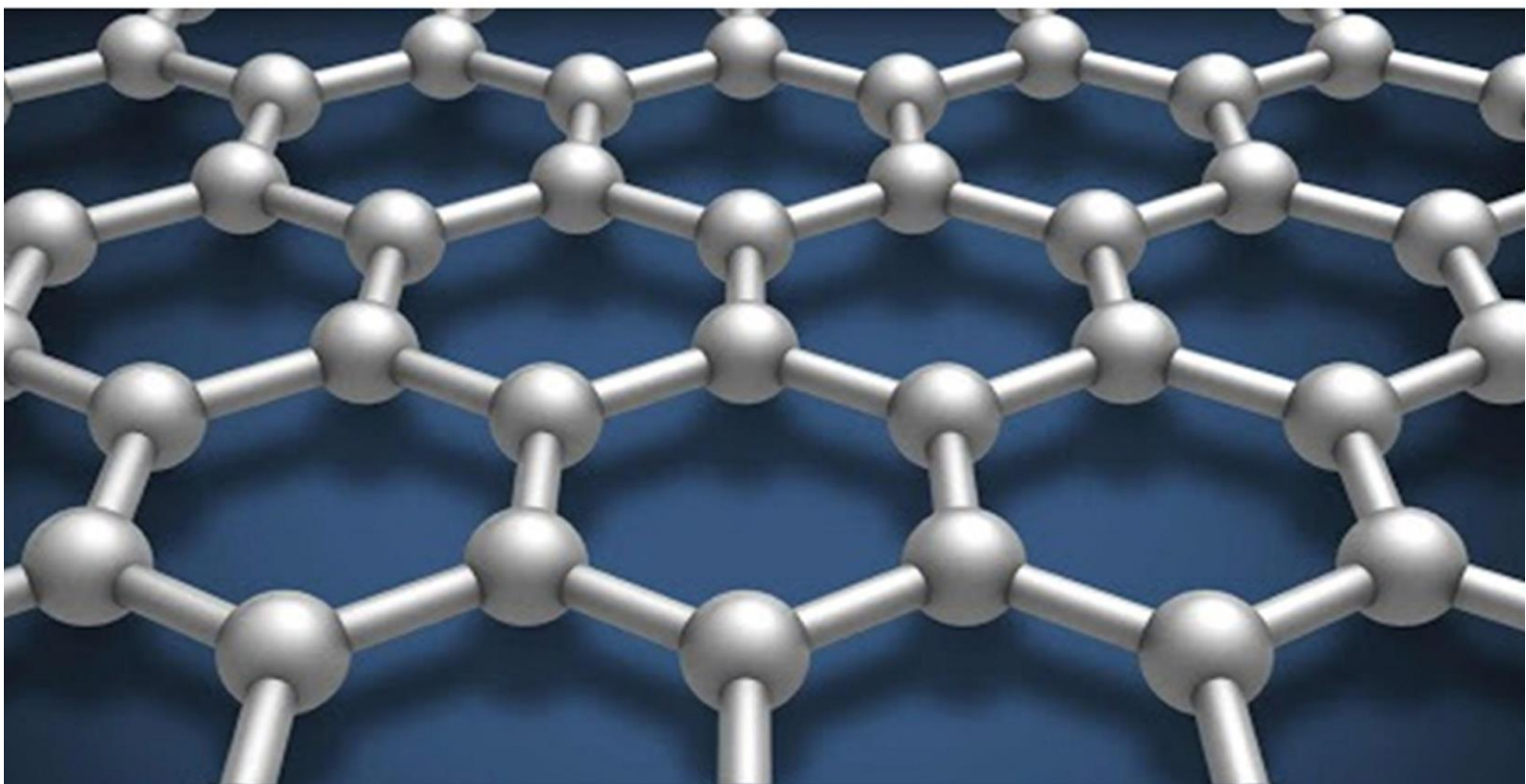


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

9. Абдурахимов Х. А. Исследования по получению композиций коагулянтов, состоящих из хлоридов поливалентных металлов. Композиционные материалы, 2019, №2, -С. 50-53.
10. Abdurakhimov Kh.A., Kholkhujayev B. Physical and chemical properties of destruction by explosion energy and the development of basic principles of remediation on their recovery. Materialy X Mezynarodni vedeckoi-prakticka Cference «vedecky pokrok na prelomu tysyachalety-2014» Praha, Publishing House «Education and Science» s.r.o., 2014, s.3-6.
11. Kh. A. Abdurakhimov. "The study of the extraction of aluminum and iron oxides from kaolin of the deposits of Uzbekistan Angren, Sultan-Uvays and Auminzatau" /Journal of the Mechanical Behavior of Materials./ Germany. DOI: <https://doi.org/10.15.15/JMBM.2019-0054> (2019), pp.211-215. (02.00.00.№1).
12. Абдурахимов Х. А., Муталов Ш. А. «Изучение влияния условий сернокислотной обработки каолинов месторождений Султан-Увайс и Ауминзатау (участка Закудук)». Сборник докладов и тезисов III Международной научно-технической конференции «Инновацион-ные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов» (19-20 сентября 2019г.). Т.: -С. 124-126.

Ключевые слова: каолин, соляная кислота, обжиг, окись алюминия, окись железа, коагулянт, коагуляция, сточная вода, очистка, очистной пруд.

В статье приведены результаты изучения закономерностей получения коагулянта на основе каолина участка Заркудук Ауминзатау и очистка сильноокрашенных сточных вод производства бумаги из рисовой и пшеничной соломы.

Kalit so'zlar. Kaolin, xlorid kislota, kuydirish, alyuminiy oksid, temir oksid, koagulyant, koagulyatsiya, oqava suv, tozalash, tozalash hovuzi.

Maqolada Auminzatovning Zarquduq xududi kaolini asosida koagulyant olish qonuniyatlari va sholi poxoli va bug'doy somonidan qog'oz olishda hosil bo'ladigan o'ta bo'yalgan oqava suvlarni tozalash qonuniyatlarini o'rganish natijalari keltirilgan.

Key words. Kaolin hydrochloric acid, burn, aluminum oxide aluminum oxide, iron oxide, coagulant, coagulation, boiling water, wastewater, purification, purification pond.

The paper presents the results of study regularities of coagulant production on the basis of kaolin of Zarkuduk Auminzatau site and purification of strongly colored wastewater of paper production from rice and wheat straw.

**Ходжаибар Абдурахманович
Абдурахимов
Акмал Ходжаибарович
Абдурахимов**

– Гулистанский Государственный Университет, Гулистан, Узбекистан, д.х.н., профессор
– Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан, акмал, абдурахимов PhD, старший преподаватель

УДК 621.74.04; 621.78.011

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НИТРОЦЕМЕНТОВАННОГО СЛОЯ ЛИТОЙ ДЕТАЛИ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Б.К. Тилабов

Введение. Известно, что среди методов термического упрочнения стальных деталей одно из ведущих мест в современной промышленности является химико-термическая обработка, при которой насыщают рабочие поверхности углеродом или одновременно углеродом и азотом в процессе нитроцементации [1,2]. На сегодняшний день процесс нитроцементации широко применяется в автомобилестроении и машиностроении для поверхностного упрочнения различных деталей машин и их механизмов [3].

Нитроцементацию проводили при 840-850 °С в газовой среде, состоящей из науглероживающего газа и аммиака. После

нитроцементации следует закалка в масле (или в воде) с повторным нагревом или непосредственно из нитроцементационной печи с температурой насыщения или небольшого подстуживания. По сравнению с цементацией, нитроцементация имеет ряд существенных преимуществ. При легировании аустенита азотом снижается температура $\alpha \leftrightarrow \gamma$ - превращения, что позволяет вести процесс насыщения при более низких температурах [4]. Одновременно в присутствии азота резко возрастает диффузионная подвижность углерода в аустените (табл.1). С повышением температуры эффект ускорения уменьшается (см. табл.1).

Таблица 1

Основные коэффициенты диффузии С и N при нитроцементации

№ п/п	Температура нагрева, °С	Процесс нитроцементации		Процесс цементации	
		$D_N \cdot 10^{-11}, \text{ м}^2/\text{с}$	$D_C \cdot 10^{-11}, \text{ м}^2/\text{с}$	$D_C \cdot 10^{-11}, \text{ м}^2/\text{с}$	$D_{C \text{ нц}} / D_{C \text{ ц}}$
1.	850	0,3	0,38	0,17	2,24
2.	900	0,6	0,75	0,38	1,97
3.	950	1,08	1,17	0,87	1,38

Несмотря на значительно более низкую температуру насыщения, скорость роста диффузионного слоя при цементации (930-950 °С) и нитроцементации (840-850 °С) при толщине 0,5-0,8 мм практически одинакова, а производственный цикл при нитроцементации, по сравнению с цементацией, сокращается на 45-55 % и более. Понижение температуры насыщения, без увеличения длительности процесса, позволяет снизить деформацию обрабатываемых деталей, повысить стойкость печного оборудования и уменьшить время на подстуживание перед закалкой литой детали и их образцов. Поэтому нитроцементация получила широкое распространение в машиностроении для деталей, по условиям работы которых достаточна толщина упрочнённого слоя от 0,2 до 1,0 мм.

Особенно в автомобильной промышленности почти 95 % деталей, упрочняемых химико-термической обработкой, подвергается нитроцементации (например, различные виды зубчатых колес и шестерни). Наиболее эффективная толщина слоя для шестерни с модулем 1,5-3,5 мм применяется $0,3 \pm 0,1$, а при модуле 4,0-5,5 мм – $0,4 \pm 0,1$ и т.п.

Целью данной работы является образование эффективной толщины слоя методом нитроцементации, полученных путем литья в земляной форме, повышение твердости и износостойкости литых деталей с оптимальной термической обработкой закалки и низкого отпуска.

Методика проведения исследований.

Объектом исследований были детали ротационной звездочки, испытывающие интенсивный абразивно-коррозионный износ при обработке почвы.

Для газовой нитроцементации применяли оборудование – шахтные печи СШЦМ 8.12/9,5 МВ (рис.1,а,б,в) при температуре 840-850 °С с подстуживанием закалки при 820-825 °С, а также низкий отпуск из шахтной печи СШО (рис.1,г) при 170-180 °С. При проведении процесса нитроцементации одновременно насыщали стали углеродом и азотом в среде, состоящей из науглероживающего газа и аммиака.

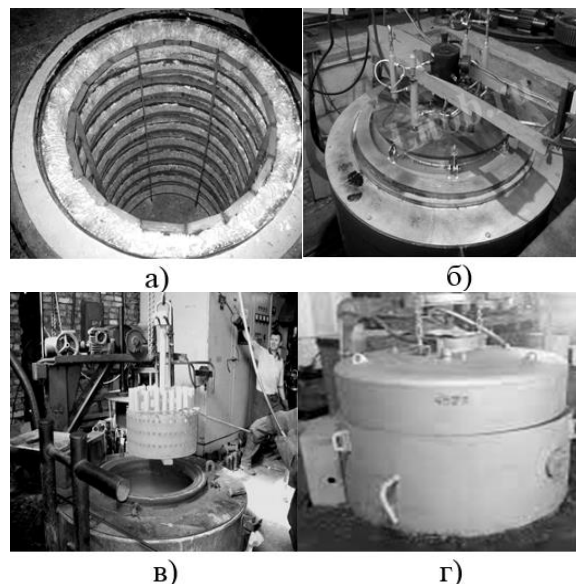


Рис.1. Нитроцементационная шахтная печь СШЦМ 8.12/9,5МВ: а,б-открытое и закрытое нагретое положение; в-процесс подъема нитроцементованных и закаленных литых деталей из печи; г-отпускная шахтная печь СШО

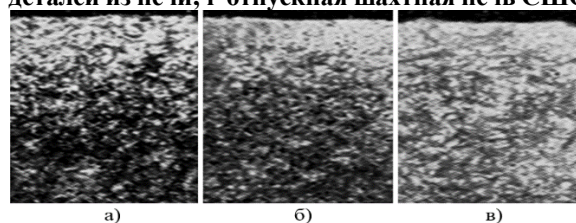


Рис.2. Микроструктура и эффективная толщина нитроцементованного слоя стали: а-20 (0,4 мм); б-25 (0,5 мм); в-30 (0,6 и более мм). X500

Известно, что по сравнению с цементацией, нитроцементацию проводят при более низких температурах – 840-850 °С. Это обусловлено тем, что азот, проникая в сталь одновременно с углеродом, понижает температуру существования твердого раствора на основе Fe_γ и тем самым способствует науглероживанию стали при более низких температурах. По сути, азот, выполняя роль легирующего элемента, понижает критические точки стали. Понижение температуры насыщения без увеличения длительности процесса позволяет снизить деформацию обрабатываемых деталей. Для нитроцементации рекомендовали использовать контролируемую эндотермическую атмосферу, к которой добавляют 3–15 % не отработанного природного газа и 2–10 % NH_3 или жидкий карбюризатор – триэтиламин $(C_2H_5O)_3N$, который в виде

капель вводят в рабочее пространство. Для нитроцементации подвергали углеродистые и легированные стали (20, 25 и 30) с содержанием углерода до 0,25-0,30 %, продолжительность процесса нитроцементации 4-6 часов, эффективная толщина нитроцементованного слоя 0,4-0,6 мм (рис.2,а,б,в), а максимальная толщина слоя составляла 0,8 мм.

После нитроцементации сразу выполняли закалку в печи с подстуживанием до 820-825 °С, а после оптимальной закалки проводили низкий отпуск при 170-180 °С.

Результаты исследований и их обсуждение. После всего цикла нитроцементации проводили закалки непосредственно из печи с подстуживанием до 820-825 °С в течение 6-8 часов, а закаленные образцы отпускали при 170-180 °С. В этом случае твердость поверхностного слоя после закалки и низкого отпуска равна HRC 56-60 (рис.3,а), а микротвердость HV 570-690. Закаленные и отпущенные стальные образцы имели поверхностное покрытие с мелкозернистой мартенситной структурой (рис.3,б). Твердость стальных образцов определяли алмазным наконечником по Роквеллу, а микротвердость по толщине диффузионного слоя (рис.3,в,г) определяли на приборе ПМТ-3. Послойное определение твердости проводили в трех зонах образцов (по краям, центре и основной металл), а полученные результаты усредняли.

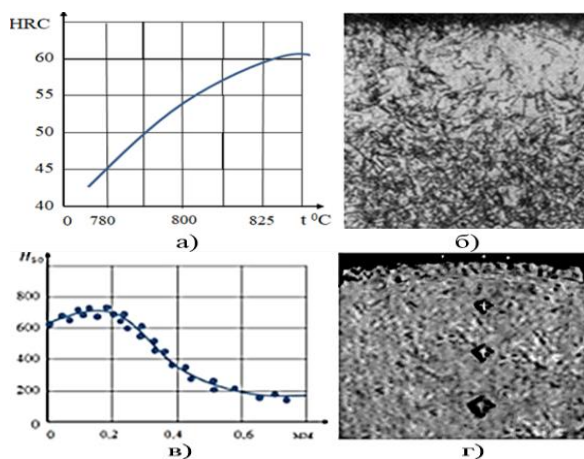


Рис.3. Твердость закаленного образца (а), мелкозернистая мартенситная структура с поверхностным покрытием (б) и микротвердость образцов по толщине диффузионного слоя (в, г). X500

По графику видно, что твердость и микроструктура образцов зависят от температуры нагрева закалки и отпуска, время выдержки и скорости охлаждения. Поэтому всегда надо тщательно и внимательно следить по всем параметрам упрочняющей обработки - нитроцементации [5].

После насыщения структура нитроцементованного слоя состоит из мелкокристаллического (мелкозернистого) мартенсита (см.рис.3,б), небольшого количества мелких равномерно распределенных карбонитридов и 25-30 % остаточного аустенита. Твердость слоя после закалки и низкого отпуска составляла 57-60 HRC. Максимальные показатели прочности и износостойкости достигаются только при оптимальном для данной стали содержании на поверхности нитроцементованного слоя углерода и азота.

На сегодняшний день одной из востребованных услуг является **нитроцементация стали**, которую широко используют в автомобилестроении, тракторостроении, машиностроении и других промышленности для трущихся деталей. Поэтому целью нашего исследования является повышение прочности и износостойкости литых стальных деталей машин и их механизмов.

Для проведения лабораторных испытаний на абразивный износ брали образцы из твердосплавного покрытия с размерами 70x35x15 мм. Специально приготовленные литые образцы до и после испытаний взвешивали на аналитических весах ВЛА-200,-М с точностью до 0,1 мг. Испытания на абразивный износ отожженных (табл.2) и закаленных (табл.3) образцов из стали 25 и 30Л проводили на машине трения ПВ-7 почти с одинаковым износом. Хорошие результаты по износостойкости образцов получены после оптимальной термической обработки (закалка 825 °С) с твердостью HRC 58÷60 [6,8]. Термически обработанные литые детали с износостойким эффективным покрытием [9,10] испытывали в полевых условиях различных областей (районов) Республики Узбекистан.

Таблица 2

Абразивный износ образца №1 из отожженной литой стали 30Л

№ п/п	Марка стали	Время испытания, мин	Износ до испытания, мг	Износ после испытания, мг	Разница износа до и после испытания, мг
1.	30Л	30	168,8674	168,8653	0,0021
2.	-/-	-/-	168,8653	168,8637	0,0016
3.	-/-	-/-	168,8637	168,8626	0,0011
4.	-/-	-/-	168,8626	168,8620	0,0006
5.	-/-	-/-	168,8620	168,8618	0,0002
6.	-/-	-/-	168,8618	168,8618	0,0000

Таблица 3

Абразивный износ образца №1 из закаленной стали 30Л с толщиной слоя 0,4-0,6 мм

№ п/п	Марка стали	Время испытания, мин	Износ до испытания, мг	Износ после испытания, мг	Разница износа до и после испытания, мг
1	2	3	4	5	6
1.	30Л	30	165,9789	165,9781	0,0008
2.	-//-	-//-	165,9781	165,9776	0,0005
3.	-//-	-//-	165,9776	165,9774	0,0002
4.	-//-	-//-	165,9774	165,9774	0,0000

Выводы. Анализируя весь цикл твердости, микротвердости, износостойкости и долговечности образцов с нитроцементованными слоями, толщиной от 0,4 до 0,8 мм из углеродистой стали марки 25 и 30, можно видеть, что чем больше толщина покрытия, тем лучше качество материала. Исследованием установлено, что все экспериментальные параметры, включая

твердость и износостойкость, находятся в хорошем согласовании. Особенно термообработанные литые детали с нитроцементованным слоем повышают износостойкость и долговечность в 2-3 раза выше, чем серийных изделий. Данная инновационная технология внедрена на АО «Агрегатный завод» с экономическим эффектом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андрияшечкин В.И. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. – Москва.: Издательский дом НИТУ «МИСиС», 2001. - 183 с.
2. Берлин Е.В., Коваль Н.Н. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей. – Москва.: Техносфера, 2012. - 464 с.
3. Майсурадзе М.В., Рыжков М.А. Цементация, нитроцементация и азотирование стальных изделий. – Екатеринбург.: Изд-во Уральского университета, 2021. - 182 с.
4. Тилабов Б.К., Нормуродов У.Э. Нитроцементация игольчатых звездочек из углеродистой стали и их последующая закалка и низкий отпуск // Universum: технические науки. – Москва, 2021. №4. - С.21-24.
5. Normurodov U.E., Tilabov B.K. Nitrocementation at 840°C with subsequent hardening of the surface layer of cast rotary sprockets of earth working machines // Technical science and innovation journal. – T.: TDTU, 2020. №3(05). - P.216-221.
6. Мухамедов А.А. Влияние параметров структуры термически обработанной стали на абразивную износостойкость // Известия ВУЗов. – Черная металлургия, 2009. №7. - С.115-120.
7. Тилабов Б.К., Шербутаев Ж.А. Твердость и износостойкость литых твердосплавных деталей машин. НТЖ Ферганский политехнический институт. – Фергана.: ФерПИ, 2022. №3. - 27-32 б.
8. Тилабов Б.К., Шербутаев Ж.А., Нормуродов У.Э., Исаяев С.И. Противоизносные твердосплавные покрытия для деталей сельскохозяйственных машин и механизмов. НТЖ Universum. – Москва.: Технические науки, 2020. №2. - С.32-38.
9. Normurodov U.E., Tilabov B.K., Sadullayev Z.Sh., Sherbo'tayev J.A. Choice of material and thermal hardening of surface layers of casting steel parts of soil processing machines and mechanisms // Solid state technology blind peer review referred journal Scopus. Vol.63. Iss 6. – USA, 2020. - P.18631-18639.
10. Нормуродов У.Э., Тилабов Б.К. Замоновий янги инновацион технология асосида тайёрланган ва нитроцементацияланган, сўнгра тобланган ва бўшатилган нинасимон юлдузчаларнинг дала синови натижалари // Agro ilm. – Тошкент, 2020. №5(68). - 96-98 б.

Kalitli so'zlar: Uglerodli po'latlarning tarkibi va xossalari, nitrosegmentatsiyalangan qatlami, optimal termik ishlov berish, makro - va mikrostruktura, qattqlik va mikroqattqlik, detallarning abraziv eyilishi va uzoq muddat ishlashi.

Ushbu maqolada erga ishlov beruvchi mashinalarning o'rtauglerodli po'latdan tayyorlangan universal ninasimon rotatsion yolduzchalarining ilmiy-tadqiqot natijalari keltirilgan. Po'lat namunalarining tarkibi, xossalari, makro - va mikrostrukturalar parametrlari o'rganilgan. Detailarning kimyoviy-termik ishlov berish – nitrosegmentatsiyalash va keying toblash va past haroratli bo'shatish optimal rejimlari ishlab chiqilgan. Quyma detallarga optimal termik ishlov berilgandan keyin ularning qattqligi va eyilishga bardoshliligi 2-3 marta oshganligi isbotlangan.

Ключевые слова: состав и свойства углеродистых сталей, нитроцементованный слой, оптимальная термическая обработка, макро - и микроструктура, твердость и микротвердость, абразивная износостойкость и долговечность деталей.

термомеханик хоссаларини тахлили.....	98
S.A. Tursunbayev, N.D. To'raxodjayev, Sh.T. Toshmatova, F.U.Odilov. Germaniy oksidini alyuminiy qotishmalari qattiqligiga ta'siri.....	100
3. Разработка и технология получения композиционных материалов	
N.O. Maxkamova, B.G'. Maxkamov, A.X. Xaitbaev. Maxalliy xomashyo (Calliptamus Italicus.L) asosida biopolimer kompozitsion materiallar olish va ularning ayrim xossalari.....	103
Б.С. Садуллаев, Х. Ахмедов, Т.О. Камолов, О.Ф. Хайитов. Разработка технологии обогащения графитовой руды месторождения Тасказган.....	106
Х.А. Абдурахимов, А.Х. Абдурахимов. Разработка способа получения коагулянта из каолина ауминзатау и очистка им сильно окрашенных сточных вод бумажного производства.....	108
Б.К. Тилабов. Структура и свойства нитроцементованного слоя литой детали из углеродистой стали.....	113
Н.Х. Талипов, С.С. Негматов, М.М. Улугова. Регулирование процесса кристаллизации дигидрата сульфата кальция.....	117
D.G'. Kuvatov, S.M. Turabdjano. Sement klinkerini maydalash intensifikatorlari sintezi va tadqiqi.....	120
Т.О. Камолов, Қ.М. Рўзикулов. “Олмалик КМК” АЖ рух заводи вельцлаш цехининг хомаки вельц оксидини танлаб эритиш жараёнига тайёрлашга жараён вакти давомийлиги таъсирини ўрганиш.....	123
О.Ю. Исмаилов, А.М. Хурмаматов, Д.Н. Исмаилов. Исследование коэффициента теплопередачи при нагревании нефти и газового конденсата парами бензина.....	127
Ж.Н. Негматов, М.Ш. Тухлиев, О.Х. Эшкobilов, Ш. Абдуганиев, А.Я. Раззаков, Б.И. Хотамкулов. Разработка технологии и технологической линии получения электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных термореактивных полимерных материалов.....	131
М.Ш. Тухлиев, О.Х. Эшкobilов, Ж.Н. Негматов, Н.С. Абед, Ш. Абдуганиев, А.Я. Раззаков. Технология получения покрытий из электро-теплопроводящих антифрикционно- прочностных композиционных термореактивных полимерных материалов.....	135
М.Н. Цуканов, В.М. Капустин, Х.Ю. Рахимов. Разработка эффективных составов гидроизоляционных материалов из пиролизного дистиллята, битумной композиции и отходов производств.....	138
Sh.A. Sultonov, M.R. Amonov, X.M. Xolov. Sorbsion xossali kompozitli gil kukunlarini zamonoviy va samarali olish usuli.....	141
B.U. Zokirov, V.Z. Nurmukhamedova. A.Sh. Khusenov. Research on the technology of crystal fructose extraction from hellanthus tuberosus L.....	144
S.A. Tursunbayev, Sh.O'. Mardanoqulov, F.U. Odilov, Sh.T. Toshmatova. Alyuminiy-mis tizimidagi qotishma strukturasini germaniy ta'sirida o'zgarishi.....	147
B.R. Voxidov, Sh.Sh. Turdiyev. Platinoidlarni qayta ishlashdan hosil bo'lgan chiqindilaridan platina va palladiyni ajratib olish texnologiyasini tadqiq qilish.....	149
М.Н. Цуканов, В.М. Капустин, Х.Ю. Рахимов. Разработка технологии для получения композиционных гидроизоляционных материалов на основе местного сырья и отходов производств.....	155
Г.Э. Эшдавлатова, Н.Б. Турабаева. Целлюлоза эфирлари асосида куюклаштирувчилар ишлаб чиқиш.....	158
Р.Х. Сайдахмедов. Особенности получения твердосплавных пластин в вакуумной печи с изостатическим прессованием при технологической подготовки производства.....	160
С.А. Бердиев. Таркибида азот ва олтингугурт бўлган олигомерларни термик барқарорлигини тадқиқ этиш.....	163
4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов	
У.К. Ёринов, И.Н. Мирзакулов, Д.Р. Атакузиева, Л.Қ. Махкамova, А.Х. Абдуқаххоров. Нефтни қайта ишлаш жараёнида қўлланиладиган антикоррозион қўндирмалар.....	166
А.Ю. Дустов, О.Х. Абдуллаев, М.А. Абдурахимов. Актуальность производства и потребления метанола на газодобывающих месторождениях.....	169
D.I. Maxkamov, A. Xabibullayev, A.E. Dehqanov. Avtomobil yo'llarini qurishda, kompozitsion materiallardan foydalanib, grunt qatlamini mustahkamligini oshirish.....	171
E.B. Abduraxmonov, M.X. Oydinov, F.G. Raxmatkariyeva, M.T. Abdullayeva. Mahalliy kaolin asosida olingan a tipidagi seolitning ik spektr tahlili.....	174
Sh.X. Chariyeva, M.K. Urozov. Pivo sanoati chiqindilaridan achitqi shtammlari olish.....	177
Ж.З. Шерматов, М.С. Пайзуллаханов, О.Т. Ражаматов. Керамические ферромагниты из плавленого материала в солнечной печи.	180
S.T. Parmonov. Burg'ulashda qo'llaniladigan qattiq qotishmalarning xomashyo materiallarini tanlash va ularning xossalari tadqiq qilish.....	182
O.Sh. Sarimsaqov, H.Q. Ismoilov, X.T.To'ychiyev. Ventilyator parragi ishchi yuzasi sifatiga va ish unumdorligiga kompozitsion qoplamaning ta'siri.....	185
Х.Қ. Исмоилов. Композицион материалдан тайёрланган парракнинг вентилятор қобиғида жойлашиш ҳолатининг иш унумдорлигига таъсири.....	188
D.I. Maxkamov, Q.M. Inoyatov, M. Axmadjanov, A.E. Dehqanov. Yo'l bitumi sifatini oshirishda sanoat chiqindilaridan foydalanish.....	191
Sh.A. Sultonov, M.R. Amonov, D.Q. Sayimova. O'simlik moylari uchun paligorskitli gil kukunlarini sorbsion xususiyatlari.....	193
З.Ш. Исламова, И.А. Набиева, А.А. Миратаев. Жун ва пахта толалари асосидаги янги композицияли тўқимачилик матоларини бўйаш.....	196