

ISSN 2091-5527  
№ 1/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

#### REFERENCES:

1. Yusupkhodzhaev A.A., Matkarimov S.T., Ochildiev K.T. Low-waste technologies in copper production. - Tashkent.: TKhTI, 2019 - 100 p.
2. Matkarimov S.T., Karimjonov B.R., Nuraliev O.U. Innovative technologies for the preparation of local iron-bearing ores and secondary technogenic formations of the non-ferrous metallurgy of Uzbekistan for the smelting of high-quality steel // "Modern technologies: topical 14 issues, achievements and innovations". Collection of articles of the XXXIII International Scientific and Practical Conference Penza. 2019 (December) - pp. 87-90.
3. Khojiev, S.T., Matkarimov, S.T., Narkulova, E.T. K., Matkarimov, Z.T., Yuldasheva, N.S. (2020). The technology for the reduction of metal oxides using waste polyethylene materials. Paper presented at the METAL 2020 - 29th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings, 971-978. doi:10.37904/metal.2020.3592 Retrieved from www.scopus.com

**С.Т.Маткаримов**

**Ш.А.Мухамеджанова,**

**С.К. Носирходжаев,**

**К.Т.Очилдиев**

**У.А.Акрамов**

ТошДТУ, т.ф.д. "Металлургия" кафедрасы профессори

PhD, доцент ТошДТУ "Металлургия" кафедрасы доценти

PhD, доцент ТошДТУ "Металлургия" кафедрасы мудири

PhD, доцент ТошДТУ "Металлургия" кафедрасы доценти

PhD, доцент ТошДТУ "Металлургия" кафедрасы ассистенти

### НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБОГАЩЕНИЮ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД ХАНДИЗЫ

<sup>1</sup>Соатов Бекзод Шокир ўғли, <sup>2</sup>Хасанов Абдурашид Салиевич, <sup>3</sup>Хакимов Камол Жураевич

<sup>1</sup>Ассистент, Термезский государственный университет инженерии и агротехнологий

<sup>2</sup>док. тех. наук, профессор, Заместитель главного инженера АО "Алмалыкский ГМК" по науке

<sup>3</sup>PhD, доцент, Термезский государственный университет инженерии и агротехнологий

**Аннотация.** В данной статье проведен анализ исследований, направленных на совершенствование технологии обогащения руд Хандизинского полиметаллического месторождения. Исследование основано на результатах научных работ, выполненных в период с 1970 по 2002 годы различными научно-исследовательскими институтами и лабораториями. Рассмотрены минералогический состав руд месторождения, их технологические особенности, а также реагенты, применявшиеся в процессе обогащения. Особое внимание уделено оценке эффективности различных схем флотационного обогащения, предложенных в разные периоды научных исследований. На основе полученных данных сформулированы научно-практические рекомендации по повышению эффективности процесса извлечения цинкового концентрата.

**Ключевые слова.** Полиметаллические руды, цинковый концентрат, Хандизинское месторождение, минералогический состав, эффективность обогащения, селективная флотация.

**Введение.** Хандизинское полиметаллическое месторождение расположено в центральной части гор Сурханату, Гиссарского хребта, на расстоянии около 50 км от районного центра Сариясия и в 50 км от г. Денау р. Узбекистан.

Полиметаллическое оруднение было известно с 1957 года. Однако проведенные геологоразведочные работы не дали положительных результатов по оценке месторождения. В дальнейшем работы, выполненные Хандизинской ГРЭ, показали перспективность месторождения.

Первые исследования по обогатимости были выполнены в 1961 году институтом "Средазнипроцветмет" и в 1964 году институтом "Уралмеханобр". В дальнейшем (1971-1974 гг.) технологические исследования были продолжены институтами "ЦНИГРИ" и "САИГИМС", включая полупромышленные испытания крупнотоннажной (15 тонн) пробы

руды, проведенные в 1974 году на опытной фабрике института "ВНИИцветмет" (г. Усть-Каменогорск). В основу технологического процесса переработки был предложен метод флотации с последующей металлургической переработкой концентратов до товарных металлов.

Проведенные исследования позволили в 1974 году утвердить запасы Хандизинского месторождения по категории С1 в ГКЗ СССР (протокол №7312 от 18.12.1974г.).

Содержание основных компонентов в утвержденных запасах составило, %: меди 0,85, свинца 3,29, цинка 6,61, кадмия 0,041, золота - 0,35 г/т, серебра 114 г/т.

Начиная с 1997 года, технологические исследования проводили зарубежные фирмы "Лейкфилд" и "Минтек", включая промышленные испытания пробы массой 1200 тонн по определению измельчаемости и рабочих

параметров процесса полусамоизмельчения в замкнутом цикле с циклонами.

**Основная часть.**

1.1. Исследования, проведенные институтом «СредазНИПРОцветмет» (г. Ташкент) в 1970 г. [1], выполнены на четырех пробах руды с содержанием основных полезных компонентов, %: Cu 0,35-2,35, Pb 1,7-6,6, Zn 4,8-15,5, S 5,6-22,4, SiO<sub>2</sub> 22,8-71,8. Основные рудные минералы халькопирит, галенит, сфалерит, пирит, породообразующий кварц.

**Выводы**

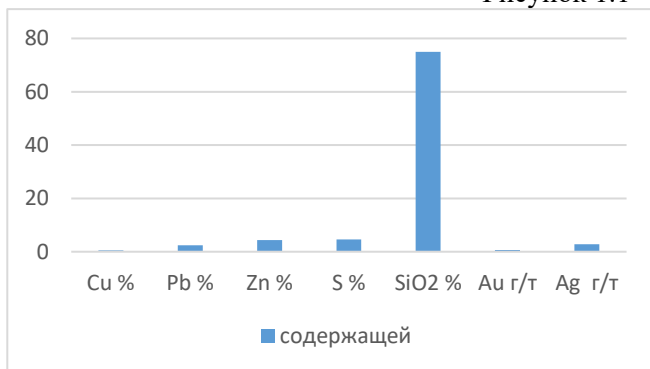
- Исследуемые пробы представляют труднообогатимую полиметаллическую руду.
- При разделении коллективного концентрата использовались реагенты: цинковый купорос, цианид, гидросульфит натрия, хромпик.
- Одноименные селективные концентраты меди, свинца и цинка получить не удалось.

1.2. В 1971 году исследования по разработке технологии обогащения институтом «СредазНИПРОцветмет» [2] были продолжены. Исследования выполнялись на пробе №7 содержащей, %: Cu-0,5, Pb-2,4, Zn-4,4, S-4,6, SiO<sub>2</sub> - 75, Au-0,6 г/т, Ag-26,8 г/т.

Опыты проводили по схеме прямой селективной флотации и коллективно-селективной схеме с получением Cu-Pb концентрата с последующим его разделением.

По обеим схемам депрессорами цинковых минералов служили NaCN и ZnSO<sub>4</sub>, депрессором свинцовых хромпик. Расход цианида составил 300 г/т, хромпика 6000 г/т. Опыты проведены только в открытом цикле с получением следующих результатов:

Рисунок 1.1

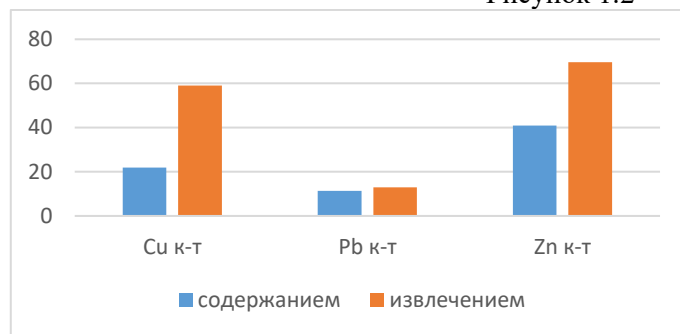


Медный концентрат с содержанием меди 22% и извлечением 59%, в котором содержание свинца и цинка составило 11,4%, 12,9% соответственно, т.е. не кондиционный концентрат по примесям.

Свинцовый некондиционный концентрат с содержанием свинца 41% и извлечением 69,6%;

Цинковый концентрат (кондиционный) с содержанием цинка 56,6% и извлечением 37%;

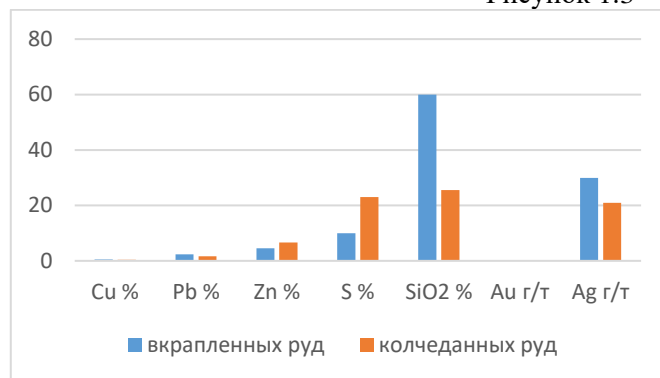
Рисунок 1.2



Крупность измельчения руды по схеме прямой селективной флотации составила 80% класса -0,074 мм, по коллективно-селективной - 55% минус 0,074 мм с доизмельчением Cu-Pb к-та до 92% класса -0,074 мм.

Таким образом, в результате исследований получен только кондиционный цинковый концентрат с извлечением цинка 37%.

Рисунок 1.3



1.3. В 1971 году институтом ЦНИГРИ проведены исследования (3) на пробах. (7 и 8) вкрапленных руд, содержащих, %: Cu-0,5, Pb-2,3, Zn-4,5, S-10,0, SiO<sub>2</sub> -60-73%, Au 0,25 г/т, Ag 21-42 г/т и пробе (№10) колчеданных руд с содержанием: Cu-0,37, Pb-1,67, Zn-6,6, S-23, SiO<sub>2</sub>-25,6, Au-0,1 г/т, Ag-21 г/т.

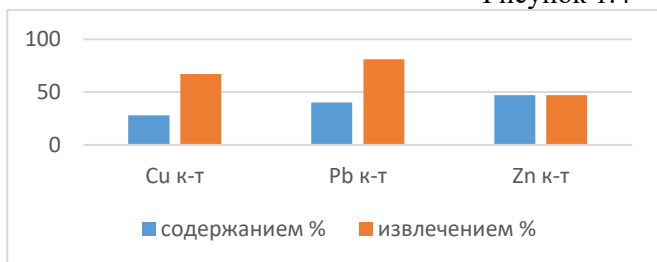
В результате проведенных исследований рекомендована коллективно-селективная схема, включающая: измельчение руды до крупности 75% класса -0,074 мм, получение Cu-Pb концентрата и доизмельчение его до 100% класса -0,044 мм; разделение Cu-Pb концентрата с применением гидросульфита натрия (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, расход 1500 г/т руды); химическую (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) доработку промпродуктов медной и свинцовой флотации; извлечение цинка из хвостов медно-свинцового цикла. Опыты по указанной схеме проводили в открытом цикле и получили следующие показатели:

Медный концентрат с содержанием меди 28% и извлечением 67%;

Свинцовый концентрат с содержанием свинца 40% и извлечением 81%;

Цинковый концентрат с содержанием цинка 47% и извлечением 47%.

Рисунок 1.4



С учетом разассигнования промпродуктов при проведении опытов в замкнутом цикле по расчетным данным ожидаемое извлечение меди может составить около 70%, свинца около 90%, цинка до 70-80%.

При обогащении пробы колчеданных руд по схеме замкнутого цикла можно ожидать извлечение меди до 70%, свинца 60%, цинка 80%.

Для подтверждения расчетных показателей рекомендуется проверка разработанной схемы в замкнутом цикле на непрерывной установке.

1.4. В 1972 году институтом «САИГИМС» (Ташкент) проведены исследования проб вкрапленных и колчеданных руд [4].

В результате проведенных исследований, разработана следующая схема обогащения для обоих типов руд: измельчение руды до 90% класса -0,074 мм; получение Cu-Pb концентрата (расход реагентов, г/т: Na<sub>2</sub>S-2000, ZnSO<sub>4</sub>- 1400, KCN-300); 30 минутная десорбция сернистым натрием (5 кг/т руды) и разделение коллективного концентрата сульфитом натрия (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 1700 г/т) в сернокислотной среде (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1500 г/т) с получением медного и свинцового концентратов (после его доводки цианидом (100 г/т) в содовой среде (1000 г/т); из хвостов медно-свинцового цикла в слабощелочной известковой среде (содержание св. CaO 100 мг/л) после активации сфалерита медным купоросом (300 г/т) получают цинковый концентрат. [7]

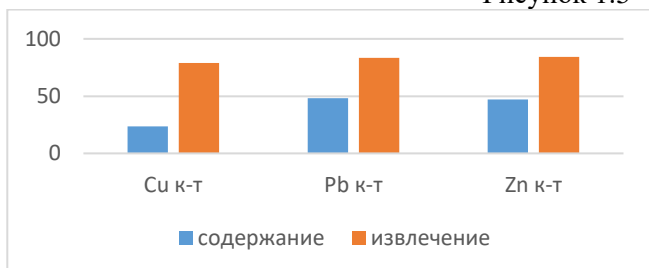
По схеме замкнутого цикла из вкрапленной руды с содержанием меди 0,56, свинца 2,55, цинка 5,2% получены:

Медный концентрат - содержание меди 23,5%, извлечение 79%;

Свинцовый концентрат - содержание свинца 48,2%, извлечение 83,4%;

Цинковый концентрат - содержание цинка 47%, извлечение 84,3%.

Рисунок 1.5



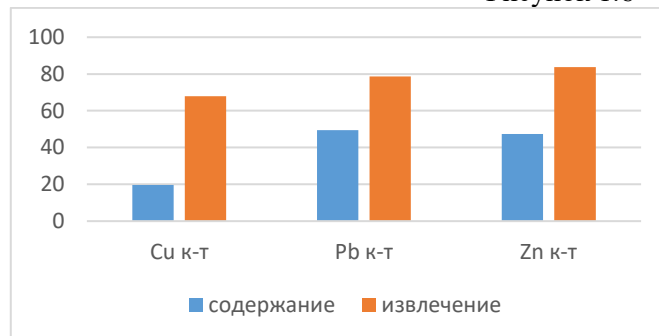
Из колчеданной руды с содержанием меди 0,45, свинца 1,7, цинка 6% получены:

Медный концентрат - содержание меди 19,7%, извлечение 68%;

Свинцовый концентрат - содержание свинца 49,5%, извлечение 78,7%;

Цинковый концентрат - содержание цинка 47,4%, извлечение 83,7%.

Рисунок 1.6



**Результат.** Из всех вышерассмотренных исследований только последние исследования имеют законченный вид с рекомендованной схемой обогащения и высокими показателями обогащения, и использованием в цикле селекции режима применяемого в промышленности.

Следует отметить, что приведенные выше результаты получены в условиях применения значительного (400 г/т руды) количества цианида.

1.5. В 1974 году институтами ЦНИГРИ, ВНИИЦветмет, САИГИМС на опытной фабрике ВНИИЦветмета проведены полупромышленные испытания [5].

Для проведения испытаний на Центральном участке отобрана проба (№13) массой 15 тонн. Содержание меди, свинца и цинка составило 0,52, 2,52, 5,39%, соответственно.

Испытания проводили по схеме рекомендованной ранее ЦНИГРИ [3], которая включала: двухстадиальное измельчение руды до крупности 80% 0,074 мм, медно-свинцовую флотацию с доизмельчением концентрата до 96% -0,044 мм и применением Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (500 г/т), Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (550г/т), ZnSO<sub>4</sub> (2300г/т), Na<sub>2</sub>S (100г/т), угля (850 г/т), цианида и хромпика по 15 г/т. Разделение Cu-Pb концентрата, после десорбции реагентов активированным углем (500 г/т), проводили с применением H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (500 г/т), Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (150г/т), FeSO (300 г/т). Из хвостов Cu-Pb флотации получали цинковый концентрат с подачей реагентов, г/т: CaO 2000, CuSO<sub>4</sub>-600, бутиловый ксантогенат 90, Т-66 60. В результате проведенных полупромышленных испытаний были получены показатели, представленные ниже (таблица 1.). [6]

таблица 1.

Средние результаты флотации полиметаллической руды в оптимальном режиме

Продукты	$\gamma$	$\beta$			$\Sigma\%$		
		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
Медный к-т	1,57	24,2	7,7	8,4	74,8	4,8	2,5
Свинцовый к-т	4,18	1,2	42,8	19,3	9,9	70,7	14,9
Цинковый к-т	7,12	0,6	2,6	58,4	8,1	7,3	77,1
Хвосты	87,15	0,06	0,50	0,34	7,2	7,2	5,5
Руда	100,0	0,52	2,5	5,4	100,0	100,0	100,0

Полученный свинцовый концентрат с высоким содержанием цинка переработан в печи «Кивцет ЦС» ВНИИЦветмета с получением высоких технологических показателей.

1.6. Фирмой «Мараканд Минералс» выполнена работа «Проект Хандиза ТЭО» по переработке руды хандизинского месторождения. В работе представлены результаты исследований, выполненных советскими организациями, в том числе технологические показатели полупромышленных испытаний на пробе руды массой 15 тонн [5].

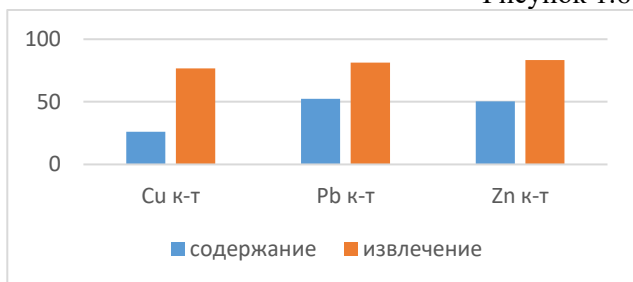
В показаны высокие технологические показатели, полученные при проведении полупромышленных испытаний во ВНИИЦветмете, а именно:

Cu концентрат - содержание меди 26,2%, извлечение 76,6%

Pb концентрат - содержание свинца 52,3%, извлечение - 81,2%

Zn концентрат - содержание цинка 50,5%, извлечение 83,4%.

Рисунок 1.6



Указанные показатели очень высокие и не согласуются с показателями, приведенными в работе [5] на стр. 108, в табл. 26 (представлены в таблице 1.1).

1.7. В период с апреля по декабрь 1997 г. компанией «Лейкфилд Рисерч» (Канада) выполнена серия комплексных исследований усредненной пробы.

Исследования проводили по схеме, включающей: измельчение руды до крупности 60% класса -106 мкм, доизмельчение Cu-Pb концентрата до 80% класса -53 мкм. При

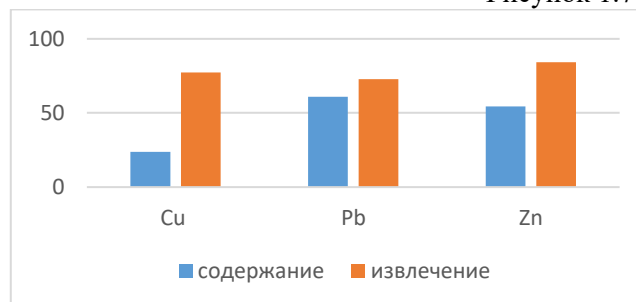
получении Cu-Pb концентрата использованы реа- 500 г/т, цинковый купорос 1500 г/т, гидросульфит генты: жидкое стекло 350 г/т, в цикле селекции: активированный уголь 650 г/т, цинковый купорос - 600 г/т, гидросульфит 200 г/т, хромпик 225 г/т. Из руды с содержанием меди 1,1%, свинца 4,6%, цинка 11,8% получены следующие показатели:

Медный концентрат содержание меди 23,7%, извлечение 77,4%;

Свинцовый концентрат содержание свинца 60,8%, извлечение 72,8%;

Цинковый концентрат содержание цинка 54,4%, извлечение 84,1%.

Рисунок 1.7



**Закключение.** Руды Хандизинского полиметаллического месторождения обладают сложным минералогическим составом, что требует совершенствования технологии их обогащения. Исследования, проведенные в 1970–2002 годах, показали, что традиционные методы не всегда обеспечивают высокие показатели извлечения, что обусловило необходимость модификации процессов селективной флотации. В результате корректировки технологических параметров и подбора оптимальных реагентных режимов была достигнута более высокая степень разделения металлов. Исследования позволили определить оптимальные условия для получения цинкового концентрата с высокой степенью извлечения. Полученные результаты представляют научно-практическую ценность и могут быть использованы в промышленном производстве для повышения эффективности технологического процесса.

Список литературы:

1. Исследование обогатимости полиметаллических руд Хандизинского месторождения: Отчет/ ин-т «Среданипроцветмет», руководитель М.А. Орел, Ташкент, 1970, 38 с.

Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Хужамуродов Ш.Э., Киёмов Ш.Н. Влияние режима отверждения на степень полимеризации полиуретанов .....	90
Гафуров Д.Н., Каримова Г.Ш., Бозорова Н.Х. Получение полимерных композиционных материалов на основе различных полимеров и изучение их свойств .....	93
Bo'rixonov B.X., Panjiyev A.X., Murodova J.Q., Xidirov Sh.B. Xitozan asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintez va ularning biologik faolligi .....	97
Ismatov J.F., Djalilov J.X., Qodirov S.M., Asqarov J.A. Muqobil kompozit yonilg'idan vodorod ishlab chiqarish uchun vodorod elektrolezyori (generatori) qurilmasi .....	100

#### 4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Yuldoshev B.A., Abdumalikova X.B., Pulatov X.L., Mengliyev Sh.Sh., Igamkulova N.A. Neft va gazni qayta ishlash sanoat korxonalarini oqava suvlarini tozalashda biosorbtsiya usulini qo'llashning ahamiyati .....	103
Saynazarov J.Kh., Mirzakulov Kh.Ch., Matchanov Sh.K., Jumaniyazova Kh.K. Prospects of obtaining new products by forced carbonization of production wastes .....	105
Мирзаахмедова М.А., Эргашов Ж.Р., Омонов Ш.А., Тошматов Д.А., Исмаилов Б.М. Устойчивость и экологическая пригодность композиций моторных топлив: аспекты синтеза, технология и эксплуатация .....	108
Madaminov D.K., Yunusov M.Yu., Ruzmetova A.Sh. Study of properties of barhanna sands of Kushkuyr deposit for production of heat-resistant composite based on them .....	111
Eminov A.M., Xokimov A.E. Keramik massalar tarkibida neft shlamidan foydalanish .....	113
Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirxojaev S.Q., Ochildiev Q.T., Akramov U.A. Thermodynamics of the process of reducing iron-containing components in copper slag using carbon oxide .....	116
Соатов Б.Ш., Хасанов А.С., Хакимов К.Ж. Научно-теоретический анализ исследований по обогащению полиметаллических руд Хандизы .....	118
Вапаев М.Д., Тешабаева Э.У., Эргашева Х.Т., Боборажабов Б.Н., Исмаилова Л.А. Модификация минеральных наполнителей методом закрепления металлокомплексных соединений .....	122
Ismatov J.F., Djalilov J.X., Qodirov S.M., Asqarov J.A. Yengil avtomobil dvigatellarining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini muqobil kompozitsion yonilg'ilar qo'llash orqali yaxshilash .....	125

#### 5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

Рахмонова У.Т., Эргашев М.А., Махситалиева Л.О. Олтин таркибли эритмани кўшимча унсурлардан тозалаш усуллари .....	129
Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Saparov S.X. Modifikatsiyalangan oltingugurtli fizik-kimyoviy xossalari tadqiqi .....	131
Fayziyev J.B., Djalilov A.T., Yodgorov N. Modifikatsiyalangan mis ftalosiyani pigmentining <sup>1</sup> H YaMR va <sup>13</sup> C YaMR spektri tahlili .....	135
Эминов А.М., Кадирова З.Р., Жуманов Ю.К., Эминов Аф.А. Рентгенофазовый анализ Алтынтауских каолинов .....	137
Xujamberdiyev Sh.M., Arifdjanova K.S., Mirzaqulov X.Ch. Kalsiy-ammoniy polifosfat olish jarayonining fizik-kimyoviy tahlili .....	143
Абдувохидов И.Қ., Холбоев Ю., Губайдуллин Р.Ш. Иккиламчи полиэтилентерефталатдан бисгидроксиэтилентерефталат синтези ва унинг ўртача молекуляр массасини аниқлаш .....	146
Жуманиязов А.Б., Тураходжаев Н.Д., Тухтамуродов Б.Т., Сабиров М.З. Получение качественной шероховатости поверхности литейных изделий благодаря модификации оси Z на 3D принтере .....	151
Rosilov M.S., Beknazarov H.S. AG-1S markali modifikatorning olish va uning tuzilishini o'rganish .....	152
Нуркулов Э.Н. Акрил-стирол сополимер эмульсияси асосида олинган композитнинг каварикланиш коэффициентини ўрганиш .....	158
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Axmedova M.E., Nosirxo'jayev I.S.A., Murodqosimov R.X., Xudayarov A.Sh. ADC 12 markali alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish uchun gaz pechlariga qoplangan o'tga chidamli materiallarni yeyilish bardoshlilikini sinash .....	159
Машаев Э.Э., Абсалямова Г.М., Хакимова Г.Р., Жумаев Д.К. Применение метода ЯМР для изучения структуры бис-карбамата .....	163
Ergashev A.Sh., Yettibayeva L.A., Abduraxmanova U.K., Matchanov A.D. Mentolning ba'zi aminokislotalar bilan yangi hosilalari sintezi va ularning tuzilishini tadqiq qilish .....	166
Мелиев В.М. Лабораторный стенд для определения объемного износа лап культиватора почвообрабатывающих машин .....	170
Bosimova M.B., Umirov N.S., Tashbayeva F.K., Ermatova A.A. (4-((4-(3-(2-arsano-4-nitrofenil)tria-2-enil)fenil)diazenil)benzosulfo natriy reagenti miqdorini immobillanishga ta'siri .....	172

#### 6. Проблемные обзоры

Yoqubov O.M. Qiyin boyitiluvchi ma'danlar va texnogen chiqindilarni qayta ishlashning innovatsion yo'nalishi. 174	174
---	-----