

УДК 621.951.45

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТВЕРСТИЙ, ОБРАБОТАННЫХ СПИРАЛЬНЫМИ СВЕРЛАМИ

*Н.А. Рагрин, А.А. Айнабекова, И.А. Родин*

При обработке отверстий небольшого диаметра (до 20 мм) для получения высокого качества необходимо после сверления вводить несколько технологических переходов зенкерования и развертывания, что связано с высокой трудоемкостью обработки. Предложено решение актуальной проблемы – разработка путей и методов повышения качества отверстий, обработанных сверлением с целью снижения трудоемкости обработки отверстий. Пути решения проблемы: разработка конструкторских способов улучшения параметров качества просверленных отверстий; определение качества просверленных отверстий на скоростях резания меньших 6 м/мин; определение возможности использования результатов существующих исследований для разработки нормативов износа и стойкости сверл на скоростях резания, меньших 6 м/мин.

*Ключевые слова:* сверло; допуск; скорость; диаметр; отверстие; режущая кромка.

---

## СПИРАЛЬ ТҮРҮНДӨГҮ БУРГУ МЕНЕН ТЕШИЛГЕН КӨЗӨНӨКТҮН САПАТЫН ЖОГОРУЛАТУУ МЕТОДДОРУ

Диаметри анча чоң эмес (20 мм чейин) көзөнөктү тешүүдө жогорку сапатты камсыз кылуу үчүн бургулоодон кийин бир нече технологиялык процесстер аркылуу кеңейтилет, бул иш көп эмгекти талап кылат. Макалада бул актуалдуу маселени чечүү жолдору сунушталат – көзөнөктү тешүүдө жумушту азайтуу максатында, көзөнөктү сапатын жогорулатуунун жолдорун жана методдорун иштеп чыгуу керек. Бул маселени чечүү жолдору: бургулоо менен тешилген көзөнөктөрдүн сапатынын параметрлерин жакшыртуунун конструктордук ыкмаларын иштеп чыгуу; эң аз тешүү ылдамдыгы 6 м/мин болгон бургулоо менен тешилген көзөнөктөрдүн сапатын аныктоо; эң аз тешүү ылдамдыгы 6 м/мин болгон бургунун жешилүү жана бышыктык ченемдерин иштеп чыгуу үчүн изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын пайдалануу мүмкүнчүлүгүн аныктоо.

*Түйүндүү сөздөр:* бургу; ылдамдык; диаметр; көзөнөк; кесүүчү жак.

---

## METHODS OF IMPROVEMENT THE QUALITY OF HOLES PROCESSED BY SPIRAL DRILLS

*Ragrin N.A., Ainabekova A.A., Rodin I.A.*

When machining holes of small diameter (up to 20 mm), to obtain high quality, it is necessary after drilling to introduce several technological transitions of countersinking and deployment, which is associated with high labor intensity of processing. Therefore, the purpose of these studies is to solve the actual problem – the development of ways and methods to improve the quality of holes drilled to reduce the complexity of hole processing. Ways to solve the problem: the development of design methods to improve the quality parameters of drilled holes; determination of the quality of drilled holes at cutting speeds of less than 6 m/min; determining the possibility of using the results of existing research to develop standards for wear and durability of drills at cutting speeds of less than 6 m/min.

*Keywords:* drill; tolerance; speed; diameter; hole; cutting edge.

Сверление – единственный способ получения отверстий резанием, поэтому сверла являются одним из наиболее часто применяемых режущих

инструментов. При обработке отверстий небольшого диаметра (до 20 мм) для получения высокого качества необходимо после сверления вводить

несколько технологических переходов зенкерования и развертывания, что связано с высокой трудоемкостью обработки. Снизить трудоемкость можно повышением качества отверстий, обработанных сверлением, поэтому целью настоящих исследований является решение актуальной проблемы – разработка путей и методов повышения качества отверстий, обработанных сверлением с целью снижения трудоемкости их обработки.

Известно, что на качество просверленных отверстий большое влияние оказывает качество изготовления сверл и заточки их режущей части, выраженные классом точности, определяющим допуски радиального биения по ленточкам сверл и осевого биения их режущих кромок [1], а также параметры режима резания, а именно, скорость резания и подача.

В работе [2] показаны виды погрешностей заточки сверл и причины их вызывающие, определено, что допуск осевого биения режущих кромок для сверл классов точности А, В1 и В, регламентированный ГОСТ [1], превышает половину подачи на оборот сверла. В этом случае сверло работает одним зубом, что отрицательно сказывается на его стойкости и качестве просверленных отверстий.

Отмечено, что для повышения стойкости сверл необходимо применять сверла класса точности А1, допуск осевого биения режущих кромок которых не превышает 0,06 мм [1]. Это позволит повысить качество просверленных отверстий.

Известно, что общепринятым технологическим способом повышения качества поверхности при отработке резанием является увеличение скорости резания. На рисунке 1 приведена зависимость разбивки отверстий от скорости резания при сверлении [3].

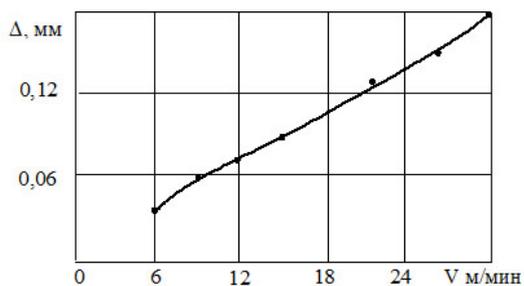


Рисунок 1 – Зависимость разбивки отверстий от скорости резания

Зависимость, представленная на рисунке 1, получена при сверлении заготовок из стали 45 190НВ быстрорежущими спиральными сверлами диаметром 10,2 мм по ГОСТ 10903–77 класса точности А1 [1] на подаче 0,23 мм/об. Задние поверхности

сверл затачивались по двухплоскостной заточке с доводкой на прецизионном заточном оборудовании.

Математическое выражение зависимости (рисунком 1) имеет вид

$$\Delta = 0,0065 \cdot V^{0,99}, \quad (1)$$

где  $\Delta$  – разбивка отверстия;  $V$  – скорость резания.

Причиной существенного увеличения разбивки отверстий с увеличением скорости резания является дисбаланс зубьев сверл, и низкая жесткость их рабочей части. В результате этого при увеличении скорости резания до 100 м/мин разбивка отверстий увеличивается до 0,6 мм (1), что недопустимо. 13 квалитет допуска размера отверстий диаметром св. 10 мм до 18 мм составляет 0,27 мм [4], т. е. общепринятый технологический способ повышения качества поверхности, обработанной резанием для обработки сверлением, неприемлем. При этом на рисунке 1 видно, что с уменьшением скорости резания разбивка отверстия существенно уменьшается. Для примера, рассчитанная по формуле (1) разбивка отверстия на скорости резания 5 м/мин равна 0,32 мм, что соответствует 9-у квалитету допуска размера для отверстий диаметром св. 10 до 18 мм [4]. Авторы работы [3] теоретически обосновали путь повышения качества отверстий, обработанных сверлением, основанный на применении скоростей резания меньших 6 м/мин.

Анализ проблемы показал отсутствие исследований по определению стойкости быстрорежущих спиральных сверл на скоростях резания меньших 6 м/мин на стойкость. Такие исследования всегда связаны с большой трудоемкостью и материалоёмкостью экспериментов. Вместе с тем, отсутствие нормативов по износу и стойкости сверл на этих скоростях резания не позволяет в полной мере оценить экономический эффект в случае повышения качества отверстий, обработанных сверлением.

На основании анализа проблемы приняты следующие задачи исследований:

1. Разработка конструкторских способов, уменьшающих отрицательное влияние качества изготовления и заточки сверл на параметры качества просверленных отверстий.

2. Определение характера зависимостей параметров качества просверленных отверстий от параметров режима резания, на скоростях резания, меньших 6 м/мин.

3. Определение возможности использования результатов существующих стойкостных исследований для разработки нормативов износа и стойкости быстрорежущих спиральных сверл при сверлении на скоростях резания меньших 6 м/мин.

В процессе исследований сверлили сквозные отверстия сверлами диаметром 11,0 мм по ГОСТ 10903–77 класса точности А1 [1] в заготовках из стали 45 190НВ на скоростях резания и подачах, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Скорости резания и подачи, использованные при проведении исследований

V, м/мин	2,18	2,76	3,45	4,32	5,53
S, мм/об	0,2; 0,25	0,16; 0,2; 0,25	0,13; 0,16; 0,2; 0,25	0,1; 0,13; 0,16; 0,2; 0,25	0,078; 0,1; 0,13; 0,16; 0,20; 0,25

Для обеспечения таких скоростей резания и подач использовали широкоуниверсальный фрезерный станок повышенной точности модели 675П. Геометрические параметры и конструктивные элементы сверл контролировали на соответствие ГОСТ.

При установке в шпиндель станка контролировали осевое биение режущих кромок сверл, которое не превышало 0,08 мм. Осевое биение режущих кромок измеряли микрометром часового типа с ценой деления 0,01 мм, закрепленным на магнитном штативе. Таким же микрометром, закрепленным в стойке нутромера, измерялась разбивка отверстий.

Результаты исследований показали, что для повышения качества отверстий, обработанных сверлением, следует применять двухплоскостную заточку задних поверхностей сверл [5], представленную на рисунке 2.

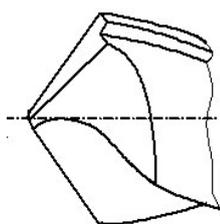


Рисунок 2 – Двухплоскостная заточка

У двухплоскостной заточки имеется два существенных преимущества по сравнению с другими видами заточки задних поверхностей сверл:

- возможность получения высокого качества режущей части в результате доводки задних поверхностей на прецизионном оборудовании;
- перемычка является ломаной линией с вершиной на оси сверла (см. рисунок 2), которая при врезании сверла выполняет центровочную функцию, не допуская колебаний режущей части.

В таблице 2 приведены величины максимальной разбивки отверстий при работе сверлами с двухплоскостной заточкой задних поверхностей.

Данные таблицы 2 показывают, что скорость резания существенно влияет на разбивку отверстий. При работе на определенных скоростях резания диаметр отверстия практически равен рабочему диаметру сверла или меньше его. Причиной этого может быть упругое последствие материала заготовки после вывода сверла из отверстия.

Таблица 2 – Величина максимальной разбивки отверстий, обработанных сверлением

S, мм/об	0,078	0,1	0,13	0,16	0,20	0,25
V, м/мин						
2,18					-0,01	-0,01
2,76				-0,01	-0,01	0,01
3,45			-0,01	0	0	0,02
4,32		0	0	0	0,02	0,03
5,53	0	0	0	0,02	0,04	0,05

Диаметр просверленного отверстия равный или меньший рабочего диаметра сверла – нежелательное явление для технологии обработки отверстий, поэтому рациональными параметрами режима резания являются скорость резания 5,53 м/мин при подачах 0,16, 0,2 и 0,25 мм/об и скорость резания 4,32 м/мин при подачах 0,2 и 0,25 мм/об. На этих скорости резания и подачи разбивка отверстий соответствует 7–9 качеству допуска размера [4] (см. таблицу 2).

Рассчитанная по зависимости (1) разбивка отверстий на скоростях резания 4,32 м/мин и 5,53 м/мин равна 0,28 мм и 0,35 мм соответственно, что соответствует значениям разбивки отверстий, представленным в таблице 2. Условия проведения лабораторных стойкостных исследований, при которых была получена зависимость (1), соответствуют условиям настоящих исследований, поэтому их результаты можно использовать для разработки нормативов износа и стойкости быстрорежущих спиральных сверл для скоростей резания меньших 6 м/мин.

Таким образом, применение двухплоскостной заточки задних поверхностей спиральных сверл уменьшает отрицательное влияние качества изготовления и заточки сверл на параметры качества просверленных отверстий. Предложенные скорости резания и подачи позволяют получить 7–9 качество допуска размера отверстий, обработанных сверлением.

Доказана возможность использования результатов существующих стойкостных исследований

для разработки нормативов износа и стойкости быстрорежущих спиральных сверл при сверлении на скоростях резания меньших 6 м/мин.

**Литература**

1. ГОСТ 2034–80 Сверла спиральные. Технические условия.
2. Рагрин Н.А. Определение закономерностей влияния погрешностей заточки спиральных сверл на их стойкость / Н.А. Рагрин, В.А. Самсонов, А.А. Айнабекова // *Технология машиностроения*. М., 2015. № 7. С. 27–31.
3. Рагрин Н.А. Пути повышения качества обработки сверлением / Н.А. Рагрин, А.А. Айнабекова // *Известия КГТУ им. И. Раззакова*. 2012. № 27. С. 42–43.
4. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 1 / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. 5-е изд. испр. М.: Машиностроение, 2003. С. 17.
5. Повышение стойкости спиральных сверл заточкой задних поверхностей режущих лезвий // *Вестник КPCУ*. 2017. Том 17. № 5. С. 92–94.