

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

УДК 666.291.1/667.622.11

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЕ ОТРАБОТАННОГО КАТАЛИЗАТОРА НИАП-1205 В СОСТАВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО ПИГМЕНТА

¹Жуманов Ю.К., ²Эминов А.М., ¹Кадилова З.Р., ¹Эминов А.А.

¹Институт общей и неорганической химии АН РУз., Ташкент,
Янгиерский филиал Ташкентского химико-технологического института, ashraf.1952@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность получения пигмента черного цвета на основе хромита никеля (NiCr_2O_4). Исследованы морфологические, гранулометрические, рентгенографические и оптические характеристики синтезированных кристаллических порошков хромоникель-келевой шпинели. На основе хромофорных оксидов никеля и хрома показана возможность получения керамических пигментов (зелёных и чёрных) методом твердофазного синтеза. Установлено, что при обжиге в интервале температур 800–1300 °С формируется шпинельная фаза NiCr_2O_4 (основная) в присутствии NiO (вторая фаза), обеспечивающая термическую стабильность и удовлетворительные колористические характеристики пигмента. Показана применимость НИАП-1205 в качестве основного компонента шихты для синтеза керамических пигментов в производстве тонкой керамики.

Ключевые слова: НИАП-1205, керамические пигменты, шпинель NiCr_2O_4 , рентгенофазовый анализ, СЭМ, ЭДС, глазурь, термообработка, тонкая керамика.

Введение. В настоящее время в Узбекистане не выпускаются керамические пигменты, хотя данная продукция востребована во многих отраслях, как: в производстве керамической плитки, фарфоровых изделий, изразцов, архитектурно-строительной керамики, сухих строительных смесей и др.

В основе синтеза и классификации керамических пигментов лежит структурный подход, предложенный Тумановым С.Г. Широко исследованы пигменты с кристаллическими решётками типа шпинели, корунда, циркона, граната. В работах Пища И.В. данная классификация была дополнена пигментами на основе кремнийсодержащих соединений. Необходимо синтезировать и исследовать пигменты с новыми типами кристаллических решёток, что позволит расширить теоретические основы синтеза керамических пигментов. [1].

Тенденция производства керамических пигментов основана на использовании нетрадиционного сырья, отходов переработки железной руды, шлаки, колчеданного пирита, отработанных катализаторов, а также на поиске новых способов получения керамических пигментов для новых огнеупорных прозрачных окрашивающих пигментов [1].

В связи с развитием в Республике Узбекистан производства фарфора, фаянса, настенной и напольной керамической плитки и керамогранита спрос на керамические пигменты значительно выросли. В результате увеличивается объем импорта керамических пигментов из зарубежных стран.

В настоящее время в Узбекистане не налажено производство керамических

пигментов, что предоставляет необходимость создания и развития данного сектора промышленности. В то же время на территории Республики Узбекистан имеются запасы никель-хромовых вторичных ресурсов, содержащих в отработанных катализаторах, что открывает новые возможности их использования в производстве пигментов. В совокупности никель-хром отличается зеленым и черным цветом благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам, что делает его перспективным натуральным и специализированным пигментом для окрашивания тонких керамических изделий.

Для промышленных катализаторов в качестве ионных носителей используют в основном γ -оксид алюминия, диатомит, цеолит, каолин и бентонит, а также их производные. При синтезе α - и γ -пиколинов широко используются катализаторы солей меди, ртути, цинка, кадмия, хрома и железа, а также их оксиды, приготовленные из различных ядер [2].

Путем добавления растворов солей ацетата хрома и магния был успешно синтезирован ультратонкий зеленый керамический пигмент Al_2TiO_5 с размером нано-кристаллов менее 50 нм и высокой температурной стабильностью до 1200 °С с использованием не гидролитического золь-гелевого метода, а с последующей термической обработкой при 750 °С [3].

Проведенное исследование показывает, что изменение цвета полировки пластмасс, эмалей и керамики (глазури), окрашенных пигментом РУ53 на основе титаната никеля происходит при термической обработке в различных пропорциях NiO в результате твердофазной реакции. Пигменты смешивались с

измельченными фриттами и наносились на металлические и керамические материалы для нанесения на эмали и керамические глазури соответственно. Для нанесения на пластик пигменты смешиваются с расплавленным полипропиленом (ПП) и образуются на пластиковых пластинах [4,5].

Пыль, образующаяся в нержавеющей стали (SSD-Stainless Steel Dust), таких как Fe и Cr, может быть использована для производства черных керамических пигментов типа $(Fe, Cr)_2O_3$, содержащих переходные металлы что позволило безвредно обрабатывать твердотельные накопители и открыло новые возможности для разработки черных керамических пигментов без кобальта. Оптимальными условиями получения черного керамического пигмента являются молярное соотношение Fe/Cr 1:1 и температура прокаливания $900^\circ C$, при этом основным фазовым составом пигмента в таких условиях был твердый раствор $(Fe_{1-x}Cr_x)_2O_3$ и шпинель. В этом случае пигмент имел высокую интенсивность поглощения и стабильность поглощения для различных диапазонов видимого света [6].

С целью улучшения экстракции Fe, Cr, Mn и Ni из пыли, образующейся из нержавеющей стали, и эффективной переработки пыли, образующейся из нержавеющей стали, в этом исследовании был представлен новый метод разработки высококачественных, доступных и экологически чистых черных керамических пигментов без кобальта. Результаты показали, что оптимальными параметрами для производства черных керамических пигментов без порошка нержавеющей стали, не содержащего кобальта, являются соотношение Fe/Cr/Mn/Ni 1:1:1:1 в смеси порошка нержавеющей стали и химических реагентов, температура синтеза и время выдержки $1125^\circ C$ и 30 минут соответственно [7].

На основе системы NiO-TiO₂ исследована возможность получения керамических пигментов из водных растворов солей методом совместного осаждения гидроксидов. Синтезированные пигменты обладали хорошими хромофорными параметрами и были стабильны при температуре до $1200^\circ C$, а также имели практические рекомендации по применению [8].

Изучена возможность получения кордиеритовых керамических пигментов из смесей талька, каолина и оксида алюминия кипячением и автоклавированием. Автоклавирование и кипячение для приготовления шихты, используемой для

изготовления керамических пигментов, оказалось целесообразным и перспективным, поскольку этот метод позволил максимально нейтрализовать и сделать компоненты шихты однородными [9].

В работе [10] представлены результаты исследования возможности синтеза пигментов со структурой волластонита различными методами. Приведены методы направленного регулирования процессов структурного образования и фазообразования для синтеза пигментов с высокими физико-химическими свойствами. Установлена взаимосвязь температурно-временных параметров синтеза, количества введенных хромофорных ионов, способа образования и количества цветовых фаз, при которых образуется насыщенный цвет пигментов и обеспечивается широкая цветовая гамма. Получаются пигменты широкой палитры: зеленый, коричневый, синий.

Исследованы процессы синтеза керамических пигментов со структурами диортосиликатов – геленита, гардистонита и окерманита при использовании природных волластонита и нефелиновой глины. Установлено, что реакции синтеза в температурном диапазоне $1100-1200^\circ C$ в присутствии нефелиновой глины проходят более успешно, чем волластонит, однако наличие оксида железа в нефелиновой глине отрицательно сказывалось на цветовых свойствах пигментов [11].

В работе [12] рассматривалась возможность получения керамических пигментов с муллитовой структурой на основе природных минералов (каолинита и топаза). Было установлено, что эти минералы перспективны для синтеза керамических пигментов. Важно отметить, что использование натуральных материалов вместо дорогостоящих химикатов и снижение температуры синтеза пигментов сделали технологию более рентабельной.

Изучены возможности использования природного цеолита для синтеза керамических пигментов. Проанализированы свойства изоморфизма двух- и трехвалентных катионов в решетке цеолита. Установлено, что с помощью цеолитной структуры с добавками (оксид алюминия, волластонит) можно получать пигменты со структурой анортита и муллита [13].

Твердые растворы $Co_xNi_{3-x}P_2O_8$ ($0 \leq x \leq 3$) синтезировали методом химического осаждения. Вариации параметров элементарной ячейки (cell) и межатомных расстояний показали, что эти твердые растворы со структурой $Ni_3P_2O_8$ находятся в диапазоне

температур от 800 до 1200°С в формулах $0 \leq x \leq 1,5$, а твердые растворы от 800 до 1000°С ($0 \leq x \leq 3$) $\text{Co}_x\text{Ni}_{3-x}\text{P}_2\text{O}_8$ ($0 \leq x \leq 1,5$) были синтезированы методом химического совместного осаждения. Желтый цвет соединения $\text{Ni}_3\text{P}_2\text{O}_8$ изменился на розовый или красный при введении в структуру ионов Co(II) с образованием твердых растворов $\text{Ni}_3\text{P}_2\text{O}_8$. Линии, соответствующие второму и третьему электронным переходам ионов Co(II) в октаэдрической координации, появлялись в УФ - V спектрах в диапазоне 450-600 нм и отвечали за наблюдаемые изменения цвета. Поглощение в видимом спектре также было получено из образцов эмали, но со значительным поглощением при $x > 1,0$ при 650 Нм, что увеличивало синий цвет новой полосы, а цвет образцов эмали был желтым, коричневым, зеленым и синим [14].

Материалы и методы исследования. Объект исследования - отработанный катализатор НИАП-1205 в исходном и термообработанном состоянии. Подготовка образцов: дробление и тонкий помол (планетарная шаровая мельница) с последующим просевом до фракции $\leq 0,071$ мм. Из порошка формовали таблетки диаметром 16 мм и подвергали обжигу при 800–1300 °С.

Химический анализ использовали для оценки валовых составов. Рентгенофазовый анализ выполняли на дифрактометре SHIMADZU LABX XRD-6100 ($\text{CuK}\alpha$, Ni-фильтр, $\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$) с идентификацией фаз по международным базам. Морфологию и

микроструктуру изучали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ, JSM-IT210) с энергией ускоряющего напряжения 5–20 кВ; элементный состав — методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС) [15,16].

Экспериментальная часть. Сначала образцы подвергались механической обработке. Механическая обработка отработанного катализатора-важный этап подготовки этого минерала к использованию в качестве сырья для керамических пигментов. Этот процесс включает в себя несколько основных этапов для получения порошка желаемого качества и свойств. В этом процессе гранула сначала разбивается на более мелкие фракции с помощью механических сил, в результате чего большая часть минерала разбивается на более мелкие кусочки. После фазы дробления мелкие фракции переходили к фазе мелкого дробления на планетарной шаровой мельнице, а затем просеивали через сито размером частиц до 0,071 мм. Из полученного порошка с помощью формы диаметром 16 мм делали несколько таблеток, которые затем обжигали до температуры 800-1300°С.

Результаты исследования и их обсуждение. Навойское азотное акционерное общество в цехе производства цианистой кислоты №12-19 с применением органического синтеза и нитронного волокна для очистки природного газа от сернистых органических соединений используется катализатор НИАП 12-05.

Таблица 1
Химический состав катализатора НИАП-1205 (по ТУ 11303-00209510-97-2003).

№ н/п	Наименование показателя	Катализатор НИАП-1205 неиспользованный	Катализатор НИАП-1205 отработанный
1.	Массовая доля никеля (в расчете на прокаленное вещество) %, не менее	48	23,0
2.	Массовая доля оксид хрома (Cr_2O_3)% не менее	27	7,03
3.	Массовая доля серы, % не более	-	25
4.	Массовая доля углерода, % не более	45	-

Результаты энергодисперсионно-рентгеновского спектроскопического (ЭДС) анализа показали основные дифракционные линии, связанные с элементами никеля, хрома, кислорода, а также с достаточным количеством углерода и алюминия, серы (рис.1).

Как видно из рис.1, пики, связанные с серой (на рисунке 1-а), присутствуют с высокой интенсивностью, поскольку отработанный катализатор НИАП 1205 используется для

очистки природного газа от сернистых соединений. При высоких температурах пики, относящиеся к сере, полностью исчезают (рис. 1-в). Появление пиков, связанных с серой, при очень малой интенсивности с повышением температуры можно объяснить появлением сернисто-ангидридной соли кальция за счет добавления кальция в качестве добавки в очень малых количествах.

Таблица 2

ЭДС-результаты исходного образца; обожженный при 1150 °C; 1300 °C; эталоны Cr₂O₃ и NiO.

a)	Элемент	Линия	Мас.%	Атом мас.%
a)	C	K	21,95±0.09	44.57±0.18
	O	K	17.54±0.08	26.74±0.13
	Al	K	0.29±0.01	0.26±0.01
	S	K	7.25±0.03	5.52±0.02
	Cr	K	16.77±0.07	7.87±0.03
	Ni	K	36.20±0.14	15.04±0.06
	общий		100.00	100.00
b)	C	K	2.61±0.03	8.18±0.08
	O	K	15.87±0.06	37.33±0.14
	Al	K	0.14±0.01	0.20±0.01
	Cr	K	25.77±0.08	18.65±0.06
	Ni	K	55.60±0.17	35.64±0.11
		общий		100.00
c)	C	K	2.47±0.03	7.81±0.09
	O	K	15.36±0.06	36.47±0.15
	Al	K	0.17±0.01	0.24±0.01
	S	K	0.11±0.01	0.13±0.01
	Ca	K	0.16±0.01	0.15±0.01
	Sr	K	27.64±0.09	20.19±0.07
	Ni	K	54.10±0.18	35.01±0.12
		общий		100.00
d)	C	K	12.82±0.06	26.06±0.11
	O	K	31.22±0.10	47.63±0.15
	Al	K	0.10±0.01	0.09±0.01
	Cr	K	55.86±0.14	26.22±0.07
	общий		100.00	100.00
f)	C	K	6.60±0.05	18.97±0.14
	O	K	16.55±0.07	35.74±0.15
	Al	K	0.15±0.01	0.16±0.01
	Ni	K	76.72±0.21	45.13±0.12
		общий		100.00

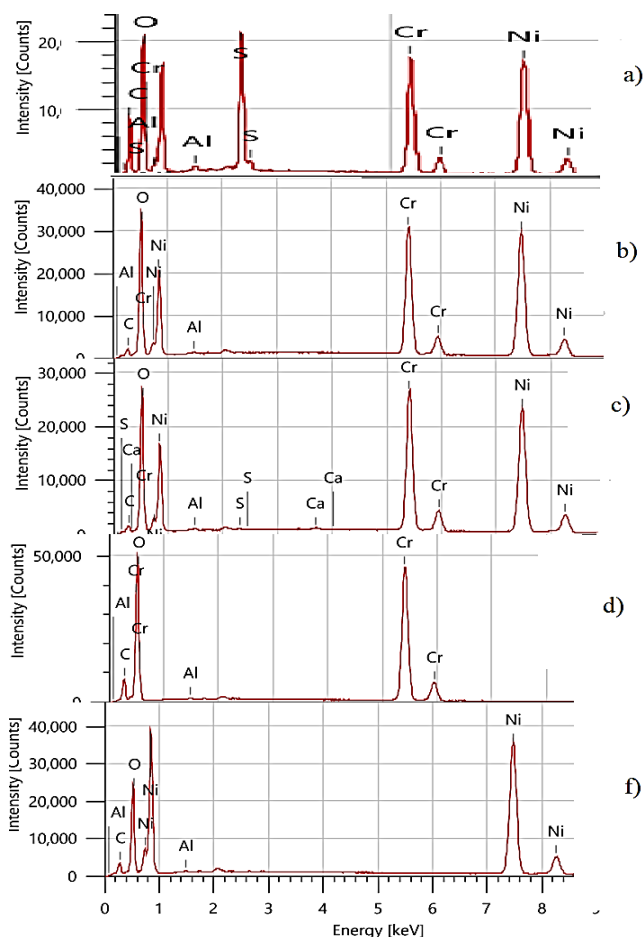


Рис. 1. ЭДС-спектры образцов (а - исходный; б - 1150 °C; в - 1300 °C; д - Cr₂O₃; е - NiO).

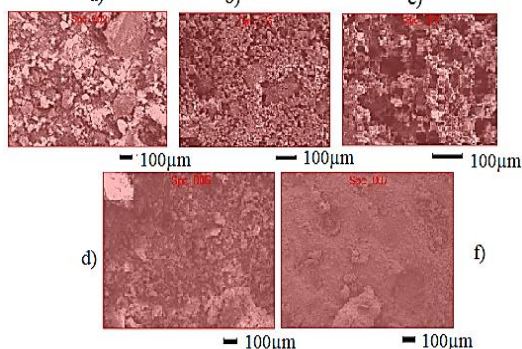


Рис. 2. СЭМ-микрофотографии соответствующих образцов: а) – исходный; б) обожженный при 1150°C; в) обожженный при 1300°C д) – Cr₂O₃, ф) – NiO

Как видно из рис. 2, наблюдаются небольшие комочки серы белого цвета (рис. 2-а). Мы можем видеть, что оксид хрома (рис.2-д) и диоксида никеля (рис. 2-ф) находятся в смешанном состоянии при температуре 1150°C, а также изображение показывает радикально разные кристаллы шпинельного типа при высокой температуре 1300°C (рис. 2-с).

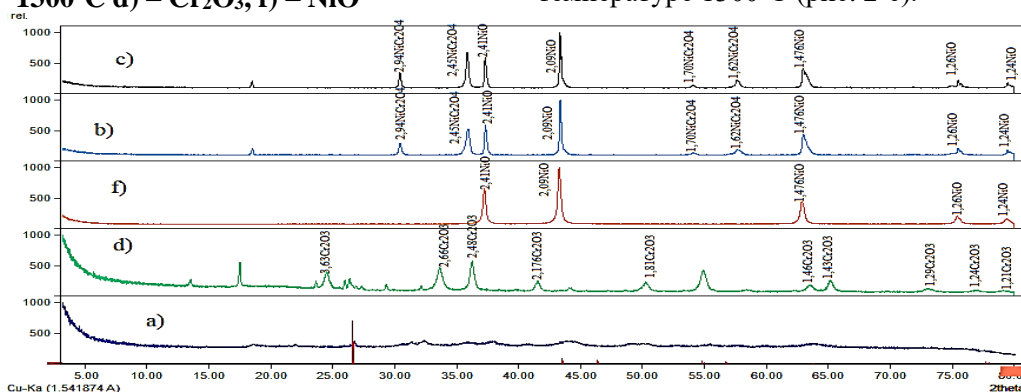


Рис. 3. Рентгенограммы (XRD) образцов при разных температурах обжига и чистого оксида: а) – исходный; б) обожженный при 1150°C; в) обожженный при 1300°C д) – Cr₂O₃, ф) – NiO

При комнатной температуре необработанный и обработанный катализатор на рентгенофазовом снимке образца есть кривая, относящаяся к аморфной фазе, где дифракционные максимумы не наблюдаются (рис.3 а). С повышением температуры положения основные дифракционные максимумы не менялись, пока не наблюдались фазы NiO ($d=2,41; 2,09; 1,476; 1,26; 1,24$ Å (рис.3 б). Дифракционные максимумы становятся более четкими и узкими с повышением температуры, что свидетельствует об усилении процесса кристаллизации вновь образующихся кристаллов. Дифракционные максимумы, соответствующие минералу Cr_2O_3 ($d=3,63; 2,66; 2,48; 2,17; 1,81; 1,46; 1,43; 1,29; 1,24; 1,21$ Å) исчезают при высокой температуре обжига. При высоких температурах обжига возникают дифракционные максимумы ($d=2,94; 2,45; 1,70; 1,62$ Å), соответствующие минералу $NiCr_2O_4$, и сохраняют свою полную стабильность даже при 1300 °C (рис.3 б).

Заключение. Таким образом, представлены структурные, морфологические и оптические характеристики новой структуры шпинели на основе

керамических пигментов, полученных на основе катализатора НИАП-1205, используемого методом твердого синтеза. Установлено, что структурная характеристика соответствует замещению хромофоров ионов Ni^{2+} в матрице $NiCr_2O_4$. Рентгеноструктурный анализ показал, что кубическая структура, ориентированная на поверхность шпинели типа $NiCr_2O_4$ в качестве основной фазы, образует NiO в качестве второй фазы. При уменьшении параметра элементарной ячейки и объема элементарной ячейки $NiCr_2O_4$ кристаллизуется в объемно-центрированной тетрагональной шпинели как относительная фаза при образовании вторичной фазы. СЭМ анализ подтвердил доказательства морфологии электронно-микроскопического порошка и тенденции агломерации наночастиц. Координаты пигментов CIELAB, нанесенных на глазурь из прозрачных и матовой плитки, показывают цветовую гамму двух глазури. Это также подтверждает равномерное распределение пигмента в прозрачной глазури. Цвет пигмента можно легко контролировать, корректируя содержание никеля в матрице $NiCr_2O_4$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильков О. О., Барина О. П., Кирсанова С. В., Марнаутов Н. А., Елфимов А. Б. Керамические пигменты черного цвета на основе хромоникелевой шпинели $NiCr_2O_4$ // Стекло и керамика. 2017. Т. 90, № 7. С. 14-18. УДК 667.622.1
2. Эминов А.М., Кодирова З.Р., Жуманов Ю.К., Холмаматов Ж.Б. Получение кордиеритовых керамических пигментов методом автоклавирувания // Труды Республиканской научно-технической конференции. Перспективы развития композиционных материалов. Ташкент, 19-20 сентября 2024 г. 124-125с.с.
3. Умрзоков А.Т., Икрамов А., Ваповев Х.М., Жуманов Ю.К., Кодиров С.М. Синтез производных гетарена на основе ацетилена в присутствии катализаторов// Химия и химическая технология, Ташкент, 2025, №1, с.9-21.
4. Cheng Si, Jiang Feng, Feng Guo, Liu Jianmin, Liang Jian, Miao Lifeng, Zhenhong Bao, Yongzhi Yu, Low-temperature synthesis of ultrafine Cr,Mg-codoped Al_2TiO_5 nanocrystals as high-temperature green ceramic pigment//Ceramics International 49 (2023) 22110–22117
5. Cheng Qiuyu, Chen Xin, Jiang Peng, Wang Qiuying, Wang Zhiwei, Subramanian M.A. Synthesis and properties of blue zirconia ceramic based on Ni/Co doped $Ba_{0.956}Mg_{0.912}Al_{10.088}O_{17}$ blue pigments// Journal of the European Ceramic Society 42 (2022) 4311–4319
6. Aslan Emre, Toy Emre, Güner Zeynep, Yesilci Emine, Grijalbo Alejandro, Çiçek Bug'ra Dataset of PY53 Nickel-Titanate yellow pigments for plastic, enamel and ceramic glaze applications// Data in Brief 48 (2023) 109040
7. Li Zhiqiao, Zhang Xiang, Ma Guojun, Dingli Zheng, Jie Xu, Ju Xu Effect of the Fe/Cr molar ratio and calcination temperature on the preparation of black ceramic pigment with stainless steel dust assisted by microwave processing// Journal of Cleaner Production 372 (2022) 133751
8. Mengke Liu, Guojun Ma, Xiang Zhang, Dingli Zheng, Zhiqiao Li Preparation and coloring mechanism of cobalt-free black ceramic pigments from stainless steelmaking dust// Materials Today Communications 33 (2022) 104609
9. Pishch I.V. and Radion E.V. Production of pigments with a perovskite-like structure based on nickel titanate by the precipitation method// Glass and Ceramics Vol. 60, Nos. 5 – 6, 2003
10. Sedel'nikova M.B., Pogrebenkov V.M. Use of unconventional methods of obtaining cordierite ceramic pigments//Glass and Ceramics Vol. 65, Nos. 7 – 8, 2008
11. Пищ И.В., Гвоздева Н.А., Синтез керамических пигментов со структурой волластонита для окрашивания керамических материалов//Строительная наука, Техника, ISSN 1818-8792, 2010, №4, 43-46 с.
12. Седелникова М.Б., Лисенко Н.В., Погребенков В.М. Керамические пигменты со структурой диортоосиликатов//Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 318. № 3.с.31-36
13. Sedel'nikova M. B., Nevolin V.M., Pogrebenkov V.M. Ceramic pigments with the mullite structure based on topaz and kaolinite//Glass and Ceramics Vol. 59, Nos. 7 – 8, 2002
14. Pogrebenkov V.M, Sedel'nikova M.B., Vereshchagin V.I. Zeolites: raw material for ceramic pigments// Glass and Ceramics Vol. 55. No1-2. 1998, p.55-56.
15. Tena M.A., Mendoza Rafael, Trobajo Camino, García Jos'e R., García-Granda Santiago Ceramic pigments from $Co_xNi_{3-x}P_2O_8$ ($0 \leq x \leq 3$) solid solutions// Ceramics International 47 (2021) 29888–29899
16. Ковба Л.М. Рентгенофазовый анализ / Ковба Л.М., Трунов В.К. - М.: изд-во Московского ун-та, 1969. - 160 с.
17. Васильев Е.К. Качественный рентгенофазовый анализ / Васильев Е.К., Нахмансон М.М. - Новосибирск: Наука, 1986. - 201 с.
18. ASTM - X-Ray Powder Diffraction Data File American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pa, 1988.
19. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж Пороодообразующие минералы. Т.2, изд. «Мир» М.1965 г., С.342-343.
20. Власов А.И. Электронная микроскопия: учеб. пособие / А.И. Власов, К.А. Елсуков, И.А. Косолапов. - М.: изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 168 с.

Касимова М.Н., Негматова К.С. Опыт-производственные испытания созданных композиционных материалов при крашении текстильных хлопчатобумажных материалов в производственных условиях ...	107
Жуманов Ю.К., Эминов А.М., Кадирова З.Р., Эминов А.А. Перспективы применение отработанного катализатора НИАП-1205 в составе керамического пигмента	110
Азимова М.Х., Асамадинова У.Б., Элмурадов Аббосжон Х., Юлдашов Д.Я. Роль и значение алюмосиликатных и органо-минеральных наполнителей в составе эластомерных композиций	115
Кодиров О.Ш., Каттаев Н.Т., Нурманов С.Э., Бахридинова Л.А. Синтез, структурные и физико-химические свойства цеолитов CaA5 и NaX на основе местного сырья для очистки природного газа	117
Джумакулов Т., Жумаев М.Н., Максудходжаева М.С. Переработка отработанных техногенных моторных масел	121
Тошпулатова Г.Р., Сайдуллаева К.А., Негматова М.И. Окисление молибденита (MoS ₂) азотной кислотой в присутствии серной кислоты	123
Ramazanov S.O., Arifova M.X. Yangi xomashyolar asosida klinker va portlandsement tarkiblarini tanlash	126
Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Негматов С.С., Абед Н.С. Исследование и определение огнестойких свойств композиционных древесно-пластиковых и древесноволокнистых плитных материалов с использованием минеральных антипиренов	130
Ortiqov Sh.Sh., Sharipov M.S., Radjabov O.I. Tabiiy tarkibli kompozitsion yog'och yelimlarning fizik-kimyoviy va texnologik xossalari	133
Хомитова Г.З., Амонова М.М. Сапропелни механик фаоллаштиришнинг сорбцион хусусиятларига таъсири ва уни оқова сувларни тозалашдаги ўрни	136
Buryanov A., Lukyanova N., Talipov N. Effective filling mixtures based on synthetic anhydrite	138
Раззоқов Х.Қ., Амонов М.Р., Тўхтаев С.А. Сапропель асосидаги сорбентлар билан металлургия саноат оқова сувларини тозалаш	141

5. Методы исследования, приборов и оборудований композиционных материалов

Исмаилова Н.А., Сидиков А.С. Использование органических соединений в качестве добавок к эмали ЭП-750 для защиты металлических конструкций, сооружений и оборудований бурильных установок	145
Sadullayeva G.B., Ibragimova M.R., Xudoyberdiyeva D.A., Pirimova M.A., Jo'rayev A.Sh. Mis atsetating izonikotinamid bilan yangi koordinatsion birikmasining sintezi va fizik-kimyoviy tahlili	147
Norqobilov A.E., Adilov R.I., Ayxodjayev B.B., Yo'ldoshev S.B. Kulrang past molekulari polietilen ranglanishining infraqizil spektroskopiya asosida tahlili va bentonit adsorbsiyasining roli	150
Ochilov Sh.E., Yusufov M.S., Bobonazarova S.H., Bo'riyeva D.M., Abdushukurov A.K., Matchanov A.D. 2-xlor-N-(3-xlor fenil)atsetamidning 5-ftoruratsil bilan reaksiyasini olib borish va olingan mahsulotning biologikfaolligini saraton hujayralarida o'rganish	153
Норхуджаев Ф.Р., Мухамедов А.А., Маматкулов Р.Ш. Использование ковочного тепла для термической обработки доэвтектонидных сталей	157
Ахмадалиев Ш.Ш. Толали композитлардан ташкил топган элементларни пресслаш	160
Очилов Э.А., Хамдамова Ч.Х., Сайфиева П.О., Бекпулатов Х.О., Камолов Т.О. Комплексный анализ элементного и фазового состава неорганических компонентов энергетических углей и золошлаковых отходов теплоэнергетики	161
Po'latova M.N., Xushvaqto'v S.Y., Bekchanov D.J., Muxamediev M.G. Amino va karboksil guruh tutgan ion almashinuvchi material sintezi	164
Касимова М.Н., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Бабаджанова М.А., Лапасова Ф.А. Исследование свойств красящих композиций на основе солей поливалентных металлов, применяемых в процессе крашения шерстяных волокон	168
Нурназарова Г.У., Тухтаев Ф.С., Негматова К.С., Эшпулатова Н.Ш., Рахматуллаева С.О. Исследование молекулярных и структурных характеристик композиционных сорбентов методом ИК-спектроскопии	169