

Лекція 12

Тема 3. Технологія виготовлення деталі типу «втулка»

Загальні відомості про втулки

Втулка являє собою деталь типу тіла обертання. Це відносно короткі круглі деталі з наскрізним отвором, які мають відносно тонкі стінки. До деталей типу втулок відносять втулки, гільзи, стакани, вкладиші, тобто деталі, утворені зовнішніми та внутрішніми поверхнями обертання, які мають загальну прямолінійну вісь.

За формою втулки бувають з гладким та ступінчастим отвором, короткі та довгі. Як правило, відношення $L/D \leq 2$, а $D/d \leq 1,1 \dots 1,3$.

Призначення втулок – опора валів, які обертаються. У машинобудуванні широке застосування отримали такі різновиди підшипникових втулок: гладкі, з буртами або фланцями, розрізні, конічні з антифрикційних сплавів, згорнуті тонкостінні з відкритим швом та ін. (рис.1). Поверхня втулки може бути циліндричною гладкою, з виступами, виточками та конусна. Робочі поверхні втулок мають канавку для змащення й поперечний отвір для підведення мастила.

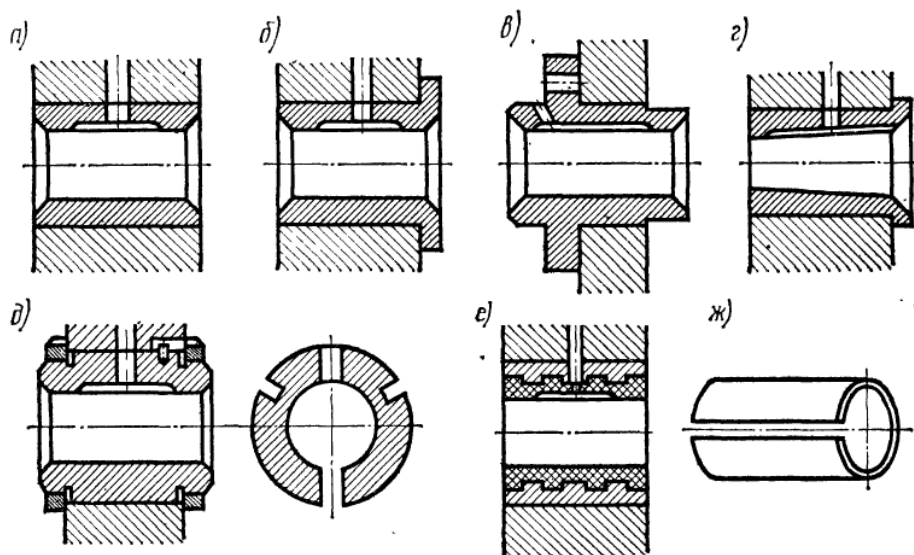


Рисунок 1 – Конструктивні різновиди підшипникових втулок
а) гладка; б) з буртиком; в) з фланцем; г) з конічним отвором;
д) розрізні конічні; е) з залитим шаром антифрикційного сплаву;
ж) звернуті тонкостінні з відкритим швом

Матеріал та заготовки. Втулки виготовляють з таких матеріалів як сталь, сірий або ковкий чавун (антифрикційний), латуні, бронзи, спеціальні сплави, металокераміка і пластмаси.

Для втулок з діаметром отвору до 20 мм заготовкою служать калібровані чи гарячекатані прутки, а також литі стрижні. Для втулок з діаметром отвору більше 20 мм застосовують суцільнотягнуті труби чи порожні відливки, при цьому здійснюють

лиття: у піщані форми (машинне формування), у постійні металеві форми, відцентрове лиття і під тиском.

Згорнуті тонкостінні втулки з відкритим швом одержують з латунного або бронзового смугового матеріалу, а також з біметалічних стрічок.

Заготовки з металокерамічних матеріалів одержують пресуванням з наступним спіканням. Заготовки з пластмас – пресуванням.

Технічні умови на виготовлення втулок. Діаметри зовнішніх поверхонь втулок виконують за 6-м або 7-м квалітетом точності; отвори – за 6-м, рідше за 7-м, а для відповідальних сполучень – за 5-м квалітетом точності.

Отвори остаточно обробляються після запресовування втулок, тому що після запресовування вони деформуються.

Неперпендикулярність торцевих площин до вісі отворів допускається до 0,2 мм на 100 мм довжини радіуса; при осьовому навантаженні на торці неперпендикулярність не повинна перевищувати 0,02...0,03 мм.

Чистота для зовнішніх поверхонь обертання відповідає Ra 2,5...1,25; для отворів – Ra 2,5...0,16; для торцевих поверхонь Ra 10...5, а для торцевих поверхонь, що сприймають осьові навантаження – Ra 2,5...0,63.

Технологічні задачі обробки втулок полягають у досягненні концентричності зовнішніх поверхонь щодо отвору і перпендикулярності торців до вісі отвору. Для тонкостінних втулок виникає додаткова задача закріплення заготовки при обробці без відчутних для неї деформацій.

Також при виготовленні втулок виникають *задачі*:

- одержання правильної геометричної форми і розмірів зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь;
- одержання концентричності зовнішніх поверхонь щодо отвору і перпендикулярності торцевих поверхонь до вісі отвору можна вирішити трьома способами:
- обробка зовнішніх поверхонь, отвору і торців за одну установку, обробка всіх поверхонь;
- обробка отвору і торців за два установи або за дві операції з базуванням (при остаточній обробці отвору) по зовнішній поверхні;
- обробка всіх поверхонь за два установи або дві операції з базуванням (при остаточній обробці зовнішньої поверхні) по отвору.

При обробці заготовки за одну установку з прутка (чи за два установи з базуванням при остаточній обробці отвору по зовнішній поверхні) *базовою є зовнішня поверхня*. Зовнішніми поверхнями деталі кріпляться в цангових, 3-х або 4-х кулачкових патронах. Це пристосування, установлені на шпинделі верстата і призначені для закріплення коротких заготовок ручним або механізованим приводом. Механізований привід може бути пневматичним, гідравлічним, електромеханічним.

При обробці за один установ рекомендується наступний технологічний маршрут обробки втулки:

- підрізування торця у прутка, подача прутка до упору, зацентровка торця під свердління, свердління отвору і обточування зовнішньої поверхні, розточування або зенкування отвору і обточування зовнішньої поверхні зі зняттям фасок на вільному торці, попереднє розгортання, остаточне розвертання, відрізка. Ця перша операція виконується на токарно-револьверному верстаті, одношпindelному або багатшпindelному токарному автоматі;

- зняття фасок з протилежного торця втулки на вертикально-свердлильному або токарному верстаті;

- свердління мастильного отвору;

- нарізування мастильних канавок на спеціальному верстаті.

При обробці втулки з труби замість свердління використовують зенкерування або розточування отвору, далі технологічний маршрут зберігається.

При обробці втулки з базуванням по внутрішній поверхні рекомендується наступний технологічний маршрут обробки втулки:

- зенкерування отвору втулки і зняття фаски в отворі на вертикально-свердлильному верстаті (технологічна база - зовнішня поверхня);

- протягування отвору на горизонтально-протяжному верстаті зі сферичною самоустановлювальною шайбою, яку застосовують, бо торець не був оброблений;

- попереднє обточування зовнішньої поверхні (в залежності від точності заготовки), підрізування торців і зняття зовнішніх (а часто і внутрішніх фасок на токарно-багаторізцевому напівавтоматі). Базування здійснюється по внутрішній поверхні на розтискній оправці;

- чистове обточування зовнішньої поверхні, чистова підрізка торця.

При виборі методу базування слід віддавати перевагу базуванню по отвору, яке має ряд переваг:

- при обробці на жорсткій або розтискній оправці похибка установки відсутня або значно менше, ніж при обробці в патроні з кріпленням заготовки по зовнішній поверхні;

- більш простий, точний і дешевий центруючий пристрій, ніж патрон;

- при використанні и може бути досягнута висока ступінь концентрації обробки.

По конструкції елементів, що закріплюють заготовку, **патрони** бувають **кулачковими, цанговими, мембранними з пружною оболонкою** тощо. Патрони з розсувними кулачками універсальні і можуть закріплювати заготовки втулок по внутрішній поверхні. Вони поділяються по кількості кулачків на двох-, трьох- і чотирьохкулачкові; можуть бути такими, що самоцентруються і з незалежним переміщенням кулачків, універсальними і спеціальними. Патрони, що самоцентруються, при закріпленні сполучають геометричну вісь заготовки з геометричною віссю шпинделя верстата. Найбільш поширені **трьохкулачкові патрони**, призначені для закріплення циліндричних заготовок. **Двохкулачкові**

патрони використовують для закріплення несиметричних або фасонних заготовок. **Чотирьохкулачкові** патрони мають незалежне переміщення кожного кулачка і застосовуються для обробки деталей складної конфігурації, несиметричних, ексцентричних (відливки, поковки).

Установка деталі по отвору найчастіше виконується за допомогою оправок. Оправки бувають із затисками, що самоцентруються, тобто одночасно центрують і закріплюють заготовку по центральному отвору. У конфігураціях деяких оправок центральний отвір заготовки використовується тільки для центрування, а закріплення здійснюється по торцях.

За способом установки на верстаті оправки поділяють на центрові, фланцеві і консольні (або шпиндельні). Центрові оправки встановлюються в центрах верстата, фланцеві кріпляться до планшайби, шпиндельні встановлюють у корпусі шпинделя по внутрішньому конусу Морзе. Центрові оправки в порівнянні з фланцевими, і шпиндельними відрізняються більшою жорсткістю, тому можуть застосовуватися при обробці порівняно довгих заготовок (звичайне відношення довжини заготовки до діаметру $l/d > 1$). Їх поділяють на жорсткі, що центрують (затискні механізми яких мають постійні або практично постійні діаметри) і розтискні, в яких діаметральні розміри затискного механізму, що центрує, істотно збільшуються.

До жорстких відносяться оправки конічні, для установки заготовок з гарантованим натягом, для установки заготовок з гарантованим зазором, різьбові, шліцеві і зі сферичними базовими елементами.

Конічні оправки (конусність 1/1500 – 1/2000), що фіксують деталь в осьовому напрямку, застосовуються в одиничному і серійному виробництвах, оправки, на які оброблювану заготовку садять з натягом, забезпечує точне центрування, але установка і зняття деталі дуже трудомісткі.

Охолоджувані оправки – різновид оправок для установки заготовок з гарантованим натягом. На відміну від звичайних охолоджуваних оправки застосовуються для обробки тонкостінних заготовок великого діаметру. Зовнішній діаметр оправки обробляється по максимальному розміру отворів оброблюваної заготовки з гарантованим натягом 0,01 мм. Перед установкою заготовки оправки охолоджують рідким азотом, при цьому діаметр оправки зменшується. Після вільної установки заготовки оправки нагріваються до навколишньої температури, збільшуються в розмірі діаметра і заготовка закріплюється.

Циліндричні ступінчасті центрові оправки призначені для установки деталей при точній обробці їх на токарних, шліфувальних та інших металорізальних верстатах, а також для контролю деталей на радіальне биття.

Розтискні оправки поділяють на дві групи – із жорсткими і пружними затискними елементами, що центрують. До розтискних оправок із жорсткими елементами, що центрують, відносяться: грибкові, кулачкові, із гвинтами, щосамогальмують. До розтискних оправок із пружними затискними елементами, що центрують, відносяться цангові з: тарілчастими пружинами; пружними розтискними

шайбами; розрізною оболонкою; розрізними конічними кільцями; розрізними конічними втулками; гумовими кільцями; роликовою втулкою; тонкостінною оболонкою і гідропластовим або з рідким наповнювачем; гофрованими втулками.

Оправки з розрізною втулкою використовуються для обробки заготовок типу втулок і гільз на токарних і круглошліфувальних верстатах. Заготовку встановлюють на розрізну втулку з гарантованим зазором. При тиску по торцю оправки розрізна втулка разом із заготовкою переміщується вздовж конічної ділянки вала, розрізна втулка розшириться і закріплює заготовку. Оброблена заготовка легко знімається при ударі по правому торцю оправки. Оправки зручні в роботі, але не забезпечують фіксованого положення заготовки вздовж вісі.

Гідропластові оправки з пружною гільзою використовуються на фінішних операціях обробки точних зубчастих коліс, кілець, втулок, гільз (у тому числі тонкостінних). Базові отвори заготовок повинні мати циліндричну форму не менше **28 мм** по діаметру. Найбільш надійно працюють гідропластові оправки при обробці заготовок з діаметром базового отвору **40 мм** і більше.

В оправках використовуються гідропластмаса марки СМ, що передає тиск на значні відстані за законом Паскаля і являє собою речовини, що володіють «структурною в'язкістю», тобто здатністю зберігати просторову структуру, усуваючи властивості плинності при зазорах менш 0,05 мм.

Поряд з гідропластовими знаходять застосування **оправки з рідким наповнювачем**, в якості якого найчастіше використовують машинну олію.

Оправки із гофрованими втулками відносяться до найбільш точних. Гофрована втулка – це пружна деталь зі сполучених ділянок у виді кілець і тонкостінних циліндричних оболонок.

Під дією осьової стискаючої сили навантажена гофрована втулка пружно деформується. Її зовнішній діаметр збільшується, а внутрішній – зменшується. По внутрішньому діаметру втулка центрується і закріплюється на валу оправки, по зовнішньому – точно центрує і закріплює заготовку.

Технологічний процес механічної обробки багато в чому залежить і від типу виробництва. На токарних верстатах зручно робити зовнішнє обточування або внутрішнє розточування різцем, але такі переходи, як свердління, зенкерування і розгортання, тут виконуються у вкрай не вигідних умовах, тому що приходится закріплювати інструмент у задній бабці з ручною подачею.

Така обробка «втулок» і «дисків» на токарних верстатах може бути виправдана тільки в індивідуальних виробництвах і ремонтних цехах.

Багато деталей типу «втулок» і «дисків» обробляють на револьверних верстатах: розточування та обточування. Іноді вигідно отвір обробити на свердлильному верстаті, а обточування зробити на токарному верстаті, установивши оброблювану деталь на оправку