

УДК 621.951.1

А.С.Горячев, В.В.Жуни

ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВЕРЛАМИ

В настоящее время при обработке длинномерных отверстий ($\frac{L}{D} > 5$) в деталях и узлах летательных аппаратов из материалов ЗОХСА, 12ХНЗА и других используется инструмент из быстрорежущих сталей. Это ограничивает производительность труда. Кроме того, получение качественных отверстий большой длины связано с трудностями самого процесса обработки (закрытый инструмент, сложность отвода стружки и подвода охлаждения инструмента и т.п.) При существующем сверлении укороченными спиральными сверлами из быстрорежущей стали для обеспечения жесткости канавки в корпусе не делают. Поэтому в процессе сверления стружка накапливается в канавках рабочей части сверла. Для удаления стружки из канавок рабочему приходится часто отключать подачу сверла и выводить его из отверстия. Это утомляет рабочего, увеличивает расход электроэнергии и время обработки.

Для повышения производительности труда и улучшения качества отверстий **было проведено исследование процесса скоростного сверления твердосплавными инструментами на модернизированном оборудовании.**

Сверление ружейными сверлами позволяет применить способ подачи СОЖ через внутренний канал сверла. Конструкция сверла показана на рис.1. В корпус сверла 1, изготовленный из стали 40Х, впаивается одна режущая пластина 3 из ВК8 и две направляющие пластины 2 из твердого сплава Т15К6. Подвод СОЖ в зону резания осуществляется через медную или стальную трубку 4, впаиваемую в желоб корпуса. Корпус сверла крепится к оправке. Последняя крепится в гнезде револьверной головки. К оправке привертывается штуцер, через который СОЖ под высоким давлением подается во внутреннюю полость инструмента.

Экспериментальное исследование работоспособности ружейных сверл проводилось на модернизированном револьверном

станке 134I с числом оборотов до 2000 об/мин при обработке заготовок из закаленной стали 30ХГСА ($\sigma_b = 110 + 120 \text{ кг/мм}^2$) и сырой стали 12ХНЗА ($\sigma_b = 60 \text{ кг/мм}^2$). Как показали опыты, оптимальной маркой твердого сплава режущей части является ВК8, а оптимальной СОЖ - сульфозрезол.

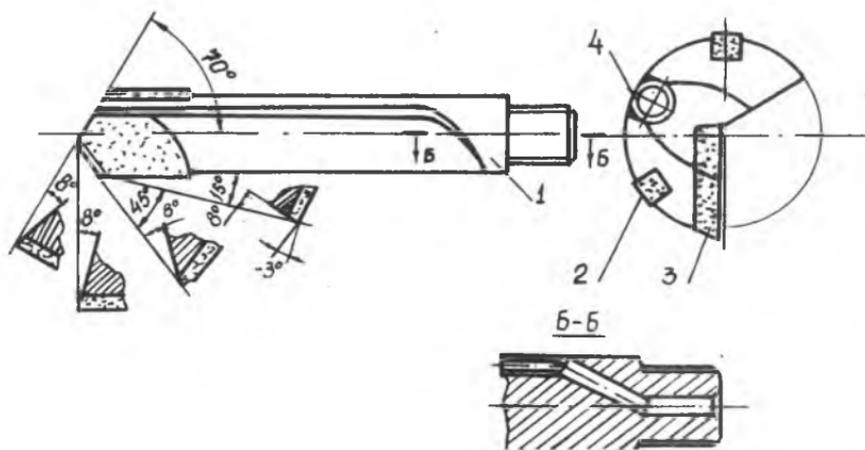


Рис.1. Ружейное сверло

При обработке закаленной стали 30ХГСА использовались ружейные сверла $\varnothing 10 \text{ мм}$ и $\varnothing 14 \text{ мм}$ с различной геометрией. Длина обрабатываемого отверстия 185 мм, диаметр заготовки $\varnothing 25 \text{ мм}$ ($\frac{L}{D} = 18,5$ и 13). Испытания проводились на модернизированном револьверном станке 134I при следующих режимах: подача от $S = 0,025 \text{ мм/об}$ до $0,1 \text{ мм/об}$, скорость от $V = 35 \text{ м/мин}$ до 88 м/мин ; давление СОЖ $P_{\text{сож}} = (30 + 50) \text{ кг/см}^2$. Как показали результаты испытаний, при скоростном сверлении процесс резания идет равномерно, стружка хорошо дробится и быстро удаляется из зоны резания. Качество отверстий получается высокое, чистота $\nabla 7 + \nabla 10$, увод оси отверстия $0,005 + 0,01 \text{ мм}$, разбивка отверстия до $0,01 \text{ мм}$.

За оптимальную геометрию сверл при обработке закаленной стали 30ХГСА можно принять $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = 8 + 10^\circ$;
 $\gamma = 0 + 5^\circ$; $\varphi_1 = 70^\circ$; $\varphi_2 = 80^\circ$; $\varphi = 10 + 15^\circ$. Оптимальные режимы обработки: $S = 0,025 + 0,05$ мм/об, $V = 40 + 60$ м/мин; $P_{СОЖ} = 50$ кг/см².

Большие трудности возникают при сверлении вязкой стали 12ХНЗА ($\sigma_B = 60$ кг/мм²). Опыты проводились на заготовках $\varnothing 55$ мм и длиной 1200 мм ружейными сверлами ВК8 $\varnothing 26$ мм ($\frac{L}{D} = 46$) на модернизированном станке "Орджоникидзе 137" при $S = 0,01 + 0,02$ мм/об; $V = 25 + 53$ м/мин; $P_{СОЖ} = 20 + 40$ кг/см²; СОЖ - сульфидфрезол.

Вследствие значительной вязкости стали 12ХНЗА стружка получается сливной, сминается, особенно по центру сверла, а затем отделяется довольно крупными кусками. Относительно большое скопление стружки в зоне резания приводит к значительному трению ее об обработанную поверхность, что ухудшает чистоту обработки. Кроме того, частицы мелкой стружки **падают** под направляющие сверла, что также приводит к появлению рисок на поверхности отверстия. Обработка производилась сверлами со следующей геометрией: $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2 = 8 + 10^\circ$; $\gamma = \gamma_1 = \gamma_2 = 0 + 5^\circ$;
 $\varphi_1 = 70^\circ$, $\varphi = 15^\circ$, $\varphi_2 = 80^\circ$.

При обработке с $V = 25$ м/мин и $S = 4,5$ мм/мин получается чистота $\nabla 4 + \nabla 5$, увод отверстия - до 0,2 мм. При обработке с $V = 53$ м/мин и $S_{мин} = 10$ мм/мин получается чистота $\nabla 3$ и $\nabla 4$, увод отверстия также незначителен - до 0,1 мм.

Для сверления отверстий диаметром свыше 30 мм применялись специальные полые головки, обеспечивающие отвод стружки через внутреннее отверстие инструмента и борштанги и исключаящие контакт стружки с обработанной поверхностью.

Конструкция и геометрия сверлильной головки показана на рис.2. Головка состоит из корпуса 1, в котором имеется сквозное отверстие для отвода СОЖ и стружки. Режущая часть головки выполняется либо в виде сменного реза 5, либо в виде напайной твердосплавной пластины 2. На корпусе сверла расположены две направляющие твердосплавные пластины 4, которые производят и выглаживание поверхности отверстия. Получение транспортабельной и мелкой стружки обеспечивается специальными уступами на режущей кромке.

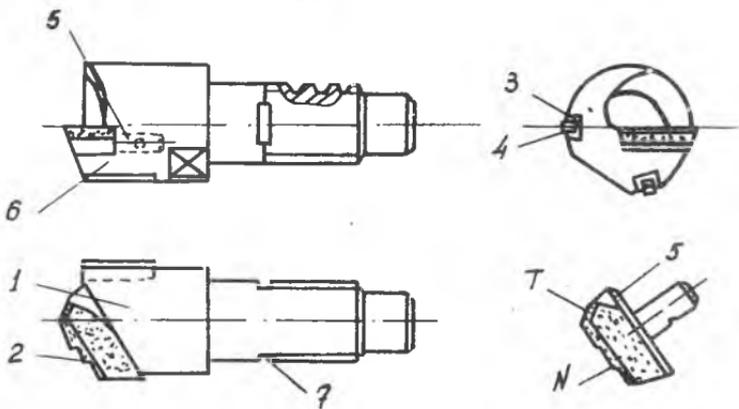


Рис.2. Сверлильная головка 1 - корпус, 2 - твердосплавная режущая пластина; 3 - колодка крепления направляющей; 4 - направляющая пластина; 5 - сменный резец, 6 - опора резца

Передняя режущая грань находится по одну сторону от оси и имеет две режущие кромки N и T , расположенные под разными углами к оси головки. Головка крепится к штанге своей хвостовой частью 7, имеющей **резьбу**.

Как показали испытания сверлильных головок, наибольшую стойкость при обработке стали 12ХНЗА показали резцы из сплава ВК8. За критерий притупления принята величина износа по задней грани $h_2 = 0,3$ мм, так как при большем износе режущей пластины возникает большая осевая сила.

Работа выполнялась на модернизированном токарном станке ТС-90 (рис.3). Увеличение чисел оборотов произведено за счет **перестановки шкивов клиноременной передачи 2 и изменения передаточного числа последней пары шестерен 3 и 4**. Для обеспечения высокого давления $\text{СОЖ}/P_{\text{СОЖ}} = 20 \text{ кг/см}^2$) смонтирован насос.

Подача СОЖ в зону резания осуществляется через маслоприемник 5, давление масла в котором измеряется с помощью манометра 6. Для улучшения отвода стружки 9 изготовлен стружко-сборник в виде сетчатой корзины 8, который установлен непо-

средственно за борштангой. Из стружкоборника масло самотеком поступает в маслобак I, а стружка удаляется после снятия крышки приемного бака 7.

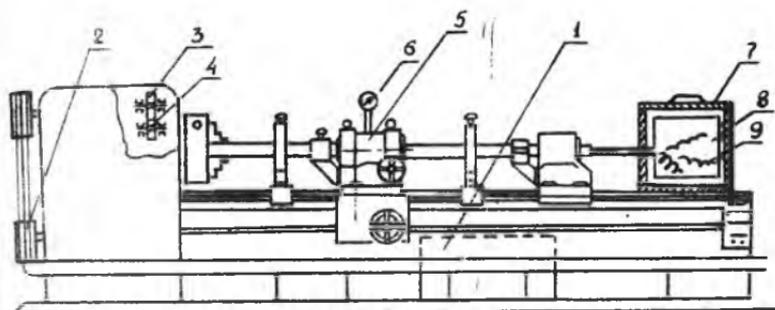


Рис.3. Модернизированный токарный станок ТГ-90.

I - сливной маслобак; 2 - шкивы; 3 - шестерня; 4 - шестерня; 5 - маслоприемник; 6 - манометр; 7 - приемный бак; 8 - сетчатая корзина; 9 - стружка

Сверильные головки (рис.2) имели следующую геометрию: $\chi_T = -(5 + 10)^\circ$; $\psi_T = 15^\circ$; $\alpha_T = -15^\circ$ (для короткой режущей кромки); $\chi_N = -(3 + 5)^\circ$; $\psi_N = 12^\circ$; $\alpha_N = 10 + 15^\circ$; $f_k = -60^\circ$; $\alpha_k = 10^\circ$; $f_k = (0,1 - 0,2)$ мм. В качестве СОЖ применялся сульфидфрезол.

Как показали исследования большое влияние на характер стружкообразования оказывает режим обработки и, в особенности, величина подачи и давление СОЖ.

На скоростях $V = 17 + 35$ м/мин и подачах $S = 0,056 + 0,19$ мм/об лучшие результаты получаются при обработке на больших подачах ($S = 0,19$ мм/об), так как стружка получается жесткая и делится на элементы и куски. Увеличение подачи $S > 0,19$ мм/об приводит к разрушению режущей кромки вследствие повышения осевых усилий.

На качество обработки оказывает влияние давление СОЖ,

которое должно быть достаточным для удаления, образующейся стружки.

Для обработки на скоростях $V = 17 + 35$ м/мин наилучшие результаты получены при $P_{COЖ} = 8 + 10$ кг/см².

Таким образом, в качестве оптимальных режимов резания можно рекомендовать $V = 17 + 35$ м/мин; $f = 0,19$ мм/об. При этом получают отверстия с точностью по четвертому классу и чистотой - $\nabla 5 + \nabla 7$. Увод оси отверстия не превышает 0,2 мм.

На основании проведенных исследований по глубокому сверлению можно сделать следующие выводы.

Применение твердосплавных ружейных сверл и сверлильных головок обеспечивает непрерывный процесс обработки в деталях из сталей 30ХГСА и 12ХНЗА. При этом производительность труда повышается в 1,5 + 2 раза и увеличивается точность обработки по сравнению со сверлением спиральными быстрорежущими сверлами. Широкое внедрение глубокого сверления специальными сверлами может дать значительный экономический эффект за счет сокращения времени обработки и исключения операции зенкерования.

УДК 621.933.1.043.6.001.42

Б.А.Кравченко, М.С.Нерубай, А.Г.Турков

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ
ПРИ НАРЕЗАНИИ МЕЛКИХ РЕЗЬБ
В ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ**

В современном машиностроении широко применяются труднообрабатываемые жаропрочные стали и сплавы. Низкая обрабатываемость этих материалов в наибольшей степени проявляется при нарезании внутренних резьб малого диаметра (М1-М6), что связано как со спецификой процесса, так и с недостаточной механической прочностью инструмента.