

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

Экспериментальные данные показали, что при смешивании натрийкарбоксиметилцеллюлозы и полиакриламида в определенной температуре и в определенных технологических условиях в нейтральной и слабокислой среде образуются интерполимерные комплексы связанные с электростатическими взаимодействиями и доказаны методом ИК-спектроскопии.

Key words: sodium carboxymethylcellulose, polyacrylamide, polyelectrolyte, interpolymer complexes, IR spectroscopy method.

In this work, interpolymer complexes based on polyelectrolytes of sodium carboxymethylcellulose and polyacrylamide were obtained and studied by IR spectroscopy. Experimental data have shown that when sodium carboxymethylcellulose and polyacrylamide are mixed at a certain temperature and under certain technological conditions in a neutral and slightly acidic medium, interpolymer complexes associated with electrostatic interactions are formed and proved by IR spectroscopy.

Иноғомов Собитжон

Ёқубжонович

Асроров Уммат Алишер ўғли

Абед Фотима Ж

Дусиёров Низомиддин

Мухамедов Гофиржон

Исроилович

– Тошкент фармацевтика институти, Физика, математика ва ахборот технологиялари кафедраси профессори, техника фанлари доктори

– Ўзбекистон миллий университетининг докторанти

– Тошкент фармацевтика институти, Фармация йўналиши 5-курс талабаси

– Ўзбекистон ФА, Полимерлар кимёси ва физикаси институти кичик илмий ходими

– Чирчиқ Давлат педагогика институти ректори, кимё фанлари доктори, профессор

О РАЗРАБОТКЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ И РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОТ КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

У.К. Кучков, К.С. Негматова, С.С. Негматов, Ш.В. Рахманов, М.Э. Икрамова, Н.С. Абед, С.У. Султонов, М.М. Бабаханова, Н.А. Икрамов, Б.М. Тожибоев

ГУП “Фан ва тараққиёт” ТГТУ

Введение. На сегодняшний день коррозионные процессы создают огромные проблемы мировой экономике. По самым скромным подсчетам, около 15-20 % ежегодно происходит потеря металла от коррозии. Особенно нефтегазовой и металлургической отрасли промышленности из-за износа металлических запасов, недостаточного ремонта и повышенной коррозионной эрозией в рабочей среде происходит преждевременная потеря деталей оборудования и трубопроводов из-за влияния агрессивных сред.

Основной причиной, вызывающей коррозионное разрушение металлов и сплавов, является протекание на их поверхности физико-химических реакций. В зависимости от характера этих реакций и соответственно механизма протекания коррозионные процессы происходят как – химические так и электрохимические коррозии:

1. Химическая коррозия происходит при непосредственном химическом взаимодействии между металлом и газообразными веществами (воздухом, кислородом, оксиды азота, хлора, серные ангидриды, хлористый водород и другими агрессивными средами);

2. Электрохимическая коррозия происходит в процессе взаимодействия металлов с водными растворами электролитов, в частности раствора грунта, водных растворов солей, кислот, щелочей, сопровождающиеся возникновением в системе электрического тока.

Необходимо отметить, что продление срока службы трубопроводов и деталей оборудования, во всем мире, в том числе и у нас в республике в нефтегазовой, металлургической и других отраслей промышленности, осуществляется, в основном, с применением импортируемых дорогостоящих защитных композиционных материалов и покрытий на их основе, которой является ключевым технико-экономическим вопросом.

В республике практически отсутствуют производства для выпуска антикоррозионных композиционных материалов и получения на их основе защитных покрытий.

В связи с этим, проведение исследований и разработка эффективных антикоррозионных композиционных материалов на основе местного сырья и промышленных отходов и их применение для защиты от коррозии трубопроводов, рабочих органов оборудования и конструкций нефтегазовой,

металлургической и других отраслей промышленности является актуальной проблемой.

Целью данной работы является разработка эффективных составов и ресурсосберегающих технологии получения импортозамещающих новых композиционных полимерных материалов на основе местного сырья и отходов производства с низкой себестоимостью с целью получения коррозионностойких покрытий для защиты поверхности металлических труб, рабочих органов оборудования и конструкций, применяемых в нефтегазовой, металлургической и других отраслей промышленности.

Объекты и методы исследования. Выбор и обоснование объекта и методика исследований в проводимый нами работе, рассматривает результаты исследований по разработке коррозионностойких композиционных полимерных материалов для применения в качестве покрытий трубопроводов нефтегазовой промышленности, находящихся под землей, коррозия которых происходит, в основном, за счет прохождения электрохимических реакций на поверхности металлических труб, а также оборудования и конструкциях

металлургических производств, находящихся в среде воздуха и различных газов, коррозия которых, в основном происходит за счет химической реакции на их поверхности.

Учитывая условий протекания коррозии металлов для разработки и получения композиционных полимерных материалов были выбраны определенные полимеры и органоминеральные ингредиенты на основе отходов производств и местного сырья. Это термореактивные эпоксидные олигомеры, их производные и полимеры на их основе, обладающие сетчатый структуры и хороший физико-механических и антикоррозионных свойств.

С целью дальнейшего улучшению коррозионностойких свойств и повышения долговечности покрытий из них для их модификации и удешевление их стоимости, нами были выбраны органоминеральные ингредиенты на основе местного сырья и отходов производств, а также способы физико-механо-химической их обработки, приводящих к синергетическому эффекту, позволяющих существенно повысить физико-механических и коррозионностойких свойств. В таблице 1 приведены характеристики выбранных объектов исследований.

Таблице 1

Характеристики выбранных объектов исследований

Материалы	Марка	Нормативный документ	Назначение	Форма наполнителя	Размер частиц наполнителя, мкм
Эпоксидные смолы	ЭД-16 ЭД-20 ЭД-22	ГОСТ 105-87	Полимерные связующие	Вязко-текучий	-
Производные эпоксидные смолы	ФАЭД-20 ЭИС-1 Э-187	ТУ-6-05-211 ТУ-6-05-1747-76	Полимерные связующие	Вязко-текучий	-
Полиэтилен	ПЭВП		Полимерные связующие	Порошкообразный	3-10
Сталь	СТ. 3	ГОСТ 501	Подложки	твердый	-
Дибутилфталат	ДБФ	ГОСТ 8728-66	Пластификатор	Жидкий	-
Полиэтиленполиамин	ПЭПА	ТУ-6-02-594 СТУ-49-2529-69	Отвердитель	Жидкий	-
Госсиполовая смола	ГС	ГОСТ-18-114-83	Модификатор	Жидкий	-
Алюминиевая пудра	ПАК	ГОСТ 5494-71	Наполнитель	Порошковая	3-5
Графит	ГФ	ГОСТ 44404	Наполнитель	Пластинчатый	20-50
Тальк	А	ГОСТ 878-52	Наполнитель	Чешуйчатый порошок	5-10
Каолин Ангренский	КА	ГОСТ 6138	Наполнитель	порошок	5-10
Фосфогипс	ФГ	Отход Алмалыкского химического завода удобрений	Наполнитель	Порошкообразный	3-8
Кварцевый песок	-	ГОСТ 8424-72	Наполнитель	Порошкообразный	15-20

Стекловолоконное волокно	СТВ	ТУ-11-191	Наполнитель	Порошкообразный	20-30
Резиновый порошок	РП	-	Модификатор	Порошкообразный	20-50
Фосфошлак	ФШ	Отход Новоангренского ТЕС	Наполнитель	Порошкообразный	3-5
ОЗИФ-МБ	-	-	Отход золотоизвлекатель ной фабрики Маржанбулакской	Порошкообразный	3-5
Моноэтаноламин	-	ТУ 2423-159- 00203335-2004		Жидкий	-
Диэтаноламин	-	ТУ 2423-151- 00203335-2003		Жидкий	-
Триэтаноламин	-	ТУ 6-09-2448-91		Жидкий	-
Нефтеабадская глина	-	-	Красная глина	Порошкообразный	3-5
Окись цинка	-	ГОСТ 10262-73	Сиккативы	Порошкообразный	3-5
Окись титан	-	ГОСТ 9808-94	Сиккативы	Порошкообразный	3-5
Отход моторное масло	-	Отход отработанное масло	Пластификатор	Жидкий	-

Основными компонентами антикоррозионных реагентов (покрытия) являются: полимерные связующие, пластификаторы, отвердители, сиккативы, наполнители, растворители и разбавители.

Полимерные связующие – это основа для покрытий состоящих из эпоксидных смол или их производных (ЭД-16, ЭД-20, ЭД-22, ФАЭД-20, ЭИС-1, Э-187).

Пластификаторы – вещества, придающие покрытию эластичность, пластичность и замедляющие его старение (ДБФ, госсиполовая смола).

Отвердители – вещества, при взаимодействии с эпоксидной смолой меняет структуру молекулы, и при этом вещество превращается в полимер (Полиэтиленполиамин, моноэтаноламин, диэтаноламин, триэтаноламин).

Сиккативы - соли поливалентных металлов, которые ускоряют отверждение и высыхание полученной композиции. В качестве сиккативы используются соединения марганца, кобальта, цинка, кальция, титан и др. Их целевое назначение ускорить высыхание полученной композиции (Окись цинка, окись титан).

Наполнители – вещества, которые используются для улучшения прочности, устойчивости к воздействию влаги, для увеличения объема смолы, уменьшают густоты смолы, способствуют приданию необычного внешнего вида изделиям из смолы и приводящих к уменьшению себестоимости композиции (Алюминиевая пудра, графит, тальк, каолин Ангренский, фосфогипс,

кварцевый песок, стекловолоконное волокно, фосфошлак, ОЗИФ-МБ, Нефтеабадская глина).

При выполнении исследования использованы современные методы физико-химического анализа для исследования структуры, состава и свойства полимерных связующих, органоминеральных ингредиентов и разрабатываемых антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе.

Полученные результаты и их обсуждение. В данной работе приводятся результаты исследований по составу, химической устойчивости и физико-механические характеристики разрабатываемых антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на основе эпоксидного полимера и органоминеральных наполнителей.

Для разработки эффективных антикоррозионных полимерных материалов и покрытий на их основе, нами на основе анализа современных литературных источников и результатов предварительного исследования были разработаны модельные составы антикоррозионных полимерных материалов. При этом в первую очередь были проведены исследования химической устойчивости, разработанных антикоррозионных полимерных материалов.

В таблице 2 приведены результаты исследований химической устойчивости разработанного антикоррозионного композиционного полимерного материала на основе олигомера ЭД-20 в воде и в среде растворов кислот.

Таблица 2

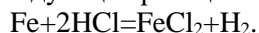
Химическая устойчивость разработанных антикоррозионных композиционных полимерных покрытий на основе эпоксидного полимера - ЭД-20

№	Свойства	Показатели коррозионности, %
Время выдерживания в воде – 30 дней		
Масса металлической пластинки – 100 г		
1.	4,0% раствор уксусной кислоты (CH ₃ COOH)	0,54
2.	4,0% раствор азотной кислоты (HNO ₃)	0,71
3.	В воде	0,76
4.	4,0% раствор серной кислоты (H ₂ SO ₄)	0,78
5.	4,0% раствор соляной кислоты (HCl)	1,18

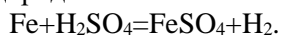
Как видно из полученных результатов, разбавленные водные растворы кислот сильно окисляют металла и в конечном итоге железо разрушается, покрываясь рыхлым слоем ржавчины, образуя оксиды металлов:



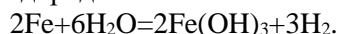
В процессе коррозии в кислых средах происходит следующие реакции:



Железа + соляная кислота = Хлорид железа и водород



Железа + серная кислота = Сульфат железа и водород



Железа + вода = Гидроксид железа и водород

На коррозию в этом случае влияет скорость реакции выделения водорода, которая зависит от природы металла и вида поверхности, а также от pH раствора и температуры.

При взаимодействии металла с

растворами кислот выделяется ионы водорода и происходит водородная деполяризация. Поэтому при этом ускоряется процесс коррозии. Этот процесс происходит и при кислородной деполяризации. За счет окисления металлов происходит коррозия.

Нами были разработаны и внедрены антикоррозионный композиционный полимерный материал для защиты от коррозии насосно-компрессорных труб установки применяемых при бурении нефтегазовых скважин.

На этом слайде приведены результаты важнейших физико-механических свойств разработанного антикоррозионного композиционного полимерного материала на основе олигомера ЭД-20.

Как видно из таблиц, разработанная антикоррозионная полимерная композиция по сравнению существующим антикоррозионным покрытиям (Российского производства) по физико-механическим свойствам показывает намного лучшие результаты.

Таблица 3

Физико-механические свойства композиционных полимерных покрытий на основе эпоксидного полимера - ЭД-20

№	Свойства	Показатели	
		Антикоррозионный композиционный полимерный материал	Антикоррозийное покрытие SikaCor ZincR (Россия)
1.	Модуль упругости при изгибе, E _{из} , ГПа	210	208
2.	Прочность на изгиб, σ _{из} , кГ/мм ²	650	540
3.	Теплостойкость на Вике, К	423	373
4.	Диэлектрическая абсорбция, ε	6,8	6,2
5.	Удельное объемное электрическое сопротивление ρ _v , 10 ¹⁴ Ом·см	31,8	29,7
6.	Удельное поверхностное электрическое сопротивление ρ _s , 10 ¹⁴ Ом·см	17	15,4

В таблице 4 проведены физико-химические и адгезионные характеристики разработанного антикоррозионного композиционного материала на основе эпоксидного полимера ЭД-20 и органоминеральных модификаторов и

покрытий на их основе для поверхности насосно-компрессорных труб (НКТ) породоразрушающего инструмента, применяемых при бурении нефтегазовых скважин предприятий АО «Нефть ва газ

кудукларини синаш» Кашкадарьинской области.

В таблице также приведены характеристики антикоррозионных покрытий по ГОСТу и характеристики разработанных антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе в водной среде, в среде минерализованной пластовой воды и в растворе соляной кислоты.

Испытания показали, что разработанный антикоррозионный композиционный полимерный материал и покрытия на их основе эффективно защищает насосно-компрессорных труб (НКТ) от коррозии и повысить срок служба насосно-компрессорной трубы в 2,5-3,0 раза. При этом экономический эффект составляет 156 млн. сумов за 10 тонн.

Таблица 4

Характеристики разработанного антикоррозионного композиционного полимерного покрытия – АКП

№	Наименование показателя	Норма по ГОСТу	Разработанная антикоррозионная композиция
1.	Наличие механических примесей	отсутствует	отсутствует
2.	Внешний вид пленки покрытия	гладкая поверхность без морщин	Темно-коричневый, поверхность гладкий без морщин
3.	Условная вязкость при 20±0,5 ⁰ C (ГОСТ 8420-74)	60-70	70-80
4.	Массовая доля нелетучих в-в, % (ГОСТ 175.37.72)	40-60	50-70
5.	Время высыхания	30'-1 ч	30-60
6.	Адгезия, в баллах (метод решетчатых надрезов)	1	2-3
7.	Стойкость пленки при 20±0,5 ⁰ C, к действию воды		стойкий
8.	Стойкость пленки к действию 4,0% - ного раствора соляной кислоты (HCl)		стойкий
9.	Стойкость пленки к действию пластовой воды		стойкий

Как видно из таблицы 4, что характеристики разработанного антикоррозионного композиционного материала соответствует требованиям ГОСТа.

На основе комплексного анализа полученных результатов были разработаны эффективный состав антикоррозионного композиционного полимерного материала для получения покрытий на их основе. Состав антикоррозионных покрытий:

Госсиполовая смола – 50-60 % (пленкообразующий)

Микрокальцит – 10-15 % (наполнитель)

Отработанное моторное масло – до 1 % (пластификатор)

Окись цинка или окись титан – 2-3 % (сиккатив)

Растворитель – остальные (ИАФ-отход спиртовых производств).

В таблице 5 приведены сравнительные характеристики антикоррозионного материала по норме требований по ГОСТа и характеристики разработанных антикоррозионных композиционных материалов.

Таблица 5

Характеристики разработанных антикоррозионных композиционных материалов

№	Наименование показателя	Метод испытания	Норма по ГОСТу	Разработанная антикоррозионная композиция
1.	Наличие механических примесей	Визуально	отсутствует	отсутствует
2.	Внешний вид пленки покрытия	Визуально	гладкая поверхность без морщин	От темно-коричневого до черного гладкая, поверхность без морщин
3.	Условная вязкость при 20±0,5 ⁰ C	ГОСТ 8420-74	60-70	70-80
4.	Массовая доля нелетучих в-в, %	ГОСТ 175.37.72	40-60	50-70
5.	Время высыхания	ГОСТ	30-60	30-60

6.	Адгезия, в баллах	метод решетчатых надрезов	1	2-3
7.	Стойкость пленки при 20±0,5°C, к действие воды	ГОСТ	стойкий	устойчив
8.	Стойкость пленки к действие HCl - 23%	ГОСТ	стойкий	устойчив

Как видно, из таблицы разработанные нами антикоррозионный композиционный материал по всем характеристикам, не уступает аналогом по ГОСТу, а некоторым свойствам его превосходит.

Далее рассмотрим ожидаемые экономический эффект от применения разработанных антикоррозионных композиционных полимерных покрытий.

В таблице 6 приведены сравнительные стоимости разрабатываемого антикоррозионного композиционного

материала с антикоррозионными материалами, выпускаемых в Российской Федерации.

Как видно из таблицы экономический эффект от применения композиционных антикоррозионных покрытий в рабочих органах оборудования нефтегазовых скважин и трубопроводах, оборудованных и металлических конструкциях при применении 10 тонн композиционных антикоррозионных покрытий только за счет замены дорогостоящих импортируемых из России антикоррозионных материалов.

Таблица 6

Сравнительные стоимости импортируемых антикоррозионных материалов и разрабатываемого антикоррозионного композиционного материала

Сравнительная стоимость, тонн				
Антикоррозионный композиционный материал (Узбекистан)	Антикоррозионный материал Ингибитор В-2 (АМК-Групп Краснодар, Россия)	Антикоррозионный материал Ингибитор коррозии нефти марки «Кватрамин 1001» (Россия)	Антикоррозионное покрытие SikaCor ZincR (Friazinc R) (Россия)	Антикоррозионный материал CORTEC VPCI-337 (Россия)
12500 000 сум/тн. 89113,8 рубль/тн. 1200,2 \$ США/тн. Антикор-Уз.	28054000 сум/тн. 200 000 рубль/тн. 2693,73 \$ США/тн. Антикор-Ру-1	115000000 сум/тн. 813823,48 рубль/тн. 11095,2 \$ США/тн. Антикор-Ру-2	169937105 сум/тн. 1211500 рубль/тн. 16317,2 \$ США/тн. Антикор-Ру-3.	212748807,73 сум/тн. 1499719,87 рубль/тн. 20526,0 \$США/тн. Антикор-Ру-4

Заключение. Таким образом на основе проведенных исследований разработан и получен эффективные коррозионностойкие композиционные полимерные материалы для нанесения защитных покрытий на поверхности трубопроводов, оборудования и металлических конструкций нефтегазовой отрасли промышленности. Разработанные материалы по техническим характеристикам соответствует лучшим зарубежным аналогом и будет пользоваться определенным спросом на внутреннем и внешнем рынках, а также применение данных антикоррозионных композиционных полимерных материалов в производстве позволит получать большой экономический эффект.

В дальнейшем для коммерциализации результатов исследований антикоррозионного

композиционного полимерного материала и покрытий из них на основе местного сырья и отходов различных производств будет разработан еще новые эффективные составы композиции и оригинальная физико-механо-химическая технология их производства, позволяющих получать композиционных полимерных материалов с высокими коррозионностойкими, физико-механическими свойствами с низкой стоимостью для получения с высокой долговечностью защитных покрытий на поверхности нефте-газо-транспортных трубопроводов, оборудования и конструкций нефте-газовой отраслей промышленности, а также будет создано мини производство, которое в определенном масштабе сократить импорто-дорогостоящих зарубежных антикоррозионных материалов.

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