

## **Тема 1.3. Технологичность конструкции изделия.**

### **1.3.1. Понятие о технологичности конструкции изделия.**

При современном уровне машиностроительного производства разработка конструкции изделий должна удовлетворять как требованиям служебно-эксплуатационного характера, так и производительным требованиям, обусловленным возможностью применения высокопроизводительных и рентабельных технологических процессов с учетом конкретных условий, и объема производства.

Единым критерием технологичности конструкции изделия является ее экономическая целесообразность при заданном качестве и принятых условиях производства, эксплуатации и ремонта. Отработка конструкции изделия на технологичность должна обеспечить снижение трудоемкости и себестоимости изготовления изделия и снижение трудоемкости, цикла и стоимости работ по обслуживанию изделия при эксплуатации.

В комплекс работ по снижению трудоемкости и себестоимости изготовления входит:

- повышение серийности посредством стандартизации, унификации и группирования деталей и их элементов по конструктивно-технологическим признакам;
- ограничение номенклатуры конструкций и применяемых материалов, преимущество конструктивных решений;
- снижение массы изделия и применение высокопроизводительных типовых технологических процессов и средств технологического оснащения.

При проведении отработки конструкции на технологичность учитываются базовые (исходные) показатели технологичности конструкции – представители группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками. Состав базовых показателей, их оптимальные значения и предельные отклонения для однотипных изделий входят в отраслевые стандарты, разрабатываемые на основе ГОСТ 14.201-83.

Отработку конструкции изделия на технологичность проводят на всех стадиях разработки конструкторской документации, начиная с эскизного проекта и до разработки рабочей документации для серийного или массового производства. Исполнителями отработки конструкции изделия на технологичность являются разработчики конструкторской и технологической документации. Они также осуществляют технологический контроль и подготовку и внесение изменений в конструкторскую документацию.

#### **Стадии отработки конструкции изделия на технологичность.**

В процессе эскизного проекта входят:

- выбор наиболее простого варианта принципиальной схемы;

- установление (по возможности) базовой конструкции, которая должна быть положена в основу проектируемого изделия;
- унификация сборочных единиц и основных деталей как в пределах проектируемого изделия, так и изделий, находящихся в производстве;
- разбивка изделия на самостоятельные сборочные единицы;
- обеспечение технологичности оригинальных деталей;
- выбор рациональных заготовок для оригинальных деталей.

На стадии технического проекта выявляют конструкцию изделия и его сборочных единиц и определяют конструктивную форму всех деталей. На этом этапе работы решают основные вопросы технологичности заготовок, механической обработки и сборки; осуществляют выбор наиболее простой конструкции сборочных единиц и деталей, выбор баз сборки, выявление и расчет важнейших размерных цепей, обеспечивают выполнение требований технологичности сборки, основных технологических требований в связи с механической обработкой (доступность обработки и т.п.) технологических требований, предъявляемых к форме и основным размерам заготовок.

### Корпусные детали.

К этим деталям относят рамы, станины, корпуса и т.д., которые сложны и разнообразны по конструкции. Они являются базовыми деталями сборочных единиц и служат опорой для прочих узлов и деталей, объединяя их в законченную конструкцию. Наиболее известным представителем класса таких деталей является корпус редуктора зубчатых передач. Рассмотрим некоторые примеры требований к технологичности корпусных деталей.

Обрабатываемые плоскости рекомендуется располагать на одном уровне, что позволяет обрабатывать эти поверхности за один рабочий ход без остановки и настройки станка на другой размер (рис.7.1).

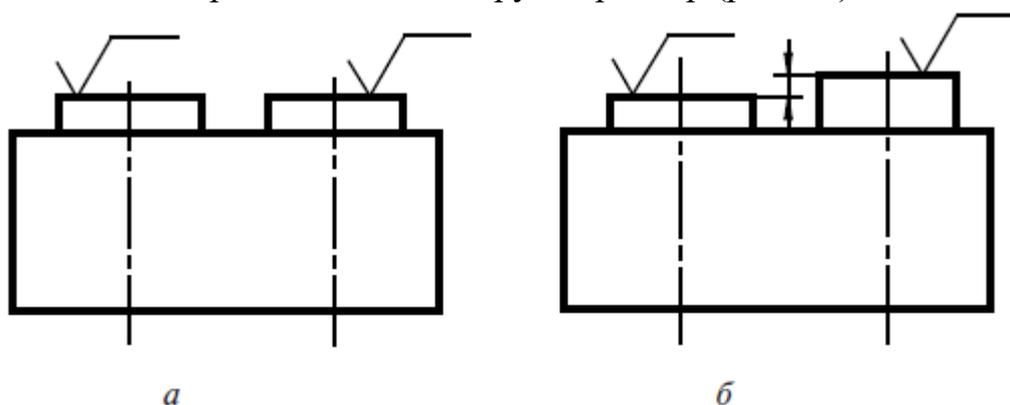


Рис. 7.1. Конструкция корпусных деталей с бобышками:  
*а* — технологичная; *б* — нетехнологичная

Деталь, показанная на рис.7.2, б, имеет глухой паз с выступом (бобышкой) на дне. Недостаток конструкции детали заключается в том, что для обработки бобышки в размер по высоте можно использовать только

вертикально-фрезерный станок, а также фрезу, диаметр которой меньше ширины паза. Кроме того, при обработке каждой детали необходимо фрезу ввести в паз, настроить станок для обработки бобышки в размер по высоте, затем вывести фрезу из паза. Эти действия увеличивают затраты времени на обработку детали. Если размер бобышки по высоте будет больше глубины паза, т.е. выступать из него, то обработку бобышки можно вести концевой фрезой любого диаметра, использовать кроме вертикально-фрезерного станка горизонтально-фрезерный станок, а также вести обработку деталей с одной настройки станка по методу автоматического получения размеров, что повышает производительность.

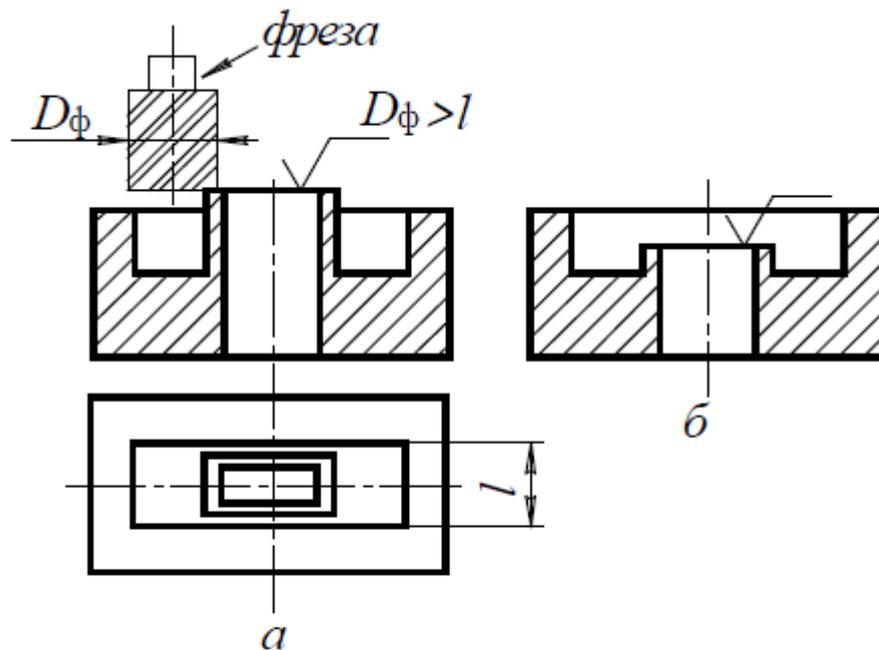


Рис. 7.2. Конструкция корпусных деталей с пазом и бобышкой  
*a* — технологичная; *б* — нетехнологичная

Межосевые расстояния отверстий небольшого диаметра в корпусных деталях необходимо задавать так, чтобы была возможность их обработки на многошпиндельных станках (рис.7.3).

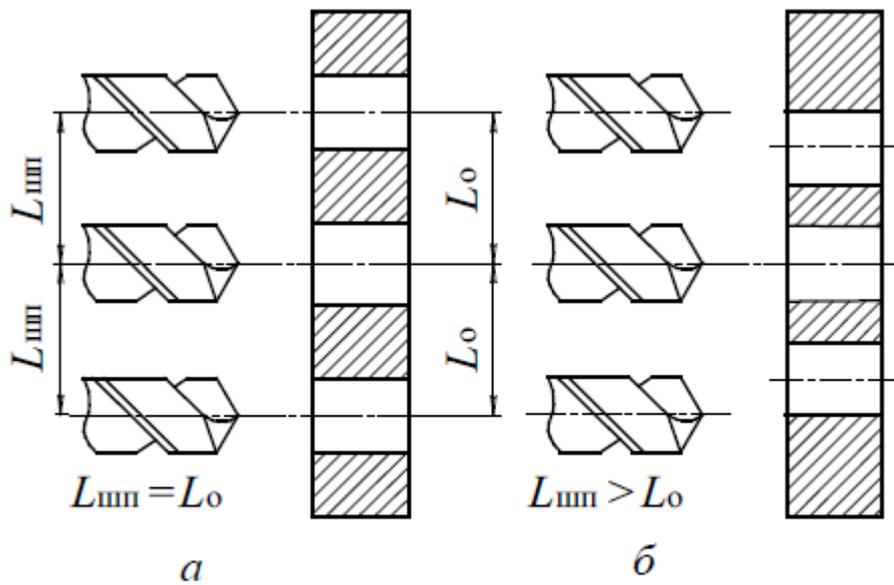


Рис. 7.3. Конструкция корпусных деталей с отверстиями:  
*а* — технологичная; *б* — нетехнологичная

Многошпиндельная сверлильная головка для вертикально сверлильного станка показана на рис.5.3. Она предназначена для одновременной обработки нескольких отверстий за один рабочий ход. В конструкции такой головки предусмотрена возможность изменения межосевого расстояния шпинделей  $L_{шп}$ . Эти расстояния при обработке должны быть равными межосевым расстояниям отверстий детали  $L_0$ . Если межосевые расстояния отверстий будут больше минимальных межосевых расстояний шпинделей, которые можно обеспечить конструкцией сверлильной головки, то рекомендуется увеличить межосевые расстояния отверстий до минимальных межосевых расстояний шпинделей.



Рис. 5.3. Станок (а) с многошпindleльной сверлильной головкой (б)

На рис.7.4 представлена конструкция детали с соосными отверстиями. Эти отверстия используются для установки подшипников. Поэтому к отклонениям от соосности этих отверстий предъявляются повышенные требования. Растачивание отверстий выполняют на горизонтально расточных станках (рис.7.5) Горизонтально-расточной станок имеет неподвижную стойку 1, на которой установлена шпиндельная бабка 2 с планшайбой 3 и выдвижным шпинделем 4.

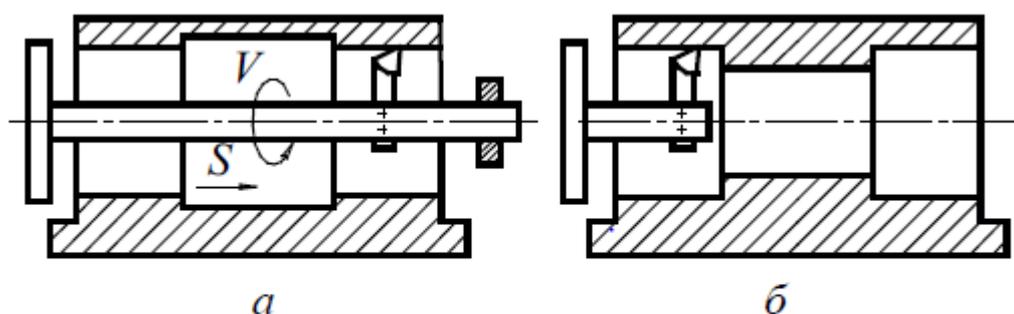


Рис. 7.4. Конструкция корпусных деталей с соосными отверстиями:  
а — технологичная; б — нетехнологичная

На направляющих станины расположены продольный и поперечный суппорта 5 с поворотным столом 6, а также люнет 7 для крепления бортштанги. Бортштанга с резцом устанавливается в шпиндель консольно или закрепляется свободным концом в люнете. Планшайба и шпиндель имеют раздельное вращение. Растачивание отверстий производится вращением шпинделя с перемещением его вдоль своей оси. Если участок между этими отверстиями имеет меньший диаметр, то сначала растачивают отверстие с

одной стороны, затем деталь поворачивают и растачивают отверстие, с другой стороны. Когда поворот детали осуществляется со сменой установка, то при растачивании отверстий возникает погрешность в виде отклонения от соосности. Изменение положения детали поворотом стола повышает точность, т.е. отклонение от соосности уменьшается, но увеличивает время обработки из-за его затрат на поворот стола.

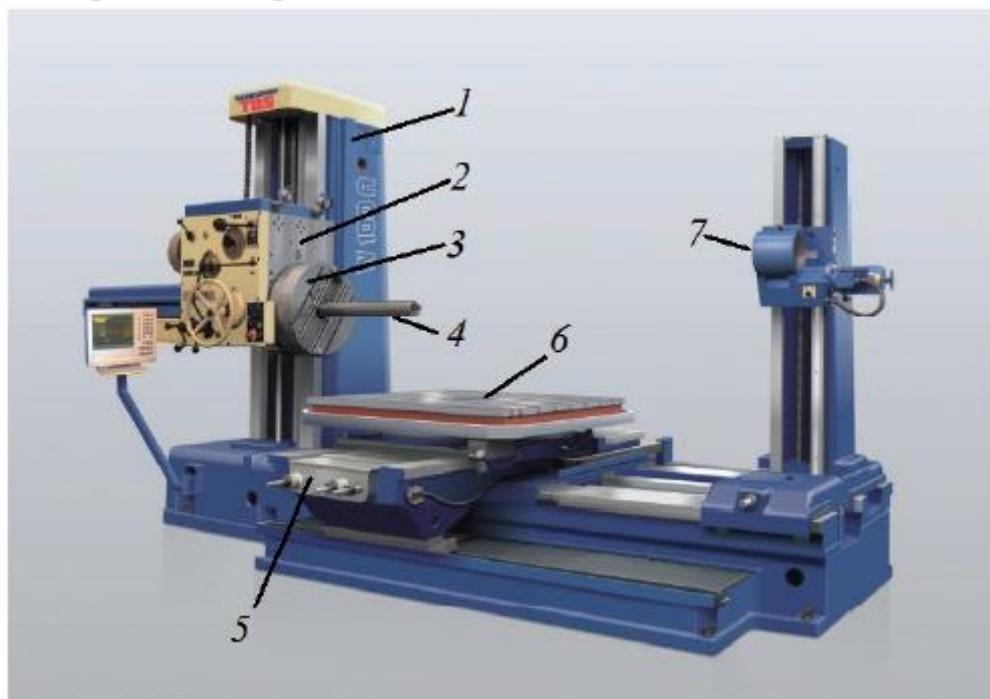


Рис. 7.5. Горизонтально-расточной станок

Растачивание отверстий на проход за один установ полностью исключает погрешность в виде отклонения от соосности. Поэтому для повышения технологичности конструкции необходимо, чтобы диаметр участка между отверстиями был больше диаметра отверстий.

#### **Валы и оси.**

По конструкции валы и оси могут быть гладкими, ступенчатыми, полыми и сплошными. На валах и осях размещаются зубчатые колеса, шкивы, подшипники. Базовым элементом валов и осей является геометрическая ось, относительно которой в основном производятся нормирование точности элементов этих деталей.

*Примеры требований к технологичности валов и осей:*

1. Точные валы и оси необходимо обрабатывать в центрах с поводковым патроном.
2. Там, где возможно, следует применять гладкие оси и валы. Это позволяет использовать при изготовлении точный калиброванный прокат, что уменьшает трудозатраты на механическую обработку.
3. Для валов, подвергаемых закалке токами высокой частоты (ТВЧ), острые кромки элементов в зоне нагрева следует притупить, чтобы

избежать их оплавлением из-за более высокой скорости и температуры нагрева.

4. При закалке ступенчатых валов ТВЧ рекомендуется оставлять незакаленными участки перехода от одной ступени к другой с галтелями, чтобы снизить концентрацию напряжений и уменьшить вероятность появления закалочных трещин.
5. При обработке валов на многолезцовых токарных полуавтоматах длину ступеней следует выбирать одинаковой или кратной длине наименьшей ступени. В этом случае вал можно будет обрабатывать по длине за один проход (рис.7.12).

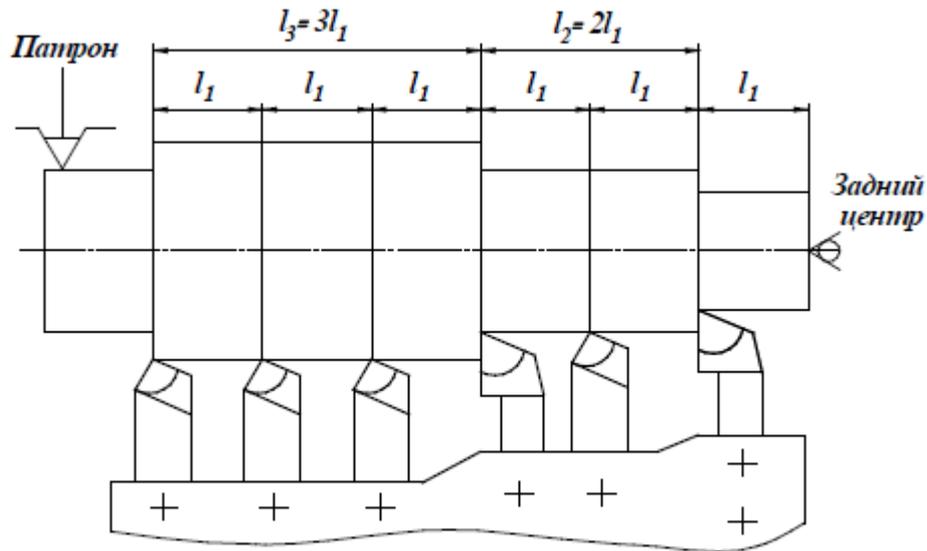


Рис. 7.12. Обработка вала на токарном многолезцовом полуавтомате

6. Ступенчатые валы и оси необходимо проектировать с минимальным перепадом диаметров ступеней, т.к. при этом снижается концентрация напряжений на участках перехода от одной ступени к другой и повышается сопротивление усталости.
7. Заготовку для валов с фланцем на конце целесообразно получать высадкой на горизонтально-ковочных машинах, штамповкой или сваркой, что снижает трудоемкость механической обработки и расход металла.

### Втулки

Детали типа втулок и колец применяют в качестве муфт, распорных элементов и опор для валов. Втулки могут иметь резьбовые, шлицевые поверхности, а также буртики и канавки на наружной и внутренней поверхностях.

*При конструкции деталей этого класса рекомендуется:*

1. Для обеспечения соосности внутренних и наружных поверхностей обрабатывать эти поверхности за один установ.

2. Не применять глухие отверстия, расположенные с двух сторон втулки, т.к. обработка таких отверстий производится за два установка, а при смене установка возникает отклонение от соосности.
3. Не применять внутренние канавки малого диаметра с точными размерами.
4. Втулки со шлицами выполнять сквозными, чтобы обеспечить свободный выход режущего инструмента и использовать протягивание (рис. 7.13, а).

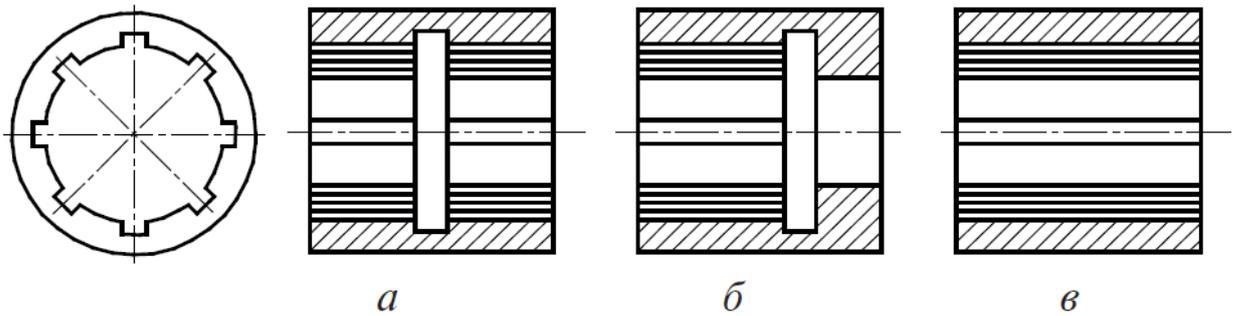


Рис. 7.13. Конструкция втулок со шлицами:

*а, б* — нетехнологичная; *в* — технологичная

5. Не использовать прерывистые поверхности со шлицами, что позволяет уменьшить количество ударов по режущему инструменту при врезании (рис. 7.13, в).