

В центробежных компрессорах статическая нагрузка на подшипниковые опоры может достигать значительных величин, что приводит к необходимости применения дорогостоящих подшипников скольжения со сложными системами маслоснабжения или еще более дорогостоящих систем активного магнитного подвеса ротора. Применение комбинированных подшипников на основе механических подшипников с электромагнитной разгрузкой позволяет существенно уменьшить величину динамических и статических нагрузок на механические опоры, что дает возможность: - расширить выбор необходимых для проектируемой машины механических подшипников из стандартного ряда (подшипников скольжения или качения); - уменьшить износ и увеличить долговечность механических подшипников; - существенно уменьшить стоимость узлов подшипников за счет исключения циркуляционной системы маслоснабжения. Конструкции комбинированных подшипников могут предусматривать встроенный блок управления для регулирования силы разгрузки, в них не требуется подключения внешних источников электроэнергии. Возможны модификации подшипников с датчиком положения ротора, что дает возможность организации встроенной системы вибромониторинга ротора компрессора. Принцип работы комбинированного радиального подшипника с электромагнитной разгрузкой представлен на конструктивной схеме, приведенной на рисунке 1. В общем случае подшипник содержит механический подшипник (например, шарикоподшипник) и устройство электромагнитной разгрузки (УЭМР). УЭМР представляет собой электромагнит, обеспечивающий разгрузку подшипника качения, обмотка которого получает электропитание от встроенного электрогенератора. Электромагнит и электрогенератор объединены электрически и конструктивно в одно функциональное устройство. Рис. 1 - Конструктивная схема комбинированного подшипника: 1- ротор; 2- устройство электромагнитной разгрузки; 3- шарикоподшипник. При вращении ротора происходит самовозбуждение электрогенератора, и электромагнит создает в определенном направлении силу, приложенную к ротору, тем самым, разгружая подшипник качения. При необходимости статорная часть УЭМР заливается компаундом и представляет собой сплошной диск, не имеющий электрических выводов. Выбор подшипников качения производства фирмы «SKF» для комбинированных подшипников не является обязательным. В данной работе выбраны шарикоподшипники фирмы «SKF» по следующим причинам: - фирма «SKF» является крупнейшим мировым производителем, в том числе подшипников качения очень большой номенклатуры, подходящих для применения в центробежных компрессорах; - каталог фирмы «SKF» (Catalogue 6000EN, November 2005) [7] содержит полную информацию как по типам и характеристикам подшипников качения, так и по современным методам выбора и расчета характеристик подшипников с учетом условий их применения. Принятые конструктивные компоновки радиальных и

радиально-осевых подшипниковых опор (двух вариантов) с электромагнитной разгрузкой приведены на рисунках 2–3. Рис. 2 - Компоновка радиального подшипника первого типа: 1 – корпус подшипника; 2 – вал компрессора; 3 – ротор устройства электромагнитной разгрузки (УЭМР); 4 – датчик положения вала компрессора; 5 – обмотка возбуждения статора УЭМР; 6 – магнитопровод статора УЭМР; 7 – шарикоподшипник; 8 – лабиринтная втулка; 9 – генераторные обмотки; 10 – коробка для электрорадиоэлементов; 11 – постоянные магниты

В результате проведенных работ по конструкторской проработки ряда радиальных и радиально-осевых комбинированных подшипников с электромагнитной разгрузкой: - определены исходные требования к типоразмерному ряду комбинированных подшипников центробежных компрессоров, разрабатываемых в ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа»; - осуществлен выбор шарикоподшипников, используемых в конструкциях радиальных и радиально-осевых комбинированных подшипников центробежных компрессоров; - для применения в качестве механической опоры радиальных подшипников с электромагнитной разгрузкой предложена и проработана специальная конструкция роликового подшипника на основе шарикоподшипников; - осуществлен расчет долговечности и мощности потерь в шарикоподшипниках; - приведено описание конструкции и принципа действия устройств электромагнитной разгрузки; - разработаны методики и алгоритмы расчета устройств электромагнитной разгрузки, на основе которых произведен их расчет для типоразмерных рядов радиальных и радиально-осевых комбинированных подшипников; - разработаны и приведены групповые чертежи общего вида ряда радиальных и ряда радиально-осевых комбинированных подшипников с электромагнитной разгрузкой. В результате конструкторской проработки предложены оригинальные конструкции радиальных и радиально-осевых подшипников на основе шарикоподшипников с электромагнитной разгрузкой, обладающие высокими расчетными показателями долговечности и малыми потерями мощности на трение. Рис. 3 - Компоновка радиально-осевого подшипника с двухсторонней разгрузкой: 1 – корпус подшипника; 2 – вал компрессора; 3 – ротор устройства радиальной разгрузки; 4 – датчик радиального положения вала компрессора; 5 – электромагниты осевой разгрузки ротора; 6 – статор устройства электромагнитной разгрузки; 7 – радиально-осевой шарикоподшипник; 8 – датчик осевого положения ротора; 9 – упорный гребень осевой разгрузки

Предложенные комбинированные подшипники могут иметь встроенную систему непрерывного вибромониторинга, не требуют внешних источников электропитания, т.е. являются энергонезависимыми. Применение предложенных комбинированных подшипников в центробежных компрессорах позволит упростить конструкцию компрессорных установок за счет исключения циркуляционных систем маслоснабжения, т.е. повысить эксплуатационную надежность компрессора. Предложенные ряды радиальных и

радиально-осевых комбинированных подшипников с электромагнитной разгрузкой для центробежных компрессоров могут стать альтернативой существующим подшипникам скольжения как более дешёвые и имеющие большой ресурс.