5.5. РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Развертыванием осуществляют окончательную обработку отверстий. Отверстия получаются высокой точности, правильной формы и с малой высотой микронеровностей. Точность и шероховатость поверхности, получаемые после обработки разверткой, указаны в табл. 5.1. Отверстия диаметром до 10 мм развертывают после сверления, а свыше 10 мм после сверления и зенкерования или сверления и растачивания. Развертки делятся на машинные и ручные, цельные и сборные, регулируемые и нерегулируемые. Они бывают цилиндрическими или коническими, с хвостовиками или насадные. Машинные развертки (рис. 5.4) отличаются от ручных более короткой рабочей частью, у машинных разверток хвостовик конической формы, а у ручных — цилиндрической с квадратом под вороток.

Развертка состоит из рабочей части шейки и хвостовика. На рабочей части развертки различают следующие элементы:

- *направляющий конус*, облегчающий ввод развертки в отверстие, режущую часть и калибрующую часть;

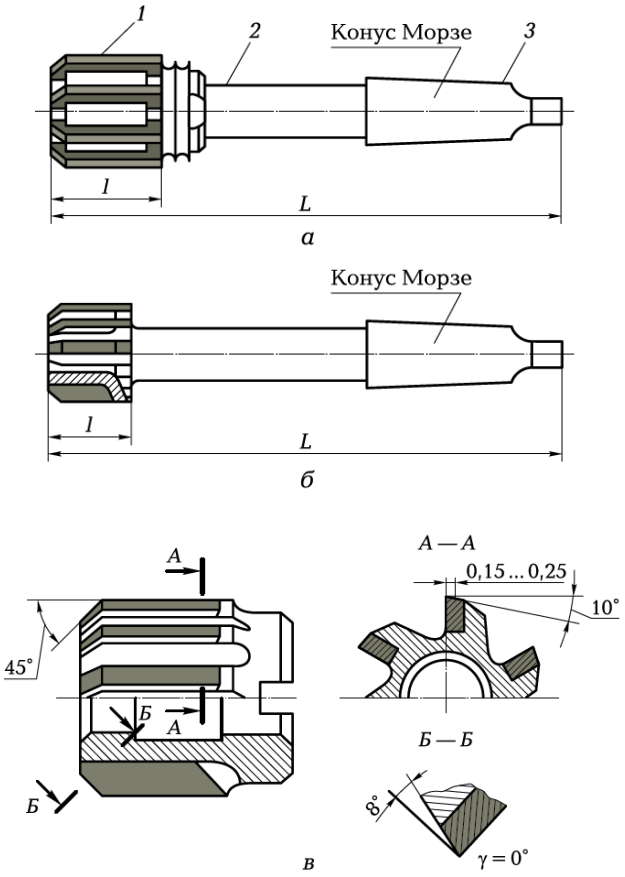

Рис. 5.4. Машинные развертки:

а — хвостовая регулируемая со вставными ножами; *б* — хвостовая твердосплавная; *в* — насадная твердосплавная; *1* — рабочая часть; *2* — шейка; *3* — хвостовик; *l* — длина рабочей части; *L* — общая длина развертки; γ — передний угол

- *режущая часть* имеет остро заточенные зубья и выполняет работу резания. Главный угол в плане 2φ составляет 4...12° для обработки чугуна и 15...30° для обработки стали (при развертывании сквозных отверстий);
- *калибрующая часть* — цилиндрический участок развертки, служащий для направления развертки в отверстии и для его калибрования. Зубья на этом участке имеют узкие шлифованные ленточки шириной 0,05...0,2 мм. Диаметр развертки, измеренный по ленточкам противолежащих зубьев, соответствует диаметру обрабатываемого отверстия. Для облегчения вывода развертки из отверстия на калибрующей части по ленточкам шлифуется обратный конус: диаметр уменьшается в сторону хвостовика на 0,04...0,08 мм.

Геометрия зуба развертки показана на рис. 5.4, *в*. Угловой шаг между зубьями развертки делается неравномерным, при этом противолежащие зубья должны располагаться на одной прямой, проходящей через центр, что важно для контроля развертки. Неравномерность углового шага способствует получению отверстия без огранки.

5.5.1. Технология развертываний

При развертывании необходимо особое внимание уделять тому, чтобы развертка с самого начала не перекашивалась и сохраняла прямолинейное направление в отверстии.

Перед развертыванием отверстие и развертку очищают от грязи, стружки и протирают. Высокое качество обработки обеспечивают развертки со спиральными (винтовыми) канавками. Левые винтовые канавки при правом вращении развертки (по часовой стрелке) проталкивают стружку вперед, что способствует улучшению качества сквозного отверстия, так как устраняется опасность повреждения обработанной поверхности стружкой. Развертки с правыми винтовыми канавками применяют для развертывания глухих отверстий, так как они хорошо выводят стружку из отверстия.

Если хвостовик развертки закреплен непосредственно в пиноли задней бабки, то незначительная несоосность хвостовика и рабочей части развертки, перекос пиноли или загрязнение посадочного конуса вызовут неравномерное срезание припуска: отверстие будет иметь больший диаметр у торцов и меньшей в середине отверстия. Чтобы припуск срезался равномерно, необходимо, чтобы развертка имела возможность сама точно устанавливаться направляющей частью в обрабатываемом отверстии, с этой целью рекомендуется при-

менять не жесткое, а шарнирное крепление, в этом случае развертка, войдя в отверстие, продвигается свободно по его направлению, снимая стружку одинаковой толщины со всех сторон. При обработке развертками их закрепляют в качающейся патрон.

Корпус патрона устанавливают конусным хвостовиком в пиноли, а державка, несущая развертку, связывается с корпусом шарнирно. Благодаря этому развертка может качаться во всех направлениях. Закрепленный шарик, упирающийся в подпятник, обеспечивает передачу развертке усилия подачи по оси, не уменьшая ее подвижности.

Развертыванием нельзя устранить биение или перекос отверстия, если они остались после предыдущей обработки.

В зависимости от требуемой точности, чистоты и диаметра отверстия развертывание производят одной или последовательно двумя развертками: черновой и чистовой.

Отверстие должно быть предварительно обработано на такой размер, чтобы развертка снимала лишь небольшой припуск металла. В табл. 5.6 указаны рекомендуемые припуски на диаметр под развертывание.

Для получения чистого и правильного по размерам отверстия очень важен выбор охлаждающей жидкости. При развертывании стали применяют охлаждение эмульсией или осерненным минеральным маслом (сульфофрезолом), а также растительными маслами; развертывание чугуна, бронзы и латуни производят без охлаждения.

При выборе диаметра развертки следует учитывать, что диаметр отверстия при развертывании в большинстве случаев получится несколько больше диаметра развертки (примерно до 0,02 мм, а иногда даже до 0,04 мм), так как поверхность отверстия несколь-

Таблица 5.6. Припуски на диаметр под развертывание

Параметр	Диаметр отверстия, мм			
	12...18	18...30	30...50	50...75
Общий припуск на черновое и чистовое развертывание, мм	0,15	0,20	0,25	0,30
Припуск на черновое развертывание, мм	0,10...0,11	0,14	0,18	0,20...0,22
Припуск на чистовое развертывание, мм	0,04...0,05	0,06	0,07	0,08...0,10

ко разбивается. Но иногда диаметр развернутого отверстия получается меньше требуемого. Это имеет место при износе развертки, а также при развертывании отверстия в деталях из вязкого металла.

5.5.2. Элементы режимов резания при развертывании

Для определения *глубины резания* используют ту же формулу, что и для рассверливания, зенкерования отверстий.

Подачу при развертывании производят вручную, перемещением пиноли задней бабки. Подача должна быть равномерной, иначе поверхность отверстия получится недостаточно чистой, кроме того, возможна поломка развертки. Подача при развертывании вследствие незначительного размера стружки может быть взята большой. При развертывании стали (диаметр отверстия 10...50 мм) подача равна 0,5...2 мм/об, для чугуна в 1,5—2 раза больше.

Скорости резания при развертывании отверстий развертками из быстрорежущей стали в стальных, чугунных и бронзовых деталях невысокие — от 6 до 15 м/мин, при развертывании отверстий развертками, оснащенными пластинами из твердого сплава, скорость резания — 40...50 м/мин.

Более точно элементы режимов резания определяются по справочнику.