

УДК.: 621.951.45.

КРИТЕРИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОТКАЗА БЫСТРОРЕЖУЩИХ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

РАГРИН Н.А.

КГТУ им. И.Раззакова
n_ragrin@mail.ru

Предложен критерий функционального отказа быстрорежущих спиральных сверл при обработке деталей из углеродистых конструкционных сталей в производственных условиях

The criterion of functional failure of high-speed twist drills in the processing of parts made of carbon structural steels under industrial conditions

Как показали обследования автоматических линий [1], в общем балансе нецикловых потерь времени простоя технологического оборудования из-за отказов режущего инструмента составляют 16-22%. 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%).

Принято считать, что отказ спиральных сверл обусловлен износом их главных задних поверхностей. Это положение зафиксировано в нормативах режимов резания [2] для всего возможного диапазона скоростей сверления. Гарантией безотказной работы сверл должны служить критерии отказа инструмента.

Нормативы износа и стойкости быстрорежущих спиральных сверл [3], рекомендуют критерии отказа - определенную ширину фаски износа главной задней поверхности h_3 , в зависимости от диаметра сверла.

Результаты испытаний, представленные в работе [4], показали, что в условиях массового производства износ главных задних поверхностей сверл не является причиной отказа инструмента. То есть рекомендуемые нормативами [3] критерии отказа быстрорежущих спиральных сверл не позволяют судить об их работоспособности в условиях массового производства.

В работе [5] по результатам лабораторных исследований быстрорежущих спиральных сверл диаметром 10,2 мм представлены графики, показывающие взаимосвязь износов их ленточек и уголков в широком диапазоне скоростей резания.

Для определения тесноты взаимосвязи износов ленточек K_L и уголков Δd данных сверл проведен корреляционный анализ, результаты которого представлены в табл.1, где $\Upsilon_{\Delta d K_L}$ – коэффициент линейной корреляции Пирсона между износом ленточек и износом уголков сверл, $C_{\Delta d}$ – значение тангенса угла наклона каждой кривой к оси абсцисс.

Таблица 1

$V, \text{ м/мин}$	0,15	0,2	0,26	0,35	0,43	0,5	
$\Upsilon_{\Delta d K_L}$	0,98	0,997	0,99	0,98	0,98	0,9	$\Upsilon_{\Delta d K_L \text{ ср}} = 0,97$
$C_{\Delta d}$	0,0095	0,0109	0,0108	0,012	0,012	0,01	$C_{\Delta d \text{ ср}} = 0,0108$

Корреляционный анализ показал наличие тесной линейной взаимосвязи между износом ленточек K_L и износом уголков Δd сверл во всем исследуемом диапазоне скоростей резания. Величина коэффициента корреляции $\Upsilon_{\Delta d K_L}$ лежит в пределах 0,9 – 0,99, при доверительном интервале 0,805 – 0,991. Среднее значение коэффициента корреляции равно $\Upsilon_{\Delta d K_L \text{ ср}} = 0,97$.

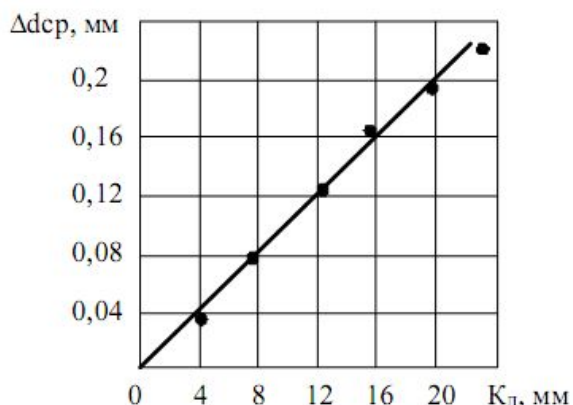


Рис.1. Взаимосвязь среднего износа уголков сверл Δd_{cp} от износа ленточек $K_{л}$

На рис.1 представлен график, показывающий взаимосвязь средних значений износа уголков данных сверл Δd_{cp} от износа их ленточек $K_{л}$, который также подтверждает линейный характер этой взаимосвязи.

Взаимосвязь износа уголков сверл Δd от износа ленточек $K_{л}$ можно представить в виде:

$$\Delta d = C_{\Delta d} \cdot K_{л} \text{ мм.} \quad (1)$$

Величина постоянной $C_{\Delta d}$ существенно не изменяется при варьировании скорости резания, см. табл.1, и в среднем равна $C_{\Delta dcp} = 0,0108$.

В работе [6] приведены результаты испытаний быстрорежущих спиральных сверл при обработке деталей из углеродистых конструкционных сталей в условиях массового производства. Показатели износа ленточек партий сверл диаметром свыше 10 мм представлены в табл.2.

Таблица 2

Показатели	Диаметр сверла d, мм							
	10,5	11,5	12,0	13,8	17,5	21,0	35,0	
Ср. износ ленточек $K_{лсрo}, \text{мм}$	9,7	10,1	9,4	10,5	18,9	21,0	36,0	
Ср. кв. отклонение $\sigma_{Kл}, \text{мм}$	1,84	2,63	2,81	3,15	2,83	3,36	7,92	
Коэффициент вариации $\vartheta_{Kл}$	0,19	0,26	0,3	0,3	0,15	0,16	0,22	

По результатам производственных испытаний построен график зависимости среднего износа ленточек при отказе сверл от их диаметров, представленный на рис. 2. Эту зависимость можно представить в виде:

$K_{лсрo} = C_{Kл} \cdot d \text{ мм,} \quad (2)$
 где $C_{Kл} = 1,04$.

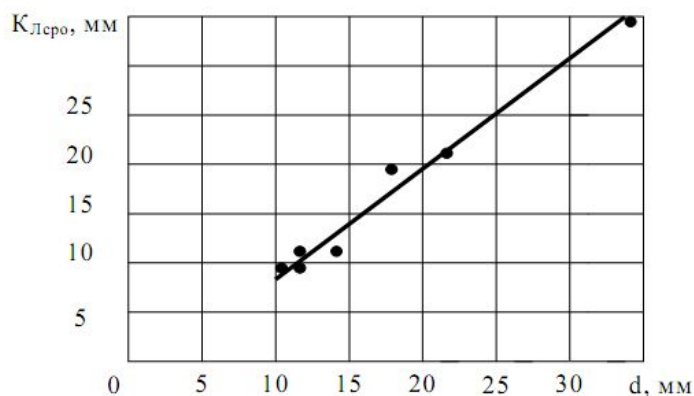


Рис.2. Зависимость средней величины износа ленточек при отказе сверл от их диаметра

Из данных табл.2 можно определить средний коэффициент вариации распределений износов ленточек сверл, который равен $\vartheta_{\text{Клср}} = 0,225$. Тогда среднеквадратичное отклонение $\sigma_{\text{Кл}}$ можно определить по формуле:

$$\sigma_{\text{Кл}} = d \cdot \vartheta_{\text{Клср}}$$

Это значит, что износ ленточек сверл с учетом рассеивания с 95% вероятностью безотказной работы можно определить по формуле:

$$K_{\text{Лг},0,95} = d - 2\sigma_{\text{Кл}} \text{ или } K_{\text{Лг},0,95} = d \cdot (1 - 2\vartheta_{\text{Клср}}),$$

$$\text{То есть } K_{\text{Лг},0,95} = 0,55d. \quad (3)$$

Используя формулы (1), (2) и (3), можно определить значение критерия функционального отказа Δd_0 в зависимости от диаметра сверла с 95 % вероятностью безотказной работы инструмента ($\gamma = 0,95$) в виде

$$\Delta d_{0\gamma,0,95} = 0,55C_{\Delta d} \cdot C_{\text{Кл}} \cdot d \text{ мм.}$$

Подставив значения коэффициентов $C_{\Delta d}$ и $C_{\text{Кл}}$, получим формулу, позволяющую определить критерий функционального отказа сверл с вероятностью их безотказной работы, равной $\gamma = 0,95$, в виде

$$\Delta d_{0\gamma,0,95} = 0,0062d, \text{ мм.} \quad (4)$$

Выводы: Лабораторные исследования и производственные испытания быстрорежущих спиральных сверл при обработке углеродистых конструкционных сталей позволили предложить критерий функционального отказа в виде определенной величины износа уголков в зависимости от диаметра сверла, предложены формулы для расчета данного критерия.

Предложенный критерий и его математическое выражение позволяют обеспечить эксплуатацию спиральных сверл с необходимой вероятностью безотказной работы.

Контролировать износ уголков значительно проще, по сравнению с контролем износа ленточек или главных задних поверхностей. Величина износа уголков может быть измерена без снятия сверла со станка, что дает возможность автоматизации контроля в процессе эксплуатации инструмента.

Литература

1. Грановский Г.И., Баклунов Е.Д., Панченко К.П. Стабильность работы режущего инструмента на автоматических линиях. // Автоматизация и механизация производственных процессов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1967, С.62-85.
2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания сверлами из современных марок быстрорежущих сталей. – М.: НИИМАШ, 1978.47с.
3. Общемашиностроительные нормативы по износу, стойкости и расходу спиральных сверл. – М.: НИИМАШ, 1980. – 40 с.
4. Рагрин Н.А. Восстановление работоспособности быстрорежущих спиральных сверл // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 22/2010, – С.29-31.
5. Рагрин Н.А. Критерий оптимального износа быстрорежущих спиральных сверл // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 21/2010. – С.43-45.
6. Рагрин Н.А. Пути повышения работоспособности быстрорежущих спиральных сверл в условиях автоматизированного производства // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 22/2011, – С.26-29.