

Ж. К. Мусина



**ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ
ОСОБЕННОСТЕЙ ОСЕВОГО
ИНСТРУМЕНТА НА ТОЧНОСТЬ
ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ**



Павлодар



УДК 621.9.02
ББК 34.5
М91

**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;

С.И. Деревягин – кандидат технических наук, ассоциированный
профессор (доцент)

Мусина Ж. К.

М91 Влияние конструктивных особенностей осевого инструмента на
точность обработки отверстий : монография / Ж. К. Мусина, – Павлодар
: Кереку, 2016. – 155 с.

ISBN 978-601-238-627-1

В монографии рассматриваются вопросы обработки отверстий новыми
конструкциями свёрл. Приведены методы обработки, представлены силовые
отношения в зоне резания, рассмотрены проблемы уменьшения образования
тепла, повышения стойкости свёрл, проанализированы вопросы влияния
конструктивных элементов сверла на точность обработки отверстий.

Монография предназначена для конструкторов и технологов
промышленных предприятий машиностроительного профиля,
проектирующих и изготавливающих инструменты для обработки отверстий,
новаторов и изобретателей, а также докторантов, магистрантов технических
специальностей.

УДК 621.9.02
ББК 34.5

ISBN 978-601-238-627-1

© Мусина Ж. К., 2016

© ПГУ им. С. Торайгырова, 2016

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

Введение

В условиях независимости и реформирования казахстанской экономики одной из ключевых задач является улучшение инновационной деятельности и практического использования научно-технических достижений, обеспечивающих конкурентоспособность продукции на мировом рынке. Сегодня в Казахстане разворачивается стратегия инновационного прорыва. Конкретные шаги по реализации и активизации инновационной программы сделаны с принятием Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан до 2019 г., законов и нормативно-правовых актов данного направления. Одно из приоритетных направлений стратегии - это решение проблемы модернизации базовых отраслей. Индустриально-инновационное развитие Казахстана основано на развитии инструментального производства, т. к. оно тесно связано с машиностроением и металлообрабатывающей промышленностью. Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности, производящей различные машины, станки, приборы и металлические предметы культурно-бытового назначения. Уровень развития машиностроения в решающей степени определяет состояние всех других отраслей промышленности, определяет производительность труда в производстве совокупного продукта и, в конечном итоге, уровень жизни людей.

Качество продукции машиностроения во многом зависит от технологических процессов изготовления отдельных деталей и процессов обработки поверхностей, определяющих качественный показатель деталей и изделий в целом. Техничко-экономические результаты работы машиностроительных предприятий в значительной мере зависят от эффективности работы всех элементов технологической системы, одним из которых является режущий инструмент.

Успешное развитие каждого производства в значительной степени зависит от того, насколько оно обеспечено надлежащим качеством инструментов, оснасткой и т. п. Практика показывает, какое огромное прогрессивное значение имеет инструмент для современного машиностроения. Совершенствование существующих традиционных режущих инструментов является приоритетным и перспективным направлением развития инструментального производства. Усовершенствование инструмента и улучшение условий резания и метода снятия стружки связаны с изменением способа обработки.

Одной из проблем машиностроения является обработка отверстий, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения. Вопросы повышения производительности, точности и надёжности процесса обработки отверстий всегда были и остаются актуальными для машиностроения. Наиболее распространённым методом получения отверстий в сплошном материале является сверление. Основным недостатком конструкции спирального сверла является неблагоприятная геометрия его поперечной кромки, создающая тяжёлые условия резания, сопровождающаяся повышенными осевой силой, износом и температурой в зоне резания. На поперечной кромке, на которую приходится до 80% осевой силы, фактически вместо резания имеет место выдавливание, смятие и скобление из-за больших отрицательных передних углов (до минус 57°). Геометрия поперечной кромки традиционного спирального сверла противоречит фундаментальному положению науки «Теория резания» о геометрии режущего клина, основным условиям срезания и формирования стружки.

Среди многообразия различных типов инструментов, используемых для обработки отверстий, наиболее распространённым является спиральное сверло. Но, вместе с тем, до сих пор отдельные конструктивные элементы сверла и оптимальные соотношения между ними для различных условий эксплуатации не установлены, и сверло остаётся одним из несовершенных металлорежущих инструментов.

Необходимость улучшения работоспособности спиральных свёрл привела к изысканию способов улучшения конструкции режущей части. Несмотря на значительное множество работ, геометрия режущей части сверла в достаточной степени не изучена и скрывает в себе значительные резервы стойкости и производительности.

Устранение недостатков и проблем, возникающих при сверлении отверстий, дало толчок к изобретению двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки. Поперечная кромка на указанном сверле срезается, образованием обратного угла при вершине и прорезанием канавки, одна стенка которой совпадает с осью сверла. Это позволило исключить силу, возникающую на поперечной кромке стандартного сверла, и улучшить силовые отношения в зоне резания, уменьшить образование тепла, повысить стойкость сверла и качество обработки отверстий – точность формы и размера, шероховатость полученной поверхности.

1 Современное состояние и проблемы обработки отверстий свёрлами

1.1 Анализ влияния геометрических параметров свёрл при обработке отверстий

Одним из значимых факторов технического прогресса в машиностроении 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 – металлорежущий инструмент в целом. Знание закономерностей этих явлений позволяет выбирать оптимальные условия, обеспечивающие производительную и качественную обработку деталей.

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

Первые экспериментальные исследования процесса резания металлов проведены во Франции по сверлению отверстий в орудийных стволах. Подача сверла осуществлялась с помощью груза. В опытах определялась работа, затрачиваемая на сверление.

Профессором И. А. Тиме были проведены в 1868–1869 гг. теоретические и экспериментальные исследования процесса резания и заложены 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 инструмент в процессе резания, сконструировал и впервые применил

в своих экспериментальных исследованиях самопишущий гидравлический динамометр. Схема сил, предложенная К. А. Зворыкиным, с дополнениями, сделанными профессором С. С. Рудником, действительна и в настоящее время.

Новое направление в исследовании процесса резания металлов было создано мастером-механиком Я. Г. Усачевым. Если И. А. Тиме и К. А. Зворыкина можно назвать основоположниками механики процесса резания, то Я. Г. Усачева – основоположником физики резания металлов. Он впервые применил микроскоп при изучении процесса резания металлов. Это позволило ему доказать, что, кроме «плоскости скалывания» (установленной Тиме) имеют место «плоскости скольжения», представляющие собой кристаллографические сдвиги. Я. Г. Усачев первый разработал методы измерения температур на поверхностях резца и экспериментально определил зависимость температур от скорости резания, глубины резания и подачи. В своих исследованиях Я. Г. Усачев применил калориметр и созданные им термомпары (используемые по настоящее время). Он также создал теорию наростообразования, установил явление упрочнения (наклёп) обработанной поверхности.

Резкое расширение парка металлорежущих станков и увеличение объёма металлообработки потребовало создания научно-обоснованных руководящих материалов по рациональному использованию имеющихся мощностей, выбору оптимальных режимов резания и условий обработки. Развитие массового производства требовало освоения высокопроизводительных методов обработки металлов с применением специализированных инструментов.

Решение задач в целом потребовало расширения научно-исследовательских работ в металлообработке. В 1936 году была создана Комиссия по резанию металлов под председательством профессора МВТУ имени Н. Э. Баумана – Е. П. Надеинской. Членами комиссии стали А. И. Каширин, В. А. Кривоухов, И. М. Беспрозванный и С. Д. Тишин. На основании работ, выполненных под руководством комиссии, впервые в мировой практике металлообработки разработаны справочные материалы по режимам резания всех применявшихся в то время конструкционных материалов и всех видов обработки всеми видами инструмента. Материалы работы комиссии были положены в основу нормативно-справочной литературы по режимам резания.

Заключение

Совершенствование технологии производства является одним из значимых факторов технического прогресса в машиностроении. Особенностью 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 – металлорежущий инструмент в целом. Знание закономерностей этих явлений позволяет выбирать оптимальные условия, обеспечивающие производительную и качественную обработку деталей.

При изготовлении большинства деталей требуется обрабатывать отверстия. В зависимости от служебного назначения требования к точности и качеству обработки поверхности могут существенно отличаться.

Анализ литературных источников, теоретических и экспериментальных исследований в области металлообработки при обработке отверстий сверлением выявил ряд проблем и трудностей:

а) тяжёлые условия резания, наличие поперечной кромки, отрицательный передний угол, увод сверла, низкий период стойкости и т. д.;

б) наиболее распространёнными типами свёрл являются спиральные сверла для сверления отверстий в сплошном материале. Все рассмотренные типы сверл имеют несовершенную режущую часть, а именно поперечную режущую кромку;

в) поперечная кромка создаёт неблагоприятные условия резания, сопровождающаяся увеличенной осевой силой и температурой в зоне резания, повышением износа: фактически вместо резания имеет место выдавливание, смятие и скобление из-за больших отрицательных передних углов на поперечной кромке.

Наличие отрицательного переднего угла (до минус 57°) на поперечной кромке в геометрии традиционного спирального сверла противоречит фундаментальному положению теории резания о режущем клине.

До 80 % возникающей осевой силы при сверлении приходится на поперечную кромку. Благодаря неблагоприятным условиям резания поперечная кромка и прилегающие участки режущей части сверла по этой причине подвержены усиленным механическим и тепловым напряжениям, что приводит к повышенному износу режущей части и снижению периода стойкости сверла.

На основании теоретических исследований обработки отверстий традиционным и новым способом сделаны следующие выводы:

а) при использовании нового режущего инструмента меняются условия резания: срезаемый слой металла с толщиной среза a , в отличие от обработки традиционным сверлом, разделён на две части прорезанной канавкой. Вместо поперечной кромки у традиционного сверла, у нового сверла выполнены режущие кромки, геометрические параметры которых соответствуют фундаментальным положениям теории резания о режущем клине;

б) при обработке отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки, при которой устранён источник дестабилизирующего влияния – зона повышенного нагрева – условия резания и формообразования обрабатываемой поверхности улучшаются, и значительно уменьшается шероховатость.

Отличительной особенностью конструкции двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки заключается в том, что наиболее неблагоприятный участок стандартного спирального сверла (по условиям резания) с поперечной кромкой заменён участком с углом, вершина которого направлена к хвостовику сверла, и внутренними, не равными по длине (за счёт прорезания канавки), режущими кромками и создаются благоприятные условия резания с положительным передним и задними углами и условиями равной термической и механической напряженности.

Предложена методика проектирования и расчёта основных геометрических и конструктивных параметров двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки, на основании которой разработаны рабочие чертежи двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки.

Разработан маршрут формирования режущей части двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки, который выполняется в шесть этапов. Данный маршрут необходим для правильной заточки двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки и обеспечения качества изготовления инструмента. Спроектировано приспособление для заточки двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки для

обеспечения требуемых геометрических и конструктивных параметров режущей части предлагаемого сверла.

Анализ результаты измерения качества и точность сверления отверстий показал, что точность диаметральных размеров отверстий после обработки двухвершинным спиральным сверлом увеличилась на 1, 2 квалитета по сравнению со спиральными сверлами; шероховатость уменьшилась в 2 раза и шероховатость поверхности отверстий R_z 10 ... 40 мкм, точность обработки отверстий в пределах 11 квалитета точности.

Таким образом, сверление отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки обеспечивает повышение качества поверхности отверстий: снижает шероховатость, уменьшает разбивку и отклонения формы отверстий. Это объясняется облегчёнными условиями резания путём устранения поперечной кромки, что способствует увеличению стойкости новой конструкции сверла.

Кроме того результаты экспериментальных исследований внедрены на ТОО «Спектр и К» при технологической подготовке производства для выпуска новой продукции. Экономическая эффективность от применения предложенного инструмента может быть получена за счёт сокращения затрат на металлорежущий инструмент, так как применение двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки должно позволить исключить последующую технологическую операцию – зенкерование.

При проведении лекционных, лабораторных и практических занятий используются результаты теоретических и экспериментальных исследований, и имеется акт внедрения в учебный процесс для специальностей 5В071200 «Машиностроение», 5В073200 «Стандартизация, метрология и сертификация», 6М071200 «Машиностроение» по дисциплинам «Проектирование и производство металлорежущих инструментов», «Теория резания», «Современные виды металлорежущего инструмента», «Технология производства машин».

Обозначения и сокращения

В монографии применены следующие обозначения и сокращения:

α – задний угол;

γ – передний угол;

2φ – угол в плане;

λ – угол наклона режущей кромки;

ω – угол наклона винтовой канавки;

a – толщина среза;

b – ширина среза;

d – диаметр;

d_c – диаметр сердцевины;

D_s – вспомогательное движение подачи;

D_r – главное движение скорости резания;

ES – верхнее отклонение поля допуска отверстия;

EI – нижнее отклонение поля допуска отверстия.

L – длина обработки;

P_y и P_z – составляющие силы резания;

P_{T_2} – тангенциальная сила резания, действующая на режущие кромки;

$P_{y\delta}$ – удельная сила распираения деформации отверстия;

$P_{p\Sigma}$ – суммарная радиальная удельных сил;

$P_{o\Sigma}$ – суммарная осевая удельных сил;

P_{py} – результирующая удельных сил;

$P_{ок}$ – осевая сила, действующая на режущие кромки;

P_p – радиальная сила, действующая на режущие кромки;

P_{on} – осевая сила, действующая на поперечную кромку;

S_o – осевая подача;

t – глубина резания;

V – скорость резания;

z – число зубьев;

ДП – двойная заточка с подточкой поперечной кромки;

ДПЛ – двойная заточка с подточкой поперечной кромки и ленточки;

ДП2 – двойная заточка с подточкой и срезанной поперечной кромкой;

Н – нормальная заточка без подточки;

НП – нормальная заточка с подточкой поперечной кромки;

НПЛ – нормальная заточка с подточкой поперечной кромки и ленточки;

КПД – коэффициент полезного действия;
ППД – поверхностная пластическая деформация;
ПФЭ – полный факторный эксперимент;
СОЖ – смазывающая охлаждающая жидкость;
СОТС – смазывающая охлаждающая технологическая среда;
СПИД – станок–приспособление–инструмент–деталь.

Литература

1. Bates Ch. Processing on modern machines // USA : American Machinist, Vol. 1. – 2009. – № 12. – P. 10-13.
2. Byrne G. Современное состояние технологий резания различных материалов и области их практического применения // Annals CIRP, Vol. 52. – 2003. – Nr. 2. – P. 483-507.
3. Fang N. Аналитическая модель обработки инструментами с прогнозированием усилий резания для различных напряжений пластического течения с учетом скоростей деформации и температур // Annals CIRP, Vol. 51. – 2002. – Nr. 1. – P. 83-86.
4. Klocke F. Современная геометрия режущей кромки инструмента // Annals of CIRP, Vol. 54. – 2005. – № 1. – P. 47-50.
5. Ko S. Разработка новых геометрических параметров режущей части различных типов сверл, позволяющих минимизировать образование заусенцев при сверлении различных видов материалов // Annals CIRP, Vol. 52. – 2003. – Nr 1. – P. 45- 48.
6. Krazer M. Современные тенденции развития режущих инструментов, JSME International Journal (Mechanical System, Machine Elements and Manufacturing), // Technica, 2003. – Nr. 15/16. – P. 10-15.
7. Lonardo P. Тенденции, возникающие при измерениях параметров поверхностей // Annals CIRP, Vol. 52. – 2003. – Nr 1. – P. 701-719.
8. Musina Zh. K., Dudak N.S. and others. Physical phenomena in the tool zone during the hole-making operations of the tool slide built-up reamer // Научный журнал Казахского национального технического университета. – Алматы : Вестник КазНТУ, 2014. – № 1(101). – С. 127-135
9. Mussina Zh., Dudak N. and others. A new pass-through lathe cutter Russian Engineering Research // Issue 11, Vol. 34. – 5 December 2014. – P. 705-707.
10. Mussina Zh., Dudak N. and others. Strumenti per i fori // Italian Science Review, Vol. 7. – 2013. – P. 11-14.
11. Portman V. Статистический подход к оценкам геометрической точности станков // Annals CIRP, Vol. 51. – 2002. – Nr. 1. – P. 463-466.
12. Schneider G. Процесс стружкообразования // USA : American Machinist, 2009. – № 11. – P. 48.
13. Schuetz G. Измерение шероховатости поверхности // Modern Machine Shop, Vol. 82. – Nr. 3. – P. 56-58.

14. Webzell S. Анализ факторов, влияющих на стойкость инструмента // *Metalworking Production*, Vol. 150. – 2006. – Nr. 8. – P. 65-66.
15. Webzell S. Применение СОЖ в процессах обработки резанием // *Metalworking Production*, Vol. 150. – 2006. – Nr. 5. – P. 101-102.
16. Weiter E. Повышение производительности обработки // *Maschinenmarkt*, – Vol. 1. – 2006. – N. 45. – P. 100-102.
17. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М. : Наука, 1976. – 279 с.
18. Алексеев Г. А., Аршинов В. А., Кричевская Р. М. Конструирование инструмента. – М. : Машиностроение, 1979. – 384 с.
19. Андреев А. А., Гаврилов А. Г., Падалко В. Г. Прогрессивные технологические процессы в инструментальном производстве. – М. : Машиностроение, 1981. – 214 с.
20. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя в трех томах. – М. : Машиностроение, 1980. – 728 с.
21. Армарего И. Дж. А., Браун Р. Х. Обработка металлов резанием. Пер. с англ. Пастунова В. А. – М. : Машиностроение, 1977. – 325 с.
22. Базров Б. М. Основы технологии машиностроения – М. : Машиностроение, 2005. – 736 с.
23. Беккер М. С., Куликов М. Ю., Егорычева Е. В. Физическая модель изнашивания инструмента из быстрорежущей стали. // *Вестник машиностроения*, 1997. – №8. – С. 41 – 44.
24. Болдин Н. А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении. – М. : Машиностроение, 1984. – 272 с.
25. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М. : Статистика, 1974. – 192 с.
26. Горбунов Б. И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки. – М. : Машиностроение, 1981. – 287 с.
27. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов. – М. : Высшая школа. 1985. – 304 с.
28. Григорьев С. Н., Кохомский М. В., Маслов А. Р. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ. – М. : Машиностроение, 2006. – 544 с.

29. Гузеев В. И., Дерябин И. П. Прогнозирование параметров точности при обработке отверстий. // Технология машиностроения, – 2006. – №4. – С. 9-14.
30. Дальский А. М., Суслов А. Г., Назаров Ю. Ф. Технология изготовления деталей машин. – М. : Машиностроение, 2000. – 840 с.
31. Драгун А. П. Режущий инструмент. – Л.: Лениздат, 1986. – 271 с.
32. Дыков А. Т., Ясинский Г. И. Прогрессивный режущий инструмент в машиностроении. – Л. : Машгиз, 1963. – 156 с.
33. Зависимость шероховатости поверхности алюминиевых и стальных заготовок от режимов их механической обработки и числа проходов //ИМНЕ, 2003. №. 293, С. 77-82. : ил. 13.
34. Ильин С.П. Способы и инструменты для получения отверстий. // Машиностроитель, 2006. – №7. – С. 32-33.
35. Инновационный патент Республики Казахстан № 20786 на изобретение. Спиральное сверло-зигзаг без поперечной кромки с наклоном главных режущих кромок и поднутрением / Дудак Н. С.; опубл. 25.07.2008, Бюл. № 2. – 9 с.: ил.
36. Иноземцев Г. Г. Проектирование металлорежущих инструментов. – М. : Машиностроение, 1984. – 272 с.
37. Кабалдин Ю. Г. Трение и износ инструмента при резании //Вестник машиностроения, – 1995. – №1. – С. 26-32.
38. Кабалдин Ю. Г. Механизмы деформирования срезаемого слоя и стружкообразования при резании. // Вестник машиностроения, – 1993. – №7. – С. 25-29.
39. Кабалдин Ю. Г. Трение и износ инструмента при резании. // Вестник машиностроения, 1995. – №1. – С. 26-32.
40. Кабалдин Ю. Г., Бурков А. А., Семибратова М. В., Александров А. А. Динамическая модель процесса резания. // Вестник машиностроения, 2001. – №9. – С. 33-38.
41. Кацев П. Г. Статистические методы исследования режущего инструмента. – М. : Машиностроение, 1974. – 239 с.
42. Кирсанов С. В., Гречишников В. А., Схиртладзе А. Г., Кокарев В. И. Инструменты для обработки точных отверстий. – М. : Машиностроение, 2005. – 336 с.
43. Кирсанов С. В., Гречишников В. А., Схиртладзе А. Г., Кокарев В. И. Повышение эффективности обработки точных отверстий в машиностроении. – М.: Глобус, 2001. – 181 с.
44. Кишуров В. М., Черников П. П. Проектирование режущего инструмента в машиностроении. – М. : Издательство МАИ, 2006. – 159 с.

45. Кокарев В. И. Применение статистических методов планирования эксперимента при идентификации процесса резания. – Алма-Ата: изд. «Кітап», 1985. – 52 с.
46. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя. Т 1. – М. : Машиностроение, 1986. – 496 с. : ил.
47. Маслов А. Р. Конструкции прогрессивного инструмента и его эксплуатация. – М. : Издательство «ИТО», 2006. – 166 с.
48. Мигранов М. Ш., Шустер Л. Ш. Пути повышения эффективности механической обработки резанием. // Технология машиностроения, – 2004. – №5. – С. 19-22.
49. Мусина Ж. К. Двухвершинные сверла без поперечной кромки // Научный журнал Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова. – Павлодар, Вестник ПГУ № 2. – 2010. – С. 97-110.
50. Мусина Ж. К. Модель действующих сил на двухвершинное спиральное сверло без поперечной кромки // II Международная научно-практическая конференция «Актуальные достижения европейской науки – 2010». – Болгария – София, 2010. – С. 61-65.
51. Мусина Ж. К. Обработка отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки // Республиканский журнал Карагандинского государственного технического университета. – Караганды : Труды университета № 1 (38) 2010. – С. 30-32.
52. Мусина Ж. К., Бялова А. К., Теміргалиева А. А. Инструменталды материалдарға қойылатын талаптардың кешені // Материалы Международной научной конференции молодых учёных, магистрантов, студентов и школьников «XV Сатпаевские чтения». Том 14. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова, 2015. – С. 38-41
53. Мусина Ж. К., Дощанова А. А. Құралдың істен шығу түрлерінің негізгі себептері // Материалы Международной научной конференции молодых учёных, магистрантов, студентов и школьников «XV Сатпаевские чтения». – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова, Том 14. – 2015. – С. 54-59
54. Мусина Ж. К., Дудак Н. С. Выбор и расчет специального спирального сверла //Международная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «VIII Сатпаевские чтения». – Павлодар, Т 20. – 2008. – С. 115-119.
55. Мусина Ж. К., Дудак Н. С. Двухвершинные спиральное и перовое свёрла. // Materiály IV mezinárodní vědecko – praktická conference «Vědecký průmysl evropského kontinentu – 2008». Dil 14.

Nechniké vědy. – Praha : Publishing House «Education and Science», s.r.o. – 2008. – stran 71-75.

56. Мусина Ж. К., Дудак Н.С. и др. Конструкция и кинематика уравновешенного двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки *Materialy VIII Mezinarodni vedecko-prakticka konference «Vedecky prumysl evropskeho kontinentu – 2012».* – Dil 26. *Technicke vedi: –Praha : Publishing House «Education and Science», 2012. – Str. 26-30.*

57. Мусина Ж. К., Дудак Н. С. и др. Методика планирования экспериментальных исследований при обработке отверстий новыми стержневыми инструментами // *Научный журнал Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова. Вестник ПГУ – Павлодар, 2007. – № 4. – С. 154-163.*

58. Мусина Ж. К., Дудак Н. С. и др. Новые режущие инструменты для работы на токарных, расточных, сверлильных и протяжных станках для повышения качества обработки деталей // *Труды международной научно-технической конференции «Современные проблемы механики, строительства и машиностроения».* – Павлодар, 2006. – Т 2. – С. 40-43.

59. Мусина Ж. К., Дудак Н. С. Ресурсо-энергосберегающие режущие инструменты *Научный журнал «Вестник Казахстанско-Британского технического университета», №4 (31). – 2014.*

60. Мусина Ж. К., Дудак Н. С., Кусаинов И. Б. Конструктивные элементы двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки // *Международная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «IX Сатпаевские чтения».* – Павлодар, 2009. – Т 14. – С. 124-132.

61. Мусина Ж.К., Дудак Н.С.и др Профили поперечного сечения бессердцевинного спирального сверла «зигзаг» без поперечной кромки // *Научный периодический журнал «Вестник Семипалатинского государственного университета имени Шакарима», №4 (64) – Семей, 2013. – С. 71-74*

62. Мусина Ж. К., Дудак Н. С. Сверление отверстий спиральным сверлом «Зигзаг» без поперечной кромки // *Научный периодический журнал «Вестник ВКГТУ», №1 – Усть-Каменогорск, 2014. – С. 30-33*

63. Мусина Ж. К., Дудак Н. С. Экспериментальные исследования обработки отверстий сборной резцовой развёрткой // *Science and Education [Text] : materials of the IV international research and practice conference, Munich : Vol. I. – October 30rd. – 2013– 31st, /*

publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany, 2013 – P. 138-140.

64. Мусина Ж. К., Кусаинов И. Б. Аналитический обзор обработки отверстий свёрлами // Международная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «VIII Сатпаевские чтения». – Павлодар, 2008. – Т 12. – С. 311-317.

65. Мусина Ж. К., Мендебаев Т. М. и др. Новые режущие инструменты для обработки отверстий в сплошном материале // Труды международной научной конференции «Состояние и перспективы развития механики и машиностроения в Казахстане». – Алматы, 2007. – Т 2. – С. 297-298.

66. Мусина Ж. К., Хан А. А. Влияние метода заточки на эксплуатационные качества сверла // Материалы Международной научной конференции молодых учёных, магистрантов, студентов и школьников «XV Сатпаевские чтения». Том 21. – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2015. – С. 233-239.

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

68. Овсянников А. Ш., Родионов А. С., Кальянов В. Н., Мельников В. А. Приспособление для заточки сверл. // Машиностроитель, – 1991. – №10. – С.32

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

70. Отчёт о научно-исследовательской работе. Разработка автоматизированной системы проектирования стержневого инструмента с получением чертежей, технологического процесса изготовления и управляющей программы для станков с ЧПУ. Автоматизированная система проектирования свёрл. АП24-2/70-86. Павлодар : 1988. – 327 с.

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

72. Петрушин С. И. Оптимизация формы режущего клина лезвийных инструментов // Вестник машиностроения, – 1995. – №3. – С. 25-28.

73. Подураев В. Н., Закураев В. В., Карягин В. С. Прогнозирование стойкости режущего инструмента. //Вестник машиностроения, – 1993. – №1. – С. 30-36.

74. Правиков Ю. М., Муслина Г. Р. Нормирование отклонений формы, расположение и шероховатости поверхностей деталей машин. – Ульяновск : Машиздат, 2002. – 256 с.

75. Предварительный патент Республики Казахстан № 19559 на изобретение. Двухвершинное спиральное сверло без поперечной кромки с направляющими ленточками // Мусина Ж. К., Дудак Н. С.; опубл. 16.06.2008, Бюл. № 6. – 6 с. : ил.
76. Предварительный патент Республики Казахстан № 19687 на изобретение. Двухвершинное перовое сверло без поперечной кромки // Мусина Ж. К., Дудак Н. С.; опубл. 15.07.2008, Бюл. № 7. – 8 с. : ил.
77. Пуш В. Э. Металлорежущие станки. – М. : Машиностроение, 1985. – 256 с.
78. Резников А. И. Теплофизика процессов механической обработки материалов. – М. : Машиностроение, 1981. – 279 с.
79. Рогов В. А. Методика и практика технических экспериментов – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 288 с.
80. Рогов В. А., Фомин Е. В., Фомин А. В. Исследование влияние режимов резания на стойкость режущего инструмента. //Технология машиностроения, – 2010. – № 5. – С.15-17.
81. Родин П. Р. Геометрия режущей части спирального сверла. – Киев : Техника, 1971. – 136 с.
82. Родин П. Р. Металлорежущие инструменты. – Киев : Вища шк., 1986. – 455 с.
83. Родионов А. С., Овсянников А. Ш., Мельников В. А., Родовский В. П. Радиусная заточка спиральных свёрл на станке с ЧПУ. // Машиностроитель, – 1991. – №12. – С. 21.
84. Сахаров Г. Н., Арбузов О. Б., Боровой Ю. Л., Гречишников В. А., Киселёв А.С. Металлорежущие инструменты. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
85. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник // Под редакцией Энтелиса С.Г., Берлинера Э.М. – М. : Машиностроение, 1987. – 352 с.
86. Справочник конструктора – инструментальщика // Под общей редакцией Баранчикова В. И. – М. : Машиностроение, 1994. – 560 с.
87. Суслов А. Т., Дальский А. М. Научные основы технологии машиностроения. М. : Машиностроение, 2002. – 684 с.
88. Схиртладце А. Г., Чупина Л. А., Пульбере А. И., Гречишников В. А. Формообразующие инструменты в машиностроении. – М. : Новое знание, 2006. – 557 с.
89. Табаков В. П. Руководство по проектирование металлорежущих инструментов станков и режущих инструментов. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 91 с.

90. Талантов Н. В. Физические основы процесса резания, изнашивания и проектирования инструмента. – М. : Машиностроение, 1992. – 240 с.
91. Тенденции развития режущих инструментов: мнение науки // *Werkzeuge*, 2004. N. 12, P. 60-61.
92. Торопов М. Н. Износ-проблема общая // *Технология машиностроения*, – 2004. – №6. – С. 45-53.
93. Феценко П. С. Обработка металлов резанием. – М. : Машиностроение, 1982.– 492 с.
94. Филиппов Г. В. Режущий инструмент. – Л. : Машиностроение, 1981. – 392 с.
95. Холмогорцев Ю. П. Оптимизация процессов обработки отверстий. М. : Машиностроение, 1984. – 184 с.
96. Шатин В. П. Справочник конструктора – инструментальщика. – М. : Машиностроение, 1975. – 523 с.
97. Юликов М. И и др. Проектирование и производство режущего инструмента. – М. : Машиностроение, 1987. – 296 с.

Содержание

	Введение	3
1	Современное состояние и проблемы обработки отверстий свёрлами	5
1.1	Анализ влияния геометрических параметров свёрл при обработке отверстий	5
1.2	Методы улучшения режущей части сверла	20
2	Исследование обработки отверстий сверлением	35
2.1	Исследование обработки отверстий традиционным спиральным сверлом с поперечной кромкой	35
2.2	Исследование обработки отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки	54
2.3	Конструктивные и геометрические параметры режущей части двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки	59
2.4	Математическая модель процесса сверления	67
3	Проектирование и методика расчёта двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки	75
3.1	Конструктивные параметры	75
3.2	Методика расчёта	84
3.3	Маршрут формирования режущей части	97
3.4	Приспособление для заточки	98
4	Организация экспериментальных исследований параметров качества отверстий	108
4.1	Методика планирования и проведения экспериментов	108
4.2	Проверка геометрической точности вертикально-сверлильного станка	117
4.3	Приборы и методика для измерения параметров качества поверхности отверстий	123
5	Влияние режимов резания на параметры качества отверстий	128
5.1	Влияние на период стойкости	128
5.2	Влияние на отклонение размеров отверстий	129
5.3	Влияние на погрешность формы отверстия	133
5.4	Влияние на шероховатость поверхности отверстий	136
5.5	Внедрение результатов исследований	138
	Заключение	141
	Обозначения и сокращения	144
	Литература	146

Ж. К. Мусина

**ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ
ОСОБЕННОСТЕЙ ОСЕВОГО ИНСТРУМЕНТА
НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ**

Монография

Техникалық редактор Е. А. Кабнасыров
Жауапты хатшы З. С. Исакова

Басуға 29.04.2016ж.

Әріп түрі Times.

Пішім 60x90/16. Офсеттік қағаз.

Шартты баспа табағы 8,92 Таралымы 500 дана

Тапсырыс № 2784

«КЕРЕКУ» Баспасы

С.Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64