



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

(11) 759764

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 29.03.77 (21) 2468429/25-27

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.08.80. Бюллетень № 32

Дата опубликования описания 30.08.80

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

F 16 C 21/00

(53) УДК 621.822  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

В. Я. Гуляев, А. С. Кельзон, Э. Е. Богорад и Б. Ф. Ключков

(71) Заявитель

Ленинградское ордена Октябрьской Революции высшее инженерное  
морское училище им. адм. С. О. Макарова

(54) КОМБИНИРОВАННЫЙ ОПОРНЫЙ УЗЕЛ

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в быстровращающихся роторных машинах с постоянной и переменной рабочей скоростью.

Известен комбинированный опорный узел, содержащий смонтированный на валу корпус и размещенный в нем подшипник качения, внутреннее кольцо которого, имеющее коническую упорную часть, образующую кольцевую камеру с каналами подвода жидкости, неподвижно закреплено на втулке гидродинамического подшипника, установленного с возможностью перемещения вдоль вала [1].

Такое выполнение опоры позволяет отодвинуть зону автоколебаний в область высоких скоростей.

Вал вращается до верхней границы зоны автоколебаний в обоих подшипниках, и при переходе этой довольно широкой зоны он работает в режиме автоколебаний. Данный опорный узел является наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату. Поэтому при многократном переходе зоны автоколебаний неизбежно повреждение опоры,

2  
работа же вала в самой зоне вообще невозможна.

5 Целью изобретения является повышение долговечности узла за счет снижения вибрации опоры.

10 Поставленная цель достигается тем, что комбинированный опорный узел снабжен упругим элементом, установленным между упорной поверхностью корпуса и торцовой поверхностью наружного кольца подшипника качения, что углы конусности упорных частей втулки гидродинамического подшипника и вала выполнены одинаковыми и равными углу самоторможения, на упорной поверхности корпуса и на обращенной к ней торцовой поверхности втулки гидродинамического подшипника нанесены слои фрикционного материала, узел 15 снабжен упругой втулкой, установленной с возможностью осевого перемещения в корпусе, а наружное кольцо подшипника качения неподвижно закреплено в этой втулке.

20 На фиг. 1 изображен узел, продольный разрез; на фиг. 2 - то же, поперечный разрез; на фиг. 3 - совмещенный график амплитудно-частотных характеристик работы опоры в разных 25 режимах.

Опора содержит корпус 1 с размещенным в нем подшипником качения 2, внутреннее кольцо которого 3 неподвижно закреплено на втулке 4 гидродинамического подшипника 5, в котором установлен вал 6. Наружное кольцо 7 подшипника качения 2 установлено неподвижно в упругой втулке 8, размещенной с возможностью осевого перемещения в корпусе 1. В упорной части вала 6 выполнена кольцевая камера 9. Торцовая часть 10 втулки 4 гидродинамического подшипника 5 выполнена диаметром, большим наружного диаметра кольцевой камеры 9. Между упорной поверхностью 11 корпуса 1 и торцовой поверхностью 12 наружного кольца 7 подшипника качения 2 установлен упругий элемент 13.

В торцовой части 10 втулки 4 выполнена коническая проточка 14, а упорная часть вала 6 выполнена с фаской 15. Угол конусности проточки 14 и угол фаски 15 одинаковы и равны углу самоторможения ( $\alpha$  не более  $7^\circ$ ). На торцовой поверхности 16 втулки 4 и на упорной поверхности 11 корпуса 1 нанесены слои 17 фрикционного материала.

В валу 6 выполнен осевой канал 18 и сообщающиеся с ним радиальные каналы 19 для подвода смазывающей жидкости в кольцевую камеру 9 и рабочие зоны подшипника качения 2 и гидродинамического подшипника 5. В корпусе 1 выполнен канал 20 для отвода смазывающей жидкости из опоры.

Работа узла в различных режимах поясняется графиком, изображенным на фиг. 3, на котором обозначена кривая I характеризующая вибрации опоры без упругой втулки 8 ( $n_1 - n_2$  - зона автоколебаний); кривая II характеризующая работу опоры с упругой втулкой 8 без выключения гидродинамического подшипника 5 в зоне автоколебаний  $n_1' - n_2'$ , и кривая III характеризующая работу опоры с упругой втулкой 8 при переходе зоны  $n_1' - n_2'$  с выключенным гидродинамическим подшипником 5, где  $n_1'$  - первая критическая скорость вала 6.

Опора работает следующим образом.

При запуске машины смазку подают через осевой канал 18 и радиальные каналы 19 в кольцевую камеру 9 и рабочие зоны подшипника качения 2 и гидродинамического подшипника 5. Давление смазки регулируют таким образом, что втулка 4 гидродинамического подшипника 5 не касается ни фаски 15 вала 6, ни упорной поверхности 11 корпуса 1. Вращение вала 6 происходит в этом случае при совместной работе подшипников 2 и 5.

При достижении валом скорости вращения  $n_1'$ , соответствующей началу автоколебаний, подача смазки прекращается; под действием силы упругости элемента 13 подшипник качения 2 с

упругой втулкой 8 и втулкой 4 гидродинамического подшипника 5 перемещается в осевом направлении до контакта поверхности проточки 14 с поверхностью фаски 15.

При этом вал 6 продолжает вращение только в подшипнике качения 2.

Таким образом, опора работает в зоне скоростей  $n_1' - n_2'$ .

При достижении валом 6 скорости  $n_2'$  смазку вновь подают в камеру 9 и рабочие зоны подшипников 2 и 5. Под действием начального давления и центробежных сил инерции смазка из камеры 9, воздействуя на торцовую часть 10 втулки 4 и преодолевая силы сопротивления упругого элемента 13, перемещает подшипники 2 и 5 с упругой втулкой 8 до контакта торцовой поверхности 16 втулки 4 с упорной поверхностью 11 корпуса 1, контакт происходит между слоями 17 фрикционного материала, и возникающий от этого момент трения останавливает вращение подшипника качения 2.

Таким образом, вал 6 работает в зоне скоростей, больших  $n_2'$  только в гидродинамическом подшипнике 5.

Применение комбинированного опорного узла в быстровращающихся роторных машинах с постоянной и переменной рабочей скоростью позволяет работать во всем диапазоне скоростей, возможных для данных машин, а также в диапазоне скоростей, ранее невозможных, т.е. относящихся к зоне автоколебаний. Это обеспечивает, в свою очередь, наиболее рациональное использование мощности этих машин, кроме того, применение предлагаемого узла уменьшает виброперегрузки, а также повышает долговечность и надежность всей машины в целом.

#### Формула изобретения

1. Комбинированный опорный узел, содержащий смонтированный на валу корпус и размещенный в нем подшипник качения, внутреннее кольцо которого, имеющее коническую упорную часть, образующую кольцевую камеру с каналами подвода жидкости, неподвижно закреплено на втулке гидродинамического подшипника, установленного с возможностью перемещения вдоль вала, отличающийся тем, что, с целью повышения долговечности узла за счет снижения вибрации опоры, он снабжен упругим элементом, установленным между упорной поверхностью корпуса и торцовой поверхностью наружного кольца подшипника качения.
2. Узел по п. 1, отличающийся тем, что углы конусности упорных частей гидродинамического подшипника и вала выполнены одинаковыми и равными углу самоторможения.

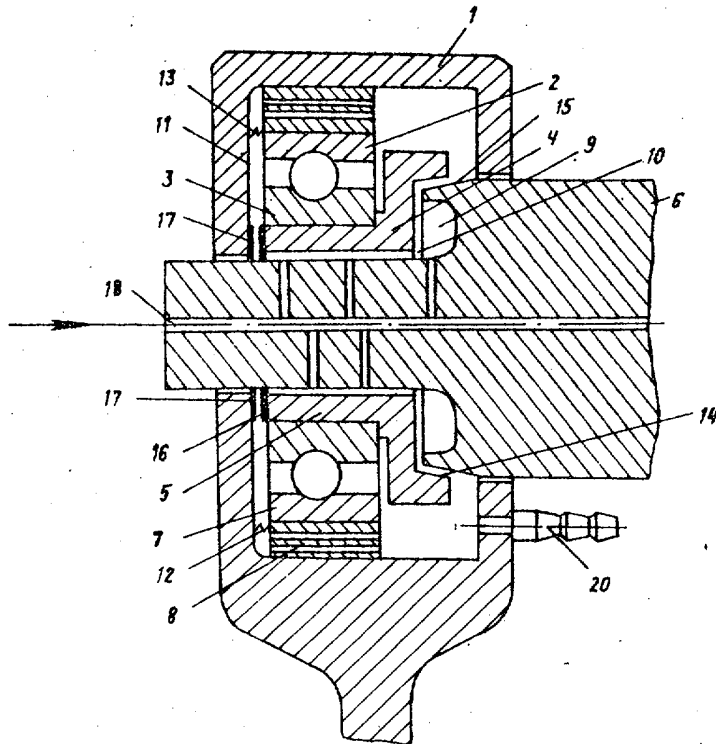
3. Узел по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что на упорной поверхности корпуса и на обращенной к ней торцовой поверхности втулки гидродинамического подшипника нанесены слои фрикционного материала.

4. Узел по пп. 1 - 3, отличающийся тем, что он снабжен упругой втулкой, установленной с возмож-

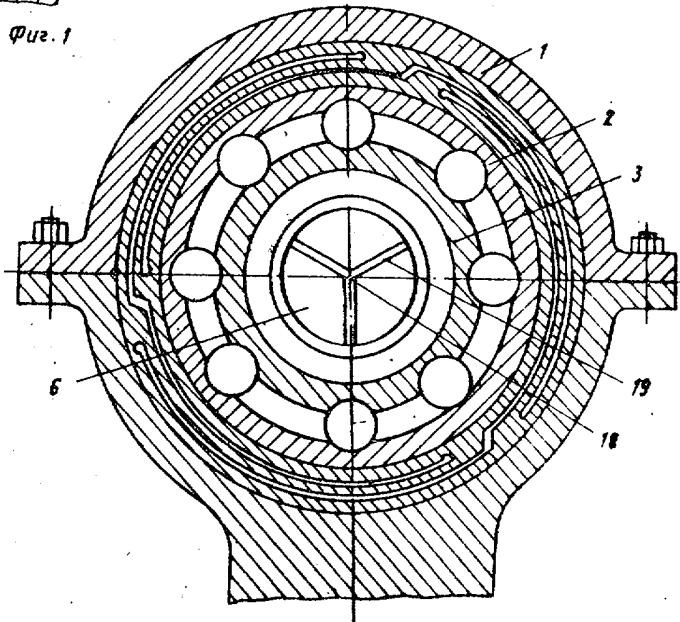
ностью осевого перемещения в корпусе, а наружное кольцо подшипника качения неподвижно закреплено в этой втулке.

Источники информации,  
5 принятые во внимание при экспертизе

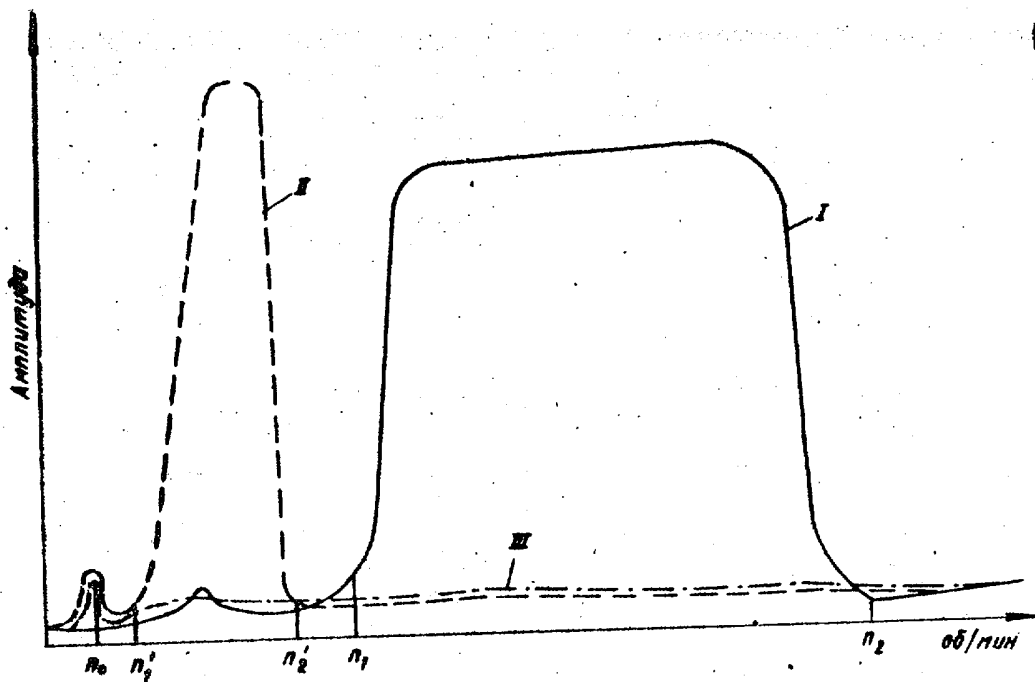
1. Патент США № 3759588,  
кл. F16 C 21/00, 1973.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор Д. Павлова      Составитель В. Хохлов      Техред А. Ач      Корректор В. Синицкая

Заказ 5846/25

Тираж 1095

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4