

## **ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА СИЛУ РЕЗАНИЯ И СИЛУ ТРЕНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ В АЛЮМИНИИ**

### **1. Введение**

В процессе обработки режущий инструмент подвергается интенсивному износу под влиянием физических явлений (адгезионное взаимодействие, механическое заклинивание микрочастиц материала в поверхности сверла, истирание и др.) сопровождающих этот процесс. Величина износа влияет на значительное увеличение силы трения за счет постоянного прироста площади поверхности контакта, что в свою очередь приводит к приросту силы резания. Прирост силы резания происходит не постепенно, а в три этапа [1 - 5]: первый этап это прирост силы резания и силы трения под влиянием износа происходит за счет приработки контактных площадок, причем он происходит довольно быстро, после чего наступает другой период; второй – время незначительного прироста силы резания и силы трения, который характеризуется постепенным износом и наиболее продолжителен, следовательно, влияет незначительно, доопределенного периода; третий – этап катастрофического износа, т.е. прирост силы резания и силы трения за очень короткий промежуток времени может превысить предел прочности инструментального материала, что вызывает его внезапный отказ.

Однако при глубоком безвыводном сверлении стандартными спиральными сверлами с элементами дробления стружки данных о влиянии величины износа на силу резания и силу трения в технической литературе отсутствуют. Поэтому необходимо установить влияние износа режущего инструмента на силу резания и силу трения при сверлении глубоких отверстий в литейных алюминиях.

### **2. Изложение основного материала**

Величина механического износа режущего инструмента при неглубоком сверлении отверстий превышала во много раз адгезионный, поэтому при расчете влияния износа на силу резания, следовательно, последним в расчетах можно пренебречь.

Наибольшей величины механический износ  $h_3$  (см. рис. 1) достигал в местах перехода ГРК в ленточки, т.е. на вершине сверла  $h_B$ , наименьший по вспомогательным ленточкам  $h'_B$ . Причем износ по ленточке уменьшался по мере удаления от вершины режущего инструмента, связано это с тем, что по мере увеличения глубины отверстия постепенно увеличивается площадь контакта ленточки и поверхности  $A_\gamma$  отверстия. За критерий общего износа  $h_3$  принималась наибольшая величина износа  $h_3 = h_B$ . В процентном соотношении к наибольшему износу на вершине сверла износ по другим режущим кромкам и поверхностям достигал:  $h'_3 = 6,0\%$ ;  $h_n = 50...60\%$ ;  $h'_B = 5...20\%$  и  $h_A = 1...4\%$ .

Влияние величины износа инструмента  $h_3$  на осевую составляющую силы резания ( $P_0$ ) и крутящего момента ( $M_{кр}$ ) устанавливались при сверлении литейных алюминия на установке специально изношенными сверлами  $D = 11,2$  мм из быстрорежущей стали Р6М5Ф3 с постоянными геометрическими параметрами режущей части сверла и скоростью резания ( $V = 31,65$  м/мин) и подачей ( $S = 0,26$  мм/об). Интервал величин износа режущего инструмента, при которых производились опыты по определению влияния износа сверла на силу резания, для наших условий был принят:  $h_3 = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4$  и  $0,5$  мм.

По результатам полученном в ходе проведения опытов строили графики зависимости осевой составляющей силы резания и крутящего момента от износа сверла (см. рис. 2, а и б), которые описываются формулами:

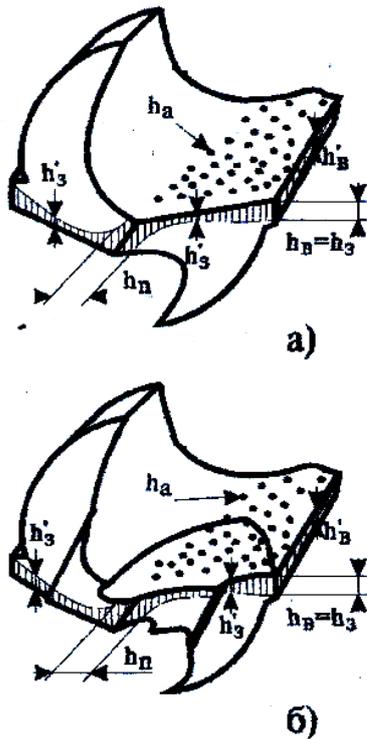


Рисунок 1 - Схема действия адгезионного и механического износа по поверхностям  $A\alpha$  и  $A\gamma$  стандартного (а) и стандартного с элементами дробления стружки (б) сверла при глубоком безвыводном сверлении отверстий в литейных алюминиевых сплавах.  $V=31,65$  м/мин;  $D=1,2$  мм;  $f=0,26$  мм/об;  $n=900$  об/мин; расход СОТС "АКВОЛ-11М - 5 л/мин.  $P_d$  - адгезионный и механический износ по передней поверхности  $A\gamma$ ;  $t_3$  - износ по задней поверхности  $A\alpha$ ; - износ поперечной кромки;  $^{11}B$  - износ по вспомогательной кромке 'ленточке');  $h_B$  - износ вершины сверла;  $3$  - суммарный износ сверла.

$$P_O = 20,0h_3^{0,55} \quad (1)$$

$$M_{KP} = 2,06h_3^{0,58} \quad (2)$$

По сравнению со степенью влияния режимов резания (подачи, диаметра, скорости резания) на осевую составляющую силы и крутящий момент, износ сверл на эти значения влияет также, т.е. увеличение износа по передней и задней поверхности спиральных сверл приводит к росту значений осевой составляющей силы резания и крутящего момента. Это зависит от соотношения работы силы резания и силы трения.

На рисунке 2 показано, что с увеличением износа по поверхности  $A\alpha$  растет величина радиуса округления главной режущей кромки, следовательно, увеличиваются размеры контактных площадок, и как следствие этого, растет сила резания и сила трения. При этом в зависимости от величины износа по задней поверхности  $A\alpha$  сверла, прирост осевой составляющей силы происходит не равномерно, т.е. до величин износа 0,1...0,2 мм она растет очень быстро (происходит так называемый период приработки режущего инструмента).

Затем наступает период относительной стабилизации роста  $P_O$  в зависимости от величины износа, тогда как сама величина износа растет, а прироста  $P_O$  и  $M_{KP}$  не наблюдается. Связано это с уменьшением контактных касательных напряжений на площадке износа по мере увеличения её размеров, т.е. наступает период стабильной работы инструмента в интервале величин износа от 0,2 до 0,45 мм.

При достижении величины износа более 0,45 мм, линейный износ задней поверхности вследствие роста температуры вновь начинает расти и кривая износа круто идет вверх, т.е. этот интервал величин износа  $h_3 > 0,5$  мм вызывает катастрофический износ инструмента. Это вызвано тем, что температура трения на контактных площадках приближается к температуре рекристаллизации ( $t=400^\circ$ , С) и быстро-режущая сталь теряет свои режущие свойства. Крутящий момент  $M_{KP}$  в зависимости от величины износа сверла возрастает менее интенсивно, чем  $P_O$ . В остальном влияние износа инструмента на  $M_{KP}$  такое

же, как и при  $P_0$ . Кроме этого в процессе проведения опытов установлено, что механизм износа стандартных сверл при ГБС такой же, как и при неглубоком сверлении и согласуется с мнениями различных авторов по этой проблеме.

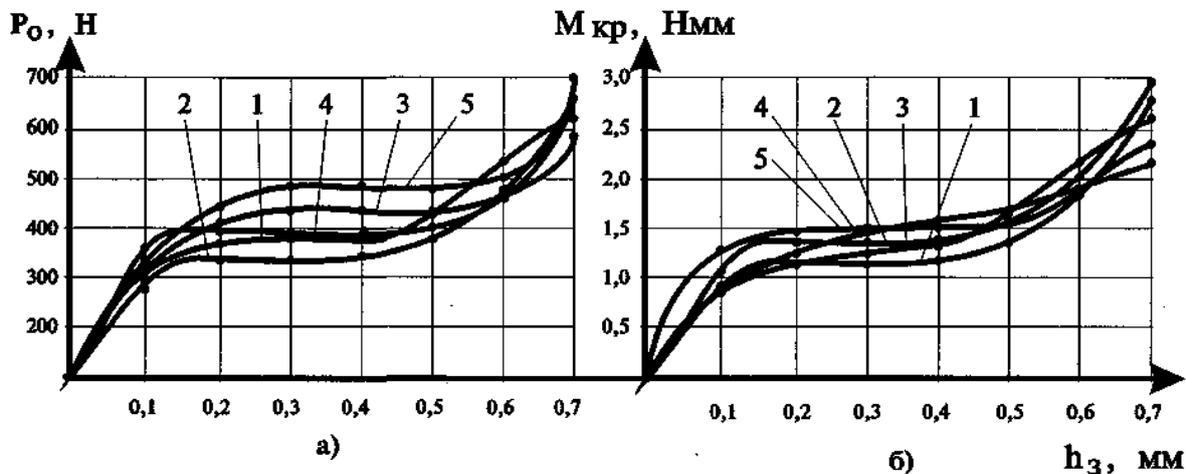


Рисунок 2 – Влияние износа сверла  $h_3$  на осевую составляющую силы резания (а) и крутящий момент (б) при обработке глубоких отверстий спиральными сверлами с элементами дробления стружки.

1 – АК7; 2 – АК7n; 3 – АК5М2; 4 – АК7nc; 5 – АК7Ц9.

### 3. Выводы

По результатам, полученным в ходе проведения опытов по изучению влияния величины износа и силы трения на осевую составляющую силы резания и крутящего момента при обработке глубоких отверстий в литейных алюминиевых сплавах стандартными спиральными сверлами с элементами дробления стружки можно сделать выводы:

1. Закономерности изменения осевой составляющей силы резания и крутящего момента существенно не отличаются от общепринятых.
2. Применение стандартных спиральных сверл с элементами дробления стружки позволяет существенно снизить влияние силы трения и износа на  $P_0$  и  $M_{кр}$ , т.е. без существенного изменения конструкции инструмента возможно увеличение глубины сверления.
3. Изменение влияния силы трения и износа на  $P_0$  и  $M_{кр}$  связано в первую очередь со снижением адгезионного взаимодействия фрагментов стружки с обработанной поверхностью детали и передней поверхностью инструмента.

### Литература

1. Даниелян А.М. Теплота и износ инструмента при резании металлов. - М.: Машгиз, 1954. - 276 с.
2. Денисенко В.И. Жесткость и стойкость сверл.// Исследования в области инструментального производства и обработки металлов резанием. - Тула: ТПИ, 1991. - С. 76.
3. Зорев Н.Н. О взаимосвязи процессов в зоне стружкообразования и в зоне контакта передней поверхности инструмента. // Вестник машиностроения. - 1968. - №12. - С. 42-50.
4. Костецкий Б.И., Натансон Н.Э., Бернадский Л.И. Механические процессы при граничном трении. - М.: Наука, 1972. - 170 с.
5. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. - М.: Машиностроение, 1977. - 526 с.