

ISSN 2518-1491 (Online),  
ISSN 2224-5286 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ  
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES  
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

**5 (425)**

**ҚЫРКУЙЕК – ҚАЗАН 2017 Ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 Г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2017**

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы  
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Ағабеков В.Е.** проф., академик (Белорус)  
**Волков С.В.** проф., академик (Украина)  
**Воротынцев М.А.** проф., академик (Ресей)  
**Газалиев А.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Ергожин Е.Е.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жармағамбетова А.К.** проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Жоробекова Ш.Ж.** проф., академик (Қырғыстан)  
**Итқулова Ш.С.** проф. (Қазақстан)  
**Манташян А.А.** проф., академик (Армения)  
**Пралиев К.Д.** проф., академик (Қазақстан)  
**Баешов А.Б.** проф., академик (Қазақстан)  
**Бүркітбаев М.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Джусипбеков У.Ж.** проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Молдахметов М.З.** проф., академик (Қазақстан)  
**Мансуров З.А.** проф. (Қазақстан)  
**Наурызбаев М.К.** проф. (Қазақстан)  
**Рудик В.** проф., академик (Молдова)  
**Рахимов К.Д.** проф. академик (Қазақстан)  
**Стрельцов Е.** проф. (Белорус)  
**Тәшімов Л.Т.** проф., академик (Қазақстан)  
**Тодераш И.** проф., академик (Молдова)  
**Халиков Д.Х.** проф., академик (Тәжікстан)  
**Фарзалиев В.** проф., академик (Әзірбайжан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №1089-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz)

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

**Агабеков В.Е.** проф., академик (Беларусь)  
**Волков С.В.** проф., академик (Украина)  
**Воротынцев М.А.** проф., академик (Россия)  
**Газалиев А.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Ергожин Е.Е.** проф., академик (Казахстан)  
**Жармагамбетова А.К.** проф. (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Жоробекова Ш.Ж.** проф., академик (Кыргызстан)  
**Иткулова Ш.С.** проф. (Казахстан)  
**Манташян А.А.** проф., академик (Армения)  
**Пралиев К.Д.** проф., академик (Казахстан)  
**Баешов А.Б.** проф., академик (Казахстан)  
**Буркитбаев М.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Джусипбеков У.Ж.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Мулдахметов М.З.** проф., академик (Казахстан)  
**Мансуров З.А.** проф. (Казахстан)  
**Наурызбаев М.К.** проф. (Казахстан)  
**Рудик В.** проф., академик (Молдова)  
**Рахимов К.Д.** проф. академик (Казахстан)  
**Стрельцов Е.** проф. (Беларусь)  
**Ташимов Л.Т.** проф., академик (Казахстан)  
**Тодераш И.** проф., академик (Молдова)  
**Халиков Д.Х.** проф., академик (Таджикистан)  
**Фарзалиев В.** проф., академик (Азербайджан)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,  
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,  
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

**E d i t o r i n c h i e f**

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov**

**E d i t o r i a l b o a r d:**

**Agabekov V.Ye.** prof., academician (Belarus)  
**Volkov S.V.** prof., academician (Ukraine)  
**Vorotyntsev M.A.** prof., academician (Russia)  
**Gazaliyev A.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Yergozhin Ye.Ye.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zharmagambetova A.K.** prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Zhorobekova Sh.Zh.** prof., academician (Kyrgyzstan)  
**Itkulova Sh.S.** prof. (Kazakhstan)  
**Mantashyan A.A.** prof., academician (Armenia)  
**Praliyev K.D.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Bayeshov A.B.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Burkitbayev M.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Dzhusipbekov U.Zh.** prof., corr. member (Kazakhstan)  
**Muldakhmetov M.Z.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Mansurov Z.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Nauryzbayev M.K.** prof. (Kazakhstan)  
**Rudik V.** prof., academician (Moldova)  
**Rakhimov K.D.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Streltsov Ye.** prof. (Belarus)  
**Tashimov L.T.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Toderash I.** prof., academician (Moldova)  
**Khalikov D.Kh.** prof., academician (Tadjikistan)  
**Farzaliyev V.** prof., academician (Azerbaijan)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**  
**ISSN 2518-1491 (Online),**  
**ISSN 2224-5286 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky  
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,  
e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 5, Number 425 (2017), 103 – 109

**B.K. Rakhadilov<sup>1,2</sup>, M.K. Skakov<sup>1</sup>, Zh.B. Sagdoldina<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Institute of Atomic Energy of NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan;<sup>2</sup>D. Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, KazakhstanE-mail: [skakovmk@mail.ru](mailto:skakovmk@mail.ru), [rakhadilovb@mail.ru](mailto:rakhadilovb@mail.ru), [sagdoldina@mail.ru](mailto:sagdoldina@mail.ru)**STRUCTURAL TRANSFORMATION IN STEEL 20GL  
AFTER ELECTROLYTE-PLASMA SURFACE HARDENING**

**Abstract.** The present work is devoted to the investigation of the influence of the electrolyte-plasma surface hardening method (EPSH) process on the microstructure and mechanical properties of 20GL steel used for the preparation of railway transport products (bolster beam train and side frame). In high loading conditions, at high speeds of train traffic, as well as in cold climatic regions, it is necessary to improve the known values of properties regulated by GOST 32400\2013. EPSH is one of the ways to improve the mechanical properties of low-carbon steels.

Based on the results, it was established that after the EPSH the following morphological components of the  $\alpha$ -phase are formed: mesoferrite, bainite and martensitic. The structure of mesoferritic crystals is non-carbide, and is fairly well developed over the surface of the sample after EPSH. To determine the effect of structural transformations on the mechanical properties of 20GL steel, were determined the microhardness and wear resistance of the samples. It is shown that the EPSH method provides the structure of mesoferrite and granular bainite with the best complex of mechanical properties of 20GL steel. The results of the study of the mechanical properties of the sample showed a slight increase in the microhardness, but a significant increase in the strength characteristics of the sample of 20GL steel after EPSH.

**Key words:** electrolyte-plasma surface hardening; steel; microstructure;  $\alpha$ -phase; wear resistance.

УДК 621.9.048

**Б.К. Рахадиллов<sup>1,2</sup>, М.К. Скаков<sup>1</sup>, Ж.Б. Сагдолдина<sup>1</sup>**<sup>1</sup>«Институт атомной энергии» НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан;<sup>2</sup>Восточно-Казахстанский государственный технический университет

им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

**СТРУКТУРНОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ В СТАЛИ 20ГЛ  
ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ  
ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ**

**Аннотация.** Настоящая работа посвящена исследованию влияния процесса электролитно-плазменной поверхностной закалки (ЭППЗ) на микроструктуру и механические свойства стали марки 20ГЛ, которая используется для подготовки изделий железнодорожного транспорта (балка надрессорная и рама боковая). В условиях высокого нагружения, при больших скоростях движения железнодорожных составов, а также в холодных климатических районах требуется улучшение известных значений свойств, регламентируемых ГОСТ 32400\2013. ЭППЗ является одним из способов улучшения механических свойств низкоуглеродистых сталей.

По результатам проведенных исследований установлено, что после ЭППЗ образуются следующие морфологические составляющие  $\alpha$ -фазы: мезоферрит, бейнитная и мартенситная. Структура мезоферритных кристаллов бескарбидна и хорошо развита по поверхности образца после ЭППЗ. Для выяснения влияния структурных превращений на механические свойства стали 20ГЛ были определены микротвердость и

износостойкость образцов. Показано, что способ ЭППЗ обеспечивает получение структуры мезоферрита и зернистого бейнита с лучшим комплексом механических свойств стали 20 ГЛ. Результаты исследования механических свойств образца показали небольшое увеличение микротвердости, но значительное увеличение прочностных характеристик образца стали 20 ГЛ после ЭППЗ.

**Ключевые слова:** электролитно-плазменная поверхностная закалка; сталь; микроструктура;  $\alpha$ -фаза; износостойкость.

**Введение.** Электролитно-плазменная поверхностная закалка (ЭППЗ) основана на использовании высокотемпературного воздействия искровых разрядов, происходящих вблизи поверхности обрабатываемого изделия, погруженного в ванну с электролитом. При пропускании электрического тока через электролит на поверхности катода, которым служит обрабатываемое изделие, образуется тонкий слой плазмы, где происходит преобразование электрической энергии в тепло [1-4]. При этом закалка производится путем периодического нагрева и охлаждения поверхности обрабатываемого изделия за счет изменения электрического потенциала в слое плазмы, создаваемом между электродами (катод – погруженный в электролит образец, анод – металлический корпус рабочей ванны) [5]. Основными достоинствами ЭППЗ являются: эффективность поверхностного упрочнения, значительная глубина упрочненных слоев достигает до 10 мм [6], экологическая безопасность, связанная с возможностью реализации процесса без использования токсичных электролитов и соединений (нейтральные слабые водные растворы солей и кальцинированной соды), которые не требуют специальных очистных сооружений для их утилизации [7].

Настоящая работа посвящена исследованию влияния процесса ЭППЗ на структуру и свойства стали марки 20ГЛ, которая используется для подготовки изделий железнодорожного транспорта (балка надрессорная и рама боковая), выпускаемых на АО «Востокмашзавод», Казахстан, г. Усть-Каменогорск. В условиях высокого нагружения, при больших скоростях движения железнодорожных составов, а также в холодных климатических районах требуется улучшение известных значений свойств, регламентируемых ГОСТ 32400\2013 [8]. В связи с этим изучение особенностей изменения структуры и механических свойств стали 20ГЛ после ЭППЗ представляет большой научный и практический интерес.

**Методика эксперимента.** Образцы для исследования были вырезаны из изделий в виде параллелепипедов с размерами  $8 \times 20 \times 20$  мм<sup>3</sup>, подвергнутых термообработке в заводских условиях. Обрезку образцов проводили алмазным диском толщиной в 1 мм, который был погружен в охлаждающую жидкость. ЭППЗ образцов сталей выполнили на установке электролитно-плазменной обработки, которая разработана и изготовлена в НИИ «Нанотехнологии и новые материалы» ВКГТУ им. Д. Серикбаева [9-11]. Процесс ЭППЗ проводили в электролите из водного раствора 20% карбоната натрия в следующем режиме: подаваемое напряжение между анодом и образцом при нагреве до температуры закалки – 320 В, время нагрева электролитно-плазменным воздействием 2 и 3 секунд, при этом образцы нагревались до  $\sim 850$  °С.

Морфология поверхности образцов, обработанных ЭППЗ, была изучена на оптических микроскопах «ALTA MI-MET-1M» и «ММР-4». Перед исследованием образцы были отшлифованы и отполированы. Для выявления границ зерен и частиц карбидных фаз было применено химическое травление шлифов в 4 % спиртовом растворе азотной кислоты (время травления 5-7 с).

Микроструктура и элементный состав образца были исследованы на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JSM-6390LV, с приставкой энергодисперсионного микроанализа (ЭДС) INCA Energy. Рентгенофазное исследование образцов проводили на дифрактометре X'Pert PRO. Съемку дифрактограмм проводили с использованием  $\text{CuK}\alpha$ -излучения ( $\lambda = 2,2897$  Å) при напряжении 40 кВ. Расшифровка дифрактограмм проводилась вручную с использованием стандартных методик и базы данных PDF-4, а количественный анализ выполнялся с помощью программы PowderCell.

Измерение микротвердости образцов сталей проводили на приборе ПМТ-3М при нагрузке на индентор  $P = 1$  Н и времени выдержки при этой нагрузке 10 сек по методу Виккерса. Трибологическое испытание на трение скольжения проводили на высокотемпературном трибометре ТНТ-S-BE-0000 с использованием стандартной методики «шар-диск». В качестве контртела использовали шарик диаметром 6 мм, из сертифицированного материала –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Испытания проводили в комнатной

температуре и при нагрузке 1 Н с линейной скоростью 2 см/сек и радиусом кривизны износа 5 мм, путь трения составлял 31,4 м. Испытание образцов на абразивное изнашивание проводили на экспериментальной установке для испытаний на абразивное изнашивание при трении о не жестко закрепленные частицы абразива по схеме «вращающийся ролик – плоская поверхность». Для тестирования абразивного истирания на резиновом круге, поверхности образцов были отшлифованы и отполированы, так же они были очищены с помощью ацетона и высушены. Цилиндрический резиновый ролик, прижатый радиальной поверхностью к плоской поверхности исследуемого образца с усилием 22 Н, вращался с частотой  $1 \text{ с}^{-1}$ . Скорость поступления абразивных частиц между резиновым колесом и образцом, то есть в зону испытания составила 41-42 г/мин. В качестве абразивных частиц использовался электрокорунд зернистостью 200-250 мкм. Износостойкость испытуемого обработанного образца оценивалась путем сравнения его износа с износом эталонного образца (не обработанного образца). Износ измеряли весовым методом на аналитических весах АДВ-200 с точностью до 0,0001 г. Образцы взвешивались каждую минуту и тестировались в течение трех минут, длина всего износа составляла 28,8 м. Перед взвешиванием образцы обдувались с помощью сжатого воздуха для удаления оставшихся частиц песка на пробах. Износостойкость испытуемого материала оценивали по убыли массы образцов за время испытания согласно ГОСТ-23.208-79.

### Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 показана микроструктура поперечного сечения стали 20ГЛ после ЭППЗ. Толщина модифицированного слоя примерно составляет 500-550 мкм. Микроструктуру условно можно разделить на 3 зоны: 1 – зона интенсивных структурных превращений, закаленный слой; 2 – зона термического влияния; 3 – зона, имеющая структуру исходной матрицы. В переходной зоне представлена более мелкозернистая структура, характерная для зоны термического влияния, по сравнению с крупнозернистой структурой матрицы. В работе [12] доказано, что для сталей типа 20ГЛ рациональной является измельченная структура с наличием субструктурных участков на основе зернистого бейнита (рисунки 2б и 3б). Стоит отметить, что по особенностям микроструктуры, базирующейся на кинетической диаграмме распада аустенита, большинство металлургов подразделяют бейнит только на верхний и нижний. Однако, основываясь на морфологических особенностях, бейнит подразделяют на сферический (зернистый), столбчатый, обратный и игольчатый [13].

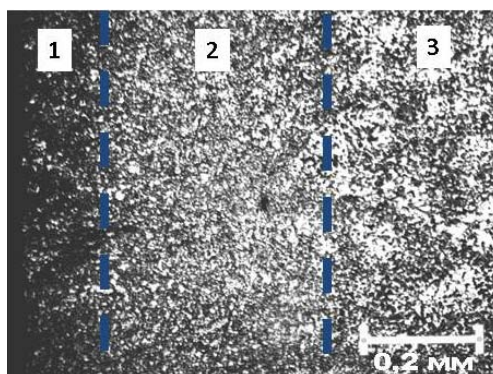


Рисунок 1 – Микроструктура поперечного сечения сталей 20ГЛ после ЭППЗ с продолжительностью нагрева 2 с

Металлографический анализ показал, что в исходном состоянии структура стали 20ГЛ, соответственно ГОСТ 32400\2013, представляет структуру недогретой стали, которая состоит феррита и перлита, с выделением перлита по границам аустенитных зерен первичной кристаллизации (рисунок 2а). Более детальное исследование с помощью СЭМ показало, что структура состоит из пластинчатого перлита (рисунок 3а), такая структура является недопустимой микроструктурой стали рам и балок по ГОСТ 32400\2013. Это может быть причиной несоответствия отливок 20ГЛ техническим требованиям, исследованные в работе [14].

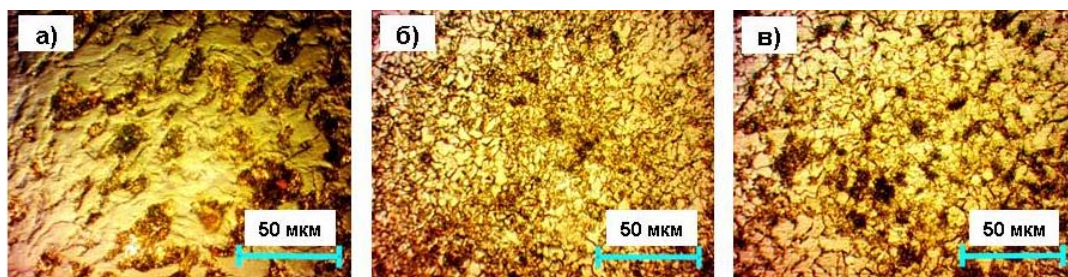


Рисунок 2 – Микроструктура поверхности сталей 20ГЛдо (а) и после ЭППЗ с продолжительностью нагрева 2 с(б) и 3 с (в)

После ЭППЗ в течение времени 2 с наблюдается, что структура состоит из трех морфологических составляющих  $\alpha$ -фазы: добейнитной (мезоферрит), бейнитной и мартенситной. Добейнитная структура образуется на начальном этапе структурного превращения (светлые кристаллы, рисунок 3б) [13]. Мезоферрит образуется на начальном этапе превращения, который условно можно считать бескарбидным. Условно потому, что добейнитная-фаза пересыщена углеродом и из неё после образования вследствие самоотпуска выделяются карбиды[15]. После начального бескарбидного этапа следует процесс превращения аустенита в мартенсит. Однако результаты ЭДС анализа до и после ЭППЗ с продолжительностью нагрева 2 с и 3 с не показали значительные изменения элементного состава исследуемых образцов. После ЭППЗ в течение 2 сна поверхности образца зафиксировано появление оксида (рисунок 3б). Это может быть обусловлено окислительным процессом при разогреве электролита в плазменном слое.

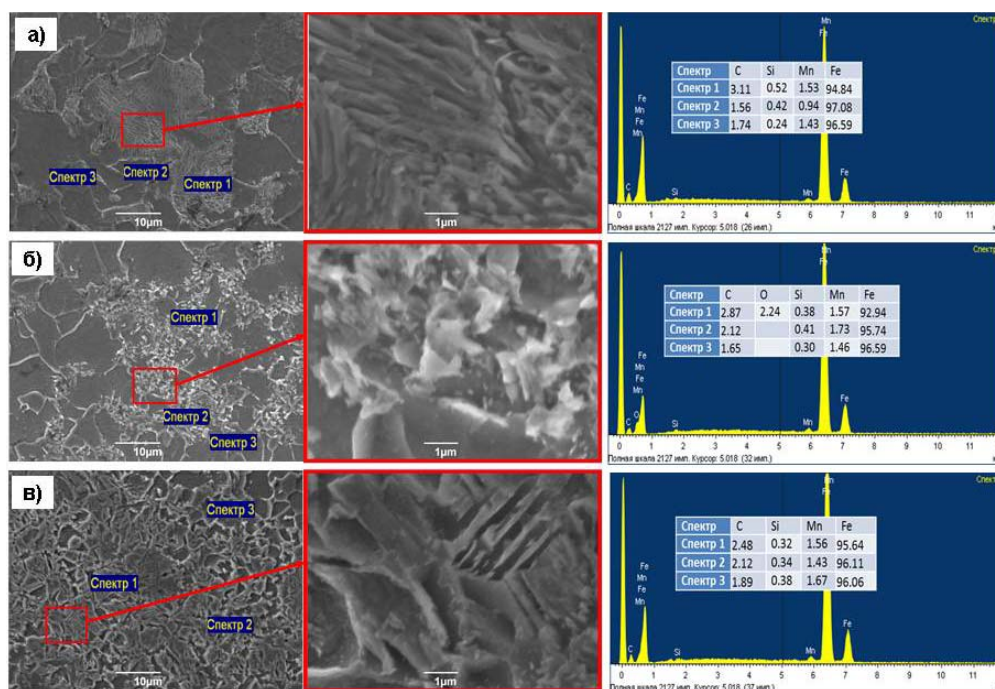


Рисунок 3 –СЭМ изображение микроструктуры стали 20ГЛ с результатом ЭДС анализа до (а) и после ЭППЗ с продолжительностью нагрева 2 с (б) и 3 с (в)

В закаленном образце с продолжительностью нагрева 3 с, сравнительно длительного пребывания при температуре нагрева и последующего резкого охлаждения, обнаружено образование реечного мартенсита с толщиной рейки  $\sim 0,3$  мкм и вытянутые в одном направлении. Формирование реечного типа мартенсита приводит к снижению прочности аустенита. Однако игольчатая микроструктура соответствует структуре перегретой стали, и соответствует требованиям стандарта ГОСТ 32400\2013. На поверхности образца наблюдается интенсивное образование мезоферрита, образование зернистого бейнита не обнаружено. Стоит отметить, что



мезоферрита тем больше, чем выше температура превращения [15]. Зерна мезоферрита в основном имеют полиэдрическую форму и различаются размерами в зависимости от времени образования.

На рисунке 4 представлены дифрактограммы исходной (после стандартной термической обработки) стали 20ГЛ дои после ЭППЗ. Рентгенофазный анализ показал, что на дифрактограммах присутствуют линии  $\alpha$ -фазы и слабые рефлексы цементита и оксида. Изменение относительной интенсивности линии (110) после ЭППЗ свидетельствует об изменении механизмов кристаллизации и размера кристаллов. Значительное снижение интенсивности линии (110) закаленного образца с продолжительностью нагрева 2 с (рисунок 4а) может быть связано с измельчением блоков внутри зерна аустенита, соответственно с результатом металлографического анализа (рисунок 2б). В пределах разрешающей способности метода рентгенофазного анализа образование карбидных и оксидных фаз после ЭППЗ обнаружено не было. В обзорной работе [13] показано, что в низкоуглеродистых сталях при распаде аустенита в промежуточной области, карбидная фаза может быть вообще не выделяться, а конечная структура состоит из избыточной по углероду  $\alpha$ -фазы (добейнитный феррит) и остаточного аустенита. Аналогичную структуру в работе [16] обозначили термином «бейнит без видимых выделений карбидной фазы».

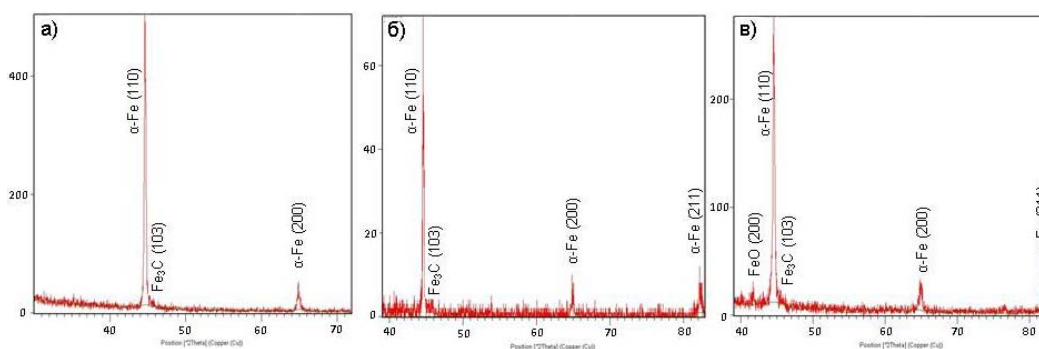


Рисунок 4 – Дифрактограмма стали 20ГЛ до (а) и после ЭППЗ с продолжительностью нагрева 2 с (б) и 3 с (в)

Для выяснения влияния структурных превращений поверхности после ЭППЗ на механические свойства стали 20ГЛ были определены микротвердость и износостойкость образцов (рисунок 5). На рисунке 5а приведена зависимость значений микротвердости от продолжительности воздействия ЭППЗ. Микротвердость образца после ЭППЗ увеличивается. Однако наблюдается некоторое различие в изменении твердости образцов, обработанных разное время нагрева. Значительный рост микротвердости образца после ЭППЗ в течение 2 с может быть связан с измельчением блоков внутри зерна аустенита.

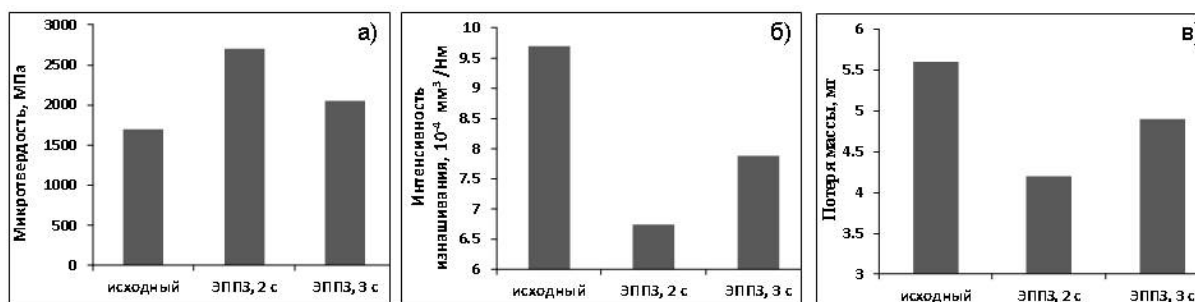


Рисунок 5 – Результаты исследования механических свойств стали 20ГЛ: (а) микротвердость; (б) интенсивность изнашивания; (в) абразивный износ

На рисунке 5б показана интенсивность изнашивания образцов допосле ЭППЗ. Видно, что обработанные образцы показывают значительное снижение интенсивности изнашивания по сравнению с исходным образцом, которые указывает на значительное повышение износостойкости стали. Сравнительно небольшое увеличение износостойкости образца после ЭППЗ 3с по

сравнению с закаленным образцом в течение 2 с, очевидно связано формирование речного типа мартенсита, который приводит к снижению прочности аустенита (рисунок 3в). Результаты испытания образцов на абразивный износ охарактеризовали потерю массы образцов после испытания. Потеря массы упрочненных образцов меньше чем не упрочненного образца, что указывает на повышение стойкости абразивному износу стали 20ГЛ после ЭППЗ. Таким образом, результаты исследования механических свойств образца показали небольшое увеличение микротвердости, но значительное увеличение прочностных характеристик образца после ЭППЗ.

#### Выводы.

1. Выявлено, что после ЭППЗ микроструктура поперечного сечения сталей 20ГЛ состоит из 3 зон: 1 – зона интенсивных структурных превращений, закаленный слой; 2 – зона термического влияния; 3 – зона, имеющая структуру исходной матрицы. Толщина модифицированного слоя примерно составляет 500-550 мкм;

2. Установлено, что после ЭППЗ образуются следующие морфологические составляющие  $\alpha$ -фазы: добенитная (мезоферрит), бейнитная и мартенситная. Структура мезоферритных кристаллов бескарбидна, и достаточно хорошо развита по поверхности образца после ЭППЗ;

3. Рентгенофазный анализ показал, что на дифрактограммах присутствуют линии  $\alpha$ -фазы и слабые рефлексы цементита и оксида. Значительное снижение интенсивности линии (110)  $\alpha$ -фазы после ЭППЗ с продолжительностью нагрева 2 с может быть связано с измельчением блоков внутри зерна аустенита;

4. Показано, что способ ЭППЗ обеспечивает получение структуры мезоферрита и зернистого бейнита с лучшим комплексом механических свойств стали 20 ГЛ. Результаты исследования механических свойств образца показали небольшое увеличение микротвердости, но значительное увеличение прочностных характеристик образца стали 20 ГЛ после ЭППЗ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ясногородский Я.З. Автоматический нагрев в электролите. – М.: Изд. Оборонгиз, 1947. – 24 с.
- [2] Дураджи В.Н., Парсадаян А.С. Нагрев металлов в электролитной плазме. – Кишинев: Изд. Штиинца, 1988. – 214 с.
- [3] Белкин П.Н. Электрохимико – термическая обработка металлов и сплавов. – М.: Изд. Мир, 2005. – 336с.
- [4] Черненко В.И., Снежко Л.А., Папанова И.И., Литовченко К.И. Теория и технология анодных процессов при высоких напряжениях. – Киев: Изд. Наукова думка, 1995. – 196 с.
- [5] Тюрин Ю.Н., Погребняк А.Д. Особенности электролитно-плазменной закалки (ЭПЗ) // Журнал технической физики. – 2002. – Т. 72. – №11. – С.119-120.
- [6] TyurinYu.N, Pogrebnyak A.D. Electric heating using a liquid electrode //Surf. and Coat. Tech. 2001. V. 142–144. P. 293–299.
- [7] Yerokhin A.I., Nie X., Leyland A., Matthews A., Dowe S.J. Plasma electrolysis for surface engineering // Surf. and Coat. Tech. –1999. – V.122. – P. 73–93.
- [8] Рама боковая и балка наддресорная литые тележек железнодорожных грузовых вагонов ГОСТ 3240-2013 - 2014. – Введ. 2014-01-07. –М.: Изд-во Стандартиформ, 2014. –50 с.:ил.
- [9] Скаков М.К., Рахадиллов Б.К., Жакупова А.Е., Гречаник А.А. Способ электролитно-плазменного упрочнения пилообразного режущего инструмента. – Инновационный патент на изобретение РК, № 27496, Бюл. № 10, 2013.
- [10] Скаков М.К., Рахадиллов Б.К. Способ плазменно-дугового упрочнения режущего инструмента. – Инновационный патент на изобретение РК, № 26919, Бюл. № 5, 2013.
- [11] Скаков М.К., Рахадиллов Б.К., Рахадиллов М.К. Способ упрочнения рабочей поверхности режущего инструмента электролитно-плазменным нагревом //Станочный парк,- 2013. –№6 (105). – С.30-33.
- [12] Сильман Г.И., Серпик Л.Г., Федосюк А.А. Рациональное структурирование сталей типа 20Г и 20ГЛ //Теоретические и технологические основы рационального структурирования чугунов и сталей. Юбилейный сборник монографических научных работ. Под ред. Г.И. Сильмана. – Брянск: Изд-во БГИТА, 2010. – 402 с.
- [13] Филатов Ю.А. Строение и условия формирования промежуточных структур зернистой морфологии в низкоуглеродистых низколегированных сталях бейнитного класса: дис... канд. тех. наук: - Барнаул, 2008. –164 с.
- [14] Павлов А.В., Квеглис Л.И., Романова А.А. [и др.] Исследование отливок из стали 20ГЛ на предмет соответствия техническим требованиям железнодорожного транспорта // Инновации в науке: сб. ст. по матер. XLVII междунар. науч.-практ. конф. № 7(44). – Новосибирск: СибАК, 2015.
- [15] Свищенко В.В., Чепрасов Д.П., Иванайский А.А. Формирование в промежуточной области сьруктур зернистой морфологии и некоторые вопросы терминологии, //Ползуновский альманах. – 2003. – №4. – С.111-114.
- [16] Малышевский В.А., Семичева Т.Г., Хлусова Е.И. Влияние легирующих элементов и структуры на свойства низкоуглеродистой улучшаемой стали // МиТОМ. – 2001, №9. – С. 5-9.

## REFERENCES

- [1] Jasnogorodskij Ja.Z. Avtomaticheskij nagrev v jelectrolite. – M.:Oborongiz, **1947**. 24 p. (in Russ.).
- [2] Duradzi V.N., Parsadanjan A.S, Nagrevmetallov v jelectrolitnojplazme. – Kishinev: Shtiinca, **1988**. 214 p. (in Russ.).
- [3] Belkin P.N. Jelectrohimiko – termicheskaja obrabotka metallov i splavov. – M.: Mir, **2005**. 336 p. (in Russ.).
- [4] Chernenko V.I., Snezhko L.A., Papanova I.I., Litovchenko K.I. Teorija i tehnologija anodnyh processov privysokih naprjazhenijah. – Kiev: Naukovadumka, **1995**. 196 p. (in Russ.).
- [5] Tjurin Ju.N., Pogrebnjak A.D. *Zhurnaltehnicheskoffiziki*. **2002**. 72/11, 119-120 (in Russ.).
- [6] Tyurin Yu.N., Pogrebnjak A.D. *Surf. and Coat. Tech.* **2001**. 142–144, 293–299 (in Eng.).
- [7] Yerokhin A.I., Nie X., Leyland A., Matthews A., Dowe S.J. *Surf. and Coat. Tech.* **1999**. 122, 73–93 (in Eng.).
- [8] Rama bokovaja i Balka nadressornaja litye telezhok zheleznodorozhnyh gruzovyh vagonov GOST 3240-2013 - 2014. – Vved. 2014-01-07. – M.: Standartinform, **2014**. 50 p. (in Russ.).
- [9] Skakov M.K., Rahadilov B.K., Zhakupova A.E., Grechanik A.A. Sposob jelectrolitno-plazmennogo uprochnenija pilooobraznogo rezhushhego instrumenta. – Innovacionnyj pa-tent naizobretenie RK, № 27496, Bjul. № 10, **2013**. (in Russ.).
- [10] Skakov M.K., Rahadilov B.K. Sposob plazmenno-dugovogo uprochnenija rezhushhego instrumenta. – Innovacionnyj patent naizobretenie RK, № 26919, Bjul. № 5, **2013**. (in Russ.).
- [11] Skakov M.K., Rahadilov B.K., Rahadilov M.K. *Stanochnyjpark*. **2013**. 6(105), 30-33(inRuss.).
- [12] Sil'man G.I., Serpik L.G., Fedosjuk A.A. Teoreticheskie i tehnologicheskie osnovy racional'nogo strukturirovanija chugunov i stalej. Jubilejnyj sbornik monograficheskijh nauchnyh rabot. – Brjansk: BGITA, **2010**. 402 p. (in Russ.).
- [13] Filatov Ju.A. Stroenie i uslovija formirovanij apromezhutochnyh struktur zernistoj morfologii v nizkou glerodistyhnikolegirovannyhstaljahbejnitnogoklas-sa: dis... kand. teh. nauk: - Barnaul, **2008**. 164 p. (inRuss.).
- [14] Pavlov A.V., Kveglis L.I., Romanova A.A. [i dr.]. *Innovacii v nauke: sb. st.po mater. XLVII mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* **2015**. 7(44)(inRuss.).
- [15] Svishhenko V.V., Cheprasov D.P., Ivanajskij A.A. *Polzunovskijal'manah*. **2003**. 4, 111-114(inRuss.).
- [16] Malyshevskij V.A., Semicheva T.G., Hlusova E.I. *MiTOM*. **2001**. 9, 5-9(inRuss.).

**Б.К. Рахадиллов<sup>1,2</sup>, М.К. Скаков<sup>1</sup>, Ж.Б. Сагдолдина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>«Атом энергия институты» ҰЯОҚР, Курчатов, Қазақстан

<sup>2</sup>Д. Серикбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті Өскемен, Қазақстан

## ЭЛЕКТРОЛИТТІК ПЛАЗМАЛЫҚ БЕТТІК БЕРІКТЕНДІРУДЕН КЕЙІН 20ГЛ БОЛАТТЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ

**Аннотация.** Ұсынылып отырған жұмысте мiр жол транспорты өнiмдерiн жасауға қолданылатын 20 ГЛ болаттың электролиттік плазмалық беттік берiктендiру (ЭПББ) процесiнен кейiнгi микроқұрылымы мен механикалық қасиеттерiн зерттеуге арналған. Ауыр салмақты жүк тиеу жағдайында, поездардың жоғары жылдамдықты қозғалысы кезiнде, сондай-ақ суық климатты аймақтарда ГОСТ 32400\2013 мемлекеттік стандарты бойынша регламенттелетiн белгiлi қасиеттерiн жетiлдiру қажеттiлiгi туындайды. Төмен көмiртектi болаттардың механикалық қасиеттерiн жақсартатын әдiс ЭПББ болып табылады.

Орындалған зерттеулер нәтижесiнде ЭПББ процесiнен кейiн α-фазаның мынандай морфологиялық құрамдары анықталды: мезоферрит, бейнит и мартенсит. Мезоферрит кристаллдарының құрамы карбидсiз және ЭПББ кейiн беткi қабатта жақсы таралған. Құрылымдық өзгерiстердiң 20ГЛ болаттың механикалық қасиеттерiне әсерiн анықтау үшiн үлгiлердiң микроқатандығы мен тозуға төзiмдiлiгi анықталды. ЭПББ 20ГЛ болаттың жақсы кешендiк механикалық қасиеттерiне ие мезоферрит және түйiршiктелген бейнит құрылымдарын алуды қамтамасыз ететiнi көрсетiлдi. Үлгiлердiң механикалық қасиеттерiн зерттеу нәтижелерi аса көп емес микроқатандықтың артқанын және 20ГЛ болаттың ЭПББ кейiн айтарлықтай қатаңдық сипаттамаларының артқанын көрсеттi.

**Тiрек сөздер:** электролиттік плазмалық беттік берiктендiру; болат; микроқұрылым; α-фаза; тозуға төзiмдiлiк.

### МАЗМУНЫ

<i>Мамырбекова А., Мамитова А., Тукибаева А., Мамырбекова А.</i> ДМСО-Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O жүйесінің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу.....	5
<i>Темиргалиева А.Н., Лесбаев Б.Т., Байсейітов Д.А., Мансуров З.А.</i> Наноөлшемді TiO <sub>2</sub> қасиеттері және оны сонохимиялық әдіспен синтездеу.....	9
<i>Елеманова Ж.Р., Дауылбай А.Д., Асылхан Н.Ф., Қудасова Д.Е.</i> Дәруменмен байытылған кэмпиттердің құрамын зерттеу .....	14
<i>Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Гаипов Т. Е., Сарсенбаев Н.Б., Журинов М.Ж.</i> Импульсті токпен поляризацияланған титан электродында родий иондарының катодты тотықсыздануына ультрадыбыс өрісінің әсері.....	20
<i>Баймукашева Г.К., Нажетова А.А., Алтай Қ.А., Насиров Р.Н.</i> Трифенилметанға натриймен әсер еткенде карбанионның түзілу механизмі.....	28
<i>Ерғожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Хакимболатова Х.К., Никитина А.И., Даулеткулова Н.Т.</i> Өртүрлі хинондар және ЭДЭ-10П негізіндегі аниониттің Pb <sup>2+</sup> иондарының сорбисы.....	32
<i>Закарин Н.А., Волкова Л.Д., Шадин Н.А., Ким О.К.</i> ВГ крекингінде үлкейтілген реакторда алюминиймен пилларленген самм НУ- цеолитті катализаторын сынақтан өткізу.....	36
<i>Шлыгина И.А., Бродский А.Р., Хусаин Б.Х., Чанышева И.С., Яскевич В.И., Жұрынов М.</i> Силоксан аэрогелдер қалыптасу процесінің реагенттер мен өнімдердің кванттық химиялық модельдеуі. III. Алкоксисилан олигомерлерінің көлемі мен нақты салмағын есептеу.....	42
<i>Исаева А.Б., Айдарова С.Б., Шарипова А.А., Муталиева Б.Ж., Григорьев Д.О.</i> Полиуретан/полимочевина қабықшасымен және Dsoit ядросымен қапталған микро- және нанокапсулалар. II Dsoit микор- және нанокапсулалардан бөлініп шығу кинетикасын зерттеу.....	52
<i>Нұрмақанов Е.Е., Итқұлова Ш.С.</i> Со-құрамды көпкомпонентті катализаторда жүретін метанның булы көмірқышқылды риформингі технологиясының моделденуі.....	58
<i>Қазанқарова М.К., Наурызбаев М.К., Ермагамбет Б.Т., Ефремов С.А., Брайда В.</i> Микроағзалармен иммобилизденген шунгит сорбенттерін қолдану арқылы мұнаймен ластанған топырақтың биоремедиациясын зерттеу.....	65
<i>Сасыкова Л.Р., Жәкірова Н.Қ., Жұмақанова А.С.</i> Қазақстанда білікті химик мамандарды дайындау: тарихы мен болашағы .....	73
<i>Мамырбекова А., Мамитова А.Д., Шырынбекова Б.Ж., Мамырбекова А.</i> Құрамында диметилсульфоксиді бар электролит ерітінділерінен ұсақ дисперсті мыс ұнтақтарын алу.....	79
<i>Мофа Н.Н., Қалиева Ә.М., Садықов Б.С., Осеров Т.Б., Шабанова Т.А., Мансуров З.А.</i> Құрамында күміс нанобөлшектері бар композитті материалдар.....	87
<i>Жәкірова Н.Қ., Сасыкова Л.Р., Қадірбеков Қ.А., Жұмақанова А.С.</i> Гетерополиқышқылдар негізіндегі крекинг катализаторларын синтездеу және зерттеу.....	95
<i>Рахадиллов Б.К., Скаков М.К., Сағдолдина Ж.Б.</i> Электролиттік плазмалық беттік беріктендіруден кейін 20 гл болаттың құрылымдық өзгерістері.....	103
<i>Қасенов Б.Қ., Қасенова Ш.Б., Сағынтаева Ж.И., Түртүбаева М.О., Қуанышбеков Е.Е., Исабаева М.А.</i> Жаңа NdM <sup>II</sup> <sub>2</sub> ZnMnO <sub>6</sub> (M <sup>II</sup> – Sr, Ba) Цинкат-манганиттерінің термодинамикалық және электрфизикалық қасиеттерін зерттеу.....	110
<i>Туктин Б.Т., Жандаров Е.К., Зултухар А.М., Кубашева А.Ж., Тенизбаева А.С., Яскевич В. И.</i> КГО-9 және КГО-16 модифицирленген алюмокобальтмолибден катализаторларында мұнайдың бензин және дизель фракцияларын гидроөңдеуді зерттеу.....	119
<i>Туктин Б.Т., Шаповалова Л.Б., Кубашева А.Ж., Егизбаева Р.И.</i> Модифицирленген цеолитқұрамды кпм катализаторларында ілеспе мұнай газын өңдеу.....	127

СОДЕРЖАНИЕ

Мамырбекова А., Мамитова А., Тукибаева А., Мамырбекова А. Исследование физико-химических свойств системы ДМСО- $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .....	5
Темиргалиева А.Н., Лесбаев Б.Т., Байсейитов Д. А., Мансуров З.А. Свойства и синтез наноразмерного $\text{TiO}_2$ сонохимическим методом.....	9
Елеманова Ж.Р., Дауылбай А.Д., Асылхан Н.Ф., Қудасова Д.Е. Исследование состава конфет, обогащенных витаминами.....	14
Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Гаипов Т.Е., Сарсенбаев Н.Б., Журинов М.Ж. Влияние ультразвукового поля на катодное восстановление ионов родия на титановом электроде при поляризации импульсным током.....	20
Баймукашева Г.К., Нажетова А.А., Алтай К.А., Насиров Р.Н. Механизм образования карбаниона из трифенилметана при восстановлении натрием.....	28
Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Хакимболатова Х.К., Никитина А.И., Даулеткулова Н.Т. Сорбция ионов $\text{Pb}^{2+}$ редокс-полимерами на основе анионита ЭДЭ-10П и различных хинонов.....	32
Закарин Н.А., Волкова Л.Д., Шадин Н.А., Ким О.К. Испытание HУ-цеолитного катализатора на пилларированном алюминии СаММ в крекинге ВГ в укрупнённом реакторе.....	36
Шлыгина И.А., Бродский А.Р., Чанышева И.С., Яскевич В.И., Хусайн Б.Х., Журинов М.Ж. Квантово- химическое моделирование реагентов и продуктов в процессе формирования силоксановых аэрогелей. III. Расчет объема и удельного веса олигомеров алкоксигидроксисилоксанов.....	42
Исаева А.Б., Айдарова С.Б., Шарипова А.А., Муталиева Б.Ж., Григорьев Д.О. Микро- и нанокапсулы с оболочкой из полиуретана/полимочевины и ядром из Dsoit. II. Изучение кинетики высвобождения Dsoit из микро- и нанокапсул.....	52
Нурмаканов Е.Е., Иткулова Ш.С. Моделирование технологии пароуглекислотного риформинга метана на Со-содержащем многокомпонентном катализаторе.....	58
Казанкапова М.К., Наурызбаев М.К., Ермагамбет Б.Т., Ефремов С.А., Брайда В. Исследование биоремедиации нефтезагрязненных почв с использованием шунгитовых сорбентов, иммобилизованными микроорганизмами.....	65
Сасыкова Л.Р., Жакирова Н.К., Жумаканова А.С. Подготовка квалифицированных кадров химиков в Казахстане: история и перспективы.....	73
Мамырбекова А., Мамитова А.Д., Шырынбекова Б.Ж., Мамырбекова А. Получение мелкодисперсных медных порошков из диметилсульфоксидно-водных растворов электролитов.....	79
Мофа Н.Н., Калиева А.М., Садыков Б.С., Осеров Т.Б., Шабанова Т.А., Мансуров З.А. Композиционные материалы с наночастицами серебра.....	87
Жакирова Н.К., Сасыкова Л.Р., Кадирбеков К.А., Жумаканова А.С. Синтез и исследование катализаторов крекинга на основе гетерополикислот.....	95
Рахадиллов Б.К., Скаков М.К., Сағдолдина Ж.Б. Структурное превращение стали 20Гл после электролитно-плазменной поверхностной закалки.....	103
Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Туртубаева М.О., Куанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. Термодинамические и электрофизические свойства оксидов цинкато-манганитов $\text{NdM}^{\text{II}}_2\text{ZnMnO}_6$ ( $\text{M}^{\text{II}} - \text{Sr, Ba}$ ).....	110
Туктин Б.Т., Жандаров Е.К., Зултухар А.М., Кубашева А.Ж., Тенизбаева А.С., Яскевич В.И. Исследование гидропереработки бензиновых и дизельных фракций нефти на модифицированных алюмокобальтмолибденовых катализаторах КГО-9 и КГО-16.....	119
Туктин Б.Т., Шаповалова Л.Б., Кубашева А.Ж., Егизбаева Р.И. Переработка попутного нефтяного газа на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах КРМ.....	127

## CONTENTS

<i>Mamyrbekova A., Mamitova A., Tukibayeva A., Mamyrbekova A.</i> Research of physicochemical properties of the DMSO-Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O system.....	5
<i>Temirgaliyeva A.N., Lesbayev B.T., Baiseitov D.A., Mansurov Z.A.</i> Properties of nanosized TiO <sub>2</sub> by synthesized sonochemical method.....	9
<i>Yelemanova Zh.R., Dauylbai A.D., Asilkhan N.G., Kudasova D.E.</i> Investigation of the composition of sweets enriched with vitamins.....	14
<i>Bayesov A.B., Adaibekova A.A., Gaipov T.E., Sarsenbaev N.B., Zhurinov M.Zh.</i> Influence of ultrasound field on cathode recovery rhodium ions on the titanium electrode at polarization by pulse current.....	20
<i>Baymukasheva G.K., Nazhetova A.A., Altai K.A., Nasirov R.N.</i> Formation mechanism of carbanion from triphenylmethane during deoxidization with sodium.....	28
<i>Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Khakimbolatova Kh.K., Nikitina A.I., Dauletkulova N.T.</i> Sorption of Pb <sup>2+</sup> ions by redox-polymers on the basis of anionite EDE-10P and various quinones.....	32
<i>Zakarina N. A., Volkova L.D., Shadin N.A., Kim O.K.</i> Test of HY-zeolite catalyst based on Al-pillared CaMM in VG cracking in big size reactor .....	36
<i>Shlygina I.A., Brodskiy A.R., Khusain B.H., Chanysheva I.S., Yaskevich V.I., Zhurinov M.Z.</i> Quantum chemical modeling of reagents and products in the process of siloxane airtel formation. III. Molecular volumes of alcoxyhydroxysiloxane oligomers and their specific weights.....	42
<i>Issayeva A., Aidarova S., Sharipova A., Mutaliev B., Grigoriev D.</i> Micro- and nanocapules with shell of polyurethane / polyurea and core from Dcoit. II. Study of the kinetics of release of Dcoit from micro- and nanocapules.....	52
<i>Nurmakanov Y.Y., Itkulova S.S.</i> Modeling of technology of steam-dry reforming of methane OVER Co-containing multicomponent catalyst .....	58
<i>Kazankapova M.K., Nauryzbayev M.K., Ermagambet B.T., Efremov S.A., Braida W.</i> Research of bioreemedation of oil-contaminated soils using microorganisms immobilized on schungite sorbents.....	65
<i>Sassykova L.R., Zhakirova N.K., Zhumakanova A.S.</i> Preparation of qualified personnel of chemists in Kazakhstan: history and prospects .....	73
<i>Mamyrbekova A., Mamitova A.D., Shirinbekova B.Zh., Mamyrbekova A.</i> Production of finely divided copper powder from water-containing dimethylsulphoxide electrolytes .....	79
<i>Mofa N.N., Kaliyeva A.M., Sadykov B.S., Oserov T.B., Shabanova T.A., Mansurov Z.A.</i> Composite materials with silver nanoparticles.....	87
<i>Zhakirova N.K., Sassykova L.R., Kadirbekov K.A., Zhumakanova A.S.</i> Synthesis and research of catalysts of cracking on the basis of heteropolyacids .....	95
<i>Rakhadilov B.K., Skakov M.K., Sagdoldina Zh.B.</i> Structural transformation in steel 20g1 after electrolyte-plasma surface Hardening .....	103
<i>Kasenov B.K., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Turtubaeva M.O., Kuanyshbekov E.E., Issabaeva M.A.</i> Thermodynamic and electrophysical properties of new zincato-manganites NdM <sup>II</sup> <sub>2</sub> ZnMnO <sub>6</sub> (M <sup>II</sup> -Sr, Ba).....	110
<i>Tuktin B.T., Zhandarov E.K., Zulpuhar A.M., Kubasheva A.Zh., Tenizbayeva A.S., Yaskevich V.I.</i> Investigation of hydrotreating of gasoline and diesel oil fractions over modified alumo-cobalt-molybdenic catalysts KGO-9 and KGO-16....	119
<i>Tuktin B.T., Shapovalova L.B., Kubasheva A.Zh., Egizbaeva R.I.</i> Processing of associated petroleum gas on modified zeolitecontaining KPM-catalysts.....	127

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации  
в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

**ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)**

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 03.10.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
8,6 п.л. Тираж 300. Заказ 5.

---

*Национальная академия наук РК*  
*050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19*