

**УДК 669.018.95**

## **РАЗРАБОТКА АЛЮМОМАТРИЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ С ВНЕДРЕНИЕМ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ГРАФИТА**

Михлик Владислав Михайлович<sup>(1)</sup>, Калачев Андрей Олегович<sup>(2)</sup>

*Бакалавр 4-го курса<sup>(1)</sup>, Магистр 1-го курса<sup>(2)</sup>*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана*

*Научный руководитель: Ю.А. Курганова,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»*

Для большинства конструкций в машиностроении большое значение имеют материалы, используемые в трущихся деталях, в частности в подшипниках скольжения. Их надёжность, срок службы и стоимость зависят в первую очередь от правильного, научно обоснованного выбора материалов. Известно, что для изготовления подшипниковых материалов чаще всего применяются сплавы, в основном на основе меди (например, бронзы). Эти сплавы являются дорогостоящими, вследствие чего актуальной задачей представляется создание более дешёвых и стойких материалов. Одним из типов таких материалов являются сплавы на основе алюминия — они обладают сопоставимыми (с бронзой) антифрикционными характеристиками и в то же время являются более дешёвыми и доступными [1, 2]. Создание антифрикционных алюминиевых композиций, содержащих в своем составе графит, позволяет получать сплавы, используя более дешёвые материалы [3, 4].

Ключевой проблемой получения алюмоматричного композиционного материала с углеродом в роли наполнителя, является обеспечение смачиваемости наполнителя и его равномерного распределения по всему объёму [5]. Очевидно, что преодоление этой проблемы приведёт к повышению эксплуатационных и возможно, механических характеристик.

Целью настоящей работы является разработка технологического подхода получения композиционного материала на основе алюминия, а также исследование свойств в зависимости от состава и режимов совмещения. В качестве матрицы выбран широко применяемый материал (главным образом для узлов трения) листовой алюминий марки АД0. В роли наполнителя применяется мелкодисперсный порошок графита.

Проблему совмещения предлагается решать путем использования формулы основанной на законах физики, а также эмпирическим способом, исследуя поведения получившихся композиций меняя содержание графита в них.

С целью получения рассматриваемого композиционного материала, рекомендуется следовать следующей последовательности действий:

1. подготовить, расплавить матричный алюминий;
2. подготовить смесь графита с медью;
3. совместить компоненты путем засыпания порошка под зеркало расплава при помощи титановых трубок;
4. провести смешивание данной системы в течении 60 секунд в среднем темпе;
5. выполнить отливку.

Удалось вмешать до 1,5 % графита от массовой доли раствора в матрице алюминия. Чтобы графит при замешивании оставался в расплаве в равновесном состоянии, было принято смешивать порошок графита с порошком меди для увеличения плотности смеси порошков. Как показали эксперименты, это положительно сказывается

на антифрикционных свойствах композита, а также позволяет внедрить большее количество графита.

Проведенные измерения коэффициента трения при расположении образца по торцу вала и по образующей, позволили установить, что при внедрении 1 % графита + 1 % меди коэффициент трения уменьшается на 21,6% по сравнению с матричным материалом. При измерениях износостойкости при расположении образца по образующей, было выявлено, что потеря массы при использовании композита 1 % графита + 1 % меди уменьшается на 38,7%. На рисунке 1. представлен вид изношенных образцов в зависимости от химического состава. Образец №3 с составом 1 % графита + 1 % + 0,5% дисульфида молибдена визуально меньше изношен, имеет более гладкую площадь соприкосновения с контртелом, что дополнительно подтверждает его лучшее сопротивление износу.

По результатам измерения на износостойкость по схеме стержень – диск, было выяснено, что такой же состав композита приводит к уменьшению интенсивности изнашивания в 8 раз по сравнению с чистой матрицей. На основе результатов по измерению коэффициента трения по схеме стержень – диск для состава 1 % графита + 1 % меди, можно сделать вывод, что коэффициент трения уменьшился с 0,55 до 0,35 по сравнению с исходным составом.

Проведенные испытания на изгиб, позволили установить, что введение 1 % графита и 1 % меди в расплав алюминия позволяет увеличить предельную нагрузку на 8,7 % и значение напряжений на 8,4 %. При использовании очищенного графита того же состава, увеличение предельной нагрузки увеличивается на 14,7 %, а значение напряжения на 13,7 %. При испытании на сжатие выяснили, что добавление в алюминиевую матрицу любого сочетания наполнителей приводит к увеличению значений механических характеристик. Наиболее показательной характеристикой при сжатии является предел текучести, его значение увеличено на 41,7 %; Предельная нагрузка была увеличена на 24,3 %.

По результатам работы видно, что наполнение алюминия смесью графита с медью благоприятно сказывается на триботехнических и механических свойствах материала. Разработана оснастка, приспособлено имеющееся оборудование, установлена последовательность технологических подходов. В ходе работы, так же разработана формула, позволяющая прогнозировать наиболее удачное распределение графита в алюминии, что в свою очередь, обеспечивает стабильность свойств.



Рис. 1. Внешний вид образцов после испытаний на износ

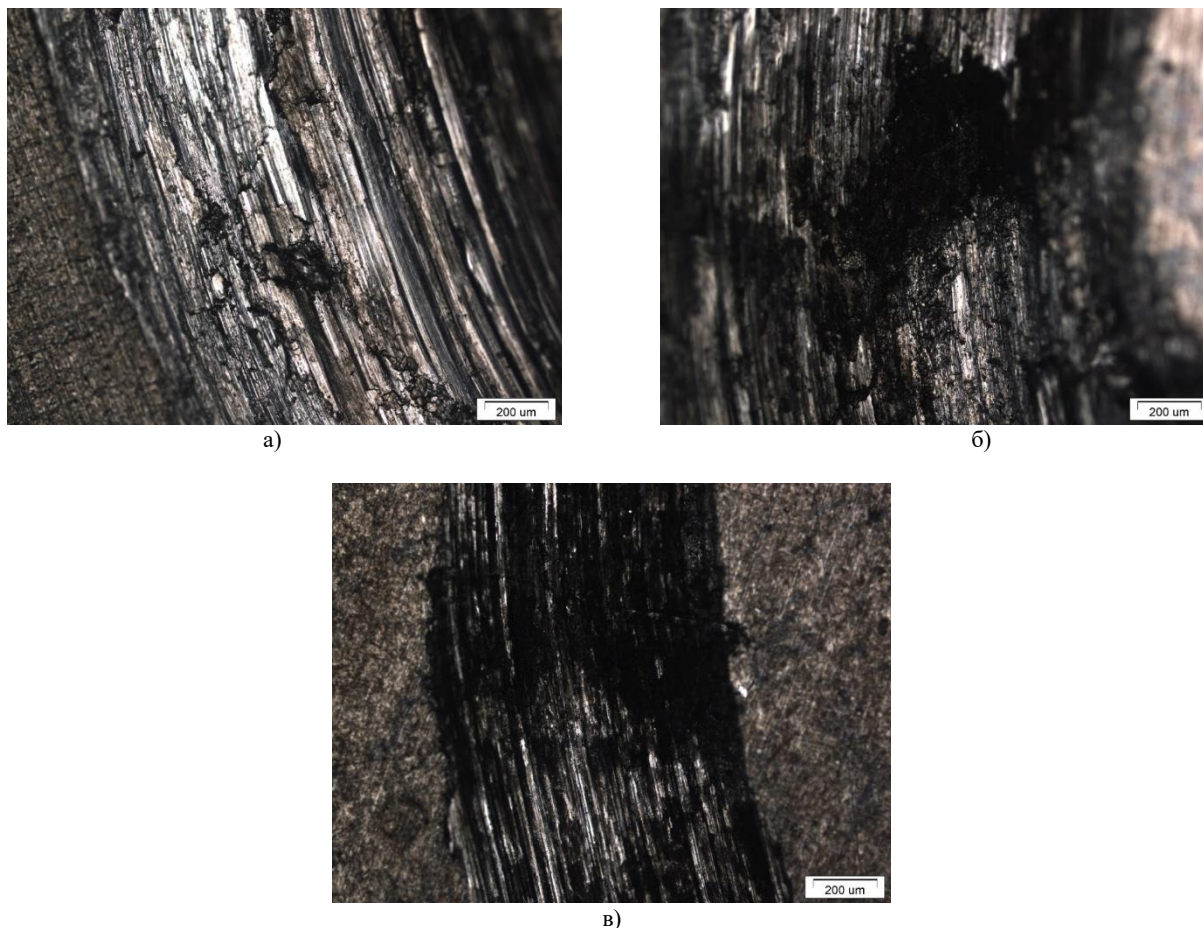


Рис. 2. Поверхность образцов после испытаний: а) исходный алюминий б) Al + 1,5%С + 0.5%Cu в) Al + 1%С + 1%Cu

### Литература

1. Справочник по конструкционным материалам: Справочник / Арзамасов Б.Н., Соловьёва Т.В., Герасимов С.А. и др.; Под ред. Арзамасова Б.Н., Соловьёвой Т.В. — М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э. — 2005
2. Корочарова Е.Г., Миронов А.Е. Антифрикционные алюминиевые сплавы с повышенными свойствами // *Литейное производство* — 2011, № 10, 12—15
3. Курганова Ю.А. Конструкционные металломатричные композиционные материалы / Ю.А. Курганова, А.Г. Колмаков. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 144 с.
4. Романов А.Д. Разработка технологии получения композиционного материала на основе алюминия / А.Д. Романов, Е.А. Чернышов, В.В. Мыльников, Е.А. Романова // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* — 2014. — №12-2. — С. 176-179.
5. Исследование возможности получения волокнистых алюмоматричных композиционных материалов, армированных углеродом. / Чекин Р.В., Курганова Ю.А., Смирнов А.Е., Карпухин С.Д. *Заготовительные производства в машиностроении*. 2022. Т. 20. № 6. С. 277-281