

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI**

**MASHINASOZLIK
ILMIY-TEXNIKA JURNALI**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

**MINISTRY OF HIGHER EDUCATION, SCIENCE AND INNOVATIONS REPUBLIC
OF UZBEKISTAN
ANDIJAN MACHINE-BUILDING INSTITUTE
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL
MACHINE BUILDING**

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi (OAK) Rayosatining 2021-yil 30-dekabrda 310/10-son qarori bilan Andijon mashinasozlik institutining “Maashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali “TEXNIKA” va “IQTISODIYOT” fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yhatiga kiritilgan.

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to‘liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim mos tushmasligi mumkin. Ilmiy-texnika jurnalida yozilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolaning mualliflari mas‘uldirlar.

Mashinasozlik va mashinashunoslik. Mashinasozlikda materiallarga ishlov berish. Metallurgiya. Aviasiya texnikasi	
Анализ состояния теоретических и экспериментальных исследований точности обработки отверстий концевым инструментом <i>Желтухин А.В.</i>	5
Termoplast bog'lovchilar asosidagi organomineral geterokompozitlarni tabiiy tolali to'ldiruvchilar bilan sinchlashning materialning fizik-mexanik xossalriga ta'siri <i>Raxmatov E.A., Ziyamuxamedov J.U.</i>	12
Tuproqqa ishlov berishda kombinatsiyalashgan agregatlardan foydalanishning afzalliklari <i>Qosimov K.Z., Sobirov R.V.</i>	19
Geoaxborot monitoring tizimining kimyo sanoati obyektlarida xavfsizlikni taminlashdagi o'rni <i>Xoldarov A.R., Alimov Sh.A.</i>	24
Paxta xomashyosini bir tekis uzatish harakatini tahlil qilish va nazariy o'rganish <i>Kosimov X.X., Mamataliyeva Z.X.</i>	31
Tola ajratish mashinasida arrali silindr va tezlatkich tezligining tahlili <i>Umarov A.A.</i>	37
Tosh maydalagichlar jag'lari orasidagi qamrash burchagini asoslash <i>Zo'xriddinov D.K., Karimxodjayev N., Yo'ldashev Sh.X.</i>	44
Arrali jin batareyasi jinlarining ishchi kamerani ko'tarish-tushirish qurilmalari pnevmatik yuritmasidagi havo sarfi hisobi <i>Umarov A.A., Usmonov Sh.K.</i>	50
Payvandlab qoplangan kolosniklarni yeyilishga sinash <i>Xoshimov X.X., Ruziboyeva I.O.</i>	58
Ikkilamchi metallardan olingan 110r13л po'lati quymalarining makro va mikro tuzilishi <i>Muxiddinov N.Z.</i>	63
Energetika va elektrotexnika. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirish texnologiyasi. Elektronika	
O'zbekistonning tarqatish elektr tarmoqlari uchun 20 kV kuchlanishni qo'llash <i>Taslimov A.D., Raximov F.M.</i>	75
Sanoat korxonalarida elektr motorlar uchun qo'llaniladigan kodlovchi (encoder) detektorining ishlash ko'lamini takomillashtirish <i>Olimov J.S., Raximov F.M.</i>	83
Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini mexanizatsiyalash texnologiyasi	
To'qimachilik korxonalarida nuqsonli mahsulotlarni nazorat qilish orqali mahsulot sifatini boshqarish <i>Vasiyev X.U.</i>	90
Energiya iste'moli, unumdorligi va yonilg'i sarfini baholash uchun yangi yaratilgan yoki mavjud qishloq xo'jalik mashinalarga maqbul traktorlarni tanlashni nazariy asoslash <i>Igamberdiev A.K., Usmanova G.F.</i>	97
Urug'lik chigitlarni saralash qurilmasini takomillashtirish <i>Abdullaev A.A., Obidov A.A.</i>	108
Tirik pillalardan yuqori sifatli xom ipak ishlab chiqarish texnologiyasi va olingan xom ipak sifatining tahlili <i>Qobulova N.J.</i>	115
Urug'ni uyalab ekishda pnevmatik ekish apparatlarining qiyosiy sinovlari <i>Alimova F.A., Saidova M.T.</i>	122

Желтухин Андрей Владимирович – старший преподаватель
кафедры «Технология машиностроения»
Ташкентский государственный технический
университет имени Ислама Каримова
andrey_uz@list.ru
+998977361723

ТЕШИКЛАРГА ПАРМАЛАБ ИШЛОВ БЕРИШ АНИҚЛИГИНИНГ НАЗАРИЙ ВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТИ ҲОЛАТИНИНГ ТАҲЛИЛИ

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ КОНЦЕВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

AN INVESTIGATION INTO THE THEORETICAL AND EXPERIMENTAL ASPECTS OF PRECISION IN HOLE MACHINING USING END MILLING TOOLS

Аннотация:

Ушбу мақолада илмий тадқиқотлар доирасида олинган маълумотлар ва парма асбоби билан тешикларни қайта ишлаш бўйича назарий ва экспериментал тадқиқотлар масаласининг ҳолати таҳлил қилинади.

Маълумки, ҳар қандай маҳсулотнинг аниқлиги унинг таркибий элементларининг аниқлиги билан белгиланади, яъни. деталлар. Ушбу мақола тешикларнинг аниқлигига таъсир қилувчи омилларни таҳлил қилади, шунингдек, парма асбоби билан ишлов беришнинг аниқлигини яхшилаш йўллари белгилайди.

Аннотация:

В данной статье проводится анализ информации полученной в рамках научного исследования и состояния вопроса теоретических и экспериментальных исследований обработки отверстий концевым инструментом.

Известно, что точность любого изделия определяется точностью составляющих его элементов, т.е. деталей. В этой статье сделан анализ факторов влияющих на точность получения отверстий, а так же определены способы повышения точности обработки концевым инструментом.

Annotation:

In this paper, information obtained within the framework of a scientific research and the state of the issue of theoretical and experimental research into the machining of holes with a drilling tool.

It is known that the accuracy of any product is determined by the accuracy of its constituent elements, i.e. parts. This paper analyzes the factors affecting the accuracy of holes, and also identifies the ways to improve the accuracy of machining with an drilling tool.

Калит сўзлар: *aniqlik, eksenel asbob, pichoq asbobi, ishlov berish, matkap, kesish yuzasi.*

Ключевые слова: *точность, осевой инструмент, лезвийный инструмент, механическая обработка, сверло, поверхность резания.*

Keywords: *precision, axial tool, blade tool, machining, drill, cutting surface.*

Обеспечение точности механической обработки является актуальной задачей технологии машиностроения, решение которой гарантирует точность работы механизмов и машин, их износостойкость, надёжность и долговечность. Повышение точности механической обработки упрощает пригоночные работы при сборке,

позволяет осуществить принцип взаимозаменяемости деталей и узлов, вести поточную сборку, что не только сокращает её трудоёмкость, но также облегчает и удешевляет проведение ремонта машин в условиях их эксплуатации.

В настоящее время обеспечение точности обработки ведётся в трёх направлениях:

1. за счёт улучшения качества технологической системы;
2. на основе устранения факторов, порождающих погрешности обработки;
3. путём управления процессом сборки.

Улучшение качества технологической системы и снижение погрешности обработки достигаются, в основном, за счёт повышения жёсткости, виброустойчивости, износостойкости оборудования, а также требований к качеству изготовления режущих инструментов. Это связано с большими затратами, а потому не всегда эффективно.

Повышение точности изготовления деталей увеличивает надёжность (долговечность и безотказность) эксплуатации механизмов.

Из зависимости «стоимости от точности» обработки на металлорежущих станках рисунок 1., видно, что при повышении точности на 1 квалитет стоимость обработки в диапазоне погрешностей от 0 до 50 мкм обрабатываемых размеров возрастает примерно в 2 и более раз[1].

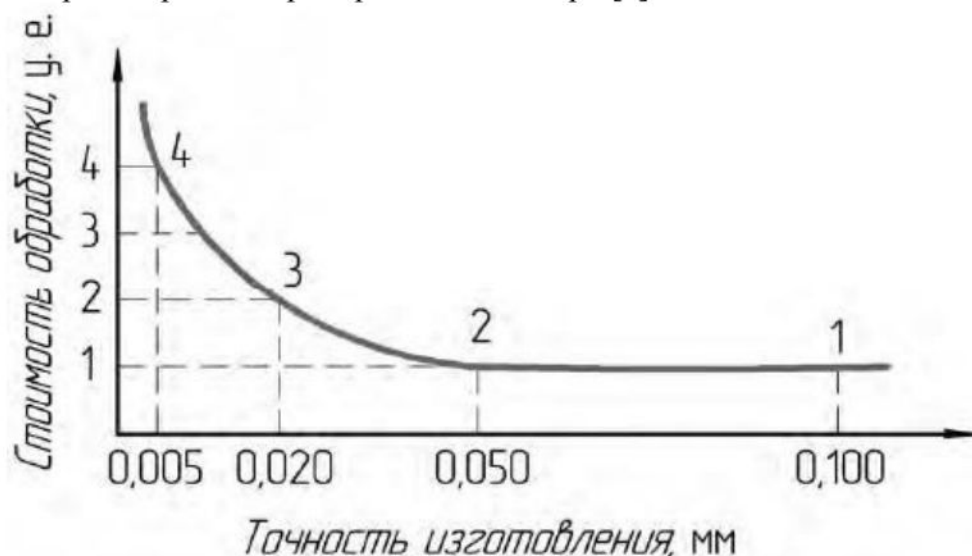


Рисунок 1 – Зависимость стоимости от точности обработки на металлорежущих станках [1]

Данная статья выполнена в рамках выполнения гранта ИЛ-4821091637 Разработка методологии расчётов режимов резания в машиностроении (на примере обработки осевым инструментом), и посвящена, вопросам точности механической обработки осевым лезвийным инструментом.

Технологические условия и нормы точности детали являются прямым следствием и отражением служебного назначения детали. Все технологические условия нужно распределить по тем или иным требованиям служебного назначения. Их несоблюдения может привести как к низкому качеству продукции предприятия, так и к аварии узлов или агрегата в целом. Из этого следует, что технологические условия и нормы точности в обязательном порядке должны выполняться в соответствии с ГОСТами и ISO, а также стандартами предприятия. В первую очередь нужно уделять внимание нормам точности и тем технологическим условиям, в которых содержатся количественные показатели. Конструкция детали будет являться технологичной в

случае соответствия требований изготовления, эксплуатации, а также наиболее производительными и экономичными способами ремонта при заданных условиях производства. Степень такого соответствия вычисляют на основе анализа технологичности. Основными производственными факторами являются качество оборудования и инструмента, физико-химические, механические и другие свойства исходных материалов и заготовок, совершенство разработанного технологического процесса и качество выполнения обработки и контроля[2].

Одним из основных показателей качества изделия является точность выполнения размеров, определяющих его конфигурацию. Обеспечение точности обработки является одной из актуальных проблем машиностроения[3].

Под точностью при механической обработке понимается степень соответствия обработанной детали её геометрически правильному образцу.

При этом различают:

1. точность выполнения размеров поверхности детали: для отверстий – это размер диаметра и глубина;
2. точность взаимного расположения поверхностей детали: при обработке отверстий – это погрешности координат, характеризующих расположения отверстия, увод его оси, отклонение от соосности расположения участков ступенчатых или прерывистых отверстий и т.п.;
3. точность формы поверхностей: для отверстий – степень их соответствия геометрических правильной поверхности кругового цилиндра, а в поперечном сечении – геометрически правильной окружности.

Точность размеров обычно регламентируют величиной допуска, указываемой на чертеже детали. Погрешность взаимного расположения обычно устанавливается на основе опытных (эксплуатационных) данных, поскольку стандартами она не регламентируется. Погрешность формы чаще всего задают в виде части допуска на размер[4].

Поскольку выход за границы допустимого отклонения по какому-либо параметру точности весьма трудно исправить, необходимо уметь достаточно надёжно определять величину возможного отклонения и влиять на её уменьшение. Достижимые при механической обработке отверстий лезвийным осевым инструментом параметры точности достаточно широки (таблица 1)[5].

Это позволяет сделать вывод о том, что при обеспечении наиболее благоприятных условий протекания процесса может быть достигнута более высокая точность обработки, что в ряде случаев может привести к сокращению числа операций (переходов). Например, исключение зенкерования в цепочке: сверление – зенкерование – развёртывание.

Таблица 1.

Точность после различных методов обработки [5]

Методы обработки	Точность по качеству	
	Экономичная	Достижимая
Сверление	12 ... 14	10
Зенкерование:		
черновое	12 ... 13	-
чистовое	10 ... 11	8
Развёртывание:		
получистовое	9 ... 10	8
Чистовое	7 ... 8	-
тонкое	7	6

Как показывает анализ научных работ, технической литературы, отечественный и зарубежный опыт, для сверл, особенно используемых на станках с ЧПУ, агрегатных станках всё большее распространение получает двух- и трёхплоскостная заточка, которая обеспечивает высокую точность сверления благодаря образованию центрирующей точки на поперечной кромке и увеличению её переднего угла, что позволяет в ряде случаев отказаться от предварительного центрирования отверстий [6, 7]. Это особенно актуально ввиду того, что применяемая на инструментальных и машиностроительных заводах стандартная технология термической обработки увеличивает биение сверл (или заготовок) в среднем на 43 – 67% [8].

Современные новые конструкции двухлезвийных сверл значительно отличаются от стандартных. Их особенности:

- широкое распространение специфических форм стружкоотводящих канавок, характерных для определения групп обрабатываемых материалов;
- специальная (вогнутая) форма режущих кромок;
- увеличение (двухкратное) толщины сердцевины сверла;
- криволинейная (S – образная) форма поперечной кромки сверла, позволяющая уменьшить до минимальных значений её толщину.

Данные особенности позволяют создать инструмент с положительной величиной переднего угла на всей режущей кромке сверла. По данным фирмы Hertel (Германия), современные конструкции цельнотвёрдосплавных сверл обеспечивают производительность отверстий более 1500 мм/мин, что в 10 раз превышает производительность обработки, выполняемой с помощью быстрорежущих спиральных сверл, и в 3 раза выше производительности обработки, выполняемой при помощи цельнотвёрдосплавных сверл стандартных конструкций. При этом точность обработки достигает 7 квалитета, а шероховатость поверхности Ra не превышает 1,6 мкм.

Хотя схемы резания при сверлении, зенкерования и развёртывании и обеспечивают замыкание радиальных сил резания в жёстком контуре, но допустимое радиальное биение, погрешность заточки обуславливают появление неуравновешенной радиальной силы, определённой величины, которая является одной из главных причин различных видов отклонения от точности.

Немаловажно и влияние скорости резания, которая влияет на точность обработки через интенсивность размерного износа, величину сил резания, развития нароста и застойной зоны, тепловые деформации инструмента [9].

Точность получаемого диаметра отверстия может быть охарактеризована его разбивкой (или усадкой). Многочисленными исследованиями установлены следующие факторы, определяющие величину разбивки: температурные деформации инструмента и заготовки, упругие деформации обрабатываемого материала, упругие деформации инструмента в процессе работы, вибрации инструмента, его радиальное биение, режимы резания, длина обрабатываемого отверстия, число промежуточных выводов (для свёрл), нарост на режущих кромках, налипсы на ленточках, наличие и качество смазочно-охлаждающих технологических сред, геометрия режущей части, износ режущих кромок, свойства обрабатываемого и инструментального материалов, применение кондукторных втулок.

Установлено, что при нагреве быстрорежущего сверла диаметром 20 мм до 300⁰С температурное увеличение его радиуса составило 0,07 мм, а температурная деформация отверстия диаметром 20 мм при обработке заготовки из серого чугуна при температуре резания около 300⁰С равна 0,03 мм (увеличение радиуса). Это говорит о том, что после обработки возникает итоговая погрешность 0,04 мм (разбивка по радиусу) лишь от температурного фактора.

В ряде работ [10, 11] установлено, что вибрации сверла, возникающие при выходе его из отверстия при сквозном сверлении, не влияют на разбивку, так как сказывается центрирующее действие ленточек. Так же в работе [11] отмечается, что применение дополнительных ленточек на спинках снижает разбивку из-за обеспечения более стабильного положения оси.

Опыт показывает, что с целью повышения точности обработки отверстий лезвийным осевым инструментом, при обработке отверстий диаметром больше 10 – 12 мм целесообразно применение развёрток с удлинённой калибрующей частью.

В отношении влияния подачи на разбивку отверстия в технической литературе приводятся противоречивые данные. И данный вопрос требует дополнительной проработки. Так, например Бечин Г.В. в одной из своих работ посвященной влиянию погрешностей заточки спиральных свёрл на их стойкость и качество отверстий, указывает, что разбивка может уменьшаться с увеличением подачи инструмента при обработке чугуна, латуни и стали. В работе [12] приводятся данные по увеличению разбивки с ростом подачи при обработке жаропрочных сплавов твёрдосплавными свёрлами.

С ростом скорости резания при сверлении разбивка вначале увеличивается, затем уменьшается, достигает минимума и вновь медленно нарастает [9], что можно объяснить увеличением температуры резания с ростом скорости с одной стороны и изменением сложным образом крутящего момента и осевой силы от скорости резания – с другой.

Разбивка отверстий с увеличением диаметра мерного концевой инструмента повышается. Наибольшая же разбивка наблюдается на выходе инструмента.

Точность взаимного расположения поверхностей детали при обработке отверстий наиболее часто оценивается величиной увода оси. Главными причинами являются[4]:

- радиальное биение зубьев инструмента относительно оси вращения;
- смещение вершины инструмента относительно оси вращения при врезании в заготовку (для свёрл);
- частое копирование инструментом (зенкеры, развёртки) погрешности расположения оси отверстия.

Вызванный этими причинами увод может ослабляться или усиливаться под воздействием значительного числа факторов, связанных с конкретными условиями обработки. К ним относятся: построение технологического процесса, наличие термообработки и её место в технологическом процессе изготовления детали, длина обрабатываемого отверстия, установочные погрешности, жёсткость сечения инструмента, режимы резания: скорость, подача и глубина резания, погрешности заточки режущих лезвий, износ зубьев инструмента.

Качество поверхностного слоя детали определяется совокупностью характеристик: физико-механическим состоянием, микроструктурой металла поверхностного слоя, шероховатостью поверхности. Состояние поверхностного слоя влияет на эксплуатационные свойства деталей машин: износостойкость, виброустойчивость, контактную прочность, прочность соединений, прочность детали при циклических нагрузках и т. д. [13]. Шероховатость поверхности детали так же как точность размеров и формы является одной из основных геометрических характеристик качества детали.

Известно, что режимы резания при сверлении, рассверливании, зенкерования и развёртывании оказывают существенное влияние на шероховатость поверхности.

Высота и форма неровностей остаточных микронеровностей обработанной поверхности зависят от многих факторов. Однако, есть некоторые наиболее сильно

влияющие факторы, воздействуя на которые, можно управлять процессом формирования микронеровностей.

На шероховатость поверхности детали при обработке лезвийным инструментом в общем случае оказывают влияние следующие факторы [14]:

- 1) геометрия рабочей части лезвия инструмента и кинематика его рабочего движения;
- 2) принудительные колебательные перемещения инструмента относительно обрабатываемой поверхности;
- 3) упругие и пластические деформации обрабатываемого материала в зоне контакта с лезвием;
- 4) шероховатость рабочей части лезвия инструмента;
- 5) наростообразование и вырывы частиц обрабатываемого материала.

Установлено, что в значительной мере влияние скорости резания на высоту микронеровностей определяется склонностью материала к наростообразованию. При скоростях резания, за которыми нарост уже не существует, их влияние проявляется через изменение физико-механических свойств обрабатываемого материала в зоне резания и изменение условий взаимодействия поверхностей контакта обрабатываемого материала и инструмента [15].

Следует отметить, что вопрос с шероховатостью поверхности при сверлении, зенкерованием и развёртывании, освещён достаточно многогранно, хотя есть некоторые различия во мнениях. Однако, не имеется достаточно надёжных аналитических зависимостей, позволяющих предварительно определять значения высоты микронеровностей, которые будут возникать при обработке отверстий. Этот вопрос нуждается в дополнительной разработке.

Выводы

Литературный анализ, выполненный в рамках гранта ИЛ-4821091637 Разработка методологии расчётов режимов резания в машиностроении (на примере обработки осевым инструментом), показал, что процессы обработки отверстий лезвийным инструментом, в особенности современных конструкционных и жаропрочных сталей и сплавов, исследованы недостаточно и иногда встречаются противоречия.

Нормирование операций механической обработки отверстий осевым лезвийным инструментом осуществляются на базе эмпирических формул, область надёжного применения которых весьма ограничена, особенно при использовании современного режущего инструмента и новых материалов.

Изучение вопросов точности обработки и качества получаемой поверхности при сверлении, зенкерованием и развёртывании показало, что возможно получение наиболее благоприятных показателей по точности и качеству при работе на оптимальных режимах резания, однако необходима методика их назначения.

Использование новых обрабатываемых и инструментальных материалов, разработка широкого спектра новых конструкций лезвийных осевых инструментов у нас в стране и за рубежом, создание дорогостоящих банков данных для сбора информации по режимам обработки отверстий и геометрии инструмента показывает актуальность постановки вопроса о повышении работоспособности металлорежущего инструмента.

Используемая литература:

1. Пашкевич, В. М. Функциональные семантические сети для обучения точности механической обработки: монография/ В.М. Пашкевич, М.Н. Миронова. – Могилёв: Белорус.-Рос. ун-т, 2015. – 210 с.: ил.
2. Юрчевская, З. И. Точность изготовления мелких деталей различной формы для повышения их ресурса при механической обработке / З. И. Юрчевская. — Текст:

- непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 45 (283). — С. 36-40. — URL: <https://moluch.ru/archive/283/63762/> (дата обращения: 16.02.2024).
3. Ерохин В.В. Точность обработки деталей в станочных приспособлениях и Автоматизация их проектирования // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tochnost-obrabotki-detaley-v-stanochnyh-prisposobleniyah-i-avtomatizatsiya-ih-proektirovaniya> (дата обращения: 16.02.2024).
 4. Холмогорцев Ю.П. Оптимизация процессов обработки отверстий. М.: Машиностроение, 1984. 184 с.
 5. Сулима А.М., Шулов В.А., Ягодкин Ю.Д. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин. М.: Машиностроение, 1988. 240 с.
 6. Маслов А.Р., Дворецкий А.В., Подвербный Ю.И., Фёдоров В.Н. Прогрессивный инструмент для обработки отверстий // Машиностроит. пр-во. Серия «Инструментальное, технолог. и метролог. оборуд.»: Обзор. Информ. Вып. 4 / ВНИИТЭМР – М., 1990. 56 с.
 7. Султанов Т.А., Дибнер Л.Г., Лапшиц Б.Л. Плоская заточка свёрл // Станки и инструмент. 1984. №9. С. 18-19.
 8. Купалова И.К., Дебельный Н.Н. Биение свёрл из быстрорежущей стали после термической обработки // СТИН, 1994. №6. С. 27-29.
 9. Денисенко В.И. Свёрла. Выбор и применение режущего инструмента // РТИ. – Рязань, 1976. 176 с.
 10. Гаврилов В.Н. Свёрла с обособленными направляющими ленточками // Прогрессивные конструкции свёрл и их рациональная эксплуатация: Материалы науч.-техн. симпозиума / Вильнюс, 1974.
 11. Родин П.Р., Одинцов С.И. Свёрла с уплотняющими ленточками // Прогрессивные конструкции свёрл и их рациональная эксплуатация: Материалы науч.-техн. симпозиума / Вильнюс, 1974.
 12. Самохвалов В.Д. Исследование технологических особенностей применения твёрдосплавных свёрл при обработке жаропрочных сплавов. Автореферат дис. ... канд. Техн. наук. – ТИИ, Тюмень, 1974. 18 с.
 13. Орлов П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1. М., 1988.
 14. Суслов А.Г. Нормирование параметров шероховатости поверхностей деталей машин по ГОСТ 2789-73 // Вестник машиностроения 1984. №8 С. 3-5.
 15. Полетика М.Ф. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента. М.: Машиностроение. 1969. 150 с.