

**29-я Международная научно-
техническая конференция
и информационная выставка**

**ЛИТЕЙНОЕ
ПРОИЗВОДСТВО
И МЕТАЛЛУРГИЯ
2021. БЕЛАРУСЬ**

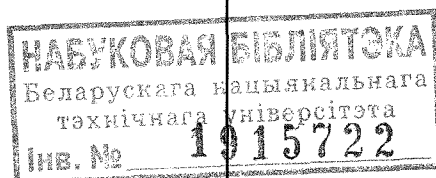
**ТРУДЫ
участников
конференции**

Научная библиотека

БНТУ



* 8 0 1 3 7 1 2 2 9 *



Под общей редакцией акад. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф., лауреата Госпремий БССР и РБ **Е. И. Маруковича**

Основатель Международной научно-технической конференции «Литейное производство и металлургия. Беларусь» д-р техн. наук, проф., лауреат Госпремии БССР **Д. М. Кукуй**

РЕДАКЦИЯ

Машканова С. В., редактор, БНТУ, Беларусь
Лебедев М. Н., компьютерная верстка, дизайн, БНТУ, Беларусь
Голосюк Н. В., менеджмент, БНТУ, Беларусь
Соболев В. Е., перевод, БНТУ, Беларусь

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Беларусь, 220013, Минск, пр. Независимости, 65,
Тел.: (017) 292-74-75, тел./факс: (017) 331-11-16.
www.alimrb.by
E-mail: limrb@tut.by

**Минск
17–19 ноября 2021 г.**

**29-th International Scientific
and Technical Conference
and Information Exhibition**

**FOUNDRY
PRODUCTION
AND METALLURGY
2021. BELARUS**

**WORKS
of conference
participants**

Under the general editionship of **E. Marukovich**, Academican of National Academy of Sciences, Laureate of State Prize of Belarus

The Founder of International Scientific and Technical Conference «Foundry Production and Metallurgy. Belarus» is **D. Kukui**, Dr. of Technical Sciences, professor, Laureate of State Prize of Belarus

EDITORIAL STAFF

Mashkanova S. V., Editor, BNTU, Minsk, Belarus
Lebedev M. N., Computer layout, Design, BNTU, Minsk, Belarus
Halasiuk N. V., Management, BNTU, Minsk, Belarus
Sobolev V. E., Translation, BNTU, Minsk, Belarus

ADDRESS OF EDITORIAL STAFF

Nezavisimosti ave., 65, 220013, Minsk
Tel.: (017) 292-74-75, Tel./fax (017) 331-11-16.
www.alimrb.by
E-mail: limrb@tut.by

**Minsk
17–19 November 2021**

СОДЕРЖАНИЕ

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Дибров И. А., Российская ассоциация литейщиков, г. Москва, Россия Состояние и перспективы развития литейного производства России	6
Марукович Е. И., Стеценко В. Ю., ГНУ ИТМ НАН Беларуси, Стеценко А. В., МОУВО «Белорусско-Российский университет» Кристаллизация металлического расплава – наноструктурный процесс	12
Мазур В. Л., Шинский О. И., Клименко С. И., Сиренко Е. А., Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев, Украина, Попов Е. С., ООО «М-ЛИТ», г. Никополь, Украина Развитие производства синтетического чугуна для деталей железнодорожного подвижного состава.	17
Ткаченко С. С., Емельянов В. О., Маргынков К. В., Филиал РАХ «Творческая мастерская «Литейный двор», г. Санкт-Петербург, Россия Инновационный подход к модульному станкостроению в условиях цифровой экономики	20
Чайкин А. В., ООО «Металлург» СОАЛ, г. Сафоново, Россия, Колпаков В. В., Филиал АО «Алтайвагон», Россия, Чайкин В. А., Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия Технологии раскисления и рафинирования черных и цветных сплавов с применением прогрессивных материалов	24
Лисовой А. А., Ткаченко И. С., Худешенко А. Н., ООО «Завод АКС», г. Санкт-Петербург, Россия Инновационные процессы и оборудование для литейных производств	28
Ровин С. Л., БНТУ, Ровин Л. Е., ГГТУ им. П. О. Сухого, Насевич И. С., УП «Технолит» Переработка и утилизация дисперсных металлоотходов.	33
Монастырский А. В., Власов Ю. Б., АО «СиСофт», г. Москва, Россия Развитие системы компьютерного моделирования литейных процессов «ПОЛИГОНСОФТ»	41
Чемодуров С. В., ООО «ГУССОН-ПРИНТ», г. Минск, Беларусь, Ембулаев А. М., ООО «ТЕРЕМ», г. Москва, Россия Аддитивная технология РСМ–3D-печать песчано-полимерных литейных форм и стержней без модельной оснастки	48
Рудницкий Ф. И., Шуманская Л. С., БНТУ, Куликов С. А., Шумигай В. А., ОАО «Минский тракторный завод» Использование дисперсных металлосодержащих отходов для модифицирования расплавов	55
Феоктистов Н. А., Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия Применение азотированных ферросплавов и лигатуры для повышения эксплуатационных свойств литых деталей	63
Тахеци И., Коробейников В. В., Ткаченко С. С., ООО «ТАХТЕХ РУС», г. Санкт-Петербург, Россия Тенденции успешного энергосбережения на промышленных предприятиях	69
Лазаренков А. М., Николайчик Ю. А., БНТУ Комплексная оценка условий труда литейщиков	76
Толстой А. В., ГНУ ОИМ НАН Беларуси Прикладные аспекты разработок подпрограммы «Металлургия»	79

МЕТАЛЛУРГИЯ

Рожкова О. В., Щеглов А. Г., ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» Исследование природы дефектов на внутренней поверхности бесшовных труб	95
Иксанов Ф. Р., Мусевич В. А., Агапов Е. А., АО «Боровичский комбинат огнеупоров», г. Боровичи, Россия Тонкостенная керамика АО «БКО»	101

Зарицкий Б. Б., Савинов А. С., Скрипкин Е. В., Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия, Апракин А. Н., ЗАО «Магнитогорский завод прокатных валков», г. Магнитогорск, Россия, Элиджарова К. С., Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия	
Определение рациональных режимов термической обработки литых прокатных валков из заэвтектоидной стали 170XHM	105
Шехурдин С. Н., Савченко С. А., ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», Астапенко И. В., ГГТУ им. П. О. Сухого»	
Снижение минимального времени нагрева блюмов с целью увеличения производительности мелкосортно-проволочного стана 370/150	112
Панковец И. А., ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»	
Способ получения высокоточной геометрии поперечного профиля круглого сечения при непрерывной прокатке	115
Шехурдин С. Н., Савченко С. А., ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», Астапенко И. В., ГГТУ им. П. О. Сухого	
Исследование качества поверхности прутка марки стали 100Cr6 после гомогенизирующего отжига в условиях мелкосортно-проволочного стана 370/150	121
Дружевский М. А., ООО «Родонит», г. Санкт-Петербург, Россия	
Футеровка индукционных плавильных печей материалами на основе кварцита	125
Антонюк В. Е., ГНУ ОИМ НАН Беларуси, Рудый В. В., ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-Холдинг», Сандомирский С. Г., ГНУ ОИМ НАН Беларуси	
Технологические задачи обеспечения работы автоматизированного кольцераскатного комплекса	131

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Сиренко Е. А., Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев, Украина	
Характеристика химического состава и свойств синтетического чугуна для тормозных колодок локомотивов	140
Добош Л. Ю., Ле К. Д., Голод В. М., Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия	
Концепция логнормальной дендритной неоднородности для анализа литой структуры и моделирования литейных процессов	144
Анисович А. Г., ГНУ ФТИ НАН Беларуси, Ильющенко В. М., Дувалов П. Ю., Андриенко В. М., ГНУ ИТМ НАН Беларуси	
Влияние времени выбивки на структуру и свойства белого чугуна ИЧХ18ВМ	151
Анисович А. Г., ГНУ ФТИ НАН Беларуси	
К проблеме анализа качества сварных швов	155
Дьяконов О. М., Середа В. Ю., БНТУ	
Методы расчета процессов тепло- и массопереноса в гетерогенных стружко-порошковых средах	159
Антонюк В. Е., ГНУ ОИМ НАН Беларуси, Рудый В. В., ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-Холдинг», Сандомирский С. Г., ГНУ ОИМ НАН Беларуси, Яворский В. В., Тимошенко Н. П., Будзинская А. В., ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-Холдинг»	
Особенности выбора массы, нагрева и термической обработки заготовок в автоматизированных кольцераскатных комплексах	167
Найзабеков А. Б., Панин Е. А., Пищиков В. Е., Рудненский индустриальный институт, г. Рудный, Казахстан, Куис Д. В., БГТУ, г. Минск, Беларусь	
Изучение эволюции микроструктуры металла при ковке в бойках новой конструкции, реализующих знакопеременное деформирование, на основе компьютерного моделирования	176

CONTENTS

FOUNDRY

Dibrov I.A. , Russian Association of Foundry Workers, Moscow, Russia, State and prospects development of foundry production in Russia.....	6
Marukovich E. I., Stetsenko V. Yu. , Institute of Technology of Metals of National Academy of Sciences of Belarus, Stetsenko A. V. , Belarusian-Russian University Metal melt crystallization – nanostructural process.....	12
Mazur V.L., Shinsky O. I., Klimenko S. I., Sirenko E. A. , Physical-Technological Institute of Metals and Alloys of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine, Popov Ye.S. , LLC «M-LYT», Nikopol, Ukraine Development of synthetic cast iron production for railway rolling parts	17
Tkachenko S.S., Emelyanov V. O., Martynov K. V. , Branch of the RAH “Creative Workshop “Foundry Yard”, St. Petersburg, Russia An innovative approach to modular machine tool construction in the digital economy	20
Chaikin A. V. , OOO “Metallurg” SOAL, Safonovo, Russia, Kolpakov V.V. , Rubtsovsky Branch of JSC “Altayvagon”, Russia, Chaikin V.A. , FG BOU VO MGTU named after G. I. Nosov Technologies of deoxidation and refining of ferrous and non-ferrous alloys using advanced materials.....	24
Lisovoy A.A., Tkachenko I. S., Khudeshenko A. N. , LLC “AKS Plant”, St. Petersburg, Russia Innovative processes and equipment for foundries.....	28
Rovin S. L. , Belarusian National Technical University, Rovin L. E. , Gomel State Technical University named after P. O. Sukhoi, Nasevich I. S. , «Technolit» Co Processing and disposal of dispersed metal waste	33
Monastyrskiy A. V., Vlasov Yu. B. , CSoft JSC, Russia, Moscow Development of a casting simulation solution poligonsoft.....	41
Tchemodurov S. V. , Tusson-print Ltd., Embulaev A. M. , Terem Ltd., Moscow, Russia PCM additive technology – 3D Printing of sand-polymeric cast molds and cores without master-model	48
Rudnitskii F. I., Shumanskaya L. S. , Belarusian National Technical University, Kulikov S.A., Shumigai V.A. , OJSC “Minsk Tractor Works” The use of dispersed metal-containing waste for modifying melts	55
Feoktistov N.A. , Magnitogorsk State Technical University named G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia Application of nitrided ferroalloys and ligature to improve the performance properties of cast parts.....	63
Tacheci J., Korobeynikov V.V., Tkachenko , “Tachteh Rus” LLC, St. Petersburg, Russia Trends of successful energy saving in industrial enterprises	69
Lazarenkov A. M., Nikolaychik Yu. A. , Belarusian National Technical University Comprehensive assessment of the working conditions of foundry workers.....	76
Tolstoy A. V. , The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus Applied aspects of the development of the “Metallurgy” subprogram.....	79

METALLURGY

Rozhkova O. V., Shcheglov A. G. , OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMC” Investigation of the nature of defects on the inner surface of seamless pipes	95
Iksanov F. R., Musevich V.A., Agapov E.A. , JSC “Borovich Refractories Plant”, Borovich, Russia Thin-walled ceramics of JSC “BRP”	101

Zaritsky B.B., Savinov A.S., Skripkin E.V., Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk, Russia, Aprakin A.N., CJSC “Magnitogorsk Plant of Rolling Rolls”, Magnitogorsk, Russia, Elidzharova R.S., Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk, Russia	
Determination of Rational Modes for Heat Treatment of Cast Rolls Made of 170XHM Grade of Hypereutectoid Steel	105
Shekhurdin S.N., Savchenko S.A., OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMC”, Astapenko I.V., Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoi	
Reducing the minimum heating time for blooms in order to increase the productivity of the wire rod mill 370150	112
Pankovets I.A., OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMC”	
A method for obtaining high-precision geometry of a circular cross-section during continuous rolling	115
Shekhurdin S.N., Savchenko S.A., OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMC”, Astapenko I.V., Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoi	
Investigation of steel100cr6 bar surface quality after homogenizing annealing in conditions of small-section wire mill 370150.....	121
Druzhevsky M.A., LLC “Rodonit”, Russia	
Lining of induction melting furnaces with quartzite-based materials	125
Antonyuk V.E., The Joint Institute of Mechanical Engineering of the NAS of Belarus, Rudy V.V., OJSC “BELAZ” – Managing Company of the Holding “BELAZ-Holding”, Sandomirsky S.G., The Joint Institute of Mechanical Engineering of the NAS of Belarus	
Technological tasks of ensuring the operation of an automated ring-rolling complex	131

SCIENCE OF MATERIALS

Sirenko E.A., Physical-Technological Institute of Metals and Alloys of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine	
Characteristics of the chemical composition and properties of synthetic cast iron for locomotive brake pads	140
Dobosh L. Yu., Le K.D., Golod V.M., Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia	
The concept of lognormal dendritic heterogeneity for the analysis of cast structure and modeling of casting processes	144
Anisovich A.G., Physical-Technical Institute of the NAS of Belarus, Ilyushenko V.M., Duvalov P. Yu., Andrienko V.M., Institute of Technology of Metals of the NAS of Belarus	
The Influence of the knocking time on the structure and properties of white cast iron ИЧХ18ВМ.....	151
Anisovich A.G., Physical-Technical Institute of National Academy of Sciences of Belarus	
To the problem of analysis of the quality of welded seams	155
Dyakonov O.M., Sereda V. Yu., Belarusian National Technical University	
Methods for calculating heat and mass transfer when heating metal chips	159
Antonyuk V.E., The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus, Rudy V.V., OJSC “BELAZ” – Management Company of the Holding “BELAZ-Holding”, Sandomirsky S.G., The Joint Institute of Mechanical Engineering of the NAS of Belarus, Jaworsky V.V., Timoshenko N.P., Budzinskaja A.V., OJSC “BELAZ” – Management Company of the Holding “BELAZ-Holding”	
Particularities of the choice of mass, heating and heat treatment of blanks in automated ring-rolling complexes	167
Naizabekov A.B., Panin E.A., Pishchikov V.E., Rudny Industrial Institute, Rudny, Kazakhstan, Kuis D.V., Belarusian State Technological University	
Study of the microstructure evolution during forging in strikers of a new design implementing alternating deformation based on computer modeling	176