

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА АНТИФРИКЦИОННО-ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ ИЗ НИХ

Б.Т. Хаминов, Ш.В. Рахманов, С.С. Негматов, Н.А. Икромов, Б.М. Тожибоев, Н.С. Абед,
Т.У. Улмасов, Ш.А. Бозорбоев, З.У. Махаммаджонов, С.З. Рахимов, А.А. Олмасов

Введение. Известен положительный опыт применения полимерных материалов в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин, позволяющий в значительной мере снизить отрицательное влияние машин первичной переработки на свойства хлопкового волокна и семян [1].

Полимерные покрытия значительно улучшают микрогеометрию поверхности, ликвидируя заусенцы и острые кромки. Кроме того образующиеся на поверхности полимерного покрытия микронеровности обладают меньшей способностью надреза хлопковых волокон, из-за большого радиуса скругления вершин микронеровностей и низкой твердости материала покрытия [2].

С целью уменьшения влияния влажности хлопка-сырца на его переработку и качество сырья исследована и установлена эффективность применения полимерных композиций для изготовления рабочих камер джина [3].

Однако, рабочие органы, изготовленные из полимерных материалов уступают металлическим, что отмечается и в самой работе [4], вследствие ухудшения жесткости колосников и захватывающей способности пил.

Кроме того, изготовление рабочих органов очистительных машин полностью из полимеров приводит к образованию в процессе эксплуатации электростатических зарядов, что повышает пожароопасность оборудования.

Применение же полимерных материалов в качестве покрытий на поверхности металлических деталей позволяет выгодно сочетать высокие физико-механические свойства металлов со специфическими свойствами полимеров. В пользу покрытий и тот факт, что рабочие органы хлопковых машин не несут больших нагрузок и целесообразно управлять их свойствами поверхностей [5].

Таким образом, на основе комплексного анализа можно отметить, что применение тонкослойных полимерных покрытий в рабочих органах хлопкоочистительных машин может обеспечить необходимую шероховатость, устранить острые кромки зубьев пил, придаст поверхности колосников очистительной машины за счет этого значительно снизить повреждаемость семян и обрыв волокна. Однако полимерные покрытия должны иметь высокие

триботехнические свойства, то есть низкий коэффициент трения и изнашивания при взаимодействии с хлопком-сырцом, а также определенное демпфирующее, виброзвукопоглощающее свойства, позволяющие смягчить их соударение с хлопком-сырцом и соответственно снижая повреждаемость хлопкового волокна, дробленность семян и снизить уровень шума в производственных помещениях.

Поэтому рациональная разработка и использование композитов и покрытий на их основе становится важной народнохозяйственной задачей.

Выбор объекта и методика исследований. На основании результатов предварительной, оценки антифрикционных и вибропоглощающих свойств КПП, а также учитывая масштабы их производства, дефицитность, стоимость, технологичность, соответствие физико-механическим свойствам, условиям эксплуатации хлопкоочистительных машин, в качестве объекта исследования были выбраны: полимерная матрица – эпоксидные олигомер ЭД-16 (ГОСТ 10587-72), отвердитель – полиэтиленполиамин (ТУ 6-02-594-78), пластификатор – дибутилфталат (ГОСТ 8723-3-3), наполнители – грант кристаллический Завальевского деторождения, железный порошок (ПМЖ-33 ГОСТ 9849-61), каолин (Ангренское месторождение), цемент (ГОСТ 10178-68).

Композиции приготавливались в следующем порядке: олигомер ЭД-16 подогревали до 360 К для выделения имеющихся газовых включений.

При этой температуре в олигомер при тщательном перемешивании вводили необходимое количество пластификатора ДБФ. Наполнители просушивались, а затем смешивались между собой в нужной пропорции и вводилась в композицию. Отвердитель ПЭПА добавляли в смесь, температура которой не выше 300 К, по частям, чтобы избежать самопроизвольного разогрева. При введении отвердителя смесь тщательно перемешивали в течение пяти минут. Отвердитель вводили непосредственно перед употреблением КПП.

Коэффициент трения КПП с х-с, температуру на поверхности КПП и

электростатический заряд на волокнистой массе изучали на усовершенствованном дисковом трибометре в соответствии с ГОСТ 23.223-85.

Трибометр обеспечивает измерение момента сил трения в диапазоне от 0 до 1962 Н.см.

Трение волокнистого материала массой 50 ± 2 г. Осуществляли о торцевую поверхность дискового образца диаметром 600 мм покрытием из исследуемого материала при заданных значениях давления прижима ($P=0,001-0,05$ Мпа) и скорости скольжения ($v=0,5 \div 10$ м/с с интервалом 0,5 м/с). При этом порция волокнистого материала помещается в цилиндрический короб диаметром 80 мм, ось которого находится от оси вращения на расстояние менее 240 мм, а зазор между коробом и испытываемым образцом покрытия не более 1 мм [2]. Шероховатость рабочей поверхности образца 5а должна соответствовать условию:

$$R_z \leq 0,4d_{cp}$$

Интенсивность линейного изнашивания и параметры шероховатости поверхности КПП по ГОСТ 2789-73 определяли

профилометрированием на профилографе-профилометре «Калибр-252» [2].

Для определения вибропоглощающих свойств логарифмического декремента колебаний δ и динамического модуля упругости E^1 полимерных материалов и покрытия $\delta\delta$ выбран метод вынужденных колебаний в зоне резонанса (ГОСТ 19873-74) [6].

Для проведения испытания применяли резонансную установку, обеспечивающую возбуждение колебаний при изгибе консольно закрепленных образцов в интервале частот от 12 до 150 Гц и измерение частоты этих колебаний с погрешностью не более 0,01 Гц и амплитуды колебаний с погрешностью не более 0,05 мм; инструмент для измерения поперечных размеров образцов с погрешностью не более 0,1 мм.

Толщина образцов в виде прямоугольной призмы должна быть 2 до 10 мм. Ширина образцов 10 мм. Диаметр цилиндрических образцов может быть от 2 до 10 мм.

Длина образца выбирается в зависимости от его толщины для образцов прямоугольной призмы и диаметра d для цилиндрических образцов – по таблице 1.

Таблица 1

Параметры исследуемых образцов

Толщина мм	от 2,00	св. 2,50	св. 3,50	св. 4,50	св. 5,50	св. 6,50	св. 7,50
Диаметр мм	до 2,50	до 3,50	до 4,50	до 5,50	до 6,50	до 7,50	до 10,00
Длина мм	от 30	от 40	от 50	от 60	от 70	от 80	от 100
	до 40	до 60	до 80	до 100	до 120	до 140	до 150

Перед испытанием измеряли толщину и ширину образца – по краям и в середине с погрешностью не более 0,01 мм. Рабочую длину образца (между плитой и траверсой) замеряли с погрешностью не более 0,1 мм.

Образцы перед испытанием, должны выдерживаться при заданной температуре не менее 3 ч.

Результаты исследований. Ранее было отмечено [7], влияние ряда наполнителей на антифрикционно-вибропоглощающие свойства композиционных полимерных покрытий. Однако содержание пластификатора в эпоксидных композициях, а также термический режим отверждения в указанных работах были разными, что затрудняло вести сравнительную оценку эффективности этих наполнителей.

В связи с этим нами было изучено влияние наиболее перспективных для антифрикционных и вибропоглощающих композиций наполнителей (графит чешуйчатый, каолин, тальк, цемент и железный порошок) при содержании пластификатора дибутилфталата 20 об.ч.

отверждения полиэтиленполиамин 10 об.ч. в неизменном режиме отверждения.

Как видно из табл. 1 кроме цемента все другие наполнители с увеличением их содержания в композиции изменяют коэффициент трения экстремально с минимумом при различных содержаниях конкретного наполнителя. Наименьшим коэффициентом трения обладает покрытие с графитом, наибольшим – композиции с цементом и каолином при их содержании более 30 об.ч.

С повышением содержания цемента в покрытии до 35 об.ч. коэффициент трения увеличивается монотонно, но незначительно (до 8-10 %).

Картина изменения изнашиваемости покрытий с указанными наполнителями показывает, что самой высокой интенсивностью изнашивания обладает композиция с графитом, далее следуют покрытия с каолином и тальком. Низкую изнашиваемость показали покрытия с железным порошком и цементом

Все испытанные наполнители, имеющие пластинчатую структуру, снижали коэффициент

трения и увеличивали интенсивность изнашивания. Это связано с тем, что пластинчатый наполнитель не позволяет создать в массе покрытия больших напряжений сдвига при трении, так как легко сдвигается по плоскостям спайности, а разная интенсивность изменения как коэффициента трения, так и изнашивания, по-видимому, связана с их разной дисперсностью (у графита дисперсность на порядок ниже; чем у каолина и талька), совершенством спайности параллельных листочков (например, кристаллы талька обладают весьма совершенной спайностью листочков), теплопроводностью и удельным

поверхностным сопротивлением (эти показатели у покрытий с графитом существенно выше по сравнению с покрытием, наполненным тальком или каолином).

Рост коэффициента трения и интенсивность изнашивания покрытия при дальнейшем увеличении объемного содержания пластинчатых наполнителей (выше 20-25 об.ч.) может быть объяснен увеличением шероховатости поверхности покрытий за счет образования агломератов частиц наполнителей и ухудшения прочностных свойств покрытий.

Таблица 2

Триботехнические и динамические свойства композиционных эпоксидных покрытий

Наименование	Показатели свойства материала	Содержание наполнителей в композиции, об.ч.						
		5	10	15	20	25	30	35
графит	f	0,268	0,26	0,253	0,248	0,247	0,251	0,257
	y·1010	0,9	1,05	1,25	1,50	1,75	2,1	2,55
	δэ	0,17	0,206	0,234	0,260	0,284	0,304	0,32
каолин	f	0,273	0,269	0,267	0,269	0,278	0,290	0,303
	y·1010	0,82	0,86	0,90	0,92	0,01	0,14	1,3
	δэ	0,18	0,22	0,25	0,268	0,268	0,284	0,288
тальк	f	0,273	0,268	0,264	0,263	0,265	0,274	0,282
	y·1010	0,82	0,74	0,89	0,94	0,03	1,16	1,29
	δэ	0,126	0,146	0,158	0,158	0,148	0,132	0,112
цемент	f	0,275	0,279	0,282	0,284	0,286	0,288	0,290
	y·1010	0,7	0,62	0,58	0,52	0,51	0,54	0,58
	δэ	0,126	0,144	0,158	0,158	0,147	0,13	0,106
Железный порошок	f	0,273	0,268	0,264	0,254	0,257	0,257	0,260
	y·1010	0,73	0,66	0,59	0,54	0,49	0,47	0,46
	δэ	0,10	0,086	0,064	0,050	0,038	0,030	0,024
Без наполнителя	f	0,27						
	y·1010	0,8						
	δэ	0,10						

Снижение коэффициента трения и интенсивности изнашивания при ведении железного порошка в эпоксидное покрытие обусловлено улучшением его механической прочности, тепло- и электропроводности.

Уменьшение же изнашивания покрытий с цементом, по-видимому, в основном связано с увеличением модуля упругости, микротвердости покрытия и чистой его поверхности

В табл. 2 также представлено изменение логарифмического декремента покрытия δ , от степени наполнения эпоксидной композиции [8]. Из табл. видно, что по характеру влияния наполнители делятся на три группы.

Первая группа – графит и каолин, показывает высокую вибропоглощающую эффективность. С увеличением содержания наполнителя монотонно и интенсивно растет логарифмический декремент покрытия.

Вторую группу составляют тальк и цемент. Логарифмический декремент покрытий с этими наполнителями изменяется экстремально с максимумом при 20 об.ч.

Самой низкой демпфирующей способностью обладают покрытия с железным порошком с увеличением степени наполнения монотонно падает логарифмический декремент δ .

Как известно, эффективность вибропоглощающего материала, предназначенного для покрытия, оценивают по произведению логарифмического декремента на динамический модуль упругости материала. Чем выше это произведение, тем эффективнее материал. Исходя из этого, стремятся выбрать такой наполнитель, который обеспечивал бы большой логарифмический декремент δ , и динамический модуль упругости.

Все испытанные наполнители повышают динамический модуль упругости. Однако логарифмический декремент колебаний увеличивают только наполнители, имеющие пластинчатую структуру.

Это может быть объяснено следующим образом. Предполагают, что при поперечном колебании в полимерном слое покрытия градиент деформации растяжения - сжатия на толщине слоя не остается постоянным, а с увеличением толщины уменьшается, в результате чего слой полимерного покрытия испытывает не только деформацию растяжения-сжатия, но и деформацию сдвига [9].

При сдвиговых деформациях, благодаря пластинчатой структуре и легкой расщепляемости листочков по плоскостям спайности, возникают механические потери внутри наполнителя от трения между листочками. Об этом свидетельствуют данные испытания, когда у эпоксидной композиции при введении 20 об.ч. графита логарифмический

декремент увеличился в более чем 2 раза, а произведение $\delta \cdot E^1$ – в 2,5 раза.

Таким образом, введение в качестве наполнителя графита или каолина в эпоксидную композицию способствует повышению и динамического модуля упругости и логарифмического декремента, в результате чего значительно увеличивается вибропоглощающая способность покрытия.

Тальк из-за своей совершенной спайности параллельных листочков практически не способствует возникновению механических потерь внутри наполнителя, вследствие этого вибропоглощающая эффективность талька значительно ниже графита.

Сравнительно хорошая вибропоглощающая способность покрытия с цементом связана с резким ростом динамического модуля упругости при введении в композицию рассматриваемого наполнителя (табл. 2)

Таблица 3

Динамические характеристики эпоксидных композиций

Наполнитель	Содержание наполнителя об.ч.	Характеристики		
		δ_s	E, Мпа	E, Мпа
Без наполнителя	0	0,090	3230	317
Графит	10	0,221	3540	782
Тальк	10	0,100	3560	358
Цемент	10	0,061	4100	332

Исследование триботехнических и демпфирующих свойств покрытия в зависимости от природы и содержания наполнителя в композиции показали, что низким коэффициентом трения обладают покрытия с графитом, железным порошком, тальком. Значительно снижают интенсивность изнашивания также наполнители, как железный порошок и цемент, и не изменяют интенсивность изнашивания тальк и каолин до определенного их содержания в композиции.

Высокой вибропоглощающей эффективностью обладают графит и каолин. По своей эффективности цемент и тальк значительно уступают графиту и каолину, даже в области максимума.

Таким образом, из исследованных наполнителей ни один не может быть рекомендован безоговорочно для разработки, например, антифрикционно-вибропоглощающих покрытий.

Таким образом следует отметить, что в одном наполнителе невозможно сочетать хорошо триботехнические и вибропоглощающие свойства, а также твердость поверхности, тепло-

и электропроводность и др. Поэтому, для создания антифрикционных и антифрикционно-вибро-звукопоглощающих материалов целесообразно применение комплексного наполнителя.

Заключение.

1. Показано, что по характеру влияния на вибропоглощающие свойства композиции органоминеральных наполнителей: графит и каолин – показывают высокую вибропоглощающую эффективность (тальк и цемент). Логарифмический декремент покрытий с этими наполнителем изменяется экстремально с максимумом 20 об.ч. Самой низкой демпфирующей способностью обладают покрытия с железным порошком, с увеличением степени наполнения монотонно падает логарифмический декремент δ_s .

2. Выявлено, что на основе анализов полученных результатов исследований триботехнических свойств покрытия в зависимости от природы, вида и содержания наполнителей в композиции, низким коэффициентом трения обладает покрытия с графитом, железным порошком, тальком;

К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Исследование физико-химических свойств разработанных композиционных красителей для термического крашения, применяемых при отделке тканей и волокон.....	192
К.М. Иноятов, Ш.В. Рахманов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, Ш.А. Бозорбоев, Т.У. Улмасов, З.У. Махаммаджонов, А.А. Олмасов, С.З. Рахимов. Исследование влияния органоминеральных наполнителей на формирование адгезионной прочности полимерных покрытий.....	198
J.A. Sherbo‘taev, V.Q. Tilabov. Uglerodli po‘latlarni tanlash va ularga optimal termik ishlov berish rejimlarini qo‘llash...	202
А.М. Эминов, А.О. Саркисян, И.Р. Байжанов, А.А. Эминов, О.М. Турсункулов. Утилизация отходов обогащения каолина и перспективы использования их в составе керамики.....	206
Б.Т. Хаминов, Ш.В. Рахманов, С.С. Негматов, Н.А. Икромов, Б.М. Тожибоев, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, Ш.А. Бозорбоев, З.У. Махаммаджонов, С.З. Рахимов, А.А. Олмасов. Исследование влияния наполнителей на антифрикционно-вибропоглощающих свойств композиционных полимерных материалов и покрытий из них.....	210
С.Ё. Иноғомов, У.А. Асроров, Ф.Ж. Абед, Н. Дусийёров, Г.И. Мухамедов. Натрийкарбоксиметилцеллюлоза ва полиакриламид асосида олинган интерполимер комплексларини ик-спектроскопик усулда ўрганиш.....	214
У.К. Кучкоров, К.С. Негматова, С.С. Негматов, Ш.В. Рахманов, М.Э. Икрамова, Н.С. Абед, С.У. Султонов, М.М. Бабаханова, Н.А. Икромов, Б.М. Тожибоев. О разработке композиционных полимерных материалов для защиты и ремонта трубопроводов и оборудования нефтегазовой промышленности от коррозионно-механических повреждений.....	221
Ҳ.П. Жуманиёзов. Узунбулоқ кони диабазларининг таркиби ва тузилишини ўрганиш.....	227
Б.М. Тожибоев, Ш.В. Рахманов, Т.У. Улмасов, С.С. Негматов, С.Э. Рахимов, А.А. Олмасов, Н.С. Абед, Ш.А. Бозорбоев, К.Х. Масодиков, О.Ш. Сабирова, Н.А. Икромов. Состояние и анализ методов определения внутренних напряжений полимерных и лакокрасочных покрытий.....	230
Н. Кучкарова, С. Турабджанов. Титан(IV) оксиди билан модификацияланган КУ-2-8 катионитининг сорбцион хоссаларини тадқиқ қилиш.....	232
А.К. Эшчанова, Р.Б. Каримова, З.А. Сманова. Разработка сорбционно-спектроскопического метода определения ионов меди с реагентом индиго.....	235
63, Т.О. Камолов, Д.Х. Хамдамов, Ф.А. Нурханов, М.А. Хашимханова, А.А. Эралиев. Методы исследований компонентов зол и шлаков ТЭС.....	238
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, Н.С. Абед, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Исследование свойств композиционных красителей на основе солей поливалентных металлов.....	240
О.А. Эрматова, М.Р. Турсунов. Жанубий мирзачўл ва дўстлик каналлари суви таркибида рух элементи микдорининг мавсумий ўзгариши.....	245
6. Вести из лаборатории	
Д.Н. Раупова, К.С. Негматова, С.С. Негматов, Ю.К. Рахимов, Р.Х. Пирматов, М.Э. Икрамова, Х.Ю. Рахимов. Исследование физико-химических свойств композиционных химических деэмульгаторов для обезвоживания эксплуатационных масел.....	247
М. Каршиев, А.А. Саттаров, О.Т. Пардаев, К.И. Юнусалиева. Технологических процесс получения фильтрующих элементов для очистки жидкости и газов различного назначения методом осаждения мелких частиц в предварительно спеченную пористую заготовку из газопылевого потока воздуха.....	249
Х.И. Акбаров, Н.Т. Катгаев, Г.Б. Сидрасулиева. Новые композиционные наноматериалы для решения экологических проблем.....	251
О.Р. Юлдашев, А.К. Аллашев. Совершенствование систем обучения предмета безопасность жизнедеятельности в системах образования.....	252