

УДК 621.951.45

## ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ РЕЗАНИЯ НА СТОЙКОСТЬ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.П. Муслимов, Н.А. Рагрин, В.А. Самсонов

Приведены результаты экспериментальных исследований стойкости быстрорежущих спиральных сверл от изменения их диаметра в диапазоне скоростей резания наиболее благоприятных для автоматизированного производства.

*Ключевые слова:* сверло; стойкость; наработка; диаметр.

На машиностроительных заводах спиральные сверла составляют от 11,3 до 22,8 % от общего количества используемого инструмента, при этом в общем объеме централизованного производства режущего инструмента наибольший удельный вес занимают спиральные сверла (около 30 %).

По данным [1, с. 30–44], диапазон скоростей резания, соответствующих области экстремума зависимости стойкости, выраженной в суммарной длине обработанных отверстий, от скорости резания используется в тех случаях, когда необходимо получить максимальную стойкость инструмента. Такие режимы применяют в условиях автоматизированного производства, особенностью которого является большое количество одновременно работающих инструментов, в том числе сверл, когда невозможно проконтролировать текущее состояние каждого из них.

В работе [2] приведены результаты лабораторных исследований, которые позволили получить зависимость наработки до функционального отказа быстрорежущих спиральных сверл от скорости резания  $L_o = f(V)$ , при обработке углеродистых конструкционных сталей, которая имеет явно выраженный экстремальный характер в области скоростей резания  $V = 12 - 16$  м/мин (рисунок 1).

Для определения характера влияния диаметра сверла, как одного из параметров режима резания, на стойкость инструмента в диапазоне скоростей резания, соответствующих экстремуму зависимости  $L_o = f(V)$ , были проведены производственные испытания. Испытывались партии сверл различных диаметров по ГОСТ 10903-77 из стали Р6М5 по 25 сверл в каждой партии. Сверлились сквозные отверстия в деталях из углеродистых конструкционных сталей на автоматических линиях, агрегатных станках и станках-автоматах. Перед испытаниями свер-

ла тщательно контролировались на соответствие требованиям ГОСТ. Испытания сверл проводились до функционального отказа, о чем свидетельствовали: нестабильность обработки; возникновение значительных колебаний элементов технологической системы; звуковые явления в виде “скрипа”, “щелчков”; сколы режущих лезвий и ленточек; выдавливание металла и появление кольцевого валика на входе в отверстие; появление значительного рваного заусенца на выходной стороне отверстия. Периодически проводились измерения износа конструктивных элементов сверл. Результаты производственных испытаний представлены в таблице 1.

В таблице 1:  $L_{OCPM}$  – средняя наработка до функционального отказа в метрах, выраженная в суммарной длине просверленных отверстий;  $K_{ЛСР}$  – средняя интенсивность износа ленточек  $K_{ЛСР} = K_{ЛОСР}/L_{OCPM}$ , где  $K_{ЛОСР}$  – средняя величина износа ленточек при отказе сверл,

Как видно из представленной таблицы, применяемые в автоматизированном производстве

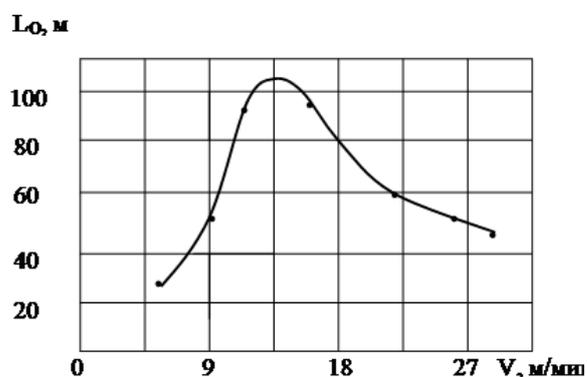


Рисунок 1 – Зависимость стойкости от скорости резания

Таблица 1 – Данные и результаты производственных испытаний

Параметры	Диаметр сверла d, мм							
	9,8	10,5	11,5	12,0	13,8	17,5	21,0	35,0
V, м/мин	13,8	12,6	12,6	12,0	12,6	13,8	13,2	11,4
S <sub>0</sub> , мм/об	0,22	0,12	0,18	0,14	0,22	0,2	0,25	0,25
Твердость НВ	200	300	200	180	200	190	300	300
L <sub>ОСРМ</sub> , м	47,7	6,0	32,8	22,9	39,2	36,0	6,0	4,0
K <sub>ЛОСР</sub> , мм	14,4	9,7	10,1	9,4	10,5	18,9	21,0	36,0
IK <sub>ЛОСР</sub> , мм/м	0,3	0,924	0,31	0,41	0,27	0,525	3,5	9,0

скорости резания соответствуют области экстремума зависимости  $L_0 = f(V)$ .

Для определения наличия взаимосвязи между диаметрами сверл и их средней наработкой до функционального отказа проведен корреляционный анализ результатов производственных испытаний сверл, представленных в таблице 1.

Все испытанные сверла можно разбить на две группы по твердости обрабатываемых заготовок: 1-я группа – обрабатываемые заготовки нормальной твердости ( $HB \leq 200$ ); 2-я группа – обрабатываемые заготовки повышенной твердости ( $HB = 300$ ). Это позволяет выявить тесноту корреляционной взаимосвязи между диаметрами сверл и их средней наработкой до функционального отказа при обработке деталей нормальной твердости. Для сверл 2-й группы проводить корреляционный анализ не имеет смысла, так как взаимосвязь между диаметрами сверл и их средней наработкой до функционального отказа полностью отсутствует.

Корреляционный анализ для сверл 1-й группы показал абсолютное отсутствие взаимосвязи между диаметрами сверл и их средней наработкой до функционального отказа. Коэффициент линейной корреляции Пирсона  $\gamma_{dL_{СРМ}} = -0,161$ , при доверительном интервале 0,805–0,991. А это значит, что в диапазоне скоростей резания, соответствующих области экстремума, зависимости наработки до

функционального отказа от скорости резания, диаметр сверл не оказывает влияния на их среднюю наработку.

Общепринятые формулы отражают прямо пропорциональную зависимость между стойкостью и диаметром сверла для диапазона скоростей резания правой, ниспадающей ветви графика стойкостной зависимости.

В связи с отсутствием связи между наработкой до функционального отказа и диаметром сверл в диапазоне скоростей резания, соответствующих экстремуму зависимости  $L_0 = f(V)$ , необходимо определить причины и факторы, влияющие на нее.

В работе [2] на основании анализа результатов лабораторных исследований и производственных испытаний показано, что в диапазоне скоростей резания, соответствующих экстремуму зависимости  $L_0 = f(V)$ , отказ сверл преимущественно обусловлен износом ленточек.

Корреляционный анализ взаимосвязи между диаметрами сверл и средней интенсивности износа их ленточек  $IK_{ЛОСР}$  (см. таблицу 1) выявил тесную линейную взаимосвязь между ними. Коэффициент линейной корреляции Пирсона между диаметрами сверл и средней интенсивности износа их ленточек равен  $\gamma_{dIK_{ЛОСР}} = 0,956$ . При доверительном интервале 0,621–0,928. График зависимости интенсивности износа ленточек от диаметра сверла представлен на рисунке 2.

Их вышеизложенного следует, что в диапазоне скоростей резания, соответствующих экстремуму зависимости  $L_0 = f(V)$ , с увеличением диаметра сверла возрастает интенсивность износа ленточек, в результате чего наработка до функционального отказа с увеличением их диаметра не повышается.

Таким образом, в диапазоне скоростей резания, соответствующих области экстремума зависимости наработки до функционального отказа от скорости резания, диаметр сверл не оказывает влияния на их наработку до функционального отказа. В этом диапазоне скоростей резания с увеличением диаметра сверл возрастает интенсивность износа ленточек.

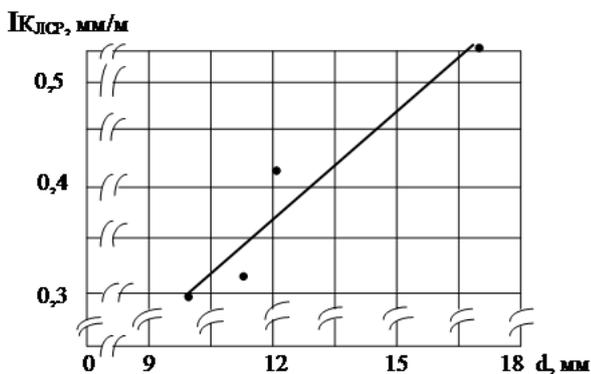


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности износа ленточек от диаметра сверла

*Литература*

1. *Даниленко Б.Д.* Выбор режимов резания при сверлении / Б.Д. Даниленко и др. // Прогрессивная технология машиностроительного производства: сб. статей. М.: Изд-во МГТУ, 1989.
2. *Древаль А.Е.* Формирование отказов спиральных сверл в условиях автоматизированного производства: [Электронное научно-техническое издание] / А.Е. Древаль, Н.А. Рагрин, В.А. Самсонов; МГТУ им. Баумана. 2011. № 10.