

УДК 621.787
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА СВЕРЛЕНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ
В ЗАГОТОВКАХ ИЗ ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННОЙ МЕДИ

А. И. ХАБИБУЛЛИН, С. Ю. БИЛЫК

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Характерными дефектами глубокого сверления отверстий являются большие значения увода и отклонения от прямолинейности оси отверстия. Значительное влияние на эти дефекты оказывают биение поверхности обработанного отверстия, поперечные колебания инструмента, погрешности заточки инструмента, неравномерность износа главных режущих лезвий. Наиболее важной причиной увода при обработке отверстий в дисперсно-упрочненной меди является эпизодически возникающая адгезия на рабочих поверхностях инструмента. Высокая твердость этого материала вызывает необходимость увеличения осевого усилия, что приводит к возрастанию температуры и вероятности разрыва пленки СОЖ. С другой стороны, наличие абразивной дисперсной фазы Al_2O_3 в условиях сухого и полусухого трения вызывает интенсивный износ задних поверхностей инструмента, интенсифицирует нагрев в зоне контакта и активизирует адгезию на стертых фасках. В связи с тем, что процесс адгезии на режущих кромках отличается нестабильностью, это приводит к «рысканию» сверла и уводу его от оси вращения.

Одним из наиболее результативных способов повышения эффективности процесса глубокого сверления является применение вибрации. В процессе вибрации происходит принудительный скол стружки, и она превращается в стружку надлома или скалывания. Кроме того, вибрация снижает сопротивление материала деформированию, исключает образование нароста на режущем инструменте, а также облегчает перемещение стружки в канале отверстия, решая проблему отвода стружки и тепла из зоны резания. При возникновении адгезии, вибрация приводит к разрыву контакта, тем самым облегчает возможность возврата сверла к оси вращения и снижению крутящего момента, что предотвращает поломку сверла.

Оптимальные амплитуда и частота колебаний зависят от режима резания, свойств материала заготовки и инструмента. Они рассчитывались из условий надежного образования стружки надлома и проверялись эмпирически. Режимы резания и вибраций при вибросверлении устанавливаются в зависимости от прочности и вязкости обрабатываемого материала, требуемой точности и шероховатости поверхности, диаметра отверстия.

Значения осевого усилия и крутящего момента, воздействующих на

инструмент, а также амплитуды колебаний крутящего момента возрастают при увеличении подачи. Причем, переход от устойчивого процесса к неустойчивому происходит скачкообразно и зависит от технологических условий. Для снижения вероятности поломки инструмента величина амплитуды колебаний крутящего момента не должна значительно превышать величины суммарного крутящего момента.

Результаты исследований показали, что при сверлении отверстий спиральными сверлами из быстрорежущей стали диаметром 0,9 мм в заготовках из дисперсно-упрочненной меди при подачах S_0 , превышающих 0,020 мм/об или достижении величины износа на задних поверхностях инструмента 0,025 мм, амплитуда колебаний крутящего момента превышает значения номинального крутящего момента, что указывает на возникновение неустойчивого процесса, приводящего к поломке инструмента.

Были проведены исследования для установления оптимального режима обработки отверстий диаметром 0,9–1,0 мм. Исследования проводились при $n = 2800$ об/мин; $S = 0,010$ мм/об.

При описании области оптимума параметрами являлись среднее значение увода сверла u_{cp} и среднее количество заготовок, обработанных одним сверлом n_{cp} ; факторами – круговая частота колебаний виброузла x_1 , амплитуда колебаний виброузла x_2 .

В результате статистической обработки экспериментальных данных по влиянию шага и диаметра шнека получены математические модели, адекватно представляющие результаты экспериментов.

Наименьший увод $u_{мин} = 0,08$ мм наблюдается при $A = 0,40$ мм, $\omega = 293$ с⁻¹, наивысшая стойкость $n_{cp} = 24$ – при $A = 0,40$ мм, $\omega = 250$ с⁻¹. Так как значения увода обладают наибольшей значимостью, оптимальным режимом принимаем: скорость резания 8,0 м/мин; подача 0,01 мм/об; амплитуда колебаний (в холостом режиме) $0,4 \cdot 10^{-3}$ м; частота колебаний 293 с⁻¹.

Применение вибрационного сверления с рекомендуемым режимом позволило повысить производительность процесса в 1,3–1,5 раза, стойкость инструмента из быстрорежущей стали в 2–2,5 раза, а также снизить величину увода сверла в 1,5–2,5 раза и вероятность поломки сверл в 3–5 раз.