

УДК 620.22

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПОДШИПНИКОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Леонид Вениаминович Ермачков

*Студент 5 курса,**кафедра «Технологии сварки и диагностики»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: Михеев Р.С.,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии сварки и диагностики»*

В состав паровых турбин входят упорные и опорные подшипники, работающие в осевом и радиальном направлениях соответственно. От скорости износа и надежности этих элементов конструкции напрямую зависят затраты на содержание оборудования. В связи с этим весьма перспективным является применение новых композиционных материалов (КМ), обладающих комплексом эксплуатационных свойств, который не может быть достигнут на базе традиционных материалов.

Наиболее широкое распространение среди композиционных материалов получили превосходящие по ряду свойств применяемый в настоящее время традиционный антифрикционный материал - Баббит Б83 КМ на основе алюминия и его сплавов, содержащие в качестве наполнителя дисперсные высокопрочные, высокомодульные керамические частицы.

В рамках данной работы рассмотрены особенности изготовления сегмента колодки упорного подшипника скольжения внутренним диаметром 300 мм и наружным диаметром 540 мм. Изделие представляет собой сегмент диска, плоскую сменную накладку на колодку подшипника, имеющий стальное основание (Сталь 15 по ГОСТ 1050) с нанесенным на рабочую поверхность антифрикционным слоем (Рис. 1) и работает в условиях спокойных динамических нагрузок (рабочих). (Таблица 1).

Таблица 1. Рабочие характеристики изделия

Характеристика	Значение
Рабочее давление, МПа	8
Рабочая скорость скольжения, м/с	40

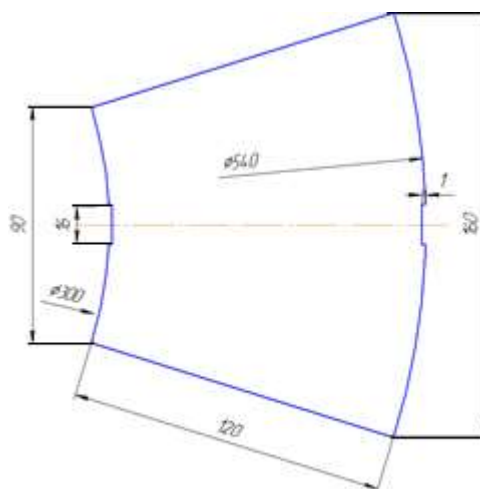


Рис. 1. Сегмент упорного подшипника скольжения

Химический состав, эксплуатационные характеристики, а также физические свойства рассматриваемых материалов приведены в таблицах 2, 3, 4 соответственно.

Таблица 2. Химический состав антифрикционных материалов и материала-подложки [1], [3]

Материал	Химический состав																		
	Fe	Si	Mn	Ni	Ti	Pb	Cr	Cu	Mg	Zn	Sn	Al	Sb	As	Bi	C	S	P	SiC
Б83 по ГОСТ 1320-74	0,1	-	-	-	-	0,35	-	5,5 - 6,5	-	0,004	80,9 - 83,9	0,005	10 - 12	0,05	0,05	-	-	-	-
АК12М2МгН по ГОСТ 1583 + 5% SiC по ГОСТ 26327 (KM)	до 0,8	11 - 13	0,3 - 0,6	0,8 - 1,3	0,05 - 0,2	до 0,1	до 0,2	1,5 - 3	0,8 - 1,3	до 0,5	до 0,02	79,5 - 85,55	-	-	-	-	-	-	5
Сталь 15 по ГОСТ 1050-88	98	0,17 - 0,37	0,35 - 0,65	до 0,25	-	-	до 0,25	до 0,25	-	-	-	-	-	до 0,08	-	0,12 - 0,19	до 0,04	до 0,06	-

Таблица 3. Эксплуатационные характеристики рассматриваемых антифрикционных материалов [1], [3]

Материал	Характеристики					
	Давление на рабочую поверхность МПа, не более	Скорость скольжения м/с, не более	Рабочая температура °С, не более	Интенсивность изнашивания $\times 10^6$, мм ³ /м	Коэффициент трения	Рабочий ресурс тыс. часов, не более
Б83 по ГОСТ 1320	15	50	+70	8	0,07-0,12	18
АК12М2МгН по ГОСТ 1583 + 5% SiC по ГОСТ 26327 (KM)	28	100	+200	4,7	0,08-0,13	31

Таблица 4. Физические свойства рассматриваемых материалов [1], [3]

Физические свойства	Материал		
	Сталь 15 по ГОСТ 1050-88	Б83 по ГОСТ 1320-74	АК12М2МгН по ГОСТ 1583 + 5% SiC по ГОСТ 26327 (KM)
Плотность, г/см ³	7,85	7,38	2,72
Коэффициент линейного расширения, 1/К	12,4	23	19
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×К)	53	33	30
Предел текучести / временное сопротивление при сжатии, МПа	175/355	81,4/112,8	316/435
Твердость по Бринеллю	149	27-30	90

Наибольший интерес представляют следующие свойства КМ: интенсивность изнашивания, скорость скольжения и рабочий ресурс. Наряду с этим КМ сохраняет демпфирующие свойства и не склонен к охрупчиванию.

Рабочие слои антифрикционных материалов чаще всего наносят методами литья и обработкой давлением. Однако, в данном случае для нанесения антифрикционного слоя из алюмоматричного композиционного материала подходит только метод наплавки. Основная причина тому – склонность алюминия к окислению. Помимо этого, конструкция изделия затрудняет применение наиболее распространенных методов.

Присадочный материал из КМ производится в виде прутков диаметром 5, 5.5, 6 мм и длиной 400 мм. Ввиду ограниченной пластичности проволоку сплошного сечения из КМ изготовить не представляется возможным, что усложняет механизацию процесса наплавки. Среди способов сварки плавлением, наиболее подходящим для осуществления рассматриваемой технологии, является наплавка неплавящимся электродом в среде защитных газов.

Однако, основная особенность при изготовлении рассматриваемого изделия связана с образованием соединения сталь-алюминий. При соединении стали и алюминия методом сварки плавлением возникают сложности ввиду того, что сталь и алюминий не образуют качественного соединения в нормальных условиях. Необходим ряд подготовительных операций, в числе которых цинкование поверхности или алитирование. Эти операции необходимы для обеспечения смачиваемости стали алюминием в процессе наплавки. Также в процессе наплавки необходимо ограничивать температуру не выше критической ($T_{кр}=550^{\circ}\text{C}$) для снижения роста интерметаллидного слоя, охрупчивающего соединение сталь-алюминий. [2]

При наплавке допускается использование только инертных газов повышенной чистоты. В данной работе рассматривается применение аргона повышенной чистоты ГОСТ 10157.

Опытным путем был получен режим наплавки (Таблица 5) при котором рабочий слой удовлетворяет требованиям таким как: адгезионная прочность (не менее 13 МПа) и толщина слоя (2...3мм).

Таблица 5. Параметры режима наплавки

Параметр	Значение
Ток наплавки, А	120
Напряжение наплавки, В	16
Скорость наплавки, м/ч	12
Расход аргона, л/ч	15
Диаметр прутка, мм	6
Длина прутка, мм	400
Скорость подачи прутка, м/ч	20

Рекомендуется производить наплавку полного комплекта сегментов подшипника за один установ для обеспечения равномерности толщины слоя внутри комплекта. Процесс наплавки необходимо вести в касательном направлении во избежание несплошностей.

Литература

1. Материаловедение: Учебник для вузов/ Под общ. Редакцией *Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина*. – 3-е изд., переработанное и дополненное – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 648
2. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки. *Акулов А.И., Алехин В.П., Ермаков С.И.* – М.: Издательство «Машиностроение», 2003. – 560 с.
3. Алюмоматричные композиционные материалы с карбидным упрочнением для решения задач новой техники. *Михеев Р.С., Чернышова Т.А.* –М.: Издательство РФФИ, 2013-355 с.