

УДК 621.951.45

**ЗАВИСИМОСТЬ НАРАБОТКИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ОТ ИХ ДИАМЕТРА
ПРИ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРАХ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ**

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

Приведены зависимости наработки от диаметра быстрорежущих спиральных сверл при параметрах режима резания соответствующих максимальной стойкости инструмента.

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

**DEPENDENCE OF THE OPERATING TIME OF SPIRAL DRILLS
ON THEIR DIAMETER AT RATIONAL PARAMETERS OF THE CUTTING MODE**

A.P. Muslimov, N.A. Ragrin, V.A. Samsonov

Dependences of the operating time on diameter of fast-cutting spiral drills are resulted at parameters of a cutting mode for the maximum firmness of a tool.

Key words: a drill; firmness; an operating time; diameter; an extremum.

В общем объеме централизованного производства режущих инструментов наибольший удельный вес занимают спиральные сверла (около 30 %), поэтому большой практический интерес представляют исследования их стойкости.

В работе [1, с. 78–80] проведен корреляционный анализ взаимосвязи между диаметром сверл и их средней наработкой до функционального отказа в метрах ($L_{\text{ОСРМ}}$) по результатам производственных испытаний. Корреляционный анализ показал абсолютное отсутствие взаимосвязи между ними. Коэффициент линейной корреляции Пирсона составил $r_{\text{dLcpm}} = -0,161$, при доверительном интервале 0,805–0,991. На основании этого сделан вывод, что в условиях автоматизированного производства диаметр сверла не оказывает существенного влияния на стойкость, выраженную суммарной длиной просверленных отверстий.

Однако общепринятые формулы отражают прямо пропорциональную зависимость между периодом стойкости и диаметром сверл [2]. В таблице 1 приведена средняя наработка сверл до их функционального отказа, выраженная в часах ($L_{\text{ОСРЧ}}$, час).

Таблица 1 – Средняя наработка до отказа в часах

Диаметр сверла, d, мм	9,8	11,5	12,0	13,8	17,5
Средняя наработка до отказа в часах, $L_{\text{ОСРЧ}}$, ч	8,0	8,7	8,56	10,2	13,3

В отличие от наработки до функционального отказа, выраженной в метрах $L_{\text{ОСРМ}}$, часовая наработка имеет тенденцию к увеличению при увеличении диаметра сверла. График зависимости $L_{\text{ОСРЧ}} = f(d)$ показан на рисунке 1. Эта зависимость может быть представлена в виде

$$L_{\text{ОСРЧ}} = 3,58d^{0,4}. \quad (1)$$

Фактически наработка в метрах характеризует количество изготовленных деталей, тогда как ее выражение в часах характеризует время, за которое эти детали были изготовлены. Однако увеличение времени на изготовление деталей без увеличения их количества с ростом диаметра сверл отнюдь не является положительным фактором. Возникла необходимость определить причины и факторы, в силу которых такая закономерность имеет место.

В работе [1] показано, что между диаметрами сверл и их средней интенсивностью износа ленточек при отказе существует тесная взаимосвязь. Коэффициент линейной корреляции Пирсона равен $r_{\text{dLcpm}} = 0,956$. При доверительном интервале 0,621–0,928.

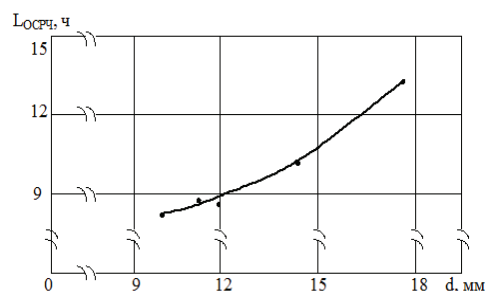


Рисунок 1 – Зависимость средней часовой наработки до функционального отказа от диаметра сверл

между диаметром сверл и средней величиной износа ленточек при их отказе показал наличие тесной взаимосвязи между ними. Коэффициент линейной корреляции Пирсона равен $r_{dL_{осрч}} = 0,96$ при доверительном интервале 0,621–0,928. Таким образом, средняя интенсивность износа ленточек с увеличением диаметра сверл возрастает за счет увеличения средней величины износа ленточек при отказе инструмента, а средняя наработка до функционального отказа, выраженная в метрах, не зависит от диаметра сверла.

Часовая наработка связана с наработкой, выраженной в метрах следующим образом:

$$L_{осрч} = \frac{1000L_{осрм}}{60S_o \cdot n} = \frac{L_{осрм} \cdot \pi \cdot d}{60S_o \cdot V}, \quad (3)$$

где d – диаметр сверла, мм, S_o – осевая подача, мм/об, V – скорость резания м/мин, n – частота вращения шпинделя станка, об/мин.

Из представленной формулы следует, что при отсутствии тенденции к возрастанию наработки до отказа в метрах $L_{осрм}$ и постоянных скорости резания и подаче часовая наработка $L_{осрч}$ увеличивается с увеличением диаметра сверла.

Используя зависимости (1) и (3) получим формулу для расчета средней наработки до функционального отказа в метрах

$$L_{осрм} = \frac{68,4S_o \cdot V}{d^{0,6}}. \quad (4)$$

В таблице 2 представлена рассчитанная по формуле (4) средняя наработка до отказа сверл. Сравнение величины наработки, рассчитанной по формуле (4) с фактическими средними наработками, полученными в результате испытаний, показало, что погрешность расчетов не превышает 13,1 % и в среднем составляет 6,3 %.

Таблица 2 – Средняя наработка до отказа

Диаметр сверла, d, мм	9,8	11,5	12,0	13,8	17,5
Средняя наработка до отказа, $L_{осрм}$, м	47,7	32,8	22,9	39,2	36,0
$L_{осрм}$ рассчитанная по формуле (4), м	52,8	32,7	25,9	39,3	33,9
Погрешность расчета в %	10,7	0,3	13,1	0,25	5,8

В работе [3, с. 81–84] показано, что в диапазоне скоростей резания экстремума стойкостной зависимости существуют рациональные подачи, при которых стойкость сверл максимальная. Рациональную подачу можно определить по формуле

$$S_{орач} = 0,04d^{0,75}. \quad (5)$$

Используя зависимости (4) и (5) и значение скорости резания экстремума стойкостной зависимости [1] ($V = 13,5$ м/мин), получим формулу для расчета максимальной средней наработки до функционального отказа в метрах:

$$L_{\text{ОСРМmax}} = 37d^{0,15}. \quad (6)$$

Из таблицы 3 видно, что при работе со скоростью резания экстремума стойкостной зависимости и с рациональными подачами наработка сверл незначительно увеличивается с увеличением диаметра сверла. Анализ результатов производственных испытаний, представленных выше, показал отсутствие взаимосвязи между диаметром сверл и их средней наработкой до функционального отказа в метрах. Причиной этого является применение заниженных подач, вместо рациональных (см. таблицу 3). У сверл диаметром 9,8 мм $S_{\text{О}} = S_{\text{Орац}}$, их средняя наработка до отказа максимальная (см. таблицу 2).

Таблица 3 – Средняя максимальная наработка до отказа и подача

Диаметр сверла, d, мм	9,8	11,5	12,0	13,8	17,5
$L_{\text{ОСРmax}}$, рассчитанная по формуле (6)	52,1	53,4	53,7	54,8	56,8
$S_{\text{О}}$ фактическая, мм/об	0,22	0,18	0,14	0,22	0,2
$S_{\text{Орац}}$, рассчитанная по формуле (5), мм/об	0,22	0,25	0,26	0,29	0,34

Таким образом, влияние диаметра сверла на их наработку в метрах выражается зависимостью $L_{\text{ОСРМmax}} = 37d^{0,15}$ при скорости резания экстремума стойкостной зависимости и рациональных подачах.

Литература

1. *Муслимов А.П.* Влияние глубины резания на стойкость сверл в условиях автоматизированного производства / А.П. Муслимов, Н.А. Рагрин, В.А. Самсонов // Вестник КРСУ. 2013. Т. 13. № 4.
2. *Бобров В.Ф.* Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров. М.: Машиностроение, 1975. 344 с.
3. *Рагрин Н.А.* Оптимальные подачи спиральных сверл в условиях автоматизированного производства / Н.А. Рагрин // Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. "Техника и технология: новые перспективы развития". М., 2012.