

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в качестве опор валов машин различного назначения общего энергетического и тяжелого машиностроения.

Известен подшипник скольжения (А.с. СССР №1691605, кл. F16C17/02, опубл. Бюл. №42 от 15.11.91), содержащий корпус, вкладыш с ребрами жесткости и эластичный материал (гидропласт), размещенный между корпусом и вкладышем. Вкладышем называется сменная деталь подшипника скольжения, внутренняя поверхность которой является поверхностью трения (ГОСТ 18282 - 72). Созданное избыточное давление в гидропласте деформирует уяругий вкладыш между ребрами жесткости, в результате чего образуются сужения по диаметру. При наличии смазки и вращения вала на сужениях создаются гидродинамические клинья, воспринимающие нагрузку и удерживающие вал в центральном положении, т.е. образуется многоклиновой подшипник скольжения.

В этой конструкции эластичный материал (гидропласт) может выполнять роль демпфирующего элемента. Однако деформация вкладыша в сторону вала не позволяет получить увеличенный угол контакта вала и вкладыша, что не дает возможность увеличить несущую способность подшипника.

Известен также подшипник скольжения (А.с. СССР №341977, кл. F16C33/06, опубл. Бюл. №19 от 14.06.72), содержащий корпус, втулку, армированную эластичным материалом типа резины и вкладыш. При наличии смазки и вращении вала создается гидродинамический клин, воспринимающий нагрузку. В случае возникновения колебаний вала они будут гаситься за счет податливости эластичного материала втулки.

Недостаток этой конструкции заключается в том, что при деформации эластичного материала под действием нагрузки весь вкладыш будет перемещаться в сторону деформации. При этом условия работы вкладыша в подшипнике не изменяются, т.е. угол контакта вала и вкладыша остается неизменным и, следовательно, повышения несущей способности при деформации эластичного материала втулки не происходит.

Наиболее близкой по технической сущности является конструкция подшипника скольжения (А.с. СССР №146313, кл. F16C33/24, опубл. Бюл. №58 от 04.03.85), содержащая корпус, втулку с прослойкой из эластичного материала типа резины и вкладыш, выполненный из керамического материала. При вращении вала с подачей смазки в подшипнике создается гидродинамический клин, воспринимающий нагрузку. Колебания вала гасятся эластичным материалом за счет его податливости.

Недостаток этой конструкции заключается в том, что при деформации эластичного материала под действием нагрузки жесткий керамический вкладыш целиком будет перемещаться в направлении действия нагрузки без дополнительной деформации его в зоне контакта с валом, так как он будет работать подобно жесткой пластине на упругом основании. При этом условия работы вкладыша в подшипнике не изменяются, т.е. угол контакта вкладыша с валом

остается неизменным. Поэтому получение увеличенного угла контакта вала с вкладышем невозможно, что не позволяет повысить несущую способность подшипника.

Кроме того, из-за низкой теплопроводности эластичного материала невозможно интенсивное охлаждение втулки, что приводит к снижению несущей способности подшипника.

В основу изобретения поставлена задача создания подшипника скольжения с увеличенным углом контакта путем выполнения жесткой втулки со вставкой из эластичного материала и использования тонкостенного вкладыша обеспечить перераспределение давления в несущем гидродинамическом клине на большую поверхность, в результате чего создается возможность повышения несущей способности подшипника.

Поставленная задача достигается тем, что в подшипнике скольжения, содержащем корпус, втулку и вкладыш, отличающийся тем, что согласно предполагаемому изобретению втулка имеет по крайней мере одну вставку из эластичного материала, ограниченную центральным углом 110 - 120°, причем втулка установлена с возможностью поворота, а вкладыш выполнен тонкостенным.

Тонкостенным вкладышем называется вкладыш подшипника скольжения, толщина которого настолько мала, что геометрическая правильность поверхности трения зависит от точности формы отверстия корпуса подшипника (ГОСТ 18282 - 72).

Под действием нагрузки тонкостенный вкладыш в области расположения вставки будет деформироваться, причем форма этой деформации будет повторять контур поверхности вала, так как вкладыш в указанной области будет работать как пластина на упругом основании жестко опертая по краям. Это обеспечивает получение большего угла контакта по сравнению с известными техническими решениями. В свою очередь увеличение угла контакта приводит к перераспределению гидродинамического давления на большую площадь и снижению максимального давления, что и позволяет повысить несущую способность подшипника.

Для полного использования деформационных возможностей тонкостенного вкладыша в области расположения вставки, положение ее автоматически изменяется путем поворота втулки в такое положение, при котором направление результирующей (нагрузки) силы проходит через середину вставки. Это достигается применением известных следящих систем, или поворотом втулки вручную на угол отклонения результирующей силы от вертикальной оси, который составляет 10 - 15°.

Под действием нагрузки поверхности вала и вкладыша деформируются, при этом радиусы кривизны этих поверхностей в зоне нагружения будут сближаться. В результате фактический контакт будет происходить не по линии (что было бы в случае абсолютно жестких поверхностей вала и вкладыша), а по некоторой площадке. Причем угол контакта находится в пределах 10 - 20° (Снеговский Ф.П. Опоры скольжения тяжелых машин. - М.: Машиностроение, 1969. - 223с.). Поэтому принимать центральный угол расположения вставки в этих пределах не имеет

смысла.

Если вставка имеет центральный угол 180° , то под действием нагрузки весь вкладыш будет перемещаться, деформируя вставку, и увеличение угла контакта не произойдет.

При углах меньших 180° перемещению всего вкладыша будут препятствовать своеобразные ступеньки h (фиг.5) равные

$$h = r(1 - \cos \beta),$$

где r - внешний радиус вкладыша;

$$\beta = \frac{180 - \alpha}{2},$$

α - центральный угол упругой вставки в градусах.

Для обеспечения надежной опоры вкладышу необходимо, чтобы эта ступенька была не менее (15 - 20)% от радиуса вкладыша. При $\alpha = 100^\circ$ имеем $h = 0,23r$, при $\alpha = 110^\circ$ $h = 0,18r$, а при $\alpha = 120^\circ$ $h = 0,13r$. Поэтому наибольший центральный угол упругой вставки в градусах принимаем в пределах $100 - 110^\circ$.

На фиг.1 показан продольный разрез предлагаемого подшипника скольжения; на фиг.2 - поперечный разрез подшипника; на фиг.3 - поперечный разрез варианта конструкции подшипника с несколькими эластичными вставками; на фиг.4 - схема работы подшипника скольжения с кольцевой эластичной вставкой (фиг.4а) и с эластичной вставкой ограниченного размера (фиг.4б), на фиг.5 - схема расчета опорной ступеньки.

Подшипник скольжения содержит корпус 1, в расточку которого поставлена поворотная втулка 2 со вставкой 3 из эластичного материала, например резины, на внутренней поверхности которых выполнены 2-заходные винтовые канавки 4 для подвода охлаждающей жидкости. В отверстие поворотной втулки 2 установлен тонкостенный вкладыш 5, через который проходит вал 6.

Во втором варианте конструкции (фиг.3) в поворотной втулке 2 расположены три эластичные вставки 3, разделенные ребрами жесткости 7.

Подшипник скольжения работает следующим образом. Корпус 1, служащий основанием для подшипника, воспринимает нагрузку и определяет положение вала в машине. Вал 6 под действием собственного веса и нагрузки P (фиг.4) прижимается к вкладышу 5 в центре (точка "b" на фиг. 4) эластичной вставки 3. При наличии смазки и вращении вала 6 в рабочей зоне подшипника, в месте расположения эластичной вставки, создается гидродинамическое давление, равнодействующая R (фиг.4), которого смещается от линии действия нагрузки P на некоторый угол ($10 - 15^\circ$) по ходу вращения вала.

Для полного использования упругих свойств эластичной вставки 3 и тонкостенного вкладыша 5 необходимо, чтобы равнодействующая R проходила через центр вставки 3. Поворот втулки 2 на угол смещения равнодействующей от линии действия нагрузки осуществляется при помощи известных следящих систем или предварительным поворотом втулки вручную на угол отклонения результирующей силы от вертикальной оси. Под действием нагрузки тонкостенный вкладыш 5 деформируется благодаря своей упругости и податливости

эластичной вставки 3. Причем контур деформированного участка "a" "b" "c" (фиг.4б) вкладыша 5 будет повторять форму вала, так как участок abc (фиг.4б) вкладыша 5 в данной конструкции работает как пластина на упругом основании жестко опертая по краям (в точках "a" и "c" фиг.4б) или на ребра жесткости 7 во втором варианте конструкции (фиг.3).

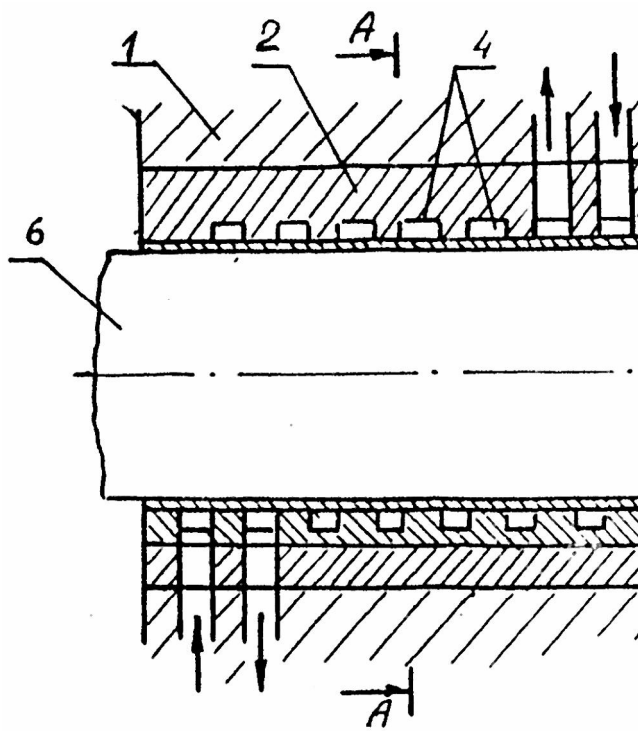
Прогиб тонкостенного вкладыша, повторяющий форму вала (см. фиг.4б), создаст увеличенный угол контакта, что приведет к перераспределению гидродинамического давления в несущем клине на всю зону контакта и при неизменной нагрузке, снижению давления в нем. Поэтому, при принятой допустимой величине максимального давления в гидродинамическом клине, создается возможность увеличения действующей нагрузки, т.е. повышения несущей способности подшипника.

Если эластичная вставка будет выполнена по всей окружности вкладыша, что имеет место в известных конструкциях, то эффекта деформации вкладыша, повторяющей форму вала, не получится так как в этом случае весь вкладыш переместится в направлении действия нагрузки, деформируя эластичную вставку (фиг.4а). При этом условия работы вкладыша в подшипнике не изменяется, т.е. угол контакта вала и вкладыша останется неизменным, и следовательно, повышения несущей способности не будет.

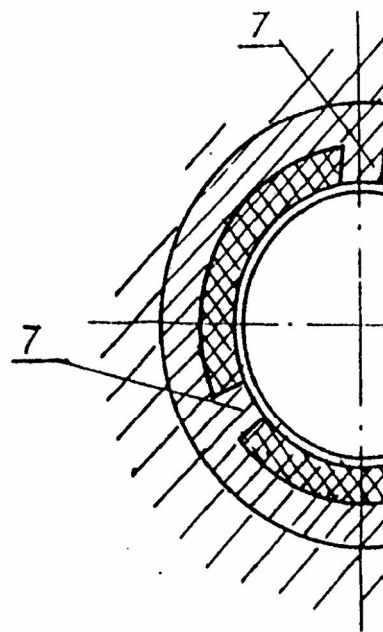
При возникновении вибраций вала они будут гаситься благодаря упругости тонкостенного вкладыша 5 и эластичной вставки 3, что повышает виброустойчивость и надежность работы машины.

Тонкостенный вкладыш 5 в зоне контакта с валом подвергается износу, особенно в моменты пуска и остановки машины. Для повышения срока службы подшипника скольжения во втором варианте конструкции (фиг.3), втулка 2, после износа одного участка вкладыша на допустимую величину, поворачивается перемещая в рабочую зону новый участок вкладыша, лежащий на другой эластичной вставке 3. Работа подшипника скольжения в новом положении ничем не отличается от предыдущего положения. Следовательно один вкладыш будет работать три срока службы подшипника, причем для замены изношенного вкладыша не требуется разборка машины. Таким образом предлагаемое техническое решение с поворотной втулкой позволяет увеличить срок службы подшипника и уменьшить эксплуатационные затраты на ремонт.

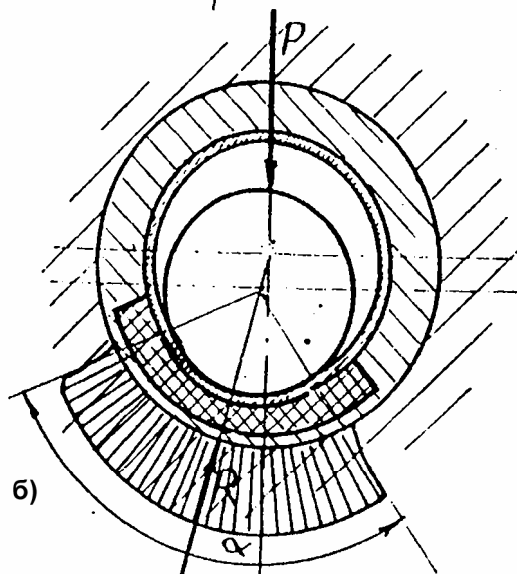
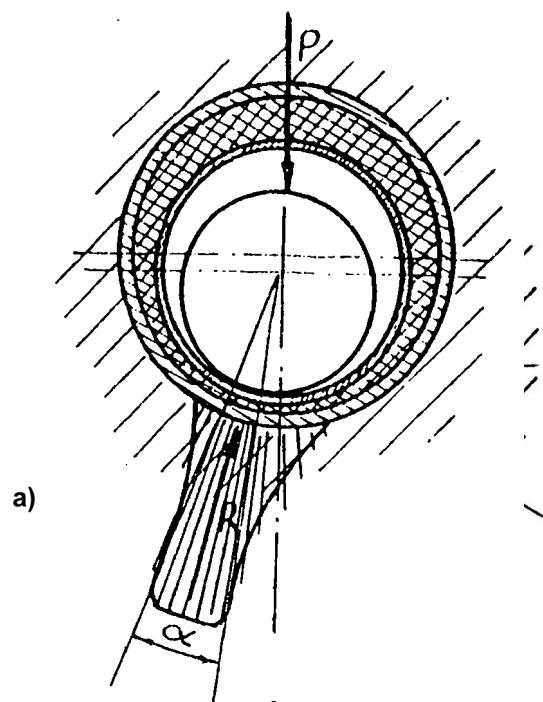
При работе подшипника скольжения, особенно тяжело нагруженного, выделяется большое количество теплоты, что приводит к повышению температуры смазки, а это снижает несущую способность подшипника. Для интенсивного охлаждения вкладыша и смазки в одну из винтовых канавок 4 подается охлаждающая жидкость у левого торца, которая отводится у правого торца, а в другую (второй заход) наоборот - подводится жидкость у правого торца и отводится у левого. Поэтому подшипник будет интенсивно и равномерно охлаждаться как по длине, так и по окружности. В результате температура подшипника не будет повышаться, что обеспечивает сохранение или даже повышение несущей способности по сравнению с подшипниками с другими способами охлаждения.



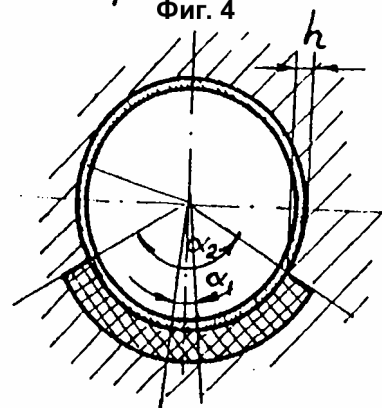
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 5