

© Маршуба В.П., Чернякова О.В.

## **ОСОБЕННОСТИ ПОЛОМОК СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ПРИ ГЛУБОКОМ СВЕРЛЕНИИ НА АГРЕГАТНЫХ СТАНКАХ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

### **1. Постановка проблемы**

При обработке глубоких отверстий (до 10...15d) в различных материалах стандартными спиральными сверлами (длинной и удлиненной серии) диаметром до 15 мм на агрегатных станках и автоматических линиях с подводом СОТС к устью отверстия методом полива, при достижении глубины отверстия более 4...5d, происходит от 40 до 60% случаев внезапных отказов (далее по тексту поломок) режущего инструмента. Справочная литература по этому вопросу рекомендует применение многопроходной схемы обработки для такого типа отверстий.

Остальные виды отказов режущего инструмента на агрегатных станках и автоматических линиях в процессе резания связаны в первую очередь со следующими факторами (в пределах данной статьи не рассматриваются):

- с естественным износом в процессе эксплуатации и человеческим фактором при замере режущего инструмента;
- с отказом металлорежущего оборудования в процессе эксплуатации;
- с недостатками конструкций и технологии изготовления режущего инструмента.

На агрегатных станках и автоматических линиях многопроходная схема обработки отверстий в разнообразных материалах увеличивает стоимость изделий, из-за вывода такого вида обработки отверстий на отдельные позиции и большого, по сравнению с безвыводным способом основным временем затрачиваем на процесс резания. Но так, как агрегатные

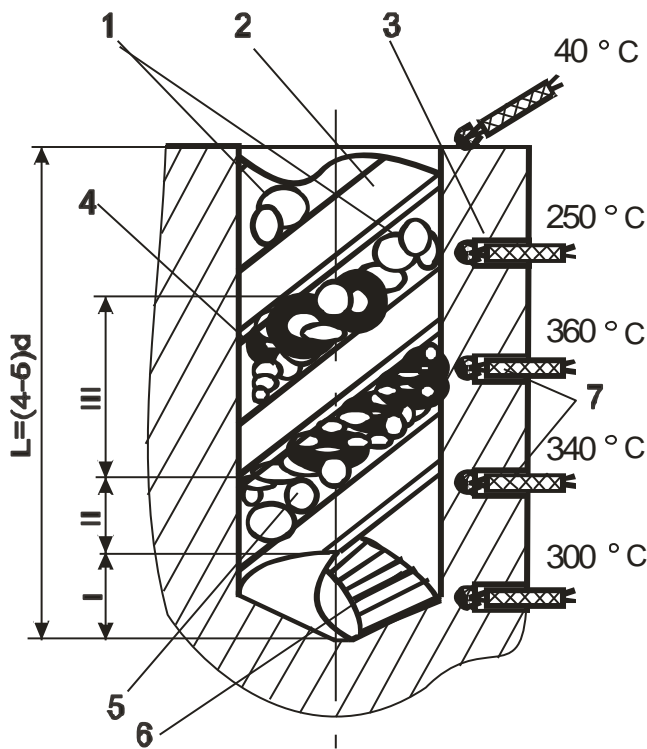
станки и автоматические линии являются станками для массового производства, то многопроходная схема обработки отверстий зачастую является неприемлемой по условиям экономической нецелесообразности.

Анализ поломок различных стандартных спиральных сверл длиной и удлиненной серии предназначенных для обработки отверстий в разнообразных материалах показал, что они связаны в первую очередь с наличием в стружечных канавках режущего инструмента закупорки полного объема стружкоудалительных канавок спрессованными фрагментами стружки с элементами наростов. Причем, по данным работы [1] пакеты образуются в результате адгезионного и механического взаимодействия в условиях недостаточного охлаждения СОТС зоны обработки и резания при повышенной температуре. Эти данные подтверждаются также в работе Синельщикова А.К. и др. [2]. СОТС по данным этой работы проникает на глубину  $\sim(2,5...3)d$ , после чего ее проникающая способность резко уменьшается из-за движущегося навстречу шлама (механической смеси из частиц стружки, фрагментов наростов, парообразной и жидкой фракции 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 (рис. 1). Поэтому в зоне участков I и II повышаются силы адгезионного и механического взаимодействия, как между частицами стружки и фрагментами наростов, 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.

## **2. Постановка задачи**

Описание причин внезапного отказа режущего инструмента из-за образования пакетов стружки в стружечных канавках спиральных сверл при глубоком безвыводном сверлении на агрегатных станках и автоматических линиях. Взяв за основу причины внезапного отказа режущего инструмента

из-за составляющих силы трения, а также существующие закономерности взаимодействия физических явлений возникающих и протекающих в процессе резания, появляется возможность создания физической и математической модели процесса внезапного отказа на основе исследованного механизма механической и адгезионной составляющей силы трения.



1. Фрагменты элементной стружки и частиц инструмента;
  2. Остаток вершины спирального сверла;
  3. Обрабатываемая деталь;
  4. Плотные пакеты стружки;
  5. Сливная стружка.
- I - Участок зоны резания и образования сливной стружки с наростами;
- II - Участок образования "рыхлых пакетов" стружки;
- III - Участок образования "плотных пакетов" стружки.

**Рис. 1** - Схема образования пакетов стружки и замера температуры при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах.

### 3. Основное содержание

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 ( $\mu_a$ ) в зоне контакта инструмента и заготовки, а также другие физические параметры

процесса резания (в частности, растет температура зоны резания из-за ее разогрева и недостаточного охлаждения). При этом силы адгезии под действием растущей температуры способствуют возникновению наростов (наростообразований) обрабатываемого материала на передних поверхностях режущего инструмента (рис. 1) 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" (рис. 1) в зоне обработки (участок II). Кроме этого появление "рыхлых пакетов" ведет к увеличению задирав на обработанной поверхности отверстия, схватыванию с материалом заготовки, и как следствие приводит к дальнейшему торможению и уплотнению пакетов стружки (рис. 1) 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 "рых-лых пакетов" за счет поступающей из зоны резания стружки. В следствии закупорки стружечных канавок спиральных сверл происходит резкое возрастание момента трения и крутящего момента над пределом прочности и осевой жесткостью сверла. После чего наступает так называемое "раскручивание" спирального сверла, когда оно увеличивается вдоль своей оси, вызывая увеличение мгновенной подачи. В следствии этого происходит

полом-кА 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.

Для устранения вредных влияний адгезионных и механических взаимодействий инструментального и обрабатываемого материалов при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах, необходимо устранить явление пакетирования стружки в стружечных канавках. При этом вредное влияние механического взаимодействия инструментального и обрабатываемого материала решают двумя способами:

- Применением на режущей части спиральных сверл элементов для дробления стружки получаемой в процессе резания, что соответствует данным работ [3, 4];
- Полированием образующей поверхности стружечных канавок, по данным работы Еремеевой Н.М. [5].

Устранить вредное влияние сил адгезии можно за счет изменения условий в зоне резания и обработки, температурного режима, т.е. применяем износостойких тонких покрытий нитрида (КОН TiN 10 изн.) и карбида (КОН TiC 10 изн.) титана, по данным работы Пархоменко В.Д. и др. [6].

Применение всех этих методов в отдельности не приносит хороших результатов при сверлении глубоких отверстий в алюминиях. Поэтому для решения этих задач служит разработанная принципиально новая заточка Вершины спирального сверла, по данным работы Дрожжина В.И. и Маршубы В.П. [7], которая позволяет сверлить глубокие отверстия в алюминиевых сплавах по "безвыводной" технологии или за один проход инструмента на всю длину отверстия.

Применение других методов подвода СОТС в зону резания на агрегатных станках и автоматических линиях, кроме рассмотренного выше не целесообразно, по разнообразным причинам, в частности:

- подвод СОТС под давлением по внутренним каналам в теле режущего инструмента, наталкивается на ряд ограничений из-за конструкции оборудования данного типа, а именно невозможность расположения специальной оснасти (патронов) и громоздкости устройств подвода СОТС к этим патронам, а также наличия дополнительных станций высокого давления, что увеличивает стоимость оборудования в 2...3 раза, соответственно и себестоимость изделий;

- подвод СОТС под давлением в зазор между режущим инструментом и поверхностью обрабатываемого отверстия, также не возможен из-за габаритов специальной оснасти (приемников, уплотнителей), так одной из особенностей оборудования данной группы является возможность близкого расположения соседних режущих инструментов на одной позиции станка;

- применение метода подвода СОТС эжекторным способом не возможно из-за размеров сверл (рассматриваемый диапазон режущего инструмента диаметром до 15 мм).

#### **4. Выводы**

Следовательно, внезапный отказ режущего инструмента в процессе эксплуатации связан с условиями протекания физических явлений, порождающими процесс активного наростообразования, образования "рыхлых" и "плотнупакованных" пакетов стружки связаны: во-первых, с адгезионным и механическим взаимодействием, во-вторых, с несовершенной конструкцией стандартных и специальных спиральных сверл, в третьих, с недостатками метода подачи СОТС в зону обработки.

Для устранения вредных влияний физических явлений, несовершенства конструкций сверл и способа подачи СОТС при глубоком безвыводном сверлении отверстий необходимо:

1. Снизить вредное влияние адгезионного взаимодействия за счет применения тонких износостойких твердых покрытий из нитрида и карбида титана (КОН TiN 10 изн. и КОН TiC 10 изн.), наносимых на режущую часть

спирального сверла, так как износостойкие покрытия снижают влияние сил адгезии в 1,5 раза.

2. Снизить вредное влияние механического взаимодействия на контактных поверхностях режущего инструмента возможно только за счет применения полировки образующей поверхности стружечных канавок инструмента.

3. Для снижения процесса наростообразования и уменьшения фрагментов стружки, а также для устранения процесса образования пакетов в стружечных каналах, по данным работы [7], необходимо на режущей части инструмента по передней и задней поверхности вводить элементы для дробления стружки, которые позволяют повысить глубину обработки отверстий до 10...15d и стойкость режущего инструмента на 30%.

Применение выше перечисленных методов и способов позволяют уменьшить количество СОТС, необходимое для охлаждения, а в ряде случаев полностью от него отказаться. Кроме этого они направлены на снижение вредного влияния физических явлений, протекающих в зоне обработки и снижают вероятность поломок спиральных сверл.

### **Список использованных источников**

1. Маршуба В.П. Причины внезапного отказа (поломки) спиральных сверл при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах и методы его устранения / В. П. Маршуба // Резание и инструмент в технологических системах: междунар. науч.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ин-т. – Х., 1998. – Вып. 52. – С. 154–157.
2. Синельщиков А. К. Производительная обработка отверстий длиной 3-7d спиральными сверлами / А. К. Синельщиков, Г. В. Филиппов // Современная обработка металлов и неметаллов резанием. – 1973. – С. 35–37.

3. Кожевников Д. В. Сверление глубоких отверстий спиральными сверлами малых диаметров / Д. В. Кожевников // Прогрессивные технологические процессы в машиностроении: сб. науч. тр. / Томск. политехн. ун-т. – Томск, 1997. – 158 с.
4. Губанов А. А. Образование стружкоразделительных канавок на сверлах для глубокого сверления / А. А. Губанов // Станки и инструмент. – 1970. – № 12. – С. 39–40.
5. Еремеева Н. М. Сверла / Н. М. Еремеева ; под ред. М. Т. Галлея. – М. : Машгиз, 1954. – 104 с.
6. Адгезионные свойства покрытий из нитрида сформированных магнетронным реактивным распылением титана на металлокерамику / В. Д. Пархоменко [и др.] // Укр. хим. журн. – 1993. – Т. 59, №7. – С. 706–711.
7. Дрожжин В. И. Повышение эффективности обработки глубоких отверстий в алюминиях спиральными сверлами малого диаметра / В. И. Дрожжин, В. П. Маршуба // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. науч.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ин-т. – Х., 1998. – Вып. 52. – С. 81–87.

***Маршуба В.П., Чернякова О.В.*** «Особенности поломок спиральных сверл при глубоком сверлении на агрегатных станках и автоматических линиях и методы их устранения»

Описание причин внезапного отказа режущего инструмента из-за образования пакетов стружки в стружечных канавках спиральных сверл при глубоком сверлении на агрегатных станках и автоматических линиях. Взяв за основу причины внезапного отказа режущего инструмента из-за составляющих силы трения, а также существующие закономерности взаимодействия физических явлений возникающих и протекающих в процессе резания, появляется возможность создания физической и математической модели процесса внезапного отказа инструмента на основе



исследованного механизма механической и адгезионной составляющей силы трения.

*Маршуба В. П., Чернякова О. В.* «Особенности поломок спиральных свердел при глубокому свердлуванні на агрегатних верстатах і автоматичних лініях і методи їхнього усунення»

Опис причин раптової відмови різального інструменту через утворення пакетів стружки в стружечних канавках спиральних свердел при глубокому свердлуванні на агрегатних верстатах і автоматичних лініях. Взавши за основу причини раптової відмови різального інструменту через складові сили тертя, а також існуючі закономірності взаємодії фізичних явищ виникаючих та тих, що протікають у процесі різання, з'являється можливість створення фізичної й математичної моделі процесу раптової відмови інструменту на основі дослідженого механізму механічної й адгезійної складової сили тертя.

*Marshuba V.P., Chernaykova O.V.* «Breakage Peculiarity of Spiral Drills in Dup Drilling on the Aggregate Machine-tool and Automatic Lines and Methods of Elimination»

The description of the reasons of sudden refusal of cutting tool because of the formation of chip packages in chip ditches of Spiral drills in dup drilling on the aggregate machine-tools and automatic lines is given. The reasons of sudden refusal of cutting tool because of the friction force component and the regularities of interaction of physical phenomena which happen in the process of cutting being taken as a basis, the possibility of the creation of physical and mathematical model of sudden refusal tool process on the basis of investigated mechanism of mechanical and adhesion friction force component is being appeared.