

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 **Гашидзе 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

**RESEARCH OF REGULARITIES STRUCTURE CHANGES
OF METAL DURING STRIP ROLLING IN HELICAL ROLLS****A.S. Mashekova¹, A. Kavalek², A.T. Turdaliyev¹, S.A. Mashekov¹, B.N. Absadykov³**¹ Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan;² Czestochowa Polytechnic University, Czestochowa, Poland;³ Kazakh-British Technical University, Almaty, Republic of KazakhstanMashekov.1957@mail.ru, b_absadykov@mail.ru**Keywords:** plastic deformation, rolling, nanostructuring, rolls, microstructure.**Abstract.** The article, in order to obtain strips with a nanocrystalline structure, developed design tool that allows to implement a rolling without significant changes to the original billet sizes.

This hot-rolling tool for steel and alloy comprises upper and lower rolls with corrugated work surfaces. In this case the projections or depressions of the upper roll are made on a screw line, lying opposite the depressions and protrusions of the lower roll. Moreover, the angle between the tangent to a helix and a line passing through the contact point perpendicular to the base along a generatrix of the roll, is in the range from 20 ° to 60 °. It should be noted that the projections and depressions of the upper and lower rollers have the same width and, correspondingly, the height or depth.

The paper shows that t

he rolling in a helical rolls a blank is deformed with alternating bending. Thus in certain sections of the deformation zone a torsional tensile stresses appears, i.e. while rolling in helical rolls in blank bending zone it occur torsional bending stress and between bending zones - stretching, and the transition zone operates a two-component (torsion + stretching) stress state.

In connection with the above, the influence of mechanical deformation schemes arising during rolling in rolls with corrugated work surfaces to form structures is studied.

The research of influence of mechanical deformation scheme was carried out using a torsion rheometer STD 812. In the 5xxx series aluminum alloy 5083 has been selected as the blank material.

It is shown that the application of alternating strain stretching, torsion and twisting tension during rolling in rolls with corrugated work surfaces, will contribute to a significant reduction in the grain size of metals and alloys.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ
МЕТАЛЛА ПРИ ПРОКАТКЕ ПОЛОС В ВИНТООБРАЗНЫХ ВАЛКАХ****А.С. Машекова¹, А.Кавалек², А.Т. Турдалиев¹, С.А. Машеков¹, Б.Н. Абсадыков³**¹Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан;²Ченстоховский политехнический университет, г. Ченстохова, Польша;³Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Республика Казахстан**Ключевые слова:** пластическая деформация, прокатка, наноструктурирование, валки, микроструктура.**Аннотация.** В статье, в целях получения полос с нанокристаллической структурой, разработана конструкция инструмента, позволяющая реализовать прокатку без значительных изменений размеров исходной заготовки.

Данный инструмент для горячей прокатки стали и сплавов, содержит верхний и нижний валки с волнистыми рабочими поверхностями. При этом выступы или впадины верхнего валка выполнены по винтовой линии, располагаясь противоположно впадинам и выступам нижнего валка. Причем, угол между касательной к винтовой линии и линией, проходящей через точку касания по образующей перпендикулярно основанию валка, лежит в пределах от 20° до 60°. Необходимо отметить, что выступы и впадины верхнего и нижнего валков имеют одинаковую ширину и, соответственно, высоту или глубину.

В работе показано, что при прокатке в винтообразных валках заготовка деформируется знакопеременным изгибом. При этом на определенных участках очага деформации возникают кручение, растягивающие напряжения, т.е. при прокатке в винтообразных валках в зонах изгиба заготовки возникают скручивающие напряжения, а между зонами изгиба – растягивающие, при этом в переходных зонах действует двухкомпонентное (кручение + растяжение) напряженное состояние.

В связи с вышесказанным, исследовано влияние механической схемы деформации, возникающей при прокатке в валках с волнистыми рабочими поверхностями, на формирование структур.

Исследование влияния механической схемы деформации проводилось с использованием торсионного пластометра STD 812. В качестве материала заготовки был выбран алюминиевый сплав 5xxx серии 5083.

Показано, что приложение знакопеременной деформации растяжением, кручением и скручивающим растяжением при прокатке в валках с волнистыми рабочими поверхностями, будет способствовать существенному уменьшению размеров зерен металлов и сплавов.

Введение

В последние годы проводятся активные научные исследования и техническая проработка проблем, связанных с производством наноструктурированных материалов, в первую очередь, металлов конструкционного и функционального назначения [1]. Зарубежные и отечественные научные школы ведут интенсивный поиск способов радикального повышения физико-механических и технологических свойств материалов. Одним из важнейших направлений в этой области служат работы, связанные с изготовлением металлоизделий с нанокристаллической структурой [2,3].

Теме наноструктурирования металлов посвящено значительное количество монографий, обзоров и различного рода научных публикаций, свидетельствующих о многообразии вариантов и методов в обеспечении поставленной цели [3,4].

В настоящее время одним из методов наноструктурирования металлических конструкционных материалов являются различные методы интенсивной пластической деформации (ИПД). Наибольшее распространение получили кручение под гидростатическим давлением, равноканальное угловое прессование (РКУП), мультиосевая деформация, знакопеременный изгиб, аккумулируемая прокатка, винтовое прессование, деформация тонких пластин на наковальнях Бриджмена по схеме «сжатие + кручение», продольно-поперечная прокатка, всесторонняя ковка, ударная ультразвуковая обработка поверхностных слоев и т.д. [1].

Необходимо отметить, что метод ИПД, заключающийся в деформировании с большими степенями деформации без изменения внешних размеров заготовки, по сути, является основой всех существующих вариантов [1,3,5]. В ранних исследованиях было установлено, что в результате прокатки или высоких обжатий в процессе вытяжки происходит значительное измельчение структуры. Однако высокие температуры деформации и последующие термообработки или выдержки при высоких температурах приводили к вторичному укрупнению зерен в процессе рекристаллизации. Для достижения субмикрокристаллической и нанокристаллической структуры необходимо сочетание двух факторов высокой интенсивности и существенной немонотонности деформации, осуществляемой при температурах не выше температуры протекания процессов возврата. Первый процесс обеспечивает необходимое генерирование дислокаций и эволюцию дислокационной структуры, а второй – активацию новых решеточных дислокаций и их взаимодействие с образующимися при деформации малоугловыми границами фрагментов, что приводит к их перестройке в высокоугловые границы общего типа. Развитие такого рода структурных процессов возможно при сохранении сплошности материала, что достигается гидростатическим давлением. Метод РКУП реализует деформацию массивных образцов простым сдвигом. Данное прессование первоначально было разработано для деформирования материалов без изменения поперечного сечения образцов, а в дальнейшем стало активно применяться для получения структур с субмикрокристаллическим и нанокристаллическим зерном. В основе другого способа [6] заложен процесс всестороннейковки, заключающийся в использовании многократного повторения операций свободнойковки, осадки – протяжки со сменой оси прилагаемого деформирующего усилия. Однородность деформации в данной технологической схеме по сравнению с РКУП и кручением ниже. Однако данный способ позволяет достигать наноструктурированного состояния в хрупких материалах, а также имеет технологические перспективы совмещения непрерывной разливки и деформирования в едином процессе [7].

Естественно, что во всех вышеперечисленных методах ставится задача максимального измельчения структуры [1,8]. Однако, каждый из методов ИПД характеризуется минимальным

размером измельчения структуры материала. Все исследования по данному вопросу основаны на анализе дефектной системы, возникающей в структуре исходного кристалла при его интенсивной пластической деформации. Рассматривается роль дислокационных и дисклинационных структур, высокой концентрации неравновесных точечных дефектов, развития холодной рекристаллизации и т.д. При этом процесс измельчения структуры развивается на мезомасштабных уровнях, где определяющую роль в структурообразовании играют внутренние границы раздела, напряжения изгиба-кручения и поворотные методы деформации [8].

Вышеприведенные результаты исследований отражают лишь незначительную часть тех исследований, которые связаны с наноструктурным состоянием материалов, и, в первую очередь, металлов. Наиболее изученной областью, но в то же время имеющей много нерешенных вопросов, является создание дисперсного структурного состояния методами пластической деформации [1,8]. Однако даже имеющиеся исследования предполагают значительный успех в создании новых материалов с уникальными механическими, функциональными и эксплуатационными свойствами.

Хорошо известно, что деформация в условиях ИПД – сложный многоуровневый процесс, сопровождающийся существенными текстурными и структурными преобразованиями материала [9]. Исследования, выполненные на цветных и черных металлах и сплавах, показывают, что постдеформационные структурные изменения определяются не только типом решетки и интенсивностью деформации, но также и схемой приложения деформирующих нагрузок. Способ нагружения существенно влияет на микромеханизмы пластической деформации и приводит к различным возможностям структурообразования за счет преимущественной реализации того или иного механизма. Экспериментами показано, что сочетание разных видов нагружения позволяет управлять этими преобразованиями и реализовать дополнительные каналы пластической деформации [9].

Применение ИПД предоставляет принципиальные возможности разработки новых эффективных технологий обработки методами пластической деформации и получения повышенных прочностных и пластических характеристик деформированных материалов [9]. Реализация этих возможностей требует углубленного исследования особенностей структурных преобразований под действием комбинированной деформации и связи структуры с комплексом механических характеристик.

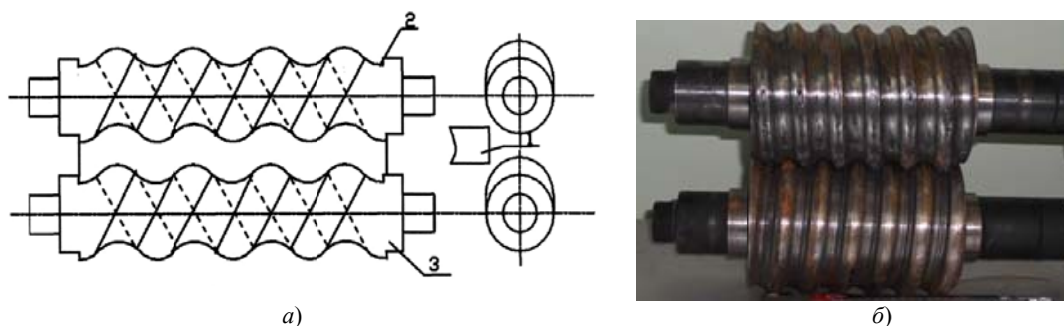
В литературе широко представлены исследования по изменению структуры и свойств различных материалов при комбинированных схемах нагружения [9]. Однако обсуждается, как правило, влияние нескольких параметров одновременно (давления, схемы деформации, температуры и др.), что создает большие трудности при интерпретации результатов.

Важно отметить, что для получения полос с нанокристаллической структурой из известных методов ИПД широкое применение на практике получила прокатка фольги. Однако из-за малости сечения фольги, она малоприспособна для последующих формообразующих операций. Поэтому нами была разработана конструкция инструмента, позволяющая получить листы с ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой [10], реализующей ИПД без значительных изменений их исходной формы и размеров.

Данный инструмент для горячей прокатки стали и сплавов, содержит верхний и нижний валки с волнистыми рабочими поверхностями (рисунок 1). При этом выступы или впадины верхнего валка выполнены по винтовой линии, располагаясь противоположно к впадинам и выступам нижнего валка. Причем, угол между касательной к винтовой линии и линией, проходящей через точку касания по образующей перпендикулярно основанию валка, лежит в пределах от 20° до 60° . Необходимо отметить, что выступы и впадины верхнего и нижнего валков имеют одинаковую ширину и, соответственно, высоту или глубину.

Прокатка осуществляется следующим образом. Сляб подается в зазор между верхним и нижним валками, и деформируется выступами и впадинами. Прокатка сляба двумя проходами в инструменте, где выступы рабочей поверхности с одной стороны валков, расположенные противоположно впадинам рабочей поверхности с другой стороны валков, с единичным обжатием $\varepsilon = \Delta h_B / H_o$ и $\varepsilon = 2\Delta h_B / H_o$ (где Δh_B - высота выступа или глубина впадины волнистой рабочей поверхности; H_o - высота сляба перед прокаткой), соответственно, обеспечивает эффективное измельчение структуры слябов по всему сечению заготовки за счет знакопеременной деформации изгиба в продольном и поперечном сечениях сляба. При этом происходит смещение образующихся при прокатке выступов и впадин по ширине прокатываемой полосы, что создает

дополнительные макросдвиги по сечению заготовки. Создание дополнительных макросдвигов приводит к дополнительному измельчению структуры металлов и сплавов, т.е. создаются дополнительные условия для получения качественной продукции.



а) – схема прокатки в волнистых валках; б) – волнистые валки

Рисунок 1 – Схема прокатки в валках с волнистыми рабочими поверхностями:
1 – заготовка; 2 – верхний валок; 3 – нижний валок

Необходимо отметить, что прокатка в предлагаемом инструменте, имеющем одинаковые размеры выступов и впадин рабочей поверхности валков, а также выступы или впадины верхнего валка, расположенные противоположно впадинам и выступам нижнего валка, соответственно, с вышеуказанными единичными обжатиями, позволяет многократным изгибом деформировать сляб малой толщины без изменения его размеров. Многократный изгиб позволяет увеличить величину степени деформации сдвига. Все это позволяет достичь эффективного измельчения структуры стали и сплавов и удаления печной окалины с поверхности сляба, т.е. повысить качество получаемых листов.

Исследованиями, проведенными в работе [11], нами показано, что при прокатке в винтообразных валках заготовка деформируется знакопеременным изгибом. При этом в определенных участках очага деформации возникают кручение, растягивающие напряжения, т.е. при прокатке в винтообразных валках в зонах изгиба заготовки возникают скручивающие напряжения, а между зонами изгиба – растягивающие напряжения, при этом в переходных зонах действует двухкомпонентное (кручение + растяжение) напряженное состояние.

Следует отметить, что экспериментальное и теоретическое исследование кручения, растяжения и кручения с растяжением имеет большое значение, так как позволяет поэтапно проследить за изменением структуры и свойств в ходе деформации при изменении напряженного состояния и степени деформации [9].

В работе ставилась цель: исследовать влияние механической схемы деформации, возникающей при прокатке в валках с волнистыми рабочими поверхностями, на формирование структур.

Оборудование, материалы и методика исследования

Исследование влияния механической схемы деформации, возникающей при прокатке в валках с волнистыми рабочими поверхностями, проводили с использованием торсионного пластометра STD 812 [12]. В качестве материала заготовки был выбран алюминиевый сплав 5xxx серии 5083. Химический состав алюминиевого сплава 5xxx серии 5083 представлен в таблице 1.

Следует отметить, что алюминиевый сплав 5xxx содержит магний, как основной легирующий элемент. С целью улучшения свойств таких сплавов часто вводятся различные добавки, такие как хром и марганец. Алюминиевый сплав 5xxx серии 5083 обладает высокой прочностью и пластичностью, он легко сваривается, благодаря чему такой сплав хорошо используется в качестве конструкционного материала. Структура такого сплава хорошо изменяется при горячей деформации в зависимости от величины степени деформации.

Таблица 1 – Химический состав алюминиевого сплава 5xxx серии 5083

Марка сплава	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
EN AW-5083	0,229	0,145	0,004	0,553	4,44	0,120	0,024	0,018	94,467

Таким образом, алюминиевый сплав 5xxx возможно применять для исследования влияния механической схемы деформации, возникающей при прокатке в валках с волнистыми рабочими поверхностями, на формирование структур.

Исследования включают испытания на растяжение, кручение и растяжение с кручением на торсионном пластометре STD 812 с регистрацией энергосиловых параметров, последующую обработку результатов испытаний, металлографические исследования деформированного металла, определение микротвердости алюминиевого сплава 5xxx.

Торсионный пластометр STD 812 позволяет испытывать образцы при температурах до 1500 °С со скоростью нагрева и охлаждения до 100 К/с, при скоростях деформации до 50 с⁻¹ при кручении и до 1,0 с⁻¹ при растяжении и сжатии, степенях деформации – до 0,7 при сжатии, до 0,4 при растяжении и до 10,8 при кручении [12]. В процессе испытания реализуется непрерывное или дробное кручение с заданной степенью и скоростью деформации на каждом проходе.

Нагрев осуществляется в электропечи или индукторе, среда нагрева и испытания – воздух, аргон, вакуум (10⁻⁴ МПа) (рисунок 2,а). Температура образца до испытания, во время и после испытания задается по любому реальному закону как функция от времени. Предусмотрена закалка образца в воде, в том числе и мгновенная.

Скручивающий пластометр позволяет моделировать реальные процессы обработки давлением, получать структуру материала, свойственную данному процессу, и оптимизировать те же параметры с точки зрения обеспечения заданной структуры и свойств материала. Данный пластометр позволяет определять характеристики пластичности материалов с учетом изменения температуры и скорости деформации, неравномерности деформации по длине и сечению образца. Благодаря этому является возможным проведение обобщенной процедуры определения пластических характеристик при кручении в повышенных температурах.

Испытания проводились в вакууме при температуре 480 °С и постоянной скорости деформации. Для проведения экспериментов использовали цилиндрические образцы диаметром $D = 8$ мм и с базовой длиной $L = 20$ мм, а для измерения и контроля изменений температуры применяли термопару типа К. Термопара типа К приваривалась к боковой поверхности образцов. Образцы в индукционном нагревателе нагревали при постоянной скорости 5 °С/с, выдерживали при этой температуре в течение 10 с и деформировали кручением, растяжением и скручивающим растяжением. После деформации образцы охлаждали со скоростью 20 °С/с. Общий вид образца в аппарате для сварки термопар представлен на рисунке 2,б.

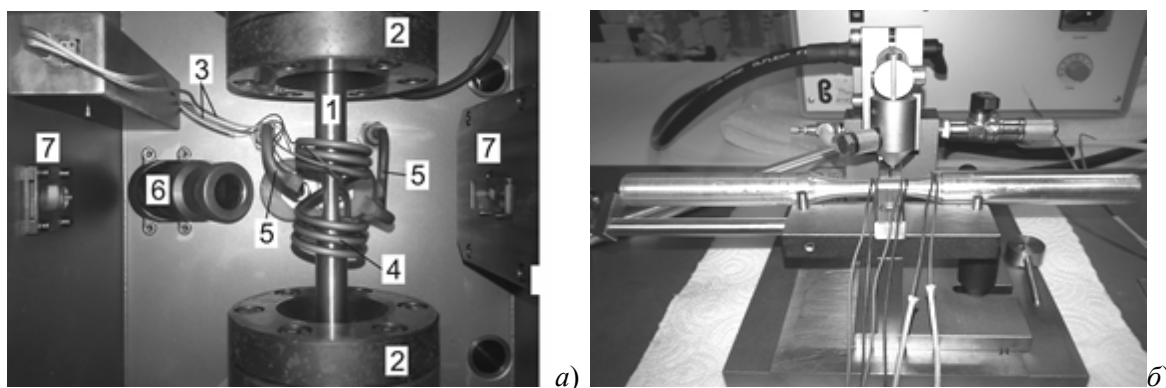


Рисунок 2 – Расположение образца в камере торсионного пластометра STD 812 (а) и при приварке термопары к его боковой поверхности (б):

1 – образец, 2 – держатели, 3 – термопара типа К, 4 – электромагнитный индукционный нагреватель, 5 – система охлаждения форсунки, 6 – пирометр, 7 – лазерные датчики для измерения диаметра образца

Для определения истинной деформации, скорости и сопротивления деформации при торсионных испытаниях использовались следующие уравнения [12]:

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot N}{\sqrt{3} \cdot L}; \quad (1)$$

$$\dot{\varepsilon} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \dot{N}}{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot L}; \quad (2)$$

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{3} \cdot 3M}{2\pi \cdot R^3}, \quad (3)$$

где: R – радиус образца, L – длина образца, N – количество скручиваний (оборотов) образца, $\dot{\varepsilon}$ – скорость кручения (скорость вращения), M – крутящий момент.

Микротвердость (HV) изучалась посредством внедрения алмазной пирамиды в предварительно полированную поверхность образца на автоматизированном микротвердомере американской фирмы INSTRON при рабочей нагрузке 2,942 Н последующим измерением диагоналей полученных отпечатков.

На образцах после пластометрических испытаний можно проводить металлографические исследования для оценки структуры и свойств материала после деформации и охлаждения при определенных условиях. Полученные результаты позволяют корректировать режим термомодеформационной обработки.

Шлифы для металлографического исследования подготавливались по традиционной методике на шлифовальных и полировочных кругах. Для травления образцов был использован раствор азотной кислоты в этиловом спирте.

Металлографический анализ проводился с использованием универсального микроскопа Neophot 32 (Karl Zeiss, Jena) (Германия). Данный микроскоп предназначен для металлографической микроскопии и создания фотоснимков. Наблюдение может производиться методом светлого и темного поля, в поляризованном свете, с изменением кратностей увеличения. Увеличение микроскопа, крат: от 10 до 2000. Микроскоп оснащен цифровым зеркальным фотоаппаратом Olympus с выводом полученного изображения и сохранения снимков на компьютере.

Результаты и их обсуждение

С использованием вышеизложенной методики проведено исследование влияния температуры, степени деформации на сопротивление деформации алюминиевого сплава 5xxx серии 5083. Известно [13], что скоростной эффект при высокой температуре определяется скоростью протекания таких процессов, как упрочнение и разупрочнение. Возрастанию скорости деформирования соответствует более упрочненное состояние, так как уменьшается вероятность частичного разупрочнения металла при пластической деформации.

На рисунке 3 показаны законы изменения сопротивления деформации σ в зависимости от степени деформации ε .

Анализ результатов реологических свойств алюминиевого сплава 5083 показал, что предел текучести в анализируемом диапазоне температурно-деформационных параметров уменьшается в случае деформирования растяжением (рисунок 3,а) и кручением (рисунок 3,б) после достижения максимального значения. Только при деформировании скручивающим растяжением предел текучести исследуемого алюминиевого сплава после достижения максимального значения незначительно снижается, а затем остается постоянным приблизительно на уровне 50ч54 МПа (рисунок 3,в). Анализ данных, представленных на рисунке 3, показал, что при деформировании только растяжением или кручением сопротивление деформации по величине больше по сравнению со скручивающим растяжением.

На основе экспериментально полученных результатов можно отметить, что существенное влияние на кривые сопротивления деформации оказывает вид прилагаемой деформации, а также тепловой эффект деформации. При приложении растягивающих и скручивающих деформаций в структуре металла активно проходят динамические разупрочняющие процессы по сравнению со скручивающим растяжением, или происходит локализация деформации в определенном участке растягиваемого или скручиваемого образца. При этом наиболее интенсивно развивается разупрочнение или локализация деформации в течение первых 0,5 с, далее разупрочнение или локализация деформации протекает монотонно и медленно.

На рисунках 4 – 7 показаны микроструктура исходных образцов алюминиевого сплава 5xxx серии 5083 и образцов, деформированных растяжением, кручением и растягивающим кручением при температуре 480 °С.

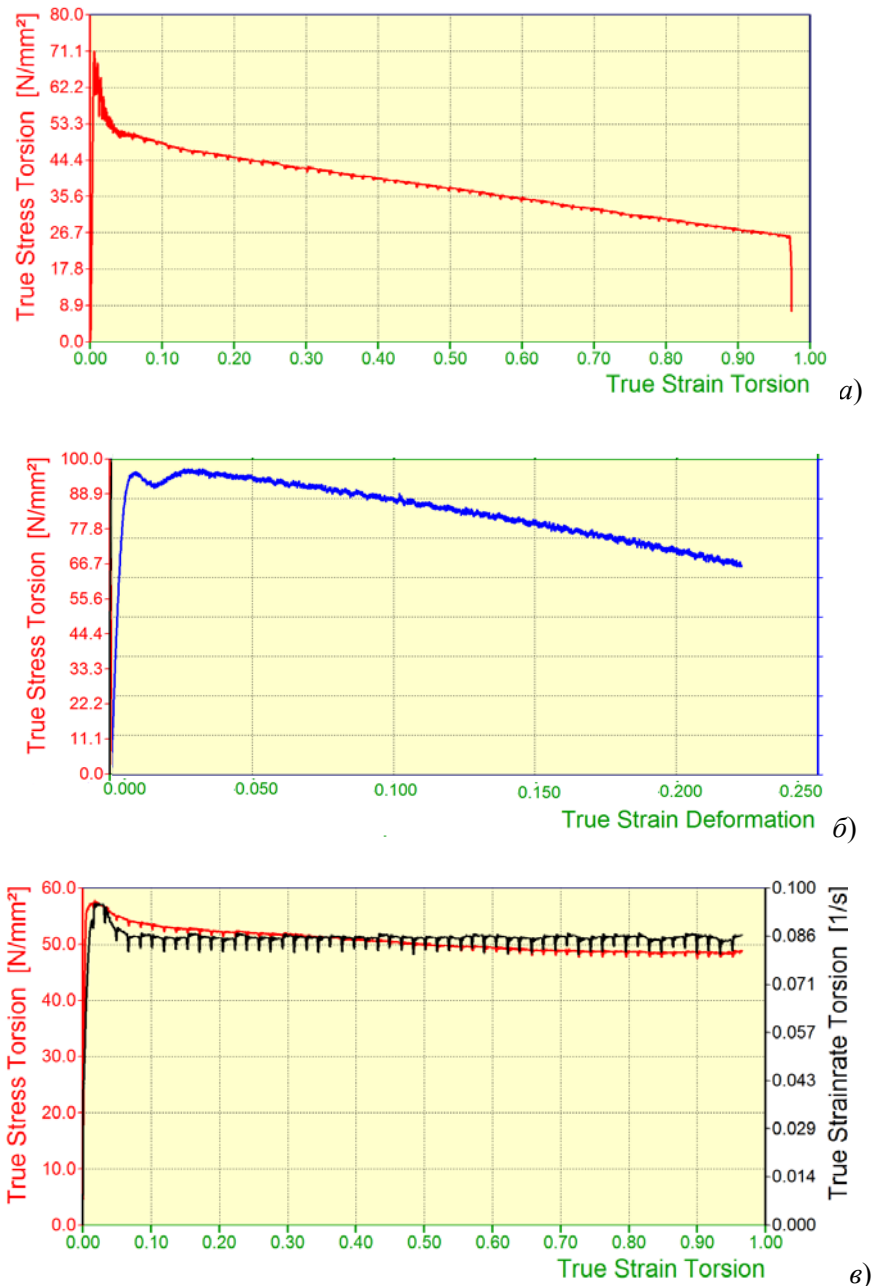


Рисунок 3 – Влияние деформации кручением (а), растяжением (б) и скручивающим растяжением (в) на изменение сопротивления деформации алюминиевого сплава 5xxx серии 5083

Исследование исходной структуры алюминиевого сплава 5xxx серии 5083 показало, что в структуре образца имеются сравнительно крупные зерна со средним размером ~125 мкм (рисунок 4). Зерна распределены достаточно равномерно.

Из микроструктуры исходного образца видно (рисунок 4), что границы зерен сильно протравлены. Связано это с тем, что реагенты раствора азотной кислоты в этиловом спирте сильно протравили интерметаллические соединения, образованные между компонентами сплава в результате старения или медленного охлаждения.

Микроструктура образцов после деформации характеризуется менее выраженными границами зерен. Прогрев до температуры деформации (480 °С) привел к растворению легирующих элементов в алюминии. Растворение легирующих элементов в алюминии и быстрое охлаждение образцов позволяет избежать образования интерметаллических соединений по границам зерен. Отсутствие или малое количество интерметаллических соединений по границам зерен не позволяет хорошо протравить границы зерен. Следует отметить, что при травлении была плохо выявлена микроструктура образцов в продольном сечении. Для точного выявления структуры исследуемого сплава следовало бы применить электролитическое травление.

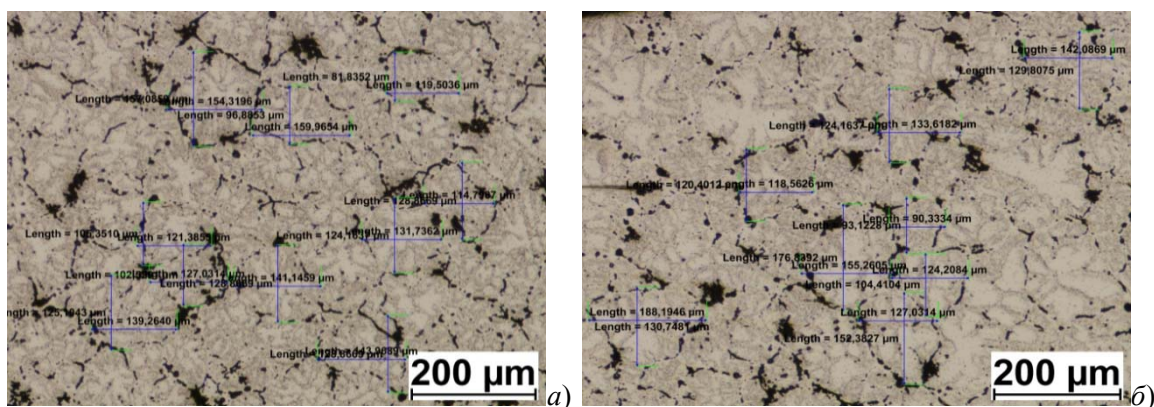


Рисунок 4 – Микроструктура исходных образцов в поперечном (а) и продольном (б) сечении

Деформирование образцов растяжением, кручением и растягивающим кручением при температуре 480 °С привело к значительному измельчению размеров зерен по сравнению с исходным размером зерен (рисунки 5, 6 и 7). Так, образцы, деформированные растяжением и кручением, имеют мелкозернистую структуру с размером зерен 72 и 63 мкм, соответственно. Следует отметить, что образцы, деформированные скручивающим растяжением, получили сравнительно большую фрагментацию зерен. Поэтому микроструктура образцов, деформированных скручивающим растяжением, имеет мелкозернистую структуру с размером зерен 56 мкм.

Результаты измерения микротвердости по Виккерсу при нагрузке 2,942 Н представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерения микротвердости HV0,3

Микротвердость	Продольное сечение		Поперечное сечение	
	центр	край	центр	край
Исходных образцов	70,3	74	75	73
Образцов деформированных растяжением	68	68	68	70
Образцов деформированных кручением	71,8	70,2	69	68,65
Образцов деформированных скручивающим растяжением	69,1	69,05	69	72

Результаты измерений микротвердости исходных образцов показали, что в них отсутствует анизотропия свойств как в поперечном, так и продольном сечениях.

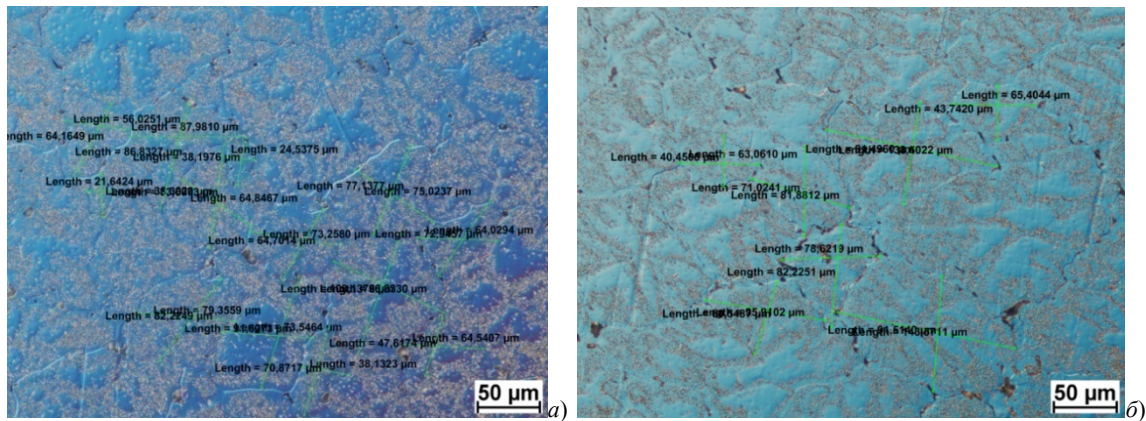


Рисунок 5 – Микроструктура образцов, деформированных растяжением в поперечном (а) и продольном (б) сечении

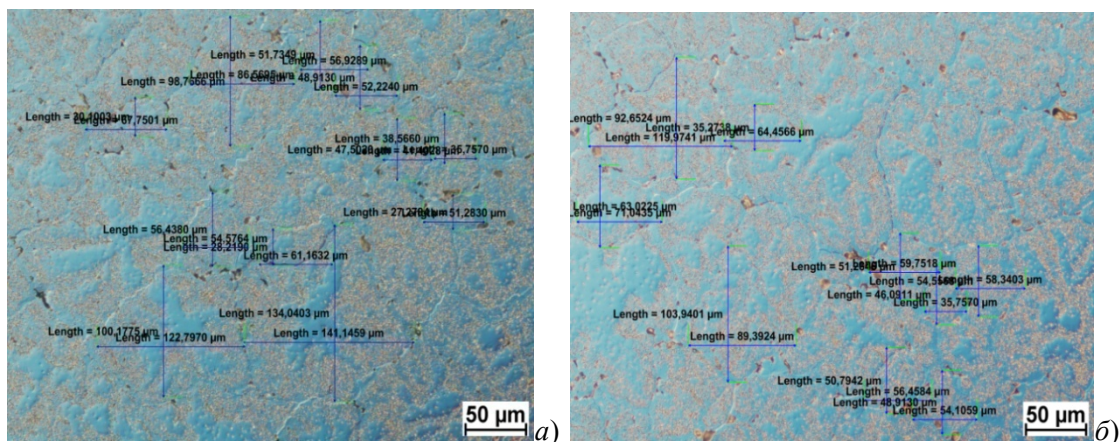


Рисунок 6 – Микроструктура образцов, деформированных кручением в поперечном (а) и продольном (б) сечении

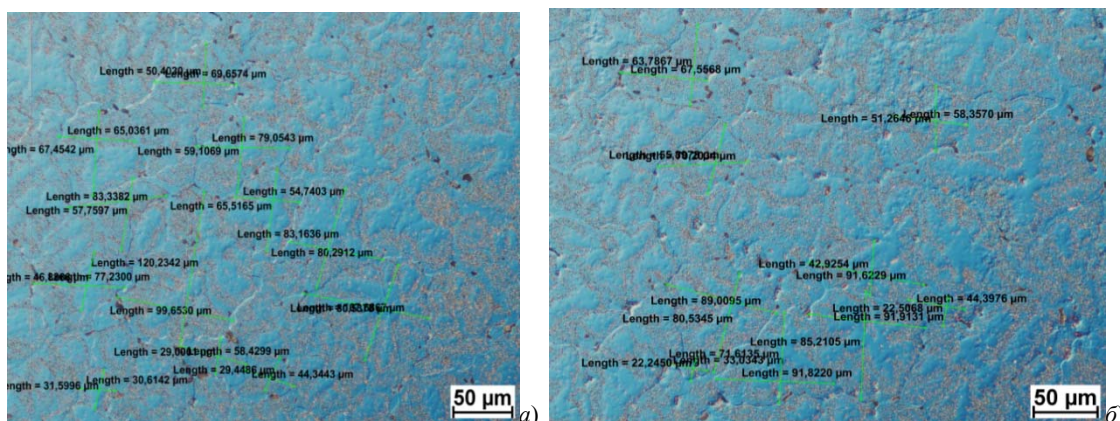


Рисунок 7 – Микроструктура образцов, деформированных скручивающим растяжением в поперечном (а) и продольном (б) сечении

Образцы после растяжения, вопреки ожиданиям, не показали анизотропию микротвердости. Только на краях продольного сечения образцов наблюдается повышение микротвердости. Микротвердость образцов после кручения имеет несколько большие значения в поперечном сечении, чем в продольном сечении. Следует отметить, что образцы после растяжения скручиванием имеют микротвердость аналогичную микротвердости образцов, деформированных растяжением. Такое небольшое различие в значениях микротвердости не позволяет судить о влиянии характера деформации на микротвердость алюминиевого сплава.

На основе полученных результатов можно отметить, что приложение знакопеременной деформации растяжением, кручением и скручивающим растяжением при прокатке в валках с волнистыми рабочими поверхностями будет способствовать существенному уменьшению размеров зерен металлов и сплавов.

Выводы

Исследование влияния различных видов деформации на сопротивление деформации и микроструктуру алюминиевого сплава 5xxx серии 5083 и анализ полученных результатов приводят к формулировке следующих результатов:

- пластометрические испытания показали, что существенное влияние на кривые сопротивления деформации оказывает вид прилагаемой нагрузки. При применении растягивающих и скручивающих деформаций происходит локализация деформации в определенных участках очага деформации по сравнению со скручивающим растяжением;

- при применении к образцу скручивающего растяжения формируется сравнительно мелкозернистая структура по сравнению с применением к образцу растягивающей или сжимающей нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ваганов В.Е., Кечин В.А., Евдокимов И.А. Современные достижения по получению материалов с нанокристаллической структурой // Вестник научно-технического развития. 2010. - № 6 (34). С. 3 – 11.

[2] Лякишев Н.П., Алымов М.И. Наноматериалы конструкционного назначения // Российские нанотехнологии. 2006. - №1-2. - С.71-80.

[3] Валиев Р.З. Создание наноструктурных металлов и сплавов с уникальными свойствами используя интенсивные пластические деформации // Российские нанотехнологии. 2006. - №1-2. - С. 208-216.

[4] Morsi K., Esawi A. Effect of mechanical alloying time and carbon nanotube (CNT) content on the evolution of aluminium (Al) - CNT composite powders. // J. Mater. Sci. (2007) #42. P. 4954-4959.

[5] Добаткин С.В., Арсенин А.М., Попов М.А., Кищенко А.Н. Получение объемных металлических нано- и субмикроструктурных материалов методом интенсивной пластической деформации. // Металловедение и термическая обработка металлов. 2005. - №5. - С.29-34.

[6] Салищев Г.А., Валиахметов О.Р., Галеев Р.М., Малышева С.П. Формирование субмикроструктурной структуры в титане при пластической деформации и ее влияние на механическое поведение. // Металлы. – 1996, - №4. – С. 26-31.

[7] Козлов К.А., Кечин В.А., Стулов В.В. Современные процессы получения направленных заготовок. // Литейщик России. 2008. - № 7. - С. 36-38.

[8] Панин В.Е., Егорушкин В.Е.. Физическая мезомеханика измельчения кристаллической структуры при интенсивной пластической деформации // Физическая мезомеханика, 2008, - №11. - С. 5-16.

[9] Пашинская Е.Г. Физико-механические основы измельчения структуры при комбинированной пластической деформации. – Донецк: изд-во «Вебер» (Донецкое отделение), 2009. - 352 с.

[10] Инструмент для горячей прокатки металлов и сплавов / С.А. Машеков, Б.Н. Абсадыков, Л.А. Курмангалиева и др. // Патент РК № 16804 Оpubл. 16.01.2006, Бюл. № 1. – 2 с.: ил.

[11] Машеков С.А., Курмангалиева Л.А., Смоилова Г.А. Исследование напряженного состояния металла при прокатке в валках с винтообразной поверхностью // Алматы, Поиск, 2007, № 4. С. 288 – 291.

[12] Grosman F., Hadasik E.: Technologi cz naplastycznosc metali. Badaniaplastometryczne, Wydawnictwo Politechniki Slaskiej, ISBN 83-7335-204-X, Gliwice 2005, s. 11-12.

[13] Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина Л.М. Рекристаллизация металлов и сплавов. М.: МИСИС, 2005. 432 с.

REFERENCES

[1] Vaganov V.E., Kechin V.A., Evdokimov I.A. Sovremennye dostizhenija po polucheniju materialov s nanokristallicheskoj strukturoj // Vestnik nauchno-tehnicheskogo razvitija. **2010**. № 6 (34). S. 3–11. (in Russ.).

[2] Ljakishev N.P., Alymov M.I. Nanomaterialy konstrukcionnogo naznachenija // Rossijskie nanotehnologii. **2006**. №1-2. - S.71-80. (in Russ.).

[3] Valiev R.Z. Sozdanie nanostrukturnyh metallov i splavov s unikal'nymi svojstvami ispol'zuja intensivnye plasticheskie deformacii // Rossijskie nanotehnologii. **2006**. №1-2. S. 208-216. (in Russ.).

[4] Morsi K., Esawi A. Effect of mechanical alloying time and carbon nanotube (CNT) content on the evolution of aluminium (Al) - CNT composite powders. // J. Mater. Sci. (**2007**) #42. P. 4954-4959.

[5] Dobatkin S.V., Arsenin A.M., Popov M.A., Kishhenko A.N. Poluchenie ob#emnyh metallicheskih nano- i submikrokristallicheskih materialov metodom intensivnoj plasticheskoj deformacii. // Metallovedenie i termicheskaja obrabotka metallov. **2005**. №5. S.29-34. (in Russ.).

- [6] Salishhev G.A., Valiahmetov O.R., Galeev R.M., Malysheva S.P. Formirovanie submikrokristallicheskoj struktury v titane pri plasticheskoj deformacii i ee vlijanie na mehanicheskoe povedenie. // *Metally*. **1996**, №4. S. 26-31. (in Russ.).
- [7] Kozlov K.A., Kechin V.A., Stulov V.V. Sovremennye processy poluchenija napravlennyh zagotovok. // *Litejshhik Rossii*. **2008**. № 7. S. 36-38. (in Russ.).
- [8] Panin V.E., Egorushkin V.E.. Fizicheskaja mezomehanika izmel'chenija kristallicheskoj struktury pri intensivnoj plasticheskoj deformacii // *Fizicheskaja mezomehanika*, **2008**, №11. S. 5-16. (in Russ.).
- [9] Pashinskaja E.G. Fiziko-mehanicheskie osnovy izmel'chenija struktury pri kombinirovannoj plasticheskoj deformacii. – Doneck: izd-vo «Veber» (Doneckoe otdelenie), **2009**. 352 s. (in Russ.).
- [10] Instrument dlja gorjachej prokatki metallov i splavov / S.A. Mashekov, B.N. Absadykov, L.A. Kurmangalieva i dr. // Patent RK № 16804 Opubl. 16.01.2006, Bjul. № 1. 2 s.: il. (in Russ.).
- [11] Mashekov S.A., Kurmangalieva L.A., Smoilova G.A. Issledovanie naprjazhennogo sostojanija metalla pri prokatke v valkah s vintobraznoj poverhnost'ju//*Almaty, Poisk*, **2007**, № 4. S. 288 – 291. (in Russ.).
- [12] Grosman F., Hadasik E.: *Technologi cz naplastyczność metali*. Badaniaplastometryczne, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, ISBN 83-7335-204-X, Gliwice **2005**, p. 11-12.
- [13] Gorelik S.S., Dobatkin S.V., Kaputkina L.M. Rekrystallizacija metallov i splavov. M.: MISIS, 2005. 432 s. (in Russ.).

БҰРАМАЛЫ ҚАУМАЛАРДАҒЫ ТІЛКЕМДЕРДІҢ ИКЕМДЕУ КЕЗІНДЕ МЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМЫ ӨЗГЕРУІНІҢ ЗАҢДЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

А.С. Машекова¹, А. Кавалек², А.Т. Турдалиев¹, С.А. Машеков¹, Б.Н. Абсадықов³

¹ Қ.И. Сатбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті,
Алматы қ., Қазақстан Республикасы;

² Ченстохов политехникалық университеті, Ченстохов қ., Польша;

³ Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

Түйін сөздер: иілу деформациясы, жұқарту, нанокұрылымдау, біліктер, микроқұрылым.

Аннотация. Мақалада бастапқы дайындау мөлшерлерін айтарлықтай өзгеріссіз икемдеуін жүзеге асыру мүмкіндік беретін нанокристаллды құрылымымен тілкемдер алу мақсатында құралдар конструкциясы өңделген.

Болат пен құйындының ыстық икемдеуі үшін бұл құралда ирек жұмыс беттерімен жоғарғы және төменгі қаумалары бар. Сонымен бірге жоғарғы қаумалар немесе шұқырлары төменгі қауманың тіректері мен шұқырларына қарама-қарсы орналасып бұранда сызығы бойынша жасалған. Сонымен қатар, бір спираль үшін Тангенс және перпендикуляр орамның бір құрайтын бойымен базасына байланыс нүктесі арқылы өтетін сызықпен арасындағы бұрыш 20° және 60° аралығында болып табылады. Жоғарғы мен төменгі қаумалардағы тіректері мен шұқырлардың ені, биіктігі және тереңдігі бірдей екенін белгілеу керек.

Бұл жұмыста дайындама бұрамалы қаумаларында икемдеу кезінде белгісі ауыспалы иіліспен деформацияланатыны көрсетілген. Сонымен бірге, деформация ошағының кейбір белгілі аумақтарында кернеулерді созатын бұрау пайда болады, яғни дайындаманың иілім аймақтарында, бұрамалы қаумалардағы икемдеу кезінде бұрайтын кернеулер, ал иілім аймақтар арасында созатын кернеулер пайда болады, сонымен бірге өтпелі аймағында екі компоненттік (бұрау+созу) кернеу жағдайы әрекет етеді.

Жоғарыда айтылғанмен байланысты деформацияның механикалық үлгісінің құрылым қалыптасуына әсері зерттелген.

Деформацияның механикалық үлгісінің әсерін зерттеуі STD 812 торсиондық созымдылық өлшегіштің қолдануымен өткізілді. Дайындаманың материалы ретінде 5083 сериясымен 5xxx алюминий құйындысы таңдалған.

Толқынды орамды икемдеу кезінде шиеленісті, созылып бұрау және айнымалы бұрау белгі қолданба металдар мен құйындылардың астық мөлшерін айтарлықтай төмендетуге ықпал ететін болады деп көрсетілген.

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 істеуінің 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., Байтуғаев 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., Бабий 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., Байтуғаев 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., Абиқаева 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., Белгубаев 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., Zhylyisbaeva A.N., Baitugaev A.D., Shoybekova G.R., Karabalaeva K.</i> Gas purification from sulphur anhydride with modifying active coals and technology of sulpher 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.