

УДК.: 621.951.45

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАРАБОТКИ ДО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОТКАЗА
БЫСТРОРЕЖУЩИХ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
КРИВЫХ ИЗНОСА ИХ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

РАГРИН Н.А.

КГТУ им. И.Раззакова
izvestiya@ktu.aknet.kg

Приведены результаты лабораторных исследований и производственных испытаний быстрорежущих спиральных сверл, предложены пути повышения наработки до функционального отказа инструмента на основании анализа кривых износа режущих элементов

Result of laboratory and production testing of high-speed twist drills are suggested ways to increase the operating time to functional failure analysis tool based on the wear curves of the cutting elements

В общем объеме централизованного производства режущего инструмента наибольший удельный вес занимают спиральные сверла (около 30%).

Есть мнение, что отказ спиральных сверл обусловлен износом их главных задних поверхностей. Это положение зафиксировано в нормативах режимов резания [1] и принято для всего возможного диапазона скоростей сверления. Однако в процессе обработки отверстия спиральным сверлом одновременно участвуют пять режущих кромок (две главных, две вспомогательных - ленточки и поперечная), каждая из которых по мере износа влияет на работоспособность инструмента.

Для определения характера влияния износа отдельных рабочих элементов спиральных сверл на наработку до функционального отказа инструмента в широком диапазоне скоростей резания были проведены лабораторные исследования со сверлами диаметром $d = 10,2$ мм по ГОСТ 10903-77, изготовленными из быстрорежущей стали Р6М5. Сверлились сквозные отверстия глубиной $3d$ в стали 45 НБ190 при скоростях резания $V = 6; 9; 12; 16; 21; 26; 30$ м/мин, и подаче $S_o = 0,23$ мм/об. Сверла изнашивались до полной потери работоспособности (функционального отказа) в виде поломки, износ всех режущих элементов сверл контролировался через каждые 50 – 100 отверстий.

На рис.1 представлены кривые износа главных задних поверхностей h_z (рис.1,а), ленточек K_L (рис.1,б), поперечной кромки h_P (рис.1,в) и уголков Δd (рис.1,б). Износ ленточек выражался в образовании участка с прямой конусностью на рабочей части сверла и оценивался линейной величиной, измеряемой вдоль оси сверла (K_L) от уголков до точки перегиба – перехода прямой конусности в обратную. Визуально определить границу износа ленточек не представляется возможным. Износ уголков Δd выражался в уменьшении диаметра сверла у уголков. Из представленного рисунка видно, что кривые износа главных задних поверхностей сверл, работавших со всеми скоростями резания, имеют явно выраженный участок приработки и нормального износа. Участок катастрофического износа имеет место у сверл, работавших со скоростями резания $V = 21$ м/мин, $V = 26$ м/мин и $V = 30$ м/мин (рис.1,а, кривые 5-7). У сверл, работавших с меньшими скоростями резания, участок катастрофического износа главных задних поверхностей не наблюдается. Кривые износа ленточек и уголков всех испытанных сверл (рис.1,в) и уголков (рис.1,г) близки к линейным, участки приработки, нормального и катастрофического износа на них не выражены. Как видно из представленного рисунка, скорость резания влияет только на интенсивность износа ленточек и уголков сверл, что определяется углом наклона кривой износа к оси абсцисс. Вид кривых износа ленточек и уголков сверл и характер их износа позволяют предположить тесную взаимосвязь между ними, что нашло подтверждение в работе [2], на основании чего износ уголков сверл можно считать одним из проявлений износа ленточек.

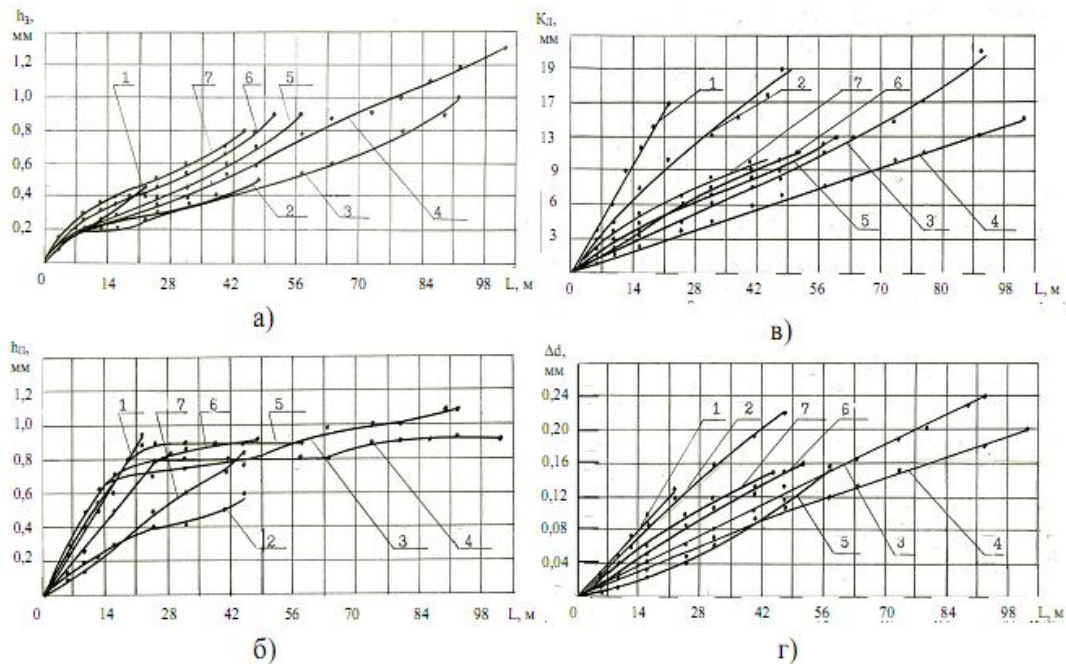


Рис.1. Кривые износа: а) главных задних поверхностей, б) ленточек, в) поперечной кромки, г) уголков, где 1 - $V=6$ м/мин; 2 - $V=9$ м/мин; 3 - $V=12$ м/мин; 4 - $V=16$ м/мин; 5 - $V=21$ м/мин; 6 - $V=26$ м/мин; 7 - $V=30$ м/мин.

Причинами высокой интенсивности износа на участке приработки главных задних поверхностей являются погрешности поверхностного слоя при заточке инструмента, а также большие контактные напряжения на первоначально малой ширине площадки износа.

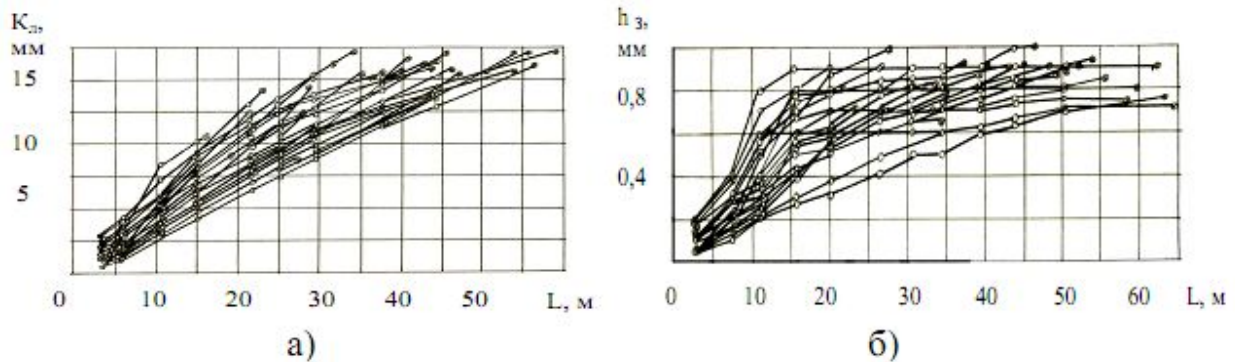
Ленточки не имеют погрешностей заточки, а в результате нулевых задних углов площадка контакта с поверхностью резания и с обработанной поверхностью у них постоянная по ширине. Поэтому на кривых износа ленточек сверл участки приработки отсутствуют. Участки катастрофического износа на кривых износа ленточек также не имеют места по причине постоянной ширины площадки контакта.

Кривые износа поперечной кромки имеют участок приработки и нормального износа, участок катастрофического износа отсутствует при работе со всеми скоростями резания (рис.1,б).

Участок нормального износа поперечной кромки характеризуется образованием конуса на вершине сверла, представленного на рис.2, после чего форма вершины сверла не изменялась, вплоть до отказа инструмента, также как и вид кривых износа поперечной кромки, что не дает основания считать этот вид износа причиной функционального отказа сверл.



Рис.2. Вид износа поперечной кромки



**Рис.3. Семейства кривых износа задних поверхностей и ленточек сверл диаметром 9,8 мм, где
а) – износ задних поверхностей, б) – износ ленточек**

На рис.3 представлены семейства кривых износа главных задних поверхностей и ленточек сверл диаметром $d = 9,8$ мм, полученные по результатам производственных испытаний. Методы производственных испытаний представлены в работе [3]. На представленном рисунке видны явно выраженные участки приработки и нормального износа главных задних поверхностей (рис.3.а) участки катастрофического износа отсутствуют, что не позволяет считать данный вид износа причиной функционального отказа сверл.

Кривые износа ленточек (рис.3.б) имеют прямолинейный вид, участки приработки, нормального и катастрофического износа на них не выражены. Представленные реализации износа характерны для всех диаметров испытанных сверл, что подтверждает результаты лабораторных исследований.

На рис.4 представлены зависимости среднего износа главных задних поверхностей и ленточек от наработки – суммарной длины просверленных отверстий. Как видно из представленного рисунка, зависимости среднего износа главных задних поверхностей сверл всех диаметров (рис.4.а) не имеют участка катастрофического износа, то есть аналогичны кривым износа главных задних поверхностей сверл, представленных на рис.1,а, кривые 1-4. Отказ сверл произошел на стадии нормального износа главных задних поверхностей, на основании чего можно сделать вывод: главные задние поверхности еще вполне работоспособны и их износ не является преобладающим в формировании функционального отказа сверл.

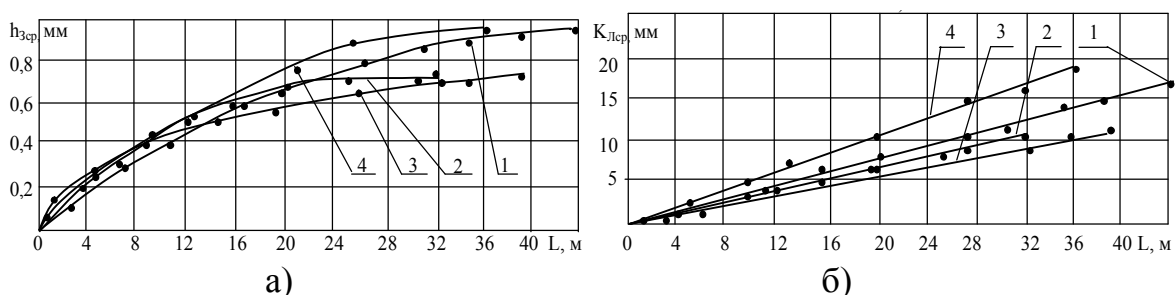


Рис.4. Кривые среднего износа главных задних поверхностей $h_{зср}$ и ленточек $K_{лср}$, где 1 – $d = 9,8$ мм, 2 – $d = 11,5$ мм, 3 – $d = 13,8$ мм, 4 – $d = 17,5$ мм

Кривые среднего износа ленточек, полученные по результатам производственных испытаний (рис.4,б), близки к линейным и с достаточной точностью могут быть аппроксимированы уравнениями прямой линии.

Корреляционный анализ взаимосвязи средней величины износа ленточек сверл и наработки показал тесную линейную взаимосвязь между ними (табл.1). Коэффициент линейной корреляции Пирсона равен $\gamma_{K_{лср}L} = 0,985 - 0,99$ при доверительном интервале $0,805 - 0,991$.

Таблица 1

Взаимосвязь средней величины износа ленточек сверл и наработки

Диаметр сверла d, мм	9,8	11,5	13,8	17,5
Коэффициент линейной корреляции Пирсона $\gamma_{\text{КлрL}}$	0,986	0,985	0,99	0,99

Выводы

В производственных условиях эксплуатации отказы сверл происходили на стадии нормального износа главных задних поверхностей, то есть они еще не потеряли работоспособность.

Лимитирующим в потере работоспособности сверл в условиях производственной эксплуатации является износ ленточек.

Линейность кривых износа ленточек и тесная его взаимосвязь с износом уголков сверл позволяет с применением методов математической статистики разработать критерии функционального отказа с необходимой вероятностью безотказной работы инструмента.

Для повышения наработки до функционального отказа сверл необходимо повысить износостойкость ленточек, например посредством применения износостойких покрытий.

Литература

1. Общемашиностроительные нормативы режимов резания сверлами из современных марок быстрорежущих сталей. – М.: НИИМАШ, 1978.47с.
2. Рагрин Н.А. Критерий оптимального износа быстрорежущих спиральных сверл // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 21/2010. – С.43-45.
3. Рагрин Н.А. Пути повышения работоспособности быстрорежущих спиральных сверл в условиях автоматизированного производства // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 22/2010,– С.26-29.