

ISSN 2091-5527
№ 1/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zwillig, V., Darque-Ceretti, E., Boutry-Forveille, A., David, D., Perrin, M. Y., & Aucouturier, M. (1999). Structure and physicochemistry of anodic oxide films on titanium and TA6V alloy. *Surf. Inter. Analy.*, 27(7), 629-637.
2. Gong, D., Grimes, C. A., Varghese, O. K., Hu, W., Singh, R. S., Chen, Z., & Dickey, E.C. (2001). Titanium oxide nanotube arrays prepared by anodic oxidation. *Journal of Materials Research*, 16, 3331-3334.
3. Mahajan, V. K., Misra, M., Raja, K. S., & Mohapatra, S. K. (2008). Self-organized TiO₂ nanotubular arrays for photoelectrochemical hydrogen generation: effect of crystallization and defect structures. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 41(12), 125307.
4. Allam, N. K., Shankar, K., & Grimes, C. A. (2008). Photoelectrochemical and water photoelectrolysis properties of ordered TiO₂ nanotubes fabricated by Ti anodization in fluoride-free HCl electrolytes. *Journal of Materials Chemistry*, 18(20), 2341-2348.
5. Roy, P., Berger, S., & Schmuki, P. (2011). TiO₂ nanotubes: synthesis and applications. *Angewandte Chemie International Edition*, 50(13), 2904-2939.
6. Sang, L. X., Zhang, Z. Y., & Ma, C. F. (2011). Photoelectrical and charge transfer properties of hydrogen-evolving TiO₂ nanotube arrays electrodes annealed in different gases. *J. Inter. Hydr. Energ.*, 36(8), 4732-4738.
7. Liang, S., He, J., Sun, Z., Liu, Q., Jiang, Y., Cheng, H., & Wei, S. (2012). Improving photoelectrochemical water splitting activity of TiO₂ nanotube arrays by tuning geometrical parameters. *J. Phys. Chem. C*, 116(16), 9049.
8. Kong, D. S., Zhang, X. D., Wang, J., Wang, C., Zhao, X., Feng, Y. Y., & Li, W. J. (2013). A photoelectrochemical study on the features of carbonate-catalyzed water oxidation at illuminated TiO₂/Solution interface. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 17, 69-77.
9. Wu, W., & Zhang, Z. (2017). Defect-engineered TiO₂ nanotube photonic crystals for the fabrication of near-infrared photoelectrochemical sensor. *Journal of Materials Chemistry B*, 5(25), 4883-4889.
10. Acevedo-Peña, P., & González, I. (2013). TiO₂ nanotubes formed in aqueous media: relationship between morphology, electrochemical properties and photoelectrochemical performance for water oxidation. *Journal of The Electrochemical Society*, 160(8), H452.

Djumag'ulov Sherzod Hamdamovich	-Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU tayanch doktoranti
Xamidov Anvar Mamadaliyevich	Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti dosenti
Boyqobilov Dilshod Baxriddinovich	-Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU tayanch doktoranti
Ro'zimuradov Olim Narbekovich	Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti professori
Todjiyev Jamoliddin Nasiriddinovich	-Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU, kimyo fakulteti dotsenti

УДК 666.321

УЧКУДУҚ КАОЛИНИНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ ВА КЕРАМИК МАТЕРИАЛЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШДА ҚЎЛЛАШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

Жанабаев О.О., Эминов А.М., Калбаев Б.А.

Аннотация. Ушбу мақолада Қорақалпоғистон Республикасидаги Учкудук каолинининг кимёвий таҳлил, микроскопик ва рентген диффракцияси ёрдамида ўрганилган натижалари келтирилган. Олинган таҳлил натижаларига кўра, Қорақалпоғистоннинг Учкудук каолини керамик материаллар таркибини шакллантиришда ишлатиш мумкинлиги аниқланган.

Калит сўзлар: чўкинди жинс, керамика, каолин, кимёвий таҳлил, микроскопик таҳлил, рентген таҳлили, минералогик таркиб, кристалл тузилиш, эриш ҳарорати.

Кириш. Ҳозирги кунда керамик материаллар ишлаб чиқаришида, айниқса Қорақалпоғистон шароитида, маҳаллий хом ашёларни жалб қилиш жуда муҳимдир. Маҳаллий хом ашёларидан қурилиш мақсадларига мўлжалланган керамик материалларни ишлаб чиқаришда қўллаш янада кенг имкониятлар яратади. Керамик материалларнинг сифатини оширишда хом ашё

таркибини бойитиш жараёнини оптималлаштиришнинг энг самарали усулларини ишлаб чиқиш билан боғлиқ муаммоларни ҳал қилиш зарур. Маълумки, каолинлар керамик материаллар олишда энг асосий хом ашё сифатида кенг қўлланилади, бу юқори физик ва механик хоссаларга эга керамик материалларни ишлаб чиқаришда муҳим аҳамият касб этади. Шунингдек, 1410–1700°C ҳарорат оралиғида

ушбу жинслар жўда кам сувни сингдириш даражасига эга керамик материаллини ҳосил қилади [1].

Каолинлар асосан чўкинди жинсларга мансуб минерал бўлиб, у сув таъсирида ювилган ёки кимёвий нураш натижасида юзага келади, яъни маълум бир жойда бошқа жинслар нураб, каолинит минералини ҳосил қилади. У асосан каолинит минерали таркибида бўлиб, ўзининг юқори оқ ранглилиги ва пластиклик хусусиятлари билан фарқланади, табиий ҳолатда кўп ҳолларда тоза каолинит минерали шаклида бўлади [2].

Минералогик таркиби жиҳатидан, каолинит ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) – қатламли силикат минераллари синфига киради ва икки қатламли тузилишга эга. Бунда ҳар бир қатламда бир алумина ($Al-OH$) қатлам ва битта кремний ($Si-O$) қатлам жойлашган. Кристалл тузилиши бўйича моноклиник ёки триклиник бўлиб, кристаллари одатда пластинкасимон ёки майда заррачалар шаклида бўлади. Унинг пластиклик хусусияти керамик материаллар ишлаб чиқариш саноатида муҳим аҳамият эга.

Каолинда таркибида кремний оксиди (SiO_2) ва алуминий оксиди (Al_2O_3) бўлганлиги сабабли у юқори иссиқлик қаршилигига эга. Бу хусусияти туфайли юқори сифатли керамика ва ўтга чидамли материаллар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Баъзи каолин конларида бир қанча элементлар ва минерал кўшимчалар ҳам учрайди, масалан, кварц, слюда, дала шпати ва темир оксиди. Бу минераллар ўз навбатида каолиннинг ранги, сифатига ва саноатдаги қўлланишига таъсир кўрсатади [3].

Тадқиқот методлари ва материаллари.

Ушбу тадқиқотнинг мақсади Қорақалпоғистон Республикаси ҳудудидаги каолин жинсларини ички пол қопламалари учун қурилиш керамика материалларини ишлаб чиқаришда фойдаланиш имкониятларини баҳолаш ва хом ашёларни пишириш жараёнларининг мақбул шароитларини аниқлашдан иборат. Тажрибавий тадқиқотлар ўтказиш учун дастлабки компонент сифатида Қорақалпоғистон Республикасининг Учқудук каолини намуналаридан фойдаландик. Геологик маълумотларга кўра, уларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш учун зарурий захиралар мавжуд.

Экспериментал тадқиқотлар керамик материалларининг таркибини ва ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш, хом ашёларига асосланган керамик материалларининг асосий хусусиятларини аниқлаш бўйича замонавий ва умумий қабул қилинган физик ва кимёвий таҳлили ва физик-механик, микроскопик синов усулларидан

фойдаланилган. Каолин минерали кимёвий таҳлил, рентген дифракцияси таҳлил ва электрон-микроскопик растр тасвири ва элемент таҳлили спектрлари орқали аниқланган. Каолин намуналарининг минералогик таркиби рентген фаза таҳлили ёрдамида аниқланган бўлиб, бу жараён Shimadzu LABX XRD-6100 рентген дифрактометри ёрдамида намуна кукун ҳолатда олинган. Радиографиялар 0.02 оралиқ билан олинган бўлиб, кучланиш режими 30 мА, 30 кВ эди. Минерал фазаларни аниқлаш ва натижаларни таҳлил қилиш учун манба китоблар ва умумий қабул қилинган ICDD PDF-2 базаларидан фойдаланилди [4, 5].

Кимёвий таҳлилида хом ашё ва тажриба намуналарининг кимёвий таркиби ГОСТ 26423-85 га мувофиқ, стандарт силикат-аналитик методология ёрдамида амалга оширилган [6]. Кимёвий таҳлил моддалар таркибини аниқлашга қаратилган илмий жараён бўлиб, у моддалардаги элементлар, уларнинг бирикмалари ва микдорий нисбатларини аниқлашга ёрдам беради. Биринчи навбатда, материал таҳлил учун тайёрланади – бу жараёнда у майдаланади. Кейин элементларни аниқлаш босқичи ўтказилади, бу босқичда модданинг таркибий қисм ва фазовий хусусиятлари аниқланади. Шундан сўнг, микдорий таҳлил ёрдамида ҳар бир элементнинг массаси ёки фоиз улуши ўлчанади ва натижалар таҳлил қилинади [7].

Растр электрон-микроскопик қурилмаси одатдаги электрон микроскопдан фарқ қилади, чунки объектнинг тасвири электрон нурлари ёрдамида унинг юзаси сканерлаш орқали ҳосил қилинади, бу жараён экранда тасвири шакллантириш принципига ўхшайди. Электрон оқими объектга тушиб, ундан иккиламчи электронларни чиқаради, улар коллектор томонидан ушланади ва сигнал токини ҳосил қилади. Ушбу ток ёрдамида кинескоп экранда намуналар юзасининг рельефли тасвири олинади.

Хомашё материаллари намунасининг юзаси морфологик тадқиқотлари сканерловчи электрон микроскоп “SEM - EVO MA 10” (Zeiss, Германия) ёрдамида амалга оширилди. Тадқиқотлар Сигнал $A=SE\ 1$ қайтарилган электродлари қўлланган ҳолда $ENT - 15,0$ кВ кучланиш ва $WD - 8,5$ мм иш масофаси шароитларида олиб борилди [8].

Растр микротузилмаси танланган юзалардаги майдонлар ичидаги алоҳида элементларнинг нисбий микдорини контраст даражаси бўйича аниқлаш учун ишлатилди.

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси.
Учқудук конларидан олинган каолин

намунасининг кимёвий таркиби 1-жадвал келтирилган. Жадвалда келтирилган таҳлил натижаларига кўра, Учкудук конидан олинган каолин намунаси кимёвий таркиби керамик пол

материалларини ишлаб чиқариш учун хомашё таркибида қўлланиладиган ГОСТ 9169-75 га мос келади [9].

1-жадвал

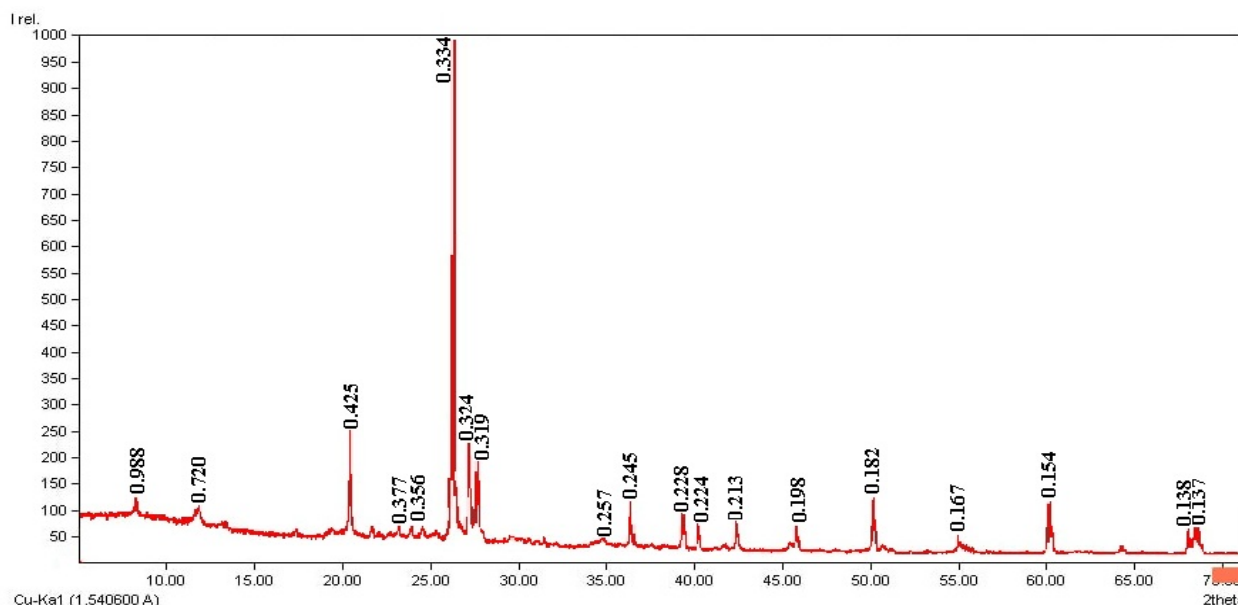
Учкудук конидан олинган каолин намунасининг кимёвий таркиби

Номланиши	Оксидлар (масса %)								к.й. масс.%
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	
Учкудук каолин	85.64	8.59	0.05	0.46	0.70	0.50	0.10	0.66	3.07

Кремний оксиди (SiO₂) таркибдаги энг катта миқдорни ташкил қилади. У каолиннинг асосий компоненти бўлиб, материалнинг структуравий мустаҳкамлигини таъминлайди. Юқори SiO₂ миқдори каолиннинг яхши оловбардошлик хусусиятига эга эканлигини кўрсатади. Алюминий оксиди (Al₂O₃) каолиннинг иккинчи асосий компоненти бўлиб, у материалга кимёвий барқарорлик, иссиқликка чидамлик ва оклик хусусиятларини беради. Калий (K₂O) ва Натрий (Na₂O) ишқорий оксидлар миқдори паст бўлиб, улар эритувчи вазифасини бажаради. Бу оксидлар материалнинг термик пишиш ҳароратини пасайтиради ва керамик хусусиятларини яхшилади.

Жадвал маълумотлари бўйича кремний оксиди ва алюминий оксиди миқдори ҳозирги кўнда Ўзбекистоннинг турли конларидан олинадиган каолин таркибдаги ушбу оксидлар миқдорига ўхшаш бўлиб, керамика материалларини ишлаб чиқаришда қўлланилиши мўмкин. Ранг берувчи оксидлар, хусусан темир оксидлари миқдори бўйича ушбу каолин камтемирли тоғ жинслари қаторига киради. Шунингдек, Учкудук каолини таркибида оз миқдорда ишқорий металллар оксидлари ҳам мавжуд.

Учкудук каолин намунасининг минералогик таркиби рентген фаза таҳлили орқали аниқланган бўлиб, унинг натижалари 1-расмда кўрсатилган.



1-расм. Учкудук каолин намунасининг рентген фаза таҳлили

Ушбу рентген дифрактограммасида Учкудук каолин намунасининг фазавий таркиби ҳақида маълумотлар кўрсатилган. Хусусан, диаграммада турли дифракция бурчаклари (2θ) бўйича юқори интенсивликка эга чизиклар мавжуд. Ҳар бир чизикка мос келадиган хусусиятлар каолиннинг минералогик таркибини аниқлашда ёрдам беради.

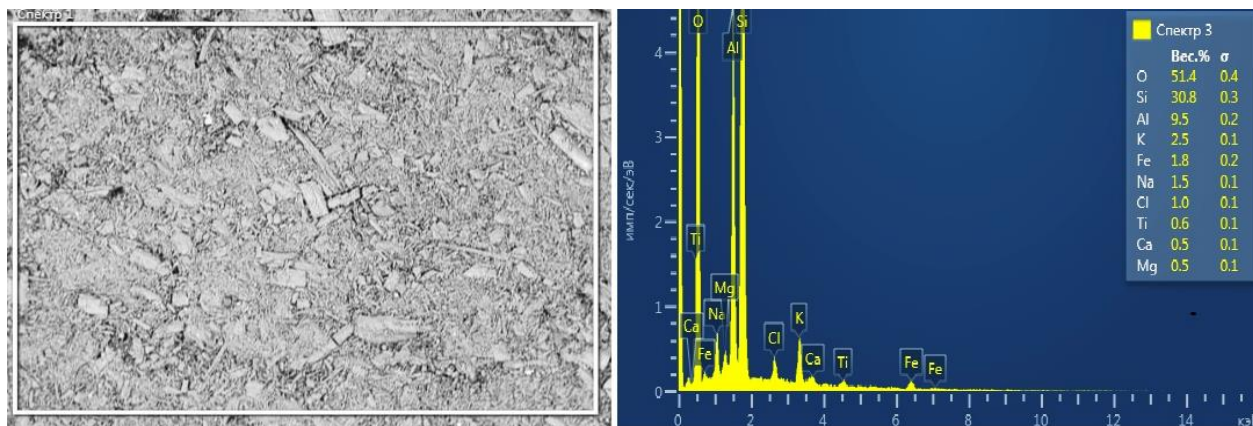
Дифракция чизикларидаги энг баланд чўққи 26–27° 2θ оралиғида жойлашган бўлиб, унинг интенсивлиги энг юқори. Бу чизик каолин

таркибдаги кварц минералига мос келади, бу каолинларнинг асосий компонентиدير. 12–13° ва 20° 2θ оралиғида ҳам чизиклар мавжуд, бу чизиклар одатда каолинит ва кварц мавжудлигини билдиради. 35–36° оралиғидаги кичик чизиклар эса мусковит минераллари эканлигини кўриши мумкин.

Юқори интенсивликка эга чизикларнинг жойлашуви ва уларнинг интенсивлиги асосида бу каолин намунасида каолинит ва кварц минераларининг борлиги аниқланди.

Каолинитнинг асосий минерал сифатида мавжудлиги унинг каолин сифатида ишлатилишига имкон беради, чунки бу минерал керамик материаллар, пигментлар ва бошқа саноат материаллари ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади [10].

Учкудук конидан олинган каолин намунасининг растр электрон микроскоп таҳлили ва элемент таҳлил спектрининг графиги 2-расмда келтирилган.



2-расм. Учкудук каолини намунасининг растр электрон-микроскопик тасвири ва элемент таҳлили спектрлари

2-расмдан кўриниб турибдики, Учкудук каолини намунасининг растр электрон микроскопик таҳлили ва рентген спектрининг юқори қисмларида мавжуд элементларнинг зичлиги аниқланган бўлиб, бу каолин таркибидаги асосий элементларни кўрсатади. Элементар таркиби бўйича кислород (O) энг кўп учрайдиган элемент бўлиб, умумий таркибнинг 51.4 % ини ташкил этади. Бу каолинитдаги оксидланган фазаларнинг асосий қисми ҳисобланади. Кремний (Si) 30.8 % ни ташкил этиб, каолин таркибидаги силикат бирикмаларининг асосини ташкил этади. Магний (Mg), калий (K), натрий (Na) ва кальций (Ca) элементлари оз миқдорда бўлиб тегишли оксидлар кўринишида бўлади. Алюминий (Al) 9.5 % кўрсатилган бўлиб, бу каолин таркибидаги алюмосиликат минераллари (айниқса каолинит) учун характерлидир.

Каолин таркибдаги кремний ва алюминий миқдори каолинит ($Al_2O_3 \cdot 2Si_2O \cdot 2H_2O$) минералига хос бўлиб, бу каолиннинг асосий компонентиدير. Темир ва кальций каби элементларнинг оксидлари миқдори кўп бўлиши каолин сифатига салбий таъсир кўрсатади. Шунинг учун нозик керамика материаллари таркибида каолин бойитилган ҳолда ишлатилади [11, 12].

Хулоса. Шундай қилиб, Қорақалпоғистон Республикасининг Учкудук каолини намуналарининг керамик материаллар олишда фойдаланиш имкониятлари ва хусусиятлари ўрганилган. Ушбу ҳудуддаги каолиннинг минералогик ва физик-механик таркиби ишлов бериш жараёнига мос келиши ва паст сув шимувчанликка эга бўлиши, уни ички пол қопламалари каби керамик материаллар ишлаб чиқариш учун истиқболли хом ашё сифатида баҳолаш имконини беради.

Учкудук каолини таркибида каолинит ва кварц минералларининг мавжудлиги уни юқори сифатли, иссиққа чидамли керамик материаллар ишлаб чиқаришда ҳам қўлланилиши мўмкинлигини кўрсатади. Рентген дифрактограммаси ва элементар таҳлиллardan олинган натижаларга кўра, ушбу каолиннинг кимёвий таркиби ва зичлиги ГОСТ талабларига жавоб беради. Шунингдек, унинг таркибидаги кремний ва алюминий оксидлари юқори сифатли керамик материаллари ишлаб чиқаришга яроқли эканлигини кўрсатади. Шу боисдан, маҳаллий хом ашё сифатида Учкудук каолини турли керамик материаллар ишлаб чиқаришда муҳим аҳамиятга эга деб ҳисоблаймиз.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. А.М. Eminov, В.А. Kalbaev, "Prospects for the use of mineral raw materials of Karakalpakstan in the production of ceramics," proceedings of the Rep. scientific-technical conference "New composite materials: production and application in various industries", GUP "Fan va tarakdiyot", 2023 September 15-16, pp.46-47.
2. Б.А.Калбаев, А.М.Эминов, О.О.Жанабаев, М.А.Торениязов, Study of Shomishkul kaolin for producing ceramic materials, 02005(2024) E3S Web of Conferences <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449402005>, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

Негматов С.С., Икрамова М.Э., Аликулова Х.А. Стандарт намуналарни таққослаш, тажрибаларни режалаштириш ва ўлчашларни таъминлашнинг илмий ечимлари	3
Djumag'ulov Sh.X., Xamidov A.M., Boyqobilov D.B., Ro'zimuradov O.N., Todjiyev J.N. Elektrolit tarkibidagi suv va ftorid tarkibining o'zgarishi TiO ₂ nanotrubkalari morfologiyasiga ta'siri	6
Жанабаев О.О., Эминов А.М., Калбаев Б.А. Учкудук каолинининг физик-кимёвий хоссалари ва керамик материаллар ишлаб чиқаришда қўллаш истикболлари	9
Xujamberdiyev Sh.M., Arifdjanova K.S., Mirzaqulov X.Ch. Ekstraksion fosfor kislotasi va karbamid asosida ammoniy polifosfat olish jarayoni	13
Хаққулов Ж.М., Темиров З.Ш., Бурхонова Ш.Б. Полимер макроионларининг градиентли ва электр майдони таъсирида силжиши	16
Юсупов Ф.М., Юсупов С.К., Мирзаев З.А., Нуриддинова Д.З., Темиров Ф.Б. Изучение влияния температуры на процессы сульфирования низкомолекулярных полиэтиленовых отходов	21
Kurbanbayeva S.A., Ikramov A., Turabdjanov S.M., Qodirov O.Sh., Kadirov X.I. Study of the composition of the "TAR-product" and the separation of asphaltene homologues	24
Касымова М.Н, Негматова К.С. Исследование процесса образования металлокомплексов в структуре хлопкового волокна и разработка оптимальных составов композиций для крашения текстильных материалов	30
Негматов С.С., Эсанмуродов Ш.В., Негматова К.С., Рихсходжаева Г.Р., Икрамова М.Э., Кенжаев Н.А. Исследование химического состава и физико-химических свойств минерализованных пластовых вод Бердах, Сауле, АРАЛ, Сургиль и Балканских нефтегазовых скважин	35
Во'rixonov B.X., Murodova J.Q., Xidirov Sh.B., Xayitov B.Q., Panjiyev A.X. Monoxlorsirka kislotasi efilari va aromatik aminlar asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintezi	40

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов Ж.Н., Муродов И.И., Абед Н.С., Косимов Ш.Б., Эргашев Н.Э., Абдураззоков А.А., Тухташева М.Н. Технология получения триботехнических композиционных термопластичных полимерных материалов и деталей для машин и механизмов хлопкоперерабатывающих производств и проведение их опытных испытаний в производственных условиях	45
Бердиев Д.М., Щукин В.Я., Кожевникова Г.В., Пушанов А.Н. Ресурсосберегающие технологии получения основы инструмента режущих зубьев методом прокатки	48
Khalikulov U.M., Khasanov A.S. Improvement of the mechanical properties of chromium-molybdenum steels using a modifier	51
Бегатов Ж.М., Эргашев М.С., Платошина М.М. Технологические особенности использования бандажей тяговых барабанов волоочильных машин	57
Хасанов А.С., Халикулов У.М. Термомеханическая обработка изделий из хромомолибденовой стали....	59
Норхуджаев Ф.Р., Шукуров Ш.Т. Термик ишлов бериш ва суюқ ҳолда азотлаш режимларининг тезкесар пўлатнинг структура ва хоссасига таъсири	67
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Axmedova M.E., Nosirxo'jayev I.S.A., Murodqosimov R.X., Almardonov S.A. Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish uchun gaz pechlarini qoplashda o'tga chidamli materiallardan foydalanish	69
Шукуров Ш.Т. Оптимизация характеристик быстрорежущей стали с помощью термообработки и жидкого азотирования	73

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Cho'liyev J.R. DA-1S markali modifikator yordamida oltingugurtning modifikatsiyalash va u asosida modifikatsiyalangan serobitum olish	76
Жалилов Ш.Н. Разработка технологии и технологических режимов прессования древесно-пластиковых композиционных плитных материалов на основе древесноволокнистого наполнителя из стеблей хлопчатника и модифицированных мочевиноформальдегидных полимерных связующих	79
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Nurdinov Z.B., Raximboyev Sh.I., Axmedova M.E. Gaz pechlarida alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasini ishlab chiqish va pech konstruksiyasini takomillashtirish	82
Xojiyeva F.J., Amonov M.R. Suvda eruvchan polimerlar asosida modifikatsiyalangan kraxmalni ohorlash jarayonida qo'llash samaradorligini o'rganish	84
Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirxojaev S.Q., Ochildiev Q.T., Nuraliev O.U., Ismoilov J.B. Thermodynamics of ore thermal recovery of copper slag	88