Прочитать лекцию и ответить на контрольные вопросы. Готовые ответы отправлять на электронную почту danilov.37@bk.ru

Продолжение лекции 13.

Протягивание отверстий применяют в массовом, крупносерийном и серийном производствах. Протягивание является одним из прогрессивных способов обработки металлов резанием, как в отношении производительности, так и достигаемых точности и шероховатости. По сравнению с развертыванием, например, протягивание производительнее в 8 – 9 раз и выше.

Протягивание осуществляется многолезвийным инструментом протяжкой, которая протягивается через обрабатываемое отверстие (рис. 41). Внутренним протягиванием обрабатывают различные отверстия: круглые (цилиндрические), щлицевые, многогранные и др.

Рис. 41 Схемы протягивания отверстий:

*а* – горизонтальная; *б* – вертикальная;

*1* – жесткая опора; *2* – шаровая опора; *3* – обрабатываемая заготовка; *4* – протяжка

При протягивании на протяжных станках заготовку устанавливают на жесткой (рис. 41, *а*) или шаровой опоре (рис. 41,

*б*), если торец детали не перпендикулярен оси отверстия.

Для протягивания применяют горизонтальные и вертикальные протяжные станки-полуавтоматы.

Горизонтальные протяжные полуавтоматы применяются для внутреннего протягивания. Вертикальные полуавтоматы используют как для внутреннего, так и наружного протягивания; они занимают в 2 – 3 раза меньше площади, чем горизон- тальные.

Припуск под протягивание при обработке цилиндрических отверстий составляет 0,5…1,5 мм на диаметр отверстия. Прошиванием называют аналогичную протягиванию обработку более коротким инструментом – прошивкой. При прошива- нии инструмент испытывает напряжения сжатия, а при протягивании – растяжения, поэтому прошивку выполняют относи- тельно небольшой длины (250...400 мм).

Для обработки отверстий применяют внутреннее шлифование, хонингование, притирку.

Внутреннее шлифование применяют для окончательной обработки отверстий скаленных деталей или в тех случаях, ко- гда невозможно применить другие, более производительные методы обработки. Оно осуществляется на внутришлифоваль- ных станках и бесцентрово-внутришлифовальных автоматах. Отверстия обрабатывают на проход и методом врезания (ко- роткие отверстия).

Внутреннее шлифование имеет свои технологические особенности. Диаметр абразивного круга выбирают наибольший, допустимый диаметром обрабатываемого отверстия *d*кр = (0,8…0,9) *d*отв. Высоту (ширину) круга принимают в зависимости от длины обрабатываемого отверстия *l*кр *=* 0,8 *l*дет.

Чистовым шлифованием обеспечивается точность размеров отверстий IT6...IT7; шероховатость поверхности Ra = 0,8...3,2 мкм. При длительном выхаживании достигается Ra = 0,4 мкм.

Для внутреннего шлифования рекомендуются следующие режимы:

* + для чугуна – *V*кр = 20...30 м/сек;
	+ для стали – *V*кр = 30...45 м/сек;

 *V*заг = (0,015…0,03) *V*кр;

* + *S*пр = (0,2...0,3) *b* – чистовое шлифование;
	+ *S*пр = (0,6...0,8) *b* – черновое шлифование.

Припуски на шлифование отверстий зависят от диаметра отверстия и его длины и рекомендуются 0,07…0,25 мм для диаметра до 30 мм; 0,18…0,75 для диаметра до 250 мм. Наиболее распространенным методом является шлифование на про- ход с продольным движением подачи. Это шлифование обеспечивает точность размеров, формы и, при соответствующем базировании, точность взаимного расположения обработанных поверхностей.

Различают три основных вида внутреннего шлифования (рис. 42): во вращающейся заготовке; в неподвижной заготовке

(планетарное); бесцентровое.

Шлифование отверстия во вращающейся заготовке (рис. 42, *а*) осуществляется так же, как шлифование наружных по- верхностей тел вращения. Наиболее распространенные схемы шлифования отверстий во вращающейся заготовке приведены на рис. 43.

Для шлифования торца детали после шлифования отверстия в ней целесообразно пользоваться станками, имеющими помимо круга для шлифования отверстия круг для шлифования торца (рис. 43, *г*). Это обеспечивает соблюдение строгой пер- пендикулярности торцовой поверхности и оси отверстия за счет обработки за один установ.

Шлифование отверстия в неподвижной заготовке применяют при обработке отверстий в крупных заготовках, которые трудно вращать (рис. 42, *б*).

При этом методе заготовка устанавливается на стол станка и остается неподвижной во время обработки. Шпиндель и шлифовальный круг имеют четыре движения: *1* – вращение вокруг своей оси; *2* – планетарное движение по окружности внутренней поверхности заготовки;



Рис. 42 Виды внутреннего шлифования:

*а* – во вращающейся заготовке; *б* – планетарное; *в* – бесцентровое



**Рис. 43 Примеры внутреннего шлифования при вращающейся заготовке**

* 1. – возвратно-поступательное движение вдоль оси заготовки; *4* – поперечное перемещение (поперечное движение подачи). Этот метод менее производителен, чем первый.

При внутреннем бесцентровом шлифовании (рис. 42, *б*) базой для установки заготовки служит наружная, предвари- тельно обработанная поверхность. Обработка происходит следующим образом. Заготовка *2* направляется и поддерживается тремя роликами. Ролик *1* (большего диаметра) является ведущим; он вращает заготовку и в то же время удерживает ее от возможного вращения с большой скоростью под действием шлифовального круга *3*. Верхний нажимной ролик *5* прижимает

заготовку к ведущему ролику *1* и нижнему поддерживающему ролику *4*. Заготовка, зажатая между тремя роликами, враща- ется с той же скоростью, что и ведущий ролик *1*. При смене заготовки ролик *5* отходит, освобождая заготовку и позволяя вставить, вручную или автоматически, новую заготовку.

**Хонингование** является одним из методов отделочной обработки отверстий. Процесс осуществляется с помощью хо- нинговальных головок (хонов) со вставными абразивными брусками. Хонингование выполняется на специальных станках, которые подразделяют на две группы: вертикально-хонинговальные и горизонтально-хонинговальные.

Хонинговальная головка совершает совмещенное движение: вращательное и возвратно-поступательное при постоянном давлении абразивных брусков на обрабатываемую поверхность в среде смазочно-охлаждающей жидкости (рис. 44).



*а*) *б*)

**Рис. 44 Хонингование:**

*а* – схема хонинговальной головки: *1* – корпус; *2* – колодки;

*3* – абразивные круги; *4* – стержень; *5* – нажимная шайба; *6* – конус;

*7* – круговые пружины; *8* – палец; *б* – схема вертикального перемещения брусков хонинговальной головки: *l*бр – длина бруска; *l* – длина отверстия заготовки; *l*п – перебег брусков; *l*х – длина рабочего хода брусков

В процессе хонингования абразивные бруски удаляют слой металла толщиной 0,3...0,5 мкм за один двойной рабочий ход при общем припуске 0,01...0,07 мм для стали и 0,02...0,20 мм для чугуна. При этом снимаются как микронеровности, ос- тавшиеся после предыдущей операции, так и некоторая часть основного металла, что позволяет устранять конусообразность, овальность, бочкообразность.

Предварительная обработка отверстий под хонингование может быть выполнена растачиванием, зенкерованием, раз- вертыванием или шлифованием и должна обеспечивать точность обработки не ниже, чем по 7...8-му квалитету и Rа = 6,3...3,2 мкм.

**Притирка** (доводка внутренних поверхностей). Этот метод аналогичен притирке наружных цилиндрических поверхно- стей. Притирка и хонингование, в отличие от внутреннего шлифования, не исправляют погрешностей расположения, так как обрабатывающий инструмент базируется по обрабатываемой поверхности.

Контрольные вопросы:

## 1. Описать метод внутреннего шлифования отверстий.