

УДК 621.951.45

**ЗАВИСИМОСТЬ СТОЙКОСТИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ  
ОТ ТВЕРДОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА  
ПРИ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРАХ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ**

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

Приведены зависимости стойкости быстрорежущих спиральных сверл от твердости обрабатываемого материала при параметрах режима резания максимальной стойкости инструмента.

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

**DEPENDENCE OF FIRMNESS OF SPIRAL DRILLS  
ON THE HARDNESS OF THE PROCESSED MATERIAL  
AT RATIONAL PARAMETERS OF THE CUTTING MODE**

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

Dependences of firmness of fast-cutting spiral drills on hardness of a processed material are resulted at parameters of a cutting mode for the maximum firmness of a tool.

*Key words:* a drill; firmness; an operating time; hardness.

В связи с тем, что на машиностроительных заводах спиральные сверла составляют от 11,3 до 22,8 % от общего количества используемых инструментов, определенный интерес для машиностроительного производства представляет исследование их стойкости в зависимости от твердости обрабатываемого материала.

В работе [1, с. 45–47] приведены результаты лабораторных исследований, которые показали, что с увеличением твердости обрабатываемого материала стойкость сверл, работающих со скоростями резания, соответствующими диапазону экстремума стойкостной зависимости, уменьшается в основном за счет увеличения интенсивности износа ленточек. В результате лабораторных исследований получена зависимость интенсивности износа ленточек сверл диаметром 10,2 мм от твердости обрабатываемого материала при следующих параметрах режима резания: скорость резания 12 м/мин, подача 0,23 мм/об. На графике (рисунок 1) показана зависимость средней интенсивности износа ленточек сверл диаметром 9,8 мм от твердости материала, полученная в результате производственных испытаний сверл [2, с. 37–39]. Условия производственных испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия производственных испытаний

Диаметр сверла, d, мм	Скорость, V, м/мин	Подача, S <sub>0</sub> , мм/об	Твердость, НВ
9,8	13,8	0,22	200
10,5	12,6	0,14	300

В работе [3, с. 81–84] освещены результаты лабораторных исследований влияния подачи на стойкость спиральных сверл, показано, что в диапазоне скоростей резания экстремума стойкостной зависимости ( $V = 12 \div 16$  м/мин) зависимость стойкости от подачи также имеет экстремальный характер, максимум которой соответствует рациональной подаче и при уменьшении подачи от этого значения увеличивается интенсивность износа ленточек. Для сверл диаметром 9,8 мм значение рациональной подачи равно 0,23 мм/об и, как видно из таблицы 1, практически совпадает с величиной подачи при производственных испытаниях данных сверл.

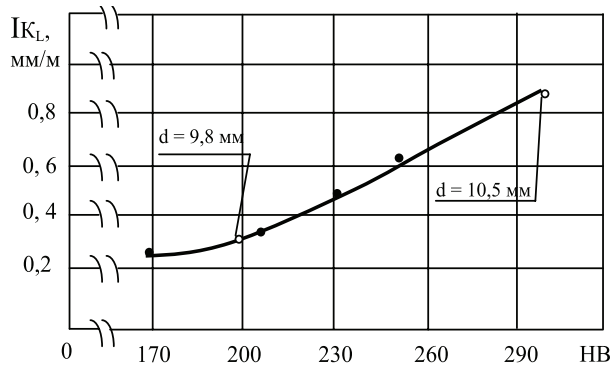


Рисунок 1 – Зависимость интенсивности износа ленточек IKL от твердости обрабатываемого материала

Для сверл диаметром 14,5 мм рациональная подача равна 0,3 мм/об. Интенсивность износа ленточек при рациональной подаче связана с интенсивностью износа ленточек при меньшей подаче следующей зависимостью:

$$I_{K_{L_{РАЦ}}} = I_{K_L} \cdot \left( \frac{S_O}{S_{O_{РАЦ}}} \right)^{0,91}, \quad (1)$$

где  $I_{K_{L_{РАЦ}}}$  – интенсивность износа ленточек при рациональной подаче,  $I_{K_L}$  – интенсивность износа ленточек при подаче  $S_O$  меньшей рациональной,  $S_O$  – подача меньшая рациональной,  $S_{O_{РАЦ}}$  – рациональная подача.

В работе [3] предложена зависимость для расчета оптимальной подачи в виде

$$S_{O_{РАЦ}} = 0,04d^{0,75},$$

Тогда зависимость (1) можно представить следующим образом:

$$I_{K_{L_{РАЦ}}} = I_{K_L} \cdot \left( \frac{S_O}{0,04d^{0,75}} \right)^{0,91}, \quad (2)$$

Для сверл диаметром  $d = 10,5$  мм оптимальная подача равна 0,23 мм/об. Как видно из таблицы 1 сверла диаметром 10,5 мм при проведении производственных испытаний работали с подачей 0,14 мм/об, что значительно меньше рациональной подачи, следовательно, при работе с рациональной подачей интенсивность износа ленточек этих сверл можно вычислить по формуле (2). При проведении производственных испытаний средняя интенсивность износа ленточек сверл диаметром 10,5 мм равнялась 1,6 мм/м [2]. Тогда при рациональной подаче 0,23 мм/об вычисленная по формуле (2) средняя интенсивность износа ленточек будет равна 0,87 мм/м. Это значение средней интенсивности износа ленточек сверл диаметром 10,5 мм также помещено на рисунке 1. В результате получен график зависимости средней интенсивности износа ленточек сверл от твердости обрабатываемого материала, который в диапазоне твердости HB180÷300 можно представить в следующем виде:

$$I_{K_{L_{РАЦ_{СР}}}} = C \cdot HB^{0,85}. \quad (3)$$

Однако, как было отмечено выше, зависимость (2) получена из расчета применения рациональных подач, которые можно рассчитать по формуле, приведенной выше [3]. Используя зависимости (2) и (3) получим зависимость средней интенсивности износа ленточек сверл от твердости обрабатываемого материала, учитывающую влияние подачи в виде

$$I_{K_{Лср}} = \frac{C \cdot HB^{0,85}}{\left( \frac{S_O}{0,04d^{0,75}} \right)^{0,91}}. \quad (4)$$

Средняя наработка до отказа равна отношению средней величины износа ленточек при отказе сверл к средней величине интенсивности их износа. В работе [2] показано, что с высокой достоверностью можно принять среднюю величину износа ленточек при функциональном отказе равной величине диаметра сверл. Тогда зависимость средней величины наработки до отказа сверл от твердости обрабатываемого материала и подачи будет иметь вид

$$L_{O_{СР}} = \frac{d^{0,66} \cdot S_O^{0,91}}{C_1 \cdot HB^{0,85}}, \quad (5)$$

где коэффициент  $C_1 = 0,0004$  для твердости  $HB < 230$  и  $C_1 = 0,001$  для твердости  $HB > 230$ .

В таблице 2 представлены результаты производственных испытаний спиральных сверл и результаты расчетов по формуле (5). Как видно из представленной таблицы, скорости резания всех испытанных сверл соответствуют диапазону экстремума стойкостной зависимости. Погрешность расчета по формуле (5) в среднем составила 13,15 %.

Таблица 2 – Расчетная средняя наработка до отказа

Диаметр сверла, d, мм	9,8	10,5	11,5	12,0	13,8	17,5
Скорость резания, V, м/мин	13,8	12,6	12,6	12,0	12,6	13,8
Подача, S <sub>0</sub> , мм/об	0,22	0,14	0,18	0,14	0,22	0,2
Твердость деталей, НВ	200	300	200	180	200	190
Средняя наработка до отказа, L <sub>о<sub>ср</sub></sub> , м	47,7	6,0	32,8	22,9	39,2	36,0
L <sub>о<sub>ср</sub></sub> , м рассчитанная по формуле (5)	31,4	6,2	29,1	26,1	39,4	44,1
Погрешность расчета, %	34,1	3,3	11	12	0,5	18

Таким образом, в результате лабораторных и производственных испытаний сверл получена зависимость средней наработки до функционального отказа сверл от твердости обрабатываемого материала, учитывающая влияние диаметра сверла и подачи в диапазоне скоростей резания экстремума стойкостной зависимости.

#### **Литература**

1. *Муслимов А.А.* Влияние твердости обрабатываемого материала на стойкость быстрорежущих спиральных сверл / А.А. Муслимов, Н.А. Рагрин, В.А. Самсонов // Вестник КРСУ. 2013. Т. 13. № 7.
2. *Рагрин Н.А.* Обеспечение безотказности быстрорежущих спиральных сверл в условиях автоматизированного производства / Н.А. Рагрин // Машиностроитель. 2012. № 7.
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.