ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Қазұтзу хабаршысы _____

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU _____

Nº2 (126)

Главный редактор И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора Б.К. Кенжалиев – проректор по науке

Отв. секретарь Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, З.С. Абишева- акад. НАНРК, Л.Б. Атымтаева, Ж.Ж. Байгунчеков- акад. НАНРК, А.Б. Байбатша, А.О. Байконурова, В.И. Волчихин (Россия), К. Дребенштед (Германия), Г.Ж. Жолтаев, Р.М. Искаков, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, А.Р. Сейткулов, Фатхи Хабаши (Канада), Бражендра Мишра (США), Корби Андерсон (США), В.А. Гольцев (Россия), В. Ю. Коровин (Украина), М.Г. Мустафин (Россия), Фан Хуаан (Швеция), Х.П. Цинке (Германия), Т.А. Чепуштанова, Г.Ж. Елигбаева, Б.У. Куспангалиев

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан № 951 – Ж "25" 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, каб. 616, тел. 292-63-46 Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru Пример. Пусть x – произвольное положительное число. Обозначим через γ наибольшее целое число $\gamma(x) \ge 0$, удовлетворяющее неравенству $\ln_{\gamma(x)} \ge 1$.

Построим функцию
$$f(x) = \prod_{k=0}^{\gamma(x)} \frac{1}{\ln_k x}$$
, полагая $\ln_k x = \ln \ln_{k-1} x$, $k > 1$, $\ln_0 x = x$.

Функция f(x) непрерывна при $x \ge 1$ и оставаясь положительной, монотонно убывает до 0 прих $x \to +\infty$. Тогда ряд $f(0) + f(1) + f(2) + \cdots$ дает сомнительный случай для признака Ермакова, так как функция f(x) удовлетворяет уравнению $e^x f(e^x) = f(x)$. В данном примере,

ряд $\sum_{k=1}^{\infty} f(k)$ расходится.

Можно привести примеры рядов, когда известные признаки Куммера, Раабе не дают ответа о сходимости ряда, тогда как признак Ермакова может быть эффективно применен. Признак Ермакова практически не упоминается в книгах по математическому анализу и незаслуженно забыт.

Таким образом, теорема Ермакова очень полезна и может быть включена в курсы математического анализа при прохождении темы «Ряды и их сходимость».

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Ермаков В.П. Труды III съезде русских естествоиспытателей по отделу математики. Киев, 1873, с.7
- 2. Зморович В.А. О некоторых вопросах теории сходимости рядов.- Изв. вузов, 1958, №1(2), с.60-79.

Мұстафин М.А.

Қатарлар жайлы В.П.Ермаковтың теоремасы және математикалық талдаудағы маңызы

Түйіндеме: Бұл мақала В.П. Ермаковтың тұрақты таңбалы қатарға арналған теоремасына және оның математикалық талдаудағы маңызына арналған.

Негізгі сөздер: қатардың жинақталуы.

Mustafin M.A.

V.P.Ermakov's theorem about series and its importance in mathematical analysis

Summary. Given article is devoted to V.P.Ermakov's theorem about of constant signs series and its importance in mathematical analysis.

Key words: series convergence.

УДК: 538.911

Ж.Т. Накысбеков, М.Ж. Буранбаев, М.Т. Габдуллин, М.Б. Айтжанов, Г.С. Суюндыкова, У. Досеке (Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан, <u>jhasulan@list.ru</u>)

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ НАНОПОРОШКА МЕДИ

Аннотация. Среди физических методов исследования и контроля материалов важное место занимает рентгеноструктурное исследование кристаллических материалов. Нами расмотрены методы рентгеноструктурного анализа для индицирования дифрактограмм и определения структурных параметров меди, порошка и нанопорошка меди: пространственная группа, фаза, типы и параметры ячейки. Были определены химический состав, размеры кристалитов и наночастиц меди методами рентгеноструктурного анализа и проведены сравнения с результатами других методов.

Ключевые слова: рентгеноструктурный анализ, медь, нанопорошки меди, структура, дифрактограмма.

Введение

Основные физические свойства металлических наночастиц резко отличаются от свойств металлов в обычном массивном состоянии и в ряде случаев являются уникальными.

• Физико-математические науки

Металлы и сплавы, неорганические и органические химические соединения и другие кристаллические материалы применяются в химической промышленности и машиностроении, металлургии и строительстве, радиотехнике и сельском хозяйстве. Поскольку технические материалы, как правило, являются поликристаллическими, в промышленности проводят преимущественно рентгеноструктурный анализ различных процессов, происходящих в поликристаллических телах.

Особенностью обработки данных рентгеновского анализа является широкое использование констант, определенных ранее экспериментально или вычисленных теоретически. При рентгеновских исследованиях необходимы также очень трудоемкие расчеты, которые могут быть значительно сокращены при использовании программных обеспечении с базой данных или вспомогательных таблиц и графиков [1].

Рентгеноструктурный анализ основан на свойстве интерференции лучей, рассеянных электронами атомов кристаллического вещества, и подчиняется закономерностям, связанным с особенностями строения этого вещества. При этом сложное явление интерференции рентгеновских лучей, рассеянных кристаллом, можно представить, как зеркальное отражение лучей от серии параллельных атомных плоскостей кристалла, которое описывается формулой Вульфа-Брэгга: $n\lambda = 2d \sin\theta$, где n – порядок отражения, λ – длина волны рентгеновского излучения, d – расстояние между соседними параллельными плоскостями, θ – угол скольжения пучка лучей по отношению к отражающей плоскости. Это основная формула структурного анализа, с помощью которой исследуется строение как монокристаллических, так и поликристаллических материалов [2].

В спектре рентгеновских лучей Ка–линия является дублетом. Поскольку 2р–уровень расщеплен на $2p_{3/2}$ и $2p_{1/2}$, то в результате электронного перехода $2p \rightarrow 1s$ вместо одной характеристической линии Ка появляются две: Ка₁ и Ка₂, причем длина волны λ_{Ka_1} меньше, чем λ_{Ka_2} . В связи с тем, что заселенность уровня $2p_{3/2}$ в 2 раза больше, чем $2p_{1/2}$, то и вероятность электронного перехода $2p_{3/2} \rightarrow 1s_{1/2}$ будет в 2 раза выше, чем $2p_{1/2} \rightarrow 1s_{1/2}$. Соответственно, K_{α_1} –линия будет интенсивнее, чем K_{α_2} .

Эксперименты и расчеты

В качестве исследуемого образца были взяты различные конфигурации меди: объемная поликристалическая пластина, микроразмерные и наноразмерные порошки, отожженная и прессованная медь и другие.

Все образцы были отсняты на дифрактометрах Дрон-7, Rigaku miniflex 600, малоугловом дифрактометре HECUS S3-Micro, сканирующем электронном микроскопе Quanta 200i 3D.

На дифрактометрах используется монохроматическое излучение. Характеристическое рентгеновское излучение соответствует медному К α_1 излучению, с длиной волны $\lambda = 1.5406$ Å.

На рисунке 1 показана дифрактограмма пластины меди, отснятой на дифрактометре Дрон-7.





Для расчета дифрактограммы на рис. 1 нужно произвести следующие действия, согласно правилам индицирования кубических сингонии:

1. По высоте пиков оцениваем относительную интенсивность отражений, принимая высоту самого высокого пика за 100%.

2. Для каждого пика находим угол θ . (На графике указан угол 2θ – между первичным и отраженным лучом!)

3. Рассчитываем межплоскостные расстояния d_{hkl}. На этой стадии, используя соотношения I_{hkl} и d_{hkl} и справочные данные, можно провести идентификацию исследуемого образца.

4. Определяем значение $x = (1/d_1^2)/(1/d_2^2)$. Согласно приведенной выше формуле для кубической сингонии это, отвечает отношению сумм квадратов индексов: $(h_2^2+k_2^2+l_2^2)/(h_1^2+k_1^2+l_1^2)$

5. Подбираем множитель, умножение на который превратит полученное число х в рациональное.

6. Таким же образом находим дифракционные индексы всех остальных отражений.

7. По вышеприведенной формуле для кубической сингонии определяем параметр элементарной ячейки, находим его среднее значение и ошибку в определении [3].

λ	20	θ	sinθ	$\sin^2(\theta)$	$\sin^2(\theta_i)/\sin^2(\theta_1)$	$h^2+k^2+l^2$	hkl	d	а
1,5418	43,3292	21,6646	0,369173	0,136288	1	3	111	2,088183	3,616839
1,5418	50,4218	25,2109	0,425951	0,181435	1,331255	4	200	1,809831	3,619662
1,5418	74,143	37,0715	0,602811	0,363381	2,666267	8	220	1,278842	3,61711
1,5418	89,9588	44,9794	0,706852	0,49964	3,666052	11	311	1,090609	3,617142
1,5418	95,1921	47,59605	0,738409	0,545248	4,000689	12	222	1,044002	3,616528
									<3,617456>

Таблица 1. Расчет дифрактограммы объемной пластины меди из рисунка 1

На рисунке 2 показана дифрактограмма микроразмерный порошок меди, отснятой на дифрактометре Дрон-7.



Рис. 2. Дифрактограмма микроразмерного порошка меди

Таблица 2. Расчет дифрактограммы микроразмерного порошка меди из рисунка 2

20	θ	sinθ	$\sin^2(\theta)$	$\sin^2(\theta_i)/\sin^2(\theta_1)$		$h^2 + k^2 + l^2$	hkl	d	a	фаза
36,4546	18,2273	0,312788	0,097836	1	3	3	111	2,464612	4,26883	Cu ₂ 0
43,3469	21,67345	0,369316	0,136394	1	3	3	111	2,087371	3,61543	Cu
50,4032	25,2016	0,425805	0,18131	1,329303	3,987909	4	200	1,810455	3,62091	Cu
74,1337	37,06685	0,602746	0,363303	2,663622	7,990867	8	220	1,278979	3,61749	Cu
89,8866	44,9433	0,706407	0,49901	3,658583	10,97575	11	311	1,091298	3,61942	Cu
95,1008	47,5504	0,737871	0,544454	3,991762	11,97529	12	222	1,044762	3,61916	Cu
									<3,6184>	

• Физико-математические науки

На рисунке 3 показана дифрактограмма нанопорошков меди, отснятая на дифрактометре Rigaku miniflex 600, полученных методом электрического взрыва проводника в НИИ высоких напряжений при ТПУ. Сущность метода ЭВП заключается в распылении проводника определенной длины под действием мощного импульса электрического тока (плотность тока до 10¹⁰A/м2). Дисперсный состав НП, полученных таким способом, зависит от величины введенной в проводника энергии, диаметра проводника, электропроводности металла, давления газа во взрывной камере [4].



Рис. 3. Дифрактограмма нанопорошка меди

N⁰	20	d(Å)	Высота пиков	Полуширина линий	Интенсивность І
				(FWHM)	
1.	29.45(14)	3.030(14)	28(5)	1.33(13)	43(5)
2.	36.349(12)	2.4696(8)	535(23)	0.828(18)	660(13)
3.	38.70(4)	2.325(3)	71(8)	0.88(16)	112(14)
4.	42.17(3)	2.1412(16)	141(12)	0.97(7)	217(12)
5.	43.306(2)	2.08763(9)	5482(74)	0.151(3)	1267(9)
6.	50.4350(18)	1.80797(6)	1953(44)	0.174(3)	573(3)
7.	61.596(15)	1.5045(3)	98(10)	1.27(4)	143(6)
8.	74.110(8)	1.27832(11)	926(30)	0.225(13)	380(6)
9.	89.907(6)	1.09025(6)	863(29)	0.209(7)	301(32)

Таблица 3. Данные из дифрактограммы нанопорошка меди

Расчет данных из таблицы 3 дает следующие данные: 5, 6 и 8 пики принадлежат кубической гранецентрированной решетке меди пространственной группы Fm-3m, параметр решетки а=3.615875 Å, массовая доля меди в образце 80 Wt%, остальное оксид меди с пространственной группой Pn-3m, гранецентрированная кубическая решетка с параметром a=4.243594 Å.

На сканирующем электронном микроскопе были получены изображения и энергетический дисперсионный спектр нанопорошков меди (рисунок 4 и 5), сравнены массовые доли чистой меди в образцах с расчетными данными из дифрактограммы



Рис. 4. СЭМ изображения нанопорошков меди

• Физика-математика ғылымдары



Рис. 5. Энергодисперсионный спектр нанопорошка меди

Таблица 4. Элементный состав нанопорошка меди

Element	Wt%	At%
OK	18.82	47.94
CuK	81.18	52.06
Matrix	Correction	ZAF

Как видно из рисунка 5 и из таблицы 4, в исследуемых образцах нанопорошка массовая доля меди 81.18 Wt%, что хорошо коррелируются с расчетными данными дифрактограммы 80 Wt%.

По расширению линий на дифрактограммах можно определить размер блоков, то есть кристаллитов. Истинная ширина линии β , дает возможность определить тонкую кристаллическую структуру исследуемого материала. Под тонкой кристаллической структурой вещества понимается обычно дисперсность блоков и величина микронапряжений (искажений II рода). Для разделения эффектов дисперсности и микронапряжений используется их различная зависимость от угла θ . Расширение линий за счет дисперсности пропорционально секансу угла скольжения θ , а расширение за счет микронапряжении пропорционально тангенсу этого угла [5].

Таким образом, если измерить истинное расширение линии, соответствующих различным углам скольжения, то по величине отношения β_1/β_2 можно судить о причине расширения линий. Отношение расширений, соответствующее отношению тангенсов углов скольжения, показывает, что в исследуемом образце присутствуют микронапряжения, а блоки имеют достаточно большую величину, не влияющую на расширение линий. β_1/β_2 соответствует отношению секансов углов θ_1 и θ_2 , то расширение линии обязано исключительно дисперсности блоков когерентного рассеяния.

В промежуточных случаях на расширение линии влияют оба фактора.

Каз¥ТЗУ хабаршысы №2 2018

• Физико-математические науки

Анализ угловой зависимости расширения за счет обоих факторов и ошибок при определении дисперсности блоков приводит к выводу о том, что чувствительность анализа и точность определении размеров блоков выше при малых углах отражения, в то время как для микронапряжений более выгодно определение по линиям, лежащим под большими углами.



Рис. 6. График расчета размеров кристаллитов расширению линий на дифрактограммах

Определение размеров блоков. Уменьшение размеров блоков в исследуемом материале приводит к увеличению ширины линии на рентгенограммах. Из расширения линии можно определить размеры блоков по формуле Шерера (Дебая-Шеррера, Селякова-Шеррера) [5]:

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \sin\theta} \tag{1}$$

β — истинная ширина линии на рентгенограмме исследуемого образца;

λ — длина волны применяемого излучения;

k — постоянная, величина которой приближенно равна единице и зависит от ряда факторов, в том числе от формы частиц и индексов отражения для исследуемой атомной плоскости. В нашем случае было равно 0,94.

Анализ результатов (рисунок 6) показал что размеры кристаллитов в нанопорошке меди равны 44 нм, а величина микронапряжений - 0,10 %

Исследуемые нанопорошки были отсняты на малоугловом дифрактометре HECUS S3-Місго для определения распределения нанопорошков по размерам и для сравнения результатов полученных из расчета размеров по линиям отражения на дифрактограмме. Как видно, размеры нанопорошков имеют бимодальный характер с преимущественными размерами 25 и 80 нм. Средний размер кристаллитов из расчета дифрактограммы 44 нм, что хорошо согласуюся со средними размерами из распределения на рисунке 7.

№2 2018 Вестник КазНИТУ



Рис. 7. Зависимость функции объемного распределения частиц по размерам

Выводы

В статье определены пространственная группа, фазы и структурные параметры меди и нанопорошка меди, а так же размеры кристаллитов и частиц в нанопорошке меди методами рентгеноструктурного анализа по расширению линии на дифрактограммах. Методами малоуглового рентгеновского рассеяния получена функции объемного распределения частиц по размерам. Результаты этих двух методов дают близкие значения. Получен энергодисперсионный спектр и определен химический состав нанопорошка меди. Результаты хорошо коррелируются с данными, полученными из анализа дифрактограмм.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. – М.: Физматлит, 1961. — 863 с.

[2] Уманский Я.С. Рентгенография металлов. – М.: Изд. Научно-технической литературы по черной и цветной металлургии. 1960, 448 с.

[3] Богдан Т.В. Основы рентгеновской дифрактометрии. – М., 2012. – 64 с.

[4] Ильин А.П. Развитие электровзрывной технологии получения нанопорошков в НИИ высоких напряжений при Томском политехническом университете. // Изв. Томского политехнического университета. 2003. Т.306 №1. с. 133 -139

[5] Качанов Н.Н., Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ (поликристаллов). – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. 1960, 216 с.

Накысбеков Ж.Т., Буранбаев М.Ж., Габдуллин М.Т., Айтжанов М.Б., Суюндыкова Г.С., Досеке У.

Мыс наноұнтағының рентгенқұрылымдық талдауы

Түйіндеме. Материалдарды зерттеудің және бақылаудың физикалық әдістерінің ішінде кристалдық материалдардың рентгенқұрылымдық зерттеуі маңызды орын алады. Мақалада мыс, мыс ұнтағы мен наноұнтағының дифрактограммаларын индицирлеп, құрылымдық параметрлерді анықтау үшін рентгенқұрылымдық талдау әдістері қарастырылды: кеңістіктік топ, фаза, ұяшықтың түрі мен параметрлері. Мыстың химиялық құрамы және кристалиттер мен нанобөлшектердің өлшемдері рентгенқұрылымдық талдау әдістері қарастырылды: кеңістіктік топ, фаза, ұяшықтың түрі мен параметрлері. Мыстың химиялық құрамы және кристалиттер мен нанобөлшектердің өлшемдері рентгенқұрылымдық талдау әдістері арқылы анықталып, басқа әдістердің нәтижелерімен салыстырылды.

Кілтті сөздер: рентгенқұрылымдық талдау, мыс, мыс наноұнтағы, құрылым, дифрактограмма.

Nakysbekov Zh.T., Buranbaev M.Zh., Gabdullin M.T., Aitzhanov M.B., Suyundykova G.S., Doseke U. **X-ray diffraction analysis of copper nanopowder**

Summary. Among the physical methods of research and control of materials, an important place is occupied by X-ray diffraction studies of crystalline materials. In the article, X-ray diffraction analysis methods were used to display X-ray diffraction patterns and to determine the structural parameters of copper and copper nanopowder: the space group, phase, cell types and parameters. The chemical composition, sizes of crystallites and copper nanoparticles were determined by X-ray diffraction analysis and comparisons were made with the results of other methods.

Keywords: X-ray diffraction analysis, copper, copper nanopowder, structure, diffractogram

Каз¥ТЗУ хабаршысы №2 2018

Мурадов А.Д., Сандыбаев Е.Е.	
АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛЕНОК	
МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ	468
Мустафин М.А.	
КЛАССИФИКАЦИЯ ПО А.П.КИСЕЛЕВУ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ	
ЗАДАЧ НА ПОСТРОЕНИЕ	471
Пыркова А.Ю., Темироекова Ж.Е.	470
ВЫПОЛНЕНИЕ СИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ В МВЕД ПЛАТФОРМЕ	473
Пыркова А.Ю., Темироекова Ж.Е. розможности использорания микроконтроннера рыс мамо кит ния	
ΒΟ3ΜΟЖΗΟΕΤΗ ΗΕΠΟΙΒ3ΟΒΑΗΗΆ ΜΗΚΡΟΚΟΗΤΡΟΙΙΙΕΡΑ ΒΕΕ ΝΑΝΟ ΚΠ ΔΙΆ ΡΑ2ΡΑΓΟΤΚΗ ΚΡΗΠΤΟΓΡΑΦΗΠΕΟΚΗΧ ΓΙΑΓΠΙΟΤΕΚ	177
Vadunfageag W M Afdung W C	4//
ПОИРОЛЕВИ Ж.М., АООУЛИИ Ж.С. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА МАРІ Е ПРИ РЕШЕНИИ ЛИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ	
ТИ ИМЕНЕНИЕ ПГОТТАМИНОГО ПАКЕТА МАГЕЕ ПГИТЕШЕНИИ ДИФФЕГЕНЦИАЛЬНЫХ VPABHEHИЙ	182
Плобышее А Алдияпое А Актаее П Жексен V	-02
ИК-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК КРИОКОНЛЕНСАТОВ СМЕСИ	
CH4+H2O	486
Кадирбаева Ж.М. Мырзахмет Л.К	100
ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ МНОГОТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАЛАЧИ ДЛЯ СИСТЕМ	
ОБЫКНОВЕННЫХ ЛИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	495
Мустафин М.А.	
ТЕОРЕМА В.П.ЕРМАКОВА О РЯДАХ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ	502
Накысбеков Ж.Т., Буранбаев М.Ж., Габдуллин М.Т., Айтжанов М.Б., Суюндыкова Г.С., Досеке У.	
РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ НАНОПОРОШКА МЕДИ	503
Тастанбек Н.Е.	
РАЗРАБОТКА АНАЛОГОВОГО ПРИЁМНИКА L-ДИАПАЗОНА ДЛЯ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ С	
ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ADS	510
Маусумбекова С.Д., Кан К., Тенизбай Р.	
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРАТИФИКАЦИИ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ НА	
РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ	519
Кадирбаева Ж.М. Утегенова А.А.	
ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕИНОИ КРАЕВОИ ЗАДАЧИ ДЛЯ	
ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА	526
Алдабергенова Т.М., Кислицин С.Б.,	
КОЭФФИЦИЕНТ РАСПЫЛЕНИЯ И СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ ГРАФИТА, ОБЛУЧЕННОГО	522
	533
БОЖАНОВ Е.Г., ХАИРУЛЛИН Е.М., Саураноаева А. П. намина Ание римстрениево эконо Алентиово слод непиой треума ссорой	
ВЫПУЧИВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ЭКВИВАЛЕНТНОГО СЛОЯ ЦЕННОИ ТРЕАМАССОВОИ Системи с перемении ими корфанициентами комплексной жесткости	540
Системы с переменными коэффициентами комплексной жесткости	540
ОЖИНОВ Е.Т., ЕНСЕОИЕВИ М.Э., ДИОИЕВИ А.П. О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОЛЕЛИ РЫПУЧИРАНИЯ ЦЕПНОЙ ЛРУУМАССОРОЙ СИСТЕМЫ	
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТЯНОЙ СМЕСИ	550
Айтказина А. А. Бейсенбекова Г.Ж. Салимханова А.С.	550
СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖЛЕНИЯ ПОЛГОТОВКИ ОНЛАЙН КУРСОВ	555
Саитов А.Т., Азимханова М.Т.	222
СПОСОБЫ ЗАПУСКА СОБСТВЕННОГО ГЕОПОРТАЛА И НАСТРОЙКА ESRI GEOPORTAL	
SERVER.	561
	-

Химико-металлургические науки

Төрепашқызы Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Беркутбаева Р.А., Куандыкова А.А., Шалбулов Ш.Ж.	
ГОРЕНИЯ ТОПОЧНОГО МАЗУТА НА ТЭЦ	569
Жантасов К.Т., Зулпухар Ж. Т., Шалатаев С.Ш., Әбдікерімова Ұ.Б.	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИМИНОДИАЦЕТОНИТРИЛА	573
Сапарбай Ш.К., Мендибаев Т.М.	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ МАШИН ЖЕЛЕЗОБОРИДНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ	578
Хамитова Б.М., Тасыбаева Ш.Б., Серікұлы Ж.	
АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ	
РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ	582