

ПРИЧИНЫ ВНЕЗАПНОГО ОТКАЗА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ГЛУБОКОМ БЕЗВЫВОДНОМ СВЕРЛЕНИИ ОТВЕРСТИЙ НА АГРЕГАТНЫХ СТАНКАХ

1. Введение

При обработке глубоких отверстий в деталях из алюминиевых сплавах на агрегатных станках стандартными спиральными сверлами ГОСТ 19548-88 (длинной и удлиненной серии) малого диаметра (до 15 мм) с подводом смазывающе-охлаждающей технологической среды (СОТС) к началу отверстия методом полива при достижении глубины отверстия $4...5d$, происходит от 40 до 60% случаев внезапных отказов (далее по тексту поломок) режущего инструмента.

2. Изложение основного материала

Анализ поломок стандартных спиральных сверл для обработки легких сплавов малого диаметра показал, что они связаны с наличием в стружечных канавках плотных пакетов стружки, причем, пакеты образуются в результате адгезионного и механического взаимодействия в условиях недостаточного охлаждения СОТС зоны обработки и резания при повышенной температуре.

В работе Синельщикова А. К. и др. [1] приводятся данные о том, что при обработке отверстий СОТС проникает на глубину $\sim(2,5...3)d$, после чего ее проникающая способность резко уменьшается из-за движущегося навстречу шлама (частиц стружки и паров СОТС). Как следствие этого, в зоне резания и обработки резко повышается температура. Это подтверждается опытными данными и результатами замеров температуры в зоне обработки проведенных автором (см. рисунок). Поэтому в зоне участков I и II повышаются действие силы адгезионного и механического взаимодействия, как между частицами стружки, так и между инструментальным и обрабатываемым материалом. В конечном счете все это приводит к образованию плотных пакетов стружки, а в дальнейшем к разрушению режущего инструмента.

Механизм поломки стандартных спиральных сверл в этих условиях происходит по следующей схеме: адгезионное взаимодействие на контактных поверхностях спиральных сверл при достижении глубины отверстия $4...5d$ приводит к циклическим нагрузкам, дестабилизирует осевую силу (P_z) и крутящий момент ($M_{кр}$), коэффициент трения (μ_a) в зоне контакта инструмента и заготовки, а также другие физические параметры процесса резания. При этом силы адгезии способствуют возникновению наростов (наросто-образований) обрабатываемого материала на передних поверхностях режущего инструмента (см. рисунок) в зоне резания (участок I). Поэтому при отсутствии СОТС в зоне резания, процесс возникновения, роста и разрушения наростов идет постоянно.

Но так, как наросты возникают в результате не только адгезионного, но и механического взаимодействия (при заклинивании небольших объемов приконтактного слоя металла в микронеровностях передней поверхности инструмента), и в условиях действия высоких

температур, больших контактных напряжений., они имеют свойство периодически срываются взаимодействуя при этом с элементами сливной стружки. Получаемая в процессе резания стружка и частицы наростов при воздействии сил адгезии и механического взаимодействия начинают образовывать "рыхлые пакеты" (см. рисунок) в зоне обработки (участок II). Кроме этого появление "рыхлых пакетов" ведет к увеличению задигов на обработанной поверхности отверстия, схватыванию с материалом заготовки, и как следствие приводит к дальнейшему торможению и уплотнению пакетов стружки (см. рисунок) в зоне обработки (участок III). В этой зоне из-за малой скорости перемещения "рыхлых пакетов" (относительно поверхности сверла и образующей поверхности отверстия) при повышенной температуре стружка взаимодействует с материалом заготовки на обработанных стенках отверстия и материалом инструмента, при этом они еще более затормаживаются и останавливаются. Происходит уплотнение "рыхлых пакетов" за счет поступающей из зоны резания новой стружки.

В следствии закупорки стружечных канавок спиральных сверл происходит резкое возрастание момента трения и крутящего момента. При превышении силы резания над пределом прочности и осевой жесткостью сверла наступает так называемое "раскручивание" спирального сверла. Когда сверло увеличивается вдоль своей оси, вызывая этим увеличение мгновенной подачи. В следствии этого происходит поломка режущего инструмента в районе начала отверстия. Подтверждением имеющей место мгновенной подачи служит наличие на дне отверстия корня стружки, имеющего коэффициент утолщения в 2...3 раза больше, чем у стружки получаемой при сверлении неглубоких отверстий.

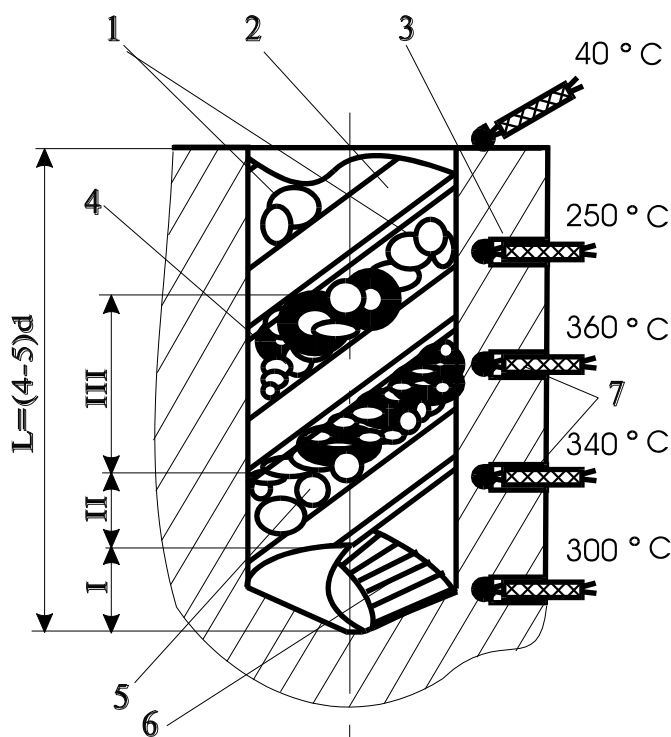


Рисунок - Схема образования пакетов стружки и замера температуры при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах. 1. Фрагменты элементной стружки и частицы инструмента; 2. Остаток вершины спирального сверла; 3. Обрабатываемая деталь; 4. Плотные пакеты стружки; 5. Сливная стружка; 6. Корень стружки; 7. Терморары. I - Участок зоны резания и образования сливной стружки с наростами; II - Участок образования "рыхлых пакетов" стружки; III - Участок образования "плотных пакетов" стружки.

Для устранения вредных влияний адгезионных и механических взаимодействий инструментального и обрабатываемого материалов при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах, необходимо устранить такое физическое явление, как пакетирование стружки в стружечных канавках. При этом вредное влияние адгезионного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материала решают тремя способами:

- Применением на режущей части спиральных сверл элементов для дробления стружки получаемой в процессе резания, что соответствует данным работ [2, 3];
- Полированием образующей поверхности стружечных канавок, по данным работы Еремеевой Н.М. [4].
- Устранить вредное влияние сил адгезии можно за счет изменения условий в зоне резания и обработки, температурного режима, т.е. применением износостойких тонких покрытий нитрида (КОН TiN 10 изн.) и карбида (КОН TiC 10 изн.) титана, по данным работы Пархоменко В.Д. и др. [5].

3. Выводы

На основании рассмотренных способов по повышению надежности стандартных спиральных сверл при обработке глубоких отверстий можно сделать следующий вывод, что:

1. Применение всех рассмотренных выше методов в отдельности не приносит хороших результатов при сверлении глубоких отверстий в алюминиях, т.е. каждый метод в отдельности не уменьшает количество внезапных отказов инструмента.
2. Для решения этой задачи необходимо совместить рассмотренные выше способы в конструкции одного сверла, т.е. применить разработанную принципиально новую заточку вершины спирального сверла, по данным работы Дрожжина В.И. и Маршубы В.П. [6], которая позволяет сверлить глубокие отверстия в алюминиевых сплавах по "безвыводной" технологии или за один проход инструмента на всю длину отверстия.

Литература

1. Синельщиков А.К, и Филиппов Г.В. Производительная обработка отверстий длиной 3-7d спиральными сверлами. // "Современная обработка металлов и неметаллов резанием", 1973 г., С.35-37.
2. Кожевников Д.В. Сверление глубоких отверстий спиральными сверлами малых диаметров. Прогрессивные технологические процессы в машиностроении. Сборник научных трудов. - Томск: Изд-во ТПУ, 1997, 158 с.
3. Губанов А.А. Образование стружкоразделительных канавок на сверлах для глубокого сверления. // "Станки и инструмент", 1970, №12, С. 39-40.
4. Еремеева Н.М. Сверла. / Под редакцией М.Т. Галея.- М.: Машгиз, 1954, 104 с.
5. Пархоменко В.Д., Сердюк Г.Н. и др. Адгезионные свойства покрытий из нитрида сформированных магнетронным реактивным распылением титана на металлокерамику. // "Украинский химический журнал", - 1993, т. 59, №7, С. 706-711.
6. Дрожжин В.И., Маршуба В.П. Повышение эффективности обработки глубоких отверстий в алюминиях спиральными сверлами малого диаметра. // "Резание и инструмент в технологических системах." Вып. 52. Харьков: ХГПУ.1998 г. С. 81 - 87.