

© Маршуба В. П., Маршуба О. В.

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ПАКЕТОВ СТРУЖКИ В СТРУЖЕЧНЫХ КАНАВКАХ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ПРИ ГЛУБОКОМ БЕЗВЫВОДНОМ СВЕРЛЕНИИ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

1. Постановка проблемы. Безвыводное сверление глубоких (до 10...15d) отверстий в различных материалах с подачей смазывающе-охлаждающей технологической среды (СОТС) в зону обработки методом наружного полива на агрегатных станках и автоматических линиях, приводит за частую к внезапному отказу стандартных быстрорежущих спиральных сверл удлиненной серии. Особенно эта проблема актуальна при обработке химически активных материалов (алюминия и его сплавов, титана и других).

2. Анализ последних исследований. Справочная литература по этому вопросу рекомендует следующее решение данной проблемы:

- применение многопроходной схемы обработки (многократной вывод из зоны резания режущего инструмента для охлаждения сверла и удаления стружки, с последующим его вводом в эту зону) для такого типа отверстий на отдельных позициях агрегатных станков либо автоматических линий;

- применение различных видов обработки (метод вибрационного управления процессом резания, метод деления толщины и ширины среза, метод адаптивного управления процессом резания и т.д.);

- полирование поверхности стружечных канавок режущего инструмента и специальную заточку его вершины;

- нанесение тонких износостойких покрытий на рабочую часть (нитрида и карбида титана, алмазных и др. покрытий);

- изменение режимов резания в сторону их уменьшения.

Однако такое решение проблемы, предлагаемое справочной литературой неизбежно ведет к значительному увеличению себестоимости продукции по следующим причинам:

- применение многопроходной схемы обработки отверстий увеличивает продолжительность технологического времени, затрачиваемого на обработку изделия, по причине неоднократного вывода инструмента и его ввода в зону резания. Кроме этого невозможен подвод инструмента непосредственно в зону резания из-за неточностей позиционирования рабочих органов станка и возможности удара инструмента о заготовку во время подвода сверла;

- вывод такого вида обработки отверстий на отдельные позиции для вновь создаваемого оборудования. Кроме этого невозможно модернизировать уже существующее оборудование, так как агрегатные станки и автоматические линии являются станками для массового производства и не предназначены для коренной модернизации с целью добавления отдельных позиций;

- применение различных видов обработки зачастую неприемлемо из-за конструкции агрегатных станков и автоматических линий (работа удлиненных сверл совместно метчиками и другими режущими инструментами), либо не приносит ожидаемого эффекта;

- наличие полированных поверхностей стружечных канавок режущего инструмента и специальной заточки решает проблему, однако требует дополнительных затрат на подготовку и эксплуатацию режущего инструмента;

- изменение режимов резания в меньшую сторону, также ведет к увеличению продолжительности технологического времени.

Решение данной проблемы может быть связано с комплексным решением задачи, как путем частичной модернизации оборудования и применением различных видов обработки, так и путем оптимизации конструктивных элементов и геометрических параметров режущего

инструмента.

3. Цель статьи. Описание причин образования пакетов стружки в стружечных канавках спиральных удлиненных сверл при глубоком безвыводном сверлении на агрегатных станках и автоматических линиях. Одно из решений проблемы внезапного отказа режущего инструмента за счет оптимизации конструкции сверл.

4. Изложение основного материала. По данным работы [1], механизм поломки спиральных сверл, основан на появлении в зоне обработки "рыхлых" и "плотноупакованных" пакетов стружки, что подтверждается опытными и статистическими данными, проведенными на Харьковском тракторном заводе. Поэтому закупорка стружечных канавок и образование пакетов стружки, и как следствие этого поломка стандартных спиральных сверл происходит по такой схеме рис. 1 в три этапа:

– из-за несовершенства широко распространенного способа на агрегатных станках и автоматических линиях, подвода СОТС к устью отверстия методом полива и неглубокого проникновения охлаждающей жидкости в зону обработки из-за встречного потока стружки, при увеличении глубины отверстия более чем $2...3d$, резко повышается температура в зоне резания в среднем до 235°C (в зависимости от марки обрабатываемого материала), а на вершине режущих кромок до 300°C . Резкое повышение температуры и практическое отсутствие СОТС при высоких удельных давлениях, приводит к увеличению влияния сил адгезии в зоне резания. Процесс активизации адгезионного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материалов, в свою очередь увеличивает на главных режущих кромках сверла, и без того активный процесс образования, роста и срыва наростообразований (наростов). Наросты образуются в результате совместного действия высоких удельных контактных давлений, адгезионного (слипания фрагментов под действием межатомных сил) и механического взаимодействия (т.е. заклинивания частичек приконтактного слоя фрагментов стружки в микронеровностях передней поверхности режущего

инструмента) инструментального и обрабатываемого материала. В результате этого взаимодействия основных физических явлений (рассмотрим на примере обработки литейных алюминиевых сплавов), в процессе резания на участке I ($2 \dots 3d$) удельный вес фрагментов стружки достигает значений – $0,5 \text{ гр./см}^3$, а наростов – $0,8 \text{ гр./см}^3$ при плотности в $1,5 \dots 2$ раза ниже плотности основного обрабатываемого материала;

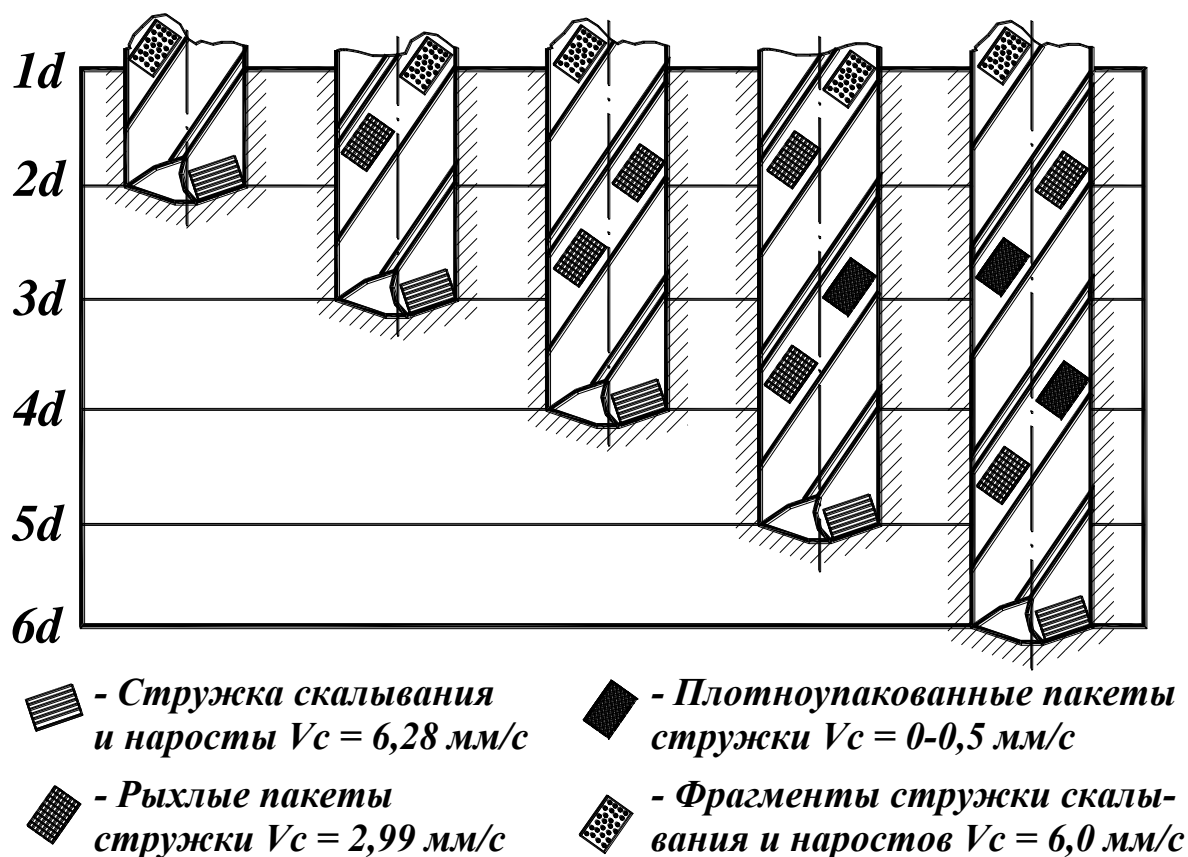


Рис.1. – Схема образования пакетов стружки при глубоком безвыводном сверлении.

– совместное механическое и адгезионное взаимодействие инструментального и обрабатываемого материала в зоне резания (участок I) приводит, как отмечалось ранее, частому срыву фрагментов наростов с перьев режущего инструмента. Так как алюминиевые сплавы обладают повышенной химической активностью и склонностью к схватыванию частичек металла (из-за наличия ювенальных поверхностей) между собой при повышенной температуре, происходит слипание плотных фрагментов наростов с элементами стружки. Вследствие этого, на участке II ($2 \dots 4d$) стружка уплотняется в стружечных каналах спиральных сверл с

образованием так называемых "рыхлых" пакетов. В результате выше описанного процесса образования "рыхлых" пакетов стружки, их удельный вес достигает $0,9 \dots 1,2 \text{ гр./см}^3$ при плотности в $1,0 \dots 1,5$ раза ниже плотности основного обрабатываемого материала. При обработке отверстий стандартными спиральными сверлами удельный вес "рыхлых" пакетов стружки выше в $1 \dots 1,5$ раза, чем при таких же условиях обработки специальными спиральными сверлами, связано это с тем, что в конструкциях этих сверл имеется большая разница в объемах стружечных канавок;

- образование "рыхлых" пакетов в стружечных каналах спиральных сверл в зоне обработки (участок II), по данным работы [2, 3], приводит к дальнейшему увеличению влияния сил адгезии. Поток стружки совместно с "рыхлыми" пакетами перемещаясь в стружечных канавках спиральных сверл в зоне участка III ($3 \dots 4,5d$), взаимодействует с образующими поверхностями отверстия и режущего инструмента. Под воздействием адгезионных сил затормаживается (схватывание фрагментов наростов и элементов стружки с обработанной поверхностью канала отверстия и передней поверхностью режущего инструмента), при этом скорость перемещения "рыхлых" пакетов и фрагментов стружки по сравнению со скоростью схода стружки в зоне резания уменьшается. Затормаживание стружки увеличивает температуру нагрева режущего инструмента и обрабатываемой детали на участке III, за счет вторичной конвенции тепла из стружки [4], способствуя увеличению схватываемости фрагментов стружки между собой и "рыхлыми" пакетами под воздействием сил адгезии и высоких удельных давлений, вызывая при этом образование "плотноупакованных" пакетов стружки. Температура в зоне участка III повышается в обрабатываемой детали до $140 \dots 160^\circ \text{C}$, в режущем инструменте - 360°C . Такой большой интервал температур объясняется хорошим рассеиванием тепла в обрабатываемой детали и недостаточным охлаждением режущего инструмента или стоком с него теплоты. Кроме этого, в этом интервале температур возникают благоприятные условия повышения адгезионного взаимодействия, так как

действие силы адгезии на прямую зависит от величины значений температуры. В результате совместного взаимодействия адгезионной составляющей силы трения, высоких удельных контактных давлений и теплоты (температуры), "плотноупакованные" пакеты стружки на участке III затормаживаются и полностью останавливаются, вызывая при этом закупорку стружечных каналов спиральных сверл и как следствие поломку режущего инструмента.

Следовательно, условия порождающие процесс активного наростообразования, образования "рыхлых" и "плотноупакованных" 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.

Решение данной проблемы возможно различными способами, однако в зависимости от применяемых решений предлагаемых справочной литературой, себестоимость обработки глубоких отверстий будет различной, наиболее перспективным будет тот вариант, при котором, себестоимость увеличиться мене всего.

Поэтому как одно из решений данной проблемы предлагается изменить конструкцию режущего инструмента таким образом, чтобы его производство и эксплуатация увеличивали себестоимость изготовления продукции минимально. Следовательно, автор предлагает решить эту проблему путем устройства в конструкции спиральных сверл дополнительных элементов для дробления сливной стружки получаемой в результате обработки вязких алюминиевых сплавов [5].

На вершине спирального стандартного сверла удлиненной серии (рис. 2) предварительно выполняется винтовая заточка перьев с углом в плане $2\varphi = 140...150^\circ$. На каждом пере по передней поверхности выполняется подточкой со стороны стружечной канавки выпуклая (радиусная) главная режущая кромка 2 с размером $R = (2...3)d$ одновременно с подточкой

сердцевины сверла до достижения длины поперечной режущей кромки $C_1 = (0,2...0,3)d$. Кроме этого, каждое перо сверла на периферии имеет подточку по задней плоскости 1 глубиной $a = (0,1...0,15)d$, шириной $\ell = \ell_1 = 1/3$ (длины главной режущей кромки).

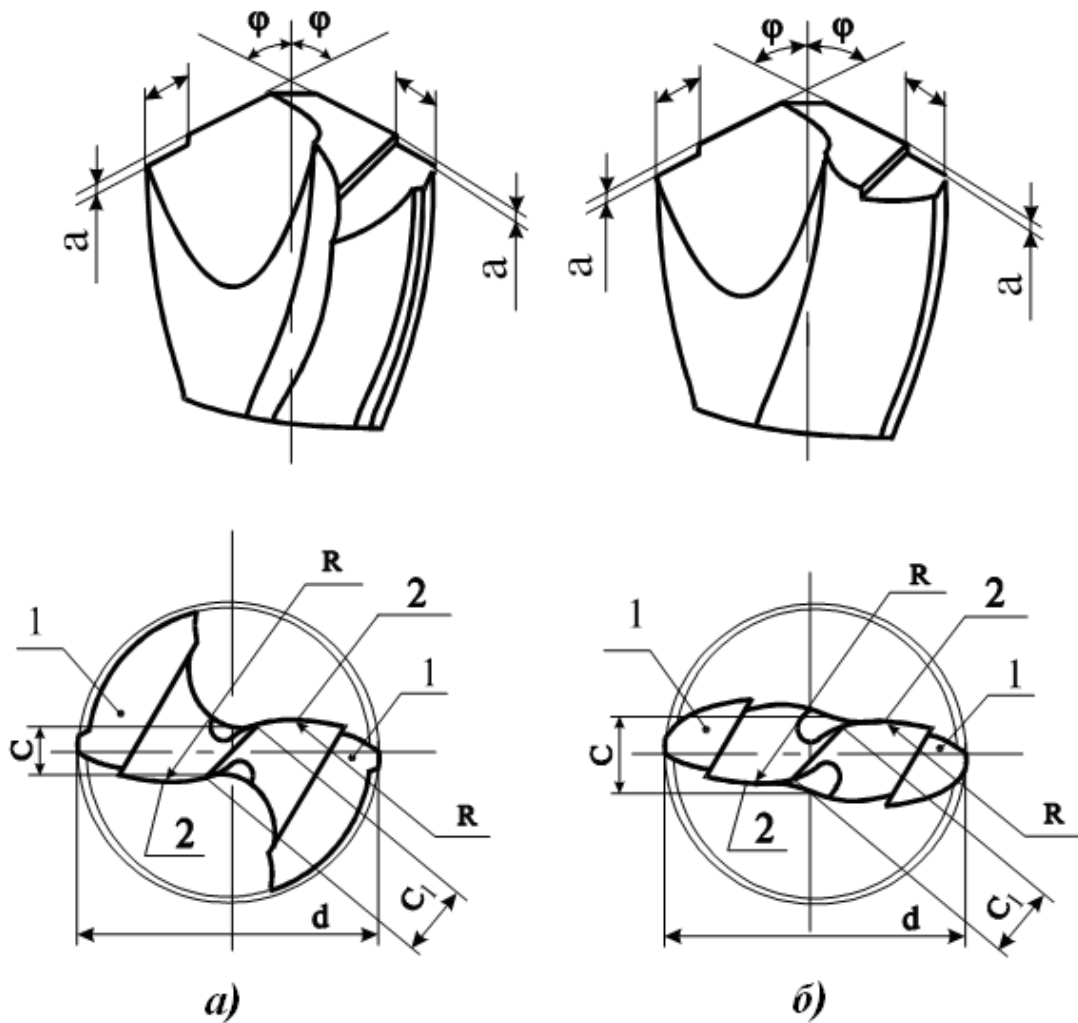


Рис. 2. – Форма заточки вершины спирального сверла с элементами дробления стружки.
 а) – изменение конструкции стандартного сверла; б) изменение конструкции специального сверла.

Производственные сравнительные испытания на стойкость спиральных сверл с разработанной заточкой вершины инструмента, проведенные на «ХТЗ» показали что, несмотря на наличие неблагоприятных зон на главных режущих кромках в районе занижения по задней плоскости перьев 1, стойкость режущего инструмента не только не снизилась, а наоборот повысилась. Кроме этого снизилось потребление спиральных сверл, в связи с

отсутствием их поломок, при этом появилась возможность обработки глубоких отверстий до 10...15d по безвыводной (однопроходной) схеме обработки вместо многопроходной.

Анализ получаемой в процессе резания стружки показал, что при заточке вершины сверла по ГОСТ 19548-88 образуемая стружка получается сливной, в виде длинных лент с разорванными краями, заканчивающихся конусообразным завитком. По мере увеличения глубины отверстия длина лент уменьшается, но возрастает длина конусообразных завитков. Такое изменение формы стружки ведет к снижению стабильности процесса резания, в результате увеличиваются силы трения при образовании и удалении стружки. При использовании предлагаемой формы заточки вершины сверла, образованная стружка получается сегментной (прямоугольной формы) с размерами 3×0,3×5 мм и легко удаляется из зоны резания.

Применение предложенной заточки специальных сверл [5] позволит обрабатывать другие материалы с тем же эффектом, который получен при обработке литейных алюминиевых сплавов стандартными спиральными сверлами на ОАО «ХТЗ».

5. Выводы. 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 за счет применения полировки образующей поверхности стружечных канавок.

3. Для снижения активности процесса наростообразования и уменьшения фрагментов стружки, а также для устранения процесса

образования пакетов в стружечных каналах, по данным работы [2], необходимо на режущей части инструмента по передней и задней поверхности вводить элементы для дробления стружки, которые позволяют повысить глубину обработки отверстий до $10\dots 15d$ 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 (поломок) спиральных сверл при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах и методы его устранения / В. П. Маршуба // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. научн.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ун-т. – Х., 1998. – Вып. 52. – С. 154–157.
2. Маршуба В. П. Повышение эффективности глубокого сверления отверстий в алюминиях на агрегатных станках и автоматических линиях спиральными сверлами малого диаметра за счет совершенствования условий отвода стружки / В. П. Маршуба, В. И. Дрожжин // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. научн.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ун-т. – Х., 1998. – Вып. 52. – С. 81–87.
3. Маршуба В. П. Схема образования пакетов стружки при глубоком безвыводном сверлении литейных алюминиях / В. П. Маршуба // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. научн.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ун-т. – Х., 1999. – Вып. 55. – С. 161–163.

4. Маршуба В. П. Вторичное перераспределение потоков и стоков теплоты в зоне обработки при глубоком безвыходном сверлении алюминия. // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. научн.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ун-т. – Х., 2001. – Вып. 59. – С. 163–166.
5. Пат. 61889 України, МПК⁷ В23 В051 / 02. Спиральне свердло для глибокого свердлення / В. П. Маршуба, В. І. Дрожжин. – № 98010380 ; заявл. 22.01.98 ; опубл. 15.12.2003, Бюл. № 12. – 2 с.

Маршуба В.П., Маршуба О.В. «Особенности образования пакетов стружки в стружечных канавках спиральных сверл при глубоком безвыводном сверлении и пути их устранения».

В статье приведена схема образования и роста «рыхлых» и «плотно упакованных» пакетов стружки в стружечных канавках спиральных сверл при глубоком безвыходном сверлении отверстий на агрегатных станках и автоматических линиях. Обоснованы причины появления пакетов и один из путей решения данной проблемы.

Маршуба В.П., Маршуба О.В. «Особливості утворення пакетів стружки в стружкових канавках спіральних свердел при глибокому безвивідному свердленні і шляхи їх усунення».

У статті приведена схема освіти і зростання «рихлих» і «щільноупакованих» пакетів стружки в стружкових канавках спіральних свердел при глибокому безвихідному свердленні отворів на агрегатних верстатах і автоматичних лініях. Обґрунтовані причини появи пакетів і один з шляхів вирішення даної проблеми.

Marshuba V.P., Marshuba O.V. «Features of formation of packages of shaving in the стружечных ditches of spiral drills at the deep lead boring and way of their removal».

In the article the chart of education and growth of «loose» and «densely packed» packages of shaving is resulted in the стружечных ditches of spiral drills at the deep hopeless wimbling on aggregate machine-tools and automatic transfer lines. Reasons of appearance of packages are grounded and one of ways of decision of this problem.