А это, в свою очередь, увеличивает концентрацию сил и температуры резания, что ухудшает условия его работы. Рост сил приводит к низкой точности обработки и высокой шероховатости поверхности отверстия. Рост температуры увеличивает износ инструмента.

Кроме того, на работу и долговечность инструмента влияет его заточка. От правильности заточки зависит его стойкость.

Анализ условий обработки отверстий зенкерами и необходимость получения отверстий с более высокими параметрами качества привело к разработке новой конструкции металлорежущего инструмента – зенкера-протяжки. Получены предварительные патенты Республики Казахстан № 20384 от 25.09.2008г «Зенкер-протяжка для цилиндрических отверстий», № 20206 от 25.08.2008г «Зенкер-протяжка с пластинками твёрдого сплава для обработки цилиндрических отверстий», инновационный патент Республики Казахстан № 20973 от 25.12.2008г «Способ обработки цилиндрических отверстий и зенкер-протяжка для его осуществления». При обработке отверстий зенкер-протяжка более устойчив, т.к. происходит его протаскивание (протягивание) через обрабатываемое отверстие вместо проталкивания (зенкерования). Применение зенкера-протяжки позволяет устранить отрицательные факторы обработки отверстий существующими зенкерами и повысить качество и точность обработки отверстий.

В монографии приводятся результаты работ по повышению качества чистовой обработки цилиндрических отверстий путём разработки нового способа и инструмента – зенкера-протяжки с конусной режущей частью, имеющего винтовые зубья. Зенкер-протяжка представляет собой металлорежущий инструмент, который в осевом направлении имеет конструктивные признаки протяжки (передний хвостовик, шейку, переднюю цилиндрическую направляющую, заднюю направляющую) и кинематику обработки (продольное перемещение при работе), а в поперечном направлении – признаки зенкера (количество, форма, направление винтовых зубьев) и кинематику обработки (относительное вращение заготовки и инструмента). Обработка отверстий зенкером-протяжкой способствует улучшению условий формообразования и резания.

1 Современное состояние обработки отверстий стержневыми инструментами

1.1 Формирование качества обработки отверстий

Высокие эксплуатационные свойства деталей, их надёжность и долговечность в значительной степени определяются качеством поверхности. От качества поверхностного слоя зависит прочность деталей, износостойкость, коэффициент трения, коррозионная прочность [6 – 7].

Качество поверхности – представляет собой комплекс следующих характеристик: шероховатости, структурного состояния, упрочнения поверхностного слоя, остаточных напряжений. На рисунке 1 показано формирование качества обработки отверстий.



Рисунок 1 – Формирование качества обработки отверстий

Исследованиями многих учёных установлено, что процессы стружкообразования и процессы формирования поверхностного слоя физически взаимосвязаны, т.е. все факторы, ведущие к облегчению процесса стружкообразования и уменьшению объёма пластической деформации срезаемого слоя, обычно вызывают улучшение качества обработанной поверхности. Кроме того, на процесс образования поверхностного слоя значительно влияют наростообразование, а также условия взаимодействия задних поверхностей инструмента и заготовки. Поэтому снижение сил трения по задним поверхностям инструмента вследствие применения смазывающее-охлаждающих жидкостей, доводка режущего инструмента улучшают качество

акт о том, что предлагаемая конструкция зенкера-протяжки является приемлемой для обработки цилиндрических отверстий, т.к. позволяет обеспечить шероховатость поверхности отверстий в пределах Ra 0,16...0,32 мкм, точность обработки отверстий в пределах IT 7...8 (7...8 качества точности).

1. Экспериментальные исследования показывают, что при обработке отверстий зенкером-протяжкой обеспечивается повышение качества поверхности отверстий, уменьшается шероховатость, глубина дефектного слоя, разбивка отверстий. Это объясняется облегченными условиями резания, по сравнению со стандартным зенкером. За счёт конусной режущей части зенкера-протяжки обеспечивается постоянство усилия протягивания, исключения влияния непрерывности процесса резания, уменьшение общей длины одновременно работающих режущих кромок зубьев и, как следствие, увеличилась стойкость инструмента в 2-3 раза по сравнению со стандартным зенкером.

2. Полученные уравнения регрессии достоверно характеризуют влияние технологических факторов на качество поверхности отверстий, что подтверждается представленными графиками.

3. Анализ результатов показывает, что точность диаметральных размеров отверстий после обработки зенкером-протяжкой увеличилась на 1, 2 качества по сравнению протягиванием; шероховатость уменьшилась на 1, 2 класса.

4. Анализ вышерассмотренных графиков позволяет сделать правильный выбор режимов обработки, для получения качественной детали (точность геометрических размеров, минимальная шероховатость обеспечивается при относительно малых скоростях вращения и больших подачах, а глубина дефектного слоя растёт при увеличении частоты вращения и снижается с ростом подачи инструмента.

5. Ориентировочный экономический эффект от внедрения нового инструмента зенкера-протяжки составляет 740300 тенге.

Заключение

Основные результаты и выводы

1. Анализ существующих методов и способов обработки отверстий зенкерами и протяжками выявил, что при зенкерованием создаётся изгибающий момент, повышенная деформация, разбивка отверстий; так при протягивании протяжками с круглыми зубьями силы резания являются переменными по величине; переточка протяжек осуществляется по передней поверхности, что уменьшает стойкость и общий ресурс инструмента.

2 Для создания более благоприятных условий резания и более рационального срезания стружки и уменьшения износа режущего инструмента разработан новый способ обработки цилиндрических отверстий зенкером-протяжкой. Способ реализуется с помощью установки заготовки или зенкера-протяжки в патроне или на суппорте токарно-винторезного станка и сочетания вращательного движения зенкера-протяжки и поступательного движения заготовки или вращательного движения заготовки и поступательного – зенкера-протяжки. Применение нового способа обработки исключает приобретение дорогостоящих протяжных станков (инновационный патент Республики Казахстан № 20973 от 25.12.2008г.).

3 Применение нового металлорежущего инструмента зенкера-протяжки улучшило условия резания благодаря исключению вершины режущего зуба на периферии и применению резания по всей длине режущей кромки, находящейся в контакте с обрабатываемым отверстием.

4 Для реализации нового способа обработки была разработана конструкция зенкера-протяжки для обработки цилиндрических отверстий (предварительные патенты Республики Казахстан № 20384 от 25.09.2008г, № 20206 от 25.08.2008г). Сочетание в одном инструменте конструктивных параметров протяжки (в осевом сечении) и зенкера (в поперечном сечении) позволило создать облегчённые условия резания и повысить качество обработки.

5 Разработана математическая модель, описывающая процесс обработки зенкером-протяжкой, позволяющая произвести теоретический расчёт параметров системы и уравнения регрессии точности диаметральных размеров, шероховатости поверхности, глубины дефектного слоя, твёрдости от частоты вращения и подачи. Достоверность модели проверена по критерию Кохрена G и адекватность по критерию Фишера.

6 На предприятии ТОО «Format Mach Company» изготовлены опытные образцы зенкера-протяжки трёх типоразмеров диаметрами 13,8 мм, 19,8 мм, 29,8 мм и выполнены производственные испытания на ТОО «Завод нестандартизированого оборудования», что подтверждается актами внедрения.

7 На основе экспериментальных исследований проведена оценка влияния технологических факторов (частоты вращения, подачи) на точность размера, шероховатость, отклонения формы поверхности отверстий при обработке стандартным цилиндрическим зенкером и зенкером-протяжкой.

Оценка полноты решений поставленных задач. В результате проведенных исследований разработаны предложения по изменению условия формообразования и резания. Разработанный способ обработки и конструкция нового инструмента зенкера-протяжки позволили после обработки получить следующие результаты:

а) стандартными цилиндрическими зенкерами:

– точность диаметральных размеров отверстий – 0,027– 0,13 мм;

– шероховатость поверхности отверстий – R_a 1,25...2,5 мкм.

б) зенкером-протяжкой:

– точность диаметральных размеров отверстий – 0,018 – 0,033 мм;

– шероховатость поверхности отверстий – R_a =0,16...0,32 мкм.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Металлорежущий инструмент зенкер-протяжка рекомендуется применять для обработки цилиндрических отверстий диаметром свыше 40 мм, из материалов, подвергаемых наклёпу, длиной до двух диаметров, по 7 – 8 качеству точности с шероховатостью поверхности R_a 0,16...0,32 мкм с увеличенным припуском до 0,8 – 1,0 мм, вместо цилиндрических зенкером.

Оценка технико – экономической уровня выполненной работы в сравнении с лучшими результатами в данной области. Способ обработки цилиндрических отверстий зенкером-протяжкой и конструкция металлорежущих инструментов из быстрорежущей стали и оснащённых с пластинками твёрдого сплава является новым, подтверждены предварительными и инновационными патентами Республики Казахстан. Преимущество нового инструмента: обеспечение точности обработки цилиндрических отверстий по 7 – 8 качеству точности с шероховатостью поверхности R_a 0,16...0,32 мкм, экономический эффект от применения составляет 740300 тенге. Зенкер-протяжка может применяться в условиях мелкосерийного и

единичного производства при отсутствии протяжного станка, он предназначен для работы на токарном станке.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. Впервые теоретический обоснован и предложен способ обработки отверстий специальным инструментом зенкером-протяжкой, в котором объединение в одном инструменте конструктивных признаков и кинематики движения зенкера и протяжки, что позволило повысить эффективность обработки отверстий по сравнению с протягиванием и зенкерованием, которое привело к улучшению условий формообразования и резания, качества обработки.

Литература

- 1 Ящерицын П. И. Основы технологии механической обработки и сборки в технологии машиностроения. – Минск : Вышэйшая школа, 1974. – 607 с.
- 2 Предварительный патент Республики Казахстан № 20384 на изобретение. Зенкер-протяжка для обработки цилиндрических отверстий /Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С.; опубл. 25.09.2008, Бюл. №12. – 14 с: ил.
- 3 Предварительный патент Республики Казахстан № 20206 на изобретение. Зенкер-протяжка с пластинками твердого сплава для обработки цилиндрических отверстий. /Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С.; опубл. 25.08.2008, Бюл. №11. – 14 с: ил.
- 4 Инновационный патент Республики Казахстан № 20973 на изобретение. Способ обработки цилиндрических отверстий и зенкер-протяжка для его осуществления. /Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С.; опубл. 25.12.2008, Бюл. №3. – 14 с: ил.
- 5 Ицкович Г. М. Соппротивление материалов.– М.: Высшая школа, 1986.– 352 с.
- 6 Родин П. Р. Основы формообразования поверхностей резанием. – Киев : Вища школа, 1977. – 192 с.
- 7 Вульф А. М. Резание металлов. – М.: Машиностроение, 1973. – 496 с.
- 8 Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов. – М. : Высшая школа, 1985. – 304 с.
- 9 Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение. 1975. – 344 с., ил.
- 10 Влияние режимов резания на шероховатость обработанной поверхности / Ананов А. П., Житник Н. И. и др. – Киев: Техника, 1971. – 148 с.
- 11 Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М. : Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 12 Егоров М. Е., Дементьев В. И., Дмитриев В. Л. Технология машиностроения. – М. : Высшая школа, 1976.– 534 с.
- 13 Аршинов В. А., Алексеев Г. А. Резание металлов и режущий инструмент. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1976. – 440 с.
- 14 Кирсанов С. В., Гречишников В. А., Схиртладзе А. Г., Кокарев В. И. Инструменты для обработки точных отверстий. 2-е изд., исправл. и доп. – М. : Машиностроение, 2005. – 336 с.; ил.

15 Сахаров Г. Н., Арбузов О. Б., Боровой Ю. Л. Металлорежущие инструменты: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.

16 Родин П. Р. Металлорежущие инструменты: учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев : Головное изд-во, 1986. – 455 с.

17 Ординарцев И. А. Справочник инструментальщика. – Л. : Машиностроение, 1987. – 488 с., ил.

18 Фещенко П. С. Обработка металлов резанием. – М. : Машиностроение, 1982. – 492 с.

19 Схиртладзе А. Г., Чупина Л. А., Пульбере А. И., Гречишников В. А. Формообразующие инструменты в машиностроении: учеб. пособие. – М. : Новое знание, 2006. – 557 с.

20 Солоненко В. Г., Рыжкин А. А. Резание металлов и режущие инструменты. – М. : Высшая школа, 2007. – 414 с.

21 Филиппов Г. В. Режущий инструмент. – Л. : Машиностроение, 1981. – 392 с.

22 Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С. Обработка отверстий зенкерами //Международная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «VIII Сатпаевские чтения» / ПГУ им. С. Торайгырова. – Павлодар, 2008. – Т. 12. – С. 347 – 354.

23 Горбунов Б. И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки. Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М. : Машиностроение, 1981. – 287 с., ил.

24 Технология машиностроения: Учебное пособие /Под общей редакцией В. И. Аверченкова, Е. А. Польского – М. : Инфра, 2006. – 288 с.

25 Иноземцев Г. Г. Проектирование металлорежущих инструментов. – М. : Машиностроение, 1984. – 272 с.

26 Драгун А. П. Режущий инструмент. - Л. : Лениздат, 1986. – 271 с.

27 Кацев П. Г. Обработка протягиванием. – М. : Машиностроение. 1986. – 272 с.

28 Кочетков Я. П. Обеспечение точности при протягивании. – М. : Машиностроение, 1979. – 80 с.

29 Протяжки для обработки отверстий / Д. К. Маргулис, М. М. Тверской, В. Н. Ашихмин и др. – М. : Машиностроение, 1986. – 232 с., ил.

30 Предварительный патент Республики Казахстан №16167 на изобретение. Протяжка для обработки цилиндрических отверстий

среднего и большого диаметров. /Дудак Н. С., Шерниязов М. А.; опубл. 15.09.2005, Бюл. № 9. – 10 с.: ил.

31 Денисенко В. И. Расчёт и конструирование режущих инструментов. – Владимир, 1973. – 170 с.

32 Алексеев Г. А., Аршинов В. А., Кричевская Р. М. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979. – 384 с.

33 Жигалко Н. И., Киселев В. В. Проектирование и производство режущих инструментов. /Под редакцией П. И. Ящерицына. – Минск.: Вышэйшая школа, 1975. – 400 с.

34 Филиппов Г. В. Режущий инструмент. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1981. – 392 с.

35 Маслов А.Р. Конструкции прогрессивного инструмента и его эксплуатация. – М.: Издательство «ИТО», 2006. – 166 с.

36 Frirk W. Тенденции развития режущего инструмента // *Werkzeuge*. – 2005, Nr. 2. – P. 30 – 32.

37 Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С. Обработка отверстий комбинированным инструментом. Международная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «VIII Сатпаевские чтения» / ПГУ им. С. Торайгырова. – Павлодар, 2008. – Т. 20. – С. 108 – 115.

38 Шатин В. П. Справочник конструктора-инструментальщика. – М.: Машиностроение, 1975. – 523 с.

39 Итыбаева Г. Т., Мендебаев Т. М., Дудак Н. С. Усовершенствование конструкции зенкера-протяжки для обработки цилиндрических отверстий // Научный журнал Казахского национального технического университета. Вестник КазНТУ. – Алматы, 2010. – № 4 – С. 107 – 114.

40 Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С. Новые режущие инструменты для работы на токарных, сверлильных и протяжных станках. // Материалы второй научно-практической конференции. Каз НТУ им. К. И. Сатпаева – Алматы, 2006. –Т.1 – С. 297 – 298.

41 Новые режущие инструменты // *Maschine und Werkzeug*. – 2006. –Vol. 107, Nr. 6. – P. 126 –127.

42 Специальный зенкер // *Werkzeuge* – Германия, 2009, июль. – Vol. 1. – P. 42 – 43.

43 Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С. Конструктивные элементы зенкера-протяжки для обработки цилиндрических отверстий // Международная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «IX Сатпаевские чтения» / ПГУ им. С. Торайгырова. – Павлодар, 2009. – Т. 14. – С. 299 – 303.

44 Итыбаева Г. Т. Обработка отверстий зенкером-протяжкой //Республиканский журнал Карагандинского государственного технического университета. Труды университета. – Караганды, 2010. – №1(38). – С. 28 – 30.

45 Итыбаева Г. Т. Исследование обработки отверстий зенкером-протяжкой //II Международная научно-практическая конференция «Актуальные достижения европейской науки – 2010». – Болгария – София, 2010, – С. 57–61.

46 Итыбаева Г. Т. Зенкер-протяжка для обработки цилиндрических отверстий //Научный журнал Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова. Вестник ПГУ. – Павлодар, 2010. –№ 2. – С. 30 – 42.

47 Кишуоров В. М., Черников П. П. Проектирование режущего инструмента в машиностроении. – М. : Издательство МАИ, 2006. – 159 с.

48 Юликов М. И и др. Проектирование и производство режущего инструмента. М. : Машиностроение, 1987. – 296 с.

49 Табаков В. П. Руководство по проектирование металлорежущих инструментов станков и режущих инструментов. – Ульяновск, УлГТУ, 2003. – 91 с.

50 Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С. Расчёт и конструирование зенкера-протяжки // Международная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «VIII Сатпаевские чтения» / ПГУ им. С. Торайгырова. – Павлодар, 2008. – Т. 20. – С. 96-102

51 Общетехнический справочник / Под общей редакцией Е. А. Скороходова. – М. : Машиностроение, 1989. – 512 с.

52 Палей М. М. Технология производства металлорежущих инструментов. – М. : Машиностроение, 1982. – 256 с.

53 Барсов А. И. Технология инструментального производства. – М. : Машиностроение, 1975. – 272 с.

54 Обработка металлов резанием. Справочник технолога /Под общей редакцией А. А. Панова. – М. : Машиностроение, 2004. – 784 с.

55 Анурьев В. И. – Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. – М. : Машиностроение, 1980. – 728 с.

56 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1978. – Т 3.– 557 с., ил.

57 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1978. – Т 2.– 559 с., ил.

58 Маслов А. Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента: справочник. 2-е изд. исправ. и доп. – М. : Машиностроение, 2002. – 256 с.

59 Горошкин А. Г. Приспособления для металлорежущих станков. – М. : Машиностроение, 1979. – 228 с., ил.

60 Дудак Н. С., Шерниязов М. А., Степаненко Б. М., Ворошцова С. А. Теоретические исследования вибраций при протягивании // Наука и техника Казахстана. – ПГУ им. С. Торайгырова, 2002. – № 3. – С. 158 – 166.

61 Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С. К вопросу динамики обработки отверстий. Materiály IV mezinárodní vědecko – praktická conference «Vědecký průmysl evropského kontinentu – 2008». Díl 14. Nechnické vědy: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o/ – 67 – 71 stran.

62 Макаров А. Д. Оптимизация процессов резания. М. : Машиностроение, 1976. – 278 с.

63 Weiter E. Повышение производительности обработки // Maschinenmarkt. – 2006. – N. 45, P. 100 – 102.

64 Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М. : Статистика, 1974. – 192 с.

65 Кацев П. Г. Статистические методы исследования режущего инструмента. – М. Машиностроение, 1974. – 239 с.

66 Новик Ф. С. Математические методы планирование экспериментов в металловедении. – М. : МИСиС, 1972. – 106 с.

67 Рогов В. А. Методика и практика технических экспериментов: учеб. пособие для студ. высших учеб. заведений /В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 288 с.

68 Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. – М. : Машиностроение, 1981. – 184 с.

69 Кокарев В. И. Применение статистических методов планирования эксперимента при идентификации процесса резания. – Алма-Ата: изд. «Кітап», 1985. – 52 с.

70 Кане М. М. Основы научных исследований в технологии машиностроения. – Мн. : Высшая школа, 1987. – 231 с.

71 Суслов А. Т., Дальский А. М. Научные основы технологии машиностроения. – М. : Машиностроение, 2002. – 684с.

72 Денчик А. И. Статистический метод оценки точности обработки на основе анализа нормального распределения выходных

параметров технологического процесса с помощью прикладной программы для персонального компьютера: методическое пособие. – Павлодар, 2009.

73 Денчик А. И. Корреляционный анализ результатов эксперимента с помощью прикладной программы для персонального компьютера: методическое пособие. – Павлодар, 2009.

74 Базров Б. М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. – 736 с.

75 Webzell S. Применение СОЖ в процессах обработки резанием //Metalworking Production. – 2006. – Vol. 150, Nr. 5, P. 101 – 102.

76 Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: справочник //Под редакцией С. Г. Энтелиса Э. М. Берлинера. – М. : Машиностроение, 1987. – 352 с.

77 Итыбаева Г. Т., Дудак Н. С. Экспериментальные исследования обработки отверстий // Международная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «IX Сатпаевские чтения» / ПГУ им. С. Торайгырова. – Павлодар, 2009. – Т. 4. – С. 16 – 20

Содержание

	Введение	3
1	Современное состояние обработки отверстий стержневыми инструментами	5
1.1	Формирование качества обработки отверстий	5
1.2	Существующие методы обработки отверстий зенкерами и протяжками	7
1.3	Основные типы и конструкции зенкеров, протяжек и комбинированных инструментов	21
2	Разработка и описание способа обработки цилиндрических отверстий и конструкции зенкера- протяжки	39
2.1	Разработка и описание нового способа обработки цилиндрических отверстий зенкером-протяжкой	39
2.2	Обоснование и разработка конструкции нового инструмента зенкера-протяжки	45
2.3	Алгоритм расчёта зенкера-протяжки для обработки цилиндрических отверстий	55
2.4	Технологическая оснастка для установки зенкера- протяжки и обрабатываемой детали	67
2.5	Сравнительный анализ кинематики и динамики процесса резания при обработке отверстий	71
2.5.1	Обработка отверстий зенкером	71
2.5.2	Протягивание отверстий протяжкой с круглыми зубьями	72
2.5.3	Протягивание отверстий протяжкой с винтовыми зубьями	76
2.5.4	Обработка отверстий зенкером-протяжкой	77
3	Методика и проведение экспериментальных исследований	82
3.1	Методика планирования и проведение экспериментов	82
3.2	Подготовка образцов к исследованиям	91
3.3	Проверка токарно-винторезного станка модели 1А616	92
3.4	Измерение параметров качества поверхности отверстий	97
3.4.1	Измерение точности размера и отклонение формы	97
3.4.2	Измерение шероховатости поверхности	100
3.4.3	Измерение твёрдости	100
3.4.4	Исследование микроструктуры обработанных деталей	101
4	Результаты экспериментальных исследований	103
4.1	Исследование влияния технологических факторов на точность размеров отверстия	103
4.2	Исследование влияния технологических факторов на шероховатость поверхности отверстия	106

4.3	Исследование влияния технологических факторов на глубину дефектного слоя поверхности отверстий	110
4.4	Исследование влияние технологических факторов на твёрдость поверхности отверстий	112
4.5	Исследование влияния технологических факторов на отклонение формы отверстия	114
4.6	Исследование микроструктуры поверхности отверстий обработанных зенкером-протяжкой	115
4.7	Технико-экономическое обоснование применения нового металлорежущего инструмента зенкера-протяжки	117
4.8	Производственные испытания	128
	Заключение	131
	Литература	134

Г. Т. Итыбаева

**ПРОГРЕССИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ**

Монография

Технический редактор З. Ж. Шокубаева
Ответственный секретарь Е. В. Самокиш

Подписано в печать 25.11.2015 г.
Гарнитура Times.
Формат 60x90/16. Бумага офсетная.
Усл.печ. л 8.11 Тираж 500 экз.
Заказ № 2668

Издательство «КЕРЕКУ»
Павлодарского государственного университета
им. С. Торайгырова
140008, г. Павлодар, ул. Ломова, 64

