**Тема: Проверка сплава для изготовления тормозного диска.**

Руководитель: Курманов А.К. – доктор технических наук, профессор кафедры машиностроения, Костанайский региональный университет им. А Байтурсынова

Выполнил: Барлыков А.С. – обучающийся магистратуры по специальности 7М07102 – Технологические машины и оборудование, Костанайский Региональный университет им. А. Байтурсынова

**Аннотация:** целью данного исследования было проверить механические свойства различных сплавов алюминия и магния, используемых для изготовления тормозного диска, с целью определения наиболее подходящего материала. Исследование проводилось путем производства и тестирования образцов сплавов. Механические свойства, такие как прочность на разрыв, твердость и усталостная прочность, были определены с использованием соответствующих стандартных методов испытаний.

**Ключевые слова**: сплав, структура, диск, испытания, износ.

В качестве матричного сплава для изготовления тормозного диска был выбран алюминиевый сплав Al–9,1Si–0,58Mg [1-8]. Эксперименты проводили в аудитории 005 кафедры машиностроение Костанайского регионального университета имени А. Байтурсынова. Матричный сплав получили плавкой в муфельной печи и разливкой в графитовую изложницу при температуре 750 °С. Три разных типа частиц были использованы для получения композитов: SiC, Si3N4, AlN. Частицы SiC и AlN были размером 30-45 мкм, частицы Si3N4 размером 3-5 мкм. Массовая доля частиц составляла 5, 10 и 15 %. Композиционные материалы получали путем замешивания частиц в расплав с последующей кристаллизацией под давлением (рис. 1). Процесс кристаллизации под давлением осуществляли при температуре 620 °С с использованием гидравлического пресса с максимальным усилием 100 тонн.

Структуру сплавов изучали на электронном сканирующем микроскопе TESCAN VEGA с катодом из LaB6 и системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford Instruments Advanced AZtecEnergy X-Max 80. Сканирующий электронный микроскоп TESCAN VEGA, управляемый через персональный компьютер, с энергодисперсионной приставкой для элементного микроанализа и вакуумированием образцов. Достаточные оптические свойства, немерцающее цифровое изображение хорошего качества при высоких скоростях сканирования.



Рис. 1 - Схема замешивания в расплав керамических частиц и кристаллизации под давлением.

Величина (Ra) перед испытанием образцов и стального диска составляла 1,25 и 0,35 мкм, соответственно. Радиус трека составил 42 мм, а скорость вращения диска - 655 об/мин, что приводит к постоянной скорости скольжения 2,75 м/с. Применяемые испытательные нагрузки варьировались от 20 до 60 Н, что соответствовало напряжению от 0,40 до 1,19 МПа. Испытания на износ скольжением проводили без перерыва в течение 30 мин. Температуру в процессе испытания измеряли хромель-алюмелевой термопарой с точностью 0,1 °С. Поверхность образцов после испытания на износ были изучены с помощью сканирующей электронной микроскопии. Кроме того, проводили микрорентгеноспектральный анализ для определения морфологии и химического состава продуктов износа. Испытание на одноосное сжатие проводили комплексе физического моделирования термомеханических процессов Gleeble 3800 при температурах от 20 до 300 °С при скорости деформации 0,001 с-1, а также со скоростями 0,01 – 1 с-1 при комнатной температуре для проведения расчетов методом конечных элементов. Испытания на растяжение проводили при комнатной температуре на универсальной испытательной машине Zwick Z250 со скоростью 4 мм/мин. Для измерения коэффициента температуропроводности использовали цилиндрические образцы диаметром 12,7 мм и толщиной 2 мм. Температуропроводность определяли с помощью термического анализатора NETZSCH-LFA 447 в интервале температур 25-300 °С. Для построения моделей процессов деформации композиционных материалов методом конечных элементов использовался программный комплекс DEFORM 2D [1-8]. Схематичное изображение исходной структуры композита Al–9,1Si–0,58Mg для моделирования процесса деформации показано на рис. 2.



Рис. 2. - Схематичное изображение исходной структуры композита Al–9,1Si–0,58Mg для моделирования процесса деформации.

В качестве объекта исследования была использована пара трения дискового тормоза –фрикционные накладки и тормозной диск Al–9,1Si–0,58Mg. Детали пары трения: накладки из материала «Диафрикт-4К» (металлокерамика) производства ОАО «Фритекс» (г. Ярославль), конструкция которых выполнена так, что фрикционный материал нанесен на стальную подложку. Контртелом для данных накладок использовался невентилируемый экспериметальный тормозной диск. Испытания пары трения 1 проводились на инерционном стенде в ЗАО «ТИВ» (г. Тверь)

Испытания пары трения проводились на инерционном стенде в ОАО «ВНИКТИ» (г. Коломна). Для обеспечения прижатия накладок к диску применялся опытный образец тормозного блока. Стендовое оборудование, включает в себя механическую (инерционный стенд), пневматическую и электрическую части с контрольными приборами.

В данном опыте было проведено определение общей силы нажатия накладок на диск при скорости вращения диска равной нулю. Цель опыта – оценка фактической величины КПД механизма тормозного диска, а также использование этих данных для торировки установленных на тормозном диске тензодатчиков

Определение статического коэффициента трения между фрикционными накладками и тормозным диском осуществляется в момент начала перемещения деталей пары трения друг относительно друга путем измерения силы трения, где представлен классический метод определения коэффициента трения с использованием силы тяжести груза.

Цель испытаний - установление влияния материала тормозного шкива на параметры процесса износа (износ приработки, длительность приработки) Испытанию подвергались образцы в виде колец с наружным диаметром 50 мм, внутренним - 30 мм и высотой 15 мм для экспериментального и стадартного дисков. Наружная цилиндрическая поверхность образцов подвергалась следующим видам обработки:

- шлифованию с получением шероховатости Ra < 0,40 мкм;

- шлифованию с последующим полированием до Ra < 0,07 мкм;

- шлифованию с последующим алмазным выглаживанием до to < 0,20 мкм;

- шлифованию с последующим выбронакатыванием до 7 мкм.

При испытаниях выполнялись следующие процедуры:

1) взвешивание производилось на аналитических весах АВД-200 с точностью измерений 0,1 мг. Взвешивание каждого образца повторялось не менее 3-х раз. Перед взвешиванием образцы тщательно промывались в -керосине с последующей промывкой в ацетоне.

2) испытание на установке трения. Режим трения: скорость скольжения 2 м/с; контактное давление 2,5 МПа; рабочая среда – масло веретенное. Длительность испытания составляла 19 час (912 тыс. циклов).

3) измерение массы образцов в период испытаний на износ. Измерения выполнялось через 1 час после начала испытаний, далее через 3, 7, 12 и 19 час. Порядок измерений массы образцов сохранялся таким же, как и при измерениях перед испытанием.

4) при каждом снятии образцов с испытательной установки образцы подвергались визуальному осмотру с целью выявления дефектов на трущихся поверхностях - задиров, вырывов и других. Общее время испытаний — 95 часов, после каждых 19 часов испытания образцы извлекали из стакана и определяли их массу с точностью до 0,01 г, затем заменяли песок после его измельчения на свежий и проводили ещё 3 цикла по 24 часа с последующей заменой песка и взвешиваниями после каждого цикла. Завершение испытания было предусмотрено после того, как один из образцов потеряет массу не менее 0,05 г. Точность взвешивания и минимальная потеря массы были выбраны для возможности корреляции полученных результатов с испытаниями, регламентируемыми ГОСТ 17367-71. Разработанная методика позволяет исследовать и анализировать износостойкость образцов в условиях чисто абразивного износа.

**Список литературы.**

1. **Буданов Е.Н** Модернизация литейного производства на бразильском заводе- пример для автопрома России. //Литейное производство. – 2008. - № 1

2. **Абрамов В.И.**, Хальфин Ф.Б. Современные формовочные линии по Сейатцу- процессу на ОАО «КАМАЗ-Металлургия». // Литейное производство . – 2007. - №10

3. ОАО Институт литейного обрудования; «Энергоэффективное литейное производство» (Версия 1.0) Дюссельдорф, 2008.

4. **Попов А.**, Модернизация литейного производства автомобильной промышленности Японии. //Литейное производство. – 2007. – №4

5. **Шеремет А.Н.** Самая производительная линия на заводах СНГ за последние 30 лет поставляется на Луганский литейно-механический завод. // Литейщик России. – 2007. – №9

6. **Голенков Ю.** Производство тракторных отливок на Минском тракторном заводе. // Литейное производство . – 2007. - №10

7. **Аксенов П. Н.** Некоторые вопросы теории машин литейного производства., 2012 год. 232 с.

8. **Орлов Г. М.** Автоматизация и механизация процесса изготовления форм. М. Машиностроение, 2018 год. 264 с.