

УДК 678

М.Ю. Шаклеина**M.Yu. Shakleina**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

BEARING FROM CARBON-CARBON COMPOSITION MATERIALS

Рассмотрены свойства подшипников скольжения из углерод-углеродного композиционного материала. Проведен их сравнительный анализ с подшипниками из других металлических материалов. Описаны основные этапы работ по созданию изделия.

Ключевые слова: подшипники скольжения, углерод-углеродные композиционные материалы, антифрикционные материалы, трение, износ.

Properties of bearing are considered from carbon-carbon composition materials. The comparative analysis of bearing is conducted from carbon-carbon composition materials and other metallic materials. The basic stages of work on the creation of the product.

Keywords: bearing, carbon-carbon composition materials, anti-friction materials, friction, wear.

Проблема повышения надежности узлов трения машин и механизмов актуальна, сложна и неоднозначна, требует всестороннего научно-практического исследования. В настоящее время существует несколько принципиальных подходов к решению задачи повышения надежности подшипников скольжения. Основным направлением в борьбе с износом в машиностроении является увеличение твердости трущихся поверхностей деталей путем термической и химико-термической обработки [1, 2].

Замена традиционных металлических материалов на композиционные позволяет:

- уменьшить число точек смазки или увеличить периодичность смазывания многих узлов машин и оборудования при техническом обслуживании;
- сократить расход смазочных материалов;
- уменьшить расход цветных металлов (бронзы, латуни) на изготовление подшипников скольжения за счет замены на композиты;
- уменьшить трудоемкость технического обслуживания и ремонта машин и оборудования;
- повысить износостойкость и надежность узлов трения;
- уменьшить шум и вибрации в машинах и оборудовании.

Всем этим требованиям удовлетворяют подшипники скольжения из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ).

Подшипники скольжения работают при высоких температурах, в агрессивных средах. В условиях эксплуатации подшипники из УУКМ показали ресурс, в десятки раз больший в сравнении с подшипниками из других материалов. При полном отсутствии смазки они обеспечивают работу агрегатов благодаря низкому коэффициенту трения и благоприятному сочетанию свойств, характерных для углеродных материалов. В табл. 1 приведены физико-механические характеристики УУКМ [2].

Таблица 1

Физико-механические характеристики УУКМ

№ п/п	Плотность, кг/м ³	1650
1	Прочность, МПа, при: – изгибе – сжатию – растяжению	110 140 90
2	Ударная вязкость, кгс · см/см ²	25–30
3	Коэффициент трения по стали	0,05–0,65
4	Интенсивность изнашивания	$1 \cdot 10^{-8}$

На рисунке показаны нагрузочные способности некоторых антифрикционных материалов в условиях трения без пластичной смазки.

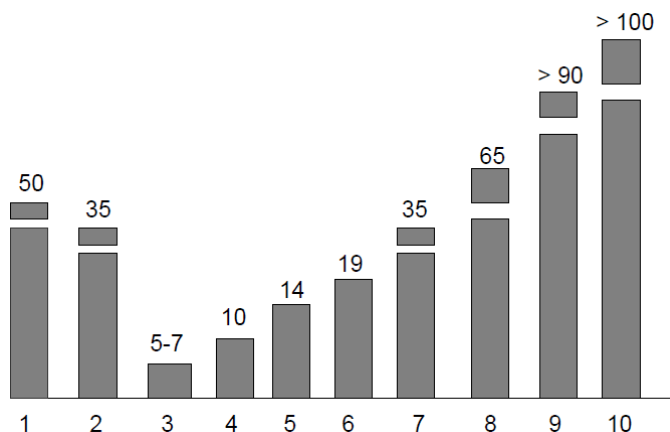


Рис. Нагрузочная способность антифрикционных материалов (МПа) в условиях трения без пластичной смазки (за исключением 1), данная для сравнения, при низких скоростях скольжения (0,01–0,03 м/с): 1 – сталь 45 по стали 45, закалка ТВЧ, смазка – солидол С; 2 – бронза Бр ОЦС 5–5–5 (ГОСТ 613–79); 3 – винипласт; 4 – текстолит; 5 – ПТФЭ наполненный; 6 – графитопласт АМС-1; 7 – металлофторопласт; 8 – полиамид П-68; 9 – углепластики; 10 – УУКМ

Из представленных данных видно, что подшипники из УУКМ имеют ряд преимуществ по сравнению с подшипниками из других материалов, в частности металлических, которые имеют весомые недостатки:

- в процессе работы требуют постоянного контроля за смазкой;
- большие потери на трение при пуске и несовершенной смазке;
- большой расход смазочного материала;
- высокие требования к рабочей температуре;
- пониженный коэффициент полезного действия;
- неравномерный износ подшипника.

Подшипники из УУКМ являются самосмазывающимися, поэтому постоянный контроль за смазкой не требуется. Остальных недостатков можно избежать при правильном подборе материала для пары трения и точности соблюдения технологического процесса изготовления. В табл. 2 представлены материалы, из которых могут быть изготовлены пары трения.

Таблица 2

Материалы для изготовления пары трения (вала)

Подходящие материалы	Частично подходящие материалы	Непригодные материалы
<ul style="list-style-type: none"> – Хромистая сталь; – литая хромистая сталь; – нитрированная сталь; – чугун; – материалы с твердым хромистым покрытием; – нелегированная сталь; – карбид кремния 	<ul style="list-style-type: none"> – Хромоникелевая сталь; – аустенитный чугун; – цветные металлы 	<ul style="list-style-type: none"> – Алюминий; – алюминиевые сплавы (даже анодированные)

Оптимальным материалом для изготовления пары трения (вала) является хромистая сталь (13–17 % Cr) либо материалы с твердостью $HRC \geq 40$. Причиной этому служит быстрое нанесение графитового слоя от углеродного материала на поверхность твердых металлов.

Совершенствование технологии производства УУКМ во всем мире относится к приоритетным направлениям, определяющим обороноспособность и научно-технический потенциал государства, владеющего ими.

Деталь и материал производятся одновременно. Можно выделить основные стадии работ над созданием изделия, отвечающего эксплуатационным требованиям:

- анализ температурных, силовых и прочих воздействий на изделие. расчет структуры и формы изделия;
- производство и подготовка углеродных армирующих материалов к переработке;

- изготовление армирующих каркасов;
- насыщение каркасов углеродом матрицы;
- механическая обработка;
- нанесение защитных покрытий в случае необходимости;
- сборка изделия;
- анализ полученных свойств изделия.

Стабилизация свойств изделия возможна только при устойчивом выполнении всех технологических процессов (ТП) изготовления УУКМ, что позволяет снизить коэффициент запаса прочности и его вес. Для обеспечения устойчивости ТП должны быть определены требования к каждому из них и раскрыта их взаимосвязь.

Расчет и проектирование изделий из УУКМ должны быть неразрывно связаны с технологическими возможностями производства [4, 5].

Список литературы

1. Черновский С.А. Подшипники скольжения. – М.: Машгиз, 1963.
2. Прохоров В.Ю. Повышение износостойкости шарнирных сопряжений манипуляторов лесозаготовительных машин // Надежность и качество: тр. междунар. симпозиума. – 2011. – Т. 2. – С. 198–199.
3. Щурик А.Г. Искусственные углеродные материалы. – Пермь: УНИИКМ, 2009. – 342 с.
4. Фиалков А.С. Формирование структуры и свойств углеграфитовых материалов. – М.: Metallургия, 1965.

Получено 10.12.2015

Шаклеина Мария Юрьевна – бакалавр, аэрокосмический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: Mari.shakleina@mail.ru.