

В.П. МАРШУБА, канд. техн. наук, преподаватель Харьковского машиностроительного колледжа (г. Харьков), Украина

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ПРОФИЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА НА СИЛУ РЕЗАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ

В статті пропонуються результати досліджень, які були проведені для встановлення впливу форми профілю поперечного (відносно його вісі) перерізу спіральних стандартних сверел на снагу різання в залежності від глибини свердлення глибоких отворів в ливарних алюмінієвих сплавах на агрегатних верстатах по безвідводній (однопрохідній) схемі обробки. Зроблені висновки про цю залежність та запропоновані засоби по зниженню впливу форми профілю поперечного перерізу на снагу різання.

Форма профіля інструмента в поперечному (відносно його осі) сеченні практично повністю визначає вид робочої частини спірального сверла, по даним роботи А.Р. Маслова [1]. Поэтому она оказывает прямое влияние на осевую составляющую P_0 и крутящий момент $M_{кр}$, условия образования стружки и отвода ее из зоны резания, стойкость, жесткость и прочность инструмента. Исходя из этого, к конструкции профіля сверла предъявляют следующие требования: с одной стороны площадь поперечного сечения инструмента должна обеспечивать достаточную прочность и жесткость сверла при его нагружении за счет усилий резания, с другой стороны площадь поперечного сечения стружечных канавок должна быть достаточной для эффективного удаления стружки. Поиск и выбор компромиссного решения, удовлетворяющего этим противоречивым требованиям, является основой современного подхода к конструированию спиральных сверл. Поэтому в последнее время появились новые разработки инструмента, у которых форма профіля поперечного сечения сверла отличается от формы профіля существующих стандартных и универсальных сверл.

Влияние формы профіля в поперечном сечении сверла (относительно его осі) на осевую составляющую P_0 незначительно, и принимается в расчет только для спиральных сверл диаметром менее 3,5 мм. Форма профіля инструмента в большей степени влияет на крутящий момент и соответственно крутильную жесткость сверла, потому что от этого зависит не только точность обработки отверстий, но и шероховатость обработанной поверхности, стойкость сверла, а также определяется выбор допустимых режимов резания.

Анализ данных проведенных исследований по закономерностям влияния формы профіля сверла в поперечном (относительно его осі) сечении, по даним работы [1] показал, что влияние определяет правильный баланс величин площади поперечного сечения и площади стружечных канавок.

Увеличение толщины сердцевины сверла, в диапазоне $0,1 \leq C \leq 0,3d$, обуславливает большой прирост статической крутильной жесткости инструмента, чем аналогичное увеличение сердцевины в диапазоне свыше $0,3d$.

Но, несмотря на данные работы [1], по влиянию формы профіля сверла в поперечном (относительно его осі) сечении, они не учитывают в полной мере это влияние на осевую составляющую силы и крутящий момент в зависимости от глубины отверстия при ГБС алюминия, а также зависимость удаления стружки из зоны резания и зоны обработки от формы профіля поперечного сечения сверла. Поэтому необходимо исследовать влияние профіля поперечного сечения с учетом особенности обработки алюминиевых сплавов.

Опыты по определению закономерностей влияния формы профіля поперечного сечения спирального сверла (относительно его осі) на осевую составляющую P_0 и крутящий момент $M_{кр}$ проводились при постоянном диаметре инструмента ($D=11,2$ мм), скорости резания ($V=31,65$ м/мин) и подаче ($S=0,28$ мм/об.). Сверление отверстий в образцах из алюминиевых сплавов проводили последовательно стандартными сверлами с различной формой поперечного сечения, например: тип 1; тип 2 и тип 3 (см. рисунок) и одинаковой заточкой вершины инструмента.

Результаты полученных значений зависимости осевой составляющей P_0 и крутящего момента $M_{кр}$ от формы профіля поперечного сечения на рисунке.

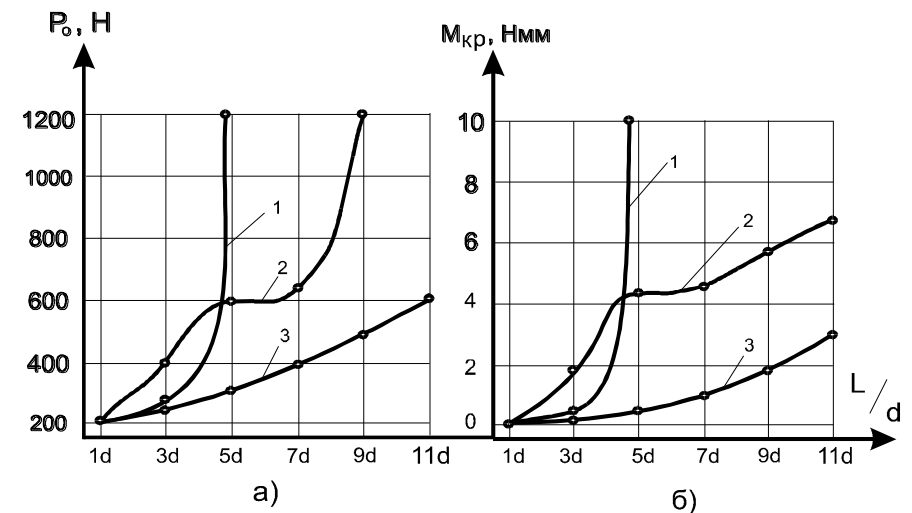


Рисунок – Влияние формы поперечного сечения спиральных сверл на осевую составляющую (а) и крутящий момент (б): 1) универсальное сверло; 2) стандартное сверло; 3) стандартное сверло с элементами дробления стружки.

На рисунке видно, что влияние формы профиля поперечного сечения, для различных типов стандартных сверл, на осевую составляющую P_0 и крутящий момент $M_{кр}$ в зависимости от глубины отверстия в избранном интервале неоднозначно, т.е. для различных типов инструмента закономерности распределения на осевой составляющей P_0 и крутящего момента $M_{кр}$ различны.

а) для универсального сверла ГОСТ 4010–87 (1) при ГБС осевая составляющая P_0 в интервале глубин отверстия до $3d$ растет незначительно, т.е. на закономерности распределения P_0 и $M_{кр}$ от формы профиля поперечного сечения распространяются те же правила, что и при обработке неглубоких отверстий. Такие данные, полученные в ходе проведения опытов, подтверждаются другими работами [1, 2, 3]. Затем в интервале до $5d$ происходит резкое увеличение в десятки раз как осевой составляющей P_0 , так и крутящего момента $M_{кр}$, причем процесс приобретает характер катастрофического, т.е. происходит внезапный отказ инструмента. Поломка сверла вызвана закупоркой стружечных канавок, в результате этого происходит раскручивание спирали сверла и его удлинение, как следствие, растет мгновенная подача и значительно возрастает значение крутящего момента. В результате действия выше перечисленных факторов происходит массовая поломка стандартных сверл при глубоком сверлении, связанная с закупоркой стружечных канавок.

б) для стандартного сверла, предназначенного для обработки легких сплавов ГОСТ 19548–88, закономерность распределения осевой составляющей P_0 и крутящего момента $M_{кр}$ зависит от глубины сверления. Так в интервале глубин отверстия до $5d$ прирост P_0 и $M_{кр}$ подчиняется тем же правилам, что и для универсального сверла в интервале до $3d$, т.е. сила резания растет прямо пропорционально в зависимости от глубины сверления. В интервале глубин сверления от $5d$ до $7d$ происходит изменение закономерности прироста осевой составляющей силы и крутящего момента, т.е. стабилизация прироста силы резания связана с конструкцией сверла. Так как у этого типа сверл увеличен угол подъема винтовой канавки (в 1,5 раз) и объем стружечных канавок (1,8 раза) по сравнению с универсальным сверлом. Кроме этого, этот участок зоны обработки совпадает с зоной термического разупрочнения адгезионного шва под действием вторичного перераспределения теплоты [2, 3, 4]. В интервале глубин отверстий более $7d$ резко возрастает прирост P_0 и $M_{кр}$, по причинам наличия в стружечных канавках рыхлых и плотноупакованных пакетов стружки, износа сверл, твердых включений в материале заготовок и

др. т.е. возможен внезапный отказ стандартного сверла. Однако выход из строя режущего инструмента по причине поломок ниже, чем в предыдущем случае, но имеет довольно большой процент (до 30...40%) по сравнению с универсальными сверлами.

в) для стандартного сверла с элементами дробления стружки, разработанного автором, закономерность роста P_0 и $M_{кр}$ в интервале до $15d$ мало зависит от глубины сверления. Связано это с тем, что в конструкции

инструмента оптимизированы ГПРЧ сверла, кроме этого для снижения силы трения а, следовательно, и её адгезионной составляющей применено нанесение на режущую часть ИзТП нитрида титана. Поэтому прирост силы резания в избранном интервале не значителен, т.е. зона внезапного отказа инструмента из-за пакетирования стружки и др. факторов при ГБС отверстий смещена до глубин сверления более $15d$. В конструкции сверла улучшены условия удаления стружки из зоны резания и зоны обработки, уменьшено трение на вспомогательных ленточках (за счет уменьшения их величин с 1,0...1,8 мм для универсальных сверл, до 0,4 мм в стандартных с элементами дробления стружки). Следовательно, такая форма поперечного сечения сверла в совокупности с другими ГПРЧ создает возможность обработки глубоких отверстий до $10...15d$ за один проход. Связано это с тем, что геометрические параметры режущей части стандартных сверл имеют улучшенные условия для удаления стружки, по сравнению с аналогами, и в них снижено влияние сил адгезии и сил трения за счет оптимизации конструкции инструмента и применения ИзТП.

Полученные результаты доказывают адекватность проведенных исследований по данной теме и перспективность применения новых разработок режущих инструментов и форм заточек вершины существующих стандартных сверл при обработке литейных алюминия на агрегатных станках. Применения новых режущих инструментов, у которых форма профиля поперечного сечения сверла отличается от формы профиля стандартных и универсальных сверл не всегда экономически оправдана, так как их создание требует подготовки инструментального производства, то есть применение нового оборудования и приспособлений, тогда как новая форма заточки стандартных сверл разработанная автором возможна без этого.

Список литературы: 1. Маслов А.Р. и др. Прогрессивный инструмент для обработки отверстий. - М.: ВНИИТЭРМ, 1990. - №4, - С. 56. 2. Маршуба В.П., Дрожжин В.И. Повышение эффективности глубокого сверления отверстий в алюминиях на агрегатных станках и автоматических линиях спиральными сверлами малого диаметра за счет совершенствования условий отвода стружки. // Междунар. науч.-техн. сборник. "Резание и инструмент в технологических системах." №52. - Харьков: ХГПУ. - 1997. - С. 81-87. 3. Маршуба В.П. Причины внезапного отказа (поломок) спиральных сверл при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах и методы его устранения. //Междунар. науч.-техн. сборник. "Резание и инструмент в технологических системах." №52. - Харьков: ХГПУ. - 1998. - С. 4. Резников А.Н. Теплофизика резания. - М.: Машиностроение, 1969. - 288 с.

Поступила в редакцию 16.03.01