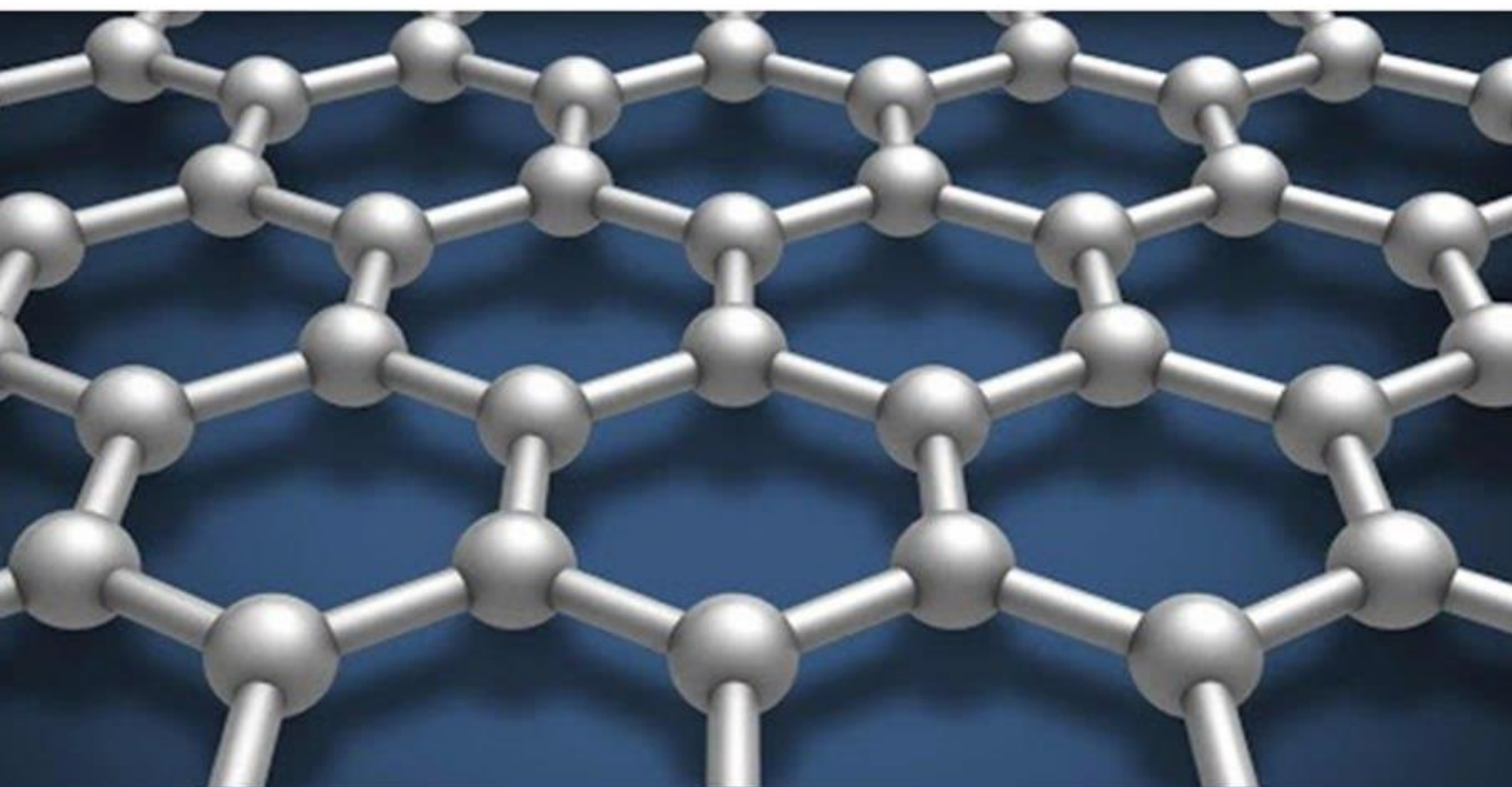


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ С СЕРОЙ В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОГО БЕТОНА

Н.Д. Аманова¹, Х.Х. Тураев¹, Э.С. Соттикулов², Ю.А.Махмудова¹

¹Термезский государственный университет, ²ООО«Ташкенский научно-исследовательский институт химической технологии

Введение. Серобетон — инновационный и экологически чистый строительный материал, который в последние годы привлек к себе значительное внимание. Серный бетон, разработанный как альтернатива традиционному бетону на основе цемента, предлагает уникальные свойства и преимущества, которые делают его подходящим для различных строительных применений[1-3].

В серобетоне сера в первую очередь действует как связующее вещество. В состав также входят другие компоненты, такие как обломки горных пород, песок, зола и стабилизаторы. Благодаря низкой пористости и высокой плотности смеси серный бетон обладает превосходной прочностью по сравнению с традиционным цементным бетоном. Уникальную матричную структуру серобетона можно объяснить сочетанием серы и включенных заполнителей[4].

Серобетон в основном состоит из серы, которая действует как связующее вещество, а также таких заполнителей, как обломки горных пород, песок, летучая зола и стабилизирующие материалы. Сера, побочный продукт нефтегазовой промышленности, широко распространена и недорога, что делает ее привлекательным выбором для использования в строительных материалах. Этот тип бетона имеет следующие преимущества[5].

Повышенная прочность: серный бетон демонстрирует превосходную прочность по сравнению с традиционным цементным бетоном благодаря низкой пористости и высокой плотности смеси. В результате получается более прочный и долговечный строительный материал[6].

Более быстрое время отверждения: в отличие от бетона на основе цемента, затвердевание которого может занять несколько недель, серный бетон быстро затвердевает, что сокращает время строительства и затраты на рабочую силу[7-9].

Хотя серный бетон предлагает ряд преимуществ, он также имеет некоторые проблемы и ограничения. Например, высокая температура плавления серы может сделать процесс производства более энергоемким. Кроме того, долгосрочные характеристики

серобетона при экстремальных колебаниях температуры все еще изучаются. Поскольку спрос на экологически чистые и эффективные строительные материалы продолжает расти, потенциал серобетона в строительной отрасли является многообещающим. Благодаря постоянным исследованиям и разработкам серобетон может стать более широко распространенным решением, способствуя созданию более зеленой и устойчивой искусственной среды[10].

Серобетон в основном использовался в морских сооружениях, плотинах и подземных инженерных системах из-за его высокой прочности, плотности и низкой пористости. В строительной отрасли портландцементный бетон является наиболее распространенным материалом. Однако он имеет ряд недостатков, таких как повышенная пористость, влияющая на морозостойкость, приводящая к ухудшению качества бетона зимой или в условиях повышенной влажности. Кроме того, портландцементный бетон обладает плохой химической и коррозионной стойкостью, высокими водопоглощающими свойствами и неудовлетворительными физико-механическими свойствами, включая долговечность, модуль упругости и коэффициент теплового расширения. Напротив, серобетон демонстрирует превосходные характеристики по сравнению с портландцементным бетоном[11].

Объекты и методы исследование. Орторомбическая сера, также известная как альфа-сера или ромбическая сера, является одним из различных аллотропов элементарной серы. Он характеризуется своей уникальной кристаллической структурой, которая демонстрирует ромбическую симметрию — кристаллическую систему, определяемую тремя неравными осями, пересекающимися под прямым углом. Эта особая структура отличает ромбическую серу от других аллотропов серы, таких как моноклинная сера (бета-сера) и аморфная сера. При комнатной температуре и атмосферном давлении ромбическая сера является наиболее стабильным аллотропом серы, что делает ее наиболее распространенной формой, встречающейся в природе. Он представляет собой желтое хрупкое твердое вещество без

запаха и вкуса. Благодаря своей стабильности ромбическая сера играет решающую роль в различных промышленных применениях и химических процессах.

В данной исследовательской работе ромбическая сера и азотсодержащие органические соединения были использованы для серного бетона.

Термогравиметрический анализ.

Целью проведения термогравиметрического анализа (ТГ) модификатора было исследование его реакции на термообработку. ТГ-анализ проводили с использованием Thermo Scientific GC1310 в сочетании с Tsq 9000\TA Instruments STD 650 (США). Температурный диапазон анализа устанавливался в пределах 100-1000 °С.

Оценка коэффициента теплового расширения. Коэффициент теплового расширения является ценным показателем эффективности бетона при различных температурных условиях. Коэффициент для бетона, модифицированного серой, был измерен и сравнен с традиционными бетонами, такими как бетон на портландцементе. В этом анализе образцы бетона первоначально погружались в воду на два дня при различных температурных диапазонах от 10°C до 50°C. После погружения измеряли длину бетона. На заключительном этапе с помощью дифференциального преобразователя оценивались изменения длины бетона при различных температурах. Линейное расширение образцов было зарегистрировано со скоростью 0,2°C/мин.

Приготовление модификаторов серы. В термостойком химическом стакане емкостью 100 мл, снабженном механической мешалкой, масляной баней и электрической плитой, 10 г серы нагревали при постоянном перемешивании до температуры 185°C в течение 30 минут, образуя прозрачную вязкую мандариновую массу. цветная жидкая сера. Далее к жидкому раствору серы при непрерывном перемешивании добавляли 0,6 г модификатора, поддерживая температуру 185-190°C в течение 1 часа. По итогам реакции наблюдалось небольшое снижение вязкости и образование коричневой серы и сомономеров на основе азотсодержащего модификатора (рис. 1).

По завершении процесса реакции полученный продукт с помощью шпателя переносили из химического стакана в специальную емкость и давали остыть до комнатной температуры. Полученный сополимер серы затем нагревали до 180-190 °С в реакторе из нержавеющей стали,

снабженном механической мешалкой и термостатируемой масляной баней, до образования жидкой фазы. В результате модификации серы с азотсодержащими соединениями было получено.

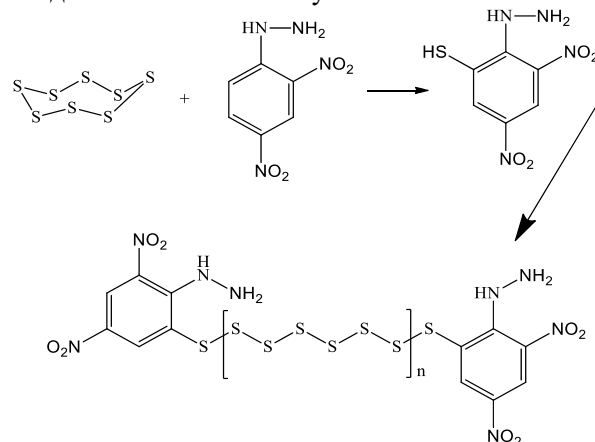


Рисунок 1. Процедуры приготовления модификатора серы

Приготовление серобетона на основе азотсодержащими органическими соединениями. В начале приготовления серо-2,4-динитрофенилгидразин-модифицированного бетона необходимые компоненты (щебень, песок и зола-уноса) собирали и нагревали при 180 °С в течение 6 часов. Далее жидкий модификатор сера-2,4-динитрофенилгидразин объединяли с подготовленными ингредиентами (щебнем, песком и золой) в объемном соотношении 1:2,5. Полученную смесь затем нагревали при 140-160 °С в течение 30 минут. На последнем этапе нагретой смеси давали остыть до комнатной температуры, получая желаемый бетон, модифицированный серой-2,4-динитрофенилгидразином. После этого были оценены его механические и физические свойства

Результаты и обсуждение:

Термогравиметрический анализ (ТГА). Термогравиметрический анализ (ТГА) оказался важным инструментом для понимания термической стабильности и изменений состава серо-2,4-динитрофенилгидразинового бетона. Этот метод позволяет исследователям и специалистам отрасли оценить влияние добавления модификаторов серы в бетон, что приводит к улучшению эксплуатационных характеристик и долговечности материала. Бетон, модифицированный серой, привлек значительное внимание благодаря своим улучшенным свойствам, таким как повышенная стойкость к химическому воздействию, повышенная прочность и более короткое время схватывания. Однако

понимание термического поведения этих модификаций имеет решающее значение для оптимизации характеристик бетона и обеспечения его долговечности. Процесс ТГА включает в себя мониторинг изменений массы образца, когда он подвергается воздействию контролируемой температурной программы. В случае бетона, модифицированного серой, ТГА помогает идентифицировать стадии термического разложения модификатора серы, а также взаимодействия между серой и вяжущими компонентами в смеси. Анализируя полученные термогравиметрические данные, исследователи могут определить оптимальное количество используемого модификатора серы и идеальные условия твердения бетона.

Анализ термических характеристик выбранного способа модификации проводился методом термогравиметрического (ТГА) тестирования серо -2,4-динитрофенилгидразинового модификатора. Получены кривые ТГА модификатора сера-2,4-динитрофенилгидразин (рис. 2) и его термогравиметрические свойства (табл. 1). Тестирование ТГА включало измерение потребляемой энергии (мкВ*с/мг), процента потери веса (%) и потери веса (мг) для модификатора сера-2,4-динитрофенилгидразин при изменении температуры от 100 °С до 1000 °С.

Результаты показывают, что потеря массы серо-2,4-динитрофенилгидразинового модификатора была стабильной до 215 °С, так как это была температура сжижения модификатора. Потеря массы модификатора сера-2,4-динитрофенилгидразин началась после 220 °С и медленно снижалась до 230 °С. Затем она резко снизилась до 309,91 °С, где потеря массы составила 82,636 %, а остаток - 7,624. мг. Следующий тепловой пик был отмечен при 393,44 °С. Это подтверждает, что:

1. Модификатор бетон оставался стабильным до 210 °С.

Модификатор сера-2,4-динитрофенилгидразин продемонстрировал одностадийную термическую потерю массы. Процессы потери массы этого модификатора являются эндотермическими процессами, поскольку все пики являются эндотермическими, что указывает на то, что потеря массы этого бетона требует дополнительной энергии. Изменения массы производного $d(\text{масса})/dT$ ($\% / ^\circ\text{C}$) показали, что модификатор сера-2,4-динитрофенилгидразин имеет одну температуру улетучивания (пик) при 309,91 °С. Тепловой поток колебался до 260 °С, затем она внезапно снизилась до 309,91 °С из-за улетучивания модификатора сера-2,4-динитрофенилгидразин. После достижения этой температуры тепловой поток быстро увеличился до 400 °С и имел примерно стабильную тенденцию к увеличению.

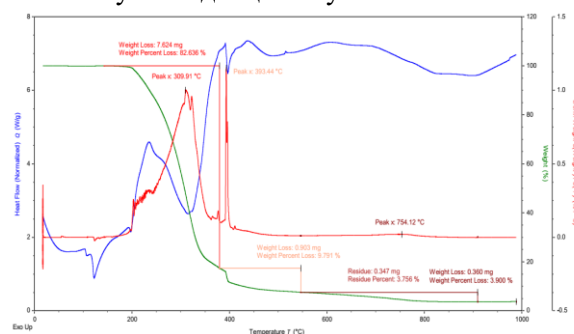


Рисунок 2. Термогравиметрические кривые модификатора сера-2,4-динитрофенилгидразин

Таким образом, использование термогравиметрического анализа для оценки модификаторов серы в бетоне дает ценную информацию о термической стабильности материала, разложении и взаимодействии с другими компонентами. Эти знания способствуют разработке высокоэффективных, долговечных и устойчивых решений из модифицированного серой бетона для строительной отрасли.

Таблица 1

Результаты термогравиметрии модификатора сера-2,4-динитрофенилгидразин

№	Температура, °С	Значения в потребляемой энергии, мкВ	Потеря веса, %	Скорость снижения веса, мг/мин
1	100	-0,00105	0,075	0,0155
2	200	-0,09585	0,84	0,6452
3	300	-0,856	43,206	0,688
4	400	-0,101	88,338	0,0538
5	500	-0,01322	91,855	0,018
6	600	-0,0125	93,022	0,0212
7	700	-0,0159	94,425	0,0258
8	800	-0,00725	96,114	0,0032
9	900	0,0109	96,312	0,00315
10	1000	0,00056	96,44	0,0031

Коэффициент теплового расширения.

Коэффициент теплового расширения имеет важное значение при проектировании конструкций, подверженных резким перепадам температур, таких как мосты, тротуары и здания в регионах со значительными сезонными перепадами температур. Правильный учет коэффициента теплового расширения при проектировании и строительстве этих конструкций может свести к минимуму риск термических напряжений, трещин и других форм ухудшения состояния.

Значение коэффициента термического расширения указывает на эффективность бетона при различных температурных условиях. Полученные данные свидетельствуют о том, что коэффициент теплового расширения бетона с добавлением модификатора сера-2,4-динитрофенилгидразин составляет $14,8 \times 10^{-6}/0^\circ\text{C}$. Такое низкое значение позволяет предположить, что выбранный серобетон демонстрирует повышенную эффективность в ответ на тепловые изменения. Также стоит отметить, что коэффициент термического расширения бетона на основе серо-2,4-динитрофенилгидразинового модификатора превосходит аналогичный показатель обычных бетонов, так как коэффициент термического расширения портландцементного бетона находится в пределах $10,0 \times 10^{-6}/0^\circ\text{C}$ до $13,0 \times 10^{-6}/0^\circ\text{C}$. Однако достижения в технологии бетона привели к разработке инновационных бетонных смесей с измененными коэффициентами термического расширения. Например, бетон, включающий

модификаторы сера-2,4-динитрофенилгидразин, демонстрирует более низкий коэффициент теплового расширения, составляющий около $14,8 \times 10^{-6}/0^\circ\text{C}$, что указывает на повышенную эффективность в ответ на изменения температуры.

Закключение. В этом исследовании был представлен новый тип бетона с использованием модификации серы-2,4-динитрофенилгидразина и изучены его разнообразные характеристики. Разработан новый модификатор сера-2,4-динитрофенилгидразин, его структура подтверждена физико-химическими методами анализа. Инновационный бетон был разработан с модификацией серы-2,4-динитрофенилгидразина и различными компонентами. Были определены свойства этого бетона, что привело к следующим ключевым выводам:

Результаты показали, что значение коэффициента теплового расширения для бетона, модифицированного серой-2,4-динитрофенилгидразином, составило $14,8 \times 10^{-6}/0^\circ\text{C}$.

Модификация сера-2,4-динитрофенилгидразина испытывает одностадийную термическую потерю массы, при этом процесс потери массы является эндотермическим.

Таким образом, обширные исследования в этом исследовании указывают на потенциал азотсодержащие органические соединения в качестве модификатора для серобетона.

ЛИТЕРАТУРА:

- Ерофеев В., Яушева Л., Булгаков А., Бобрышев А., Шафигуллин Л., Афонин В. Химическая стойкость серобетона // Достижения АИП. 2023, 13(6): с. 060021. <https://doi.org/10.1063/5.0118294>
- Ерофеев, В. Юсупова, А. Бобрышев, А. В кн. Активация серы и опал-кристобалит-тридимитовой фазы в технологии серобетона, IOP Conf Ser Mater Sci Eng 2018, 342: 042033.
- Гасеми С. Никудель, М. Р. Залули, А. Хамехчян М., Ализаде А., Юсефванд Ф., Раис Гасеми А. М. Оценка долговечности серобетона и портландбетона в лабораторных условиях и морской среде. J Mater Civil Eng 2022, 34(8): 04022167. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0004320](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004320)
- Гладких, В. Королев, Э. Хусид, Д. Сухачев, И. Свойства серосодержащего асфальтобетона, EPJ Web Conf 2016, 110: 04024. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20168604024>
- Грабовский Л., Глиняк М., Полек Д. Возможности использования отходов серы для производства технического бетона, EPJ Web Conf 2017, 143: 01032. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20171801032>
- Гульзар М.А., Рахим А., Али Б., Хан А.Х. Исследование потенциала переработки серобетона. J Build Eng 2021, 38: 102175. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102175>
- Гуменюк А., Хела Р., Полянских И., Гордина А., Яковлев Г. Долговечность бетона с искусственной термопластической добавкой серы, IOP Conf Ser Earth Environ Sci 2020, 522: 032012.
- Гутаровская Б., Котыня Р., Белинский Д., Аниска Р., Вренчицкий Ю., Пиотровская М., Козирог А., Берловская Ю., Дзюган П., Новая сероорганическая кислота. Полимербетонные композиты, содержащие отходы: Механические характеристики и устойчивость к биокоррозии. Материалы 2019, 12(16): 2602. <https://doi.org/10.3390/ma12162602>

Ш.А. Каримов, З.Б. Мирзарахимова. Технологические свойства спеченного покрытия системы Mo-TiC электроконтактным способом.....	106
А.А. Успанов, Г.Ж. Оразимбетова, А.Г. Нимчик. Исследование местные сырьевые материалы к применению в цементных заводах Каракалпакстана.....	109
Ф.Р. Норхужаев. Қишлоқ хўжалик машиналари ишчи органларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш.....	112
Р.Ф. Абдуллаева. Фрезалар учун металл қатламли композицияларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш.....	114
А.А. Фатхуллин. Увеличение износоустойчивости брони шаровых мельниц из хромистых сталей, введением карбидов ванадия и молибдена при плавке.....	117
М. Мухамеджанов, Н.Ф. Рахматова, А.А. Шохакимова, Н.Т. Рахматуллаева, Ш.К. Зокирова. Получение альдегидов крахмала и целлюлозы.....	119
А.Х. Rasulov, S.T. Jalolova, U.A. Hakimov. Mis- grafit kompozitlari olish uchun plazma-uchqqonli pishirish.....	122
С. Рамазанов, М. Арипова. Сурхондарё хомашёлари асосида оптимал портланцемент таркибларини ишлаб чиқиш ва хоссаларини ўрганиш.....	125
М.М. Якубов, Д.Б. Холикулов, О.М. Ёкубов, Х.Р. Хайдаралиев, М.С. Максудходжаева. Инновационные технологии переработки цинковых кеков.....	129
S.Sh. Xabibullayev, M.M. Abdulkarimov, Sh.S. Norqulov, N.N. Mamatova. Ko'kdumaloq Umid va Janubiy Kemachi konlarida yig'ish, dastlabki tayyorlash va saqlash tizimlarida mahsulotlarini tabiiy va texnologik yo'qotishlarni tahlil qilish..	131
A.N. Shodiyev, N.A. Boymurodov, A.M. Xo'jakulov. Tabiatda uchraydigan volfram rudasi turlari va uni boyitish jarayoni texnologiyasiga ilmiy yondashuv.....	135
Д.А. Байраева, А.У. Эркаев, М.Ш. Адилова, Ш.М. Холмуратов. Получение хлористого калия из флотационного продукта, полученного галургическим способом.....	138
Д.А. Байраева, А.У. Эркаев. Разработка комбинированной технологии получения белого кристаллического хлорида калия из промежуточного влажного кека – концентрата.....	142
М.Х. Икромов, Б.Н. Боборажабов, А.С. Ибадуллаев, Э.У. Тешабаева. Резино-битумные композиции для автомобильных дорог модифицированных дисперсными гибридными модификаторами.....	145
Н.А. Эркаева, А.Т. Каипбергенев, А.У. Эркаев, А.М. Реймов. Разработка технологии получения жидких синтетических моющих средств.....	148
М.М. Yakubov, J.B. Sunnatov, O.M. Yokubov, M.S. Maksudxodjaeva, S.O. Eshmuxamedov. Texnogen va oltin saqlagan xom ashyolarni pirometallurgik usulda qayta ishlash.....	152
А.Х. Abdullayev, D.M. Berdiyev. Yerga ishlov beruvchi ishchi organlarning yeyilishga chidamliligini yuqori xromli kukunlar bilan qoplash samaradorligini oshirish.....	154
М. Каршиев, К.И. Юнусалиева, С.А. Калауов, Б.Б. Полатов. Получение износостойкого покрытия методом газопламенного напыления с последующим оплавлением.....	157
М. Каршиев, К.И. Юнусалиева, М.Ю. Рахимов, Ш. Мустофоев, Т. Авезов, С.А. Калауов, Б.Б. Полатов. Восстановления зубчатых деталей методом газопламенного напыления.....	160
М.Ж. Жуманиёзов, З.А. Машарипова. Исследование гидролизованного лигнина для получения оптимального состава модификаторов ржавчины.....	163
Э.А. Махсетбаев, С.М. Туробжонов, А. Ибадуллаев, Э.У. Тешабаева. Получение, свойства и применение кубового остатка газопиролизной смолы в производстве и переработке эластомеров.....	166
4. Прикладные, экономические и экологические аспект применения композиционных материалов	
Ж.К. Мухамедов, С.М. Турабджанов, Н.К. Насирова, К.Г. Мухамедов. Снижение загрязненности сточных вод в кожевенном производстве.....	169
G.Sh. Juraeva. Composite materials in the automotive industry.....	175
А.А. Абдиназаров, А.А. Орипов, С.Ш. Хабибуллаев. Разработка быстросхватывающихся тампонажных смесей для изоляции зон поглощения бурового раствора.....	178
А.Ғ. Хамидов, С.Т. Розиев, Г. Юсупова, А.А. Набиев. Зависимость выхода гипохлорита калия от плотности тока и от положения электродов в электролизной установке.....	180
А.С. Хасанов, Ш.Ш. Турдиев. Изучение образование минералов платиноидов в месторождениях узбекистана и их перспектива развития.....	185
U.T. Muminova, L.M. Asatillaeva. Mental buzilishi tashxisi qo'yilgan bolalarning kiyimlari uchun matoni to'g'ri tanlashning muhumligi.....	189
А.С. Хасанов, Ш.Ш. Турдиев, Н.А. Боймуродов. Теоретические основы процесса переработки руд с извлечением благородных металлов и исследование технологии обогащения.....	192
М.Ш. Тоиров, К.А. Каримов, Б.Т. Мардонов, А.Х. Ахмедов. Применение композиционных материалов для изготовления режущих инструментов.....	194
А.С. Хасанов, Ш.Ш. Турдиев, Н.А. Боймуродов. Изучение запасов платиноидов в рудах месторождения «Кальмакыр» с изучением химического и минералогического составов.....	197
J.F. Ismatov, S.M. Qodirov, X.A. Qurbonov. Dizellarga vodoroddan kampoziit yoqilg'i sifatida foydalanish orqali ekologik xususiyatlarini yaxshilash.....	201
J.F. Ismatov, A.I. Abdullayev. Qishloq xo'jaligi mashinalarida yoqilg'i jihozlarining plunjer juftliklarini nanokompozit galvanik kimyoviy qoplamalash usuli bilan tiklash.....	204
Н.Д. Аманова, Х.Х. Тураев, Э.С. Соттикулов, Ю.А. Махмудова. Применение органического соединения с серой в качестве модификатора для специального бетона.....	207