

Л и т е р а т у р а

1. Иноземцев Г.Г., Сидоренко А.К., Шаповалов В.Ф. Рационализация конструкции и геометрии крупномодульных червячных фрез. В сб.: "Исследование в области станков и инструментов", вып.2. Саратовский политехнический институт, 1976.
2. ОСТ 24,667.02. Фрезы червячные "Победа" - конструкция и размеры, МТЭ и ТМ, М., 1972.
3. СТП 48.15.70. Фрезы червячные чистовые с приварными зубьями $m = 18-30$ мм. Стандарт предприятия, НКМЗ, 1971.
4. ГОСТ 9324-60. Фрезы червячные чистовые однозаходные для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем. М., Комитет стандартов, 1968.
5. Шишков В.А. Обработка поверхностей резанием по методу обкатки. Машгиз, 1951.
6. Сидоренко А.К., Шаповалов В.Ф. Кинематика чистового зубофрезерования червячными фрезами "Победа". Труды НИИПТМАШ, вып.11. Краматорск, 1974.

УДК 621.951.7

В.В. Лунин, А.С. Горячев,
А.К. Моргунов

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАЗВЕРТОК С ДЕМПФИРУЮЩЕ-ВЫГЛАЖИВАЮЩИМИ ВСТАВКАМИ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ОТВЕРСТИИ

Степень шероховатости обработанных отверстий имеет важное значение при изготовлении деталей и узлов самолетов из высокопрочных сталей ($\sigma_s = 110-190$ кгс/мм²). Чем выше класс шероховатости обработанных поверхностей изделий, тем более высокий уровень прочностной прочностью они обладают.

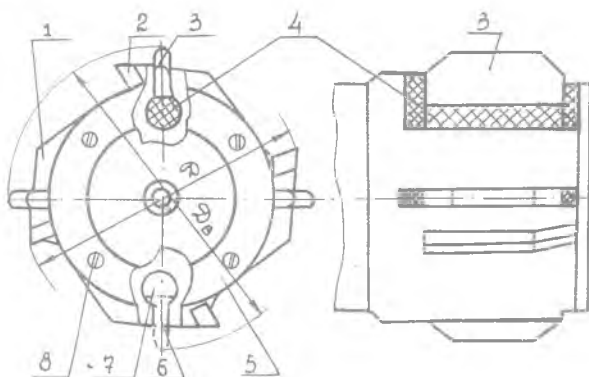
С целью повышения качества обработанных отверстий авторами разработана конструкция развертки с демпфирующе-выглаживающими вставками (рис.1).

К корпусу развертки 1 припаяны твердосплавные режущие зубья 2, определяющие исполнительный размер развертки D . За каждым зубом в специальных пазах 6 и 7 располагаются твердосплавные пластины 3, опирающиеся на эластичные полиуретановые вставки 4. При этом пластины 3 выступают над режущей частью зубьев развертки на определенную величину, определяемую размером D_s .

Применение таких разверток обеспечивает благоприятные условия работы, особенно при входе инструмента в предварительные

отверстия, предотвращает жесткий удар режущей кромки, уменьшает амплитуду колебаний инструмента. Кроме того, выступающие твердосплавные пластины производят выглаживание обработанной поверхности.

Для исследования шероховатости поверхности были изготовлены образцы в виде втулок ($d_{\text{нар}} = 56 \text{ мм}$, $d_{\text{внутр}} = 38 \text{ мм}$, $H = 31 \text{ мм}$) из сталей 30ХГСА ($\sigma_B = 110 - 130 \text{ кгс/мм}^2$), 30ХГСНА ($\sigma_B = 160 - 180 \text{ кгс/мм}^2$) и ЭИ643 ($\sigma_B = 190 - 200 \text{ кгс/мм}^2$). Среднее арифметическое отклонение профиля Ra измерялось с помощью профилометра - профилографа " Калибр-ВЭИ".



Р и с.1. Конструкция режущей части развертки с демпфирующе-выглаживающими вставками: 1 - корпус; 2 - режущий зуб; 3 - выглаживающая пластина; 4 - демпфирующие вставки; 5 - шайба; 6,7 - пазы; 8 - винт

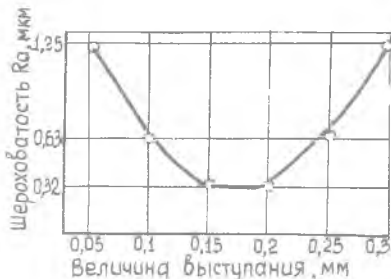
На основе экспериментов были определены оптимальные размеры и форма твердосплавных пластин и полиуретановых подкладок. Эксперимент показал, что особое значение имеет величина выступания направляющих пластин относительно режущих зубьев. Она оказывает влияние на величину силы демпфирования, изменяя жесткость вставок и силу прижатия направляющих пластин к обрабатываемой поверхности, т.е. силу выглаживания.

Оптимальная величина выступания направляющих и выглаживающих пластин определялась из условия обеспечения шероховатости

поверхности не ниже шестого класса.

Как видно из рис. 2, оптимальная величина выступания выглаживающих вставок составляет 0,15-0,2 мм. Это соответствует жесткости вставок $j = 40$ кгс/мм. Режимы развертывания - выглаживания: $v = 35$ м/мин; $s = 0,2$ мм/об.

Форма выглаживающих пластин определялась из следующих соображений. Угол заборного конуса на направляющих пластинах принимался таким же, как и на режущих зубьях. Так как направляющие пластины в момент входа развертки в предварительное отверстие могут перемещаться вдоль оси инструмента, то необходимо было определить величину их выступания в осевом направлении относительно заборного конуса. Величина этого выступания при условии, что осевая сила составляет 50 кгс, оказалась равной $\Delta_{ос} = 0,1$ мм.



Р и с. 2. Влияние величины выступания выглаживающих пластин на шероховатость обработанной поверхности: материал твердосплавных вставок - TiBK6; диаметр отверстий - $d = 36 - 40$ мм; размеры вставок: толщина - 2,5 мм; длина - 12 мм

Обратный конус твердосплавных пластин затачивался под углом $\varphi_1 = 15^\circ$ на длину 2,5-3 мм. При исследовании работоспособности разверток были испытаны выглаживающие пластины с различными радиусами затылка. Лучшие результаты показали инструменты с пластинами, радиус затылка которых соответствовал радиусу режущей части инструмента, что упрощало процесс изготовления и заточки разверток. Радиус закругления затылка направляющих определялся как $R_{пл} = R_p + \zeta$, где $R_{пл}$ - радиус заточки пластины; R_p - радиус развертки; ζ - величина выступания (натяга) пластин относительно режущего зуба.

Форма и размеры полиуретановых вставок, играющих роль эластичных опор, определялись, исходя из конструктивных соображений и возможности размещения их в корпусе развертки с учетом обеспечения необходимой жесткости ($j = 40$ кгс/мм).

Исследовалось влияние режимов резания на шероховатость R_a

обработанной поверхности. Предварительная обработка отверстий проводилась зенкерованием. Режущие зубья разверток были изготовлены из твердых сплавов ТТ5К6 и ТЗ0К4, направляющие пластины - из сплава ТТ5К6. Режимы обработки изменялись в следующих пределах: скорость резания $V = 20-90$ м/мин; подача $s = 0,05 - 0,4$ мм/об; глубина резания $t = 0,05-0,4$ мм. В качестве смазывающе - охлаждающей жидкости применялась 5% водомасляная эмульсия.

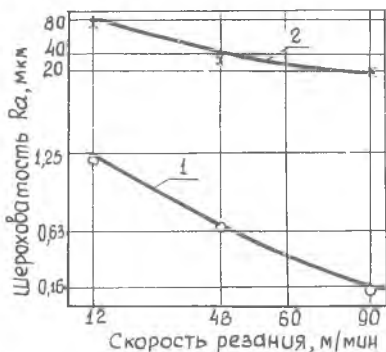
Результаты исследования показали, что наилучшие условия работы разверток обеспечиваются при скорости резания 60 м/мин.

При развертывании отверстий со скоростями ниже 20 м/мин происходит налипание на зубья развертки частиц обрабатываемого материала, что приводит к образованию глубоких рисок на обработанной поверхности. При скорости резания 90 м/мин величина R_a оказалась наименьшей, однако, эта скорость нежелательна, так как стружка при развертывании не успевает вымываться СОЖ и пакетируется в канавках между режущими зубьями. Это может привести к поломке инструмента.

Кривые 1 и 2 свидетельствуют об уменьшении среднеарифметических величин неровности поверхности, обработанной развертками с демпфирующе-выглаживающими вставками от 60 до 100 раз, по сравнению с обработкой обычными развертками.

Замеры R_a подтверждают преимущество разверток с демпфирующе-выглаживающими вставками во всем диапазоне исследованных скоростей в смысле обеспечения стабильного качества обработанных отверстий.

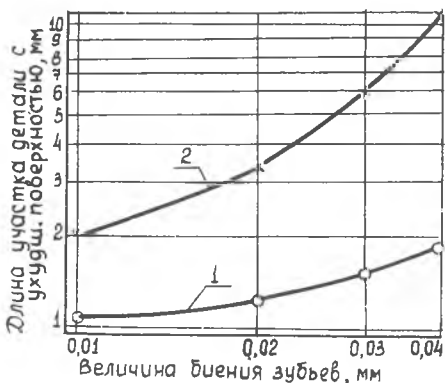
Оптимальной величиной подачи является $s = 0,11-0,2$ мм/об, а глубины резания - $t = 0,2-0,25$ мм. С увеличением этих величин



Р и с.3. Влияние скорости резания на шероховатость: диаметр разверток $d_{раз.} = 36-40$ мм; геометрия заточки: $\lambda = 0, \psi = 15^\circ, \varphi_0 = 2^\circ, \alpha = 6-8^\circ; \psi = 0,15$ мм; режимы резания: $s = 0,11$ мм/об, $t = 0,25$ мм; 1 - развертка без вставок; 2 - развертка со вставками

соответственно выше 0,2 мм/об и 0,3 мм шероховатость обработанной поверхности ухудшается (пятый и шестой классы) вследствие недостаточного удаления стружки из зоны обработки.

Существенное влияние на шероховатость обработанной поверхности, особенно при входе инструмента в предварительное отверстие, оказывает величина биения режущих кромок развертки по заборному конусу. Как видно из рис.4, длина участка поверхности детали со



Р и с.4. Влияние биения режущих зубьев по заборному конусу развертки на длину участка поверхности с ухудшенной шероховатостью (ниже шестого класса): 1 — развертки со вставками; 2 — развертки без вставок

высокопрочных сталей ($\sigma_s = 110-190 \text{ кгс/мм}^2$) инструментами с демпфирующе-выглаживающими вставками стабильно обеспечивает шероховатость поверхности в пределах 7-9 классов, что исключает операцию притирки, а иногда и хонингование.

сторонны входа инструмента с ухудшенной шероховатостью (ниже шестого класса) с увеличением биения зубьев значительно увеличивается (от 2 до 11 мм) Применение разверток с демпфирующе-выглаживающими вставками уменьшает длину поверхности с ухудшенной чистотой до I-2 мм.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что скоростное развертывание