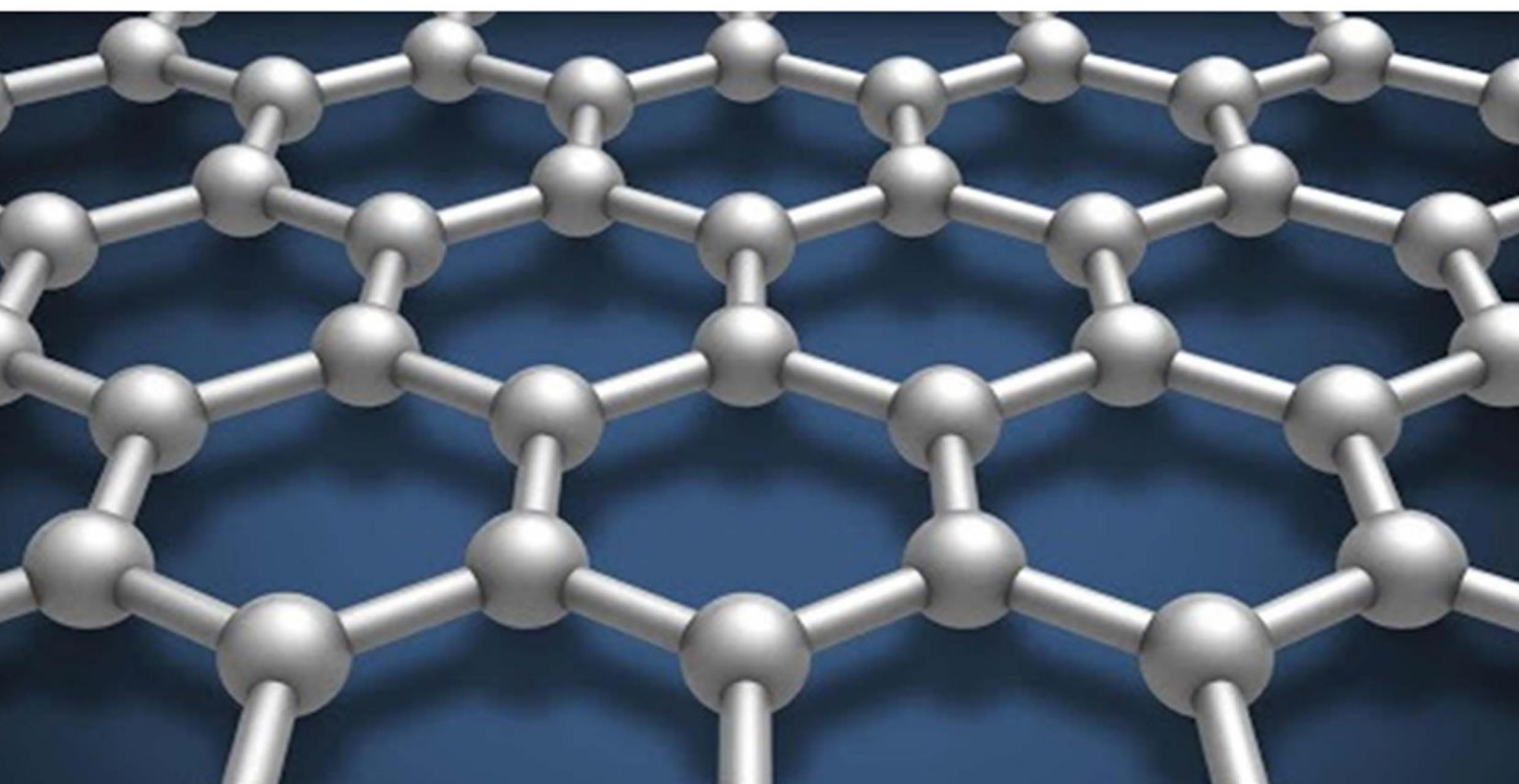


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

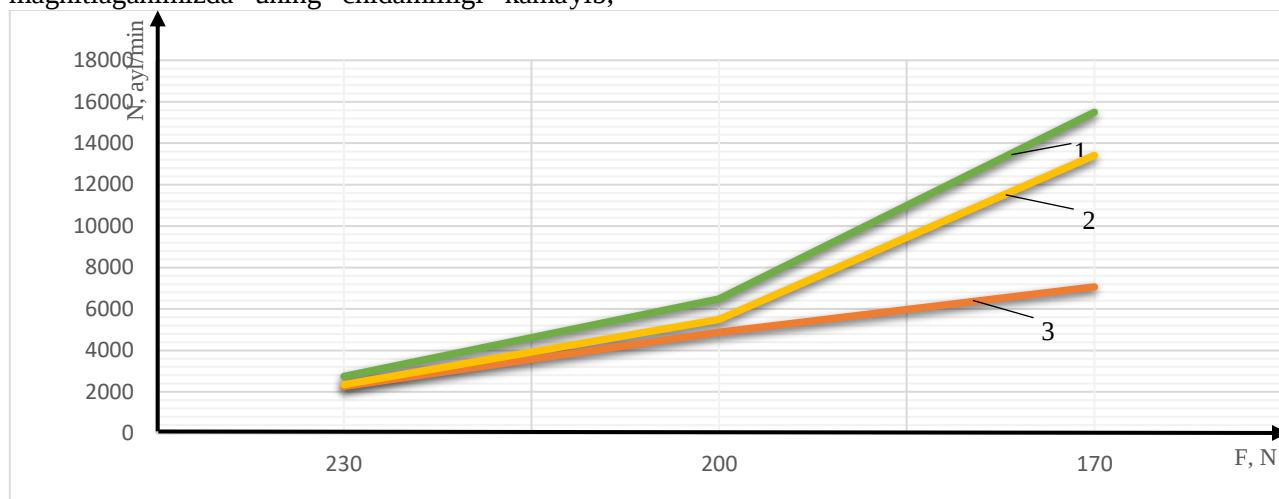
Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

Olingan tajribalar natijasi 4-rasmda keltirilgan. Bundan ko'rinib turibdiki namunani magnitlaganimizda uning chidamliligi kamayib,

kuch miqdori ortishi bilan esa bu farq ortib boradi. Magnitsizlanganda esa bu jarayon yana kuchayadi.



4-rasm. Kuch miqdor diagrammasi: 1-magnitlanmagan; 2-magnitlangan; 3-magnitsizlangan;

Olingan natijalardan quyidagi xulosalar chiqarish mumkin: 1. O'zgaruvchan kuchlanishlarga ishlaydigan uskunalarning

chidamliligi ularning magnit holatiga bog'liq ekan. 2. Xosil bo'lgan chidamlilik (ya'ni sikllar soni) ko'ndalang kuch qiymatiga bog'liq ekan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Khasanov S.M. Influence of variable stresses on the strength properties of materials. International scientific research journal ISSN: 2776-0979, Volume 3, June, 2022.
2. Feodosov V.I. Soprotivlenie materialov [Strength of materials]. M.: Izdatelstvo MGTU im. Bauman, 2003.-592.
3. Beer F.P., Johnston E.R., DeWolf J.T., Mazurek D.F. Mechanics of Materials. 7th Edition. New York. McGraw-Hill Education Ltd, 2015.-897 p.
4. S.M.Xasanov, L.H.Hamzayev, N.S.Bibutov. Mexanika materiallar qarshiligi/ Darslik Tashkent: "Sarvar print" nashriyoti 2024, -315 bet
5. С.М. Хасанов, З.С. Содикбекова. Влияние Переменных Напряжений На Прочностные Свойства Материалов.

УДК 677.021. 539.3.

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ПРЕПРЕГОВ

Абдусаттаров А., Василевич Ю.В., Мурадов А., Матназаров Ю.О.

Аннотация. Приведены анализ деформационных свойств волокнистых композиционных материалов в неотвержденном состоянии – препрегов. Рассмотрена зависимость перемещение ткани от нагрузки, графически показана упругие и неупругие части деформации. Получена система уравнений статики.

Ключевые слова. Препрег, ткань, композит, деформация, переплетения, длительная прочность, повреждаемость.

Введение. Вопросы прогнозирования деформационных свойств при постоянных и переменных нагрузках и исследования процессов повреждаемости и длительной прочности, разработка математических моделей и современных методов анализа на прочность композитных материалов являются актуальной задачей [1–5].

В работе [1] показана исключительная важность в процессе переработки нитей анализа причин обрыва нитей и их разрушения. Развивающийся во времени феноменологический процесс разрушения в

данной работе рассматривается как некоторый процесс накопления повреждений, различных дефектов. Используя критерии повреждаемости, им разработан теоретические основы переработки нитей и тканей с учетом вязкоупругих свойств материалов. В монографии [2] развивается теория деформирования нитей, основанная на наследственной теории вязкоупругости. Приведен обширный экспериментальный материал по изучению свойств ползучести и релаксации для различных текстильных материалов. В работе [3] на основе проведенных

экспериментально – теоретических исследований определены основные параметры процессов деформирования и прочности нитей и пряжи. Выявлены изменения модуля деформаций с различными линейными плотностями. На основе использования модели структурно – линейного вязкоупругого тела предложен физически нелинейный закон деформирования нитей и пряжи при растяжении с учетом разгрузки.

В работе [4] разработаны основы проектирования текстильных нитей и полотен, позволяющие прогнозировать их структуру и свойства путем направленного воздействия на технологический процесс, проанализированы топологические характеристики различных переходов текстиля. Экспериментально исследован характер изменения исходных свойств нитей и пряжи в технологическом процессе.

На основе уравнения наследственной теории вязко–упругости Больцмана – Вольтерра в работе [5] развиты линейные и нелинейные законы деформирования текстильных нитей и на их основе предложены методы определения и оценки прочностных характеристик текстильных материалов. Для определения механических характеристик вязкоупругих материалов был использован метод совмещений Николаева [2].

В работе [6] изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований по оптимизации физика – механических свойств тканых композиционных материалов и проектированию изделий из тканей с учетом заданных свойств. Описаны методы и результаты испытаний по оценке механических свойств армированных композиционных тканей–препрегов. По определению, полимер – волокнистая композиционная среда, находящаяся в неотвержденном состоянии, называется – препрегами. Одно из основных свойств препрегов – это возможность неупругого сдвига со скольжением между собой нитей армирующего материала при нагружении. Препреги настолько податливы, что позволяют проводить с ними всевозможную переработку. В результате, уже сформированное изделие может приобрести новые формы с изменением размеров. В некоторых случаях появляется возможность упростить оснастку, уменьшить время изготовления изделия, повысить его качество и прочностные свойства. Как отмечалось, в процессе переработки нитей на технологическом оборудовании очень важно понимание причин повреждаемости материала, приводящих к их разрушению.

Постановка задачи и анализ экспериментальных результатов. Для построения модели расчета препрегов берется за основу иерархическая структурная организация этих материалов. Композиты в принципе можно охарактеризовать как определенную комбинацию разнородных материалов, обладающую специфическими структурой и геометрической формой.

Текстильные материалы можно выделить на четыре уровня: волокно, нить, ткань, композит. Отметим, что третий уровень представляют тканые, трикотажные, плетеные материалы, полученные с помощью специальных способов переплетения нитей. Строение ткани определяется совокупностью различных факторов, в том числе геометрическими характеристиками взаимного расположения нитей основы и утка с перегибами друг на друга при переходе с одной стороны ткани на другую. При перегибах друг на друга согласно закономерности переплетения между натянутыми нитями основы и утка возникают силы взаимного давления. В результате этого возникают силы трения и сцепления между нитями, которые удерживают отдельные нити в ткани как в едином целом изделии.

Формирование ткани происходит в результате взаимного переплетения двух семейств нитей (основы и утка). Основные нити располагаются вдоль ткани, уточные нити – в поперечном направлении ткани. Переплетением называется определенный порядок – чередования перекрытий одной системы нитей с нитями другой системы. Переплетение нитей в ткани определяет её строение. При выработке тканей используют разнообразные переплетения. В работе [6] отмечено, что предсказание физика – механических свойств тканых композитных материалов и проектирование тканей под заданные свойства весьма важно для их применения в современной технике. Варьирование структуры (топологии переплетения) ткани – эффективный путь оптимизации текстильного армирования. Исходными данными для моделирования являются: линейная плотность нитей, их поперечное сечение, диаграммы сжатия и изгиба, топология переплетения, плотность ткани. В качестве иллюстрации в таблице 1 приведены физика – механические показатели для различных марок тканей из эксперимента.

В таблице 2 приведены параметры углеродной ткани УТ-900.

Углеродную ткань вырабатывают по основе и утку из углеродной нити УКН-П или

УКН-М, применяемой для полимерных композиционных материалов.

В таблице 3 приведены структурные параметры конструкционных стеклосинтетических тканей, предназначенных для изготовления высокопрочных

органопластиков на основе эпоксидных и фенольных смол. Данные ткани относятся к классу гибридных тканей, в которых по основе уложены арамидные нити НСВМ, Армос, Русар с линейной плотностью 58,8 текс.

Таблица 1

Физика – механические показатели тканей

Марка ткани	Поверхностная плотность, г/м ²	Номинальная толщина ткани, мм	Разрывная нагрузка, не менее, Н	
			основа	уток
T-10	290	0,23	2450	1323
T-13	285	0,27	1764	1176
T-41	330	0,26	1764	1764
T-33	110	0,11	588	588
T-СУ (ВМ)	320	0,27	2156	2842

Таблица 2

Параметры углеродной ткани УТ-900

Марка ткани	Поверхностная Плотность, г/см ²	Количество нитей на 10 см		Ширина ткани, мм	Толщина ткани в пластине со связующим марки ЭНФБ
		Основа	Уток		
УТ-900-240	240±20	60±20	60±20	900+7	0,2±0,02
УТ-900-260	260±20	65±20	65±20	900+7	0,22±0,02
УТ-900-280	280±20	70±20	70±20	90±7	0,25±0,02

Таблица 3

Структурные параметры стекло синтетических тканей

Марка ткани	Количество нитей на 1 см		Поверхностная плотность, г/см ²	Толщина, мм	Разрывная нагрузка полоски шириной, 25 мм, Н	
	Основа	Уток			Основа	Уток
T-42	18 ⁺¹ -0,5	20±1	280±20	0,32±0,03	3240-630	1960-2160
ТСА-3	20+1	21±1	190±20	0,23±0,03	2060	1470
ТСР-3	То же	То же	То же	То же	2450	1470

Известно, что когда происходит изменение формы тела и взаимного расположения его частиц, считается, что данное тело деформируется. Будем предполагать, что препреги представляют собой плоские многослойные структуры; каждый слой состоит из двух взаимно – перпендикулярных и связанных между собой семейств нитей тканого материала. Предположим, что в начальном или недеформированном состоянии семейства нитей препрега параллельны осям координат, причем первое семейство нитей параллельно оси Ох, а второе – оси Оу (рис. 1). После деформации точки соприкосновения нитей разойдутся и будут находиться в одной плоскости, однако в разных местах.

Вычисления перемещений по заданным нагрузкам необходимо проводить для нитей каждого семейства [6].

На рис. 1 показано, как перемещаются точки нитей препрега в результате деформации. До деформации нить первого семейства занимает положение m_1n_1 , а после деформации – положение $m'_1n'_1$. Нить второго семейства m_2n_2 , после деформации занимает положение $m'_2n'_2$.

Точки М и N, лежащие на нитях разных семейств до деформации, после деформации совпадают в точке М₁.

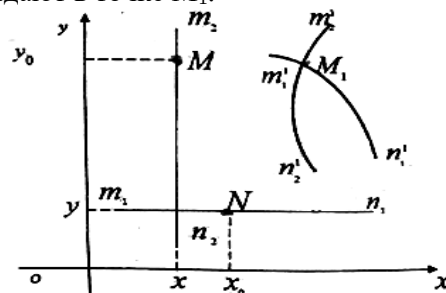


Рис. 1. Перемещение точек нитей препрега в условиях деформации

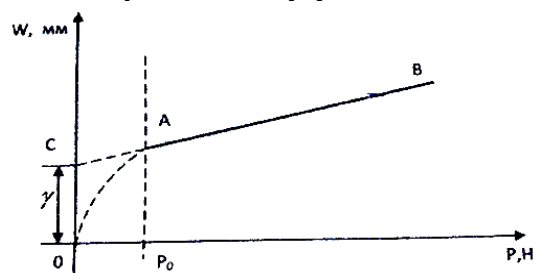


Рис. 2. Зависимость деформативности ткани от нагрузки

Под действием внешней нагрузки могут возникать растягивающие напряжения в нитях, усилия сжатия нитей в поперечном направлении, взаимное смещение нитей одного семейства по нитям второго семейства.

При этом в плоскости их соприкосновения возникает сила сопротивления их относительному скольжению, т.е. сила трения скольжения. Величина этой силы, конечно, зависит от многих факторов, основными из которых являются: способ переплетения семейств нитей, вязкость связующего, а также температура и давление внутри слоев пакета.

Основные свойства препрегов и их использование в технологических процессах изготовления изделий из композиционных материалов представлены в работах [4 – 7]. Рассматриваемые здесь препреги представляют собой слоистые композиты, армированные под углом $\pm\varphi_0$, т.е. не имеют регулярной структуры и, следовательно, обладают четко выраженной анизотропией каждого слоя. Такие препреги изготавливаются на основе тканей гладкого переплетения. Тканые материалы, являющиеся, в основном двумерными структурами, проявляют хорошую стабильность свойств во взаимно-ортогональных направлениях основы и утка. Рассматривается задача об установлении неупругой составляющей сжатия ткани, которое осуществляется в ее плоскости.

Как отмечалось, при сжатии происходят геометрические изменения параметров сечения нитей до установления тех размеров, которые обеспечивают целостность ее формы независимо от величины приложенной внешней нагрузки. В какой-то мере упругий этап сжатия семейства нитей похож на сжатие упругого твердого тела. На этом основании можно руководствоваться построением линейных зависимостей между деформациями и напряжениями [6]:

$$\Delta W = \gamma + \gamma_1 P, \quad (1)$$

где γ и γ_1 – некоторые постоянные, причем γ отвечает за неупругое сжатие, а γ_1 – за упругое; ΔW – деформация; P – нагрузка. Геометрическая интерпретация сделанных предположений представлена на рис. 2. Здесь на участке ОА графика деформация ткани осуществляется за счет неупругих перемещений при изменении параметров сечения нитей. Препятствием к таким изменениям являются силы трения. На участке АВ перемещения осуществляются только за счет упругой деформации нитей ткани при сжатии.

Уменьшение сил трения приводит к изменению участка неупругих деформаций в сторону уменьшения. Графически такое изменение приводит к сближению точек А и С.

Таким образом, величина γ , показанная на рис.2 представляет собой неупругую составляющую и не зависит от изменения внутренних сил трения для одной и той же ткани. На этом основании для отыскания неупругой составляющей было сделано предположение о линейной зависимости (1) между деформациями и напряжениями. Линейное представление, очевидно, допускает на начальной стадии нагружения значительную погрешность. Однако в дальнейшем, когда неупругие деформации преодолены, описание деформативности с использованием линейной зависимости становится приемлемым. Более того, эта погрешность не влияет на точность нахождения неупругой составляющей деформации сжатия препрегов.

В качестве геометрической модели системы выбраны препреги, которые находятся в плоском напряженном состоянии. Для них построена механико-математическая модель. В результате были установлены функциональные зависимости между напряжениями и деформациями армирующего материала препрегов, зависимости для предельных сил трения. При этом были приняты гипотезы об абсолютной гибкости нитей и достаточной малости коэффициентов внутреннего трения. Получена система уравнений статики, в составе которой: уравнения равновесия; уравнения, связывающие перемещения и деформации каждого семейства нитей, уравнения, связывающие деформации обоих семейств нитей. Например, в виде:

$$\begin{aligned} h_0 \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial R_1} - \frac{h_0}{R_1} \sigma_{11} + \tau_{21} \sin \alpha &= 0, \\ h_0 \frac{\partial \sigma_{21}}{\partial R_2} - \frac{h_0}{R_2} \sigma_{22} + \tau_{12} \sin \alpha &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

$$u_1 = c_{11} \sin \alpha_1 - c_{12} \cos \alpha_1 - \int_{\alpha_1}^{\alpha_0} [Z_{11} R_1 \sin \alpha_1 - R_1 \sin(\alpha_1 - \alpha)] d\alpha$$

$$v_1 = c_{12} \sin \alpha_1 + c_{11} \cos \alpha_1 - \int_{\alpha_1}^{\alpha_0} [Z_{11} R_1 \cos \alpha_1 - R_1 \cos(\alpha_1 - \alpha)] d\alpha \quad (3)$$

Для определения неизвестных напряжений σ_{11} , σ_{12} , σ_{21} , σ_{22} , компонент перемещений u_1 , v_1 , u_2 , v_2 и для нахождения уравнений кривых, определяемых параметрами R_1 , R_2 , α_1 , α_2 необходимо установить соответствующие граничные условия, которые представляют собой заданные на отдельных частях границы области функции определяющие напряжения или перемещения.

Выводы. Приведены анализ деформационных свойств волокнистых композиционных материалов в неотвержденном состоянии – препрегов. Рассмотрена зависимость перемещение ткани от нагрузки, графически показана упругие и неупругие части

Махмудова Ф.А., Максумова А.С. Синтез металлоорганических соединений на основе морфолина.....	254
Бозорова Н.Х., Каримова Г.Ш., Абдукаримова С.А., Тураев Э.Р. Полипропиленга хар хил қўшимчалар қўшиш орқали унинг физик-механик хоссаларини яхшилаш	256
Ахмедов О.Р., Хабибуллаев Ж.А., Шомуротов Ш.А., Тураев А.С. Получение и исследование деструкции диальдегидцеллюлозы в модельной среде	259
Хусенов А.Ш., Абдувохидова Ф.О., Абдуллаев О.Х., Рахманбердиев Г. Карбоксиметилирования инулина суспензионным способом	262
Дадажонов Г.А., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. CdTe Квант нукталари иштирокида молекуляр-импринтирланган кремнезем композити синтези	265
Сайдалиева У.Р. Исследование свойств композиционных материалов, использующихся в пушно-меховых и кожевенных материалах	267
Фузайлова К.Р. Исследование свойств композиционных материалов, использующихся в раскладках пушно-меховых полуфабрикатов	270
Rasulov A.A., Raupova B.Sh., Berdimurodov E.T., Akbarov X.I. Temir (II) va temir (III) tuzlari asosida magnetik zarrachalar olish	272
Shoobidov SH.A., Mamasobirov U.M. To'g'ritishli konussimon reduktorlarni ratsional konstruksiyalash ular detallarining yeyilishbardoshligini oshirishning garovi	275
Xasanov S.M. Magnit maydonining o'zgaruvchan kuchlanishga ishlaydigan uskunalarga ta'siri	280
Абдусаттаров А., Василевич Ю.В., Мурадов А., Матназаров Ю.О. Анализ деформационных свойств текстильных композитных материалов – препрегов	281
Samandarov E.Sh., Kodamboev P.K., Normamatov A.S., Juraev A.Sh., Mukhammadaliev Kh.G., Yakubov Y.Y., Safarov A.R. Nonlinear optical (NLO) materials: bis(2-methyl-4-nitroanilinium) hexachloro-Tin(IV) monohydrate. Quantum chemical calculations. Synthesis, crystal structure, hirshfeld surface analysis, crystal voids	285
Юсупова Г.Х. Гидротозалаш катализаторини ташувчисини тайёрлашда махаллий хомашё карбонатли полигортскит фосфат кислота тизимини ўрганиш	292

7. Вести из лаборатории

Негматов Ж.Н., Эргашев Н.Э., Абдукаххаров А.А., Муродов И.И., Бозорбоев Ш.А. Современное состояние машин и механизмов транспортно-распределительных систем хлопкового комплекса и применения полимерных и композиционных материалов в их рабочих органах	295
Тургунов А.А., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Абдукаххаров А.А., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Изучение и анализ фазовых структур материалов на основе смесей-полимер-полимерных композиций	297
Касымова М.Н., Негматова К.С., Лапасова Ф.А., Ганиева Д.Ф. Исследование механизма окрашивания белкового волокна новыми красящими композициями	300
Муродов И.И., Эргашев Н.Э., Абдукаххаров А.А., Бозорбоев Ш.А., Негматов Ж.Н. О возможности повышения эффективности и работоспособности хлопковых машин и механизмов путем применения полимерных и композиционных материалов	301
Касымова М.Н., Негматова К.С., Лапасова Ф.А., Ганиева Д.Ф. Исследование влияние процесса кращения на структуру окрашенных волокон	303
Талипов Н.Х., Худойберганов Э.Х. Исследование влияния новых красящих композиций на физико-механические свойства окрашенных шерстяных материалов	305
Касымова М.Н., Негматова К.С., Ганиева Д.Ф., Лапасова Ф.А. Применение неорганических наполнителей в составе гидроизоляционных обмазочных смесей на основе цемента	307
Тургунов А.А., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Состояние и анализ фазовых структур и физико-механические свойства композиции из смесей эпоксидных и других полимеров	308
Каттаходжаев Д.Ю., Талипов Н.Х. Формирование структуры дигидрата сульфата кальция в производстве гипскартонных листов	310
Равшанов Ж.Р., Чатаева А.Б. Анализ интенсивности предварительно приработанного инструмента, а также его надёжности, стойкости и стабильности	312
Якубов М.М., Каримова Т.П., Максудходжаева М.С., Ёкубов О.М. Опытнo-промышленные испытания снижения содержания меди в конвертерном шлаке	317
Муродов И.И., Негматов Ж.Н., Абед Н.С., Эргашев Н.Э., Бозорбоев Ш.А. Исследование влияние технологических параметров литья под давлением на физико-механических свойств композиционных полиэтиленовых полимерных материалов на основе органоминеральных наполнителей	319