

ISSN 2091-5527  
№ 1/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

2. Мажидов А.Х., Шарипов К.А. Основы очистки отработанных масел. Ташкент, Фан. - 2000. - 140 с.
3. Рылякин Е. Г., Волошин А. И. Очистка и восстановление отработанных масел. «Молодой учёный» Ежемесячный научный журнал. г. Казань. №1 (81). Январь, 2015 г. С. 92-94.
4. Электронный ресурс. Моторные масла: состав, характеристики и классификация. [ru.wikipedia.org/wiki/Моторные\\_масла](http://ru.wikipedia.org/wiki/Моторные_масла).
5. Huang Qunxing, Mao Feiyan, Han Xu, Yan Jianhua, Chi Yong. Характеристики воды, эмульгированной в нефтяном осадке. Characterization of emulsified water in petroleum sludge// Fuel: The Science and Technology of Fuel and Energy. - 2014. - 118. - С. 214-219.
6. Халиуллин Ф.А., Валиева А.Р., Катаев В.А. Инфракрасная спектроскопия в фармацевтическом анализе. Учебное пособие. – 160 с.
7. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. Москва 2012 г. -55 с.
8. Электронный ресурс. Электрокинетик потенциал. [ru.termwiki.com/RU/electrokinetic\\_potential](http://ru.termwiki.com/RU/electrokinetic_potential).
9. Негматов С.С., Рахимов Ю.К., Раупова Д.Н., Мусабеков Д.Х., Иногамова М.Х. Исследование механизма взаимодействия в процессе деэмульсации с выбранными реакционноспособными соединениями путем применения современных физико-химических методов. Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Негматов С.С. [и др.]. 2024. 9(126). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18280>
10. Negmatov S.S., Abed N.S., Negmatova K.S., Raupova D.N., Ikramova M.E., Rakhimov Kh.Y., Tulyaganova V.S., Yulchieva S.B. Research of physical and chemical properties of the developed composite demulsifier based on local and secondary raw materials for destruction of petroleum emulsion. PFOR, Vol. 25, No. 1, 2024, pp. 207-216. <https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.1.207>

*Негматов Сайибжан Садыкович - Научный руководитель Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт», Академик АН РУз, Заслуженный деятель науки*

*Исмаилов Равшан Исраилович – Доктор химических наук, профессор Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова*

*Раупова Дилфуза Нуруллаевна – PhD, Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ*

*Рахимов Хуршид Юлдашевич - Старший научный сотрудник, PhD, Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ*

*Мусабеков Дилшод Хакимович – Докторант Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ЗАЦЕПЛЕНИЯ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С МОДЕЛЬНЫМ ЭПОКСИДНЫМ ОБРАЗЦОМ

**Негматов С.С., Мамасолиев Э.М.**

*Государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт» при ТашГТУ*

**Введение.** На сегодняшний день в мире разработка долговечных, недефицитных и дешевых машиностроительных композиционных материалов и покрытий на их основе антифрикционные-износостойкими свойствами, заменяющих металлические детали трущихся при рабочих органах машин и механизмов, является особой задачей [1, 2].

Применение полимерных материалов в изделиях и деталях машин и механизмов позволяет сэкономить сотни тонн дорогостоящих дефицитных металлов: нержавеющей и луженой стали, серебра, бронзы, свинца, хрома, никеля и баббита и других, заменяя их более дешевыми и широко распространенными металлами с нанесенными на их поверхность полимерными пленками. При

этом следует отметить, что наиболее полного эффекта от применения полимерных материалов можно достичь при условии знания и учета комплекса свойств и особенностей поведения полимерных материалов и хлопка в различных условиях эксплуатации машин и механизмов.

Как известно, что многократное фрикционное взаимодействие хлопка с металлическими рабочими органами машин и механизмов его уборки и переработки приводит к значительному повреждению хлопковых волокон и семян за счет наличия острых вершин неровностей и заусенцев твердых металлических поверхностей рабочих органов и тем самым снижает их выхода в производстве хлопкоочистительных заводах [3, 4].

В связи с этим проблема создания нового поколения машиностроительных материалов, и покрытий из антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов, сохраняющих природных свойств хлопковых волокон и семян, является актуальной и востребованной.

**Объектами исследования** являются в качестве полимерного связующего эпоксидная смола ЭД-16, (ГОСТ 1058-74), отвердителя полиэтиленполиамин (ПЭПА), пласфикатор-дибутилфталат-ДБФТ (ГОСТ-8728-76), а также органоминеральные наполнители чешучстый графит (ГОСТ 44404-78), каолин (ГОСТ 6148-61), цемент (ГОСТ 10178-68), железный порошок (ТУ 3648-53) и хлопка-сырцы первого сорта ручного сбора.

**Методы исследования.** В работе применены современные физико-механические методы и установки для определения свойств антифрикционных композиционных полимерных материалов и покрытий и стандартные методы анализа, принятые в странах СНГ, шероховатости, поверхности полимерных композиционных материалов и покрытий и ее основные параметры согласно по ГОСТ 2789-73 определять на профилографа-профилометре «Колебр» модель 252.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В настоящее время существует ряд прикладных и теоретических методов изменения механических свойств широкого круга полимерных материалов и компонентов на их основе. При этом следует отметить, что эффективность этих методов различно в зависимости от исходных компонентов композиционного материала и технологии их получения.

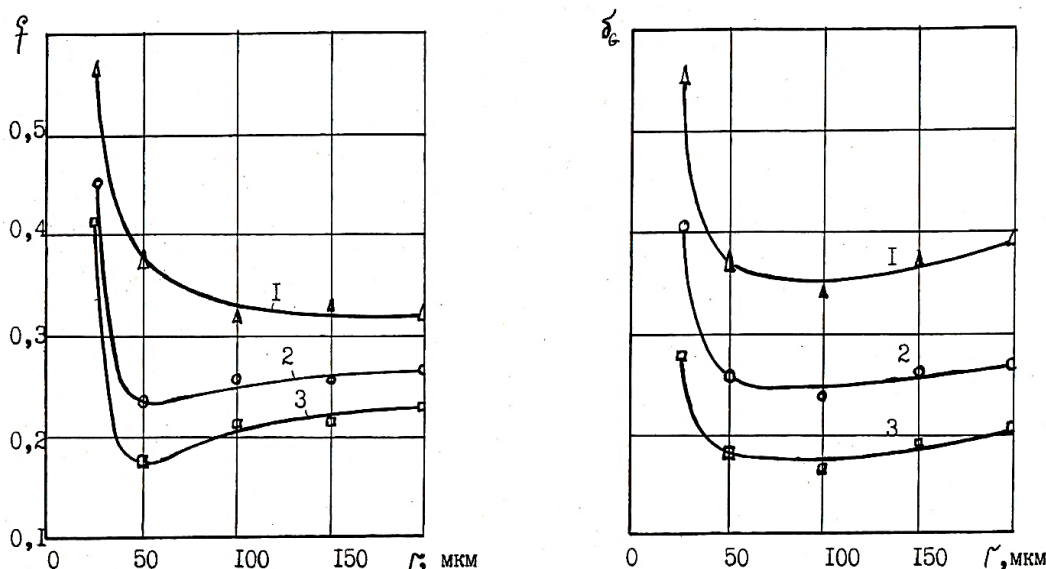
На литературного анализа вытекот, что изучение механики Фрикционного взаимодействия полимерных материалов при трении с хлопком-сырцом весьма важно для их широкого применения в рабочих органах хлопковых и хлопкоочистительных машинах с целью сохранения природных качеств хлопка-сырца и повышения работоспособности и эффективности машин.

Для проведения экспериментального исследования были подготовлены образцы на основе ЭД-16, отвержденной с 10 масс.ч. ПЭПА при различных значениях пластификатора - Дибутилфталата (ДБФ). Для наполненных образцов содержания ДБФ составил 20 масс.ч.

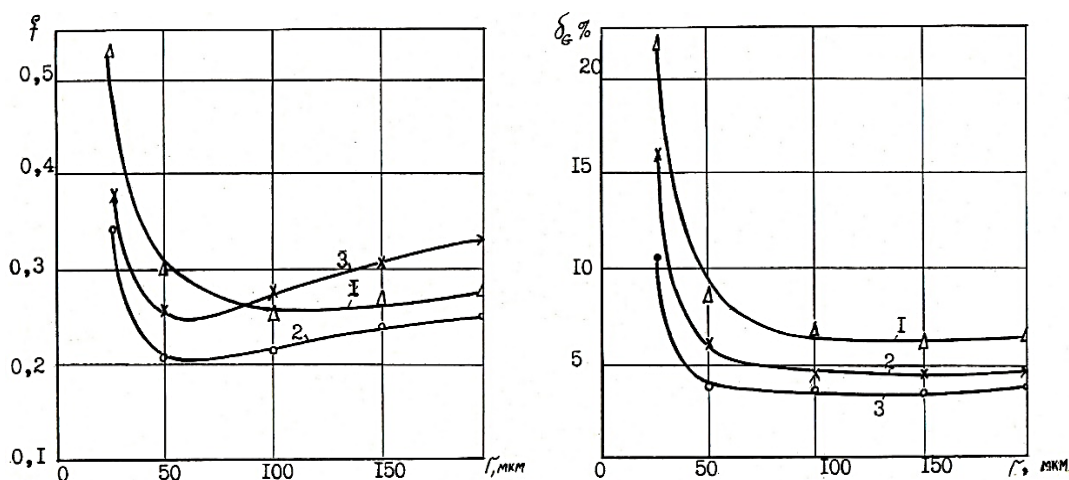
С целью выбора нагрузки на единичное волокно, обеспечивающей упругое фрикционное взаимодействие единичных волокон с единичным выступом были проведены серии

экспериментов, результаты которых представлены на рис. 1 - 2. Видно, что с увеличением радиуса вершин единичного выступа (модельного образца) коэффициент трения сначала резко падает и достигает своего минимума в области 30-50 мкм, затем несколько увеличивается при увеличении радиуса вершин до 80-100 мкм. Дальнейшее увеличение радиуса вершин до 200 мкм практически не повлияло на величину коэффициента трения. Такой характер изменения коэффициента трения одиночных волокон с единичным выступом полимерного материала можно объяснить тем, что при меньших значениях радиуса вершин (до 20-30 мкм) фактическое контактное давление высокое из-за малой площади взаимодействия. По мере увеличения радиуса вершин неровностей увеличивается пропорционально и фактическая площадь контакта (ФПК) и, следовательно, фактическое контактное давление в результате фрикционного воздействия переходит из пластического контакта в упругий. Наличие минимума коэффициента трения в области 30-50 мкм радиуса вершин, на наш взгляд, обусловлено тем, что эти параметры радиуса вершин полимерного образца практически близки к реальным поперечным размерам диаметра единичных хлопковых волокон. Это, повидимому, обеспечивает наименьшее ФПК и, следовательно, силы фрикционного взаимодействия. Некоторое повышение коэффициента трения при последующих значениях радиуса вершин единичного полимерного выступа объясняется увеличением ФПК. Действительно, если проанализировать характер изменения кривых 1-3 (рис.1) в зависимости от механических свойств материала, в частности, от модуля упругости, можно подтвердить вышесказанную мысль.

Видно, что чем больше модуль упругости модельного образца (кривые 2 и 3), тем меньше коэффициент трения, что подтверждается результатом исследования Сайпидинова А. При этом следует отметить, что эпоксидный образец с достаточно высоким модулем упругости (кривая 1) имеет высокий коэффициент трения, особенно при меньших значениях радиуса вершин. Это связано также с величиной ФПК, которая в данном случае играет отрицательную роль, то есть чрезмерное ее уменьшение приводит к увеличению контактного давления, в результате чего повреждаются единичные волокна при переходе упругого контакта на пластический. На (рис. 1 б) отчетливо видно, что чем меньше модуль упругости полимерного материала, тем меньше механическая повреждаемость хлопкового волокна.



**Рис. 1. Зависимость коэффициента трения (а) и механической повреждаемости (б) от скругления вершин модельных эпоксидных образцов при взаимодействии их с ориентированным пучком волокон хлопка-сырца**  
 1 - цемент, 2 - каолин, 3- графит, (содержания наполнителя - 40 масс.ч. ДБФ - 20 масс.ч.)



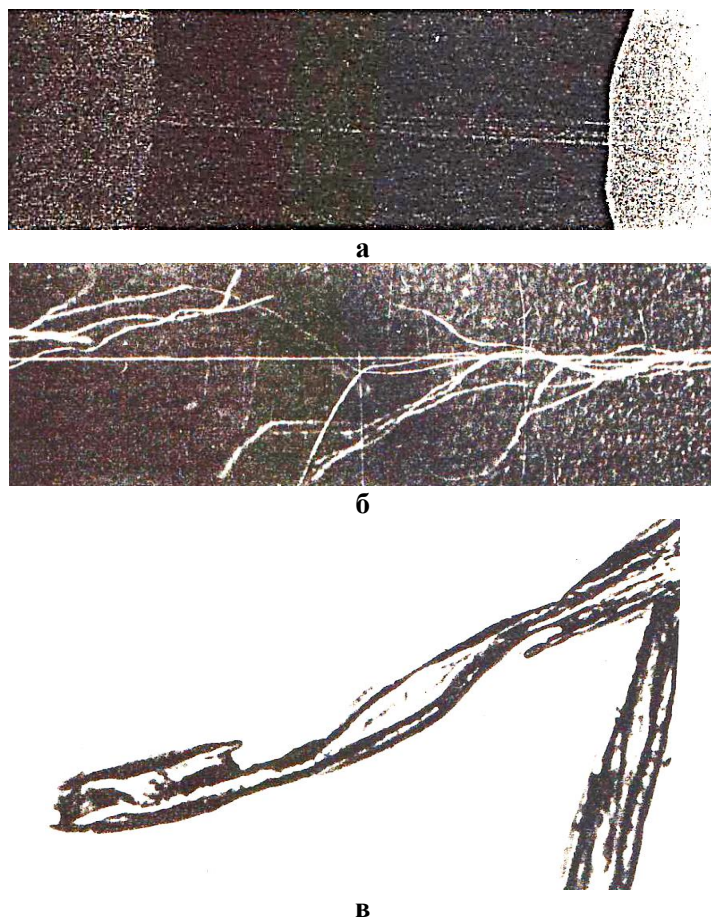
**Рис. 2. Зависимость коэффициента трения (а) и повреждаемости волокна от округления вершин модельных эпоксидных образцов при взаимодействии их с ориентированным пучком волокон хлопка-сырца.**  
 1-ЭД-16 без ДБФ, 2-20 масс.ч. ДБФ, 3-40 масс.ч. ДБФ.

Были проведены специальные эксперименты влияния радиуса вершин одиночных выступов в зависимости от вида и свойств наполнителей цемента, каолина, графита. При увеличении содержания этих наполнителей до 40 масс.ч. не было обнаружено существенного увеличения радиуса вершин неровности.

Как видно, из рис.2 а, чем больше модуль упругости модельных образцов, тем больше коэффициент трения их с единичными волокнами. Это объясняется тем, что наполненные эпоксидные образцы имеют субмикронеровности, форма и размеры которых определяются дисперсностью наполнителей, и

эти субмикронеровности существенно влияют на механизм фрикционного взаимодействия. Чем больше сила фрикционного взаимодействия, тем больше механическая повреждаемость волокна.

Как показали результаты исследования при 10 кратном взаимодействии с образцами, наполненными каолином и графитом, некоторые волокна имели повреждения в виде надрыва (см. рис. 3 а) тогда как при взаимодействии с образцом, наполненным цементом 7-8 из 10 волокон, либо просто обрывались (см.рис. 3 б), либо имели следы микрорезания (см. рис.3 в).



**Рис. 3. Виды повреждения хлопковых волокон при взаимодействии с эпоксидными образцами, наполненными графитом (а) и цементом (б) при 10-кратном взаимодействии (в) микрорезания.**

**Заключение.** Таким образом, что наполнители при указанном содержании, существенно изменяя объёмные свойства эпоксидного композита, практически не влияют на поверхностные свойства, то есть на шероховатость и субмикронеровности, так как частицы наполнителя, образующие неровности, хорошо смачиваются связующим. Поэтому при изучении влияния вида наполнителя эпоксидных композитов они подвергались нами

механической обработке наждачной шкуркой. Результаты исследования, проведенные с использованием модельных эпоксидных образцов, наполненных цементом, каолином, графитом, подтверждают предпосылку, что чем больше коэффициент трения, тем меньше механическая повреждаемость волокна, и показывают обратную картину в зависимости от модуля упругости поделных образцов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джумабаев А.Б., Гулямов Г.Г., Алматаев Т.А. Исследование работоспособности полимерных кольковых рабочих органов машин и механизмов, взаимодействующих с хлопком-сырцом. В кн.: Технология, обработки материалов и конструирование машин. Сборник научных трудов ТашПИ. - Ташкент, 1983. - С.92-96.
2. Махкамов Р.Г. Моделирование фрикционного взаимодействия поверхности с волокнистой массой. Труды Международной научной конференции «Трение, износ и смазочные материалы». - М., 1985, -Т.1. - С. 489-494.
3. Негматов С.С. Условия эксплуатации основных рабочих органов машин и механизмов для уборки и переработки хлопка-сырца. - Ташкент, Узбекистан, 1980. - 60 с.
4. Иргашев А.А., Негманов С.С., Джумабаев А.Б., Алматаев А.Т., Хасенов М., Джалалов А.Т., Нажмидинов М.Ж. Исследование процесса трения композиционных полимерных покрытий с хлопком-сырцом. В кн.: Тезисы докладов II Всесоюзной конференции по композиционным полимерным материалам и их применение в народном хозяйстве. - Ташкент, 1983. - Т.2.- С.126-127.

<b>To'laboyeva Sh.S., Kasimova A.B.</b> Maxsus kompozitsion korset buyumlarini ishlab chiqarish va dizayn jarayonlarini tahlil qilish .....	177
<b>Худанов У.О., Кадиров Т.Ж., Шарифов Г.Н.</b> Применение коллагена в процессе производства цемента ...	181
<b>Abdurahimov X.A., Xudoyberdiyeva D.A.</b> Mahalliy xom-ashyolardan modifikatsiyalangan kaogulyantlar olish va ular bilan oqava suvlarni tozalash .....	185
<b>Tursunova F.J., Amonov M.P.</b> Neft-gaz sanoatida qo'llanilgan katalizatorlarni qayta ishlash texnologiyasini o'rganish .....	188
<b>Ibragimov T.E., Nurullaev Sh.P.</b> Clay adsorbents Cr <sup>6+</sup> adsorption ionization .....	192
<b>Махмудова Н.Х.</b> Исследование морозо- и коррозионностойкости бетонов гидротехнического и дорожного назначения .....	195
<b>Хасанов А.С., Ахмедов Ў.Ч., Хакимов К.Ж.</b> Обжиг сульфидных ренийсодержащих концентратов .....	198
<b>Raxmatullayeva U.S., Kamilova X.N., Mirziyodova K.B., Rasulova M.K.</b> XIX-XX asrda Qashqadaryo va Surxondaryo milliy kostyumi materiallari. Surxondaryo va Qashqadaryo aholisini kostyumlari.....	202
<b>Рахимов Х.Ю., Абдурахманова С.П., Ганиева Х.Б., Маматова Н.Н.</b> Разработка композиционных химических реагентов для стабилизации буровых растворов .....	204
<b>Raxmatullayeva U.S., Kamilova X.N., Mirziyodova K.B., Rasulova M.K.</b> XIX-XX asrlarda Xorazm aholisining milliy kostyumi, matosi va uning tuzilishi xususiyatlari .....	206
<b>Уринов А.А., Кадырханов Ж.М.</b> Современное состояние и перспективах развития противокоррозионной защиты магистральных трубопроводов с целью повышения их стойкости и долговечности .....	209
<b>Негматов С.С., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю., Мусабеков Д.Х.</b> Разработка эффективных составов композиционных химических реагентов - деэмульгаторов для обезвоживания эксплуатационных масел металлургических предприятий .....	211
<b>Негматов С.С., Мамасолиев Э.М.</b> Исследование влияния параметров шероховатости и свойств материала на коэффициент трения зацепления хлопковых волокон при взаимодействии с модельным эпоксидным образцом .....	216
<b>Рахимов Х.Ю., Юсупходжаева Э.Н., Аюбова И.Х., Халматова Н.Г., Билалова Д.Ж.</b> Нефть-газ бургилаш кудукларида қўлланиладиган маҳаллий хом ашё ва ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида композицион эмульгаторлар таркибини олиш ва уларни физик-кимёвий ва технологик хоссаларини ўрганиш .....	220
<b>Уринов А.А., Кадырханов Ж.М.</b> Разработка композиционных материалов для защиты от коррозии магистральных газонефтепроводов, обладающих повышенной химической адгезией .....	222
<b>Кузибеков С.К., Баракаев Н.Р.</b> Физико-механические и биохимические свойства соевых бобов и расчет траектории движения воздушного потока в процессе очистки .....	224

### 7. Вести из лаборатории

<b>Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Эрниёзов Н.Б.</b> Мис-молибден рудалардан олтин ва кумушни ажратиш олиш учун импорт ўрнини босувчи композицион кимёвий реагентларнинг самарали таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш долзарблиги .....	228
<b>Тургунов А.А., Абед Н.С., Салимова С.А., Икрамова М.Э.</b> Разработка композиционных материалов и применение их в рельефных элементах технологической оснастки строительных изделий .....	230
<b>Улугова М.М., Талипов Н.Х., Негматов С.С.</b> Композиционные гипсовые материалы для производства строительных изделий .....	231
<b>Абдукажоров А.А., Косимов Ш.Б., Абед Н.С., Негматов Ж.Н., Тухташева М.Н.</b> Исследование антифрикционно-износостойких свойств композиционных полипропиленовых материалов, работающих при фрикционном взаимодействии с хлопком-сырцом, для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов .....	233
<b>Касымова М.Н., Негматова К.С.</b> Исследование физико-механических и потребительских свойств, а также прочности окрасок хлопчатобумажных тканей, окрашенных красящими композициями .....	234
<b>Талипов Н.Х., Матякубова К.М.</b> Влияние отхода сахарного давода-дефеката на процесс формирования структуры полугидрата сульфата кальция .....	235
<b>Норхуджаев Ф.Р.</b> Цементациялаш ёрдамида пухталашнинг технологик режимларини пўлатнинг ейилишга бардошлиликка таъсирини тадқиқ қилиш .....	237
<b>Tashbayeva F.K., Ermatova A.A.</b> Distribution of heavy and toxic metal ions in the environment	240
<b>Негматов С.С., Эсанмуродов Ш.В., Негматова К.С., Салимова С.А., Икрамова М.Э.</b> Исследование физико-химических свойств ионов минерализованных пластовых вод .....	241