

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра металлорежущих станков и инструментов

ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Процессы механической обработки»
для студентов направления 151900
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Составители Л. В. Рыжикова
Н. В. Прокаев

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 4 от 16.11.2011

Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
направления 151900
Протокол № 13 от 26.12.2011

Электронная копия хранится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2012

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить способы обработки конических поверхностей на токарно-винторезном станке. Приобрести практические навыки по обработке наружных и внутренних конических поверхностей.

2. ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Изучить элементы конуса.
2. Овладеть приемами обработки конических поверхностей на токарно-винторезном станке.
3. Ознакомиться со способами контроля конических поверхностей.
4. Научиться на лабораторных занятиях обрабатывать внутренние и наружные конические поверхности согласно инструкционной карте.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В технике часто используются детали с коническими поверхностями: конические зубчатые колеса, центры токарного станка, хвостовики осевых инструментов и т. п. Конические поверхности характеризуются следующими параметрами (рис. 1):

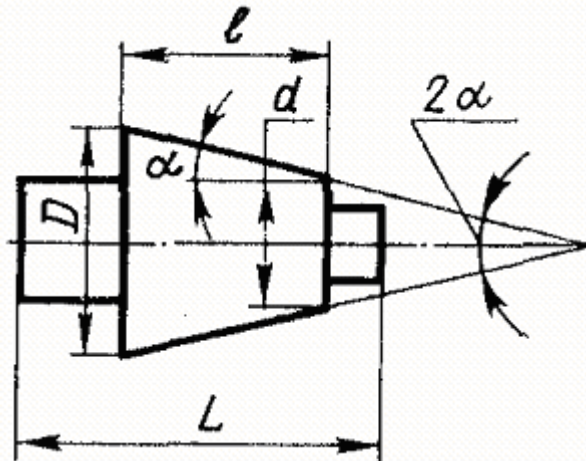


Рис. 1. Параметры конуса

- D – большим диаметром конуса;
- d – малым диаметром конуса;
- L – длиной детали;

- l – длиной конуса;
- углом конуса 2α ;
- углом уклона α ;
- уклоном i (тангенс угла уклона);
- конусностью.

Углом конуса 2α называется угол между двумя образующими, лежащими в одной плоскости.

Углом уклона α называется угол между осью и образующей конуса.

Конусность – это удвоенный уклон или отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними.

На чертежах деталей часто не указывают размеры, необходимые для обработки конуса, и их поэтому следует подсчитывать. Для подсчета неизвестных параметров конусов и их размеров (в мм) (рис. 1) можно пользоваться следующими формулами:

$$\text{а) конусность } K = \frac{(D-d)}{l} = 2\text{tg}\alpha; \quad (1.1)$$

$$\text{б) угол уклона конуса } \text{tg}\alpha = \frac{(D-d)}{2l} = \frac{K}{2}; \quad (1.2)$$

$$\text{в) уклон } i = \frac{K}{2} = \frac{(D-d)}{2l} = \text{tg}\alpha; \quad (1.3)$$

$$\text{г) больший диаметр конуса } D = Kl + d = 2l\text{tg}\alpha; \quad (1.4)$$

$$\text{д) меньший диаметр конуса } d = D - Kl = D - 2l\text{tg}\alpha; \quad (1.5)$$

$$\text{е) длина конуса } l = (D-d)K = \frac{(D-d)}{(2\text{tg}\alpha)}. \quad (1.6)$$

3.1. Способы обработки наружных и внутренних конических поверхностей

Обработку конических поверхностей на токарных станках выполняют различными способами: поворотом верхней части суппорта; смещением корпуса задней бабки; поворотом конусной

(копировальной) линейки; широким резцом и совмещением двух подач (продольной и поперечной). Применение того или иного способа зависит от длины конической поверхности и угла уклона конуса.

3.1.1. Обработка конусов при повернутых верхних салазках суппорта

Обработка наружного конуса способом поворота верхних салазок суппорта целесообразна в тех случаях, когда необходимо получить большой угол уклона конуса при сравнительно небольшой его длине. Наибольшая длина образующей конуса должна быть несколько меньше хода каретки верхней части суппорта.

Поворотная плита верхней части суппорта может поворачиваться относительно поперечных салазок суппорта в обе стороны. Для этого нужно освободить гайки винтов крепления плиты. Контроль угла поворота с точностью до одного градуса осуществляется по делениям поворотной плиты (рис. 2).

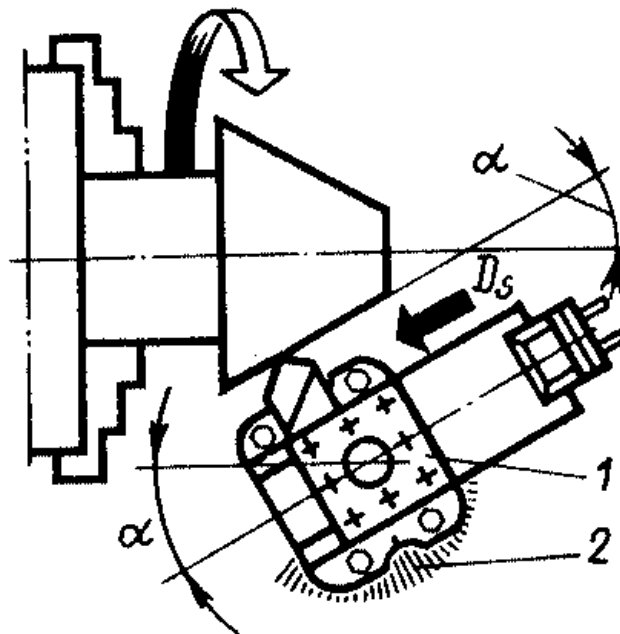


Рис. 2. Схема обработки наружной конусной поверхности способом поворота верхней части суппорта:

1 – резцедержатель; 2 – градуированная шкала;

D_s – подача; α – угол уклона

Внутренние конусы длиной более 15 мм при любом угле наклона обрабатываются поворотом верхних салазок суппорта с применением ручной подачи (рис. 3). Наибольшая длина образующей конуса должна быть несколько меньше хода каретки верхнего суппорта. Независимо от способа обработки конуса резец обязательно устанавливают точно по высоте центров станка.

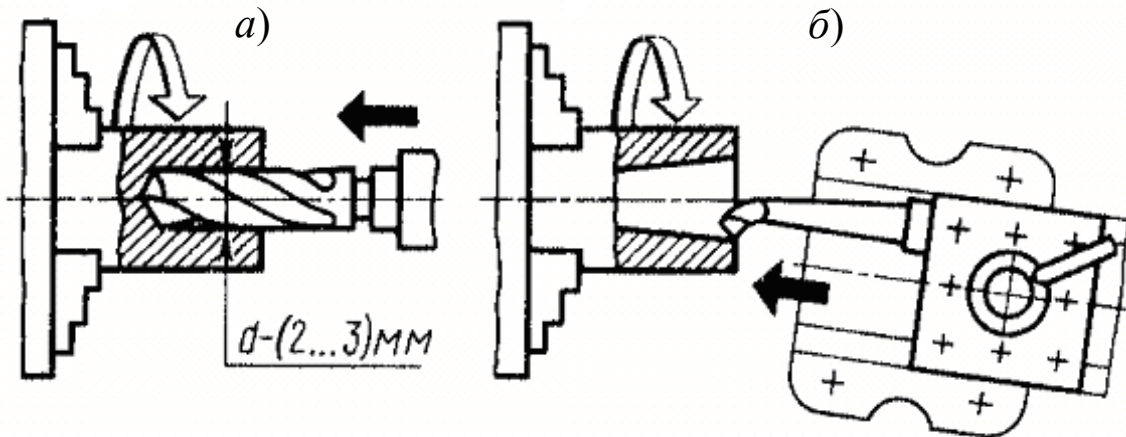


Рис. 3. Обработка внутренней конической поверхности способом поворота верхней части суппорта:
а – сверление; б – растачивание

3.1.2. Обработка наружных конусов широким резцом

Обработку наружного конуса широким резцом применяют при необходимости получения короткого конуса ($l < 25$ мм) с большим углом уклона.

Широкий проходной резец, режущая кромка которого длинней образующей конуса, устанавливают в резцедержатель так, чтобы главная режущая кромка резца составляла с осью заготовки угол α , равный углу уклона конуса. Производить обработку можно как с продольной, так и с поперечной подачей. Этот способ применяют в том случае, когда угол уклона конуса большой, а к точности угла уклона конуса и шероховатости поверхности не предъявляют высоких требований (рис. 4).

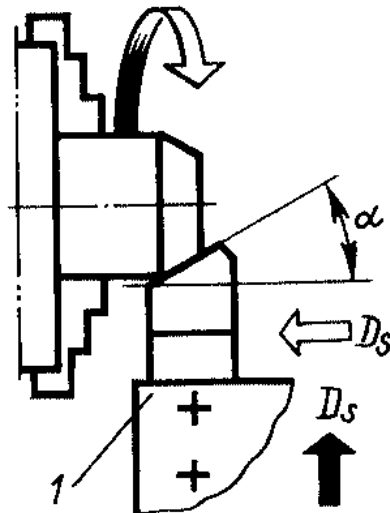


Рис. 4. Обработка конической поверхности широким резцом

3.1.3. Обработка наружных конусов способом смещения корпуса задней бабки

Обработка наружного конуса способом смещения корпуса задней бабки удобна для получения длинных пологих конусов с малым углом уклона ($3...5^\circ$). Для этого корпус задней бабки сдвигают в поперечном направлении от линии центров станка по направляющим основаниям бабки. При этом ось вращения детали не будет параллельна направлению перемещения детали резца и поверхность детали окажется обточенной на конус. Обработываемая заготовка закрепляется между центрами станка в поводковом патроне с хомутиком. Данный способ используется редко вследствие того, что возникают большие нагрузки на подшипники шпинделя и подвижного центра, который расположен в пинноли задней бабки, из-за этого срок службы станка значительно уменьшается. Обтачивание наружных конических поверхностей смещением корпуса задней бабки заключается в выполнении следующих приемов:

1. Определить смещение корпуса задней бабки (мм):

$$H = \frac{L(D-d)}{2l}, \quad (1.7)$$

где D – наибольший диаметр конуса; d – наименьший диаметр конуса; L – общая длина заготовки; l – длина конуса.

2. Сместить корпус задней бабки по направляющим ее основаниям. При смещении корпуса задней бабки на себя (рис. 5, а) конус своим большим диаметром обращен к передней бабке; при смещении от себя (рис. 5, б) большой диаметр конуса обращен к задней бабке. Отсчет смещения H задней бабки производят по делениям, нанесенным на торцовой поверхности корпуса задней бабки от риски 0 (плоскость оси центров).

Правильность смещения задней бабки корректируют пробным обтачиванием и проверкой полученного угла конуса.

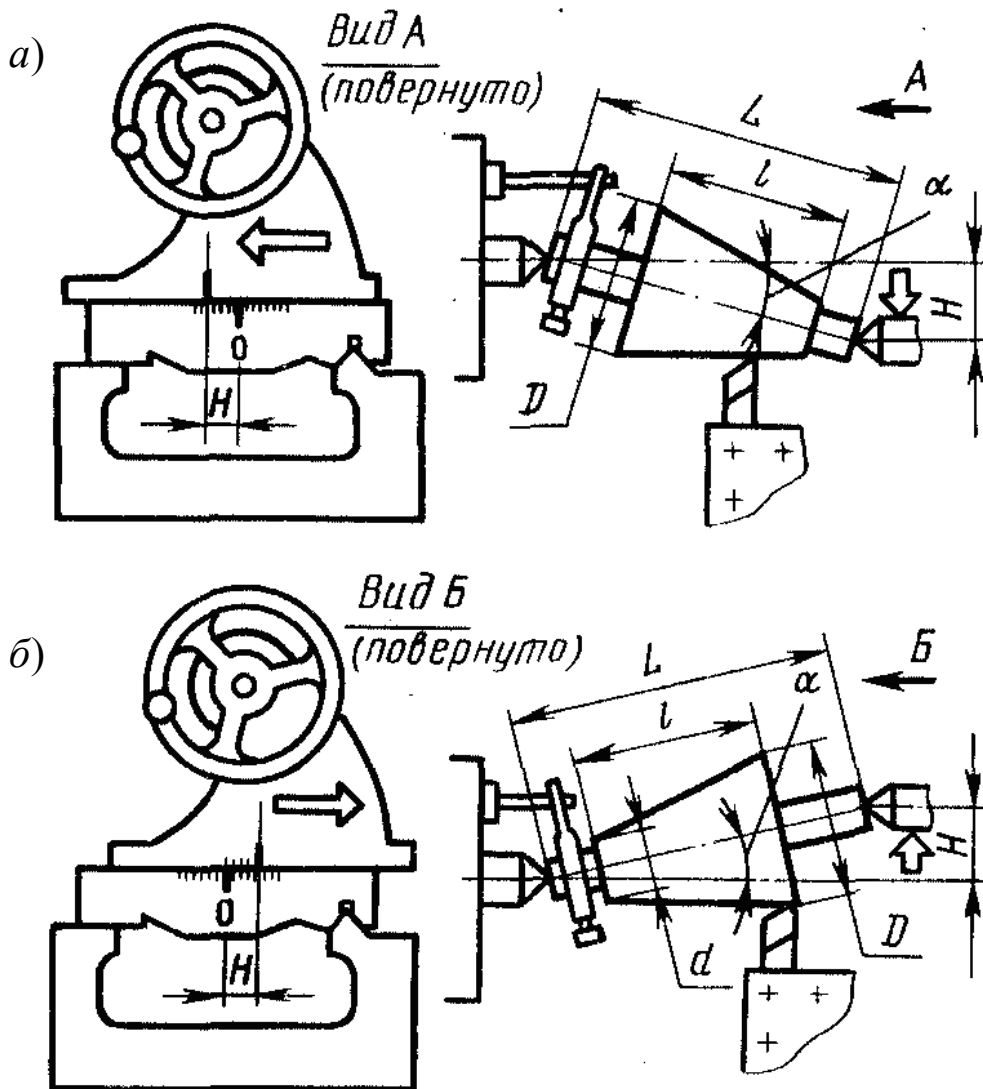


Рис. 5. Обработка конических поверхностей способом смещения корпуса задней бабки

3. Установить и закрепить заготовку и проходной резец. Заготовку устанавливают в центрах. Задний центр из-за смещения оси вращения заготовки целесообразно применять с шаровой вершиной (сферической). Вершину головки проходного резца установить обязательно на уровне линии центров станка.

4. Обточить коническую поверхность детали, предварительно предусмотрев припуск для окончательного прохода. Обработку выполнить с прямой продольной механической подачей резца.

5. Проверить конусность обработанной поверхности заготовки и установить правильность настройки станка.

6. Обточить коническую поверхность окончательно, для чего настроить станок на требуемый режим резания.

7. Проверить обработанную коническую поверхность по размерам с помощью штангенциркуля и конического калибратулки.

3.1.4. Обработка конусов с помощью конусной (копировальной) линейки

Обработку конусов с помощью конусной (копировальной) линейки, закрепленной с задней стороны станины токарного станка на плите, применяют для получения пологого конуса значительной длины. Заготовку крепят в центрах или в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне. Резец, закрепленный в резцедержателе суппорта станка, получает одновременное перемещение в продольном и поперечном направлениях, в результате чего обрабатывает коническую поверхность заготовки. Обтачивание наружных конических поверхностей с применением конусной линейки (рис. 6) заключается в выполнении следующих приемов:

1. Определить угол уклона конуса

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(D - d)}{2l}. \quad (1.8)$$

Если шкала поворота на торце конусной линейки задана не в градусах, а в миллиметрах, то число делений, на которое надо повернуть линейку,

$$C = \frac{H}{l} \left(\frac{D-d}{2} \right) = H \operatorname{tg} \alpha, \quad (1.9)$$

где H – расстояние от оси вращения линейки до торца, на котором нанесена шкала, мм.

2. Наладить станок на обтачивание наружной конической поверхности, для чего необходимо ослабить гайки 6 (рис. 6), повернуть линейку 2 около ее оси 3 на угол α (пользуясь градуированной шкалой на плите 1), повернуть верхнюю поворотную часть (салазки) суппорта 8 на угол 90° к оси заготовки, закрепить гайкой 5 поперечные салазки 7 суппорта с ползуном 4. При отсутствии специального паза для гайки винта поперечной подачи этот винт надо временно удалить из поперечных салазок 7 суппорта.

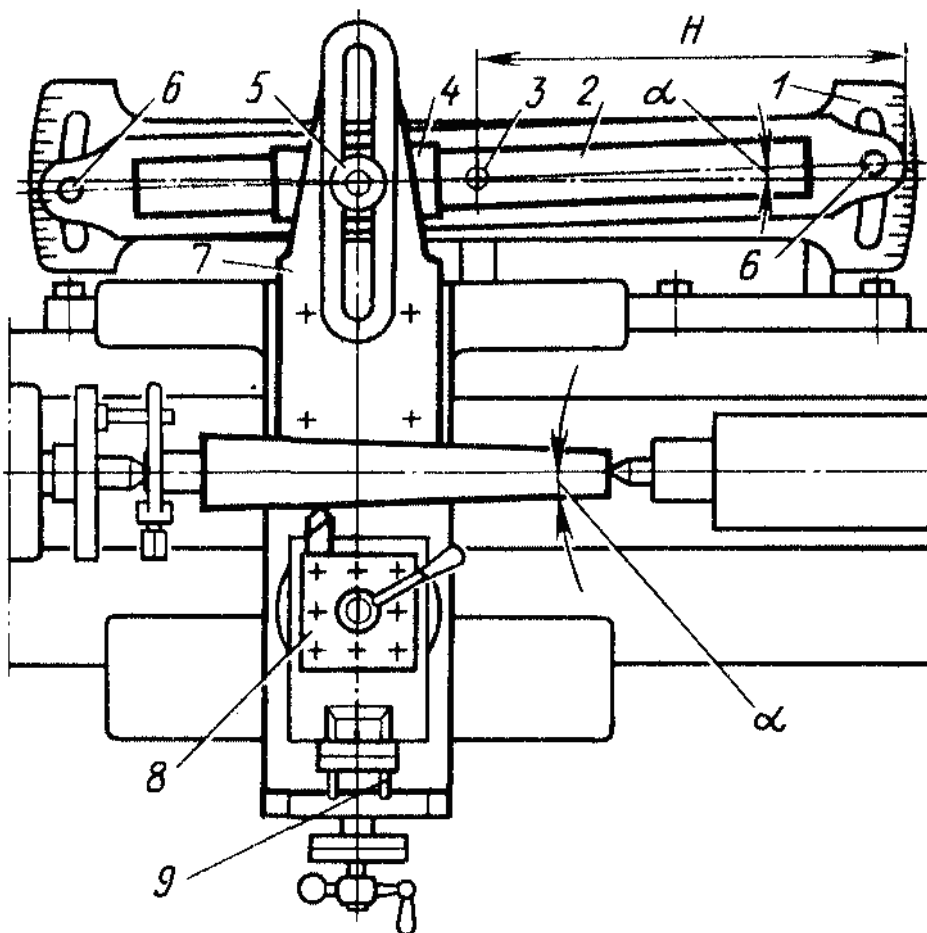


Рис. 6. Обработка конических поверхностей с применением конусной линейки

3. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне или в центрах.

4. Обточить предварительно коническую поверхность детали. Резец подавать на требуемую глубину резания, вращая рукоятку с лимбом 9 винта верхней поворотной части суппорта.

Продольное механическое перемещение резец получает от ходового вала станка, а поперечное – от конусной линейки.

5. Проверить конусность обработанной поверхности заготовки.

6. Обточить коническую поверхность окончательно.

7. Проверить размеры обработанной конической поверхности с помощью конического калибра-втулки, универсального угломера или штангенциркуля.

Обтачивание внутренних конических поверхностей с помощью конусной линейки применяют при обработке заготовок любой длины с малым углом уклона конуса (примерно до 12°). Независимо от способа обработки конуса резец обязательно устанавливают точно по высоте центров станка.

3.1.5. Развертывание конических отверстий

Внутренние конические поверхности малых размеров в сплошном металле после сверления обрабатывают комплектом из трех конических разверток. Черновая развертка (рис. 7, а) при обработке образует ступенчатое отверстие, полуступенчатая развертка (рис. 7, б) со стружкоделительными канавками срезает уступы, образованные черновой разверткой; чистовая (рис. 7, в) зачищает неровности, оставшиеся после обработки второй разверткой, и калибрует конус. Развертывание выполняют с применением соответствующей для данного металла смазочно-охлаждающей жидкости.

Развертывание заключается в выполнении следующих приемов:

1. Просверлить отверстие под развертываемое отверстие, для чего взять сверло диаметром на 0,5...1 мм меньше малого диаметра конического отверстия (рис. 8, а).

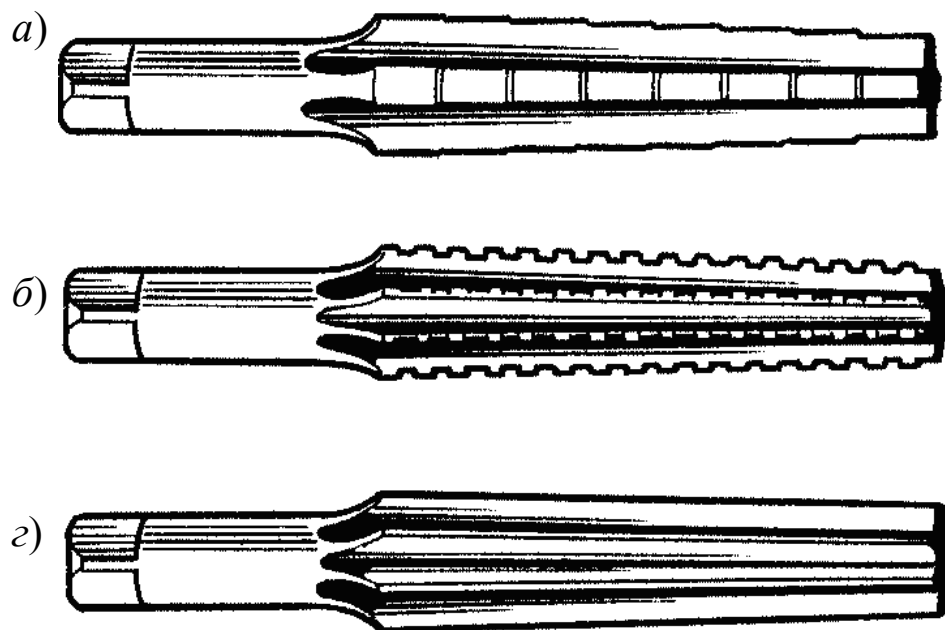


Рис. 7. Комплект конических разверток

2. Подобрать режим резания для развертывания и настроить станок; для определения частоты вращения шпинделя надо брать больший диаметр конического отверстия.

3. На квадраты хвостовиков разверток надеть хомутики или воротки. Отрегулировать положение заднего центра, вставить черновую развертку вместе с хомутиком в отверстие заготовки, а центровым отверстием установить ее на задний центр. Хвостовик хомутика (или рукоятка воротка) должен упираться в поверхность верхних салазок. Поддерживая развертку левой рукой за хвостовик, прижать ее к центру задней бабки (рис. 8, б).

4. Включить станок. Правой рукой, вращая маховичок задней бабки, перемещать развертку вдоль оси отверстия на длину, соответствующую требуемому диаметру большего основания конического отверстия (с учетом припуска на последующее развертывание). Затем остановить станок и, поддерживая левой рукой хвостовик развертки за хомутик, вывести ее из отверстия.

Выполнить эти же приемы последовательно полукривой (рис. 8, в) и чистой (рис. 8, г) развертками, оставляя для полукривого развертывания припуск 0,5...1 мм, а для чистового – 0,1...0,2 мм.

5. После каждого перехода проверять размеры отверстия соответствующим коническим калибром-пробкой.

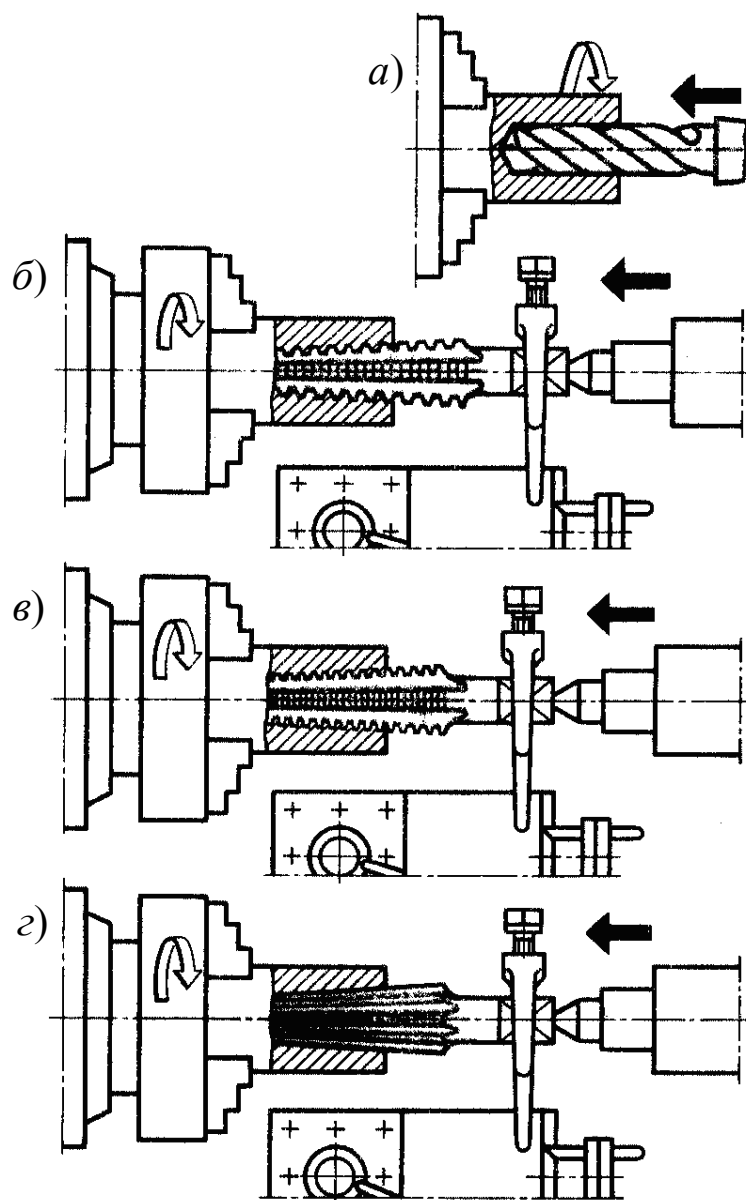


Рис. 8. Развертывание конических отверстий

При развертывании отверстия необходимо выполнять следующие правила техники безопасности: не вводить и не выводить развертку на ходу станка; не удерживать руками хвостовик хомутика или рукоятку воротка, они должны быть прижаты к поверхности верхних салазок; не удалять из отверстия стружку, масло и грязь руками; не измерять размеры развертываемого отверстия на ходу станка.

3.1.6. Контроль конических поверхностей

После того как коническая поверхность получена, необходимо проверить на наличие каких либо дефектов, которые могут образоваться на обработанной поверхности. Например:

1. Коническая поверхность выдержана, размеры диаметров меньше заданных.
2. Размер большого основания конической поверхности выдержан, конусность не выдержана.
3. Размер меньшего основания конической поверхности выдержан, конусность не выдержана.
4. Конусность выдержана, а диаметры оснований не выдержаны.
5. Образующая конуса криволинейна.

Правильность конической поверхности проверяют универсальным угломером по плотности прилегания измерительных поверхностей (рис. 9, *а*); калибром-втулкой по меловым линиям, «на краску» и предельными калибрами-втулками с двумя рисками или с уступом между торцами *A* и *B* (рис. 9, *б*). Контроль конусов калибрами-втулками является комплексным методом, позволяющим одновременно проверить угол конуса, диаметры и длину. Годность изделия определяют осевым перемещением калибра до сопряжения с проверяемой поверхностью и проворачиванием его вокруг оси. При проверке «на краску» равномерность слоя красящего вещества на конусной поверхности обрабатываемой заготовки характеризует точность угла конуса (рис. 10).

Положение торца заготовки относительно размера между контрольными рисками или торцов *A* и *B* уступа характеризует размер диаметров и длины. При правильном выдерживании размеров конической поверхности торец заготовки не должен выходить за пределы торцов *A* и *B* уступа калибра-втулки.

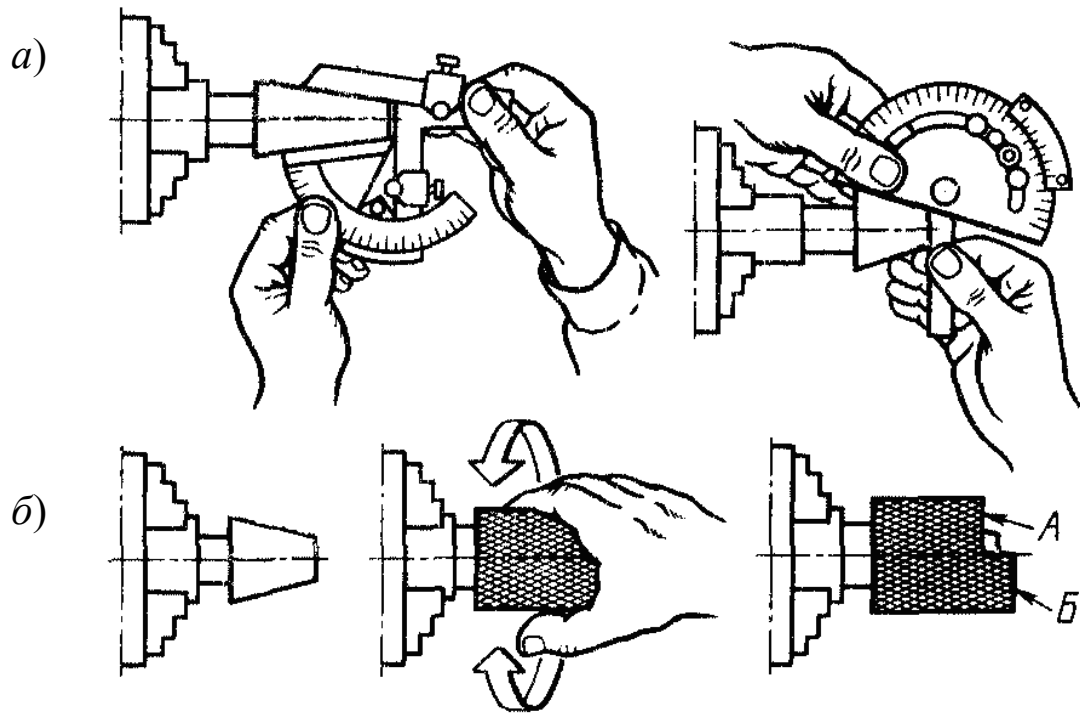


Рис. 9. Контроль наружных конических поверхностей

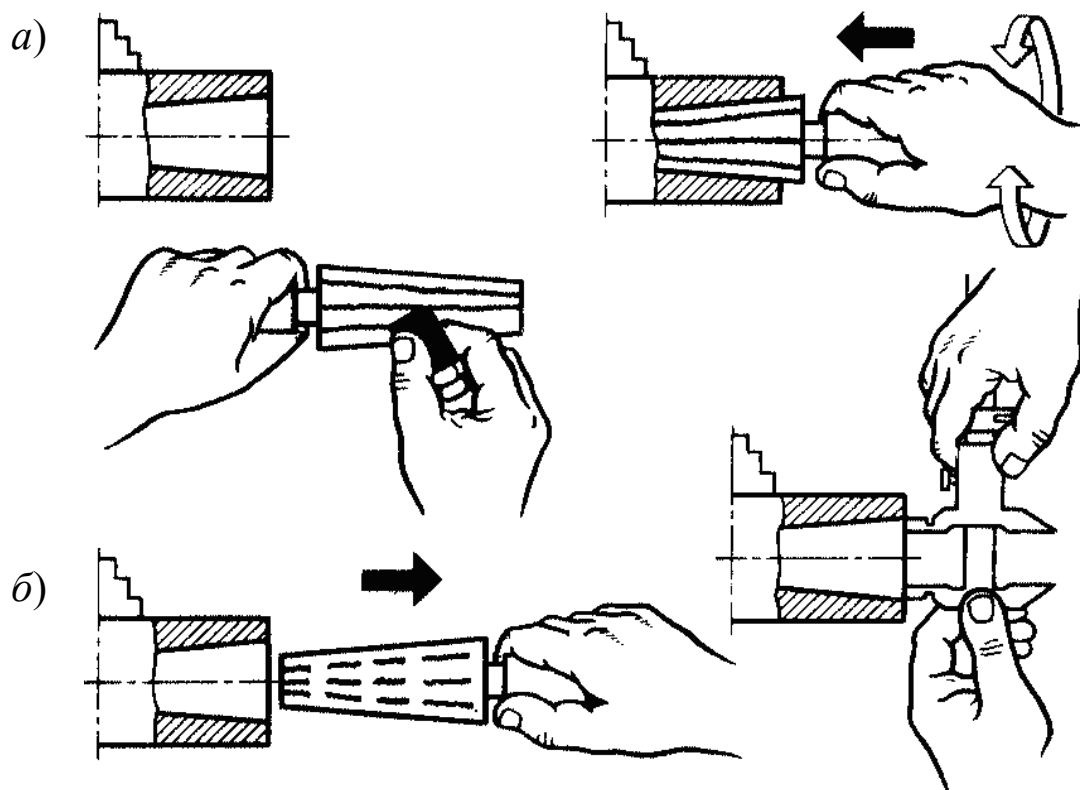


Рис. 10. Проверка внутренних конических поверхностей

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите детали, имеющие конусные поверхности.
2. Какими элементами характеризуются конические поверхности?
3. Что такое конусность?
4. Расскажите о способах контроля конусов.
5. Как рассчитать величину смещения задней бабки для обработки длинного конуса?
6. Укажите достоинства и недостатки всех перечисленных в методических указаниях способов обработки конусов.
7. Как настраивается станок для обработки конических поверхностей при применении конусной линейки?
8. Как обрабатываются внутренние конические поверхности?

5. ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

Оснащение рабочего места: заготовки, резцы, измерительный инструмент, защитные очки.

5.1. Обработка наружных конических поверхностей способом поворота верхней части суппорта

Обтачивание наружных конических поверхностей поворотом верхних салазок 1 суппорта (рис. 2) заключается в выполнении следующих приемов:

1. Установить и закрепить в трехкулачковом патроне заготовку с предварительно обработанной цилиндрической поверхностью и проходной резец в резцедержателе. Вершину головки резца установить обязательно на уровне линии центров станка.

2. Если на чертеже размер угла уклона конуса α не указан, то угол поворота верхней части суппорта определяют по данным чертежа обрабатываемой детали. Тангенс угла уклона конуса

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{(D - d)}{2l} \quad (1.10)$$

или

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{K}{2}. \quad (1.11)$$

Угол уклона конуса находят по таблице тангенсов углов.

3. Повернуть верхнюю поворотную часть суппорта на требуемый угол уклона конуса так, чтобы риска нижнего фланца совпадала с делением градуированной шкалы 2 поворотного фланца, равного углу уклона конуса α . Если конус детали вершиной обращен в сторону задней бабки, то верхнюю поворотную часть суппорта повернуть от себя; если вершина конуса обращена в сторону передней бабки, то верхнюю часть суппорта повернуть на себя.

4. Обточить коническую поверхность детали, предварительно предусмотрев припуск для окончательного прохода. Подача резца осуществляется вручную путем вращения винта верхних салазок суппорта плавно обеими руками по часовой стрелке.

5. Проверить конусность предварительно обработанной поверхности заготовки и установить правильность настройки станка.

Конусность проверить следующими способами: измерением диаметров оснований конуса штангенциркулем; калибром-втулкой, по меловым или карандашным линиям (при повороте калибра-втулки линии должны стираться равномерно по всей длине); универсальным угломером, по плотности прилегания измерительных поверхностей угломера к образующей конической поверхности детали.

6. Обточить коническую поверхность окончательно, для чего настроить станок на требуемый режим резания и установить чистой проходной резец.

7. Проверить размеры обработанной конической поверхности штангенциркулем, для чего измерить диаметры оснований конуса и получить разность диаметров, которая должна равняться разности диаметров оснований конуса, указанных на чертеже при одинаковом расстоянии между диаметрами.

5.2. Растачивание конических поверхностей

Растачивание конических поверхностей с помощью поворота верхних салазок суппорта заключается в выполнении следующих приемов:

1. Просверлить отверстие под растачивание (рис. 3, *а*), для чего взять сверло диаметром на 2...3 мм меньше малого диаметра d обрабатываемого конического отверстия и закрепить его в пиноли задней бабки. Если заготовка уже имеет отверстие, полученное при предварительной обработке, то в зависимости от припуска вместо сверления производят рассверливание, зенкерование или непосредственно растачивание отверстия.

2. Расточить коническое отверстие предварительно, для чего повернуть верхние салазки суппорта на себя на требуемый угол уклона конуса α , переместить верхние салазки в крайнее левое положение, настроить станок на требуемый режим резания, установить и закрепить расточной проходной резец (рис. 3, *б*), подвести резец к заготовке и проточить отверстие на длине 2...3 мм, проверить полученный размер и расточить отверстие начерно. Салазки подавать равномерно, вращая рукоятку их винта обеими руками по ходу часовой стрелки.

3. Проверить конусность обработанной поверхности отверстия заготовки с помощью конического калибра-пробки по меловым линиям или «по краске».

4. Расточить коническое отверстие окончательно, для чего настроить станок на требуемый режим резания, установить расточной чистовой проходной резец. Растачивая отверстие ручной подачей, необходимо добиться равномерного вращения рукоятки винта верхних салазок обеими руками, что обеспечивает получение гладкой и чистой поверхности заданной шероховатости.

5. Проверить конусность и размеры окончательно расточенного конического отверстия и сравнить их с размерами, указанными на чертеже детали. Правильность их можно проверить с помощью штангенциркуля и конического калибра-пробки.

5.3. Развертывание конических отверстий

Развертывание заключается в выполнении следующих приемов:

1. Просверлить отверстие под развертываемое отверстие, для чего взять сверло диаметром на 0,5...1 мм меньше малого диаметра конического отверстия (рис. 8, *а*).

2. Подобрать режим резания для развертывания и настроить станок; для определения частоты вращения шпинделя надо брать больший диаметр конического отверстия.

3. На квадраты хвостовиков разверток надеть хомутики или воротки. Отрегулировать положение заднего центра, вставить черновую развертку вместе с хомутиком в отверстие заготовки, а центровым отверстием установить ее на задний центр. Хвостовик хомутика (или рукоятка воротка) должен упираться в поверхность верхних салазок. Поддерживая развертку левой рукой за хвостовик, прижать ее к центру задней бабки (рис. 8, *б*).

4. Включить станок. Правой рукой, вращая маховичок задней бабки, перемещать развертку вдоль оси отверстия на длину, соответствующую требуемому диаметру большего основания конического отверстия (с учетом припуска на последующее развертывание). Затем остановить станок и, поддерживая левой рукой хвостовик развертки за хомутик, вывести ее из отверстия.

Выполнить эти же приемы последовательно получистовой (рис. 8, *в*) и чистой (рис. 8, *г*) развертками, оставляя для получистового развертывания припуск 0,5...1 мм, а для чистового – 0,1...0,2 мм.

5. После каждого перехода проверять размеры отверстия соответствующим коническим калибром-пробкой.

При развертывании отверстия необходимо выполнять следующие правила техники безопасности: не вводить и не выводить развертку на ходу станка; не удерживать руками хвостовик хомутика или рукоятку воротка, они должны быть прижаты к поверхности верхних салазок; не удалять из отверстия стружку, масло и грязь руками; не измерять размеры развертываемого отверстия на ходу станка.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов / Дальский А. М., Арутюнова И. А., Барсукова Т. М. [и др.] / под ред. А. М. Дальского. 5-е изд. – М. : Машиностроение, 2004. – 512 с.
2. Дубинкин, Д. М. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие для студентов / Д. М. Дубинкин, Г. М. Дубов, Л. В. Рыжикова. – Кемерово: ГОУ ВПО «Кузбасс гос. тех ун-т», 2010. – 206 с.

Составители

Людмила Витальевна Рыжикова
Николай Валерьевич Прокаев

ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Процессы механической обработки»
для студентов направления 151900
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Печать в авторской редакции

Рецензент С. А. Рябов

Подписано в печать 23.01.2012. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. 1,0.

Тираж 30 экз. Заказ

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.