

УДК 621.951.45

БУРГУЛООНУ ИШТЕТҮҮДӨ ТЕШИКТЕРДИН ҮСТҮҢКҮ КАТМАРЫНЫН САПАТЫН ЖОГОРУЛАТУУ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОТВЕРСТИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ СВЕРЛЕНИЕМ

IMPROVING THE QUALITY OF THE SURFACE LAYER OF HOLES DURING DRILLING

Н. А. Разрин, У. М. Дыйканбаева, А. А. Айнабекова, Д. М. Курганова
N. A. Ragrin, U. M. Dyikanbaeva, A. A. Ainabekova, D. M. Kurganova

Көзөө – бул кесүү менен тешиктерди кесип жасоонун бирден-бир жолу, ошондуктан бургулар көп колдонулуучу кесүүчү аспаптар болуп саналат. Көзөө дайыма биринчи технологиялык өтмөк болгондуктан, кийинки иштетүүдөгү мээнетти азайтуу максатында көзөлгөн көзөнөктүн сапатын жогорулатуу маселеси олуттуу болуп саналат. Көзөө тартибинин өлчөм мүнөздөмөлөрүн айкалыштыруунун натыйжасында көзөнөктүн чыңоо даражасын азайтуу аркылуу көзөнөктүн сырткы катмарынын сапатын жогорулатууга багытталган лабораториялык изилдөөлөрдүн жыйынтыктары көрсөтүлгөн. Көзөнөктүн сырткы катмарынын чыңап калышына көзөө шарттамдарынын өлчөм мүнөздөмөлөрүнүн таасир берүүчү көзөө шарттары жана таасирдин мүнөздөмөлөрү эксперимент жүзүндө аныкталган. Кесүү шарттамдынын өлчөм мүнөздөмөлөрү иштетилип жаткан беттин чыңап калышына түзмө-түз таасир берери жана анын жогору экендиги аныкталган.

Сверление – единственный способ получения отверстий резанием, поэтому сверла являются одним из наиболее часто применяемых режущих инструментов. В связи с тем, что сверление всегда является первым технологическим переходом, проблема повышения качества просверленных отверстий с целью снижения трудоемкости последующей их обработки является актуальной. Представлены результаты лабораторных исследований, направленных на повышение качества поверхностного слоя отверстий, обработанных сверлением за счет уменьшения степени наклепа в результате варьирования параметрами режима резания. Экспериментально определены условия обработки сверлением, при которых имеет место влияние параметров режима резания на степень наклепа поверхностного

слоя, определен характер этого влияния. Определено, что параметры режима резания прямо пропорционально влияют на степень наклепа обработанной поверхности, при этом влияние подачи происходит в большей степени.

Drilling is the only way to cut holes, so drills are one of the most commonly used cutting tools. Due to the fact that drilling is always the first technological transition, the problem of improving the quality of drilled holes, in order to reduce the labor intensity of their subsequent processing, is urgent. The results of laboratory studies aimed at improving the quality of the surface layer of holes processed by drilling by reducing the degree of work hardening as a result of varying the parameters of the cutting mode are presented. The drilling conditions under which the parameters of the cutting mode affect the degree of work hardening of the surface layer are experimentally determined, the nature of this influence is determined. It was determined that the parameters of the cutting mode directly proportionally affect the degree of work hardening of the machined surface, while the influence of the feed occurs to a greater extent.

Түйүн сөздөр: бургу; көзөө; көзөнөк; чыңоо; беттик катмар; кесүү ылдамдыгы; жылдыруу.

Ключевые слова: сверло; сверление; отверстие; наклеп; поверхностный слой; скорость резания; подача.

Key words: drill; hole; work hardening; surface layer; cutting speed; feed.

Введение

Сверление – единственный способ получения отверстий резанием, поэтому сверла являются одним из наиболее часто применяемых режущих инструментов. В общем объеме производства режущего инструмента наибольший удельный вес (около 30%) занимают быстрорежущие спиральные сверла. На промышленных предприятиях быстрорежущие спиральные сверла составляют от 11,3 до 22,8% от общего количества используемого инструмента.

Сверление всегда является первым технологическим переходом при обработке отверстий резанием, за которым следуют: рассверливание, черновое и чистовое зенкерование, нормальное, точное и тонкое развертывание, в зависимости от необходимых параметров качества отверстий. Трудоемкость обработки таких отверстий достаточно высока и зависит не только от большого количества техноло-

гических переходов, но и от высокой стоимости режущих инструментов. Поэтому целью настоящих исследований является решение актуальной проблемы повышения качества отверстий, обработанных сверлением.

Анализ проблемы

Известно, что качество отверстий характеризуется такими показателями, как шероховатость поверхности, квалитет допуска, глубина дефектного поверхностного слоя, допустимые величины которых регламентированы справочником [1], в зависимости от вида обработки отверстий.

В работе [2] проведен анализ качества отверстий деталей технологической оснастки, применяемой на предприятиях г. Бишкека, таких как плиты – верхние и нижние, держатели матриц и пуансонов и т.п. Каждая из них имеет до десяти высокоточных отверстий диаметром от 10 до 20 мм, седьмого квалитета с допустимой глубиной дефектного поверхностного слоя от 5 до 25 мкм. В работе [3] на основании экспериментальных исследований обоснован путь повышения качества отверстий, обработанных сверлением, применением скоростей резания меньших 6 м/мин. Помимо скорости резания, на качество обработанных сверлением отверстий большое влияние оказывает толщина стружки – подача, от величины которой зависит сила давления стружки на передние поверхности режущих лезвий. От силы резания зависит качество поверхностного слоя отверстий. В работе [4] показано существенное влияние осевого биения режущих кромок спиральных сверл на их стойкость. В работе [5] представлен характер влияния осевого биения режущих кромок спиральных сверл, в пределах установленных ГОСТом, на показатели качества просверленных отверстий. Показано, что для повышения качества отверстий, обработанных сверлением, необходимо повышать качество заточки режущей части сверл, уменьшать осевое биение режущих кромок. Обосновано, что применение двухплоскостной заточки задних поверхностей с последующей доводкой алмазным инструментом позволяет значительно снизить осевое биение режущих кромок.

Результаты лабораторных исследований авторами работы [5] показали возможность значительного улучшения качества отверстий, обработанных спиральными сверлами, при сверлении отверстий на скоростях резания 4,32–5,53 м/мин быстрорежущими спиральными сверлами с двухплоскостной заточкой задних поверхностей, у которых осевое биение режущих кромок, установленных в шпинделе станка, составляло 0,08 мм.

Одним из определяющих показателей качества отверстий является глубина дефектного поверхностного слоя, которая в деталях технологической оснастки [2] не превышает величины 25 мкм, что соответствует нормальному развертыванию [1].

Вместе с тем справочник [1] рекомендует оценивать величину упрочнения поверхностного слоя обработанной поверхности степенью наклепа. Степень наклепа определяется из отношения разности максимальной поверхностной микротвердости после обработки и исходной микротвердости обрабатываемого материала к исходной микротвердости обрабатываемого материала, помноженной на 100% [1]. При этом степень наклепа справочником [1] не регламентируется, и в технической литературе отсутствуют результаты исследований, направленных на определение характера и степени влияния параметров режима резания на степень наклепа поверхностного слоя при обработке резанием. В работе [6] представлены результаты исследований влияния параметров режима резания на глубину дефектного поверхностного слоя при сверлении. В работе [6] показано, что скорость резания и подача существенно влияют на глубину дефектного поверхностного слоя и представлен характер этого влияния. Результаты исследований, представленные в работе [6], позволяют предположить наличие зависимости степени наклепа поверхностного слоя от параметров режима резания. На основании представленного выше анализа существующего момента и в соответствии с целью исследований разработаны следующие задачи исследований:

- определить наличие и условия зависимости степени наклепа поверхностного слоя от параметров режима резания;

- определить характер влияния параметров режима резаний на степень наклепа поверхностного слоя просверленных отверстий.

Методы исследований

С целью решения поставленных задач и в соответствии с целью исследований проведены испытания быстрорежущих спиральных сверл диаметром 11,0 мм по ГОСТу [7] класса точности А1. Задание поверхности данных сверл затачивались по двухплоскостной заточке с доводкой алмазным инструментом на прецизионном оборудовании, после чего допуск осевого биения режущих кромок не превышал 0,08 мм. Сверлились сквозные отверстия глубиной 3d в заготовках из стали 45 180НВ. Для обеспечения перпендикулярности оси отверстий относительно технологических баз обрабатываемые заготовки фрезеровались и шлифовались с шести сторон.

Осевое биение режущих кромок сверл, установленных в шпинделе станка, измерялось микрометром часового типа с ценой деления 0,01 мм, закрепленном на магнитном штативе, и не превышало 0,08 мм. Таким же микрометром измерялась разбивка отверстий.

Для сравнения были проведены испытания спиральных сверл с конической заточкой задних поверхностей по ГОСТу [7] классов точности В, у которых допуск осевого биения режущих кромок должен быть не более 0,3 мм. После установки в шпиндель станка осевое биение режущих кромок этих сверл составило 0,3 мм.

Параметры режима резания, которые использовались при проведении лабораторных исследований, представлены в таблице 1.

Известно, что микротвердость – это твёрдость отдельных участков микроструктуры материала, отдельных фаз и структурных составляющих, твёрдость внутри отдельных зёрен (для конструкционных доэвтектоидных сталей – это зерна феррита и перлита). Поэтому использовать результаты измерения микротвердости для оценки влияния качества поверхностного слоя просверленных отверстий на стойкость металлорежущих инструментов представляется нецелесообразным.

Таблица 1 – Параметры режима резания

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

В работе [8] показано существенное влияние твердости обрабатываемого материала на стойкость быстрорежущих спиральных сверл. В работе проведены исследования влияния параметров режима резания на твердость обработанной поверхности в единицах HRC. Степень наклепа определялась по формуле (1)

$$\Delta H = \frac{HRC_{\text{оп}} - HRC_{\text{исх}}}{HRC_{\text{исх}}} 100 \%, \quad (1)$$

где $HRC_{\text{оп}}$ – твердость обработанной поверхности; $HRC_{\text{исх}}$ – исходная твердость материала.

Результаты исследований

В таблицах 2 и 3 представлены результаты измерения твердости обработанной поверхности: в таблице 2 – для сверла с конической заточкой задних поверхностей, в таблице 3 – для сверла с двухплоскостной заточкой.

В представленных таблицах видно, что при большом осевом биении режущих кромок (таблица 2) параметры режима резания не влияют на твердость обработанной поверхности. При обработке сверл с двухплоскостной заточкой задних поверхностей влияние параметров режима резания имеет место. Характер этого влияния представлен на рисунках 1 и 2.

На представленных рисунках видно, что параметры режима резания прямо пропорционально влияют на твердость обработанной

Таблица 2 – Твердость обработанной поверхности сверлом с конической заточкой задних поверхностей

V, м/мин	S, мм/об					
	0,25	0,20	0,16	0,13	0,1	0,078
	HRC					
5,53	16,6	13,4	16	12	12,5	12,66
4,32	12,83	19,16	17,33	20,33	29,3	
3,45	13	12,7	11,43	14,83		
2,76	10,6	12,3	12			
2,18	11,66	11,5				

Таблица 3 – Твердость обработанной поверхности сверлом с двухплоскостной заточкой задних поверхностей

V, м/мин	S, мм/об					
	0,25	0,20	0,16	0,13	0,1	0,078
	HRC					
5,53	14,03	12,5	11,56	11	11,4	10,67
4,32	12,8	11,5	10,7	9,53	8,33	
3,45	12,3	11,7	11,06	9,43		
2,76	12,66	10,8	9,67			
2,18	12,2	11				

поверхности, при этом влияние подачи происходит в большей степени. В таблице 4 представлены результаты определения степени наклепа обработанного поверхностного слоя при варьировании скоростью резания и подачей.

На представленных рисунках видно, что параметры режима резания прямо пропорционально влияют на степень наклепа обработанной поверхности, при этом влияние подачи происходит в большей степени.

Из таблицы 4 видно, что при увеличении скорости резания и подачи степень наклепа обработанной поверхности возрастает до 75%, что негативно скажется на стойкости режущего инструмента.

Характер этого влияния представлен на рисунках 3 и 4.

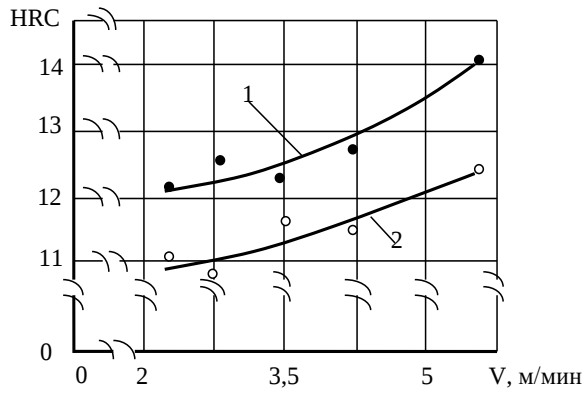


Рисунок 1 – Зависимость твердости обработанной поверхности от скорости резания, где 1 – $S = 0,25$ мм/об, 2 – $S = 0,2$ мм/об

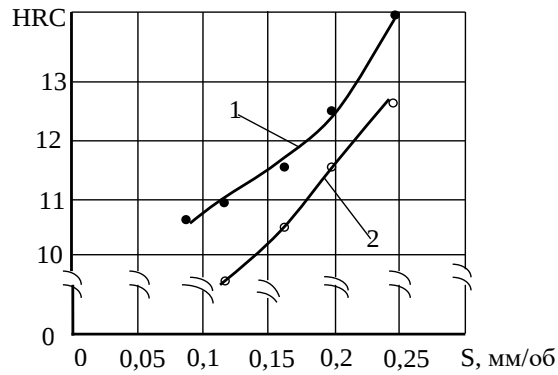


Рисунок 2 – Зависимость твердости обработанной поверхности от подачи, где 1 – $V = 5,53$ м/мин, 2 – $V = 4,32$ м/мин

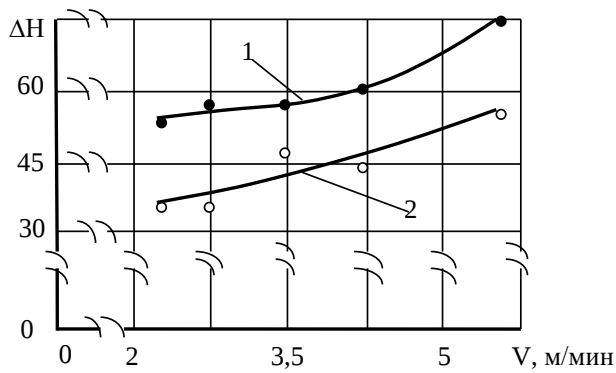


Рисунок 3 – Зависимость степени наклепа обработанной поверхности от скорости резания, где 1 – $S = 0,25$ мм/об, 2 – $S = 0,2$ мм/об

Таблица 4 – Влияние скорости резания и подачи на степень наклепа обработанной поверхности сверлом с двухплоскостной заточкой задних поверхностей

V, м/мин	S, мм/об					
	0,25	0,20	0,16	0,13	0,1	0,078
	$\Delta H, \%$					
5,53	75,4	56,25	44,5	37,5	42,5	33,37
4,32	60,0	43,75	33,75	19,1	4,12	
3,45	53,75	46,25	38,25	17,87		
2,76	58,25	35,0	20,87			
2,18	52,5	37,5				

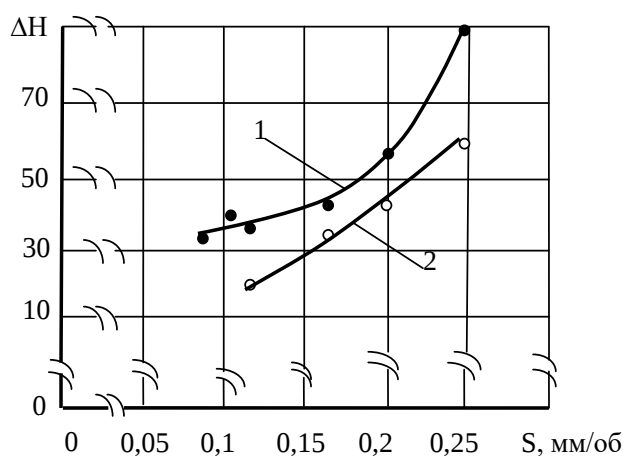


Рисунок 4 – Зависимость степени наклепа обработанной поверхности от подачи, где 1 – $V = 5,53$ м/мин, 2 – $V = 4,32$ м/мин

Выводы

1. Экспериментально определено, что влияние параметров режима резания на степень наклепа поверхностного слоя обработанных сверлением имеет место при сверлении сверлами с двухплоскостной заточкой режущих лезвий, осевое биение которых при установке в шпиндель станка не превышает 0,08 мм.

2. Определено, что параметры режима резания прямо пропорционально влияют на твердость обработанной поверхности, при этом влияние подачи происходит в большей степени.
3. Определено, что при увеличении скорости резания и подачи степень наклепа обработанной поверхности возрастает до 75%, что негативно скажется на стойкости режущего инструмента.

Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 1. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е издание исправленное. – М.: Машиностроение, 2003. – 910 с.
2. Рагрин, Н. А. Айнабекова, А. А., Озгонбеков, А. О. Разработка путей и методов повышения качества отверстий при сверлении // Технология машиностроения. – М.: 2018. – № 6. – С. 10–15.
3. Рагрин, Н. А., Айнабекова, А. А., Дыйканбаева, У. М. Научные основы повышения качества поверхности, обработанной быстрорежущими спиральными сверлами // Технология машиностроения. – М.: 2017. – № 5. – С. 13–16.
4. Рагрин, Н.А. Самсонов, В.А. Айнабекова, А.А. Определение закономерностей влияния погрешностей заточки спиральных сверл на их стойкость // Технология машиностроения. – М.: 2015. – № 7. – С. 27–31.
5. Рагрин, Н.А. Айнабекова, А.А. Разработка закономерностей влияния погрешностей заточки спиральных сверл на качество просверленных отверстий // Технология машиностроения. – М.: 2018. – № 8. – С. 40–47.
6. Рагрин, Н.А., Дыйканбаева, У.М. Разработка и обоснование путей повышения качества поверхностного слоя отверстий, обработанных сверлением // Технология машиностроения. – М.: 2020. – № 7. – С. 55–60.
7. ГОСТ 2034-80 – Сверла спиральные. Технические условия.
8. Рагрин, Н. А. Влияние условий обработки на физическую модель износостойкости инструмента при сверлении // Технология машиностроения. – М.: 2013. – № 12. – С.15–24.