

## ПРОБЛЕМА ОБРАБОТКИ НАКЛОННЫХ ОТВЕРСТИЙ

*Савин Евгений Романович, студент  
Боршова Лариса Васильевна, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: e17072000@gmail.com*

*Нижнетагильский технологический институт (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ*

**Аннотация.** При разработке технологического процесса детали «Корпус» столкнулись с проблемой обработки наклонных отверстий большой длины. Основной проблемой при обработке таких отверстий, является то, что на начальном участке врезания будет работать всего лишь одно лезвие сверла. По этой причине велика вероятность смещения сверла в сторону. Еще одна проблема заключается в удалении стружки из обрабатываемого отверстия. В статье рассматриваются проблемы, которые возникают при обработке наклонных отверстий и способы их решения.

**Ключевые слова.** Сверло, наклонное отверстие, обработка, сверление, ось.

При разработке технологического процесса изготовления детали «Корпус», фрагмент чертежа изображен на рисунке 1, столкнулись с проблемой сверления наклонных отверстий. Достичь нужного результата без использования специальных приспособлений или специальных станков очень сложно по следующим причинам:

1. При обработке таких отверстий сначала в работе участвует только одна режущая кромка сверла, вторая кромка постепенно вступает в процесс резания по мере углубления в металл. Не надо забывать о том, что работа сверла сопровождается значительным трением на режущих кромках режущего инструмента. Длина режущих кромок, одновременно участвующих в процессе резания будет разной, поэтому нагрузка на режущие лезвия будет различной, и эта разница будет тем больше, чем больше угол наклона оси отверстия. По этой причине велика вероятность смещения сверла в сторону.

2. Поверхность детали, на которой расположены отверстия, не подлежит обработке. Поэтому на процесс врезания будет оказывать большое влияние состояние поверхности заготовки. Неровности поверхности и большой дефектный слой также могут служить причиной отклонения оси сверла.

3. Решить указанные проблемы могли бы цековки, расположенные на входе в отверстия, если бы они имели торцы, перпендикулярные оси отверстий. Но торцы расположены параллельно поверхности корпуса, что создает дополнительную проблему обеспечения точности расположения оси цековки относительно оси отверстия.

4. Оба отверстия имеют большую длину при малом диаметре (отношение длины к диаметру отверстия больше восьми). При сверлении наклонных отверстий большой длины очень сложно выдержать точную величину угла наклона. В процессе обработки сверло может отклониться в сторону из-за разницы сил резания, возникающей по причине неравномерного трения о поверхность режущего инструмента.

5. Еще одна проблема заключается в удалении стружки из обрабатываемого отверстия. Так как глубина отверстия в процессе сверления увеличивается, то металлическая стружка, перемещаясь по винтовой стружечной канавке сверла, может начать уплотняться и скручиваться, образуя пробки. Это существенно затрудняет удаление стружки из зоны резания.

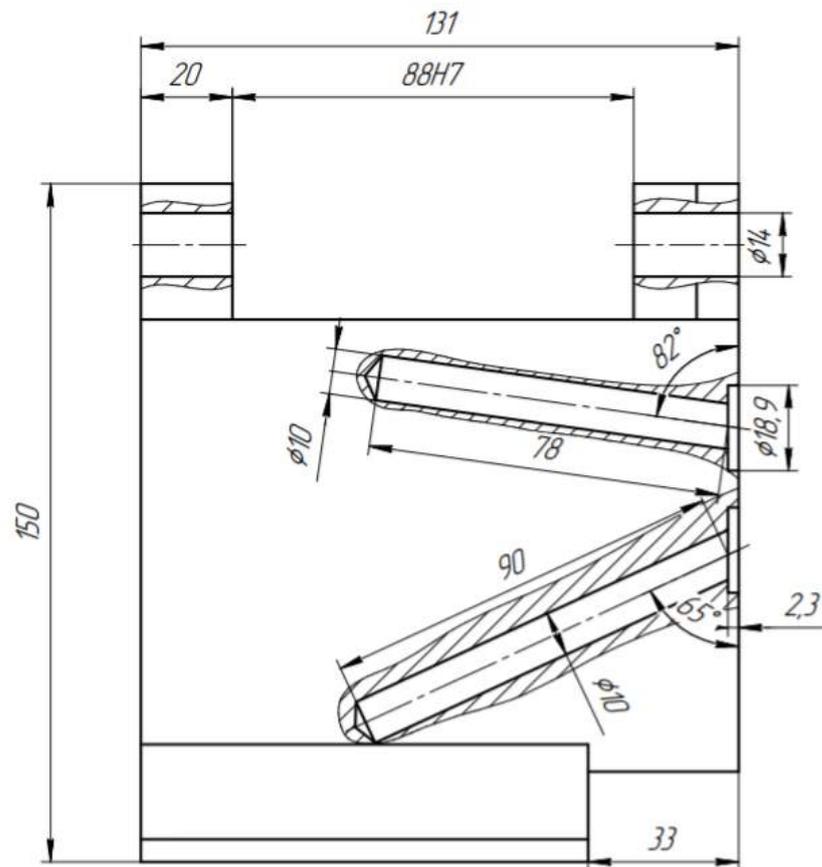


Рис. 1. Фрагмент чертежа детали «Корпус»

6. Обработка глубоких отверстий часто сопровождается повышенным износом и даже поломкой инструмента. Это не только снижает качество, но может привести к тому, что деталь будет признана бракованной.

7. Внимательно изучая чертеж детали, можно увидеть еще одну проблему: отверстия имеют наклон в разные стороны. При обработке этих отверстий на универсальном сверлильном станке или простом станке с ЧПУ скорее всего придется выполнять обработку этих отверстий на разных операциях с применением специальной оснастки. Решить эту проблему можно выполняя обработку на многоцелевом станке с поворотным столом.

Для решения перечисленных проблем необходимо правильно подобрать стратегию обработки, выбрать инструменты и оборудование, назначить режимы резания.

Большую часть перечисленных проблем можно решить, разделив процесс обработки отверстия на две части: обработка зоны врезания и сверление отверстия на полную глубину.

Начнем с обработки цековки, что позволит удалить в зоне отверстия дефекты заготовки. Для этого выполним предварительное засверливание на небольшую глубину и фрезерованием с круговой интерполяцией получим требуемую форму. Можно обойтись и без засверливания, но тогда потребуется фреза с зубьями на торце, проходящими через ось фрезы. В этом случае обработка должна выполняться на станке, обеспечивающем работу со спиральной интерполяцией.

Обработку наклонного отверстия начинаем с зацентровки, затем коротким сверлом с повышенной жесткостью выполняем обработку на глубину, не превышающую одного диаметра. Полученное отверстие в дальнейшем будет служить направляющей и выполнять роль кондукторной втулки. Сверло выбираем из того же инструментального материала, что и основное. Это позволит проверить правильность назначения размеров.

Далее переходим к обработке отверстия на полную глубину. На этом этапе нужно решить три основные проблемы: увод сверла, удаление стружки и поломка сверла. Для

этого выбираем метод обработки глубокого отверстия с технологическим делением на проходы, уменьшая с каждым проходом глубину сверления.

Для решения второй проблемы необходимо правильно подобрать конструктивные параметры и форму сверла: геометрию режущей части, объем и форму винтовых стружечных канавок, способность к подаче СОЖ через внутренние каналы. Возможность подачи СОЖ под давлением непосредственно в зону резания не только обеспечивает охлаждение и смазку режущей части, но и способствует удалению стружки, поэтому операцию сверления необходимо проводить на оборудовании с подачей СОЖ через шпиндель. Чем выше давление при подаче СОЖ, тем надежней происходит ее вывод из просверливаемого отверстия [1].

Третья проблема заключается в процессе возникновения поломки, износа, а также нароста и скола на режущем инструменте. Если возникает проблема с выводом стружки из отверстия, то может произойти ее уплотнение, и в большинстве случаев, это вызовет поломку твердосплавного сверла. Также необходимо принимать во внимание твердость обрабатываемого материала при назначении режимов резания. По мере повышения твердости обрабатываемой заготовки эти режимы резания должны постепенно снижаться. Если в процессе работы происходит интенсивный износ боковой режущей кромки сверла и винтовой стружечной канавки рекомендуется снизить скорость резания (частоту вращения шпинделя). Дополнительно необходимо проверить поток СОЖ, чтобы удостовериться, что он достигает зоны резания [2].

Таким образом на первом этапе исследования задачи обработки наклонных отверстий большой длины выявлены возникающие проблемы и намечены пути их решения. В настоящее время ведется работа по выбору инструмента, режимов резания и определению оптимальной стратегии обработки.

#### Библиографический список

1. Sandvik Coromant - manufacturing tools & machining solutions. – Режим доступа: свободный. – URL: <https://www.home.sandvik/en/about-us/business-areas/sandvik-manufacturing-and-machining-solutions/>.

2. «МТ» – современный высокопроизводительный металлорежущий инструмент и станочная оснастка. – Режим доступа: свободный. – URL: <http://itc-standart.ru/>.