

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

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 2, Number 360 (2016), 5 – 16

## MODELING OF HARDNESS OF MULTIFUNCTIONAL LONGITUDINAL WEDGE MILL TO IMPROVE THE ACCURACY OF THIN STRIPS FROM METALS AND ALLOYS

S.A. Mashekov<sup>1</sup>, B.N. Absadykov<sup>2</sup>, M.L. Rakhmatulin<sup>1</sup>,  
M.E. Isametova<sup>1</sup>, E.Z. Nugman<sup>1</sup>, A.S. Mashekova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan,

<sup>2</sup> Kazakh-British Technical University, Almaty, Republic of Kazakhstan

[Mashekov.1957@mail.ru](mailto:Mashekov.1957@mail.ru), [b\\_absadykov@mail.ru](mailto:b_absadykov@mail.ru)

**Abstract.** This paper proposes a new multifunctional mill of new design. The main technical characteristics of multifunctional longitudinal wedge mill is to reduce the diameter of the work rolls in the rolling direction and the rotation of the work rolls through the bearing cage with five gearmotors 15 kW, as well as the installation of the first three stands of the two, and in the last two stands of four support rollers. Technical characteristics of the projected multifunctional longitudinal wedge mill can produce hot-rolled and cold-rolled thin strips of steel and alloys, copper strips of thickness less than 1 mm, titanium and aluminum sheets of thickness 2 - 0,5 mm, silver strips of thickness less than 2 mm, rolled precious metals etc. With the help of the software product of finite element analysis to calculate the metal forming processes with MSC.visualNastran 4D pressure it is calculated stress-strain state of heavily loaded components of the proposed mill. It is proved that in the rolling mill the new values of elastic deformation and movement of the roll elements are not big. Conducted research also proved sufficiently high hardness of rolls unit of working stand, and emerging in heavily loaded elements equivalent voltage do not exceed the maximum allowed for the material value of the ultimate strength.

**Keywords:** multifunctional mill, rolling, working roll, backup roll, working stand.

УДК: 621.771.25/26:669.1

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОГО СТАНА С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ТОНКИХ ПОЛОС ИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

С.А. Машеков<sup>1</sup>, Б.Н. Абсадыков<sup>2</sup>, М.Л. Рахматулин<sup>1</sup>,  
М.Е. Исаметова<sup>1</sup>, Е.З. Нугман<sup>1</sup>, А.С. Машекова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,  
г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

**Ключевые слова:** многофункциональный стан, прокатка, рабочий валок, опорный валок, рабочая клеть.

**Аннотация.** В статье предложен многофункциональный стан новой конструкции. Основной технической характеристикой многофункционального продольно-клинового стана является уменьшение диаметра рабочих валков в направлении прокатки и вращение рабочих валков через подшипниковые клетки

пятью мотор-редукторами мощностью 15 кВт, а также установка в первых трех клетях двух, и в последних двух клетях четырех опорных валков. Технические характеристики проектируемого многофункционального продольно-клинового стана позволяют производить горячекатаные и холоднокатаные тонкие полосы из сталей и сплавов, медные полосы толщиной менее 1 мм, титановые и алюминиевые листы толщиной 2 – 0,5 мм, серебряные полосы толщиной менее 2 мм, прокат из драгоценных металлов и т.д. С помощью программного продукта конечно-элементного анализа специализированных для расчета процессов обработки металлов давлением MSC.visualNastran 4D рассчитано напряженно-деформированное состояние тяжело нагруженных элементов предлагаемого стана. Доказано, что при прокатке в новом стане величины упругой деформации и перемещения элементов валков невелики. Проведенным исследованием так же доказана достаточно высокая жесткость узла валков рабочей клетки, и возникающие в тяжело нагруженных элементах эквивалентные напряжения не превышают максимально допустимое для данного материала значение предела прочности.

### **Введение**

В настоящее время ювелирная, электротехническая и другие отрасли промышленности Республики Казахстан нуждаются в выпуске медных полос толщиной менее 1 мм, алюминиевых листов толщиной 2 – 0,5 мм, полос из драгоценных металлов толщиной менее 2 мм [1].

В малых предприятиях, где прокатывают цветные металлы, в том числе благородные и драгоценные металлы, в большинстве случаев используют низкие по производительности специализированные станы листовой прокатки [2]. Условия реализации листовой прокатки характеризуются наличием различных конструктивных схем исполнения рабочей клетки, характеризующихся максимальной конструктивной простотой и являющихся эффективными при большом сортаменте продукции. При этом наиболее часто при прокатке цветных материалов применяют клетки дуо или кварто.

Однако из-за отсутствия опорных валков в клетях дуо или подпора рабочих валков вдоль оси прокатки в клетях кварто происходит изгиб валков, что отрицательно влияет на качество готовой продукции.

Наиболее простым способом повышения качества металлопроката является уменьшение диаметров рабочих валков, что ведет к снижению силы прокатки и, тем самым, благоприятно сказывается на конечном продукте [2]. Однако, во многих случаях уменьшение диаметров рабочих валков невозможно или ограничено вследствие конструктивных особенностей станины прокатного стана, а также тем, что при уменьшении диаметра валков увеличивается прогиб валка и уменьшается прочность валкового узла. Данные недостатки можно устранить, используя опорные валки большого диаметра, многовалковые станы, а также путем организации привода на опорные валки.

Многовалковые станы позволяют вести прокатку в валках малого диаметра [3]. К числу недостатков многовалковых станов обычного типа относится сложность конструкции рабочих клеток.

На основе вышесказанного можно сделать заключение, что в настоящее время очень остро стоит вопрос развития станов холодной и горячей прокатки, позволяющих производить листовой прокат высокого качества.

**Цель работы:** Расчет, конструирование и изготовление новой конструкции многофункционального стана для прокатки тонких листов высокого качества.

### **Оборудование и методы исследования**

С целью получения качественных листов, а также уменьшения энергосиловых параметров, нами предлагается продольно-клиновой стан новой конструкции для прокатки холоднокатаных тонких полос из сталей и сплавов (рисунок 1) [4].

Продольно-клиновой стан для прокатки листов из сталей и сплавов содержит электродвигатели, редукторы, шестеренные клетки, универсальные шпиндели, муфты, клетки с рабочими и опорными валками. При этом в первых трех клетях установлены два, а в последних двух клетях четыре опорных валка. Вращение рабочих валков, уменьшающихся в направлении прокатки, осуществляется через подшипниковые клетки пятью мотор-редукторами с угловой скоростью  $\omega = v \cdot R$  (где  $v$  – скорость прокатки в каждой клетке стана;  $R$  – радиус рабочих валков в каждой клетке стана). При этом расстояния между клетями увеличены на величину опережения, а

регулировку расстояния между рабочими валками производят едиными червячными нажимными механизмами, расположенными сверху и снизу станин стана и подшипниковых клетей.

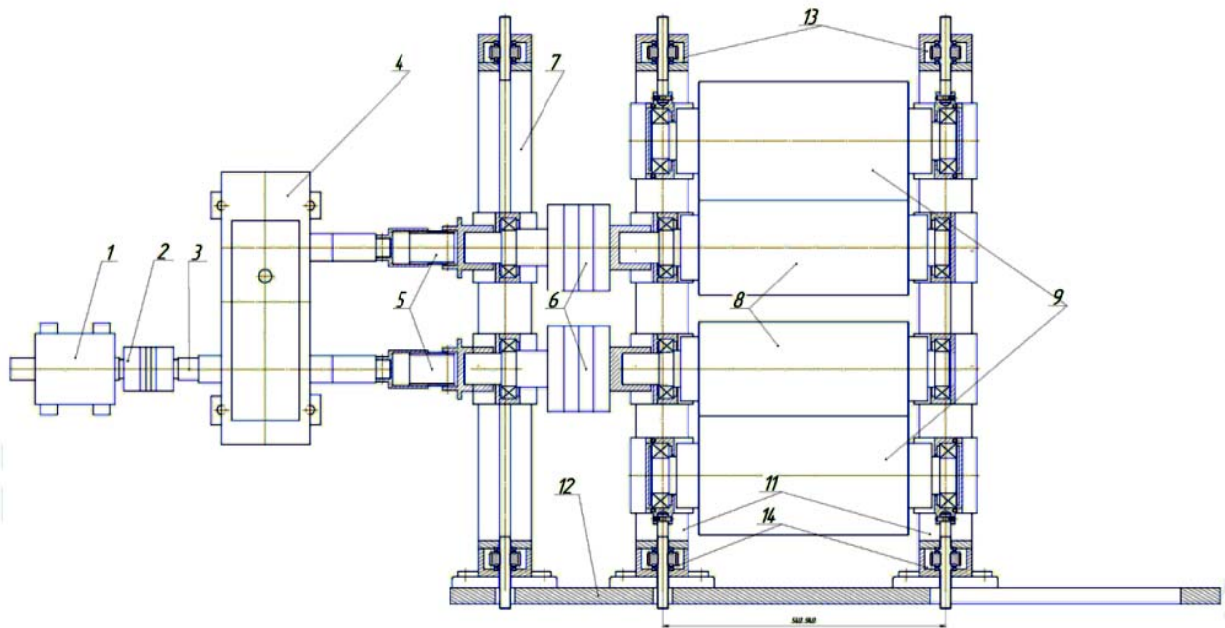


Рисунок 1 – Продольно-клиновой стан для прокатки листов:  
 1 - мотор-редуктор; 2 - муфта; 3 - вал; 4 - шестеренная клеть; 5 и 6 - шпиндели; 7 - подшипниковая клеть;  
 8 - рабочие валки; 9 (первые три клетки) и 10 (последние две клетки, не показаны) - опорные валки;  
 11 - станина; 12 - опорные плиты; 13 и 14 - нажимные механизмы

Рабочая клеть предлагаемого прокатного стана представляет собой многокомпонентную машину, включающую вращающиеся прокатные валки, подшипники, станину, установочные механизмы валков, устройства крепления и другие узлы и детали. Конструирование такой машины является весьма сложным и трудоемким процессом, требующим проведения большого объема расчетных и графических работ.

Учитывая вышесказанное, методику компьютерного расчета реализовали с использованием программы конечно-элементного анализа MSCNastran [5]. Интегрированная система компьютерного моделирования MSCNastran позволяет исследовать кинематику, динамику механизмов с возможностью расчета напряженно-деформированного состояния, как отдельных звеньев, так и механизма в целом.

Исходными данными для расчета являются твердотельная геометрическая модель конструкции стана, силы и условия закрепления, приложенные к ним, а также условия сопряжения кинематических пар конструкции клетей.

При конструировании рабочих клетей в среде MSCNastran нами был осуществлен следующий пошаговый алгоритм: в программе "Компас" по рабочим чертежам создали трехмерную геометрическую модель каждой детали и произвели сборку узлов рабочей клетки; произвели импорт модели в препроцессор NastranPatran; выбрали материалы деталей, их механические и физические свойства (модуль упругости, массовую плотность, коэффициент Пуассона, предел прочности и т.п.); сформировали кинематические и статические граничные условия; смоделировали расчетную механическую схему, включающую распределение нагрузки по ширине прокатываемого листа, подвод крутящего момента к валкам (крутящий момент моделировался с использованием MPC элементов типа RBE2); используя опции MeshSeed, нанесли конечно-элементную сетку; определили напряженно-деформированное состояние; оценили уровень полученных упругих деформаций и напряжений в объеме каждой детали относительно требуемых критериев жесткости и прочности и ввели соответствующие изменения в конструкцию стана (твердотельную модель машины).

Прочность и жесткость рабочих (диаметр рабочих валков:  $D_{P1} = 180$  мм;  $D_{P2} = 150$  мм;  $D_{P3} = 125$  мм;  $D_{P4} = 100$  мм;  $D_{P5} = 75$  мм) и опорных (диаметр всех опорных валков –  $D_{ОП} = 220$  мм) валков многофункционального стана исследовали при холодной ( $20$  °С) и горячей ( $1100$  °С) прокатке полос из стали 08кп размером  $0,7 \times 100$  мм и  $0,7 \times 400$  мм, соответственно. В качестве исходной заготовки использовали подкат толщиной  $h_0 = 3,5$  мм.

Для холодной и горячей прокатки полосы в первой, второй, третьей, четвертой и пятой клетки стана использовали следующие исходные данные (в порядке соответствия): высота полосы после прокатки –  $h_1 = 2,576$  мм;  $h_2 = 1,708$  мм;  $h_3 = 1,148$  мм;  $h_4 = 0,84$  мм;  $h_5 = 0,7$  мм; абсолютное обжатие –  $\Delta h_1 = 0,924$ ;  $\Delta h_2 = 0,868$ ;  $\Delta h_3 = 0,56$ ;  $\Delta h_4 = 0,308$ ;  $\Delta h_5 = 0,24$ ; единичное обжатие –  $\varepsilon_1 = 26,4\%$ ;  $\varepsilon_2 = 33,7\%$ ;  $\varepsilon_3 = 32,8\%$ ;  $\varepsilon_4 = 26,8\%$ ;  $\varepsilon_5 = 16,7\%$ ; скорость полосы –  $v_1 = h_5 \cdot v_5 / h_1 = 0,7 \cdot 2,085 / 2,576 = 0,5$  м/с;  $v_2 = 0,68$  м/с;  $v_3 = 1,03$  м/с;  $v_4 = 1,526$  м/с;  $v_5 = 2,085$  м/с;

Используя известную методику [6], определили энергосиловые параметры прокатки полос на продольно-клиновом стане.

При холодной прокатке для расчета прочности валков первой, второй, третьей, четвертой и пятой клетей использованы следующие расчетные данные: максимальное усилие прокатки –  $P_1 = 0,229$  МН;  $P_2 = 0,216$  МН;  $P_3 = 0,189$  МН;  $P_4 = 0,132$  МН;  $P_5 = 0,096$  МН; максимальный крутящий момент на одном рабочем валке –  $M_{KP1} = 1,95$  кН·м;  $M_{KP2} = 1,72$  кН·м;  $M_{KP3} = 1,64$  кН·м;  $M_{KP4} = 1,52$  кН·м;  $M_{KP5} = 1,36$  кН·м; разность переднего и заднего натяжений, приложенная к двум рабочим валкам, –  $T_1 = 2,46$  кН;  $T_2 = 2,33$  кН;  $T_3 = 2,14$  кН;  $T_4 = 1,84$  кН;  $T_5 = 1,62$  кН.

В случае горячей прокатки для расчета прочности валков первой, второй, третьей, четвертой и пятой клетей использованы следующие расчетные данные: максимальное усилие прокатки –  $P_1 = 0,241$  МН;  $P_2 = 0,211$  МН;  $P_3 = 0,192$  МН;  $P_4 = 0,132$  МН;  $P_5 = 0,096$  МН; максимальный крутящий момент на одном рабочем валке –  $M_{KP1} = 2,13$  кН·м;  $M_{KP2} = 1,98$  кН·м;  $M_{KP3} = 1,59$  кН·м;  $M_{KP4} = 1,48$  кН·м;  $M_{KP5} = 1,36$  кН·м; разность переднего и заднего натяжений, приложенная к двум рабочим валкам, –  $T_1 = 2,13$  кН;  $T_2 = 2,21$  кН;  $T_3 = 1,96$  кН;  $T_4 = 1,79$  кН;  $T_5 = 1,66$  кН.

Известно [6], что усилие, приложенное от металла на рабочие валки ( $P_{раб}$ ), частично поглощается при упругой его деформации, а большая его часть передается на опорные валки ( $P_{оп}$ ).

В работе рассчитывали отношения усилия прокатки на единицу ширины полосы и проверяли этим отношением возможность учета сплющивания валков при расчете усилия прокатки. Полученные результаты показали, что сплющивание валков можно не учитывать. Поэтому, по известной методике [6] произвели расчет усилий прокатки, действующих на рабочие и опорные валки всех клетей стана, без учета сплющивания.

Результаты расчета показали, что при холодной прокатке на рабочие и опорные валки прилагаются следующие усилия:

- первая клеть стана:  $P_{раб} = 70,9$  кН;  $P_{оп} = 158,1$  кН;
- вторая клеть стана:  $P_{раб} = 87,45$  кН;  $P_{оп} = 128,55$  кН;
- третья клеть стана:  $P_{раб} = 68,5$  кН;  $P_{оп} = 120,5$  кН;
- четвертая клеть стана:  $P_{раб} = 35,7$  кН;  $P_{оп} = 113,6$  кН;
- пятая клеть стана:  $P_{раб} = 24,9$  кН;  $P_{оп} = 84,3$  кН.

Результаты расчета показали, что при горячей прокатке на рабочие и опорные валки прилагаются следующие усилия:

- первая клеть стана:  $P_{раб} = 74,61$  кН;  $P_{оп} = 166,39$  кН;
- вторая клеть стана:  $P_{раб} = 37,45$  кН;  $P_{оп} = 163,45$  кН;
- третья клеть стана:  $P_{раб} = 28,12$  кН;  $P_{оп} = 153,18$  кН;
- четвертая клеть стана:  $P_{раб} = 23,37$  кН;  $P_{оп} = 121,53$  кН;
- пятая клеть стана:  $P_{раб} = 17,6$  кН;  $P_{оп} = 106,6$  кН.

Вышеприведенные данные использовали при расчете прочности и жесткости рабочих и опорных валков многофункционального стана.

Расчетная механическая схема первой, второй и третьей клетей многофункционального продольно-клинового стана при холодной и горячей прокатке показана на рисунках 2 и 3.



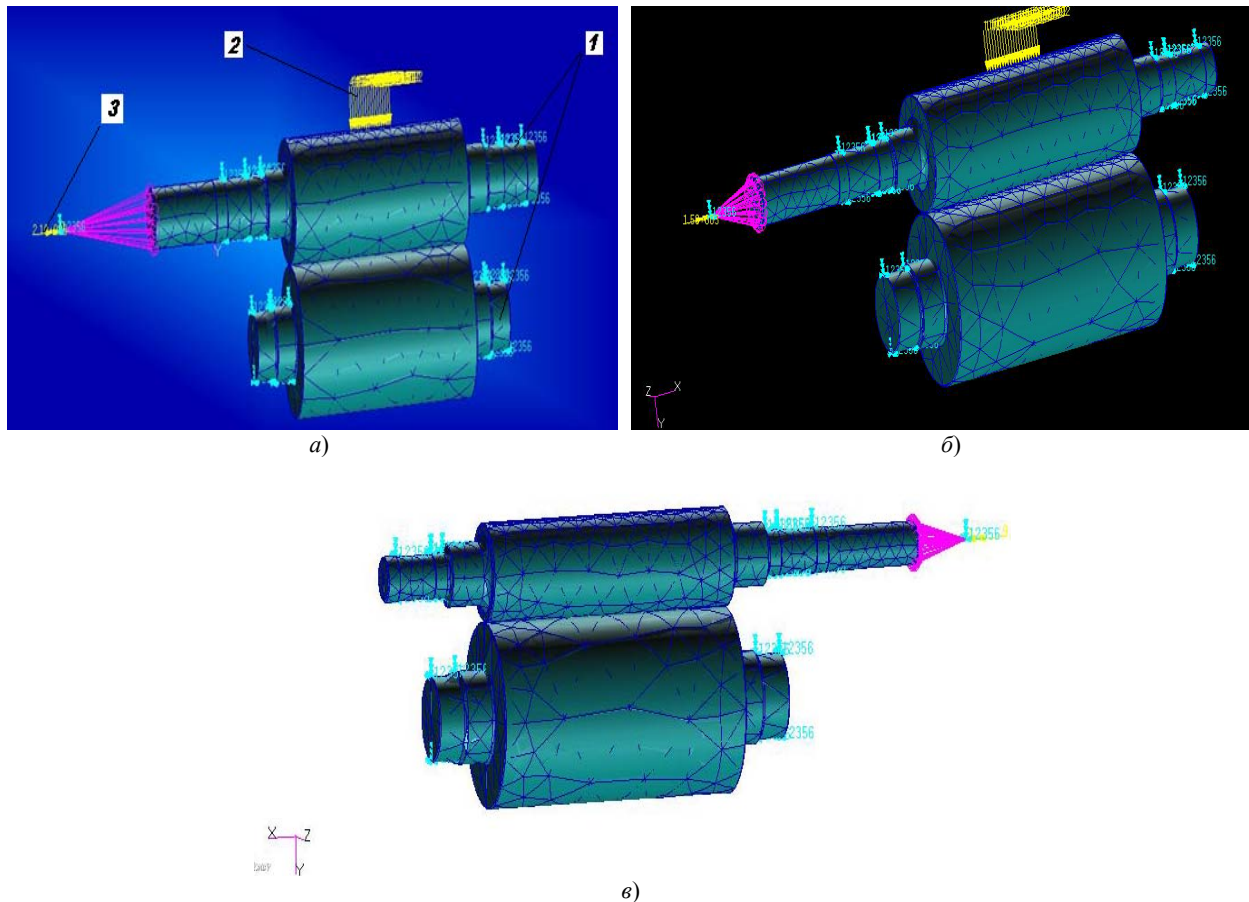


Рисунок 2 – Расчетная механическая схема валковой системы первой (а), второй (б) и третьей (в) клетки стана при холодной прокатке тонких полос: 1 – опоры на шейке рабочего вала; 2 – распределенная нагрузка по поверхности контакта бочки рабочего вала; 3 – приводной момент

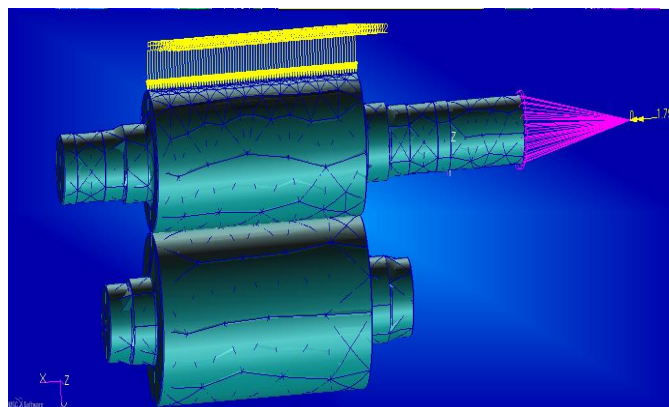


Рисунок 3 – Расчетная механическая схема валковой системы первой клетки при горячей прокатке тонких полос

### Результаты исследования и их обсуждение

Проектируемый многофункциональный стан предполагается использовать при горячей и холодной прокатке полос шириной до 600 мм из различных сталей, а также из цветных металлов. Такая прокатка может привести к поломкам валков многофункционального стана. В связи с этим произведен расчет прочности валков при холодной прокатке полос шириной 100 мм и горячей прокатке полос шириной 400 мм.

На основе проведенных расчетов установлено, что при холодной прокатке полос из стали 08кп напряжения в теле валков первой клетки изменяются в пределах от 2,27 МПа до 18,2 МПа, причем

максимальные напряжения возникают в шейке валков (рисунок 4,а). Полученные максимальные значения эффективного напряжения не превышают максимально допустимое для данного материала значение предела прочности. Сравнение результатов расчета компьютерного моделирования с результатами аналитических расчетов показало, что в полученных данных имеются небольшие различия.

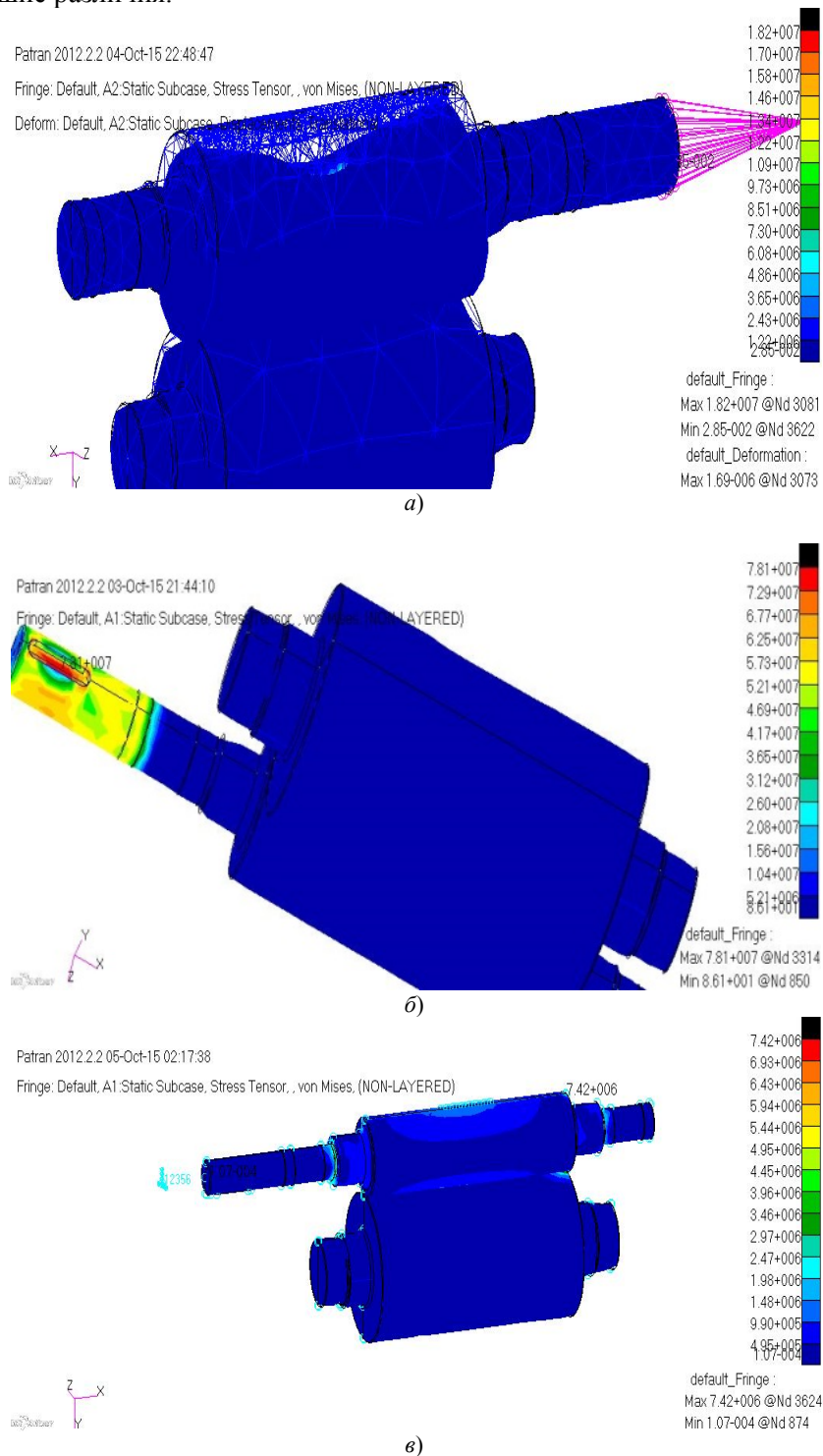


Рисунок 4 – Картина распределения эквивалентных напряжений в валковой системе первой (а), второй (б) и третьей (в) клетей стана

Необходимо отметить, что в существующих станах валковые узлы имеют малую жесткость в горизонтальной плоскости. Это связано с отсутствием опор в клетях стана, исключаящих перемещение рабочих валков в горизонтальной плоскости, а также негоризонтальным расположением шпинделей привода стана. В результате даже небольшие зазоры между подшипниками, подушками и окнами станин, вызванные допусками посадок и износом, приводят к горизонтальным смещениям вертикальной осевой плоскости рабочих валков относительно опорных, т.е. рабочие валки оказываются в неустойчивом положении, а их оси могут перекашиваться. Это приводит к негативным последствиям: в валковом узле возникают повышенные вибрации, осевые усилия, а размер межвалкового зазора подвергается непрогнозируемым колебаниям, что снижает точность прокатки.

Для устранения этих недостатков в проектируемом многофункциональном стане предусмотрено применение подшипниковых клетей и шпинделей специальной конструкции. Осуществление вращения валков рабочих клетей через подшипниковые клетки позволяет строго горизонтально расположить шпиндели, а применение шпинделей специальной конструкции позволяет устранить горизонтальное перемещение рабочих валков. Вышеотмеченные особенности проектируемого стана позволяют без вибрационной нагрузки передавать крутящие моменты к рабочим валкам клетей стана. Все это способствует получению полос с точными геометрическими размерами.

Картина распределения напряженно-деформированного состояния валковой системы второй клетки проектируемого стана незначительно изменилась по сравнению с первой клетью (рисунок 4,б).

Из представленных результатов видно, что уменьшение геометрических размеров рабочих валков второй клетки приводит к концентрации напряжений в приводной шейке валка, а именно в шпоночном пазе (значение данного напряжения равняется  $\sigma_{экр} = 78$  МПа). Следует отметить, что, несмотря на такую концентрацию эквивалентных напряжений, возникаемые напряжения не превосходят предела прочности материала и не приводят к разрушению валков.

На основе результатов исследования было установлено, что уменьшение геометрических размеров рабочих валков третьей, четвертой и пятой клетей также приводит к концентрации напряжений в шейке и в центральной части бочки валка (рисунок 4,в). Эквивалентные напряжения в теле валков изменяются в пределах от 9,27 МПа до 109 МПа. Следует отметить, что, несмотря на концентрацию эквивалентных напряжений в шейке валка, возникаемые напряжения не превосходят предела прочности материала и не приводят к разрушению валков. Коэффициент запаса равняется 5,5.

На визуализированных результатах хорошо видно, каким образом передаются изгибы рабочих валков к опорным валкам (рисунок 5). Проведенные исследования показали, что картина распределения суммарных перемещений в трех направлениях согласуется с деформированной формой валков. Максимальный прогиб  $f_{\max} = 0,001$  мм наблюдается в середине бочки валков. Полученные значения прогиба соответствуют параметрам валков по жесткости (суммарный изгиб, допускаемый при холодной прокатке, равняется  $f = 0,05 \div 0,3$  [3]). Под действием приложенных вертикальных сил валки первой клетки прогибаются в направлении действия силы, а шейки валков упруго деформируются в этом же направлении, причем максимальное значение упругой деформации составляет для бочки валков 0,00064, для шейки валков – 0,00032 (рисунок 5,а).

Анализ полученных результатов показывает, что при прокатке во второй клетки возникаемая величина суммарных перемещений и картина их распределения является аналогичной прокатке в первой клетки (рисунок 5,б). Величина суммарных перемещений валков обеих клетей достаточно мала, что позволяет сделать вывод о достаточной жесткости валковой системы и об улучшении параметров разнотолщинности от клетки к клетю.

Следует отметить, что в целом величина упругой деформации и перемещения элементов валков третьей, четвертой и пятой клетей невелика, что свидетельствует о достаточно высокой жесткости узла валков рабочей клетки (рисунок 5,в). Это гарантирует получение поперечной разнотолщинности и планшетности прокатываемых полос в пределах требуемых допускаемых отклонений.

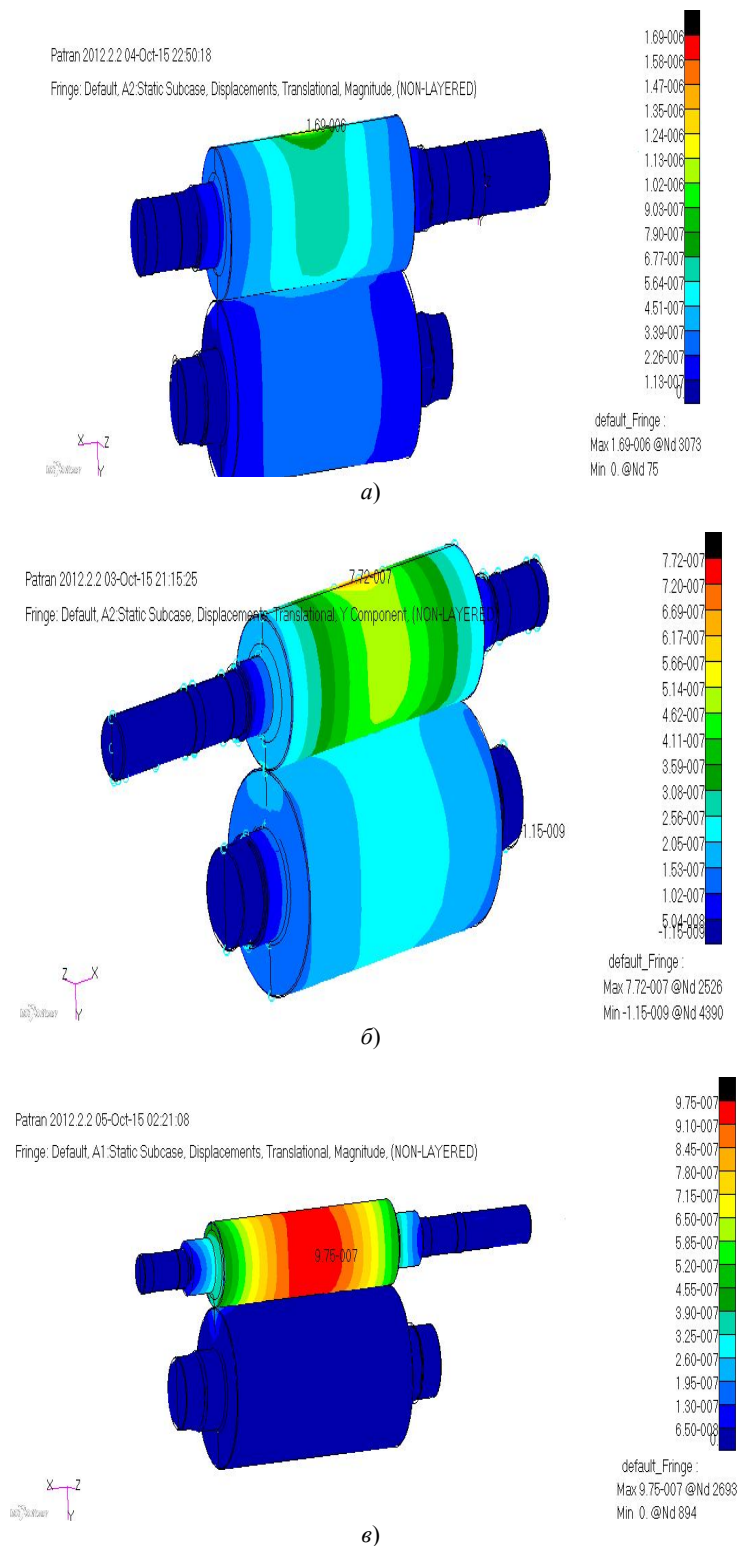
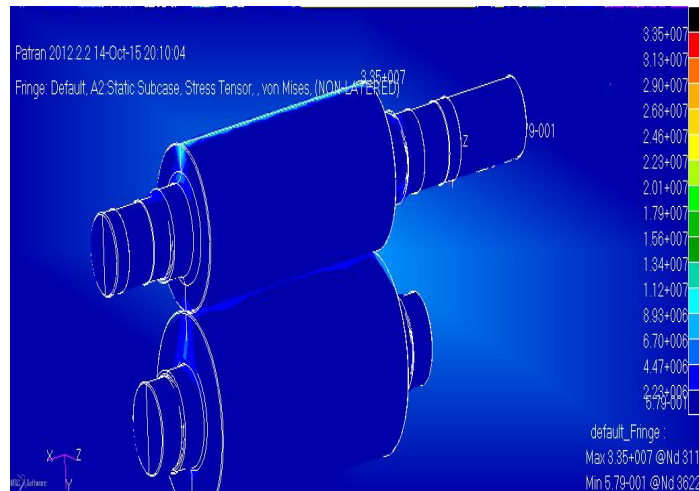


Рисунок 5 – Картина распределения суммарных перемещений валковой системы первой клетки

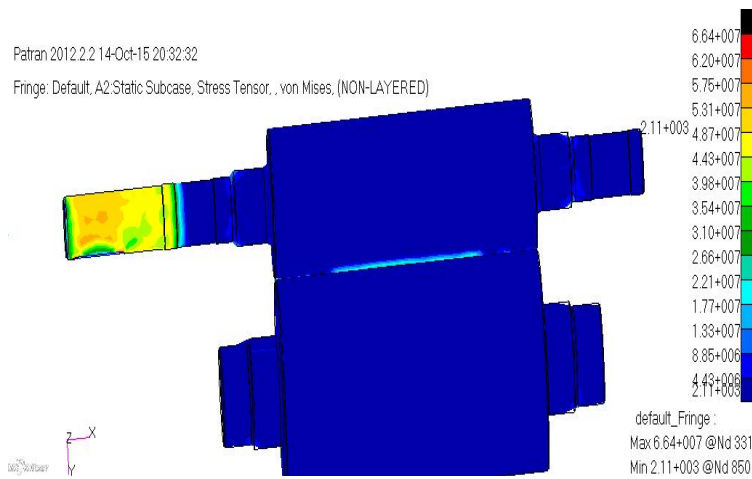
Проведенное исследование показало, что при горячей прокатке полос из углеродистой стали шириной 400 мм по сечению валков не возникают большие по величине эквивалентные напряжения (рисунок 6). Максимальное значение эквивалентного напряжения равняется 33,5 МПа.

На основе проведенных расчетов установлено, что при горячей прокатке полос из стали 08кп напряжения в теле валков первой клетки изменяются в пределах от 4,47 Па до 13,4 МПа, причем,

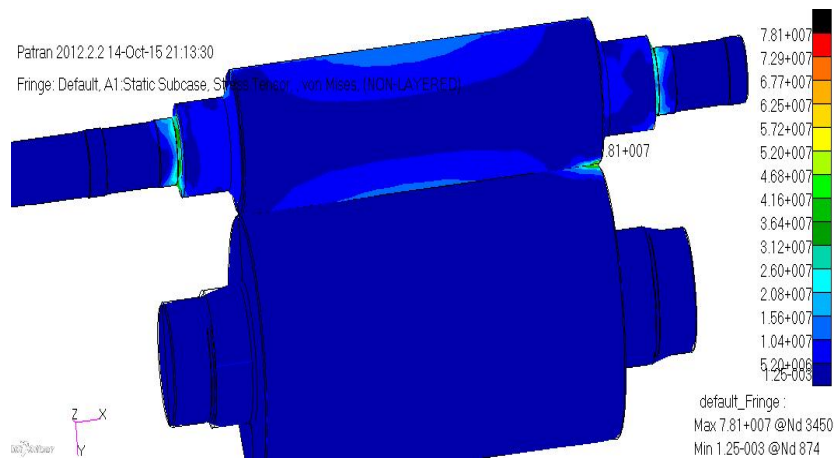
максимальное напряжение возникает в шейке валков (рисунк 6,а). Полученные максимальные значения эффективного напряжения не превышают максимально допустимое для данного материала значение предела прочности.



а)



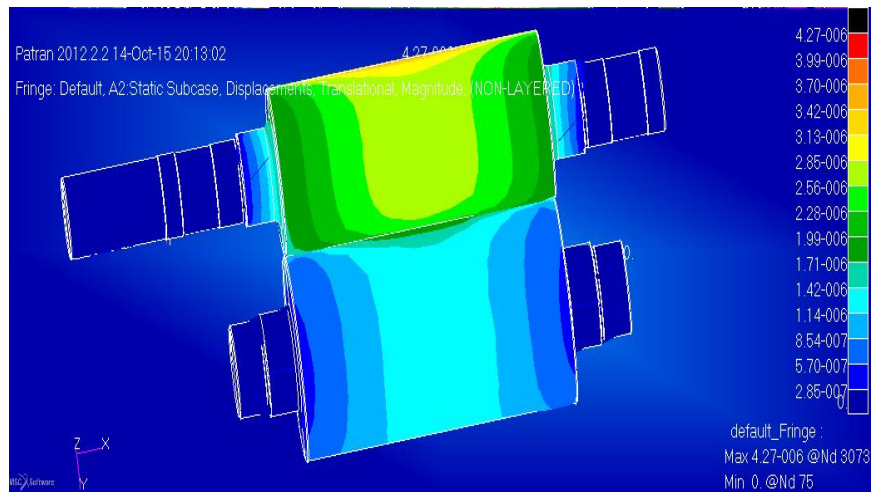
б)



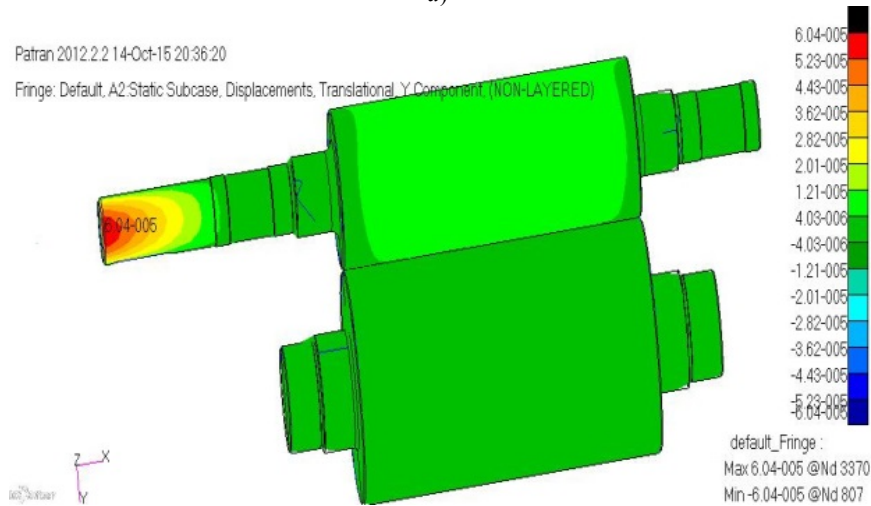
в)

Рисунок 6 – Картина распределения эквивалентных напряжений в валковой системе первой (а), второй (б) и третьей (в) клетей

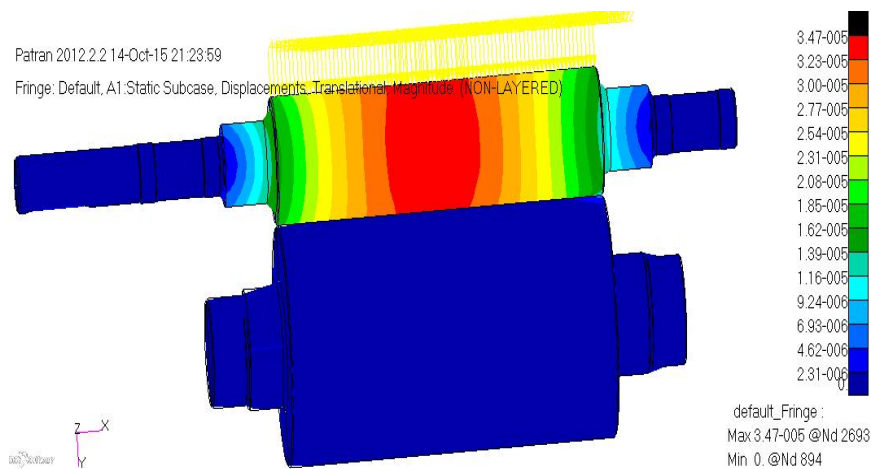
Картина распределения напряженно-деформированного состояния валковой системы второй клетки проектируемого стана незначительно изменилась по сравнению с первой клетью (рисунок 6,б).



а)



б)



в)

Рисунок 7 – Картина распределения суммарных перемещений валковой системы первой (а), второй (б) и третьей (в) клетей стана

Из представленных результатов видно, что уменьшение геометрических размеров рабочих валков второй клетки приводит к концентрации напряжений в приводной шейке валка, а именно в шпоночном пазе (значение данного напряжения равняется  $\sigma_{\text{экг}} = 48,7$  МПа). Следует отметить, что, несмотря на такую концентрацию эквивалентных напряжений, возникаемые напряжения не превосходят предела прочности материала и не приводят к разрушению валков.

На основе использования результатов исследования было установлено, что уменьшение геометрических размеров рабочих валков третьей, четвертой и пятой клетей также приводит к концентрации напряжений в шейке и в центральной части бочки валка (рисунок 6,в). Следует отметить, что, несмотря на концентрацию эквивалентных напряжений в шейке валка, возникаемые напряжения не превосходят предела прочности материала и не приводят к разрушению валков.

Из картины распределения суммарных перемещений хорошо видно, каким образом передаются изгибы рабочих валков к опорным валкам (рисунок 7). Проведенные исследования показали, что картина распределения суммарных перемещений в трех направлениях согласуется с деформированной формой валков. Максимальный прогиб  $f_{\text{max}} = 0,002$  мм наблюдается в середине бочки валков. Полученные значения прогиба соответствуют параметрам валков по жесткости (суммарный изгиб, допускаемый при горячей прокатке, равен  $f = 0,3 \div 1,0$  [3]). Под действием приложенных вертикальных сил валки первой клетки прогибаются в направлении действия силы, а шейки валков упруго деформируются в этом же направлении, причем максимальное значение упругой деформации составляет для бочки валков 0,002, для шейки валков – 0,004 (рисунок 7,а).

Анализ полученных результатов показывает, что при прокатке во второй клетки возникаемая величина суммарных перемещений и картина их распределения является аналогичной прокатке в первой клетки (рисунок 7,б). Величина суммарных перемещений валков обеих клетей достаточно мала, что позволяет сделать вывод о достаточной жесткости валковой системы и об улучшении параметров разнотолщинности от клетки к клетю.

Следует отметить, что в целом величина упругой деформации и перемещения элементов валков третьей, четвертой и пятой клетях невелика, что свидетельствует о достаточно высокой жесткости узла валков рабочей клетки (рисунок 7,в). Это гарантирует получение поперечной разнотолщинности и планшетности прокатываемых полос в пределах требуемых допускаемых отклонений.

### Выводы

1. Под действием приложенных вертикальных сил валки прогибаются в направлении действия силы, а шейки валков упруго деформируются в этом же направлении, при этом картина распределения суммарных перемещений в трех направлениях согласуется с деформированной формой валков. Максимальный прогиб наблюдается в шейке и срединной части валков.

2. Максимальные значения эффективного напряжения не превышают максимально допустимое для данного материала значение предела прочности.

3. Спроектированные валки многофункционального стана обладают достаточным коэффициентом запаса прочности.

4. Установленные значения прогибов валков в каждой клетю не превышают допускаемых значений.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Машеков С.А., Абсадыков Б.Н. Проблемы и перспективы прокатного производства. Монография. Алматы: Казахстанско-Британский технический университет, 2012. – 300 с.

[2] Перспективные конструкции прецизионных станов /А.Н. Кулик, К.Ю. Юрков, А.А. Файчак, В.В. Шевченко // [http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Zmmvp/2008\\_10/3.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Zmmvp/2008_10/3.pdf).

[3] Мазур В.Л., Ноговицын А.В. Теория и технология тонколистовой прокатки (Численный анализ и технические приложения). – Днепропетровск: РВА «Дніпро-VAL», 2010. – 500 с.

[4] Патент 20969. Непрерывный стан для прокатки полос из сталей и сплавов/ Е.З. Нугман, А.С. Машекова и др. //Опубл. 16.03.2009, Бюл. №3.

[5] Иванов К.М., Шевченко В.С., Юргенсон Э.Е. Метод конечных элементов в технологических задачах ОМД: Учебное пособие. С-Пб: Институт машиностроения, 2000. - 217 с.

[6] Грудев А.П., Машкин Л.Ф., Ханин М.И. Технология прокатного производства // Учебник для вузов. – М: Металлургия, 1994. – 656 с.

#### REFERENCES

- [1] Mashekov S.A., Absadykov B.N. Problemy i perspektivy prokatnogo proizvodstva. Monografija. Almaty: Kazhastansko-Britanskij tehnikeskij universitet, **2012**. 300 s. (in Russ.).
- [2] Perspektivnye konstrukcii precizionnyh stanov /A.N. Kulik, K.Ju. Jurkov, A.A. Fajchak, V.V. Shevchenko // [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Zmmvp/2008\\_10/3.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Zmmvp/2008_10/3.pdf). (in Russ.).
- [3] Mazur V.L., Nogovicyn A.V. Teorija i tehnologija tonkolistovoj prokatki (Chislennyj analiz i tehnikeskie prilozhenija). – Dnepropetrovsk: RVA «Dnipro-VAL», **2010**. – 500 s. (in Russ.).
- [4] Patent 20969. Nepreryvnyj stan dlja prokatki polos iz stalej i splavov/ E.Z. Nugman, A.S. Masheкова i dr. //Opubl. 16.03.2009, Bjul. №3. (in Russ.).
- [5] Ivanov K.M., Shevchenko V.S., Jurgenson Je.E. Metod konechnyh jelementov v tehnologicheskix zadachah OMD: Uchebnoe posobie. S-Pb: Institut mashinostroenija, **2000**. 217 s. (in Russ.).
- [6] Grudev A.P., Mashkin L.F., Hanin M.I. Tehnologija prokatnogo proizvodstva // Uchebnik dlja vuzov. M: Metallurgija, **1994**. 656 s. (in Russ.).

### МЕТАЛДАР МЕН ҚҰЙЫНДЫЛАРДАН ЖІҢШКЕ ТІЛКЕМДЕРДІҢ НАҚТЫЛЫҒЫН КӨТЕРУ МАҚСАТЫНДА КӨП ФУНКЦИОНАЛЫ БОЙЛЫҚ-СЫНА ОРНАҚТЫҢ ҚАТТЫЛЫҒЫН МОДЕЛЬДЕУ

С.А. Машеков<sup>1</sup>, Б.Н. Абсадықов<sup>2</sup>, М.Л. Рахматулин<sup>1</sup>,  
М.Е. Исаметова<sup>1</sup>, Е.З. Нуғман<sup>1</sup>, А.С. Машекова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Қ.И. Сатбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті,  
Алматы қ., Қазақстан Республикасы

<sup>2</sup> Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

**Түйін сөздер:** көп функционалы орнақ, икемдеу, жұмыс қаумасы, тірек қаумасы, жұмыс көтермесі.

**Аннотация.** Мақалада жаңа конструкцияның көп функционалы орнағы ұсынылған. Көп функционалды бойлық-сына орнағының негізгі техникалық сипаттамасы икемдеу бағытында жұмыс қаумалар диаметрінің азаюы және 15 кВт күшімен бес мотор-бәсеңдеткіштермен мойынтірек көтермелер арқылы жұмыс қаумалардың айналуы, және де екі бірінші үш көтермесінде және соңғы төрт қаумаларындағы екі көтермелердің орнатуы болып табылады. Жоспарланған көп функционалы бойлық-сына орнақтың техникалық сипаттамасы болат пен құйындыдан жасалған ыстық тапталған және суық тапталған жіңішке тілкемдер, қалыңдығы 1 мм кемірек мыс тілкемдерін, қалыңдығы 2–0,5 мм титанды және алюминді тілкемдер, қалыңдығы 2 мм кемірек күміс тілкемдер, асыл металл прокатын және т.б. өндеуге мүмкіндік береді. Металды өндеу үдерістердің есептеуіне арналған MSC.visualNastran 4D мамандандырылған бағдарламалық өнімнің көмегімен ұсынылған орнақтың ауыр жүктеулі элементтерінің дүбірлі-сыяқсыздандырылған жағдайы есептелген. Жаңа орнақта икемдеу кезінде серпінді сыяқсыздандыру мен қаумалар элементтерінің жылжу шамасы үлкен емес екені дәлелденген. Сонымен қатар, орындалған зерттеу негізінде жұмыс көтермесінің қаумалар түйінінің айтарлықтай жоғары қаттылығы дәлелденген.

*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., Байтұзақов 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., Байтұзақов 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., Типцова 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
<b>Хроника</b>	
<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., Tsygankova<sup>2</sup> 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](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

<http://www.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.