

**УДК 621.745.669.13**

**Подбор сплавов на основе черных и цветных металлов для получения неравновесных, метастабильных структур методами высокоскоростной кристаллизации.**

Студенты гр.10405119 Хорольский П.Д. Рудик А.Г.  
гр. 10405321 Кондратьев Е.И.  
Научный руководитель – Шейнерт В.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Ранее выполненные исследования [1-2] показали, что использование быстроохлажденных частиц с неравновесной структурой в качестве армирующего материала позволяет заметно повысить физико-механические свойства композитов различного назначения.

Быстроохлажденные материалы можно получать различной формы волокон (нитевидная, ленточная, лепестковая) в зависимости от конструктивных особенностей литейных установок. Это позволяет не только модифицировать структуру литых заготовок, приближая ее к строению композитов, но и использовать их для формирования композиционных материалов с матрицей на основе полимеров и керамики. Важным аспектом является выбор составов сплавов, способных к образованию метастабильных и неравновесных структур в процессе скоростной кристаллизации. Из многих возможных вариантов выбраны наиболее распространенные промышленные сплавы на алюминиевой, медной и железной основе с широкими областями твердых растворов, выраженными эвтектиками типа металл-металл и металл-металлоид которые при скоростном затвердевании из жидкой фазы за счет глубокого переохлаждения расплава обеспечат формирование неравновесных, метастабильных структур, вплоть до аморфного состояния. С этой целью был проведен анализ диаграмм состояния сплавов на основе меди, алюминия и железа[3].

На основании анализа равновесных диаграмм состояния двухкомпонентных металлических систем были отобраны двойные и тройные сплавы, перспективные для получения метастабильных структур способами закалки из жидкого состояния. Выбор композиций обуславливался наличием на диаграммах областей твердых растворов, выраженных эвтектик и высокотемпературных перитектических реакций с участием жидкой фазы. Например анализ диаграммы состояния системы железо – кремний (Fe-Si) показывает (рисунок 1), что широкие области твердых растворов, а также области твердых растворов с переменной концентрацией в зависимости от температуры, резкое изменение растворимости компонентов в твердом состоянии, стремящееся к нулю при комнатной температуре, глубоко выраженные эвтектики, высокие перитектики с широким интервалом гомогенности позволяющие получить эффект дисперсионного твердения при пониженных температурах при концентрации кремния в сплаве не превышающей 20%.

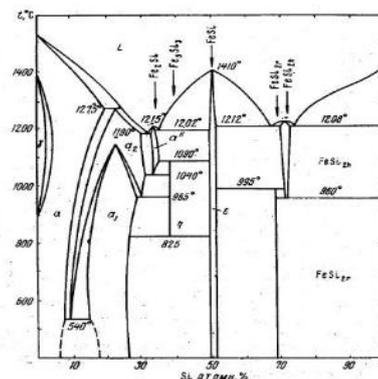
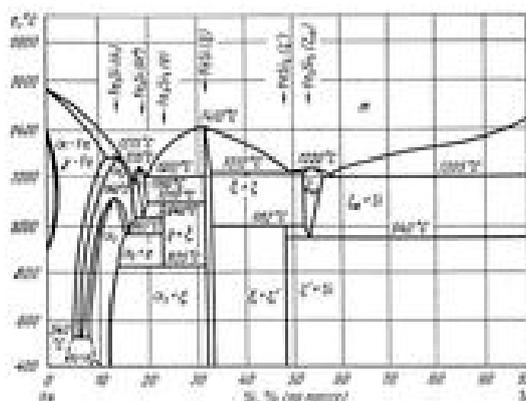


Рис. 5. Наиболее поздний вариант диаграммы состояния системы железо-кремний [54]

Рисунок 1. Диаграмма состояния железо-кремний. [3]

В таблице 1 представлены перспективные сплавы, для получения метастабильных структур при скоростной кристаллизации.

Таблица 1. Сплавы на основе алюминия, меди и железа с рекомендованным концентрационным интервалом по легирующему компоненту.

Система	Концентрационный интервал по легирующему компоненту в % по массе
алюминий - бор	0 - 5
алюминий – кремний	0 – 30
алюминий – хром	0 – 30
алюминий – медь	0 – 50
алюминий – железо	0 – 30
алюминий – магний	0 – 35
алюминий – марганец	0 – 30
алюминий – никель	0 – 95
алюминий – олово	0 – 1
алюминий – титан	0 – 10
алюминий - цинк	0 - 100

Сплавы на основе меди

Система	Концентрационный интервал по легирующему компоненту в % по массе
медь – алюминий	0 – 50
медь - хром	0 – 10
медь – железо	0 – 10
медь – магний	0 – 35
медь - марганец	0 – 30
медь – никель	0 – 50
медь – фосфор	0 – 15
медь – свинец	0 – 35
медь – сурьма	0 – 32
медь – кремний	0 – 30
медь – олово	0 – 30
медь – титан	0 – 60

медь - ванадий	0 – 5
медь – цинк	0 – 100
медь - кальций	0 - 12

#### Сплавы на основе железа

Системы и типы	Концентрационный интервал по легирующему компоненту в % по массе
Железо – алюминий	0 – 25
Железо – алюминий - углерод	0 – 30 алюминий; 0 – 3 углерод
Железо – бор	0 – 8
Железо – бор - углерод	0 – 8 бор; 0 – 4 углерод
Железо – фосфор	0 – 10
Железо – фосфор - углерод	0 – 10 фосфор; 0 – 4 углерод
Железо – сурьма	0 – 50
Железо – сурьма - углерод	0 – 50 сурьма; 0 – 4 углерод
Железо - кремний	0 - 20
Стали с метастабильным аустенитом («МАС») типа X12, Г13 и подобные	12 хром; 13 марганец; 1 -2 углерод
Легируемые чугуны: хромистые, никелевые, марганцевые, ванадиевые	5 – 30 хром; 5 – 35 никель; 5 – 35 марганец; 5 – 12 ванадий

Таким образом определены концентрационные интервалы двойных промышленных сплавов перспективных для реализации эффектов метастабильного состояния в волокнах, полученных способами высокоскоростной кристаллизации для разрабатываемых композиционных материалов на различных основах.

#### Список использованных источников

1. Получение литой стабильной фибры для армирования бетонных конструкций в лабораторных условиях / В.А. Шейнерт [и др.] // Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов. – 2016. – № 37. – С. 132-136.
2. Технология получения быстроохлажденных гранул из сплавов на основе железа / А.С. Калиниченко [и др.] // Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов. – 2016. – № 37. – С. 85-89.
3. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3 т.: / под общ. ред. Н.П.Лякишева – М.: Машиностроение, 1996,-992с.