

МНОГОСЛОЙНЫЕ КОМПОНЕНТЫ МАТЕРИАЛОВ ВТУЛОК И ВКЛАДЫШЕЙ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Чихачева О.А., Дмитриева Л.А., Александрова И.М., Рокина А.А.
Московский политехнический университет, г. Москва

Ключевые слова: подшипники скольжения, втулки, вкладыши, многослойный материал.

Аннотация. В данной статье рассмотрена структура многослойных компонентов материалов используемых для изготовления втулок и вкладышей подшипников скольжения (ПС). Состав и компоненты, входящие в структуру. Описаны свойства, которыми должны обладать втулки и вкладыши ПС. Приведены характеристики, параметры по допустимой нагрузке. Приведена диаграмма, сравнительный анализ температурных режимов.

MULTI-LAYER MATERIAL COMPONENTS FOR SLEEVES AND INSERTS FOR SLIDING BEARINGS

Chihacheva O.A., Dmitrieva L.A., Aleksandrova I.M., Rokina A.A.
Moscow Polytechnic University, Moscow

Keywords: slip bearings, bushings, inserts, multilayered material.

Abstract. This article discusses the structure of multilayer components of materials used for the manufacture of bushings and plain bearing shells. Composition and components included in the structure. The properties that must be possessed by the bushings and liners of PS are described. The characteristics, parameters for the permissible load are given. A diagram and a comparative analysis of temperature conditions are presented.

Разнообразие условий взаимодействия контактирующих поверхностей диктуют принципиальное различие в требованиях к материалам, применяемых для конструирования их рабочих поверхностей. В подшипниках скольжения (ПС) на поверхности контакта возникает небольшое давление (0,1...50,0 МПа) и происходит взаимное скольжение поверхностей трения. Поэтому материалы контактирующей пары должны обладать низким коэффициентом трения и достаточным сопротивлением к заеданию. Материал одной из поверхностей должен обладать способностью к упругим и пластическим деформациям, что должно обеспечить приработку поверхности скольжения втулки и вала и поглощения твердых частиц загрязнений. Фрикционную пару в радиальном ПС образуют втулка и шейка вала. Шейка является частью вала и выполнена из материала вала, как правило, из стали или чугуна. Во избежание заедания материал втулки должен быть в 4...5 раз «мягче» материала вала. Такое сочетание обеспечивает большую вероятность сохранности вала при аварии, как более дорогой и сложной к замене детали [1].

При работе в паре со стальным валом любой подшипниковый материал с твердостью, меньшей твердости сопряженной детали, является антифрикционным. Материал втулки ПС должен обладать следующими свойствами: иметь достаточную статическую и динамическую прочность при повышенных температурах; способностью образовывать прочный граничный

слой смазочного материала и быстро восстанавливать его в местах разрушения; низкий коэффициент трения при несовершенной смазке; отсутствие заедания на валу; высокие теплопроводность, теплоемкость, прирабатываемость; хорошую износостойкость сопряжения; недефицитность и высокую технологичность. Каждый из подшипниковых материалов антифрикционен при определенных режимах трения.

Многообразие материалов для изготовления втулок и вкладышей ПС. Сплавы железа. Сплавы из цветных металлов: бронзы, баббиты, алюминиевые сплавы, сплавы на основе серебра и кадмия. Сплавы на алюминиевой основе, с содержанием никеля, олова, сурмы и кремния. Сплавы на цинковой основе. Пористые антифрикционные материалы получают спеканием смеси порошков бронзы, железа, графита. Термопластические и терморезистивные пластмассы. Металлофторопластовые ленточные материалы [2, 4].

Достойное место в этом ряду заняли втулки и вкладыши из многослойных материалов. В многослойной конструкции каждый слой выполняет определенную функцию: мягкий антифрикционный – уменьшает силу трения и допускает вдавливание инородных частиц, попадающих в зазор; пористый – содержит в порах смазочный материал, основной – обеспечивает восприятие силы давления, связующий – скрепляет слои между собой. На рисунке 1 представлен пример исполнения многослойных компонентов ПС 1 – стальная основа (0,9 мм и более); 2 – основной слой (0,25...0,50 мм); 3 – никелевый подслоя (0,001 мм); 4 – оловянно-свинцовый сплав (0,02...0,04 мм); олово (0,003...0,005 мм) [3].

Материалы в состав, которых входит медь, отличаются высокой усталостной прочностью, стойкостью к ударным нагрузкам; работают с твердыми валами при сохранности приработочного покрытия. Материалы, имеющие в своем составе алюминий, имеют хорошее сопротивление к коррозии, относительно хорошие рабочие характеристики в критических условиях смазывания. На рисунке 2 металлофторопластовый подшипник из ленты, полученный методом порошковой металлургии. 1 – пористый слой из высокооловянной бронзы; 2 – поля заполненные смесью фторопласта с дисульфидом молибдена; 3 – слой меди; 4 – стальная основа. На рисунке 3 представлена структура материала для втулок и вкладышей композитных подшипников с металлической основой (медная прослойка), 1– синтетическая накладка (ацетальная смола, пропитанная маслом); 2– слой бронзовой пористой керамики (0,2...0,35 мм); 3 – медная прослойка; 4 – слой олова. На рисунке 4 структура материала втулок и вкладышей композитных подшипников с металлической основой (стекловолокнистая набивка) 1 – тканевое полотно; 2 – связующее звено; 3 – смола; 4 – стекловолокнистая набивка; 5 – связующее вещество; 6 – металлическая основа (рис. 2-4) [3].

В таблице 1 приведены характеристики многослойных и пористых материалов. Параметры: $[P]$ – максимально допустимая динамическая нагрузка; V_{\max} – максимальная скорость скольжения; t – рабочая температура.

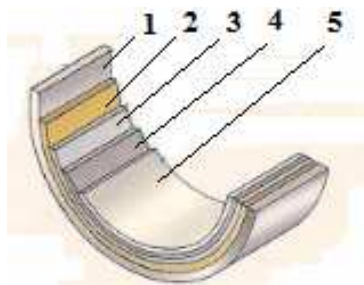


Рис. 1. Пример исполнения многослойных компонентов ПС

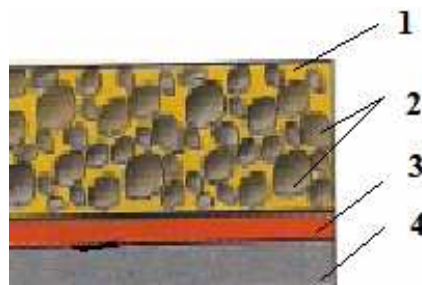


Рис. 2. Металлофторопластовый подшипник из ленты, полученный методом порошковой металлургии

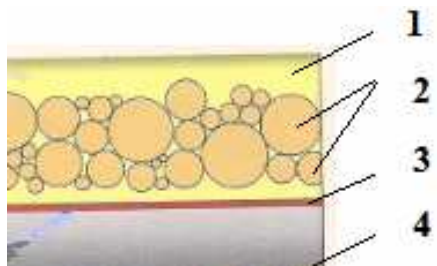


Рис. 3. Структура материала для втулок и вкладышей композитных подшипников с металлической основой (медная прослойка)

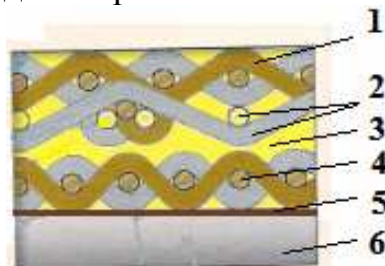


Рис. 4. Структура материала втулок и вкладышей композитных подшипников с металлической основой (стекловолоконистая набивка)

Табл. 1. Характеристики материалов, применяемые для изготовления втулок и вкладок ПС

Многослойные материалы				
№	Название группы материалов их состав; Условия эксплуатации	[P]	V_{max}	t
1	Металлофторопласт; Металл-Полимер-Композит; Самосмазывающиеся; повышенная антикоррозионная устойчивость	140Н/мм ²	сухой режим 2,5 м/с; гидродинамический режим - <10 м/с	$t_{min}=-200^{\circ}C$ $t_{max}=+280^{\circ}C$
2	Термопластичный композитный материал-тефлон- стекловолоконно- графит, самосмазывающиеся	80Н/мм ²	сухой режим 1,2 м/с	$t_{min}=-40^{\circ}C$ $t_{max}=+130^{\circ}C$
3	Двухслойное покрытие-композит. Основной слой: утолщенное стекловолоконно, эпоксидная смола. Антифрикционный слой: обмотки из тефлонового и высокопрочного полиэфирного волокна с графитовым фильтром, самосмазывающиеся	140Н/мм ²	сухой режим 0,5 м/с	$t_{min}=-50^{\circ}C$ $t_{max}=+140^{\circ}C$
Пористые материалы				
4	Пропитанная маслом спеченная бронза	5Н/мм ²	сухой режим 10 м/с	$t_{min}=-5^{\circ}C$ $t_{max}=+90^{\circ}C$
5	Пропитанное маслом спеченное железо	10Н/мм ²	сухой режим 4 м/с	$t_{min}=-20^{\circ}C$ $t_{max}=+100^{\circ}C$

На диаграмме (рис. 5) наибольший температурный разброс выдерживают многослойные ПС из металлофторопласта.

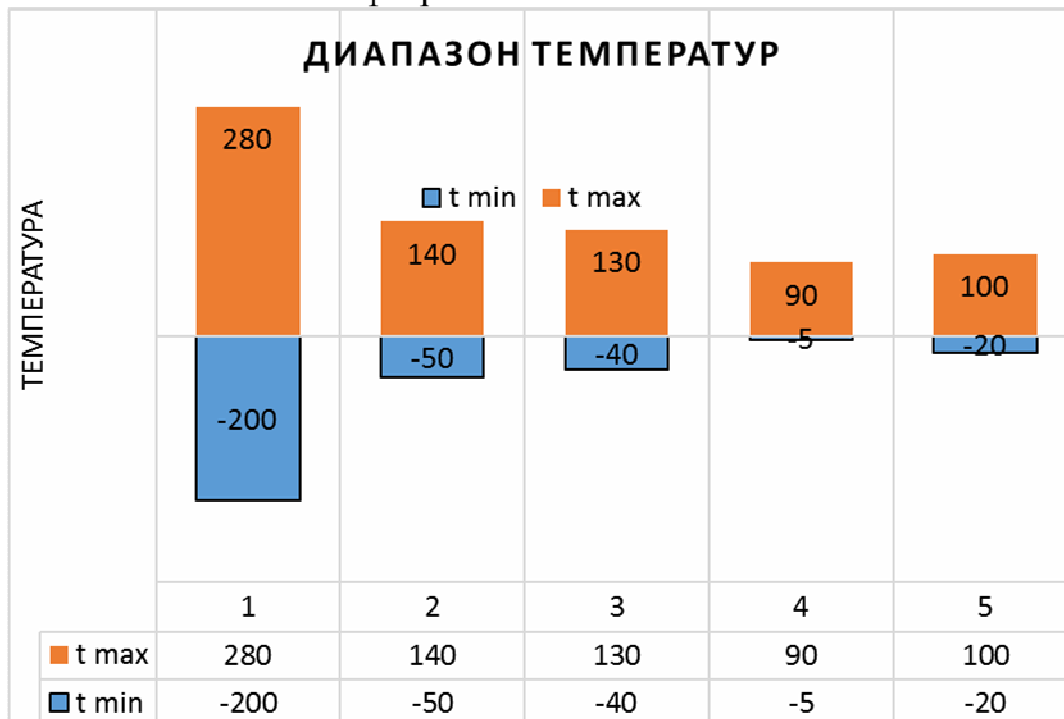


Рис. 5. Диаграмма диапазона температур

При выборе материала следует руководствоваться конструкцией и назначением узла. Условиями его эксплуатации, требованиями к общей прочности деталей, сроку их службы и надежности. Температура является одной из частей этой системы. Учитывать стоимость материала и эксплуатационных расходов [5].

Список литературы

1. Справочник по триботехнике: в 3 т. Т.2: Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения / Под общ. ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника: Учебник для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
3. Крайнев А.Ф. Машиноведение на языке схем, рисунков и чертежей (в 2-х книгах). Кн. 2: Детали машин, соединения и механизмы. – М.: Изд. дом «Спектр», 2010. – 216 с.
4. Лукьянов А.С., Чихачева О.А., Баловнев Н.П. Тетрадь для лекционных и семинарских занятий по курсу «Детали машин и основы конструирования». – М.: Изд-во МАМИ, 2015. – 130с.
5. Дмитриева Л.А., Лукьянов А.С., Косарев Н.Н. Инновационные материалы для втулок подшипников скольжения // Инновационные процессы в научной среде: сборник статей международной научно-практической конференции: в 3 частях. 2017. С. 93-97.

Сведения об авторах:

Чихачева Ольга Анатольевна – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Техническая механика», Московский Политех, г. Москва;

Дмитриева Людмила Александровна – старший преподаватель кафедры «Техническая механика», Московский Политех, г. Москва;

Александрова Ирина Максимовна – студентка, Московский Политех, г. Москва;

Рокина Анастасия Алексеевна – студентка, Московский Политех, г. Москва.