

## ПОДШИПНИКИ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

*К.А. Моисеенко, студент гр. 5А7Б*  
*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30*  
E-mail: [Kostya-1024@mail.ru](mailto:Kostya-1024@mail.ru)

Турбогенератор — электрическое устройство, которое состоит из синхронного генератора и паровой (газовой) турбины, выполняющей роль привода. Турбогенератор отличается от генераторов, выполненных вертикально, используемых в паре с гидротурбинами ГОСТ 5616. В электростанциях применяется именно турбоагрегаты.

Турбогенератор преобразует внутреннюю энергию рабочего тела, в электрическую, путем вращения паровой (газовой) турбины. Минимальная скорость вращения ротора составляет от десятков тысяч оборотов в минуту и достигает значений необходимых по расчетам.

Основные узлы генератора - это статор и ротор. Но каждый из них содержит большое число систем и элементов. Ротор - вращающийся компонент генератора и на него воздействуют динамические механические нагрузки, а также электромагнитные и термические. Статор — стационарный компонент турбогенератора, но он также подвержен воздействию существенных динамических нагрузок — вибрационных и крутящих, а также электромагнитных, термических и высоковольтных [1].

Подшипники паровой турбины являются промежуточным звеном между ее ротором и статором.

Подшипники турбогенератора можно разделить на две основные группы:

- опорные подшипники;
- упорные подшипники.

Подшипники, служащие опорой для ротора, называются опорными. Опорные подшипники турбин имеют цилиндрические и шаровые опоры, в зависимости от которых они делятся соответственно на жесткие и самоустанавливающиеся [2].

Они предназначены для центрования ротора в радиальном направлении, восприятия веса ротора и сил, возникающих при его вращении. Опорные подшипники главных турбин работают с большими окружными скоростями, достигающими 50—65 м/сек при удельных нагрузках до 1,0—1,2 Мн/м<sup>2</sup>.

Для надежной работы к подшипникам должно непрерывно подводиться масло под давлением 0,06—0,2 Мн/м<sup>2</sup>, которое одновременно охлаждает подшипник. Подвод масла целесообразен с двух сторон в районе горизонтального разъема, где давление масляного слоя минимальное и масло затягивается шейкой в нижний вкладыш подшипника. По длине вкладыша масло всегда вводится посередине и растекается в обоих направлениях: отвод осуществляется с обоих концов нижнего вкладыша в сливную полость. Опорные подшипники турбин имеют цилиндрические и шаровые опоры, в зависимости от которых они делятся соответственно: на жесткие и самоустанавливающиеся [2].

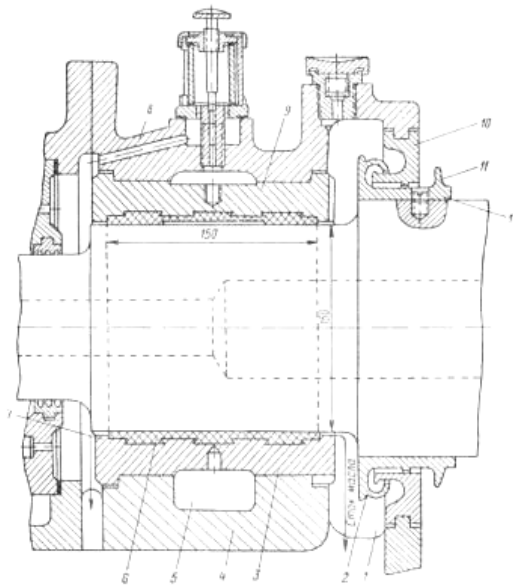


Рис. 1. Жесткий опорный подшипник

На рисунке 1 показан жесткий подшипник, состоящий из следующих основных частей: корпуса или стула 4, крышки 8, нижнего 3 и верхнего 9 вкладышей, имеющих баббитовую заливку 6. Для лучшего удержания баббита во вкладышах выточены продольные и поперечные канавки в форме ласточкина хвоста. В современных подшипниках канавки заменяют спиральной нарезкой. Масло подводится в кольцевую полость 5 и далее через холодильник к середине шейки, откуда растекается в обоих направлениях по шейке и затем стекает с концов вкладыша в сливную полость. Подшипник снабжен маслоотбойным устройством, состоящим из втулки 12, на концах которой расположены кольцо 2 и выступ 11, и двух вкладышей 10, которые заводятся в крышку и стул подшипника. Просочившиеся брызги масла отводятся через отверстия 1 в сливную полость стула. Буртики 7 предназначены для удержания шейки ротора в случае выплавления баббита, чем будет предотвращено повреждение уплотнений и лопаточного аппарата.

Самоустанавливающиеся подшипники более сложны по конструкции, но обладают возможностью самоцентрирования, что увеличивает срок их службы.

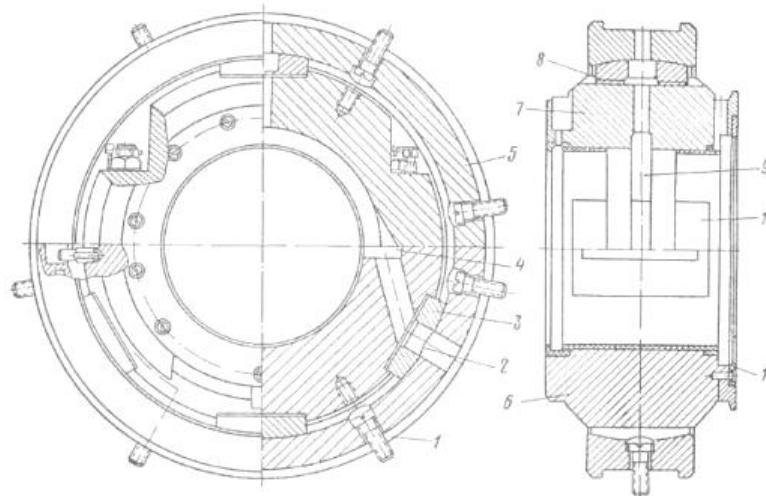


Рис. 2. Самоустанавливающийся подшипник

На рисунке 2 показан самоустанавливающийся подшипник турбины для сухогрузного судна. Нижняя половина обоймы 1 прикреплена к корпусу подшипника, а

верхняя 5—к крышке. Внутренняя поверхность обоймы сферическая. На четырех сухарях 3, прикрепленных к обойме винтами и имеющих также сферическую поверхность, лежат нижний 6 и верхний 7 вкладыши. Сферическая обойма и сухари позволяют подшипнику самоустанавливаться. Рабочая поверхность вкладышей залита тонким слоем баббита. Масло поступает под давлением по направлению вращения ротора через каналы 2 в щель 4 (ее назначение — обеспечить подачу масла, но всей длине вкладыша); выточка 10 во вкладышах образует специальные масляные карманы, называемые холодильниками. По каналу 9 масло подводится к контрольному прибору подшипника. Наборные прокладки 8 облегчают центрование подшипника по шейке ротора. Подшипник снабжен маслоотбойным щитком 11.

Упорные подшипники своим назначением обеспечивают определенное взаимное положение ротора турбины относительно статора в осевом направлении и воспринимают осевое давление ротора, не допуская его перемещений в осевом направлении.

Общей особенностью жестких упорных подшипников является установка обоймы с упорными подушками в цилиндрической расточке корпуса подшипника. Упорные подушки могут свободно поворачиваться вокруг своей точки опоры, в зависимости от режима работы турбины, а опоры остаются неподвижными в вертикальной плоскости, перпендикулярной горизонтальной оси вала. В последние годы жесткие подшипники почти полностью заменены самоустанавливающимися, которые можно разделить на следующие группы:

- а) самоустанавливающиеся со сферическими обоймами, которые могут поворачиваться вслед за гребнем;
- б) самоустанавливающиеся с уравнительными устройствами для автоматического выравнивания давления на подушки;
- в) прикрепленные к сферическому самоустанавливающемуся вкладышу опорного подшипника и образующие с ними комбинированный опорно-упорный подшипник.

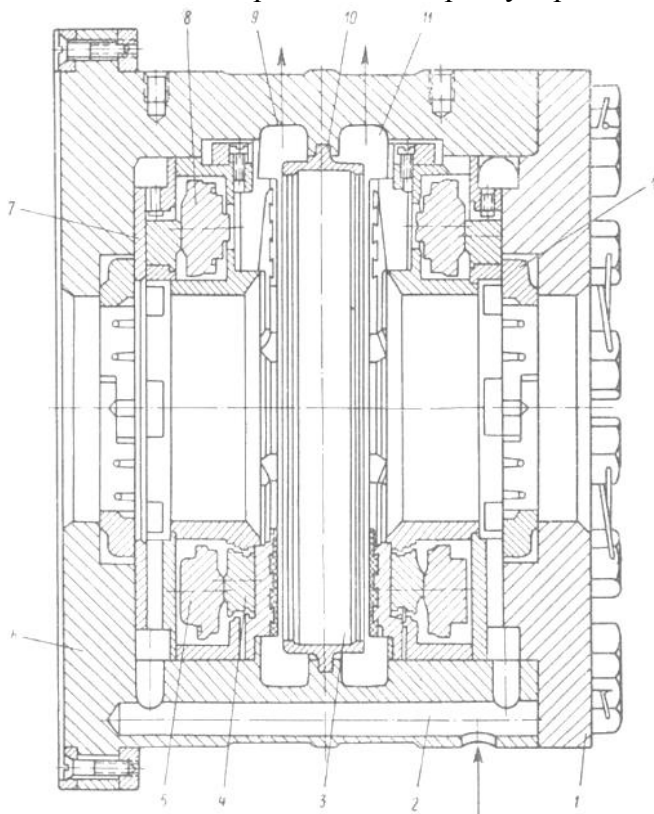


Рис. 3. Самоустанавливающийся упорный подшипник

Самоустанавливающийся упорный подшипник с уравнивающим устройством представлен на рисунке 3. Осевое усилие от упорного гребня 3 передается упорными подушками 4 на обойму 7 через два ряда уравнивающих подушек первого 5 и второго 8 рядов. Все детали подшипников (переднего и заднего хода) смонтированы по обеим сторонам упорного гребня в общем вставном корпусе 6 с торцевой крышкой 1, состоящей из двух половин — верхней и нижней.

Упорные и уравнивающие подушки, располагаясь по окружности, образуют замкнутую цепь. Каждая упорная подушка передает давление подушек первого ряда на две уравнивающие подушки второго ряда, обеспечивая равномерность распределения давления на все подушки. При увеличении нагрузки на одну любую упорную подушку расстояние ее от упорного гребня увеличивается, а расстояние смежных с ней подушек уменьшается. Благодаря этим перемещениям подушек нагрузка на них распределяется равномерно как в случае некоторого отклонения плоскости упорного гребня от первоначального положения, так и при их некоторой неточности в изготовлении. Масло подводится по каналу 2 отдельно для подушек переднего и заднего ходов. Отвод масла осуществляется также отдельно через сливные полости 9 и 11, разделенные уплотнительным кольцом 10. Утечку масла вдоль вала предотвращают бронзовые уплотнительные самоустанавливающиеся кольца 12 [1].

К подшипникам турбин предъявляются очень высокие требования в смысле надежности и долговечности их работы, малых потерь на трение и возможной точности установки. Износ подшипника может привести к серьезной аварии (особенно у реактивных турбин), а неточность установки вызывает вибрацию турбины.

#### **Список литературы:**

1. Орлов, Александр Васильевич. Оптимизация рабочих поверхностей опор качения / А. В. Орлов; Академия наук СССР (АН СССР); Государственный научно-исследовательский институт машиноведения. — Москва: Наука, 1973. — 84 с.: ил. — Библиогр.: с. 82.
2. Heat and mass transfer in viscous fluid flows in open cavities with moving boundaries under cooling the external contour/Krainov A.V., Pashkov E.N., Yurovskiy P.G.// Advanced Materials Research. 2014. Т. 1040. С. 638-641.