

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ В КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЯХ ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

Волков А.Н., Бурмистров Е.В., Воронов Е.Н.
Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

В производстве летательных аппаратов и их двигателей большое место занимает операция сверления отверстий малых диаметров в труднодоступных местах крупногабаритных деталей, где применение универсальных сверлильных станков и приспособлений является невозможным. В этих условиях сверление отверстий выполняют вручную с помощью пневмодрели. При этом возникают следующие проблемы:

– пространственно-криволинейные поверхности обрабатываемых деталей определяют возникновение неуравновешенных радиальных сил, потерю продольной устойчивости и поломки сверл;

– применяемые в производстве пневмодрели имеют частоту вращения шпинделя порядка 1500 об/мин, что в 3-5 раз превышает оптимальную частоту, соответствующую наибольшему количеству обработанных сверлом отверстий;

– ручное приложение усилия подачи не обеспечивает ее равномерности и требует от рабочего больших физических напряжений.

Для решения первой из перечисленных проблем были разработаны конструкции сверл с обратным заборным конусом $2\varphi=200^\circ$ (рис.1). Угол между режущими кромками у такого сверла (угол заборного конуса), в отличие от стандартных сверл, больше 180° , а по уголкам сверла, в местах перехода от режущих кромок к направляющим ленточкам, заточены небольшие фаски (например, $f=0,3\text{мм}$ с углом $2\varphi=140^\circ$ для сверл диаметром 3мм).

Врезаясь в криволинейную поверхность заготовки, такое сверло начинает работу периферийной частью режущих кромок, в результате чего на поверхности заготовки образуется угловая канавка. Эта канавка обеспечивает стабильность положения оси сверла при врезании уменьшение степени неуравновешенности радиальных сил, снижение изгибающих моментов, действующих на сверло и вызванных неперпендикулярностью оси сверла к поверхности заготовки.

Кроме того, применение таких сверл позволяет исключить выдавливание материала и образование заусенцев на выходе, особенно при сверлении тонкостенных деталей.

Другие геометрические параметры сверл были следующие: $\gamma=5^\circ$; $\alpha=14^\circ$; $\alpha_f=14^\circ$; длина перемычки после подточки $f_n=0,6$ мм.

Испытания этих сверл показали, что их стойкость в 1,5 раза выше применявшихся ранее сверл на производстве с прямым заборным конусом.

Вторая проблема заключалась в необоснованно завышенных частотах вращения шпинделей используемых пневмодрелей. Это приводило к тому, что в процессе сверления температуры на режущих кромках сверл значительно превышали допустимые для быстрорежущих сталей значения. В результате в инструментальном материале наблюдались структурно-фазовые превращения, что сопровождалось падением твердости и резким снижением стойкости сверл. С целью ограничения высоких частот вращения был разработан малогабаритный планетарный редуктор, снижающий частоту вращения в 5 раз (рис.2). Центральный вал со шлицами 2 получает вращение от шпинделя пневмодреши 1 и находится в зацеплении с шестернями-сателлитами 3, перекачиваемыми по планетарному колесу 4 и передающими, таким образом, вращение водилу и выходному валу редуктора. Снижение частоты вращения сверла позволило установить оптимальную температуру резания и повысить стойкость сверл в среднем в 4 раза.

Одной из проблем при использовании пневмодрелей является необходимость ручного приложения усилия для осуществления движения подачи. Это ведет к неравномерности как самой величины подачи, так и к большим колебаниям нагрузок на сверло и утомляемости рабочего.

С целью устранения перечисленных недостатков нами было разработано специальное подающее приспособление (рис.3). Оно состоит из корпуса 5, соединяемого винтами с корпусом пневмодреши, и захватывающего рычага 6, удерживающего приспособление от перемещения назад под действием силы, обратной усилию подачи пневмодреши. В процессе сверления рабочий поворачивает подающий рычаг 7 который вращает зубчатое колесо 2, находящееся в зацеплении с рейкой 3, соединенный с корпусом. Таким образом, рейка, корпус и пневмодрешь совершают движение подачи. При этом усилие подачи снижается в несколько десятков раз и определяется соотношением длин подающего рычага и половины делительного диаметра зубчатого колеса 2. Например, при длине рычага 7 $L=300$ мм и делительном диаметре колеса 2 $d=20$ мм уменьшение прилагаемого усилия для осуществления подачи составляет 30 раз.

Производственные испытания подтвердили высокую эффективность разработанных конструкций сверл и приспособлений.

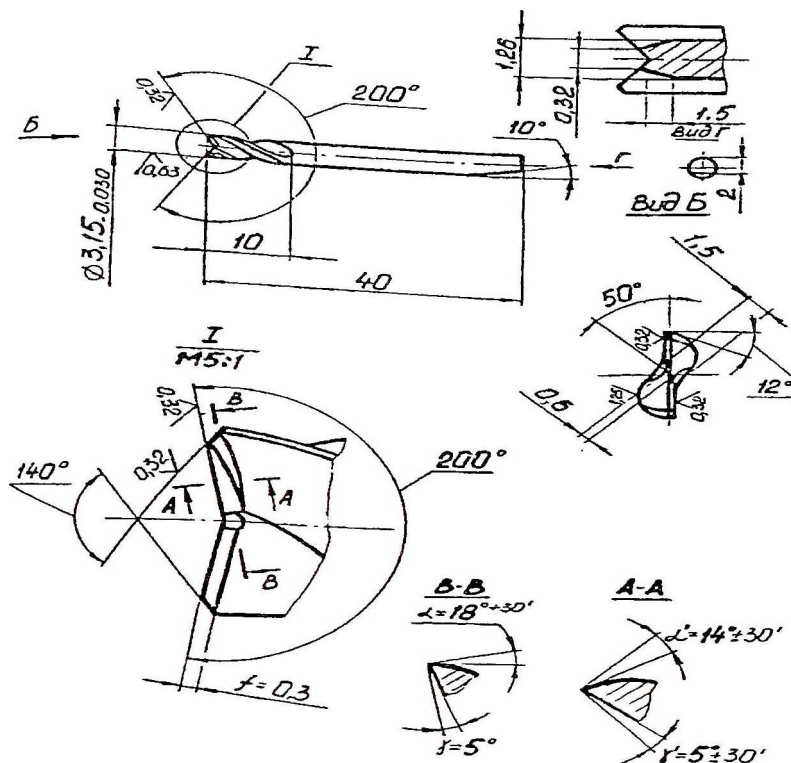


Рис.1. Конструкция и геометрия заточки спирального сверла с обратным заборным конусом

Внедрение их в производство позволило в общей совокупности увеличить число просверливаемых отверстий сверлом из быстрорежущей стали Р9М4К8 в крупногабаритных тонкостенных деталях из жаропрочного сплава ХН68ВМТЮК-ВД с 8 до 240 штук при работе без охлаждения, то есть повысить стойкость сверл в 30 раз при одновременном улучшении условий труда, повышении производительности обработки и сокращении расхода дорогостоящей быстрорежущей стали.

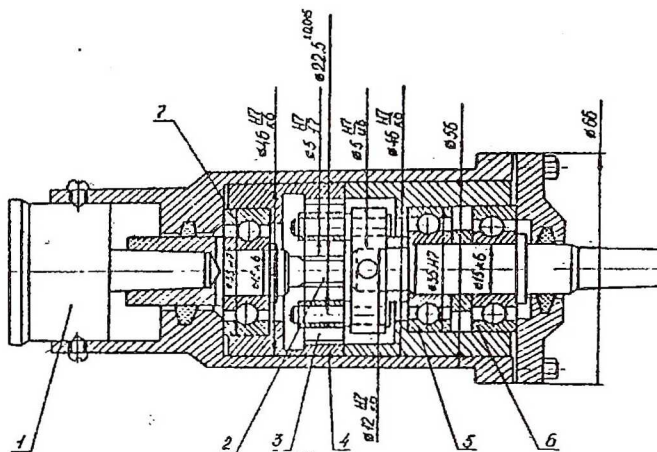


Рис.2. Малогабаритный планетарный редуктор для пневматической дрели.

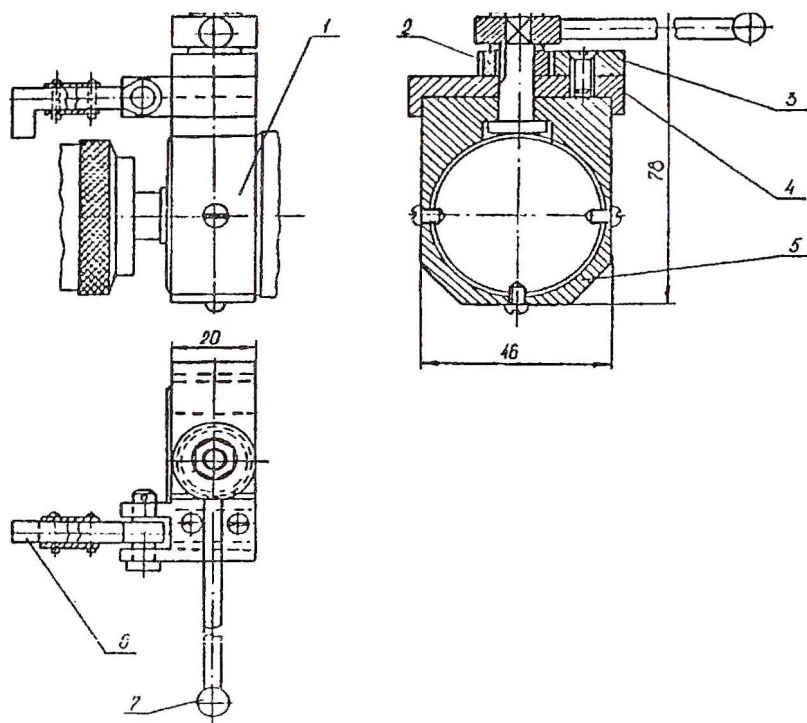


Рис.3. Приспособление для осуществления подачи пневмодрели