

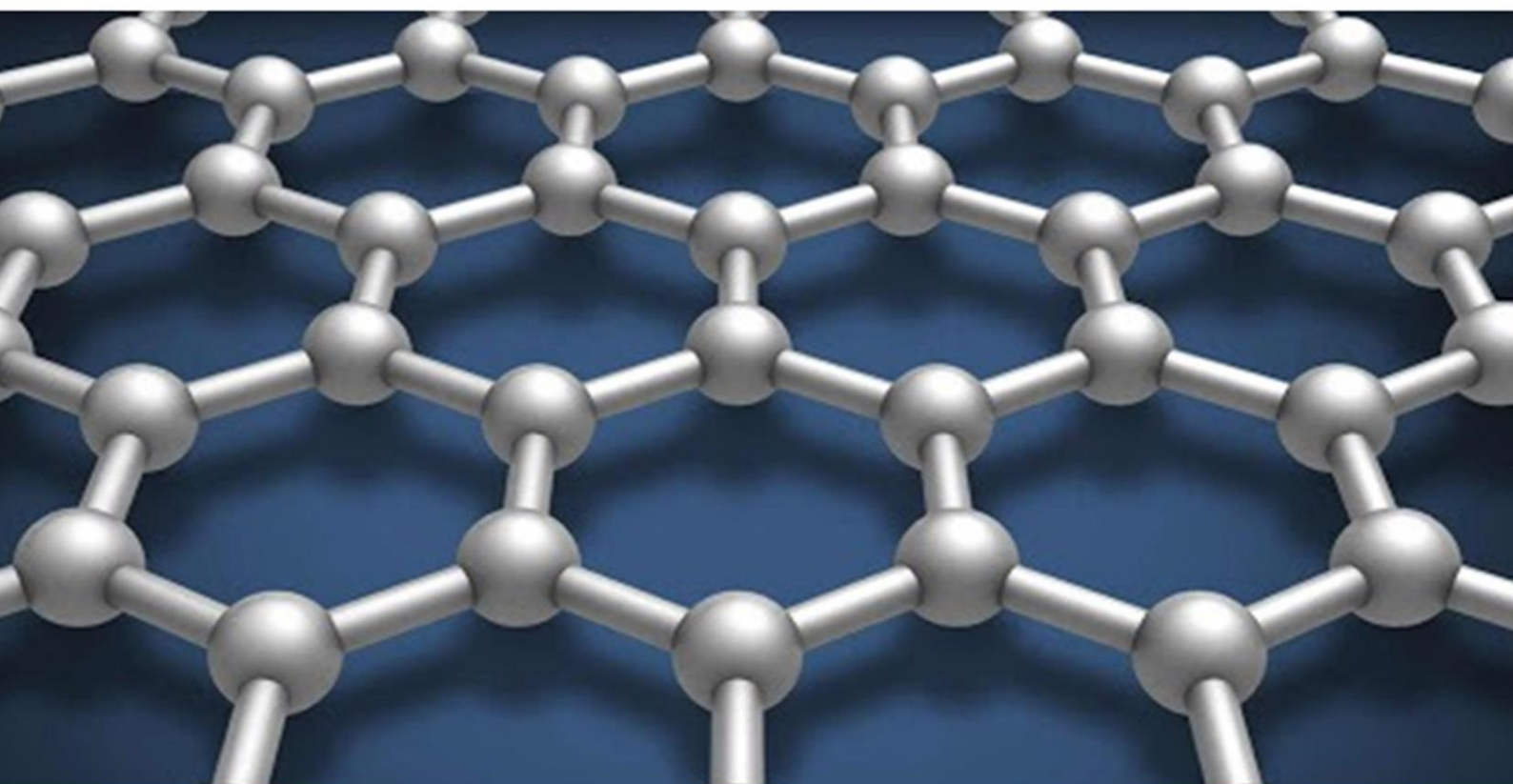
ISSN 2091-5527

№ 3/2026

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 628.893; 677.21

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ADC12/SiC ДЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОРПУСА РЕДУКТОРА

Абдурахимова Махбуба Илёсиддин кизи, Тухташева Малохат Нафасовна,
Сапаров Бобур Жумабой ўгли, Рахимов Муродулло Юсупович

Ташкентский химико-технологический институт

Аннотация. В работе исследуется композиционное покрытие на основе алюминиевого сплава ADC12, армированного частицами карбида кремния (SiC), предназначенное для поверхностей корпуса редуктора. Изучается влияние содержания SiC и технологических параметров нанесения покрытия на его микротвердость, адгезионную прочность, пористость, шероховатость поверхности и износостойкость. В качестве металлической матрицы используется сплав ADC12, а SiC применяется в качестве упрочняющей керамической фазы. Для исследования структуры покрытия предлагается использовать методы SEM/EDS, а механические и трибологические характеристики определять с помощью испытаний на микротвердость, адгезию и сухое трение. Оптимизация технологических параметров позволяет определить рациональное сочетание состава композиционного покрытия и условий его нанесения.

Ключевые слова: ADC12, SiC, алюминиевый композиционный материал, композиционное покрытие, корпус редуктора, микротвердость, износостойкость, оптимизация.

Введение. Поверхности корпусов редукторов в процессе эксплуатации подвергаются механическим нагрузкам, вибрации, износу и воздействию окружающей среды. Применение композиционных покрытий позволяет повысить эксплуатационные характеристики поверхности без замены всего корпуса. Алюминиевый сплав ADC12 может использоваться в качестве металлической матрицы, а частицы SiC - в качестве упрочняющей фазы. Высокая твердость и износостойкость SiC позволяют улучшить механические и трибологические характеристики алюминиевой матрицы.

Целью настоящего исследования является определение влияния содержания SiC и технологических параметров нанесения на свойства композиционного покрытия ADC12/SiC для поверхностей корпуса редуктора.

Материалы и методики. В качестве матричного материала использован алюминиевый сплав ADC12, а в качестве армирующей фазы — частицы SiC. Предлагается исследовать содержание SiC в диапазоне 0–10 мас. %.

Перед нанесением покрытия поверхность корпуса редуктора очищается, обезжиривается и подвергается механической обработке.

Основными технологическими параметрами являются:

- содержание SiC;
- толщина покрытия;
- температура процесса;
- скорость нанесения;
- шероховатость поверхности основы.

Определяются следующие характеристики покрытия:

- микротвердость;
- адгезионная прочность;
- пористость;
- шероховатость;
- износостойкость.

Микроструктура и распределение частиц SiC исследуются методами SEM/EDS.

Результаты и обсуждение. ADC12/SiC композиционного материала механические свойства существенно зависят от содержания карбида кремния. Согласно опубликованным экспериментальным данным, увеличение содержания SiC приводит к измельчению α -Al-зерен и эвтектической кремниевой фазы, а также к повышению твердости материала.

Таблица 1.

Влияние содержания SiC на твердость ADC12/SiC

Материал	SiC, мас. %	Твердость, HV
ADC12	0	89,18 ± 10,80
ADC12/SiC	1,5	105,09 ± 8,87
ADC12/SiC	3,5	≈130,85

Примечание: значение 130,85 HV рассчитано из опубликованного увеличения твердости на 46,73% относительно исходного ADC12.

При содержании 3,5 мас. % SiC также были получены предел текучести 201,7 МПа, предел прочности при растяжении 241,1 МПа и относительное удлинение 3,40%.

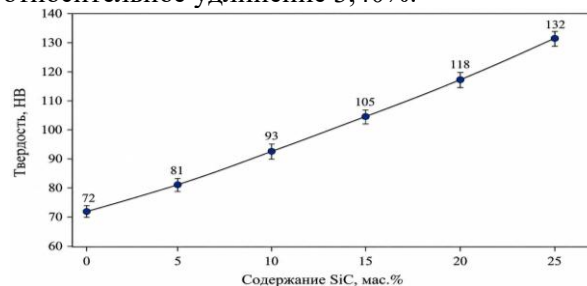


Рисунок 1 – Изменение твердости ADC12/SiC в зависимости от содержания SiC

Для износостойкости также установлено, что введение SiC в ADC12 существенно снижает интенсивность абразивного изнашивания; в исследованиях ADC12–SiC увеличение доли SiC сопровождалось снижением скорости износа.

Таблица 2.

Основные показатели ADC12/SiC

Показатель	ADC12	ADC12/3,5% SiC
Твердость, HV	89,18	≈130,85
Предел текучести, МПа	—	201,7
Предел прочности, МПа	—	241,1
Удлинение, %	—	3,40
Износостойкость	базовая	повышенная

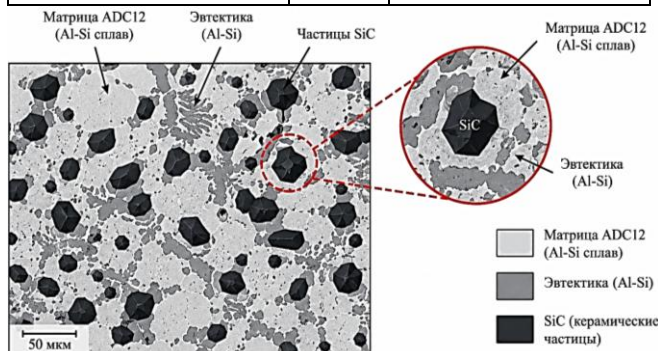


Рисунок 2 – Схема структуры ADC12/SiC

Выводы. Проведенный анализ показывает, что применение композиционного материала ADC12/SiC является перспективным направлением повышения эксплуатационных характеристик поверхностей деталей

редукторов. Введение частиц SiC способствует измельчению структурных составляющих алюминиевой матрицы ADC12 и улучшению распределения упрочняющей фазы.

Установлено, что увеличение содержания SiC сопровождается повышением твердости и прочностных характеристик материала. Для композиции ADC12/3,5 мас.% SiC опубликовано увеличение твердости на 46,73% по сравнению с неупрочненным ADC12. Предел текучести составил 201,7 МПа, предел прочности при растяжении - 241,1 МПа, относительное удлинение - 3,40%.

Исследования трибологических свойств также подтверждают положительное влияние SiC на износостойкость ADC12. Для ADC12–SiC отмечено снижение интенсивности абразивного изнашивания при увеличении содержания упрочняющих частиц.

Таким образом, ADC12/SiC может рассматриваться как перспективная композиционная система для повышения твердости, прочности и износостойкости поверхностей корпуса редуктора. Для окончательного выбора оптимального состава покрытия необходимо экспериментально определить влияние содержания SiC, толщины покрытия, параметров нанесения и условий эксплуатации на адгезию, пористость, твердость и износ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Республики Узбекистан № 05000. Антифрикционный и износостойкий полимерный состав / Негматов С.С., Гулямов Г., Шернаев А.Н., Абед-Негматова Н.С., Негматов Ж.Н., Негматова М.Н., Юлдашев А.Х., Бозорбоев Ш.А., Эминов Ш.О., Тухташева М.Н. // Официальный вестник. — 2015. — № 1.
2. Ашуров Н.Р., Садыков Ш.Г., Абед Н.С., Гулямов Г., Тухташева М., Холов Х.Н. Исследование упругопрочностных и триботехнических свойств композиций на основе полиэтилена высокой плотности. — Ташкент, 2016. — № 3. — С. 14–16.
3. Абед-Негматова Н.С., Гулямов Г., Тухташева М.Н. Антифрикционные и износостойкие нанокompозитные материалы на основе полиолефинов // Современное состояние и перспективы развития коллоидной химии и нанохимии в Узбекистане: материалы Республиканской научно-практической конференции, 24–25 ноября 2014 г. — Ташкент: НУУз, 2014. — С. 142–144.
4. Абед Н.С., Гулямов Г., Негматов С.С., Тухташева М.Н. Физико-механические и триботехнические свойства композиционных полимерных материалов функционального назначения // Сборник материалов Международной конференции «Теплофизические и механические свойства перспективных материалов — THERMAM 2015» и 4-го Ростовского международного симпозиума «Теплофизические свойства для технической термодинамики», 17–18 сентября 2015 г. — Баку, Азербайджан. — С. 109.
5. Абед Н.С., Тухташева М.Н. Применение композиционных полимерных материалов для колковых рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин // Тезисы докладов Республиканской научной конференции, 6 ноября 2015 г. — Ташкент, 2015. — С. 169–170.
6. Тухташева М.Н., Абед Н.С., Ходжиев М.Т., Гулямов Г., Каламазов Р.У. Технология изготовления колковых рабочих органов машин и механизмов для уборки и хранения хлопка-сырца из композиционных полимерных материалов. — Ташкент, 2016. — № 3. — С. 94–95.
7. Тухташева Малохат, Гулямов Гияс, Абед Нодира, Негматов Саибжан. Технология получения антифрикционных и фрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов и изделий из них для хлопковых машин и механизмов // American Scientific Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS). — 2016. — Т. 25, № 1. — С. 311–318.
8. Тухташева Малохат, Гулямов Гияс, Абед Нодира. Детали из композиционных полимерных материалов для рабочих органов хлопковых машин и механизмов // Advanced Materials and Structural Engineering / Под ред. Ну. — Лондон: Taylor & Francis Group, 2016. — С. 512–516.

ОКТАБРЬ

№ 3(108)

2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Исмаилов Р.И., Мусабеков Д.Х., Рахимов Х.Ю. Экспериментальное исследование процесса обезвреживания отработанного масла с применением деэмульгатора «КХД-М-1».....	3
Абед Н.С., Негматов С.С., Бухаров С.Н., Сергиенко В.П., Туляганова В.С., Сохобиддинова Ф.Ж., Эшкobilов О.Х., Джабаров Б.Т., Шамсиева С.С. Научно-технологические принципы создания и применения антиэлектростатических полимерных композитов и покрытий	6
Kucharov A.A., Yusupov F.M., Qurbonov A.R., Xalilov S.U., Toshboboyeva R.A. Sirt faol moddalarning ko'mirni boyitishdagi kolloid-kimyoviy mexanizmlari	11
Sayimova D.Q., Amonov M.R., Ramazonova Z.Y. Sorbentning sorbsion xossasiga kislotalik muhiti va sirt g'ovaklik o'lchamlarini ta'siri	16
Азизова Х.М., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Равновесные и кинетические характеристики сорбции меди(II) гранулированным амидоксимным ионитом	19
Umarova S.R., Ibragimova K.S., Xusenov A.Sh., Kiyamova M.I., Raxmanberdiev G. Monokarboksilinulinning sintezi va fizik-kimyoviy xossalari o'rganish	22
Berdiqulov B.Sh., Ixtiyarova G.A., Safarov A.R. Kaolin va Apis mellifera xitozan asosidagi kompozit biosorbentni sintez qilish va dastlabki tavsiflash	26
Abdurazakov S.E., Maksumova O.S., Fozilova U.J. Metakril kislotasi asosida antipiren sintezi	30
Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Мусабеков Д.Х., Рахимов Х.Ю., Исмаилов Р.И. Методики определения физико-химических свойств отработанного масла после обработки композиционным деэмульгатором.....	33

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов С.С. Теоретические основы контактного взаимодействия антифрикционных композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения с хлопком-сырцом	36
Тухтаев Ф.С., Мусоева Д.Н., Мардонова М.З., Махмудова М.М., Негматов С.С. Исследование физико-механических свойств полимер-полимерных композиционных материалов, наполненных минеральными ингредиентами	41
Каримов Ш.А., Алимбабаева З.Л. Темир кукуни асосли юкори ғовакли материал олиш ва унинг хossalari	44
Yusupova S.Yu., Kamalova D.I. Polipropilen grafit kompozitlarining tuzilishi va mexanik xossalari grafit miqdorining ta'siri	46
Djabarov B.T. Elektrotexnika sanoati uchun polimer kompozit materiallarning elektrofizik xususiyatlari va ularni boshqarish usullari tadqiqoti	49
Кабулова Л.Б., Оразимбетова Г.Ж. Влияние глинистого сланца на физико-механические свойства и пуццолановую активность композиционного портландцемента	51
Тилабов Б.К. Анализ состава, свойств и структуры сталей, чугунов и сплавов и их термическая обработка	53
Axmedova M.F., Ubaydullayeva D.H. Ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasini baholash metodikasini takomillashtirish	57
Arabov J.S., Matismailov S.L., Urmanov N.T., Islomova M.S., Ergashova J.J. Qutblangan elektr maydonida sintetik tolalarni emulsiyalashning fizik asoslarini tadqiq etish	59
Karimov K.A., Shaxobutdinov R.E., Karimova A.R., Xo'jamov A. Zoldir prokatlash valogi rebordalariga 35V9X3CF markali kukunli sim qoplama qoplash orqali ish unumdorligini oshirish istiqbollari	63
Абдурахимова М.И., Тухташева М.Н., Сапаров Б.Ж., Рахимов М.Ю. Оптимизация технологических параметров и исследование механических свойств композиционного покрытия ADC12/SiC для поверхностей корпуса редуктора	66