

Улучшение эксплуатационных свойств гидродинамических опор трения турбокомпрессорных агрегатов путем применения новых антифрикционных материалов и внедрения передовых конструктивных решений.

И.Н. Шадиев

Р.А. Кемалов, к.т.н., доцент

*Казанский (Приволжский) Федеральный Университет
каф. Высоковязких нефтей и природных битумов*

По статистике, в газотранспортной системе до 32 % отказов газоперекачивающих агрегатов происходят из-за подшипников скольжения. В свою очередь, основной причиной отказов подшипников скольжения является износ вкладышей.

Износ деталей машин в парах трения скольжения является важной проблемой современного машиностроения. Затраты на ремонт и техническое обслуживание конструктивно сложных механизмов могут в несколько раз превышать их стоимость. В этой связи особую актуальность приобретает создание новых антифрикционных материалов, в том числе композиционных (КМ), в которых искусственно объединены высокопластичные металлические матрицы и тугоплавкие высокопрочные, высокомодульные наполнители. При таком сочетании фаз достигаются значительное повышение несущей способности материалов в трибосопряжениях, высокая износостойкость, задиростойкость и стойкость против абразивного изнашивания. Хорошие литейные свойства, возможность пластической и механической обработки, малый вес и низкая стоимость обеспечивают перспективность и экономическую целесообразность применения таких материалов в машиностроении, особенно в подвижных сопряжениях механизмов и машин (подшипниках).

Одним из способов решения выше изложенной проблемы является модификация конструкционных материалов наноразмерными частицами фуллеренсодержащих пород.

Известно, что фуллерены обладают уникальными физическими и химическими свойствами. Благодаря своему сетчато-шарообразному строению фуллерены оказались идеальными наполнителями и идеальной смазкой. Однако, основным препятствием в применении фуллеренов в промышленных масштабах является их значительная цена – 900 долларов за 1 грамм. Было предложено использовать в качестве модификатора фуллеренсодержащий природный минерал – шунгит. Шунгитовые породы содержат 83 – 88 % углерода в форме фуллеренов. В данной работе были проведены теоретические исследования модифицирующего влияния фуллеренов шунгитовых

пород на структуру и свойства металлов. Показано, что по сравнению со стандартным антифрикционным сплавом коэффициент трения во всем диапазоне нагрузок в среднем уменьшен на 10-20%, интенсивность изнашивания уменьшена на 35-40%. Данные результаты являются хорошей предпосылкой для дальнейшего изучения модифицирующего влияния фуллеренсодержащих нанопорошков из шунгитовой породы на физические и эксплуатационные свойства различных металлов и сплавов, в частности подшипниковых сплавов на основе олова, бронзы и баббитов.

Явным преимуществом в реализации данного проекта является доступность и дешевизна сырья. Отмечено, что природный шунгит добывается на территории России (Карелия). Прогнозируемые запасы достигают сотен миллионов тонн.

Также одним из способов повышения надежности и улучшения эксплуатационных показателей гидродинамических подшипников скольжения является применение новых конструктивных решений позволяющих повысить несущую и демпфирующую способности, снизить уровень вибрации. Подшипники скольжения традиционной конструкции, которые в настоящее время являются штатными на большинстве агрегатов, имеют ряд недостатков, среди которых в первую очередь можно выделить следующие: имеют недостаточную несущую и демпфирующую способность, что приводит к их интенсивному износу, повышенным потерям мощности и расхода смазки в переходных режимах и режимах отличных от номинальных; требуют повышенных зазоров в лабиринтных уплотнениях из-за большой прецессии ротора при пуске, остановке; не компенсируют накопление погрешностей при изготовлении и сборке тем самым снижают реальную площадь контакта подшипниковой шейки (ПШ) и ВП, что вызывает перенапряжения антифрикционного слоя в период приработки. Как следствие из вышесказанного, штатные подшипники не соответствуют требованию непрерывной 2-х...4-х годичной эксплуатации динамического оборудования.

Анализ современных тенденций в производстве подшипниковых узлов скольжения показал, что наиболее эффективным решением на сегодняшний день является подшипник рис.1, принцип действия которого основан на создании двух слоев смазки: гидродинамического и гидростатического. Особенностью такого подшипника является наличие самогенерируемого гидростатического подвеса самоустанавливающихся вкладышей, формирующегося за счет отвода части смазки из несущего гидродинамического слоя через отверстие во вкладыше в гидростатический карман, расположенный на тыльной стороне вкладыша. В кармане таким образом создается

гидростатическое давление, за счет чего вкладыш всплывает, а смазка дросселируется по спинке вкладыша. Дополнительная степень свободы у вкладышей подшипников на гидростатическом подвесе обеспечивает их подвижность в поперечном и в угловом направлении. Наличие гидростатического подвеса позволяет вкладышам отслеживать колебания вала и демпфировать их за счет сил

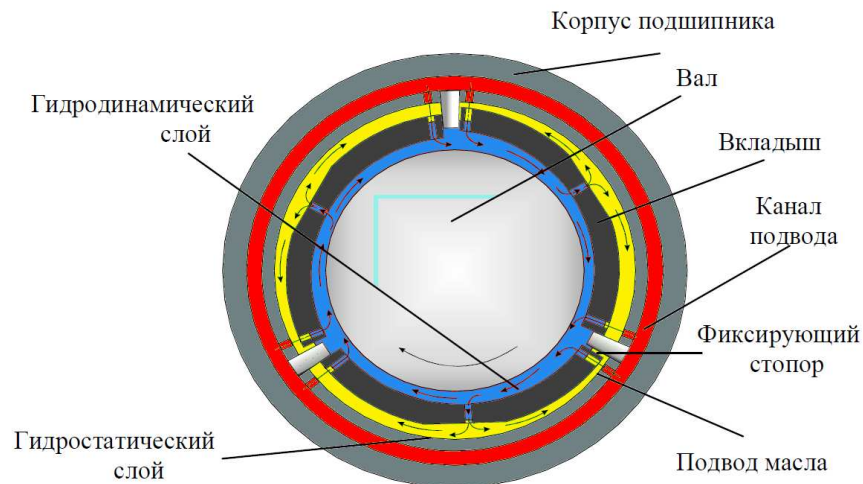


Рис. 1 Схема опорного подшипника на масляном подвесе

вязкости гидростатического слоя, чего нет в подшипниках традиционных конструкций. Наряду с повышением надежности и снижением уровня вибрации применение демпферных опорных подшипников на гидростатической пленке способствует повышению экономичности агрегатов. Это обусловлено тем, что величина зазоров в лабиринтных уплотнениях и их износ в процессе эксплуатации напрямую зависят от величины прецессии ротора в опорных подшипниках. Как показывает практика, именно увеличение зазоров в штатных уплотнениях по причине повышенной вибрации ротора на пусковых и нерасчетных режимах эксплуатации становится причиной постепенного снижения производительности компрессора. Кроме того, в подшипниках скольжения традиционной конструкции в результате механического износа в процессе эксплуатации происходит увеличение зазора, т.н. "просадка подшипника" соответственно, увеличивается зазор и в лабиринтных уплотнениях. Применение демпферных подшипников позволяет снизить прецессию вала в 1,5...2 раза и, благодаря отсутствию механических контактов, обеспечивает высокую стабильность зазоров в процессе эксплуатации, за счет чего в лабиринтных уплотнениях изначально можно устанавливать меньший зазор по сравнению со штатными подшипниками. Уменьшение зазора позволяет снизить количество вредных перетоков сжимаемого газа между ступенями сжатия, а

также подогрев газа на входе в ступень, что увеличивает эффективность сжатия. Уменьшение потерь мощности, связанных с перетоками газа в лабиринтных уплотнениях, позволяет повысить КПД агрегата и снизить потребляемую мощность.

Отметим некоторые из достоинств проекта:

1. Возможность получения сплавов с улучшенными эксплуатационными и технологическими свойствами путем добавки наноразмерного модификатора из шунгитовых пород.

2. Дешевизна и доступность сырья, что позволяет наладить массовое производство конструкционных материалов, в частности антифрикционных сплавов для подшипников скольжения.

3. Простота конструкции подшипника, за счет чего можно наладить серийный выпуск с применением новых антифрикционных сплавов.

4. Применение вышеуказанного подшипника позволит существенно повысить надежность и безотказность работы динамического оборудования, в частности турбокомпрессоров.

Библиографический список:

1. Максимов В.А., Баткис Г. С. Высокоскоростные опоры скольжения гидродинамического действия. «ФЭН» - Казань, 2004.
2. И.Г.Хисамеев, В.А.Максимов, Г.С.Баткис, Я.З.Гузельбаев. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров – Казань: ФЭн, 2010. Стр. 510-515
3. Витусевич А. Б., Копнин В. А., Проноза В. А., Опаренко В. И., Гриценко В. Г. Повышение надежности компрессоров синтез-газа //Труды семинара “Безопасность эксплуатации компрессорного и насосного оборудования”, 2-5 октября, Одесса, 2001.
4. В.Б. Шнепп. Конструкция и расчет центробежных компрессорных машин. М.: Машиностроение, 1995г.
5. Юрко В.И., Симоновский В. И. Разработка и исследование новых конструкций демпферных сегментных подшипников для центробежных машин // Труды VIII международной научно-технической конференции «Насосы-96» - г. Сумы, 1996, С.206-215.
6. Елецкий А.В., Смирнов Б. М. Фуллерены и структура углерода. // Успехи физических наук. 1995. Т. 165. №9. С. 977.
7. Чернышова, Т.А. Разработка и исследование алюмоматричных композиционных материалов с использованием наноразмерных наполнителей / Т.А. Чернышова, Л.И. Кобелева, Л.К. Болотова, И.Е. Калашников // Межд. симпозиум «Образование через науку». - Россия. – Москва. - МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2005. - С. 278.

8. Калашников, И.Е. Получение КМ механическим замешиванием дискретного наполнителя в расплав / И.Е. Калашников, Т.А. Чернышова, В.Н. Мещеряков, Т.В. Корж, С.М. Савватеева // Сборник «Технология», серия «Конструкции из композиционных материалов». – 1993. - вып. 2. - С. 17-22.