

Использование быстроохлажденных металлических материалов для изготовления композитов на основе полимеров

Студенты: гр. 10505221 - Бойко Д.С., гр.10405222 - Безбородько П. Д.,

Котляренко И. В., Крицкая О.А.,

Научные руководители – Шейнерт В. А. Слуцкий А.Г.

Белорусский национальный технический университет

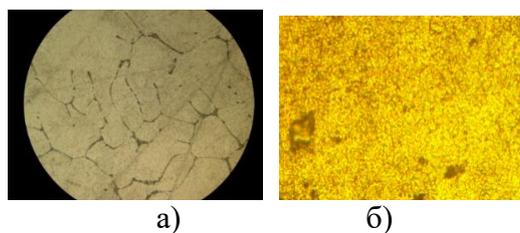
г. Минск

В результате ранее выполненных исследований [1-4] подобраны составы сплавов, разработана методика, изготовлены лабораторные установки и получены образцы быстроохлажденных литых материалов в виде микроволокна и ленты из различных сплавов в том числе: алюминиевые и цинковые сплавы, свинец, медь, олово (рисунок 1) которые были использованы для изготовления экспериментальных композитов.



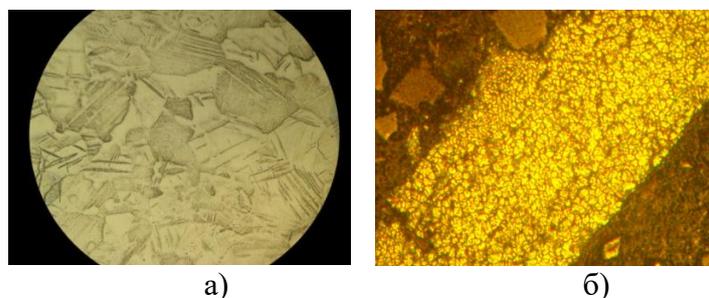
Рисунок 1- Опытные образцы микроволокна и микроленты из различных металлов и сплавов

Микроструктурный анализ образцов микроволокна показал влияние способа кристаллизации сплавов на дисперсность структуры, включений интерметаллидов, первичное зерно, а также количество пересыщенного твердого раствора.(рисунок 2,3)



а- литье в кокиль; б- быстроохлажденный (б)

Рисунок 2 - Микроструктура алюминиевого сплава АД1 (x500)



а- литье в кокиль; б- быстроохлажденный (б)

Рисунок 3 - Микроструктура сплава ЦА20 на основе цинка (x500)

Полученные образцы микроволокна и микроленты были в дальнейшем использованы при изготовления композиционных материалов:

1. Полимеро-металлические на основе синтетических каучуков.

За основу данного метода был использован процесс армирования резиновых материалов. Установлено, что практически во всех исследуемых смесях наблюдается повышение стойкости к подвулканизации.

Выявлено, что добавки композиционных металлических наполнителей с различными составами оказывают некоторое влияние на вулканизационные параметры эластомерных композиций. Оптимальное время вулканизации увеличивается по сравнению с образцом сравнения.

Установлено, что введение в резиновые смеси на основе комбинации каучуков СКИ-3+СКД композиционных волокнистых наполнителей различного состава приводит к понижению твердости резин и увеличению сопротивления истиранию резин. Так, значение данного показателя у исходной резины составляет 18,55 Дж/мм³, а у резин с исследуемыми добавками изменяется от 18,88 до 63,97 Дж/мм³. Увеличение сопротивления истиранию, вероятно, связано со взаимодействием частиц композиционного наполнителя с компонентами эластомерной композиции. При этом возможно образование поверхностного слоя, обладающего повышенной стойкостью к абразивному износу.

Анализ полученных данных показал, что в резинах на основе комбинации СКИ-3+СКД наблюдается уменьшение изменения деформационного теплообразования, при введении композиционных наполнителей различного состава. Однако при введении композиционного наполнителя Zn-1%Pb с увеличением дозировки наблюдается незначительное увеличение теплообразования резины, а в остальных наблюдается обратная тенденция.

Анализ результатов предварительных испытаний композитов на основе полимеров показал, что добавки в их состав микроволокна из сплава на основе цинка, содержащего 22% алюминия, оказывают влияние на такие показатели как условная прочность при растяжении, относительное удлинение до и после старения, а также твердость по ШоруА.

Таким образом, из полученных данных можно сделать вывод, что введение композиционных волокнистых наполнителей оказывает благоприятное влияние снижая ее теплообразование при деформации.

В качестве примера на рисунке 4 представлены образцы композитов на основе каучука.



Рисунок 4 - Опытные образцы композита на основе резины.

2. Полимеро-металлические и полимеро-керамо-металлические композиты.

При их получении использовали в качестве армирующего материала микроволокно из сплава АД1. Средний диаметр микроволокна составил 100-200 мкм а длина 3-10 мм. В качестве связки использовались:

- модифицированная: смола ЭД-20, отверждаемая полиэтиленполиамином при комнатной температуре;

- новолачная фенолоформальдегидная смола СФП-012К в виде порошковой смеси с уротропином

(пулвербакелит с коксовым остатком не менее 54%) горячего отверждения.

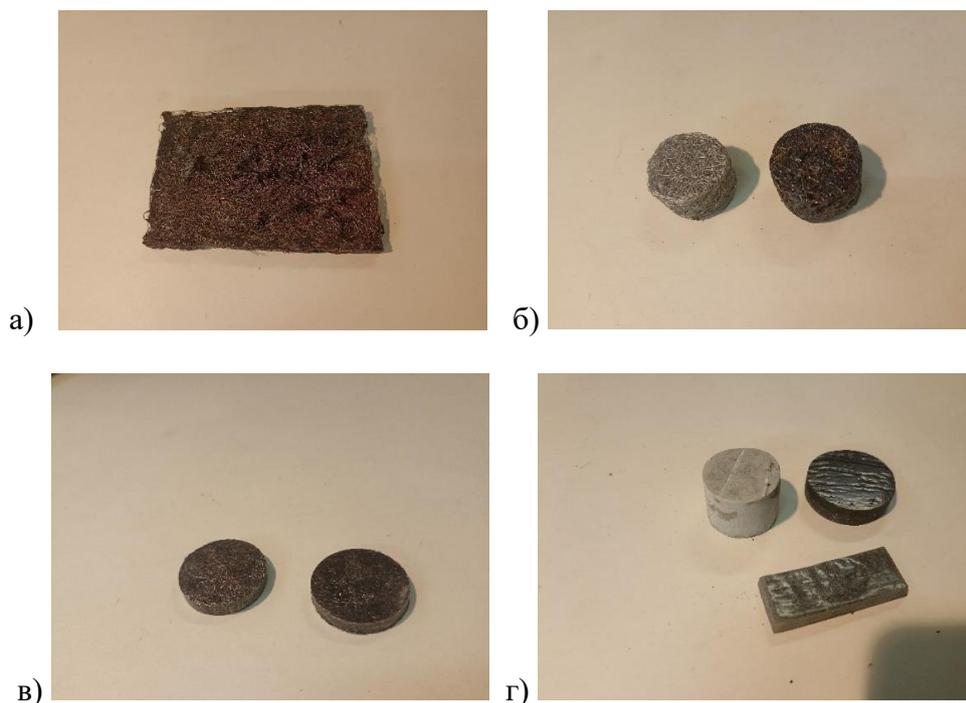
Изготовлены образцы следующих композитов с микроволоконном из сплава АД1 (рисунок 5 а, б, в, г), в том числе:

(а)- пористый ультралегкий карбонизированный на связке СФП-012К, армированный АД1 ;

(б)- химически стойкие фильтры на основе микроволоконна из сплава АД1 плакированные акриловой и фенолформальдегидной смолами;

(в)- композит с высоким удельным давлением прессования на основе микроволоконна из сплава АД1 и фенолформальдегидной смолы;

(г)- износостойкие композиты (белый образец) микроволоконно сплава АД1 и окиси алюминия фракцией 50 мкм. на эпоксидной связке; правый верхний антифрикционный композит (микроволоконно сплава АД1 с кристаллическим графитом фракцией 100мкм) на связке эпоксидная смола холодного отверждения; Нижний образец-конструкционный композит состоящий из микроволоконна сплава ЦА20, нитрида кремния фракцией 5-10мкм и эпоксидной смолы.



а- пористый ультралегкий ; б – химически стойкие фильтры;
в- композит с высоким удельным давлением прессования ;
г- износостойкие композиты

Рисунок 5- Опытные образцы полимеро-металлических и полимеро-керамо-металлических композитов

Таким образом в результате проведенных экспериментальных исследований апробированы различные варианты использования микроволоконна и ленты полученных из быстроохлажденных сплавов, в качестве армирующей основы для различных по назначению композитов. В дальнейшем планируется проведение исследований прочностных и эксплуатационных свойств полученных композитов и на их основе разработка рекомендации по их практическому применению.

Список использованных источников

1. Шейнерт В.А., Хорольский П.Д., Рудик А.Г., Кондратьев Е.И. Подбор сплавов на основе черных и цветных металлов для получения неравновесных, метастабильных структур методами высокоскоростной кристаллизации// Сборник научных работ ХХ111 РСНТК «Новые материалы и технологии обработки» 21-22 апреля 2022г., г.Минск, БНТУ С. 22-25.

2. Шейнерт В.А. Гулецкий Н.А., Форнель А.Д., Рудик А.Г. Получение быстро охлажденных сплавов в виде микроволокна для армирования композиционных материалов. Сборник научных работ V Международной научно-практической интернет конференции студентов и магистрантов «Литье и металлургия 2022» Республиканской студенческой научно-технической конференции. 24-25 ноября – 2022. – с. 10–11.

3. Куис Д.В. влияния режимов получения на структурное состояние и показатели свойств быстроохлаждённых металлических элементов с неравновесной структурой/ Куис Д.В. , А.С. Калиниченко, И.Е. Григорьев В.А. Шейнерт А.Г. Слуцкий //Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: материалы 87-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 февраля 2023 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т. ; отв. за изд. И.В. Войтов. – Минск : БГТУ, 2023. – 318 с.

4. Меркуль И. Д. Использование быстроохлажденных металлических материалов для изготовления композитов на основе полимеров / Меркуль И. Д., Бойко Д. С., Безбородько, П. Д., Котляренко И. В.; науч. рук.: В. А. Шейнерт // Новые материалы и технологии их обработки [Электронный ресурс] : сборник научных работ XXIV Республиканской студенческой научно-технической конференции, 19-20 апреля 2023 года / сост.: А. П. Бежок, И. А. Иванов. – Минск: БНТУ, 2023. – С. 40-42.