



Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) **1404**
(51) **МПК** C22C21/00;
C22C49/06; C22C1/10

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2301798

(22) 14.02.2023

(46) Бюл.197, 2023

(71) (73) Государственное учреждение
«Центр по исследованию инновационных
технологий» Национальной академии
наук Таджикистана (TJ).

(72) Махмудзода М. (TJ); Эшов Б.Б. (TJ);
Ганиев И.Н. (TJ); Джайлоев Дж.Х. (TJ);
Рахимов Ф.А. (TJ).

(54) **КОМПОЗИЦИОННЫЙ
МАТЕРИАЛ СИСТЕМЫ AL-
AL₂O₃**

(56) 1. М. Махмудзода. Композиционные
материалы на основе алюминия.
https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/39861/1/init_2016_45.pdf.

2. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные
материалы: строение, получение,
применение: Учебник. -Новосибирск: Изд-во
НГТУ, 2002, -384 с.

3. ГОСТ 1583-93.
Межгосударственный стандарт. Сплавы
алюминиевые литейные

4. Патент РФ. Способ получения литого
композиционного материала. 2017, № RU 2607016 С2
(57) Изобретение относится к области металлургии, в
частности к алюмоматричным композиционным
материалам на основе алюминия, предназначенным в
качестве антикоррозионного покрытия для защиты от
коррозии изделий из металлов и сплавов, конструкций
и сооружений.

Цель изобретения является улучшение
антикоррозионной стойкости сплава-покрытия, что
достигается дополнительным введением в расплав
AK7 гидрида титана (II) и продувкой
кислородосодержащим газом в течении 1-3 часов,
причем, гидрид титана при термическом разложении
будет образовывать титан. Полученный
композиционный материал содержит, мас. %: титан
0,15; кремний 6,79; железо 1,08; оксид алюминия 5,1
остальное алюминий и его примеси. Скорость коррозии
сплава – 1,7-2,1 г/м²·ч.

Таким образом, предложенный композиционный
материал имеет улучшенные механические свойства и
может быть использован также как материал для
корпусов автомобилей, самолетов и других деталей в
которых требуются низкие значения массы,
коррозионная стойкость, а также механическая
прочность.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к алюмоматричным композиционным материалам на основе алюминия, предназначенным в качестве антикоррозионного покрытия для защиты от коррозии изделий из металлов и сплавов, конструкций и сооружений.

Разработка и применение композиционных материалов, которые состоят из матрицы и распределенных в ней армирующих элементов и, благодаря этому, обладают качественно новыми, зачастую уникальными свойствами, является одним из главных направлений развития современного материаловедения и машиностроения. В большинстве случаев только КМ могут удовлетворить требованиям новой техники, для которой характерно ужесточение условий эксплуатации: повышение нагрузок, скоростей, температур, агрессивности сред, уменьшение веса и т.д., и, следовательно, разработка и исследование свойства композитных материалов является актуальной.

Композиционные материалы (КМ) обладают комплексом свойств и особенностей, отличающихся от традиционных конструкционных материалов и в совокупности открывающих широкие возможности, как для улучшения существующих конструкций самого разнообразного назначения, так и для разработки новых конструкций и технологических процессов [1].

Композиционными называют сложные материалы, в состав которых входят сильно отличающиеся по свойствам нерастворимые или малорастворимые один в другом компоненты, разделенные в материале ярко выраженной границей. Композиционным материалам (КМ) можно также дать следующее определение: это материалы, представляющие собой твердое вещество, состоящее из матриц и различных наполнителей, частицы которых особым образом расположенные внутри матрицы, армируют ее. Композиционный материал должен обладать свойствами, которыми не может обладать ни один из компонентов в отдельности. Лишь только при этом условии есть смысл их применения.

Основой матрицы КМ могут служить металлы или сплавы (КМ на металлической основе), а также полимеры, углеродные и керамические материалы (КМ на неметаллической основе). Ролью матрицы в КМ является придание формы и созданию монолитного материала. Объединяя в одно целое армирующий наполнитель, матрица участвует в обеспечении несущей способности композита. Она передает напряжения на волокна и позволяет воспринимать различные внешние нагрузки: растяжение, сжатие, изгиб, удар. Матрица предохраняет наполнитель от механических повреждений и окисления. Выбором матрицы определяется температурная область применения КМ. [2].

В качестве наиболее близкого аналога выбран сплав на основе алюминия марки АК7 следующего

состава: мас. % 7 кремний; 1.0 железо, остальное алюминий и примеси [1].

Однако покрытия из известного сплава не обеспечивают стабильной защиты стальных сооружений от коррозии, так как имеют более низкую устойчивость к коррозионным воздействиям.

Целью изобретения является улучшение антикоррозионной стойкости сплава-покрытия, что достигается дополнительным введением в расплав АК7 гидрида титана (II) и продувкой кислородосодержащим газом в течении 1-3 часов, причем, гидрид титана при термическом разложении будет образовывать титан. Полученный композиционный материал содержит, мас. %: титан 0,15; кремний 6,79; железо 1,08; оксид алюминия 5,1 остальное алюминий и его примеси. Скорость коррозии сплава – 1,7-2,1 г/м²·ч.

Композиционный материал системы Al-Al₂O₃ с оптимальным содержанием легирующего компонента (5,1 мас.% оксид алюминия) создают покрытия стойкие к любым атмосферам и против газовой коррозии, что объясняется наличием в структуре оксида алюминия, который препятствует диффузии кислорода и замедляет скорость коррозии.

Для получения композиционного материала системы Al-Al₂O₃, алюминиевый сплав марки АК7 был нагрет в лабораторной шахтной печи до температуры 700 °С в алундовом тигле [2]. С целью насыщения данный расплав водородом добавляли гидрид титана, который был завернут в алюминиевую фольгу. После этого данный расплав был продут кислородом в течение 60 минут, продувка проходила через трубку из кварцевого стекла внутренним диаметром 8 мм. Далее выливали расплав в формы для получения образцов необходимых размеров. Процесс охлаждения проходил естественным образом в комнатной температуре. После этого полученные образцы направлялись на механическую обработку и далее проводились исследования коррозионных свойств полученного композиционного материала.

Микроструктура отливки, полученной путем продувки алюминиевого расплава кислородом - можно обнаружить армирующие металлическую матрицу пластинчатые включения с толщиной до 1-2 мкм, характерным размером 20-30 мкм, которые являются оксидными пленками, армирующими металлическую матрицу. Они расположены по границам субзерен сплава. Технологическая производства композиционного материала приведена на Фиг 1.

Содержание оксида алюминия в образцах композита было определено с помощью фотометрического метода согласно ГОСТ 11739.1-90.

Структурное изучение образцов для определения толщины оксидной пленки проводилось на сканирующем электронном микроскопе CarlZeiss AURIGA CrossBeam на базе ЦКП УрФУ и было совмещено с формированием

карт разориентаций кристаллитов (EBSD-анализ) (Фиг. 2).

Анализ оптической металлографии, проведённый в работе, показал, что доля эвтектики в сплаве не изменилась, дендритный параметр остался на том же уровне, поэтому повышение прочности сплава связано не с уменьшением размер зерна, а с измельчением интерметаллидных Fe-содержащих фаз и кристаллов Si (см. Фиг. 3), что обусловлено механическим препятствием их формированию.

Образцы для исследования коррозионно-электрохимических свойств имели цилиндрическую форму высотой 100-120 мм и диаметром 8 мм. Исследования проводили в среде раствора NaCl различной концентрации с pH = 7.1-7.4, потенциодинамическим методом на потенциостате ПИ-50.1.1 со скоростью развертки потенциала 2 мВ/с. В качестве электрода сравнения использовали хлорсеребряный

электрод, а в качестве вспомогательного – платиновый электрод. Потенциодинамические кривые снимали следующим образом: от стационарного потенциала, который снимали после выдержки электрода в растворе 1 час, шли в анодную область до значения тока – 5 мА, затем обратным ходом достигали потенциала коррозии, после чего заходили в глубоко катодную область до значения $E = -1.4$ В, и обратным ходом до значения тока, равного нулю, далее снимали ход анодной кривой до значения 5 мА. Анодные кривые обрабатывались. Основные характеристики снятие с анодных потенциодинамических кривых обобщены в таблице 1, свидетельствует о высоком комплексе антикоррозионных свойств композиционного материала.

Таблица 1.

Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава АК7 и композиционного материала системы Al-Al₂O₃ в среде электролита NaCl

Материал	Среда NaCl, мас. %	Электрохимические Потенциалы, В (х.с.э.)				Скорость коррозии	
		-E _{св.кор.}	-E _{кор.}	-E _{п.о.}	-E _{рп.}	i _{кор.} ·10 ² , А/м ²	K·10 ³ , г/м ² ·ч
АК7	0,03	0,770	0,970	0,650	0,725	2,6	8,71
	0,3	0,810	0,990	0,670	0,750	3,0	10,05
	3.0	0,850	1,010	0,701	0,775	3,6	12,06
Al-Al ₂ O ₃ Композит	0,03	0,541	0,740	0,450	0,530	1,7	5,69
	0,3	0,580	0,770	0,490	0,560	2,1	7,03
	3.0	0,620	0,800	0,520	0,590	2,8	9,38

Данные таблицы свидетельствуют о преимуществе предложенного композиционного материала перед известным.

Гидрид титана, который был добавлен, оказывая модифицирующее воздействие, измельчают структуру алюминия и его сплавов с железом, взаимодействуют с газами, растворёнными в алюминии. У модифицированного сплава в отличие от не модифицированного процесс межкристаллитной коррозии ограничивается поверхностным слоем в металле и не получает развития даже после длительных коррозионных испытаний.

Роль титана как легирующего элемента алюминиевых сплавов не ограничивается его модифицирующим действием. Помимо этого, он

резко повышает температуру рекристаллизации алюминия и его сплавов, как после горячей, так и холодной деформации.

В полученном композиционном материале кроме улучшения коррозионных свойств, также наблюдается эффект механического упрочнения из-за наличия армирующих частиц оксида алюминия и интерметаллидов в структуре.

Таким образом, предложенный композиционный материал имеет улучшенные механические свойства и может быть использован также как материал для корпусов автомобилей, самолетов и других деталей в которых требуются низкие значения массы, коррозионная стойкость, а также механическая прочность.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Композиционный материал, содержащий алюминий, кремний и железо, отличающийся тем, что дополнительно содержит титан и оксид алюминия Al_2O_3 при следующем соотношении компонентов, мас. в %:

титан - 0.15

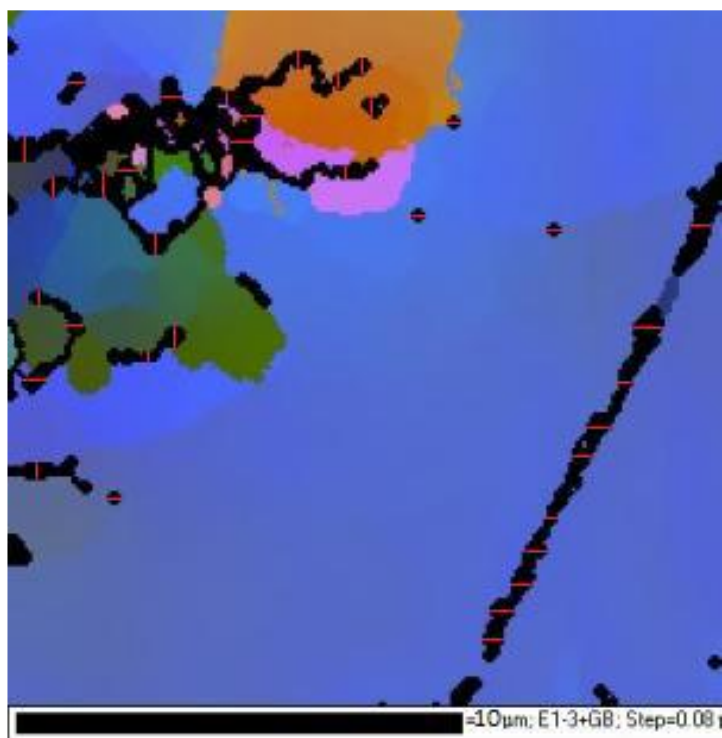
кремний	-	6,79
железо	-	1,08
оксид алюминия Al_2O_3	-	5.1
алюминий и его примеси	-	остальное

Композиционный материал системы Al- Al_2O_3

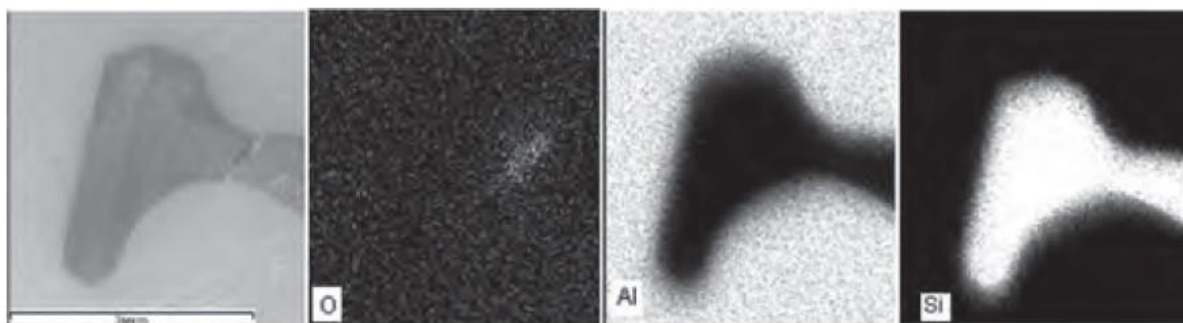


Фиг. 1

Композиционный материал системы Al-Al₂O₃



Фиг. 2



Фиг. 3

Компьютерный набор: Назарова Дж.Д.

Заказ	Тираж	Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а		