

А. Ж. Касенов

**ПОВЫШЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ
ТОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ**



Павлодар

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

А. Ж. Касенов

**ПОВЫШЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ
ТОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ**

Монография

Павлодар
Кереку
2015

УДК 621.9.04 (035.3)

ББК 34.55

К28

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

Рецензенты:

К. Т. Шеров – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии машиностроения» КарГТУ;

В. В. Поветкин – доктор технических наук, профессор кафедры «Стандартизации, сертификации и технологии машиностроения» КазНТУ имени К.И. Сатпаева;

А. Н. Нуржауов – доктор технических наук, профессор.

Касенов А. Ж.

К28 Повышение эффективности обработки точных отверстий : монография / А. Ж. Касенов. – Павлодар : Кереку, 2015. – 138 с.

ISBN 978-601-238-562-5

Монография посвящена повышению эффективности и качества обработки деталей машин новым способом резания точных отверстий и защищенные авторскими свидетельствами, патентами металлорежущими инструментами, что позволило изменить способ снятия стружки в отверстиях: работа резания распределена на длинной режущей кромке, продольные колебания отсутствуют, постоянная толщина среза, а, следовательно, повысить эффективность и качество обработки.

Монография предназначена для магистрантов, докторантов и преподавателей, а также может быть полезна для инженерно-технических работников, мастеров и изобретателей.

УДК 621.9.04 (035.3)

ББК 34.55

ISBN 978-601-238-562-5

© Касенов А. Ж., 2015

© ПГУ им. С. Торайгырова, 2015

За достоверность материалов, грамматические и орфографические ошибки ответственность несут авторы и составители

Введение

Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы нацелена на создание высокотехнологичной структуры экономики за счёт проведения активной государственной политики в сфере науки и инновационной деятельности. В стратегии обозначены основные направления в области развития науки: в энергетике, химической, нефтегазовой, горнодобывающей промышленности, машиностроении и металлообработке – повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции. Одним из важнейших элементов, обеспечивающих качество обработки деталей машин и производительность труда, является режущий инструмент. С его помощью заготовке придают нужную форму и размеры, срезая относительно тонкие слои материала. Работоспособность режущего инструмента оказывает существенное влияние и на экономическую эффективность процесса производства.

В современном машиностроении применяется большая номенклатура разнообразных по назначению и конструкции металлорежущих инструментов для обработки наружных, внутренних и плоских поверхностей. В то же время обработка отверстий осевыми инструментами сопряжена с рядом трудностей, обусловленных пониженной жёсткостью инструмента, связанной со схемой обработки. Проталкивание режущего инструмента через отверстие вызывает изгибающий момент, влияние которого на величину прогиба оси инструмента увеличивается с уменьшением диаметра, т.е. с уменьшением жёсткости инструмента, что приводит к разбивке обрабатываемого отверстия и уводу его оси. Указанные обстоятельства вызывают необходимость снижения режимов резания, а также введения в технологический процесс дополнительных операций.

Общеизвестно, что осевые (стержневые) инструменты имеют ряд недостатков: работа резания сосредоточена на сравнительно короткой режущей части, неблагоприятные условия резания вызывают повышение механической нагрузки на участке лезвия, отделяющем стружку от основного слоя материала и его деформация, сопровождающаяся значительным тепловыделением, а также механические и термические напряжения приводят к сравнительно низкой стойкости режущих инструментов.

Обработка отверстий осевыми инструментами является наиболее распространёнными в общей массе инструментов, и занимает особое

место в технологическом процессе изготовления деталей машин, 80 % которых имеет отверстия различных типов. Обработка осевыми инструментами наиболее экономичный способ получения отверстий. Вопросы повышения производительности, точности и надёжности процесса обработки отверстий всегда были и остаются актуальными и эффективными для металлообработки, исследований и посвящена данная работа.

Анализ методов и способов обработки отверстий, параметров срезаемого слоя при резании, геометрии и конструкций существующих металлорежущих инструментов (развёрток, протяжек, комбинированных инструментов), привёл к разработке нового металлорежущего инструмента – развёртки-протяжки, на который получены предварительные патенты Республики Казахстан. Следует отметить, при обработке отверстий развёртка-протяжка работает более устойчиво, т.к. происходит её протаскивание (протягивание) через обрабатываемое отверстие вместо проталкивания. В новой конструкции металлорежущего инструмента улучшены условия резания и сведены к минимуму воздействия указанных неблагоприятных факторов, сопровождающих процесс резания.

1 Анализ обработки отверстий развёртками и протяжками

1.1 Современное состояние и основные проблемы

Одним из значимых факторов технического прогресса в машиностроении, как и в других отраслях, является совершенствование технологии производства. Особенность современного производства – применение новых конструкционных материалов: жаропрочных, коррозионно-стойких, композиционных, порошковых, полимерных и др. Обработка этих материалов требует совершенствования существующих технологических процессов и создания новых методов, основанных на совмещении механического, теплового, химического и электрического воздействия.

Процесс резания сопровождается упругими и пластическими деформациями, разрушением материала, трением, износом режущего инструмента, вибрациями отдельных деталей и узлов и технологической системы (станок – приспособление – инструмент – заготовка) в целом. Знание закономерностей этих явлений позволяет выбирать оптимальные условия, обеспечивающие производительную и качественную обработку деталей.

Процесс резания представляет собой комплекс чрезвычайно сложных явлений, зависящих от физико-механических свойств обрабатываемого материала, качества режущего инструмента, условий резания, состояния станка, жесткости технологической системы.

Первые теоретические и экспериментальные исследования процесса резания были проведены в 1868–1869 гг. профессор И. А. Тиме. Им впервые были даны научные основы процесса резания. Он провел исследования процесса стружкообразования, создал схему этого процесса, дал классификацию стружек, предложил формулы для подсчета силы резания и усадки стружки. Вслед за И. А. Тиме профессор П. А. Афанасьев и академик А. В. Гадолин предложили новые уравнения для подсчета силы резания с учётом сил трения по передней и задней поверхностям резца.

Значительный вклад в развитие науки о резании металлов внёс профессор К. А. Зворыкин. Он создал схему сил, действующих на резец в процессе резания, сконструировал и впервые применил в своих экспериментальных исследованиях самопишущий гидравлический динамометр. Схема сил, предложенная К. А. Зворыкиным, с дополнениями, сделанными проф. С. С. Рудником, действительна и в настоящее время.

Заключение

Повышение эффективности обработки точных отверстий за счёт разработанного способа обработки цилиндрических отверстий и конструкций развёрток-протяжек. В результате проведенных исследований разработаны предложения по обеспечению и созданию благоприятных условий резания при обработке отверстий развёрткой-протяжкой, в которой работа резания распределена на большей длине режущих кромок за счёт конусности режущей части, уменьшения толщины среза, удельной деформации и температуры в зоне резания.

В результате теоретического анализа условий резания при обработке отверстий впервые обоснована конструкция инструмента, соединяющего конструктивные признаки развёртки и протяжки, что позволяет применить новый способ обработки и условия резания, а, именно, распределить работу резания на длинной режущей кромке, уменьшить температуру в зоне резания, производить заточку зубьев по задней поверхности и тем самым повысить качество обработки отверстий.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты имеют практическое значение для чистовой обработки цилиндрических отверстий. Разработана методика по проектированию и расчёту конструктивных и геометрических параметров развёртки-протяжки.

Развёртка-протяжка рекомендуется для обработки цилиндрических отверстий диаметром до 40 мм и длиной до двух диаметров, 6–7 качества точности с шероховатостью поверхности $Ra=0,08...0,16$ мкм и припуском, равным припуску для обработки развёртками.

Разработаны математические модели процессов обработки отверстий протяжкой с винтовыми зубьями и развёрткой-протяжкой. Установлено, что в переходном процессе при обработке протяжкой с винтовыми зубьями скорость резания растёт по экспоненте, длительность этого процесса можно уменьшить за счёт уменьшения массы системы, одновременно увеличивая её жёсткость.

Разработанные теоретические положения и экспериментальные исследования могут быть использованы для совершенствования существующих и разработки новых металлорежущих инструментов и технологических процессов обработки.

Литература

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М. : Наука, 1976. – 279 с.
2. Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М. Конструирование инструмента. – М. : Машиностроение, 1979. – 384 с.
3. Армарего И. Дж. А., Браун Р.Х. Обработка металлов резанием. Пер. с англ. В.А. Пастунова. М. : Машиностроение, 1977. – 325 с.
4. Ашихмин В.Н. Протягивание. – М. : Машиностроение, 1981. – 144 с., ил.
5. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения. – М. : Машиностроение, 2005. – 736 с.
6. Барсов А.И. Технология инструментального производства. – М. : Машиностроение, 1975. – 272 с.
7. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов: Справочник. М. : Машиностроение, 1984. – 224 с.
8. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М. : Машиностроение, 1975. – 344 с., ил.
9. Вульф А.М. Резание металлов. Изд. 2-е. Л. : Машиностроение, 1973. – 496 с.
10. Галахов П.А. Рациональная обработка точных отверстий машинными развёртками. Л. : ЛДНТП, 1977. – 28 с.
11. Гиссин В.И. Исследование технологического процесса развёртывания отверстий плавающими инструментами: Дис. на соискание степени канд. техн. наук. Ростов-на Дону. : РИСМ, 1977. – 189 с.
12. Горбунов Б.И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки. М. : Машиностроение, 1981. – 287 с., ил.
13. Грановский Г.И. Обработка результатов экспериментальных исследований резания металлов. – М. : Машиностроение, 1982. – 112с., ил.
14. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М. : Высшая школа, 1985. – 304 с.
15. Дальский А.М., Суслов А.Г., Назаров Ю.Ф. Технология изготовления деталей машин. – М. : Машиностроение – Т. 1, 2000. – 840 с.

16. Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т., Касенов и др. A new pass-through lathe cutter// Russian Engineering Research Volume 34, Issue 11, 5 December 2014, Pages 705-707.

17. Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т., Касенов и др. Конструкция протяжки профильной схемы резания с винтовыми равноширокими зубьями// Научный периодический журнал «Вестник ВКГТУ», №1 – Усть-Каменогорск, 2014 – С. 25-30

18. Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т., Касенов и др. Ресурсо-энергосберегающие режущие инструменты // Научный журнал «Вестник Казахстанско-Британского технического университета», №4 (31), 2014. – С. 68 – 74.

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

20. Дудак Н.С., Касенов А.Ж. Die bearbeitung der oeffnungen vom kombinierten instrument // Международная научно-практическая конференция «Казахстан и мировые языки» – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2008. – С. 186 – 195.

21. Еланова Т.О., Хританкова О.И. Прогрессивный металлорежущий инструмент. зенкеры, развёртки, расточные резцы. М. : ВНИИТЭМР, Ч. IV., 1992. – 40 с.

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

23. Инновационный патент Республики Казахстан № 20811 на изобретение. Способ обработки цилиндрических отверстий развёрткой-протяжкой /Касенов А.Ж., Дудак Н.С.; опубл. 16.02.2009, Бюл. № 2. – 14 с.: ил.

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

25. Карсунцев А.И. Повышение точности отверстий за счёт рационального врезания инструментов одностороннего резания: Автореф. дис. Челябинск: ЧГТУ, 1997. – 21 с.

26. Касенов А.Ж. Обработка отверстий развёрткой-протяжкой //Республиканский журнал Карагандинского государственного технического университета. Труды университета, № 1 (38) – Караганды: Карагандинский государственный технический университет, 2010. – С. 25 – 28.

27. Касенов А.Ж. Теоретическое исследование обработки отверстий развёрткой-протяжкой // II Международная научно-практическая конференция «Актуальные достижения европейской науки – 2010». – Болгария: София, 2010. – С. 53 – 57.

28. Касенов А.Ж., Дудак Н.С. Способы обработки отверстий новыми стержневыми инструментами // Научный журнал Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова. Вестник ПГУ № 4 – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2007. – С. 36 – 42.

29. Касенов А.Ж., Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т. К вопросу динамики обработки отверстий // 2-я Международная научно-практическая конференция «Научная индустрия европейского континента» // Publishing House “Education and Science” s.r.o. – Чехия, 2008. – С. 67 – 71.

30. Касенов А.Ж., Мендебаев Т.М. и др. Новые режущие инструменты для обработки отверстий на токарных станках // Труды международной научной конференции «Состояние и перспективы развития механики и машиностроения в Казахстане». Алматы: Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Том 2. 2007. – С. 298 – 299.

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

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

33. Кацев П.Г. Протяжные работы. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1985. – 191с., ил.

34. Кирсанов В.С. Повышение производительности и точности обработки отверстий мерными инструментами: Дис. на соискание д-ра техн. наук. Томск: ИПФ ТПУ, 2000. – 272 с.

35. Кирсанов С.В., Гречишников В.А., Схиртладзе А.Г., Кокарев В.И. Повышение эффективности обработки точных отверстий в машиностроении. М. : Глобус, 2001. – 181 с.

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

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

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

39. Куприянов В.А. Мелкоразмерный инструмент для резания труднообрабатываемых материалов // М. : Машиностроение, 1989. – 136 с.
40. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. – М. : Машиностроение, 1982. – 320с.
41. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. М. : Машиностроение, 1976. – 278 с.
42. Маслов А.Р. Конструкции прогрессивного инструмента и его эксплуатация. – М. : Издательство «ИТО», 2006. – 166 с.
43. Мухамадиева Р.М. Повышение качества обработки отверстий комбинированными режуще-деформирующими развёртками // Автореферат дис на соискание степени канд. техн. наук // Издательство ОмГТУ : Омск, 2004. – 19 с.
44. Новые режущие инструменты // American Machinist. США, № 7, 2009. – С. 37 – 39.
45. Обработка глубоких отверстий // Н.Ф. Уткин, Ю. И. Кижняев, С.К. Плужников и др.; Под общ. ред. Н.Ф. Уткина. Л. : Машиностроение, 1988 – 269 с.
46. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов. – М. : Машиностроение, 1982. – 256 с.
47. Повышение производительности обработки резанием // Produktion. Германия, № 8, 2008. – С. 20 – 24.
48. Подураев В.Н., Татаринев А.С. Прогрессивный инструмент для обработки отверстий. М. : Машиностроение, 1986. – 56 с.
49. Предварительный патент Республики Казахстан № 20210 на изобретение. Развёртка-протяжка с пластинками твердого сплава для обработки цилиндрических отверстий /Касенов А.Ж., Дудак Н.С. и др.; опубл. 17.11.2008, Бюл. № 11. – 10 с: ил.
50. Прогрессивные технологии в машиностроении: Тематический сборник научных трудов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 225 с.
51. Проников А.С. Надёжность машин. М. : Машиностроение, 1978.
52. Пронкин Н.Ф. Протягивание труднообрабатываемых материалов. М. : Машиностроение, 1978. – 119с.
53. Протяжки для обработки отверстий / Д.К. Маргулис, М.М. Тверской, В.Н. Ашихмин и др. – М. : Машиностроение, 1986. – 232 с., ил.
54. Рогов В.А. Методика и практика технических экспериментов // под ред. В.А. Рогов, Г.Г. Позняк. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 288 с.

55. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты // 3-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 455 с.
56. Розенберг А.М., Розенберг О.А., Посвятенко и др. Расчёт и проектирование твердосплавных деформирующих протяжек и процесса протягивания. К. : «Наук. думка», 1978. – 256 с.
57. Сахаров Г.Н., Арбузов О.Б., Боровой Ю.Л., Гречишников В.А., Киселёв А.С. Металлорежущие инструменты. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
58. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов. – М. : Машиностроение, 1979. – 152с.
59. Скиженок В.Ф. и др. Высокопроизводительное протягивание/ В.Ф. Скиженок, В.Д. Лемешонок, В.П. Цегельник. – М. : Машиностроение, 1990. – 240с.
60. Солонин Н. С. Математическая статистика в технологии машиностроения. – М. : Машиностроение, 1972 . – 215 с.
61. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. – М. : Машиностроение, 1981. – 184 с.
62. Схиртладзе А.Г., Чупина Л.А., Пульбере А.И., Гречишников В.А. Формообразующие инструменты в машиностроении // М. : Новое знание, 2006. – 557 с.
63. Фалько С.М. Разработка и исследование технологии развёртывания точных отверстий в условиях мелкосерийного автоматизированного производства // Дис. на соискание степени канд. техн. наук. Бишкек, КТУ, 1992. 162 с.
64. Фещенко П.С. Обработка металлов резанием. – М. : Машиностроение, 1982. – 492 с.
65. Филиппов Г.В. Режущий инструмент. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1981. – 392с., ил.
66. Хагет Г.Л. Прочность режущего инструмента. – М. : Машиностроение, 1975. – 168 с., ил
67. Холмогорцев Ю.П. Оптимизация процессов обработки отверстий. М. : Машиностроение, 1984. – 184 с.
68. Юликов М.И. и др. Проектирование и производство режущего инструмента // М.И. Юликов, Б.И. Горбунов, Н.В. Колесов. – М. : Машиностроение, 1987. – 296с.
69. Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Жигалко Н.И. Основы резания материалов и режущий инструмент. – Минск. : Вышэйшая школа, 1975.

Содержание

	Введение	4
1	Анализ обработки отверстий развёртками и протяжками	6
1.1	Современное состояние и основные проблемы	6
1.2	Конструкции и типы режущих инструментов для чистовой обработки отверстий	29
2	Теоретическое исследование условий резания отверстий развёрткой-протяжкой	42
2.1	Исследование процесса резания развёрткой-протяжкой	42
2.2	Обеспечение шероховатости поверхности отверстия	46
2.3	Способ обработки цилиндрических отверстий развёрткой-протяжкой	49
2.4	Разработка конструкции нового инструмента развёртки-протяжки	56
2.5	Методика проектирования и расчёта развёртки-протяжки	61
2.6	Приспособления для установки и закрепления развёртки-протяжки и детали	71
2.7	Теоретическое исследование и сравнительный анализ кинематики и динамики процесса резания	75
3	Методика проведения экспериментов	87
3.1	Планирование и проведение экспериментальных исследований	87
3.2	Подготовка образцов для исследований	94
3.3	Оценка геометрической точности токарно-винторезного станка	95
3.4	Оборудование для измерения качества поверхности отверстий	104
4	Обработка результатов экспериментов	113
4.1	Влияния режимов резания на точность диаметра отверстий	113
4.2	Влияния режимов резания на отклонение формы отверстия	116
4.3	Влияния режимов резания на шероховатость поверхности отверстий	117
4.4	Влияния режимов резания на глубину дефектного слоя поверхности отверстий	121
4.5	Влияния режимов резания на твёрдость поверхности отверстий	125
4.6	Микроструктура поверхности обработанных отверстий	128
4.7	Производственные испытания	130
4.8	Использование результатов работы в учебном процессе	132
	Заключение	133
	Литература	134

А. Ж. Каснов

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОБРАБОТКИ ТОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ**

Монография

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

Подписано в печать 15.11.2015 г.

Гарнитура Times.

Формат 60x90/16. Бумага офсетная.

Усл.печ. л 7.94 Тираж 500 экз.

Заказ № 2656

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