

ISSN 2091-5527
№ 4/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

5. Алферов С.Н., Гуляев А.И., Никифоров А.А. Синтез и свойства мочевиноформальдегидных полимеров// *Химическая промышленность*, 2020, №2, С.34–38.
6. Nazarova G'.Sh., Sagdullayev N.A., Ahmedov D.B. Foydalanilmagan fosfogips asosida ekologik kompozitsiyalar// *O'zbekiston kimyo jurnali*, 2022, №1, 45–50.
7. Yo'ldoshev M.S. Fosfogipsdan foydalanish orqali sho'r yerni yaxshilash texnologiyalari// *Tuproqshunoslik va agroximoya*, 2021, №2, 57–62 betlar.
8. Yusupov, Sh.T. (2020). O'zbekiston tuproqlarida qurilish materiallarining biologik barqarorligini tadqiq qilish// 2020. O'zR FA ma'ruzalari, №3, 65–70 betlar.
9. Мирзарахимов А.А. и другие. Модификация интерполимерных комплексов на основе мочевиноформальдегидного олигомера: исследование физико-химических свойств// *Universum: химия и биология*, 2025, 2 (7(133)), С. 5-10.
10. Аллаев Ж. Получение и изучение свойства композиционных материалов на основе фосфогипса// *Композиционные материалы*, 2025, 1 (2), С. 120-122.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФИЗИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

Негматов С.С., Холматов Э.А., Абед Н.С., Негматов Ж.Н., Косимов Ш.Б., Халимжанов Т.С.

ГУ «Фан ва тараккиёт»

Аннотация. В статье приведены результаты исследований физико-механических свойств композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе модифицированных путем введения в их состав органоминеральных наполнителей и обработанной ультразвуком.

Ключевые слова. Композиция, наполнитель, ультразвук, свойства, структура, термореактивный полимер, физико-механические свойства, машиностроение.

Введение. В мире спрос на эффективные композиционные полимерные материалы и покрытия, особенно физически модифицированных позволяющих повышения физико-механических их свойств, для рабочих органов машин и механизмов с повышенной работоспособностью и эффективностью машин и механизмов, используемых при первичной переработке и очистке хлопкового сырья хлопкоочистительной промышленности, растет с каждым днем [1-7]. В этом аспекте при первичной переработке и очистке хлопкового сырья повышение производительности и экономичности машин и механизмов путем изучения рабочих органов, покрытых антифрикционно-износостойкими композиционными полимерными материалами, разработка эффективных составов и технологии получения физически модифицированных композиционных полимерных материалов и покрытий для различных машин и механизмов имеет важное значение.

В республике проводятся определенные исследования разработке по созданию многофункциональных покрытий на основе эффективных модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов для рабочих органов машин и механизмов на основе местного и вторичного сырья. Результаты и достигнуты определенные однако недостаточно изучения их комплексные

треботехнических и физико-механические свойств. [8-12]. В этом аспекте, исследование и разработка эффективных составов и технологий получения антифрикционно-износостойких физически модифицированных композиционных полимерных материалов и покрытий для различных машин и механизмов, особенно хлопкоперерабатывающих машин имеет важное значение и является актуальной проблемой на сегодняшний день.

По разработке новых композиционных полимерных материалов (КПМ) внесли определенный вклад такие известные ученые, как А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akevali, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, С.А. Вольфсон, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, М.А. Аскараров, С.Ш. Рашидова, А.Х.Юсупбеков, а в разработке технологии получения изделий из них посвящены работы А. Kumar, М.М. Perlman, В. Arkes, S. Geracaris, R. Goudhue, А.А. Askadski, В.А. Белого, А.Д. Яковлева, В.Г. Савкина, А.В. Струк, В.П. Соломко, Р.Г. Махкамова, С.С. Негматова, А.А. Рыскулова, Г. Гулямова, Н.С. Абед, Т.А.Алматаева и многих других.

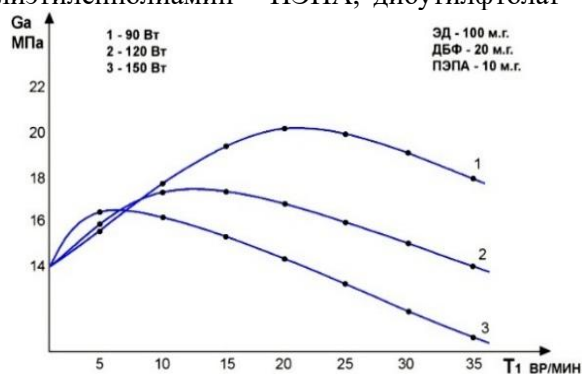
Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что вопросы повышения работоспособности и эффективности машин и механизмов, и покрытия поверхности деталей их рабочих органов с высокими физико-

механическими и антифрикционными свойствами, работающих в условиях взаимодействия с хлопком-сырцом, недостаточно решены. Это связано с тем, что специальное целенаправленное комплексное изучение влияния органоминеральных наполнителей и ультразвуковой обработки на полимерную композицию с целью получения высокоэффективных антифрикционно-износостойких и коррозионностойких композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе для рабочих органов машины и механизмов хлопкоочистительных до настоящего времени недостаточно решены.

Следует отметить, что ультразвуковые колебания и сопутствующие им явления обладают рядом воздействий на полимерные материалы, эффективность которых зависит от способа обработки, продолжительности и интенсивности его воздействия. В частности, ультразвуковая обработка термореактивных композиций должны интенсифицировать скорость их отверждения, улучшает диспергируемость пигментов и наполнителей, а термоультразвуковая обработка полимерных покрытий будет содействовать к упрочнению их поверхностных слоев, увеличивает их адгезионные и прочностные свойства. Решению этих проблем посвящена настоящая исследовательская работа.

Объект и методика исследований.

Объектами исследования являются эпоксидные смолы ЭД-16 и ЭД-20, олигомеры фурано-эпоксидной смолы ФАЭД-20, полиэтиленполиамин - ПЭПА, дибутилфтолат-



а)

ДБФ и полиамид Л-20, графит кристаллический, тальк, стекловолокно, кварцевый песок, каолин, асбест хризотила, алюминиевая пудра, цемент, фторопласт-4Д, железный порошок и фосфогипс - отходы Алмалыкского фосфорного завода, а также хлопковое сырье сорта С-6524.

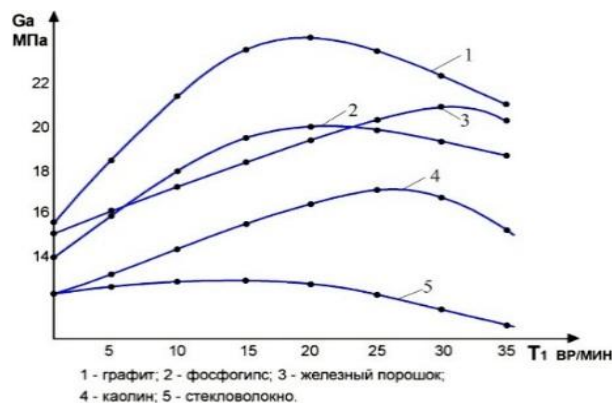
Методы исследования. В данной работе были использованы современные методы физико-химического анализа, ИК-спектроскопия, рентгенофазовый (РФА), дифференциально-термический (ДТА) анализы, анализ триботехнических свойств (дисковый трибометр) (UzDst 3300:2018), оптическая микроскопия и другие стандартные методы анализа.

Результатов исследования и их анализ.

Для разработки физически модифицированных композиционных полимерных материалов и покрытий из них нами были исследованы влияние ультразвуковой обработки на их адгезионных и прочностных свойств, для чего в настоящей работе в первую очередь исследование влияние мощности ультразвука на свойств полимерных композиции.

С целью установления оптимальной мощности ультразвука нами были проведены эксперименты на эпоксидной композиции без наполнителей при следующих соотношениях пластификатора и отвердителя (в мас, ч): эпоксидная смола (ЭД-16)-100, пластификатор (ДБФ)-20, отвердитель (ПЭПА)-10.

Обработка эпоксидной композиции проводилась при мощностях 90 Вт, 120 Вт и 150 Вт в пределах от 5 до 35 мин. (рис. 1).



б)

Рис. 1. Зависимость адгезионной прочности эпоксидных (а) и композиционных полимерных материалов, наполненных различными органоминеральными ингредиентами (б), от продолжительности ультразвуковой обработки при мощности ультразвука $N=90$ Вт

Как видно из рис.1, (а) кр. 1 соответствует мощности ультразвуковой обработки в 90 Вт, кр. 2 - мощности 120 Вт и кр. 3 - мощности 150 Вт.

Наилучшие результаты адгезионной прочности (21,2 МПа) были достигнуты при

обработке композиции мощностью 90 Вт при времени воздействия 20 мин. (кр. 1).

Как видно из рис.1, б с увеличением времени воздействия ультразвука адгезионная прочность наполненных эпоксидных покрытия имеет экстремальный характер, проходя через

максимум. Так, время ультразвукового воздействия составляет у композиций, содержащих графит 15-20 мин, фосфогипс 18-20 мин, остальные наполнители 20 - 25 мин. При этом адгезионная прочность покрытий, из наполненных композиции графитом, фосфогипсом и железным порошком, обработанных ультразвуком, на 25-35% больше, чем покрытий, не обработанных ультразвуком.

На рис. 2 показаны зависимости влияние ультразвуковой обработки на деформационно-механические свойства композиционных эпоксидных покрытий.

Как видно из рис. 2, у всех рассмотренных композиций содержащих органоминеральных наполнителей деформационно-механические

свойства с увеличением времени обработки ультразвуком имеет экстремальный характер проходит через максимум.

Высокие значение прочность на разрыв композиций (от 20 до 48 МПа) наблюдаются при времени обработки от 15 до 25 мин. В зависимости от вида наполнителей (рис 2.а) адгезионная прочности композиций, содержащих выбранных органоминеральных наполнителей наблюдается при времени обработки от 25 до 35 мин (Рис.2.б). При этом наибольшей адгезионная прочностью (8,3 Нм) обладают композиции, наполненные железным порошком, наименьшей (6,1 Нм) - композиции, наполненные графитом и каолином.

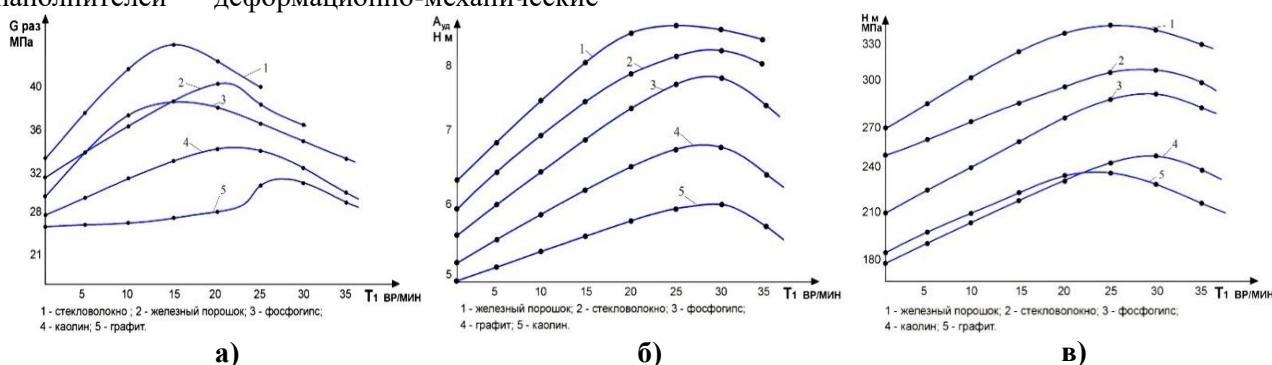


Рис.2. Зависимость прочности на разрыв (а), ударной прочности(б) и микротвёрдости (в) эпоксидных композиционных материалов, наполненных органоминеральными ингредиентами, от продолжительности ультразвуковой обработки при мощности N=90 Вт

Максимальное значение микротвёрдости у всех наполненных эпоксидных композиций наблюдается при 25- 30 мин обработки ультразвуком (рис. 2, в). Композиции, наполненные с железным порошком и фосфогипсом, имеют самую максимальную твердость 330,0 и 300,0 МПа, соответственно. При этом следует отметить, что все композиции после обработки ультразвуком в течении 25-30 мин имеют микротвердости на 20-30% больше по сравнению с необработанным ультразвуком покрытием.

Анализ ИК спектров отвержденных образцов (рис. 3) позволил выявить, что в наполненных композициях образуются перекисные соединения, а в модифицированных КПМ наблюдается увеличение концентрации гидроксильных (1250 см⁻¹) и карбонильных (1750 см⁻¹) групп. Следовательно, при ультразвуковой модификации наполненных композиций происходит разложение перекисных соединений с образованием гидроксильных групп и окисление полимерной матрицы. Показано, что окисление матрицы связано с механическими процессами и происходит за счет образования атомарного кислорода.

Кроме того, образующиеся гидроксильные группы могут участвовать в реакции отверждения эпоксидных материалов, что подтверждается ростом степени структурирования и их физико-механических свойств.

На рис. 4 приведены результаты микроскопических исследований поверхностной структуры отвержденных полимерных покрытий. Эти исследования показали, что под воздействием ультразвука оптимального режима наблюдается дезагрегатизация частиц наполнителей,

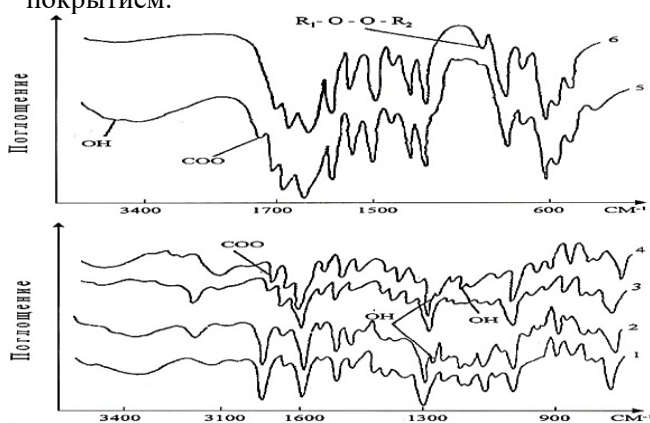


Рис.3. ИК спектры отвержденных образцов 2,4,5 – композиция с ультразвуковой обработкой: 1,2 -наполненная графитом; 3,4 - ненаполненная; 5,6 - олигомер ЭД-20

уменьшение количества воздушных включений, более однородная структура, повышенная сплошность материала, чистота поверхности.

Благодаря этому полученные композиционные материалы отличаются высокими физико-механическими показателями.

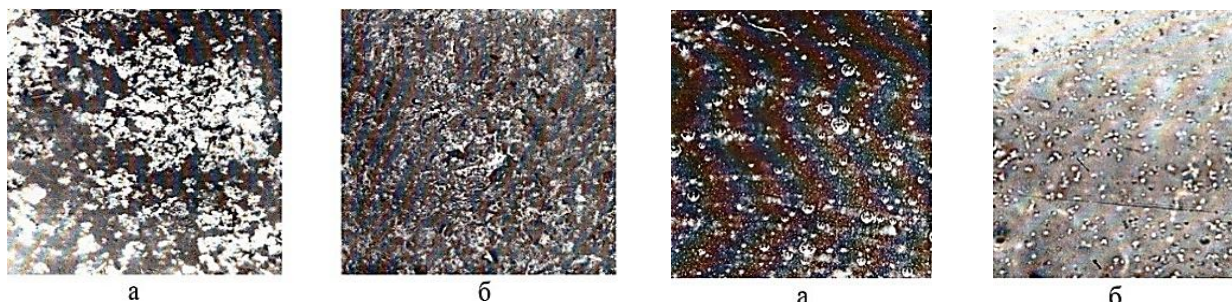


Рис.4. Поверхностная структура необработанных (а) и обработанных (б) композиционных эпоксидных покрытий. Увеличение $\times 500$

На основе проведенных экспериментальных исследований установлены следующие оптимальные технологические режимы ультразвукового воздействия для наполненных композиционных эпоксидных материалов: мощность ультразвука – 90Вт, продолжительность - 25-35 мин. в зависимости от вида и содержания органоминеральных наполнителей в составе композиции.

Выводы. Разработан способ получения физически модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе с повышенными физико-механическими свойствами.

Установлено, что ультразвуковая модификация композиций позволяет получить высоко наполненные термореактивные полимерные покрытия из трудно смешиваемых наполнителей с более высокой прочностью и эксплуатационными свойствами.

Рекомендованы режимы ультразвуковой обработки, которые позволяют получить оптимальные составы физически модифицированных термореактивных эпоксидных и фурано-эпоксидных полимерных композиций, и покрытия на их основе с повышенными физико-механическими свойствами при оптимальной мощности ультразвука 90 Вт, и ее продолжительности 25-35 мин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крагельский И.В. Трениеволокнистых веществ. М.-Л.: Газлепром, 1941, 126 с.
2. Белый В.А., Свириденко А.И., Петроковец М.И., и др. Терние и износ материалов на основе полимеров. Минск: Наука и техника, 1976. - 430с.
3. Ениколопов Н.С. Композиционные материалы.-материалы будущего // В кн. Будущее науки. М.: Знание, 1981, - 360 с.
4. Джаборов Г.Д., Болтаев С.Д., Соловьев Н.Д., Котов Д.А Первичная обработка хлопка –М: Лёгкая индустрия. 1978-480с
5. Мирошниченко Г.И., Соловьев Н.Д., Тюшин И.Н, маркин И.Б, Бурнаешов Р.З. Оборудование и технология производства первичной обработки хлопка.- Т. Укитувчи, 1990+328 с.
6. Негматов С.С. Условия эксплуатации основных рабочих органов машин и механизмов для уборки и переработки хлопка-сырца. - Ташкент: Узбекистан, 1980. - 60 с.
7. Негматов С.С. Основы процессов контактного взаимодействия композиционных полимерных материалов с волокнистой массой. –Ташкент: Фан, 1984. – 296с.
8. Негматов С.С., Рашидов Т.Р., Болабеков М.Т, Икрамов У.А., Махкамов Р.Г, Мардовон Б. и др. Развитие трибоники в Узбекистане // тезис материалов международной конференции, Трение, износ и смазочные материалы –Т-1985-30с
9. Абед-Негматова Н.С., Роль молекулярно-механо-электрической теории в трении и возможности её использования в выборе полимеров и наполнителей для разработки композиционных полимерных материалов, работающих при взаимодействиях с хлопком сырцом// Композиционные материалы, 2012 №3 С.17-23
10. Абед-Негматова Н.С. Особенности контактного взаимодействия композиционных полимерных материалов с хлопком-сырцом в процессе трения // проблемы механики. Ташкент 2012№3 –С-39-45
11. Абед Н.С., Негматов С.С., Гулямов Г., Тухташева М.Н. Композиционные антифрикционно-износостойкие материалы и технология их получения.-Т.: Fanvatexnologiya, 2017. -200 с.
12. Негматов С.С. Перспективы и развития композиционных материалов // Республиканская научно-техническая конференция. Ташкент 2024. С.3-5.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Курбонов У.М., Негматова К.С., Негматов С.С., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю. Исследование и разработка эффективных составов композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе органо-неорганических ингредиентов для применения в процессе флотации цветных и благородных руд	3
Абед Ф.Ж. Разработка методов качественного и количественного анализа действующих веществ фотоплёнок на основе жидкого экстракта Алоэ и метилурацила	9
Самандаров Х.О., Вапаев М.Д., Собиров Ж.С., Ибадуллаев А.С., Тешабаева Э.У. Эластомерная композиция наполненных кизилгия Ангреноского месторождения для машиностроения	13
Алиева М.Т., Ихтиярова Г.А., Ганибекова М.Ф. Органобентониты на основе хитозана <i>Apis Mellifera</i> для сорбции ионов переходных металлов	17
Содикова М.А., Шомуротов Ш.А., Каримов А. Полимерные композиты на основе фиброина шелка и полиальдегиддекстрана	21
Шакарова Д.Ш. Оптимальный процесс синтеза гибридного нанокompозитного фиброин/кремнеземного адсорбента с применением золь-гель технологии	25
Parpiyeva D.A., Doliyev G'.A., Mamajanov S.B. Mahalliy xomashyolar asosida olingan surkov kompozitning fizik-kimyoviy tahlili	28
Mardonqulov Sh.O'., Karimov K.A., Turaxodjayev N.J., Turahujayeva Sh.N. Eritmadagi alyuminiy oksidi konsentratsiyasining haroratga bog'liqligini eksponensial modellashtirish	32
Абдуллаева Г.А. Синтез, структурная характеристика комплексов кадмия(II) на основе 2-меркаптобензиотиазола	34

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов С.С., Абед Н.С., Намозов С.С., Саидкулов С.А., Жовлиев Ш.Х., Негматова К.С., Султанов С.У., Негматов Ж.Н. Исследование коррозионностойкости и физико-механических свойств ненаполненных полимерных материалов и покрытий из них для применения в машинах, механизмах и оборудовании скважин нефтегазовой и металлургической промышленности	39
Мардонакулов Ш.У., Каримов К.А., Турахужаева Ш.Н., Махмудов Ф.М., Носирходжаев И.А., Тураходжаев Н.Д. Флюсы, применяемые для снижения окисления при плавке алюминиевых сплавов	42
Mirzaraximov A.A., Komilov Q.O'., Kurbanova A.Dj., Muxamedov G'.I. Modifikatsiyalangan karbamido-formaldegid oligomeri va fosfogips asosidagi kompozitsion materiallarning fizik-kimyoviy, mexanik va ekspluatatsion xossalari	44
Негматов С.С., Холматов Э.А., Абед Н.С., Негматов Ж.Н., Косимов Ш.Б., Халимжанов Т.С. Исследование физико-механических свойств физически модифицированных композиционных терморезистивных полимерных материалов и покрытий на их основе	47
Мухамедов А.А., Гузашвили К.В., Инагамов У.Ш. Практические возможности получения термодиффузионных слоев хрома	51
Turakhujaeva Sh.N., Sharipov K.A., Mardonakulov Sh.U., Karimov K.A., Turakhujaeva A.N. The effect of modifiers on the melt during the smelting of aluminum alloys in gas furnaces	54
Хасанов С.М., Ёнгбоев А.М. Окисление конструкционных обрабатываемых материалов при их намагничивании	55
Бекмурзаев Н.Х. Кинетика формирования борированного покрытия на поверхности стальной отливки ...	58
Казаков А.С., Исмадова Р.А., Амонов М.Р., Полатов Б.Б. Изучение физико-механических показателей хлопчатобумажной пряжи, ошлихтованной полимерными композициями	62
Каршиев М., Файзиев М.М. Исследование объёмного износа деталей почвообрабатывающих сельскохозяйственных машин, полученных газопламенным напылением с последующим оплавлением ...	65