

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

2

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2016

НАУРЫЗ
МАРТ
MARCH

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байгулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагиян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «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 №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 1991-3494

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 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

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

**EVOLUTION OF THE MICROSTRUCTURE
OF STEEL GRADE 35XM IN PROCESS ECAP****A.B. Nayzabekov¹, S.N. Lezhnev¹, G.G. Kurapov², I.E. Volokitina², E.P. Orlova²,**¹Rudny Industrial Institute, Rudny;² Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty,
naizbekov57@mail.ru, sergey_legnev@mail.ru, kurapov1940@mail.ru, irinka.vav@mail.ru**Keywords:** microstructure, ECAP, thermal treatment, steel, microhardness.

Abstract. This work is devoted to research the impact of the initial structural state of steel 35XM to obtaining subultrafinegrain structure at ECA-pressing in equal channel step die. The choice of this direction of researches related to the fact that just equal channel angular pressing is not always fully provides metal with ultrafinegrain structure for a small number of cycles, and for this preliminary and final thermal treatment are expedient to use.

The minimum grain size obtained during the pressing steel in equal channel step die is in the range of 0.7 microns and after 6 deformation cycles and preliminary thermal treatment operation - isothermal annealing is achieved.

From the obtained results it is evident that at the sixth cycle of deformation steel 35XM, both after preliminary annealing, and the normalized condition with subsequent high tempering is possible to obtain subultrafinegrain structure, whereas during pressing of the same steel in the initial hot deformed state even after eight cycles of ECAP it is unable to receive. Thus, researches have shown that a preliminary heat treatment such as annealing of the 2nd kind and normalization with the subsequent high tempering operations are appropriate before the ECAP, as it is due to such preliminary treatment is possible to obtain subultrafinegrain structure.

УДК 621.771

**ЭВОЛЮЦИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ СТАЛИ МАРКИ 35XM
В ПРОЦЕССЕ РКУП****А.Б. Найзабеков¹, С.Н. Лежнев¹, Г.Г. Курапов², И.Е. Волокитина², Е.П. Орлова²**¹Рудненский индустриальный институт, Рудный;²Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева, г. Алматы,
naizbekov57@mail.ru, sergey_legnev@mail.ru, kurapov1940@mail.ru, irinka.vav@mail.ru**Ключевые слова:** микроструктура, РКУП, термическая обработка, сталь, микротвердость.

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию влияния исходного структурного состояния стали марки 35XM на получение субультрамелкозернистой структуры при РКУ-прессовании в равноканальной ступенчатой матрице. Выбор данного направления исследований связан с тем, что просто равноканальное угловое прессование не всегда в полной мере обеспечивает получение металла с ультрамелкозернистой структурой за небольшое количество циклов и для этого целесообразно использовать предварительную и окончательную термическую обработку.

Минимальный размер зерна, полученный в ходе прессования стали в равноканальной ступенчатой матрице, лежит в пределах 0,7 мкм и достигается после проведения 6 циклов деформирования и предварительной термической операции – изотермический отжиг.

Из полученных результатов видно, что на шестом цикле деформирования стали 35ХМ, как после проведения предварительного отжига, так и в нормализованном состоянии с последующим высоким отпуском удается получить субультрамелкозернистую структуру, тогда как при прессовании той же стали в исходном горячедеформированном состоянии не удается ее получить даже после проведения восьми циклов РКУП. Таким образом, исследования показали, что проведение предварительной термообработки такой, как отжиг 2-го рода и нормализация с последующим высоким отпуском являются целесообразными операциями перед РКУП, так как именно благодаря такой предварительной обработке удается получить субультрамелкозернистую структуру.

Введение

За последние годы выполнено большое количество работ по изучению субмикроструктурной и нанокристаллической структуры в чистых металлах Al[1], Cu [2], Ti[3] и Ni[4] и армо-железе[5,6]. Но в последнее время все больше работ направлено на изучение стали, которые показывают также хорошую перспективу использования методов ИПД для измельчения структуры сталей [7-9].

Данная работа посвящена исследованию влияния исходного структурного состояния стали марки 35ХМ на получение субультрамелкозернистой структуры при РКУ-прессовании в равноканальной ступенчатой матрице. Выбор данного направления исследований связан с тем, что просто равноканальное угловое прессование не всегда в полной мере обеспечивает получение металла с ультрамелкозернистой структурой за небольшое количество циклов и для этого целесообразно использовать предварительную и окончательную термическую обработку.

Исходное состояние материала оказывает большое влияние на процесс создания дислокационной структуры, её термомеханическую стабилизацию и после последующей обработки на свойства материала. Наличие в составе сталей легирующих элементов, например, таких как Мо, являющихся сильными карбидообразователями, способствует их дисперсионному твердению и препятствует миграции границ зерен во время отжигов. Соответственно, повышение дисперсности и плотности карбидов и более однородное их распределение в объеме материала позволяют повысить прочностные свойства и термическую стабильность структур, полученных методами ИПД. Такой эффект может быть достигнут не только в результате ИПД, но и за счет оптимизации исходного состояния стали до РКУП. Роль предварительной обработки также заключается в изменении вязкости, пластичности, обрабатываемости, формы и величины зерна, выравнивании химического состава, снятии внутренних напряжений[10].

Исследование структуры сталей в различных исходных структурных состояниях (мартенситном, феррито-перлитном) при ИПД дают возможность рассмотреть процессы формирования зерна в зависимости от исходного фазового и структурного состояния стали, а также получить представления о влиянии основных упрочняющих факторов, таких, как размер зерна или структурных составляющих, дисперсности и объемной доли дисперсных частиц на прочностные свойства и стабильность субмикроструктурной структуры к нагреву[11].

Методы исследования

Материалом исследования является конструкционная низколегированная сталь марки 35ХМ с феррито-перлитной структурой. До РКУП в ступенчатой матрице образцы были подвергнуты предварительной термической обработке: отжигу, закалке и нормализации по стандартному режиму. Образцы квадратного сечения 15×15×70 мм подвергали РКУП в равноканальной ступенчатой матрице с углом стыка каналов 125° по маршруту Вс с кантовкой заготовки на 90° вокруг продольной оси, так как данный маршрут позволяет формировать беспористые стальные заготовки с квазиравноосными фрагментами структуры и преимущественно большеугловыми разориентировками между ними [12]. Трение между инструментом и заготовкой снижалось применением пальмового масла в качестве лубриканта.

Известно, что при формировании УМЗ структур очень важно проводить прессование при нагреве, не превышающем верхний уровень температуры деформирования материалов, ограниченный порогом начала рекристаллизации. С увеличением количества циклов прессования

возрастает и степень накопленной деформации материала, металл упрочняется и становится более дефектным, что также ведет к снижению порога начала рекристаллизации.

В связи с тем, что при температуре рекристаллизации новые зерна образуются медленно, холоднодеформированные металлы и сплавы нагревают до более высокой температуры, например железо и низкоуглеродистую сталь до 600—700° С. Образцы в исходном состоянии подвергались прессованию при $t=550$ °С с кантовкой на 90° вокруг вертикальной оси. В ходе эксперимента реализовано 6 циклов равноканального углового прессования.

Исследование микроструктуры стали выполнялось методом световой микроскопии на микроскопе «Leica» при увеличениях от 100 до 1000 крат. Электронно-микроскопические исследования были выполнены на растровом сканирующем микроскопе JSM 5910 при ускоряющем напряжении 25 кВ в режиме вторичных и упруго отраженных электронов.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходная микроструктура стали марки 35ХМ состоит из феррита и перлита (рисунок 1), которая и характерна для низколегированной стали с содержанием углерода 0,35 %. Размер перлитных колоний соответствует баллу зерна № 7-10 (26-12 мкм). Размер зерна феррита соответствует баллу № 9-10 (15-10 мкм).

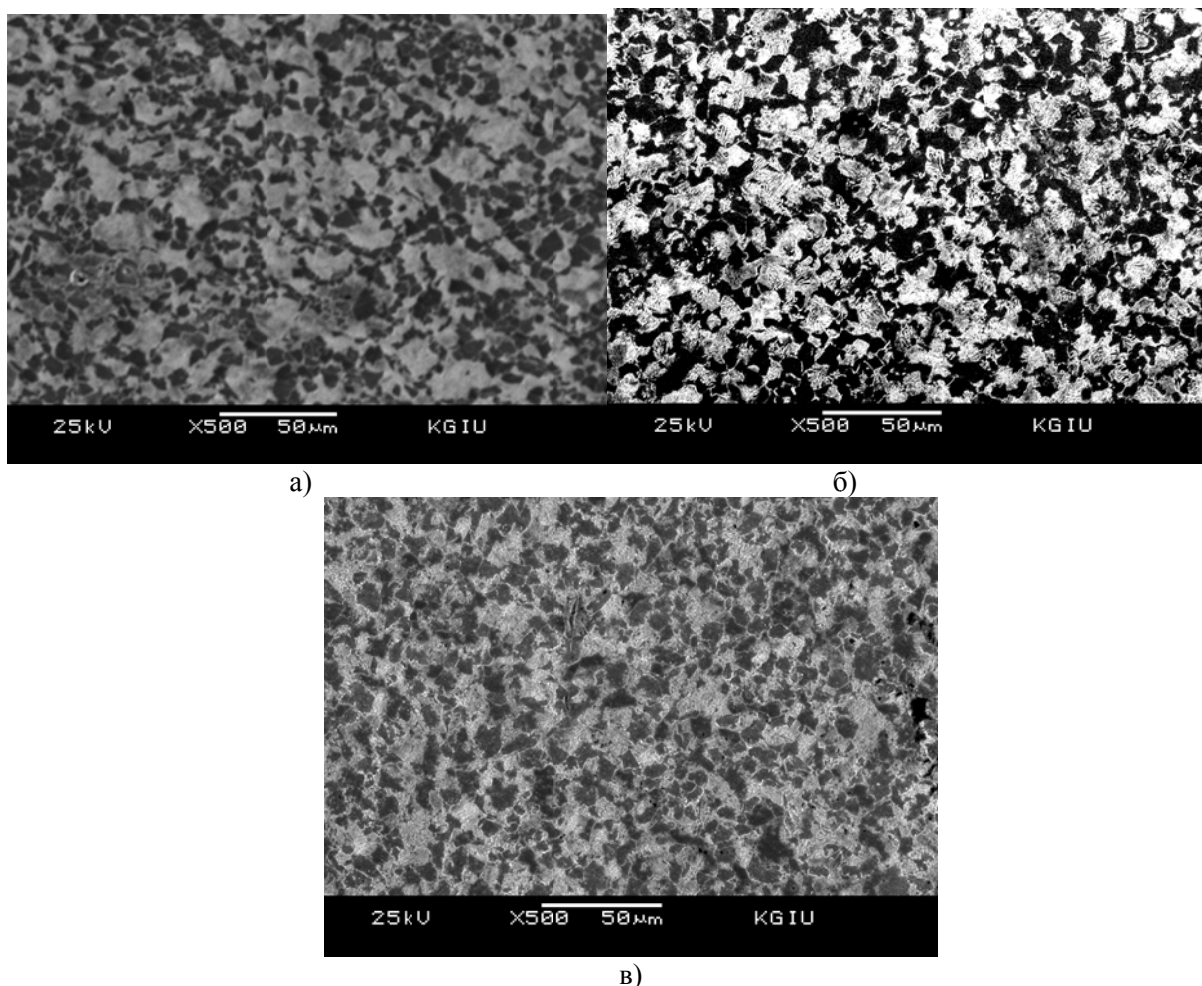


Рисунок 1 – Микроструктура образцов из стали марки 35ХМ в исходном состоянии, наблюдаемая с помощью РЭМ при $\times 500$:

а – без термообработки, средний размер зерен 18 мкм; б – отожженный образец, средний размер зерен 15,5 мкм; в – после нормализации и высокого отпуска, средний размер зерен 13 мкм;

Микроструктура стали марки 35ХМ после отжига от 860°C состоит из феррита и пластинчатого перлита. Хром и молибден находится в цементите перлита. Полученная структура является однородной и нефрагментированной.

Сканирующая микроскопия показала, что пакетный перлит содержит ферритные прожилки толщиной 0,03-0,2 мкм и цементитные прожилки толщиной 0,02-0,18 мкм.

В результате проведения предварительной термической обработки - нормализация (860 °С) + высокий отпуск (650 °С) получена структура зернистого перлита, балл зерна которого соответствует № 8-13 (21-4,5 мкм) и феррита с баллом зерна № 9-13 (13-4,5).

Для оценки влияния РКУП на эволюцию структуры стальных заготовок без термической обработки, проведены металлографические исследования. Результаты исследования приведены на рисунке 2.

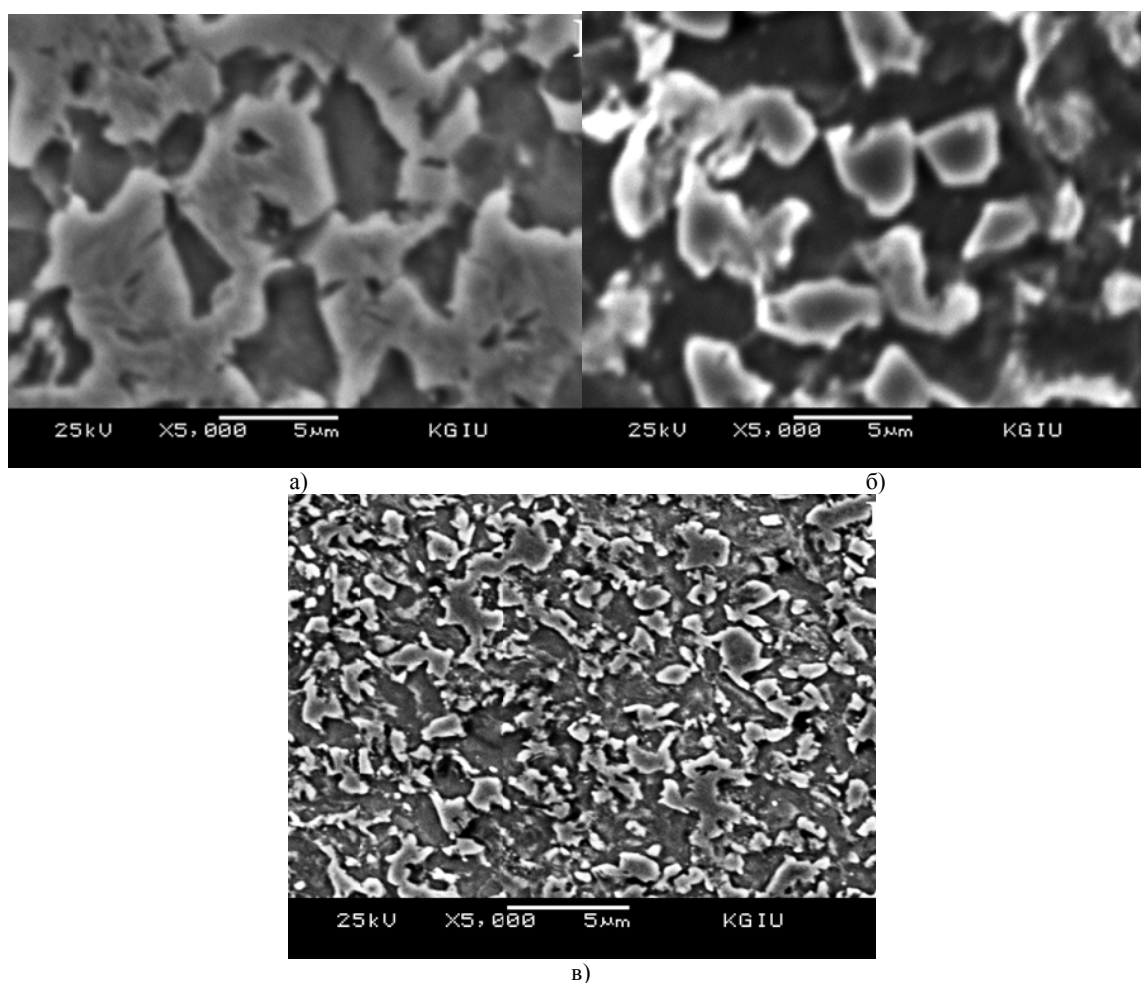


Рисунок 2 – Микроструктура стали марки 35ХМ без термообработки после РКУП:
а – 2 прохода, размер зерен 11–7 мкм; б – 4 прохода, размер зерен 7–2 мкм;
в – 6 проходов, размер зерен 3,5–0,2 мкм

Электронно-микроскопическим методом было выявлено формирование субструктуры при РКУП. В исследуемой стали наблюдаются перлитные зерна в ферритной матрице. В перлитных участках не обнаружены ферритные промежутки и цементитные пластины (по сравнению с состоянием до обработки методом РКУП).

В ходе исследования микроструктуры было выявлено, что после каждого цикла деформирования зерно значительно измельчается. Интенсивное измельчение структурных составляющих происходит до 6-го цикла деформирования, при котором удалось получить относительно неоднородную зеренную и субзеренную структуру с размером 0,2—3,5 мкм.

Цементитные частицы размером от 3500 до 200 нм имеют несферическую форму. Полученная структура значительно мельче исходной, что приводит к улучшению качества обрабатываемого материала.

В ходе эксперимента сталь марки 35ХМ со средним размером зерна 18 мкм без проведения предварительной термообработки после РКУП измельчилась в 10 раз, после чего средний размер зерна составил 1,8 мкм.

Структурообразование, происходящее в ходе РКУП, представляет собой результат интенсивного наклепа, релаксации напряжений и динамического возврата, вследствие этого дислокационная структура эволюционирует и формируется частично субультрамелкозернистое строение металла.

Для оценки влияния РКУП на эволюцию структуры стальных заготовок в отожженном состоянии, проведены металлографические исследования. Результаты исследования приведены на рисунке 3.

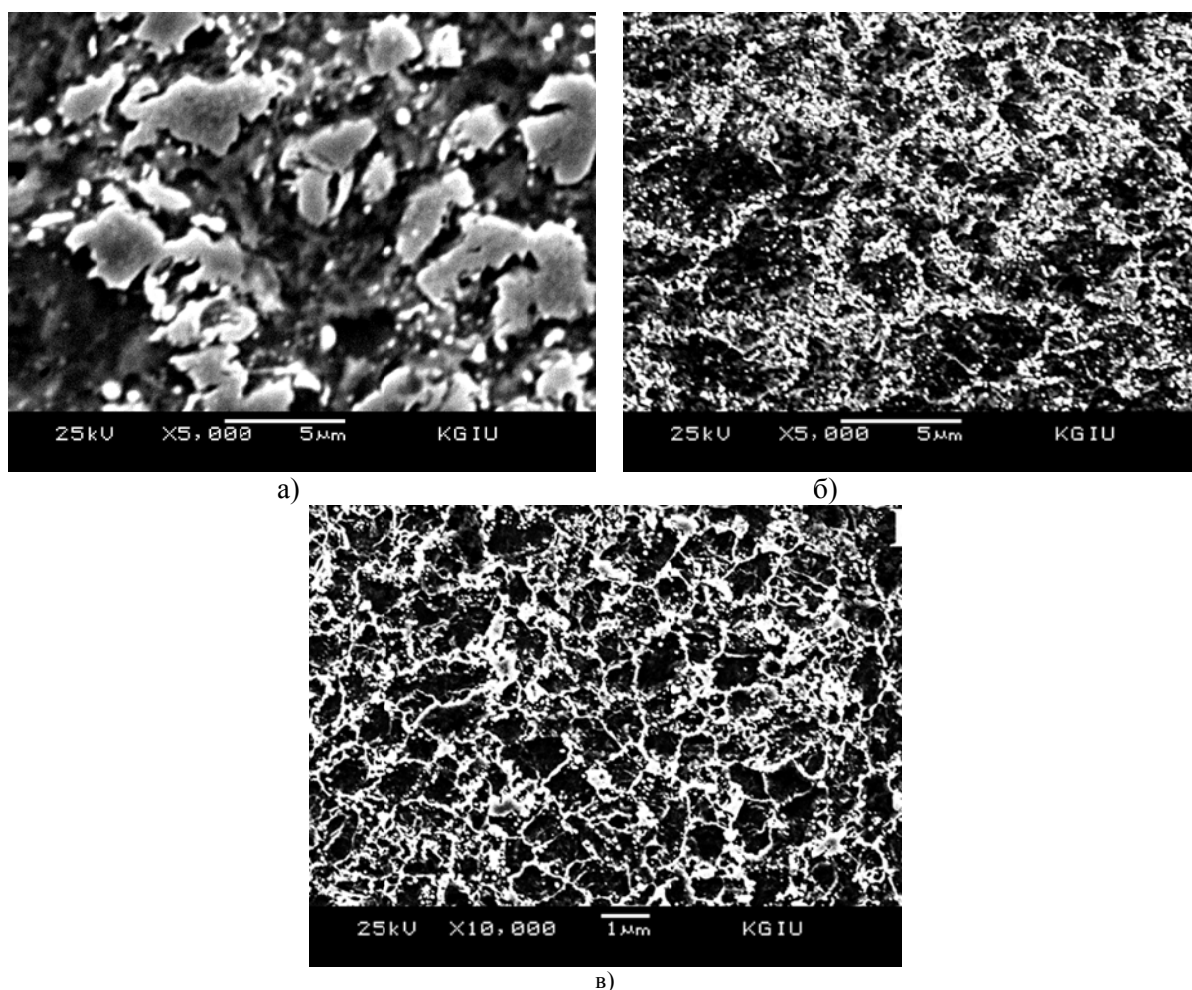


Рисунок 3 – Микроструктура стали марки 35ХМ в отожженном состоянии после РКУП:
 а – 2 прохода, размер зерен 4-1,5 мкм; б – 4 прохода, размер зерен 3,8-0,3 мкм;
 в – 6 проходов, размер зерен 1,3-0,19 мкм

В ходе исследования микроструктуры стальных образцов было выявлено, что с увеличением циклов деформирования зерно измельчается. Образование субультрамелкозернистой структуры наблюдается уже на 4-ом цикле прессования, в отличие от прессования стали в исходном состоянии, где измельчение структурных составляющих до субразмеров происходит на 6-ом цикле деформирования.

В результате РКУП стали в отожженном состоянии удалось получить более однородную структуру с размером 0,19—1,3 мкм. Цементитные частицы размером от 1300 до 190 нм имеют

несферическую форму. После проведения восьми циклов деформирования размер зерен изменился незначительно, по сравнению с шестью циклами прессования и составил 1,3-0,16 мкм. Полученная структура значительно мельче исходной, что говорит о целесообразности проведения предварительного отжига 2-го рода.

В ходе эксперимента сталь марки 35ХМ со средним размером зерна 18 мкм после проведения совместной операции предварительной термообработки – изотермического отжига и РКУП измельчилась в 26 раз, после чего средний размер зерна составил 0,7 мкм.

Для оценки влияния РКУП на эволюцию структуры стальных заготовок в нормализованном состоянии, проведены металлографические исследования. Результаты исследования приведены на рисунке 4.

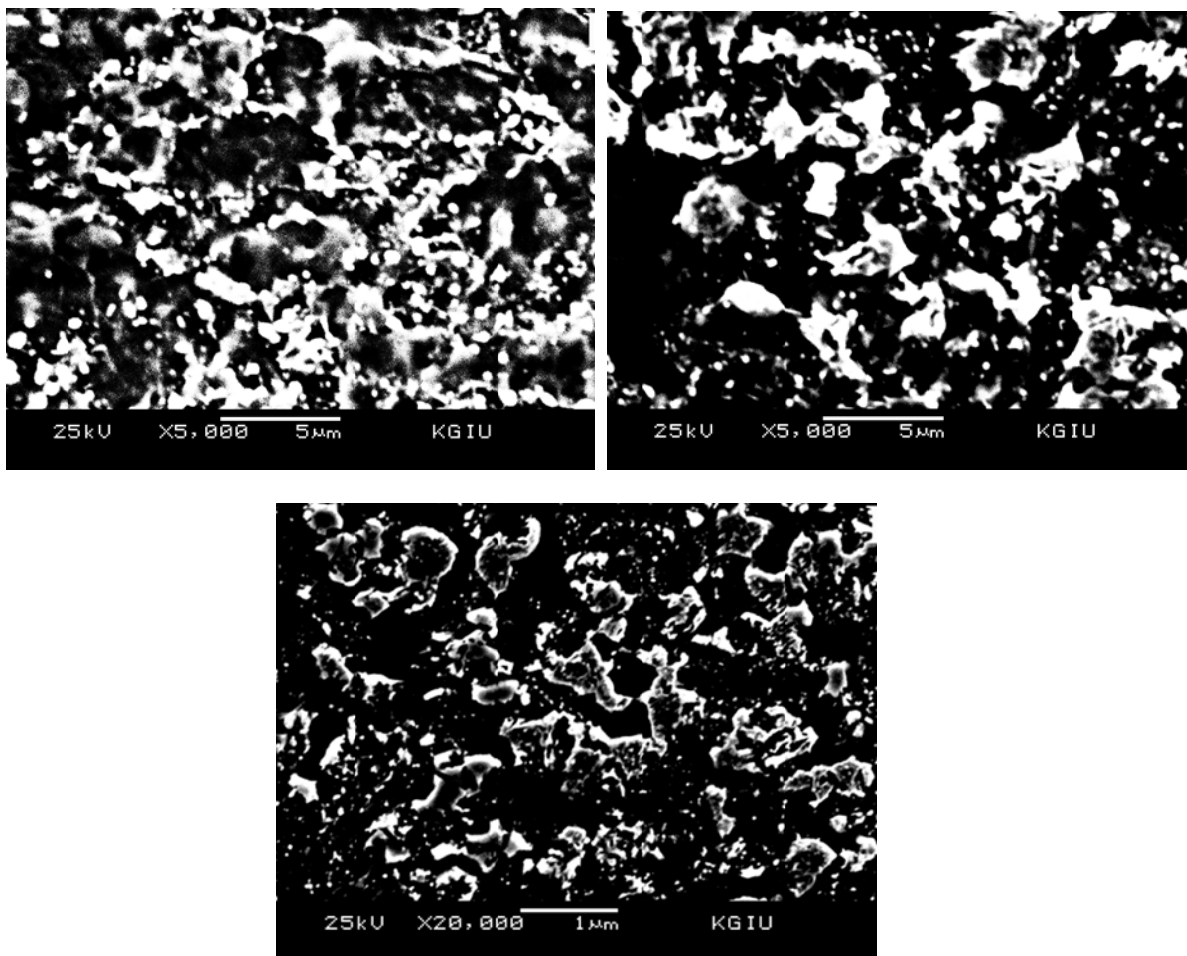


Рисунок 4 – Микроструктура стали марки 35ХМ в нормализованном состоянии после РКУП:
а – 2 прохода, размер зерен 6,5–1,5 мкм; б – 4 прохода, размер зерен 4–1,2 мкм;
в – 6 проходов, размер зерен 1,1–0,26 мкм

В ходе эксперимента сталь марки 35ХМ со средним размером зерна 18 мкм после проведения совместной операции предварительной термообработки – нормализации с высоким отпуском и РКУП измельчилась в 26 раз, после чего средний размер зерна составил 0,7 мкм.

Анализ микроструктуры стали марки 35ХМ показал, что интенсивное измельчение зерна наблюдается после осуществления каждого цикла деформирования. Полученная структура значительно мельче исходной, и практически одинакова с микроструктурой, полученной в результате прессования в отожженном состоянии. Минимальный размер зерна, полученный в ходе прессования стали в равноканальной угловой матрице, лежит в пределах 1,1-0,26 мкм и достигается после проведения 6 циклов деформирования, тогда как при прессовании стали в отожженном состоянии получение субультрамелкозернистой структуры достигается уже на

четвертом цикле деформирования, что говорит о преимуществе проведения изотермического отжига перед процессом РКУП.

Выводы

Из полученных результатов видно, что на шестом цикле деформирования стали 35ХМ, как после проведения предварительного отжига, так и в нормализованном состоянии с последующим высоким отпуском удастся получить субультрамелкозернистую структуру, тогда как при прессовании той же стали в исходном горячедеформированном состоянии не удастся ее получить даже после проведения восьми циклов РКУП. Таким образом, исследования показали, что проведение предварительной термообработки такой, как отжиг 2-го рода и нормализация с последующим высоким отпуском являются целесообразными операциями перед РКУП, так как именно благодаря такой предварительной обработке удастся получить субультрамелкозернистую структуру.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иванов К.В., Найденкин Е.В. Особенности структуры и механических свойств чистого алюминия и сплава 1420 после воздействия интенсивной пластической деформации. Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 315. № 2.
- [2] Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Волокитина И.Е. Изменения микроструктуры и механических свойств меди при деформировании ее в равноканальной ступенчатой матрице. Металловедение и термическая обработка металлов. 2015 №5. С. 12-17.
- [3] Motyka M. The influence of initial plastic deformation on microstructure and hot plasticity of $\alpha+\beta$ titanium alloys / M. Motyka, J. Sieniawski // *Materials Science and Engineering*. - 2010. - vol. 41. - No. 2. - P. 95-103.
- [4] Cheng S. Cyclic deformation of nanocrystalline and ultrafine-grained nickel / S. Cheng, J. Xie, A.D. Stoica, X.-L. Wang, J.A. Horton, D.W. Brown, H. Choo, P.K. Liaw // *Acta Mater.* -2009.-V.57. -P.1272–1280.
- [5] Sus-Ryszkowska M., Wejrzanowski T., Pakiela Z., Kurzydowski K. *J. Mater. Sci. Eng.* A369, 151 (2004).
- [6] Hazra S.S., Gazder A.A., Pereloma E.V. *Mater. Sci. Eng.* A524, 158 (2009).
- [7] Валиев Р. З., Рааб Г. И., Мурашкин М. Ю. Использование методов интенсивной пластической деформации для получения объемных наноструктурных металлов и сплавов. Кузнечно-штамповое производство. 2008. №11. С. 5-12.
- [8] Эфрос Н.Б. Влияние интенсивной пластической деформации под давлением на структуру, фазовый состав и прочностные свойства нержавеющей хромоникелевых сталей / Н.Б. Эфрос, В.П. Пилюгин, Б.М. Эфрос, А.М. Пацелов, Е.Г. Чернышев, Л.В. Лоладзе // *ФТВД*. -2004. -Т.14. -№3. -С.82-89.
- [9] Сэстри, Ш.М.Л. Формирование субмикроструктурной структуры в стали 10Г2ФТ при холодном равноканальном угловом прессовании и последующем нагреве/ Сэстри Ш.М.Л., Добаткин С.В., Сидорова С.В. // *Металлы*. -2004. -№ 2. -С.28.
- [10] Иванов А.М., Петров П.П., Платонов А.А. Влияние равноканального углового прессования и ультразвуковой ударной обработки на ударную вязкость и дефектность стали. Надежность в машиностроении и новые конструкционные материалы.
- [11] Астафурова Е.Г., Захарова Г.Г., Найденкин Е.В. и др. Влияние равноканального углового прессования на структуру и механические свойства низкоуглеродистой стали 10Г2ФТ // *ФММ*. – 2010. – Т. 110. – №3. – С. 275–284.
- [12] Naizabekov A., Lezhnev S., Knapinski M., Kurapov G., Volokitina I.E. Research of influence equal channel angular pressing combined with a heat treatment on the microstructure of the steel 45. 24-th International Conference on metallurgy and materials METAL, Brno, Czech Republic, 2015.

REFERENCES

- [1] Ivanov K. V., Naydenkin E.V. Structure and properties of mechanical pure aluminum alloy 1420 after exposure to severe plastic deformation. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*. 2009, T. 315, No. 2. (in Russ.).
- [2] Nayzabekov A.B., Lezhnev S.N., Volokitina I.E. Changes in the microstructure and mechanical properties of copper at its deformation in equal channel speed math Ritz. *Metallurgy and heat treatment of metals*. 2015, №5, S. 12-17. (in Russ.).
- [3] Motyka, M. The influence of initial plastic deformation on microstructure and hot plasticity of $\alpha+\beta$ titanium alloys. M. Motyka, J. Sieniawski. *Materials Science and Engineering*, 2010, vol. 41, No. 2, P. 95-103 (in Eng.).

- [4] Cheng, S. Cyclic deformation of nanocrystalline and ultrafine-grained nickel. S. Cheng, J. Xie, A.D. Stoica, X.-L. Wang, J.A. Horton, D.W. Brown, H. Choo, P.K. Liaw. *Acta Mater.*, **2009**, V.57, P.1272–1280 (in Eng.).
- [5] Sus-Ryszkowska M., Wejrzanowski T., Pakiela Z., Kurzydowski K. J. *Mater. Sci. Eng.* A369, 151 (**2004**) (in Eng.).
- [6] S.S. Hazra, A.A. Gazder, E.V. Pereloma. *Mater. Sci. Eng.* A524, 158 (**2009**) (in Eng.).
- [7] Valiev RZ, Raab GI, M. Yu Murashkin The use of severe plastic deformation to produce bulk nanostructured metals and alloys. *Forging and stamping production*. **2008**, №11, S. 5-12. (in Russ.).
- [8] Efros, N.B. Effect of severe plastic deformation under pressure on structure, phase composition and mechanical properties of stainless chromium-nickel steels. NB Efros, VP Pilyugin, BM Efros and AM Patselov, EG Chernyshev, L. Lo ladze. *FTVD*, **2004**, T.14, No. 3, S.82-89. (in Russ.).
- [9] Sestri SH.M.L. Formation submicrocrystalline structure in steel 10G2FT at cold equal-channel angular pressing and subsequent heating. Sestri SH.M.L., Dobatkin SV, SV Sidorov, *Metals*, **2004**, №2, S.28. (in Russ.).
- [10] Ivanov A.M., Petrov P.P., Platonov A.A. Effect of equal channel angular pressing and ultrasonic impact treatment on toughness and defective steel. Reliability in engineering and new construction materials. (in Russ.).
- [11] Astafurova E.G., Zakharova G.G., Naydenkin E.V. et al. Effect of equal channel angular pressing on structure and mechanical properties of low alloy steel 10G2FT. *FMM*, **2010**, T, 110, №3, S. 275-284. (in Russ.).
- [12] Naizabekov A., Lezhnev S., Knapinski M., Kurapov G., Volokitina I.E. Research of influence of equal channel angular pressing combined with a heat treatment on the microstructure of the steel 45. 24-th International Conference on metallurgy and materials *METAL*, Brno, Czech Republic, **2015**. (in Eng.).

БОЛАТ МАРКАСЫ 35ХМ БКБП ПРОЦЕСІ КЕЗІНДЕ МИКРОҚҰРЫЛЫМ ЭВОЛЮЦИЯСЫ

А.Б. Найзабеков¹, С.Н. Лежнев¹, Г.Г. Курапов², И.Е. Волокитина², Е.П. Орлова²

¹Руднендік индустриалды институты, Рудный қаласы;

²Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті,
Алматы қаласы

Түйін сөздер: микроқұрылым, БКБП, термиялық өңдеуі, болат, феррит, перлит, микроқаттылық, қасиеттер.

Аннотация. Берілген жұмыс бірдейканалды сатылы ұяқалыбында БКБ-престеу кезінде субультраұсақтүйірлі құрылымын алуға болат маркасы 35ХМ бастапқы құрылымдық құрылымының зерттеуіне арналған. Берілген зерттеудің бағытын таңдауы бірдейканалды бұрыштық престеу бірқатар циклдар арқылы ультраұсақтүйірлі құрылымымен металл алуды және алдын-ала, соңғы термиялық өңдеуді қолдануының тиімділігін қамтамасыз етеді.

Деформациялаудың 6 циклін жүргізгеннен кейін және алдыңғы термиялық операциядан – изотермиялық босандатудан кейін бірдейканалды сатылы ұяқалыпта болат престеу кезінде түйіршіктің минималды өлшемі 0,7 мкм шегінде болады.

Алынған мәліметтер негізінде болат 35ХМ деформациялаудың алтыншы циклдында алдыңғы босандату жүргізгеннен кейін, қалыпты күйінде ары қарай жоғары босандатудан кейін субультраұсақтүйірлі құрылымын алуға болады, ал сол болатты бастапқы ыстықтай деформациялауда престеу кезінде БКБП-дың сегіз циклдардан кейін ұсақ құрылымын алуы мүмкін емес болады. Осыдан зерттеулер көрсеткендей, БКБП алдында 2-ші ретті босандату және ары-қарай жоғары қалыптандырудан кейін алдын-ала термиялық өңдеуді жүргізгеннен кейін осы алдын-ала өңдеу арқылы субультраұсақтүйірлі құрылымын алуға болады.

Поступила 13.04.2016 г.

МАЗМҰНЫ

Ғылыми мақалалар

Машеков С.А., Абсадықов Б.Н., Рахматулин М.Л., Исаметова М.Е., Нугман Е.З., Машекова А.С. Металдар мен құйындылардан жіңішке тілкемдердің нақтылығын көтеру мақсатында көп функционалы бойлықсына орнақтың қаттылығын модельдеу.....	5
Машеков А.С., Кавалек А., Турдалиев А.Т., Машеков С.А., Абсадықов Б.Н. Бұрамалы қаумалардағы тілкемдердің икемдеу кезінде металл құрылымы өзгеруінің заңдылығын зерттеу.....	17
Бекенова Л.М. Қазақстан республикасы өнеркәсібі дамуының инвестициялық қамтамасыз етілуі.....	28
Хусаин Б., Иванов С.И., Типцова И.А., Цыганков П.Ю., Меньшутина Н.В. АСФ-та кептіру процесін автоматтандыруға арналған бағдарламалық жасақтама.....	35
Әбдімүтәліп Н.Ә., Дүйсебекова Ә.М., Тойчибекова Г.Б. Түркістан өңіріндегі зерттелінген топырақтың физикалық химиялық қасиеттері.....	39
Альчинбаева О.З., Алымов Н. Жиілікті түрлендіргішінің симметрия емес режимде жұмыс істеудің ерекшеліктері.....	44
Тұртабаев С. Қ., Баеиов Ә. Б., Қурбанов У. Б. Өндірістік айналымы токпен поляризацияланған мырыш электродының күкірт және азот қышқылы сулы ерітінділерінде еруі.....	52
Бектүреева Г.У., Сатаев М.И., Мырзахметова Б.Д., Бекбаева Ж. С., Шапалов Ш.К., Жылысбаева А.Н., Байтұсаев А.Д., Шойбекова Г.Р., Карабаева К. Газды, күкірт ангидридінен түрлендірілген белсенді көмір арқылы тазарту және қорғасын өндірісіндегі күкіртті газды рекупирациялау технологиясы.....	57
Вигдоревич В. И., Цыганкова Л. Е., Баеиова А. К., Баеиов А. Б. Металдарды атмосфералық коррозиядан ингибирленген көмірсутектік қабыршақтармен қорғаудың табиғаты.....	65
Дайрабай Д.Д., Голубев В.Г., Балабеков О.С., Серимбетов М.А. Жоғары тығыздықты көпіршікті фазаның барботажды қабаттарын есептеудің теориялық аспектілері.....	72
Жанат Ж., Темірғалиев Р., Насиров Р., Құспанова Б.Қ. Жылу химиясы заңын орынды қолдану қазіргі заманның энергетика мәселесін түсінуде шешуші рөл атқарады.....	79
Қабылбеков К.А., Саидрахметов П.А., Аширбаев Х.А., Абдубаева Ф.И., Досқанова А.Е. Газ жұмысын компьютерлік моделдеу зерттеу.....	83
Кан С.М., Калугин О.А., Мұртазин Е.Ж., Исабеков Р.Б. Жаңаөзен қаласының өнеркәсіптік аумақтарында су деңгейінің көтерілуінің негізгі көздері.....	89
Найзабеков А.Б., Леженев С.Н., Қурапов Г.Г., Волокитина И.Е., Орлова Е.П. Болат маркасы 35ХМ БКБП процесі кезінде микроқұрылым эволюциясы.....	95
Ракишев Б.Р., Ковров А.С., Молдабаев С.К., Бабиш Е.В. Циклді-ағымды технология кезінде конвейерлер қондырылатын үйінділердің геомеханикалық тұрақтылығын қамтамасыздандыру.....	103
Тайсариева Қ.Н. IGBT транзисторлы көп деңгейлі түрлендіргішті matlab бағдарламасында моделдеу және зерттеу.....	111
Татенов А.М., Амирханова А. Ш., Савельева В.В. Бейорганикалық және органикалық химия бойынша механизмдерімен виртуалдық-интерактивті зертханалар құру үшін 3D форматта атомдық құрылым, электрондық конфигурация, энергетикалық деңгейлер механизмдерінің виртуалдық-интерактивті визуализациясы.....	116
Татенов А.М., Байтұсаев У.Б. Мұнай сүзгілеуінің әртүрлі өткізгіш түтіктерімен мұнай қыртысының виртуалдық-интерактивті үлгісін құру.....	122
Тінейбай Ә.М., Ақбасова А.Ж., Аймбетова И.О. Архитектуралық-археологиялық ескерткіштердің сақталуы мен тұрақтылығын жоғарылату әдістері.....	126
Рахимова Г.А., Темирова А.Б., Абикаева М. Д. Қазақстан республикасының энергетика саласын энергетикалық үнемділігі және тиімділігі мәнмәтінінде реформалау қажеттілігі.....	132
Адизбаева Д.Ж., Шойбекова А.Ж. Қазіргі кездегі еуразиялық өркениеттің ерекшеліктері мен мәселелері (Қазақстан бойынша материалдар).....	137
Айтжанова Д.А., Омаров А.К. Қазақстанда жасыл экономиканы дамыту жағдайындағы қайталама ресурстарын басқару ерекшеліктері.....	140
Атыханов А.Қ., Муқатай Н., Оспанов А.Т. Жылыжай микроклиматын басқарудың мехатрондық жүйесін құрастыру.....	146
Ахметова Г.М. XX Ғасырдың басында қазақстандағы аграрлық саудасының дамуының негізгі факторлары.....	150
Еркишева Ж.С. Ақпараттық технологияларды геометрияны оқытуда пайдалану.....	157
Утеулин К.Р., Бари Г.Т., Рахимбаев И.Р. Табиғи каучук продуценті – Көк-Сағыз дәндерінің егіс алдындағы өңделуі.....	164
Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө. Ш. Құдайбердіұлының философиясының антропологиялық қырлары.....	168
Касенова А.Ж., Мауина Г.А., Жансағимова А.Е. ҚР азық-түлік өнеркәсібін дамыту негізі ретінде гастронмиялық тартымдылығы.....	176
Есайдар У.С., Белгисбаев А.К., Мырзагулова Г.У. Қазақстандағы халықаралық туризмді дамыту рөлі және бағыттары.....	180
Жолсейтова М.А., Сатов Е.Ж. «Мәдени мұра» Бағдарламасы бойынша жарық көргенқұжаттарға Деректанулық талдау жасау.....	186
Кольбаев М.К., Нурлихина Г.Б., Турабаев Г.К. Шағын инновациялық кәсіпкерлікті қаржыландыру көздері.....	192
Назарбек Т.С. Қолданбалы есептерін үйрету арқылы оқушының қызығушылығын қалыптастыру.....	200
Насимов М. Ө., Паридинова Б. Ж., Қалдыбай Қ. Қ., Абдрасилов Т. Қ. Ибн Халдунның әлеуметтік-саяси көзқарастары.....	204
Бекетова Қ.Н. Қазақстан Республикасында мемлекеттік басқару жүйесін жетілдіру мәселелері.....	209

Хроника

Мұрат Жұрынов – Қазақстан республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, академик.....	216
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Научные статьи

<i>Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Рахматулин М.Л., Исаметова М.Е., Нугман Е.З., Машекова А.С.</i> Моделирование жесткости многофункционального продольно-клинового стана с целью повышения точности тонких полос из металлов и сплавов	5
<i>Машекова А.С., Кавалек А., Турдалиев А.Т., Машеков С.А., Абсадыков Б.Н.</i> Исследование закономерностей изменения структуры металла при прокатке полос в винтообразных валках	17
<i>Бекенова Л.М.</i> Инвестиционная обеспеченность развития промышленности республики казахстан	28
<i>Хусаин Б., Иванов С.И., Тупцова И.А., Цыганков П.Ю., Меньшутина Н.В.</i> Программное обеспечение для автоматизации процесса сушки в СКФ	35
<i>Абдимуталип Н.Ә., Дуйсебекова А.М., Тойчибекова Г.Б.</i> Физико-химические свойства исследованных почв туркестанского региона	39
<i>Альчинбаева О.З., Алымов Н.</i> Особенности несимметричных режимов работы преобразователей частоты	44
<i>Туртабаев С.К., Баешов А.Б., Курбанов У.Б.</i> Растворение цинкового электрода в водных растворах серной и азотной кислот при поляризации переменным током промышленной частоты	52
<i>Бектуреева Г.У., Сатаев М.И., Мырзахметова Б.Д., Бекбаева Ж. С., Шапалов Ш.К., Жылысбаева А.Н., Байтугаев А.Д., Шойбекова Г.Р., Карабалаева К.</i> Очистка газа от сернистого ангидрида модифицированными активированными углями и технология рекуперации сернистого газа свинцового производства	57
<i>Вигдорovich В. И., Цыганкова Л. Е., Баешова А. К., Баешов А. Б.</i> Природа защиты металлов от атмосферной коррозии ингибированными углеводородными пленками	65
<i>Дайрабай Д.Д., Голубев В.Г., Балабеков О.С., Серимбетов М.А.</i> Теоретические аспекты расчета барботажных слоев с высокой плотностью пузырьковой фазы	72
<i>Жанат Ж., Темиргалиев Р., Насиров Р., Куспанова Б.К.</i> Разумное применение закона тепловой химии выполняет решающую роль в современной энергетике	79
<i>Кабылбеков К.А., Саудахметов П.А., Аширбаев Х.А., Абдубаева Ф.И., Досканова А.Е.</i> Исследование работы газа на компьютерной модели	83
<i>Кан С.М., Калугин О.А., Муртазин Е.Ж., Исабеков Р.Б.</i> Основные источники подтопления промышленных территорий г. Жанаозен	89
<i>Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Курапов Г.Г., Волокитина И.Е., Орлова Е.П.</i> Эволюция микроструктуры стали марки 35ХМ в процессе РКУП	95
<i>Ракишев Б.Р., Ковров А.С., Молдабаев С.К., Бабий Е.В.</i> Обеспечение геомеханической устойчивости насыпей для конвейеров при циклично-поточной технологии	103
<i>Тайсариева К.Н.</i> Моделирования и исследования в среде matlab многоуровневого преобразователя на IGBT транзисторах	111
<i>Татенов А.М., Амирханова А. Ш., Савельева В.В.</i> Виртуально-интерактивная визуализация механизмов Атомных структур, электронных конфигураций, энергетических уровней в 3-D формате для построения виртуально-интерактивных лабораторий с механизмами химических реакций по неорганической и органической химии	116
<i>Татенов А.М., Байтукаев У.Б.</i> Создание виртуально-интерактивной модели нефтепласта с разнопроницаемыми каналами фильтрации нефти	122
<i>Тинейбай А.М., Акбасова А.Д., Аймбетова И.О.</i> Методы повышения сохранности и устойчивости архитектурно-археологических памятников	126
<i>Рахимова Г.А., Темирова А.Б., Абибаева М. Д.</i> Потребность реформирования энергетической отрасли Республики Казахстан в контексте энергосбережения и энергоэффективности	132
<i>Адизбаева Д.Ж., Шойбекова А.Ж.</i> Современные особенности и проблемы развития евразийской цивилизации как компоненты контекста (на материалах Казахстана)	137
<i>Айтжанова Д.А., Омаров А.К.</i> Особенности управления вторичными ресурсами в условиях развития зеленой экономики в Казахстане	140
<i>Атыханов А.К., Мукатай Н., Оспанов А.Т.</i> Разработка мехатронных систем управления микроклиматом теплиц	146
<i>Ахметова Г.М.</i> Основные факторы развития аграрной торговли в казахстане в начале XX века	150
<i>Еркишева Ж.С.</i> Использование информационных технологий в преподавании геометрии	157
<i>Утеулин К.Р., Бари Г.Т., Рахимбаев И.Р.</i> Предпосевная обработка семян Кок-Сагыза – производителя натурального каучука	164
<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> Антропологические грани философии Ш. Кудайбердыулы	168
<i>Касенова А.Ж., Мауина Г.А., Жансагимова А.Е.</i> Развитие пищевой промышленности как основы гастрономической привлекательности РК	176
<i>Есайдар У.С., Бельгибаев А.К., Мырзагулова Г.Р.</i> Роль и направления развития международного туризма Казахстана	180
<i>Жолсейтова М.А., Сатов Е.Ж.</i> Источниковедческий анализ источникам опубликованные по программе «Культурное наследие»	186
<i>Кольбаев М.К., Нурлихина Г.Б., Турабаев Г.К.</i> Источники финансирования малого инновационного предпринимательства	192
<i>Назарбек Т.С.</i> Привлечение заинтересованности обучающихся при решении прикладных задач	200
<i>Насимов М. О., Паридинова Б. Ж., Калдыбай К. К., Абдрасилов Т. К.</i> Социально-политические взгляды Ибн Халдун	204
<i>Бекетова К.Н.</i> Проблемы совершенствования системы государственного управления в Республике Казахстан	209
Хроника	
<i>Мурат Журинов - президент Национальной академии наук Республики Казахстан , академик</i>	216

CONTENTS

Scientific articles

<i>Mashekov S.A., Absadykov B.N., Rakhmatulin M.L., Isametova M.E., Nugman E.Z., Mashekova A.S.</i> Modeling of hardness of multifunctional longitudinal wedge mill to improve the accuracy of thin strips from metals and alloys.....	5
<i>Mashekova A.S., Kavalek A., Turdaliyev A.T., Mashekov S.A., Absadykov B.N.</i> Research of regularities structure changes of metal during strip rolling in helical rolls.....	17
<i>Bekenova L.M.</i> Investment capacity for industrial development of the republic of Kazakhstan.....	28
<i>Khussain B., Ivanov S.I., Tiptsova I.A., Tsigankov P.U., Menshutina N.V.</i> Software for automation of the drying process in supercritical fluids.....	35
<i>Abdimutalip N. Ə., Duysebekova A.M., Toychibekova G. B.</i> Physical and chemical properties of the studied soils of the turkistan region.....	39
<i>Alchinbayeva O. Z., Alymov N.</i> Features asymmetrical operating modes of converters of frequency.....	44
<i>Turtabayev S.K., Baeshov A.B., Kurbanov U.B.</i> Dissolution of the zinc electrode in aqueous solutions of sulfuric and nitric acids at polarization industrial alternating currience.....	52
<i>Bekturyeva G.U., Satayev M.I., Mirzahmetova B.D., Bekbayeva Zh.S., Shapalov Sh.K., Zhylisbaeva A.N., Baitugaev A.D., Shoybekova G.R., Karabalaeva K.</i> Gas purification from sulphur anhydride with modifying active coals and technology of sulphur gas treatment of the lead production.....	57
<i>Vigdorovich V.I., Tsygankova² L.E., Baeshova A.K., Baeshov A.B.</i> Nature of metal protection against atmospheric corrosion by inhibited hydrocarbon films.....	65
<i>Dairabay D. D., Golubev V.G., Balabekov O.S., Serimbetov M.A.</i> Theoretical aspects of calculating bubble layers with high density of bubble phase.....	72
<i>Zhanat Zh., Temirgalyev R., Nasirov R., Kusanova B.K.</i> Judicious application of the law of thermal chemistry performing a crucial role of modern energy.....	79
<i>Kabyzbekov K.A., Saidahmetov P.A., Ashirbaev K.H.A., Abdubaeva P.H.I., Doskanova A.E.</i> Examination of operation gaza on computer model.....	83
<i>Kan S.M., Kalugin O.A., Murtazin E.Zh., Isabekov R.B.</i> The main resources underflooding industrial areas of Zhanaozen.....	89
<i>Nayzabekov A.B., Lezhnev S.N., Kurapov G.G., Volokitina I.E., Orlova E.P.</i> Evolution of the microstructure of steel grade 35XM in process ECAP.....	95
<i>Rakishev B.R., Kovrov O.S., Moldabayev S.K., Babiy Ye.V.</i> Ensuring geomechanical stability assessment of the ground embankment for conveyor of cyclic-flow technology.....	103
<i>Taissariyeva K.N.</i> Modeling and research in environment matlab multilevel converter on igtb transistors.....	111
<i>Tatenov A.M., Amirkhanova A.Sh., Saveliyeva V.V.</i> Virtual-interactive visualization mechanisms of atomic structures, electron configurations, the energy level in 3-D format for virtual-interactive labs with the mechanisms of chemical reactions in inorganic and organic chemistry.....	116
<i>Tatenov A.M., Baitukayev U.B.</i> Creating a virtual-interactive model oil formation channels with oil filter.....	122
<i>Tineybay A.M., Akbasova A.D., Aymbetova I.O.</i> Methods of increase of safety and stability of architectural and archaeological monuments.....	126
<i>Rakhimova G., Temirova A., Abikayeva M.</i> The need for reform at energy sector republic of kazakhstan in the context conservation and energy efficiency.....	132
<i>Adizbayeva D. Zh., Shoybekova A. Zh.</i> Modern features and problems of the eurasian civilization as a component of the context (on materials of Kazakhstan).....	137
<i>Aitzhanova D.A., Omarov A.K.</i> Features of management of secondary resources in the conditions of development of green economy in Kazakhstan.....	140
<i>Atyhanov A.K., Mukatay N., Ospanov A.T.</i> Development of mechatronic systems of managing microclimate of greenhouses.....	146
<i>Akhmetova G. M.</i> Key factors of agricultural trade in kazakhstan in the beginning of XX centry.....	150
<i>Erkischeva Zh.S.</i> Use of information technologies in teaching geometry.....	157
<i>Utulin K.R., Bari G.T., Rakhimbaev I.R.</i> Kok-Saghyz seeds pre-sowing Treatment – Producer of natural plant Rubber.....	164
<i>Ayupova Z.K., Kussainov D.U.</i> Anthropological sides of philosophy of Sh. Kудayberdyuli.....	168
<i>Kassenova A., Mauina G., Zhansagimova A.</i> Development of food industry as bases of gastronomic attractiveness of PK.....	176
<i>Yesaydar U.S., Belgibayav A.K., Mersakyllova G.R.</i> The role of developing direction of international tourism in Kazakhstan.....	180
<i>Zholseytova M.A., Satov E.Zh.</i> Historiographic analysis of sources published on "Cultural heritage" program.....	186
<i>Kolbayev M.K., Nyurlikhina G.B., Tyurabayev G.K.</i> Finincing sources for small innovative entrepreneurship.....	192
<i>Nazarbek T.S.</i> Attraction of interest of the applied tasks which are trained at the decision.....	200
<i>Nassimov M. O., Paridinova B. Zh., Kaldybay K. K., Abdrassilov T. K.</i> Social-Political views of ibn khaldun.....	204
<i>Beketova K.N.</i> Problems of improvement of system of public administration in the Republic of Kazakhstan.....	209

Chronicle

Murat Zhurinov - prezident Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan, akademik.....	119
---	-----

**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). 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.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 19.04.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,2 п.л. Тираж 2000. Заказ 2.