

## ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

### Назначение, устройство

Подшипники скольжения служат для соединения валов и вращающихся осей с корпусом. Их применяют в паровых турбинах и турбогенераторах, прокатных станах, конвейерах, кранах, станках и др. Особенно широкое распространение подшипники скольжения получили для быстровращающихся валов – в сепараторах, центрифугах, газовых турбинах и т. д. Устройство подшипников скольжения основано на способности воспринимать нагрузку, обеспечивая разделение смазочным материалом 3 движущихся относительно друг друга поверхностей 1 и 2 до полного исключения их непосредственного контакта, т.е. переход от сухого трения (рис. 1, а) к полужидкостному (рис. 1, б) и, наконец, к жидкостному (рис. 1, в).

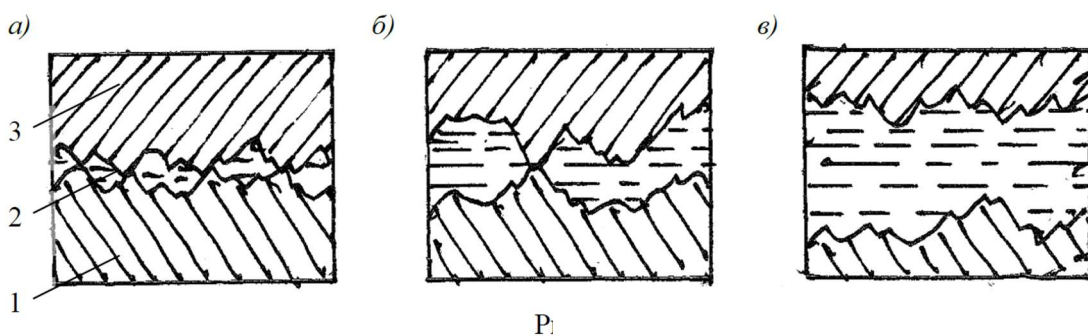


Рис. 1

### Классификация

По направлению внешней нагрузки относительно оси вращения различают радиальные, осевые подшипники (подпятники) и комбинированные. Существуют неразъемные и разъемные радиальные и осевые подшипники.

Радиальный подшипник (рис. 2, а) состоит из корпуса 1, вкладыши 2, вкладыша 3, в котором помещается вал, и крепежных деталей 4. Осевой подшипник (рис. 2, б) состоит из корпуса 1, крышки 2, упорных колец (или сегментов) 3, на которые опирается пята вала, и крепежных деталей 4. Обязательной частью подшипника скольжения является смазочное устройство, предназначенное для образования устойчивого масляного слоя, непрерывной подачи смазочного материала, поддержания постоянной температуры и др.

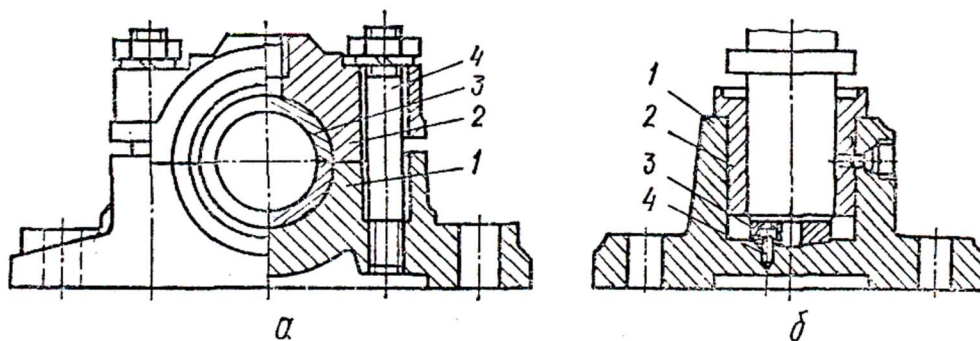


Рис. 2

## Достоинства и недостатки

Гидродинамические простейшие подшипники могут быть выполнены практически в любых производственных условиях. Разъемные удобны при сборке, особенно в конструкциях машин с коленчатыми валами. В регулируемых радиальных подшипниках при износе вкладышей можно изменять зазор, обеспечивая работоспособность на весь срок эксплуатации.

Недостатки – большие потери на трение в периоды пуска и возможный износ в установившейся период работы, если нельзя обеспечить жидкостный режим трения. Гидростатические подшипники в этом отношении имеют преимущества перед гидродинамическими, но они сложнее и дороже.

Достоинство осевых подшипников для малых нагрузок и частот вращения – простота конструкции. Однако они отличаются большими потерями на трение.

## Конструкция и материалы некоторых типов подшипников

*Радиальные подшипники.* Неразъемные подшипники (рис. 3) снабжены втулками различных конструкций (рис. 4), которые запрессованы в корпус или удерживаются от проворачивания стопорными винтами.

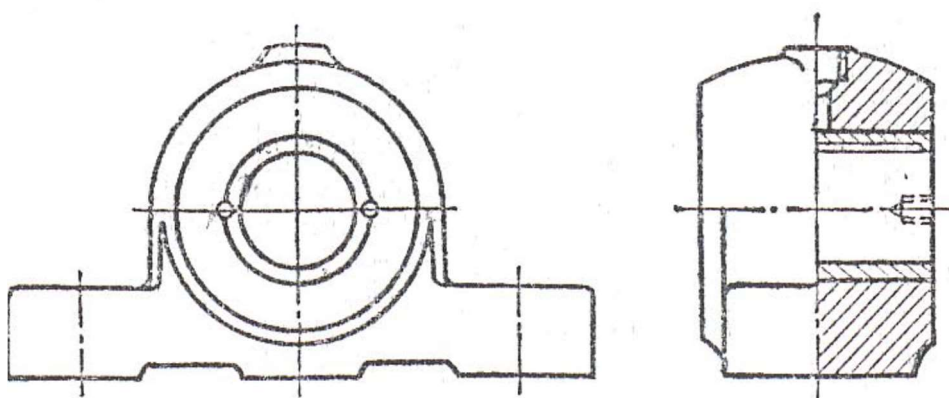


Рис. 3

В разъемных подшипниках (рис. 2, а) для повышения точности установки крышки стык ее с корпусом выполняется с уступами. Вкладыши могут состоять из двух или большего числа частей или в виде сегментов; по мере износа таких вкладышей зазор можно регулировать с помощью винтов или клиньев. Если подшипник должен иметь значительную длину, применяют самоустанавливающиеся вкладыши со сферической наружной поверхностью. Корпуса подшипников могут быть выполнены либо заодно с какой-либо деталью машины – рамой, кожухом, шатуном, либо в виде отдельного изделия. Материалом для литых корпусов служит обычно серый чугун, для сварных – низкоуглеродистая сталь.

Для смазывания во вкладыше предусматривают сверления (рис. 4), а для распространения масла на внутренней поверхности – продольные и кольцевые (распределительные) канавки.

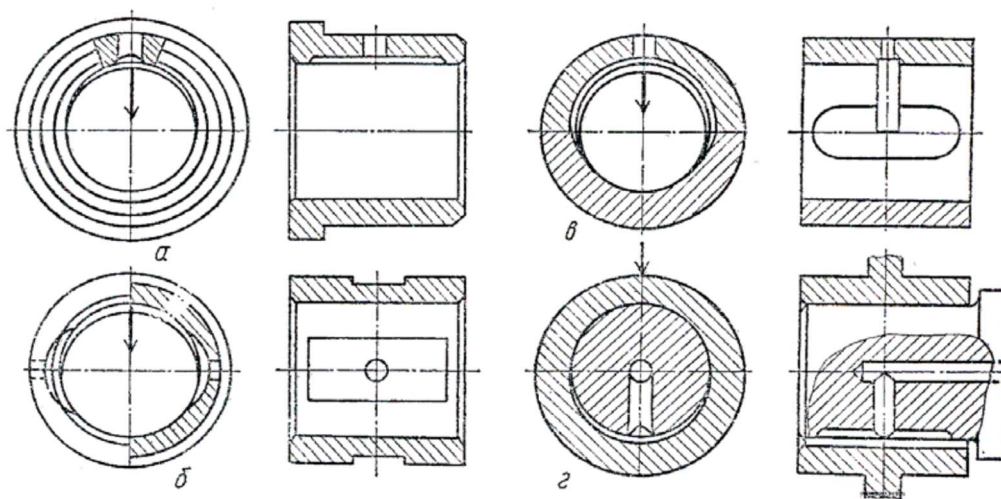


Рис. 4

### Материал для вкладышей

Материал вала и вкладыша должны образовать антифрикционную пару, которая обладает низким коэффициентом трения, отсутствием склонности к схватыванию и заеданию, способностью прирабатываться, хорошо сопротивляться изнашиванию. Широкое распространение в подшипниках скольжения получили баббиты, бронзы, латуни, сплавы алюминия, неметаллические и порошковые материалы, которыми покрывают рабочую поверхность вкладышей. Наилучшим материалом считается высокооловянистый баббит марки Б83; при скоростях скольжения менее 3 м/с применяют баббит марки БН. Оловянные, оловянно-цинково-свинцовистые и безоловянные бронзы применяют при различных скоростях при постоянной нагрузке для вкладышей подшипников электродвигателей, компрессоров; алюминиевые бронзы, как правило, применяют в подшипниках редукторов, станков. Латунь применяют при больших давлениях – до 12 МПа, но малых скоростях скольжения – до 2 м/с (краны, конвейеры и др.); антифрикционные чугуны – при малых нагрузках и обильном смазывании.

В подшипниках скольжения применяют твердые породы дерева, резину, пластмассы (текстолит, нейлон, капрон и др.). Эти материалы отличаются хорошей прирабатываемостью, отсутствием опасности схватывания. В качестве смазки применяют воду, которая, обычно, служит и для отвода тепла от трущихся пар. Пластмассы имеют низкий коэффициент трения, при этом их износостойкость выше в 5...6 раз, чем у бронзы.

Порошковые материалы применяют для втулок подшипников, работающих при давлениях 1.0...4.0 МПа и окружных скоростях  $v = 5...30$  м/с. Благодаря пористому строению металлокерамических втулок (вкладышей) в них сохраняется некоторое количество масла, в связи с чем, эти подшипники не требуют дополнительной смазки.

## Смазочные устройства

В своем большинстве подшипники скольжения весьма требовательны к смазке. Подача смазочного материала в подшипниках осуществляется либо самотеком, либо под давлением с помощью индивидуальных средств или централизованно.

Получили распространение капельное или капиллярное смазывание, а также смазывание с помощью смазочных систем, в которых масло подается по маслопроводам под давлением, развиваемым специальным масляным насосом.

### Основы теории подшипников скольжения

В подшипниках скольжения реализуется полусухое, полужидкостное или жидкостное трение, последовательно переходящее одно в другое по мере возрастания скорости вращения вала. При неподвижном вале его цапфа лежит на вкладыше и ось вала лежит ниже центра вкладыша, естественно, при наличии зазора  $\delta$  (рис. 5.5, а). Вокруг вала внутри вкладыша образуется клиновидный зазор, который заполнен смазочным материалом (маслом).

Наибольшая величина зазора  $\delta = D - d$  определяется видом посадки цапфы вала во вкладыш. С началом вращения вала, он, вследствие прилипаемости (адгезии) и вязкости масла, увлекает смазку в сужающуюся часть клиновидного зазора, где за счет этого создается повышенное гидродинамическое давление. Под действием давления, эпюра которого показана на рис. 5, б, цапфа всплывает. Чем больше вязкость масла и угловая скорость вала, тем ближе ось вала смещается к оси вкладыша.

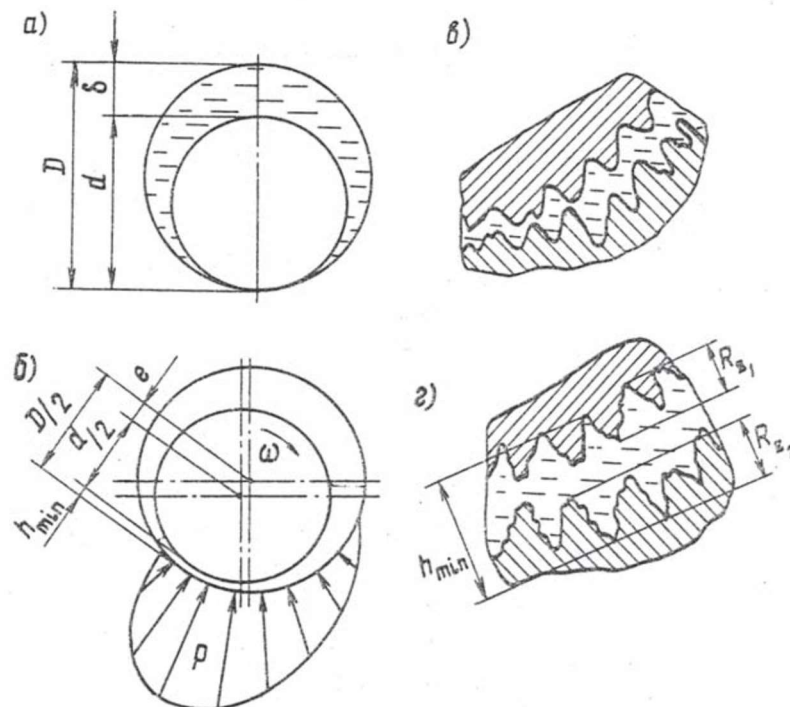


Рис. 5

Рассмотрим режимы трения в зависимости от скорости вращения вала. При малой скорости вращения (в начале пуска) большая часть поверхностей трения не разделена смазкой

и трение будет полусухим. При увеличении скорости вращения толщины слоя смазки увеличивается, но отдельные выступы микронеровностей будут соприкасаться (рис. 5, в). Трение в этом случае полужидкостное. При дальнейшем увеличении скорости наступит момент, когда появится сплошной устойчивый слой смазки, полностью разделяющий шероховатые поверхности цапфы и вкладыша (рис. 5, г) устанавливается жидкостный режим трения, при котором в случае чистой не загрязненной смазки не будет износа цапфы и вкладыша.

Основным видом разрушения подшипников скольжения является износ, который может быть механическим (абразивный) и молекулярно – механическим (схватывание, заедание).

Схватывание обычно появляется как результат потери масляным слоем своей защитной способности из-за повышения общей и особенно местной температуры. Конечной стадией отказа подшипника вследствие схватывания, если вовремя не остановить вращение, является выплавление антифрикционного слоя из вкладыша и полное схватывание цапфы в подшипнике. Сравнительно редко встречается усталостное разрушение фрикционного слоя, наблюдающееся при значительной пульсации нагрузки.

Наиболее тяжелым и опасным является режим пуска, т.к. в этот период имеет место сухое или полусухое трение. Для устранения этого режима применяются гидростатические подшипники (рис. 6), в которых трущиеся поверхности разделяются масляным слоем, который создается принудительной подачей масла еще до пуска машины и изменение режимных параметров – скорости и нагрузки – не сказываются на работоспособности подшипников. Давление масла в карманах 1 определяется величиной и направлением нагрузки, соотношением гидравлических сопротивлений в дозирующих отверстиях (2) и в зазорах (3). При указанном направлении нагрузки несущим является нижний карман; в боковых карманах давление взаимно уравновешено. Смещение цапфы в каком – либо направлении вследствие изменения направления нагрузка приводит к увеличению давления масла в камерах той зоны, куда направлено смещение, что автоматически обеспечивает точное центрирование вала.

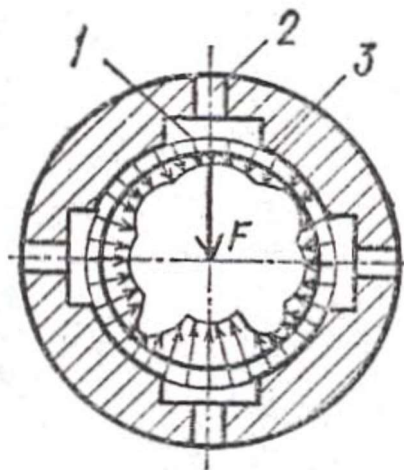


Рис. 6