

## **Воспоминания о Александре Ивановиче Меосе**

**А. А. Лысенко**

*УЧЕНЫЙ И ПЕДАГОГ. К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А. И. МЕОСА*

**В. Е. Романов**

*БЛАГОДАРИЮ И ГОРЖУСЬ*

**Э. Л. Аким**

*ПАМЯТИ АЛЕКСАНДРА ИВАНОВИЧА МЕОСА*

**Л. И. Фридман**

*ВОСПОМИНАНИЯ О АЛЕКСАНДРЕ ИВАНОВИЧЕ МЕОСЕ*

## **НАУЧНЫЕ СТАТЬИ**

**А. А. Лысенко, О. В. Асташкина, Н. В. Дианкина, О. В. Кудринская**  
*ИЗУЧЕНИЕ ДИФФУЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧАСТИЕМ КРАСИТЕЛЯ*  
*МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО И АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН*

*Исследованы характеристики исходных углеродных активированных волокон и проведен анализ информационных источников по структуре и размерам молекулы красителя метиленового голубого. Изучено влияние условий перемешивания и прерывания контакта фаз на процесс сорбции метиленового голубого. Показано, что процессы диффузии красителя лимитируются как внешней диффузией, так и диффузией в фазе сорбента (АУВ). Диффузия в фазе сорбента является важной составной частью процесса адсорбции МГ АУВ и, по-видимому, определяется его пористой структурой.*

**Ключевые слова:** активированные углеродные волокна, краситель метиленовый голубой, сорбция, сорбционная емкость, кинетика, температура, скорость перемешивания, прерывание контакта фаз, диффузия.

**Д. А. Бондарев, А. В. Беспалов, Н. В. Шельдешов, В. И. Заболоцкий**  
*ПОЛУЧЕНИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ*  
*БИПОЛЯРНОЙ МЕМБРАНЫ С КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ*  
*НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННОГО ГРАФИТА*

*Рассмотрен способ получения и электрохимические характеристики биполярной мембраны на основе промышленной катионообменной мембраны МК-40 и анионообменного слоя, содержащего сополимер N, N-диметил-N, N-диаллиламмоний хлорида и этилметакрилата и окисленный графит в биполярной области мембраны в качестве катализатора диссоциации молекул воды.*

**Ключевые слова:** биполярная мембрана, окисленный графит, спектры электрохимического импеданса, диссоциация воды

**В. А. Жуковский, А. Брусевич, Е. Д. Коробова**  
*ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕОЛОГИИ РАСТВОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ*  
*ИНТЕРПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ*

*Исследованы вязкость 2 % растворов карбоксиметилцеллюлозы, содержащих различное количество полиэтиленгликоля и поливинилпирролидона и соляной кислоты, оценена степень набухания пленок, полученных из указанных растворов, показано, что при 100 % замещении карбоксильных групп в карбоксиметилцеллюлозе в водородную форму увеличивается вязкость растворов и получают нерастворимые пленки с малой степенью набухания, это связано с образованием интерполимерного комплекса.*

**Ключевые слова:** карбоксиметилцеллюлоза, полиэтиленгликоль, поливинилпирролидон, интерполимерный комплекс,

вязкость, пленки, набухание.

**С. Ю. Вавилова, Н. П. Пророкова, И. В. Холодков, Т. Ю. Кумеева**  
**ПОКРЫТИЕ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА, СОДЕРЖАЩЕЕ**  
**МАГНЕТИТ, СФОРМИРОВАННОЕ НА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ НИТИ:**  
**УСТОЙЧИВОСТЬ К АДГЕЗИОННОМУ РАЗРУШЕНИЮ**

Оценена устойчивость к длительному воздействию низких температур и химически агрессивных сред покрытий на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) с внедренными наночастицами магнетита, сформированных на полипропиленовых (ПП) нитях на стадии получения последних из расплава. Установлено, что разрывная нагрузка полипропиленовой нити с покрытием на основе ПТФЭ, содержащим магнетит, после длительного воздействия низких температур и химически агрессивных жидкостей остается на исходном уровне. Изучено влияние длительного выдерживания при температуре минус 20 °С и воздействия концентрированных растворов щелочи и кислоты, являющейся одновременно окислителем, на адгезионную прочность контакта между покрытием на основе ПТФЭ, допированным магнетитом, и ПП подложкой. Исследование проведено на модели ПП нити методом нормального отрыва двух склеенных плоских поверхностей.

**Ключевые слова:** полипропиленовые нити, формование из расплава, политетрафторэтилен, покрытие, магнетит, прочность разрушения адгезионного контакта.

**А. А. Лысенко, О. В. Асташкина, О. И. Гладунова, Н. В. Дианкина**  
**ОБ ОДНОМ ИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ И НАНОКОМПОЗИТОВ**

В работе показана возможность получения модифицированных волокон путем введения нанодобавок в массу прядильного раствора перед формованием. Полиоксидадиазольные волокна, модифицированные нанодобавками антипиренами, имеют повышенный кислородный индекс. Рассмотрен возможный механизм высокого антипиреющего действия.

**Ключевые слова:** полиоксидадиазольные волокна, нанодобавки, нанокompозиты, модификация в прядильном растворе.

**Н. В. Колоколкина, Л. В. Редина, И. Л. Игнатов**  
**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВОЛОКНА**  
**ФТОРЛОН, СОДЕРЖАЩЕГО В СТРУКТУРЕ ПОЛИФТОРАЛКИЛАКРИЛАТЫ**

С целью повышения уровня несмачиваемости фторлонового волокна рассматривается композитный метод модифицирования путем введения в его состав полифторалкилакрилатов. Исследовано влияние молекулярной массы и количества фторсодержащего полимера на уровень антиадгезионных (масло-, водоотталкивающих) свойств модифицированных материалов. Показано, что введение 2–5 % полифторалкилакрилата с низкой характеристической вязкостью не нарушает процесс формования волокна фторлон и позволяет повысить уровень антиадгезионных свойств в 1,5–2 раза.

**Ключевые слова:** полифторалкилакрилат, молекулярная масса, волокно фторлон, модифицирование, антиадгезионные свойства, краевой угол смачивания.

**Т. Б. Кольцова, Е. С. Цобкалло**  
**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТАРНЫХ**  
**ШЕРСТЯНЫХ ВОЛОКОН С ПОЗИЦИЙ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ**

Проведен статистический анализ распределения разрывных удлинений  $\epsilon_r$  при тестировании на разрыв одиночных волокон шерсти, проводившихся на разных скоростях растяжения. Кривые плотности имеют форму Гауссова распределения, характерного для пластичных материалов, что подтверждается также критерием Шапро-Уилка о нормальности распределения.

**Ключевые слова:** прочность, полимерные волокнистые материалы, структурно-статистические модели, элементарные

волокна, пластичные материалы.

**Н. С. Лукичева, О. И. Гладунова, Д. Д. Федосеев, А. А. Лысенко**  
**О ХЕМОСТОЙКОСТИ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ МАТРИЦ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*В работе исследована хемостойкость эпоксидных, полиэфирных и винилэфирных матриц из реактопластов, используемых в качестве связующих при производстве полимерных композиционных материалов (ПКМ), к некоторым видам органических и неорганических растворителей. Сделан вывод о возможном использовании выбранных растворителей для разработки технологии вторичной переработки ПКМ.*

**Ключевые слова:** хемостойкость, полиэфирные смолы, винилэфирные смолы, эпоксидные смолы и матрицы на их основе, полимерные композиционные материалы, вторичная переработка.

**А. А. Лысенко, Н. С. Лукичева, И. В. Лишевич, В. В. Марценюк, О. В. Асташкина**  
**О МОДЕЛИРОВАНИИ КОМПОЗИТОВ**

*Приведен анализ схем моделирования и исследования для разработки оптимальных структур полимерных композиционных материалов (ПКМ). Показано, что для разработки оптимальных структур ПКМ применимы информационные, физические и математические модели. Выделены 4 уровня рассмотрения параметров и компонентов, влияющих на свойства создаваемого ПКМ. Рассмотрено применение результатов полного факторного эксперимента для построения линейной модели. Установлено, что на основании экспериментальных данных могут быть рассчитаны коэффициенты регрессии и построена математическая модель в реальном факторном пространстве.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, информационное моделирование, физическое моделирование, планирование эксперимента, полимерные композиционные материалы

**Ю. А. Фоменко, С. В. Тимофеев, Ю. Ю. Виладина, А. А. Лысенко, О. В. Асташкина, В. В. Марценюк**

**РАЗРАБОТКА И СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ С ФТОРОПЛАСТОВЫМИ МАТРИЦАМИ**

*В статье рассмотрены углепластики на основе графитированных волокон (наполнители) и различных фторопластов (матрицы). Изучено влияние содержания фторопластов на пористость, электропроводность (удельное электрическое сопротивление) и гидрофобность композитов. Показано, что практически для всех композитов пористость изменяется экстремально с увеличением содержания фторопластов в образцах. Приводится объяснение этому феномену. Удельное электрическое сопротивление композитов зависит от содержания в них матрицы. При этом значительный рост сопротивления наблюдается при содержании фторопластов более 5–7 масс. %, т. е. при таких же значениях содержания фторополимеров, при которых происходит снижение пористости образцов. Все композиты обладают повышенной гидрофобностью.*

**Ключевые слова:** композиты, углеродные волокна, фторопласты, пористость, удельное электрическое сопротивление, краевой угол смачивания.

**А. А. Лысенко, В. В. Марценюк, Н. А. Грозова**  
**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОД-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ТКАНОЙ ОСНОВЕ**

*Предложена блок-схема получения углерод-полимерных композитов с фторопластовыми матрицами различных типов. Методом пропитки получены композиционные материалы с содержанием фторопластовых матриц 5 и 10 масс. %. Определены некоторые характеристики для полученных углерод-полимерных композитов и аналогов. Построены карты распределения толщины по площади полученных композитов и аналогов (карты разнотолщинности), в зависимости от содержания фторопласта и термообработки. Показано, что методом капельной*

пропитки удается получить углерод-полимерные композиты с меньшими отклонениями толщины от средних значений, чем для выбранных аналогов.

**Ключевые слова:** газодиффузионные подложки, углеродная графитированная ткань, фторопласт, свойства газодиффузионных подложек, карты разнотолщинности.

**А. А. Лысенко, В. В. Марценюк, Д. В. Пяташева**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕРОД-ФТОРОПЛАСТОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОЛОКНИСТОЙ СТРУКТУРЫ**

Отработана методика изготовления углерод-фторопластовых композиционных материалов, состоящих из тканых и нетканых углеродных волокнистых материалов и фторопластовых матриц. Определены поверхностная плотность, гидрофобность и удельное электрическое сопротивление образцов углерод-фторопластовых композитов. Исследованы зависимости удельного электрического сопротивления и кажущейся плотности от содержания фторопласта в композитах.

**Ключевые слова:** водородная энергетика, газодиффузионные подложки, углерод-фторопластовые композиты, электрическое сопротивление, гидрофобность.

**А. С. Щербаков, А. С. Мостовой, С. В. Арзамасцев, Д. А. Петрова**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СВОЙСТВА СТЕКЛОПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРНОЙ СМОЛЫ**

Исследована возможность использования в качестве модифицирующих добавок углеродных нанотрубок марки «Таунит». Рассмотрена эффективность СВЧ модификации полиэфирной композиции и готового стеклопластика. Влияние углеродных нанотрубок и СВЧ модификации на процессы структурообразования композитов выявлены методом дифференциально-сканирующей калориметрии. Показано, что введение углеродных нанотрубок в полиэфирную матрицу приводит к интенсификации процесса ее отверждения, а СВЧ модификация дополнительно ускоряет начало реакции.

**Ключевые слова:** полиэфирная смола, углеродные нанотрубки, СВЧ излучение, гомогенизация, физико-механические свойства.

**Н. А. Сажнев, Н. Р. Кильдеева**

#### **РАЗРАБОТКА НЕ РАСТВОРИМЫХ В ВОДЕ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО ФИБРОИНА**

Установлены закономерности конформационного перехода в фиброине в водно-спиртовых растворах, которые позволили разработать методы модификации биополимеров в формовочных растворах или в готовом полимерном материале. Определены пути управления процессами формования биodeградируемых волокон и гидрогелей путем контролируемой модификации биополимера фиброина. С использованием предложенных технологических решений в области формования не растворимых в воде биополимерных материалов, основанных на реализации перехода фиброина в  $\beta$ -конформацию, были разработаны биополимерные материалы на основе фиброина.

**Ключевые слова:** фиброин, гидрогели,  $\beta$ -конформация, нановолокна.

**М. А. Середина**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН НА ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ СМЕСОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

Описаны исследования процессов термоллиза и горения волокнистых смесей, содержащих термостойкие волокна Терлон и Русар.

**Ключевые слова:** термоллиз, карбонизованный остаток, кислородный индекс, горение, замедлители горения.

**Л. А. Щербина, В. М. Чикунская, В. А. Огородников, И. А. Будкуте**

#### **ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ИОНОГЕННЫХ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА**

## *И 2-АКРИЛАМИД-2-МЕТИЛПРОПАНСУЛЬФОКИСЛОТЫ (ОБЗОР)*

*Обобщены результаты исследований процессов гомофазного синтеза сополимеров на основе акрилонитрила и 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты в 51,5 %-ном водном растворе роданида натрия и диметилформамиде при варьировании в широких пределах содержания кислотного сомономера в мономерной смеси. Представлены реологические свойства разбавленных и концентрированных растворов поли [акрилонитрил — со — 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты. Рассмотрены варианты формирования на их основе гранулированных и волокнистых сорбционно-активных материалов. Проанализированы данные об их сорбционной активности по отношению к ионам цинка. Отмечено наличие эффекта сверхэквивалентной сорбционной активности у разрабатываемых ионогенных материалов. Выдвинута гипотеза, объясняющая возможные причины данного эффекта.*

**Ключевые слова:** *акрилонитрил, 2-акриламид-2-метилпропансульфокислота, гомофазный свободно-радикальный синтез, характеристическая вязкость, эффективная вязкость, прядильный раствор, ионит, сорбция, обменная емкость.*

## **Л. А. Щербина, Я. Ю. Руденок, В. В. Шабловская, И. А. Будкуте**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СИНТЕЗА ВОЛОКНООБРАЗУЮЩЕГО СОПОЛИМЕРА АКРИЛОНИТРИЛА В ПРИСУТСТВИИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА КРЕМНИЯ)**

*Рассмотрен процесс сополимеризации акрилонитрила, метилакрилата и итаконовой кислоты в водном растворе роданида натрия в присутствии в качестве модификатора наноразмерных частиц аморфного оксида кремния (IV) марок Аэросил R972 и Аэросил 200 при их содержании в реакционной смеси 0,1 %, 0,25 %, 0,5 %, 1,0 % (от массы реакционной смеси). Определен нелинейный характер зависимостей динамики данного процесса и ее кинетических параметров, а также характеристической вязкости от содержания в реакционной среде модификатора. Выдвинуты гипотезы, объясняющие выявленные закономерности.*

**Ключевые слова:** *акрилонитрил, метилакрилат, итаконовая кислота, сополимер, динамика синтеза, кинетика, наноразмерная частица, оксид кремния, характеристическая вязкость, клеточный эффект, гель-эффект.*