Ув. студенты! Ознакомиться с лекционным материалом и ответить на контрольные вопросы письменно. Ответы на контрольные вопросы предоставить до **24.02** на электронный адрес преподавателя

vika-lnr@mail.ru

Если возникнут вопросы обращаться по телефону 072-106-54-33

ЛЕКЦИЯ

Тема: Посадки с зазором

Цель: изучение допусков и посадок

План

1. Посадка с гарантированным зазором
2. Расчет и выбор посадок с гарантированным зазором
3. Области применения некоторых рекомендуемых посадок с зазором
4. Расчет и выбор переходных посадок

Посадка с гарантированным зазором – посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала, рис. 3, *а*). К посадкам с зазором относятся также посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала, т. е. S_{min}=0. Наиболее распространенными посадками с гарантированным зазором являются: ***F*(*f*), *E*(*e*), *C*(*c*), *D*(*d*).**

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью, рис. 3, *в*). Наиболее распространенными переходными посадками являются: ***K*(*k*), *M*(*m*), *N*(*n*), *Is*(*is*).**

Для количественной оценки точности деталей в машино- и приборостроении установлены 19 квалитетов точности: 01, 0, 1, 2, …, 17 (точность уменьшается по мере увеличения номера квалитета).

Расчет и выбор посадок с гарантированным зазором

Наиболее распространенным типом ответственных подвижных соединений являются подшипники скольжения, работающие со смазочным материалом. Для обеспечения наибольшей долговечности необходимо, чтобы при работе в установившемся режиме износ подшипников был минимальным. Это достигается при жидкостной смазке, когда поверхности цапфы и вкладыша подшипника полностью разделены слоем смазочного материала. Наибольшее распространение имеют гидродинамические подшипники, в которых смазочный материал увлекается вращающейся цапфой в постепенно сужающийся (клиновый) зазор между цапфой и вкладышем подшипника, в результате чего возникает гидродинамическое давление, превышающее нагрузку на опору и стремящееся расклинить поверхности цапфы и вкладыша.

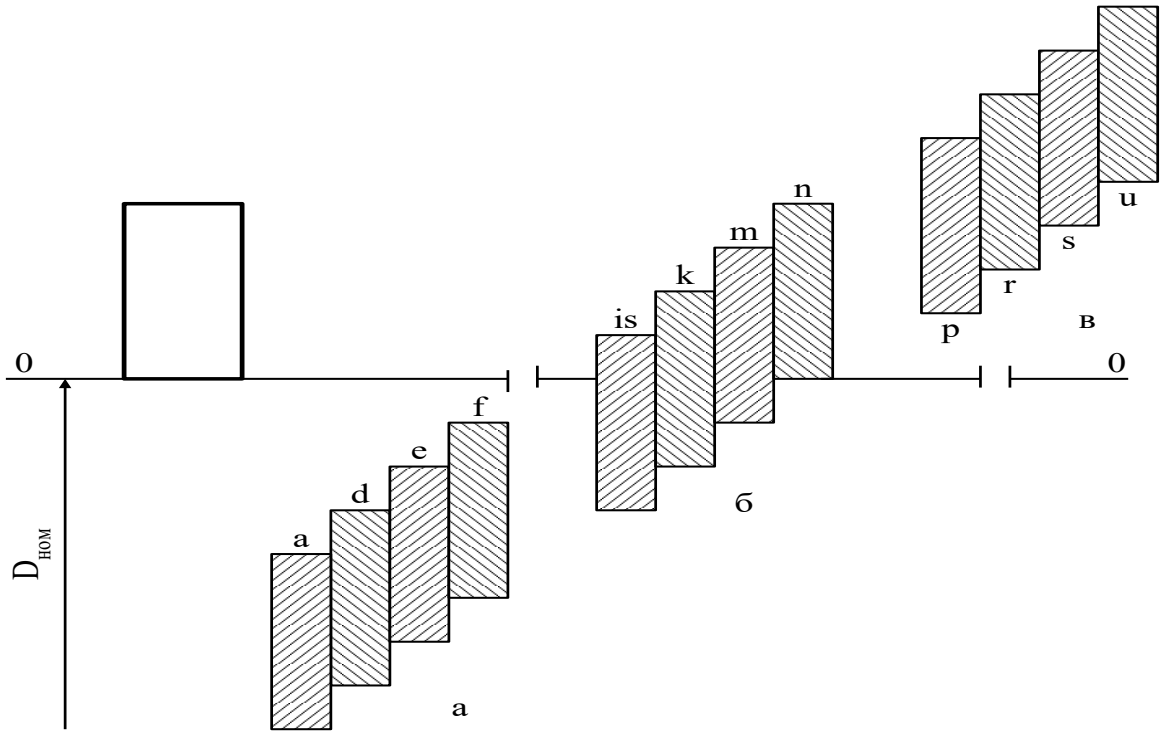

Рис. 3. Возможные расположения полей допусков валов в системе отверстия: *а* – посадки с гарантированным зазором; *б* – переходные посадки; *в* – посадки с гарантированным натягом

При этом вал отделяется от поверхности вкладыша и смещается по направлению вращения. При определенной частоте вращения вала (остальные факторы постоянны) создастся равновесие гидродинамического давления и сил, действующих на опору. Положение вала в состоянии равновесия определяется абсолютным e и относительным $X=2e/S$ эксцентриситетами. Поверхности цапфы и вкладыша подшипника при этом разделены переменным зазором, равным h_{min} в месте их наибольшего сближения и $h_{max}=S–h_{mln}$ на диаметрально противоположной стороне. Наименьшая толщина масляного слоя h_{min} связана с относительным эксцентриситетом X зависимостью:

$h_{min}=0,5S–e=0,5S(1–S)$.

Для обеспечения жидкостной смазки необходимо, чтобы микронеровности цапфы и вкладыша подшипника не зацеплялись, т.е. чтобы масляный слой не имел разрывов. Это возможно при толщине масляного слоя в самом узком месте, равном

$h_{min} \geq h_{м.с.} \geq Rz_1+Rz_2+\Delta_{ф.}+\Delta_{р.}+\Delta_{изг.}+\Delta_{д}$,

где $h_{м.с.}$ – толщина масляного слоя, при котором: обесценивается жидкостная смазка (иногда толщину $h_{м.с.}$ называют критической и обозначают $h_{кр}$); Rz_1, Rz_2 – высота неровностей соответственно вкладыша подшипника и цапфы вала; $\Delta_{ф,}$ $\Delta_{р}$ – поправки, учитывающие влияние погрешностей (формы и расположения цапфы и вкладыша; $\Delta^{изг.}$ – поправка, учитывающая влияние изгиба вала и других деформаций деталей подшипникового узла; Δ^{∂} – добавка, учитывающая отклонения нагрузки, скорости, температуры от рас-

четных, а также механические включения в масло и другие неучтенные факторы.

Для выбора оптимальных посадок необходимо знать зависимость толщины масляного слоя в месте наибольшего сближения цапфы и вкладыша подшипника от зазора S. Гюмбелем получена соответствующая зависимость $h_{min}=f(S)$ при постоянных значениях отношения l/d и угла охвата подшипника, показанная на рис. 4.

Области применения некоторых рекомендуемых посадок с зазором

Посадку $H5/h4$ ($S_{min}=0$, $S_{max}=TD+TD$) назначают для пар с точным центрированием и направлением, в которых допускается проворачивание и продольное перемещение деталей при регулировании. Эти посадки можно использовать вместо переходных (в том числе для сменных частей). Для вращающихся деталей их применяют только при малых скоростях и нагрузках.

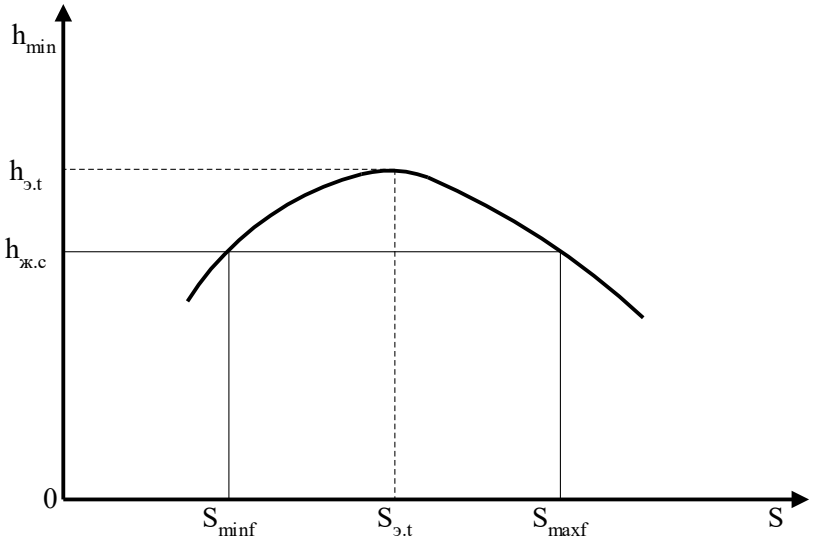

Рис. 4. Зависимость наименьшей толщины масляного слоя h_{min} от диаметрального зазора S

Посадку $H6/h5$ назначают при высоких требованиях к точности центрирования (например, пиноли в корпусе задней бабки токарного станка, измерительных зубчатых колес на шпинделях зубоизмерительных приборов), посадку $H7/h6$ (предпочтительную) – при менее жестких требованиях к точности центрирования (например, сменных зубчатых колес в станках, корпусов под подшипники качения в станках, автомобилях и других машинах, поршня в цилиндре пневматических инструментов, сменных втулок кондукторов и т.п.).

Посадку $H8/h7$ (предпочтительную) назначают для центрирующих поверхностей, когда можно расширить допуски на изготовление при несколько пониженных требованиях к соосности.

ЕСДП допускает применение посадок типа H/h, образованных из полей допусков квалитетов 9–12 для соединений при низких требованиях к точности центрирования (например, для посадки шкивов, зубчатых колес, муфт и других деталей на вал с креплением шпонкой при передаче вращательного движения, при невысоких требованиях к точности механизма в целом и небольших нагрузках).

Посадки *H*5/*g*4, *H*6/*g*5 и *H*7/*g*6 (последняя предпочтительная) имеют наименьший гарантированный зазор из всех посадок с зазором. Их применяют для точных подвижных соединений, требующих гарантированного, но небольшого зазора для обеспечения точного центрирования (например, золотника в пневматической сверлительной машине, шпинделя в опорах делительной головки, в плунжерных парах и т.п.).

Из всех подвижных посадок наиболее распространены *H*7/*f*7 (предпочтительная), *H*8/*f* – и подобные им посадки, образованные из полей допусков квалитетов 6, 8 и 9. Например, посадку *H*7/*f*7 применяют в подшипниках скольжения малых и средних по мощности электродвигателей, поршневых компрессорах, в коробках скоростей станков, центробежных насосах, в двигателях внутреннего сгорания и других машинах.

Посадки *H*7/*e*8, *H*8/*e*8 (предпочтительные), *H*7/*e*7 и посадки, подобные им, образованные из полей допусков квалитетов 8 и 9, обеспечивают легкоподвижное соединение при жидкостной смазке. Их применяют для быстровращающихся валов больших машин. Например, первые две посадки применяют для валов турбогенераторов и электромоторов, работающих с большими нагрузками. Посадку *H*9/*e*9 применяют для крупных подшипников в тяжелом машиностроении, свободно вращающихся на валах зубчатых колес и других деталей, включаемых муфтами сцепления, для центрирования крышек цилиндров.

Посадки *H*8/*d*9, *H*9/*d*9 (предпочтительные) и подобные им посадки, образованные из полей допусков квалитетов 7, 10 и 11, применяют сравнительно редко. Например, посадку *H*7/*d*8 применяют при большой частоте вращения и относительно малом давлении в крупных подшипниках, а также в сопряжении поршень – цилиндр в компрессорах, посадку *H*9/*d*9 – при невысокой точности механизмов.

Посадки *H*7/*c*8 и *H*8/*c*9 характеризуются значительными гарантированными зазорами, используют для соединений с невысокими требованиями к точности центрирования. Наиболее часто эти посадки назначают для подшипников скольжения (с различными температурными коэффициентами линейного расширения вала и втулки), работающих при повышенных температурах (в паровых турбинах, двигателях, турбокомпрессорах, турбовозах и других машинах, в которых при работе зазоры значительно уменьшаются вследствие того, что вал нагревается и расширяется больше, чем вкладыш подшипника).

Расчет и выбор переходных посадок

Переходные посадки H/j_s, *H*/*k*, *H*/*m*, *H*/*n* используют в неподвижных разъемных соединениях для центрирования сменных деталей или деталей, которые при необходимости могут передвигаться вдоль вала. Эти посадки характеризуются малыми зазорами и натягами, что, как правило, позволяет собирать детали при небольших усилиях (вручную или с помощью молотка). Для гарантии неподвижности одной детали относительно другой соединения дополнительно крепят шпонками, стопорными винтами и другими крепежными средствами.

Переходные посадки предусмотрены только в квалитетах 4–8. Точность вала в этих посадках должна быть на один квалитет выше точности отверстия.

Посадки типа *H*/*n* характеризуются наибольшими средними натягами из всех переходных посадок. Их назначают для соединений, передающих значительные силы, при наличии ударов и вибрации, а также для тонкостенных втулок, не позволяющих применять крепежные детали. Соединения собирают с помощью пресса. Эти посадки назначают преимущественно для соединений, разбираемых только при капитальном ремонте изделия.

Посадки типа *H*/*m* характеризуются меньшими средними натягами, чем посадки типа *H*/*n*, но для разъема соединений с этими посадками необходимы значительные усилия, поэтому их назначают при высоких статических небольших динамических нагрузках, когда разборка-сборка соединения производится редко.

Посадки типа *H*/*k* характеризуются средними зазорами, близкими к нулю, что обеспечивает хорошее центрирование. Их назначают, например, для шпоночных соединений, применяемых для крепления на валах шкивов, зубчатых колес, муфт сцепления.

Посадки типа H/j_s, дают в соединении преимущественно зазор. Их применяют для часто разбираемых соединений, а также в случаях, когда сборка затруднена. Иногда эти посадки применяют вместо посадок *H*/*h* с целью повышения точности центрирования, а также когда при пониженной точности изготовления необходимо получить такую же точность центрирования.

Контрольные вопросы

1. Посадка с гарантированным зазором
2. Переходная посадка
3. Расчет и выбор посадок с гарантированным зазором
4. Области применения некоторых рекомендуемых посадок с зазором