

**КРИТЕРИЙ ОПТИМАЛЬНОГО ИЗНОСА БЫСТРОРЕЖУЩИХ
СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ**

РАГРИН Н.А.

E-mail: n_ragrin@mail.ru

Предложен критерий оптимального износа быстрорежущих спиральных сверл при обработке деталей из углеродистых конструкционных сталей

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%).

Работоспособность спиральных сверл во многом зависит от правильного выбора критерия износа инструмента, который гарантирует их безотказную работу. Есть мнение, что отказ от спиральных сверл обусловлен износом их главных задних поверхностей. Это положение зафиксировано в нормативах режимов резания [2] и принято для всего возможного диапазона скоростей сверления. Вместе с тем авторы работ [3,4] указывают на износ ленточек, как наиболее опасный вид износа для стойкости сверл, который приводит к образованию на части поверхности сверла прямого конуса, вместо обратного, что может привести к защемлению инструмента в обрабатываемом отверстии и поломке. Исследования [5] показали, что такое положение имеет место при сверлении со скоростями резания 0,1 – 0,15 м/с, когда отказ сверл происходит по причине износа ленточек и заклинивания в обрабатываемом отверстии участка рабочей части сверла с прямой конусностью. При работе со скоростями резания 0,35 - 0,5 м/с сверла выходят из строя по причине износа главных задних поверхностей. А в диапазоне скоростей резания 0,2 – 0,26 м/с наблюдается примерно равный вклад износа главных задних поверхностей и ленточек в формирование отказа сверл. Нормативы износа и стойкости быстрорежущих спиральных сверл [6] рекомендуют за критерий их износа принимать определенную величину фаски износа по главной задней поверхности h_z , величина которой для сверл диаметром 10,2 мм при обработке углеродистых конструкционных сталей составляет $h_z = 0,45$ мм. Но исследования работоспособности сверл данного диаметра в широком диапазоне скоростей резания [5] показали, что при работе с низкими скоростями резания 0,1 м/с, где преобладающим износом является износ ленточек, износ главных задних поверхностей к моменту отказа сверл не достигал нормативной величины, а при работе со скоростями резания 0,2 – 0,26 м/с значительно превышал (более чем в два раза) нормативную величину, при этом сверла продолжали работать. Результаты анализа условий эксплуатации быстрорежущих спиральных сверл диаметром от 5 до 45 мм при обработке углеродистых конструкционных сталей на автоматических линиях и агрегатных станках [7] показали, что при общем диапазоне варьирования скоростей резания от 0,15 до 0,5 м/с их распределение не зависит от диаметра сверла и хорошо согласуется с нормальным законом. Анализ 135 операций сверления позволил определить среднюю скорость резания, равную 0,25 м/с, при этом верхняя и нижняя границы генеральной средней составляют 0,26 до 0,24 м/с при двухсторонней доверительной вероятности 0,95. Из вышесказанного следует, что для случая эксплуатации спиральных сверл в условиях автоматизированного производства необходим другой критерий износа. При этом износ ленточек также не приемлем, как и износ главных задних поверхностей. Так как, с одной стороны, определение величины прямой конусности, K_l еще более затруднительно, чем ширины фаски износа главной задней поверхности h_z , а с другой стороны K_l так же, как и h_z , не является преобладающим в отказе инструмента во всем используемом диапазоне скоростей резания. Необходимо учитывать еще и то, что для измерения K_l и h_z требуется снять инструмент со станка, то есть контроль состояния инструмента не подлежит автоматизации.

На рис.1 показаны графики зависимости наработки от скорости резания при эксплуатации сверл до полной потери режущих свойств, кривая 1, и с применением критериев равного износа главной задней поверхности h_z , кривая 2, и уголков Δd , кривая 3, где Δd – уменьшение диаметра сверла у уголков. Испытывались сверла диаметром 10,2 мм по ГОСТ 10903-75, изготовленные из быстрорежущей стали Р6М5. Сверлились сквозные отверстия глубиной $3d$ в стали 45 (НВ190) при скоростях резания $V = 0,1; 0,15; 0,2; 0,26; 0,35; 0,43; 0,5$ м/с и подаче $S_o = 0,23$ мм/об. Как видно из представленного рисунка, вид графиков 1 и 2 совпадает лишь в диапазоне скоростей резания 0,35 –

0,5 м/с, тогда как вид графиков 1 и 3 совпадает практически во всем исследуемом диапазоне скоростей резания.

Уголок является точкой пересечения главной и вспомогательной режущих кромок сверла и линии пересечения главной задней поверхности и вспомогательной (ленточки), поэтому он в равной мере является частью их обеих. Износ уголков сверла Δd является величиной уменьшения диаметра сверла у уголков по причине износа, как главных задних поверхностей, так и ленточек инструмента. В связи с этим можно допустить, что износ уголков характеризует величину износа как главных задних поверхностей сверл, так и ленточек. На рис.2 представлены графики, показывающие взаимосвязь износов главных задних поверхностей и уголков сверл, рис.2.а, и износов ленточек и уголков инструмента, рис.2.б. Из представленных рисунков видно, что взаимосвязь между износом ленточек и износом уголков сверл не зависит от скорости резания и практически однозначна для всего диапазона скоростей резания, применяемых в автоматизированном производстве. Взаимосвязь между износом главных задних поверхностей и износом уголков однозначна и не зависит от скорости резания в диапазоне скоростей резания от 0,26 до 0,5 м/с. Это позволяет сделать вывод, что по величине износа уголков можно судить о величине износа ленточек сверл, работающих с любой скоростью резания, применяемой в автоматизированном производстве. Что касается величины износа главных задних поверхностей, то износ уголков сверла является его характеристикой в диапазоне скоростей резания, при которых износ главных задних поверхностей является преобладающим в формировании отказа сверл.

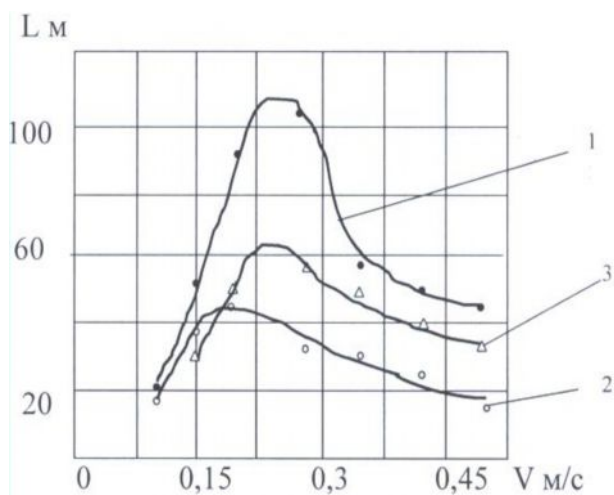


Рис.1. Зависимость наработки сверл от скорости резания:
1 – до функционального отказа сверл; 2 – $h_z = 0,4$ мм; 3 – $\Delta d = 0,12$ мм

На рис.3. приведены результаты производственных испытаний быстрорежущих спиральных сверл диаметров 9,8 мм при сверлении углеродистой конструкционной стали (НВ200). Испытывалась партия сверл в количестве 25 штук. Сверла эксплуатировались до полной потери режущих свойств,

то есть до функционального отказа.

Из представленного рисунка видно, что отказы сверл имели место при износе ленточек K_l более 10 мм, $K_l = 10$ мм можно считать границей безотказной работы этих сверл. Из рис.2б можно определить величину износа уголков сверл Δd при данной величине износа ленточек. Для износа ленточек $K_l = 10$ мм величина износа уголков Δd составляет от 0,1 до 0,12 мм.

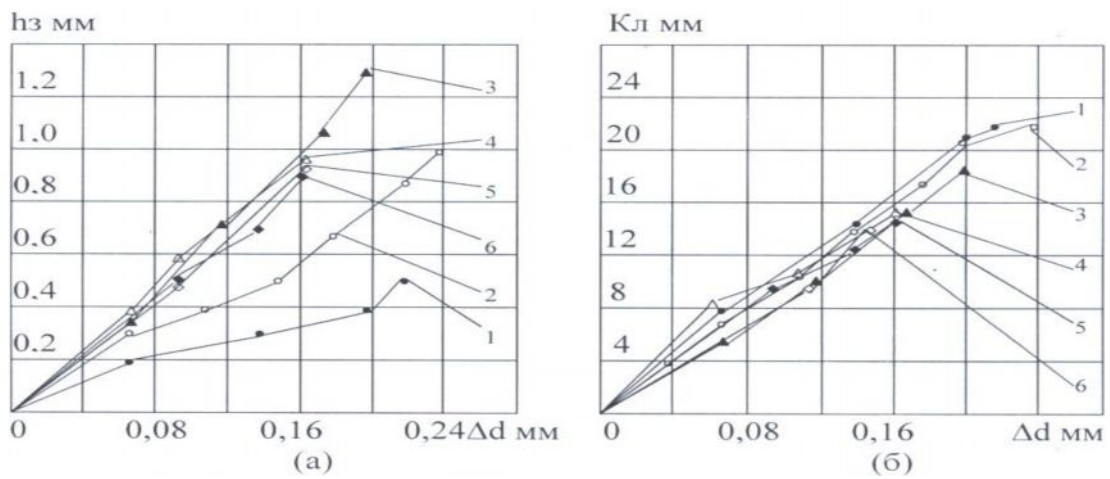


Рис.2. Взаимосвязь износов главных задних поверхностей h_3 , ленточек $K_{л}$ с износом уголков сверл Δd , где: 1 - $V = 0,15$ м/с; 2 - $V = 0,2$ м/с; 3 - $V = 0,26$ м/с; 4 - $V = 0,35$ м/с; 5 - $V = 0,43$ м/с; 6 - $V = 0,5$ м/с

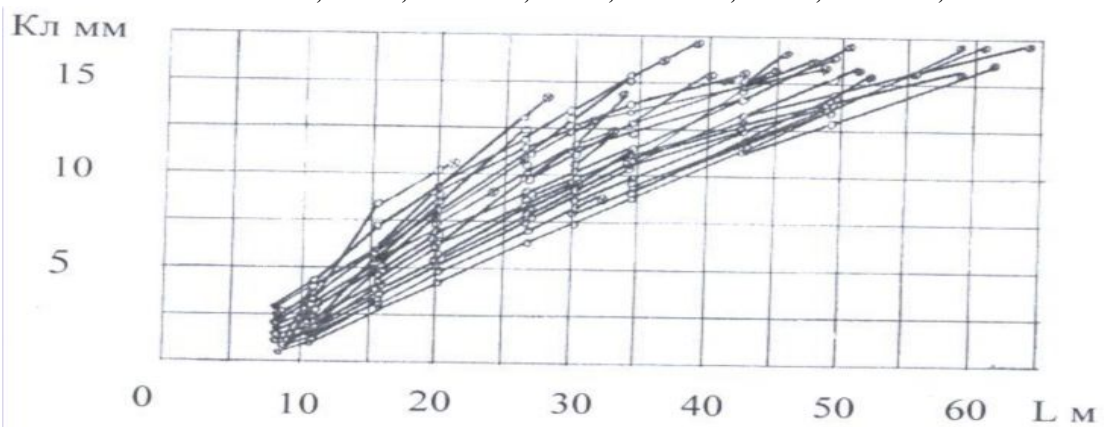


Рис.3. Зависимость износа ленточек сверл $K_{л}$ от наработки L (где наработка L – общая длина просверленных отверстий)

Величина износа уголков сверл $\Delta d = 0,1$ мм может быть принята как критерий оптимального износа, гарантирующий безотказную работу быстрорежущих спиральных сверл данного диаметра при обработке углеродистых конструкционных сталей в диапазоне скоростей резания применяемых в автоматизированном производстве. Удаление 10-ти миллиметрового участка рабочей части сверла при переточке будет гарантировать полное восстановление его работоспособности, а значит и максимальную суммарную стойкость. Величина износа Δd может быть измерена без снятия сверла со станка, что дает возможность автоматизации контроля износа инструмента в процессе эксплуатации.

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. – 47 с.
3. Грановский Г.И. и др. Резание металлов.–М.: Машгиз, 1954. – 472 с.
4. Еремеева Н.М. Сверла. – М.: Машгиз, 1959.
5. Рагрин Н.А. Влияние износа отдельных рабочих элементов на характер формирования отказа быстрорежущих спиральных сверл. // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек.19/2009. – С. 19-24.
6. Общемашиностроительные нормативы по износу, стойкости и расходу спиральных сверл. – М.: НИИМАШ, 1980. – 47 с.
7. Рагрин Н.А., Древаль А.Е. Выбор режимов резания быстрорежущих спиральных сверл // И.л. № 1212(4079). – Фрунзе: КиргизНИИНТИ, 1987. – 3 с.