ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Эминов Шерзод Олимжонович

Доктор технической наук (PhD), доцент кафедры Химия и Химической технологии,
Ферганский политехнический институт, Фергана, Узбекистан

Abstract

Использование антифрикционные и антифрикционной-износостойкие композиционные материалы на основе полиэтилена высокой плотности, обладающие хорошей механической прочностью, высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения. Могут быть рекомендованы для изготовления рабочих органов хлопковых машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности.

Ключевые слова: Железный порошок, тальк, каолин, сажа, пластификатор, физико-механические свойства, антифрикционно-износостойкий материал, колок.

Введение

В настоящее время в мировом масштабе эффективность и экономичность машин и механизмов, используемых при первичной переработке хлопка-сырца, достигается за счет разработки и применения антифрикционных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе. В этом аспекте разработка и производство композиционных полимерных покрытий для триботехнических целей в рабочих органах машин и механизмов для обработки хлопка имеет особое значение.

В республике предпринимаются широкие усилия по сохранению природных свойств хлопкового волокна и семян в хлопковой промышленности страны. Это поможет решить такие насущные проблемы, как снижение энергопотребления и повышение производительности оборудований хлопкозаводов. В четвертом пункте четвертого направления программы Стратегических действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан отмечены важные задачи по «Стимулированию научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов внедрения инновационных достижений в практику». Поэтому разработка антиэлектростатических композиционных полимерных материалов и технологии получения покрытий триботехнического назначения для машин и механизмов представляет особое значение.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования выбраны минеральные наполнители каолин и тальк, углеграфитовые наполнители сажа и графит, металлические порошковые наполнители окись меди, железный порошок, алюминиевая пудра, бронзовая мука и окись железа.

В качестве контртела использовали хлопок сырца селекционного сорта С-6524, ручного и машинного сборов, влажность которого изменялась от 7,0 до 50,0 %.

Электризацию и триботехнические свойства композиционных полимерных покрытий определяли на дисковом трибометре в соответствии с O'z DSt 3330: 2018. Электрические

свойства композиционных полимерных покрытий оценивали по ГОСТу 6433.1-71 термометром Е6-13 и вольтметром-электрометром В7-30.

Полученные научные результаты и их обсуждение

Из предварительных исследований следует отметить, что процессы электризации полимерных покрытий, работающих в условиях фрикционного взаимодействия зависят от многих факторов и оказывают существенное влияние на работоспособность покрытий. При этом одним из важнейших вопросов является регулирование электростатических свойств и выбор полимерных материалов в качестве покрытий рабочих органов машин и механизмов переработки хлопка-сырца с учетом воздействия электростатических зарядов на их антифрикционные и другие свойства, а также уменьшения пожароопасности хлопка-сырца и улучшения его качественных показателей.

Одним из способов регулирования электростатических свойств полимерных материалов, как сказано выше в главе 1, является введение в их состав различных наполнителей, позволяющих получать необходимые электропроводящие свойства и улучшать физико-механические свойства.

Для целенаправленного выбора наполнителей, а также утилизации и изучения возможностей использования отходов различных производств были дополнительно проведены измерения электрофизических свойств, как традиционных наполнителей, так и порошкообразных материалов, являющихся отходами химических, золотодобывающих и других предприятий. Результаты измерений, проведенных в лаборатории «Физика и технология КПМ» ГУП «Фан ва тараккиёт» ТГТУ, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Электрофизические свойства порошкообразных наполнителей

№ п.п.	Наполнитель	Поверхностное сопротивление ρ_s Ом	Объемное сопротивление ρ_v Ом·см	Диэлектрическая проницаемость ϵ $f=1$ кГц	Диэлектрические потери $\text{tg}\delta$ $f=1$ кГц
1	Каолин	$2,5 \cdot 10^7$	$2,71 \cdot 10^9$	10,46	0,365
2	Окись меди	$6,5 \cdot 10^6$	$1,02 \cdot 10^9$	16,69	0,6845
3	Железный порошок	$0,9 \cdot 10^2$	$7,85 \cdot 10^3$	-	-
4	Алюминиевая пудра	$8,6 \cdot 10^2$	$7,8 \cdot 10^3$	-	-
5	Сажа	$1,0 \cdot 10^1$	$0,5 \cdot 10^{-1}$	-	-
6	Тальк	$3,5 \cdot 10^{11}$	$3,92 \cdot 10^{13}$	2,74	0,57
7	Графит	$0,9 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	-	-
8	Окись марганца	$3,2 \cdot 10^5$	$7,3 \cdot 10^7$	20,1	1,6
9	Бронзовая пудра	$3 \cdot 10^2$	$4,71 \cdot 10^4$	-	-

Выбранные для исследований порошкообразные наполнители, представленные в таблице 1, отличаются как по структуре и составу, так и по дисперсности. Большинство рассматриваемых наполнителей имеют кристаллическую структуру, и только минеральные наполнители, в основном, чешуйчатую структуру.

Из таблицы 1 видно, что отходы производств в основном обладают полупроводящими и диэлектрическими свойствами, а вторичные отходы диэлектрическими свойствами. Традиционные наполнители имеют более высокий спектр электрофизических свойств. Известно, что улучшение электрофизических и физико-механических свойств обуславливается одновременным действием различных факторов, главными из которых является взаимодействие наполнителя с полимером, в результате чего образуются химические или физические связи [1].

Наполнителями для производства композиционных материалов могут служить практически все существующие в природе и созданные человеком материалы, в том числе сами полимеры после придания им определенной формы и размеров. По происхождению их можно разделить на природные и синтетические, по составу – неорганические и органические, по действию на полимер – активные и неактивные [2]; всего пользуются 33-мя группами наполнителей [3]. Сырье, служащее источником для получения наполнителей, по-видимому, следует делить и на первичные и вторичные. К первичному сырью относятся целевые продукты производства или материалы, добываемые из месторождений; к вторичным видам сырья, при таком подходе следует отнести побочные продукты и отходы промышленного производства и сельского хозяйства.

К неорганическим и природным наполнителям относятся также полезные ископаемые – каолиновые глины, тальк и другие виды минерального сырья. Возможности их использования в качестве наполнителя доказано многочисленными экспериментами, и считается разработанной технология приготовления на их основе полимерных композитов.

Природные минеральные наполнители характеризуются развитой удельной поверхностью [4], а следовательно, и достаточно высокой поглощающей способностью. Поэтому они объединены под общим названием природные минеральные сорбенты и разделены на три группы: кремнеземистые, цеолитсодержащие породы и слоистые силикаты [5]. Они отличаются друг от друга формой первичных частиц, обусловленной особенностью кристаллохимического состава, природой и числом активных центров [6].

В Узбекистане зарегистрировано более 200 месторождений и проявлений минерального сырья, пригодного для применения в качестве наполнителей терморезистивных и термопластичных полимеров [7]. Новые композиционные материалы на базе местного сырья описаны в работе [8]. Общим для местных природных минеральных наполнителей является их полиминеральность и высокое содержание солей, вследствие чего первичные частицы с коагулированы, что свидетельствует об их грубо дисперсности [9]. Следовательно, вопрос дезагрегации их является главным препятствием в широкомасштабном использовании в качестве наполнителей.

Такие отходы промышленности, как золы тепловых электростанций, шлаки, красный шлам, фосфогипс и другие, могут быть отнесены к классу минеральных и синтетических наполнителей [10]. Однако эти отходы не нашли широкого применения в промышленности.

Одним из известных наполнителей являются такие природные наполнители, как каолин и тальк. Особенно много каолина в отвалах Ангренского карьера. Для получения товарного

вида природные каолин и тальк подвергают довольно сложному обогащению, например, электролитическому или воздушному.

Каолином называют мономинеральные глинистые породы, состоящие, главным образом, из минералов каолининовой группы, в первую очередь с большей или меньшей примесью гидрослюд [11].

Видно, что величина теплоты смачивания композитов 1,2- дихлорэтаноле (Q_k) в 2-4 раза больше, чем теплота смачивания наполнителей этим же растворителем. По значениям Q_k композиты располагаются в ряд:

ПВХ + известняковая пыль > ПВХ + фосфослак > ПВХ + фосфогипс.

Часты включения кварца, полевого шпата и др. Химический состав каолинита $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot nH_2O$. Частицы каолинита имеют пластинчатую форму.

Тальк - минерал состава $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$. Тальковые породы делят на талькиты, содержание не менее 70% талька и тальковые камни (35-70% талька). Кристаллы талька обладают листовой структурой и весьма совершенной спайностью параллельно листочкам. Тальк на ощупь жирный гидрофобный минерал с плохой электро- и теплопроводностью, высокой щелоче- и кислотостойкостью. Тальк легко диспергируется по плоскостям спайности на листочковидные чешуйчатые частицы, однако крупнозернистый тальк часто не удается измельчить, так как листочки талька очень прочны.

Из проводящих наполнителей наиболее широко применяется графит и сажа. Графит обладает хорошей теплопроводностью и электропроводностью [12]. Это природный ископаемый кристаллический материал с содержанием углерода до 90% и выше. Кристаллическая решетка графита имеет явно выраженную слоистую структуру, отличающуюся легким перемешиванием слоев друг относительно друга. Высокая теплопроводность графита в сочетании с низким модулем упругости и коэффициентом линейного расширения обеспечивает ему высокую термическую стойкость, и снижают до минимума возможность растрескивания изделий из графита при тепловых ударах.

Сажа является мелкодисперсной разновидностью углерода. Она обладает более высокой электропроводностью, чем графит. Частицы сажи имеют зернистую форму, в отличие от пластинчатой формы графита. Касаточкин и Коверов [13-15] исследовали влияние времени изотермической выдержки на электрическое сопротивление порошков сажи и пиролизного кокса.

По абсолютной величине электросопротивление монолитов, безусловно, меньше, чем сопротивление порошков. Электропроводность порошковых углеродистых материалов зависит от природы, величины зерна порошка, давления, под которым находится порошок, и посторонних примесей. Электрическое сопротивление порошков зависит не только от внутренней микроструктуры, но и от контактов между частицами порошка. Площадь контактов, в свою очередь, зависит от формы частиц.

Порошки металлов и их оксиды также обладают свойствами снижать заряды статического электричества, однако в меньшей мере, чем графит и сажа. Это объясняется тем, что например оксиды металлов, по электропроводности относятся к полупроводниковым материалам, как это видно из таблицы 1. По своим свойствам оксиды металлов могут

придавать полимерным композициям специфические свойства. Так, например, оксиды железа, придавая различные оттенки полимерам, от красного до черного, повышают одновременно их термостойкость, твердость и жесткость.

Выводы

Таким образом, изучены закономерности изменения электрофизических свойств полимерных покрытий в зависимости от вида и содержания наполнителей. Показано, что наиболее эффективно воздействуют на электростатические свойства полимерных покрытий электропроводящие наполнители (каолин, сажа, графит, окись меди, железный порошок, алюминиевая пудра, окись марганца, бронзовая пудра) обеспечивающие оптимальные физико-механические свойства антиэлектростатических композиционных полимерных покрытий.

Список литературы:

1. Eminov, S. O., & Хокимов, А. Е. (2021). Composite polymer materials for use in working bodies of cotton processing machines and mechanisms. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 11(103), 922-924.
2. Эминов, Ш. О., & Абдукаримова, Д. Н. (2020). Исследование влияния электрофизической природы и концентрации наполнителей на процесс электризации композиционных полимерных покрытий при взаимодействии с хлопком-сырцом. *Universum: технические науки*, (6-3 (75)), 63-66.
3. Абдукаримова, Д. Н., Негматова, К. С., & Эминов, Ш. О. (2020). Исследование физико-химических и технологических свойств Na-карбосиметилцеллюлозы и композиционной порошкообразной госсиполовой смолы от их концентрации. *Universum: технические науки*, (5-2 (74)), 54-58.
4. Abed Negmatova, N. S., Negmatov, S. S., Gulyamov, G., & Negmatov, J. N. (2013). Antifriction Wear-Resistant Composite Materials And Details Made From Them For Working Bodies of Cotton Machines And Mechanisms. In *Advanced Materials Research* (Vol. 616, pp. 2005-2008). Trans Tech Publications Ltd.
5. Намазов, Ш. С., Ташпулатов, Ш. Ш., Ортыкова, С. С., & Эминов, Ш. О. (2021). Химическая активация минерализованной массы с помощью нитрата аммония и нитрата цинка. *Universum: технические науки*, (6-3 (87)), 62-64.
6. Абдукаримова, Д. Н., Негматова, К. С., & Эминов, Ш. О. (2021). Изучение физико-химических свойств наполнителей для производства композиционных химических препаратов. *Universum: технические науки*, (6-3), 6-10.
7. Намазов, Ш. С., Ташпулатов, Ш. Ш., Ортыкова, С. С., & Эминов, Ш. О. (2021). Простой аммонизированный суперфосфат полученный от минерализованной массы кызылкумских фосфоритов. *Universum: технические науки*, (6-3 (87)), 59-61.
8. Абед, Н. С., Негматов, С. С., Гулямов, Г., Негматова, К. С., Юлдашев, Н. Х., Тухташева, М. Н., ... & Садыкова, М. М. (2020). Экспериментальное исследование влияния волокнистых наполнителей на свойства полиолефинов. *Пластические массы*, (7-8), 12-15.

9. Абед, Н. С., Эминов, Ш. О., Негматов, С. С., & Гулямов, Г. (2019). Исследование коэффициента трения эпоксидной композиции в зависимости от содержания металлических порошковых наполнителей. *Министерство высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан Министерство инновационного развития Республики Узбекистан Академия наук Республики Узбекистан*, 51.
10. Эминов, Ш. О., Негматов, С. С., Абед, Н. С., Гулямов, Г., & Саидова, Д. Ш. (2019). Антиэлектростатически-теплопроводящие конструкционные композиционные полимерные материалы в машиностроении. *Министерство высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан Министерство инновационного развития Республики Узбекистан Академия наук Республики Узбекистан*, 59.
11. Эминов, Ш. О., & Махмудов, А. А. (2022). Характеристика и технические условия основного сырья и вспомогательных материалов для получения композиционных антистатических полимерных покрытий. *Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии*, 27.
12. Эминов, Ш. О., Негматов, С. С., Гулямов, Г. Г., & Абед, Н. С. (2020). Исследование процесса электризации волокнистой массы при фрикционном взаимодействии с композиционными полимерными покрытиями. *Universum: технические науки*, (11-4 (80)), 82-88.
13. Эминов, Ш. О. (2022). Композиционные Полимерные Материалы Для Использования В Рабочих Органах Хлопкоперерабатывающих Машин И Механизмов. *Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science*, 3(5), 371-373.
14. Холмуродова, Д. К., Негматов, С. С., Саидов, М. М., & Туляганов, Б. Х. (2010). Факторы, влияющие на формирование и величину физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых материалов и плит. *РНТК Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение*, 15-16.
15. Negmatov, S. S., Holmurodova, D. K., Abed, N. S., Negmatova, K. S., Boydadaev, M. B., & Tulyaganova, V. S. (2020). Development of effective compositions of composite wood-plastic board materials based on local raw materials and industrial waste. *Plasticheskie massy*, 1(11-12), 28-32.