

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Администрация Правительства Кузбасса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»

Сибирский государственный индустриальный университет

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
*«Металлургия – 2022»***

***Труды
XXIII Международной научно-практической конференции
23– 25 ноября 2022 г.***

Часть 1

**Новокузнецк
2022**

Редакционная коллегия

д.т.н., академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., доцент А.Б. Юрьев,
д.т.н., профессор С.В. Коновалов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, д.т.н., доцент Д.А. Чинахов,
к.т.н., доцент Р.А. Шевченко, к.т.н., доцент О.А. Полях,
к.т.н., доцент Е.Н. Темлянцева, д.т.н., доцент В.В. Зимин

М 540 **Металлургия : технологии, инновации, качество : труды**
XXIII Международной научно-практической конференции.
В 2 частях. Часть 1 / под общ. ред. А.Б. Юрьева, Сиб. гос. индустр.
ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2022. – 390 с. : ил.

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и практики металлургических процессов, технологий обработки материалов, автоматизации, ресурсо- и энергосбережения, экологии и утилизации отходов металлургического производства.

Конференция проводится ежегодно.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

АДМИНИСТРАЦИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА КУЗБАССА

ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

АО «РУСАЛ-НОВОКУЗНЕЦК»

АО «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»

АО «НЗРМК им. Н.Е. КРЮКОВА»

ЛЯОНИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ, Г. АНЬШАНЬ, КНР

ОАО «ЧЕРМЕТИНФОРМАЦИЯ»

ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»

ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК СИБГИУ»

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР МИРОВОГО УРОВНЯ «КУЗБАСС»

АО «КУЗБАССКИЙ ТЕХНОПАРК»

КУЗНЕЦКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЕ ЛИТЕЙЩИКОВ 90 ЛЕТ

Князев С.В., Усольцев А.А., Куценко А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, krookia@mail.ru*

Аннотация: В 2022 году Кузнецкой школе литейщиков исполняется 90 лет. Кафедра литейного производства является практически ровесницей университета, это одна из старейших специальных профильных кафедр. За свои 90 лет, с 30-х годов прошлого века литейщики ощутили на себе все исторические вехи развития нашей страны в целом и города Новокузнецка (Кузнецка, Сталинска) в частности: строительство Кузнецкого металлургического комбината (КМК), Великая Отечественная война, годы послевоенного восстановления страны, интенсивное развитие металлургической промышленности, распад СССР, переход к рыночной экономике, демократизация общества. Коллектив кафедры непрерывно менялся, постоянно решая все новые и новые задачи по развитию научных направлений литейного производства, организации учебного процесса, совершенствованию лабораторной базы, внедрению современных технологий обучения, открытию новых специализаций, но, несмотря на возникающие при этом трудности, он с гордостью следовал славным традициям, заложенным основателями и заведующими кафедрой П.Н. Бидулей, А.И. Смирновым, Б.П. Сергеевским и А.Я. Храповым. Сегодняшние сотрудники университета, продолжатели Кузнецкой школы литейщиков помнят историю, чтят, сохраняют и приумножают ее традиции.

Ключевые слова: литейное производство, история, традиции, научная школа, кафедра.

KUZNETSK SCIENTIFIC SCHOOL OF FOUNDRY WORKERS 90 YEARS OLD

Knyazev S.V., Usoltsev A.A., Kutsenko A.I.

*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia, krookia@mail.ru*

Abstract: In 2022, the Kuznetsk School of Casters turns 90 years old. The Department of Foundry is almost the same age as the University, it is one of the oldest special specialized departments. Over its 90 years, since the 30s of the last century, foundry workers have felt on themselves all the historical milestones of the development of our country as a whole and the city of Novokuznetsk (Kuznetsk, Stalinsk) in particular: the construction of the Kuznetsk Metallurgical Plant (KMK), the Great Patriotic War, the years of post-war restoration of the country, the intensive development of the metallurgical industry, the collapse of the USSR,

the transition to a market economy, the democratization of society. The staff of the department constantly changed, constantly solving more and more new problems for the development of scientific areas of foundry, organization of the educational process, improvement of the laboratory base, the introduction of modern teaching technologies, the opening of new specializations, but, despite the difficulties that arise, he proudly followed the glorious traditions laid down by the founders and heads of the department P.N. Biduley, A.I. Smirnov, B.P. Sergievsky and A.N. I am Khrapov. Today's university employees, successors of the Kuznetsk school of foundry workers remember history, honor, preserve and multiply its traditions.

Key words: foundry, history, traditions, scientific school, department.

Приказом директора Сибирского института черных металлов (СИЧМ) № 119 от 14 июня 1932 года была открыта кафедра литейного производства. Первым заведующим кафедрой был назначен доцент Бидуля Павел Николаевич, работавший начальником строящегося литейного цеха Кузнецкого металлургического комбината (КМК).

В 1935 году состоялся первый выпуск 12 инженеров-металлургов по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов».

В 1936 году П.Н. Бидуля перешел полностью на производственную работу, а литейную кафедру возглавил к.т.н. А.И. Смирнов.

Под руководством А.И. Смирнова была проведена серия сравнительных исследований по изучению литейных и перелетных чугунов из доменных печей КМК, работающих на коксе, и уральских доменных печей малого объема, работавших на древесном угле. Этим было положено начало большой работы по организации производства чугуновых отливок в Сибири на основе литейных чугунов КМК.

С началом Великой Отечественной войны сотрудники кафедры включились в работу по освоению и усовершенствованию технологии изготовления отливок военного назначения и отливок, которые в довоенное время производились в специализированных литейных цехах заводов, оказавшихся в оккупированной зоне. Существенно изменился кадровый состав кафедры: С.И. Мельников, М.С. Игнатов, А.И. Смирнов перешли на работу в литейный цех, А.А. Павловский добровольцем ушел на фронт. А.И. Смирнов возглавил литейную лабораторию КМК и продолжил начатые в институте исследования внепечных способов обработки доменных чугунов с целью использования их без переплава для литья изложниц и других изделий, работающих при термоциклических нагрузках.

После ухода А.И. Смирнова на КМК заведующим кафедрой был назначен профессор Борис Павлович Сергиевский, приехавший с Урала. Под его руководством во время войны проводилось интенсивное изучение процессов графитизации в чугунах, влияния примесей на величину и форму графита.

В 1957 году заведующим кафедрой был избран ее выпускник, к.т.н., доцент Арий Яковлевич Храпов. В период его работы в качестве заведующе-

го кафедра поддерживала тесные профессиональные связи со многими заводами, вузами и научными учреждениями не только Сибирского региона, но и Европейской части страны.

В большей части силами сотрудников кафедры и студентов в старом здании института была построена литейная лаборатория, оснащенная вагранкой и индукционной печью. Вагранка в течение десятков лет использовалась для проведения лабораторных занятий и научных исследований. Лаборатория была по существу небольшим литейным цехом – по договорам с заводами в ней получали отливки массой до 40 кг.

В этот период под руководством А.Я. Храпова было выполнено несколько интересных и важных научных работ. Н.Д. Чесноков с группой инженеров литейного цеха КМК исследовал половинчатый чугун как материал прокатных валков. Реализация этой работы способствовала сокращению расходов на их производство, повышению их стойкости и увеличению производительности сортопрокатных станов.

Сотрудники кафедры Н.И. Таран, В.Я. Климов, В.П. Антонов выполнили комплексные исследования по литейным свойствам сплавов. Разработанные методики контроля заполняемости литейных форм, исключая образование в отливке недоливов и спаев, программа расчета на ЭВМ тепловых потерь металла в процессе заполнения формы, расчет времени затвердевания отливок в заданных сечениях, позволяющий выявлять места залегания усадочных раковин в отливке, подбирать необходимые параметры технологии литья и исключить образование в отливках усадочных дефектов, были внедрены на заводах. Исследования по этой тематике продолжаются и в настоящее время.

Под руководством А.Я. Храпова доценты Г.Л. Маркс, А.Ф. Кречман, В.М. Нагибин провели комплексные исследования физических свойств железоуглеродистых сплавов и влияния легирования и модифицирования на структурообразование отливок. Эти работы велись совместно с Институтом ядерной физики АН КазССР (г. Алма-Ата), Институтом неорганической химии Сибирского отделения АН СССР (г. Новосибирск), кафедрой физики Мордовского государственного университета (г. Саранск). Их усилиями на кафедре были созданы установка ядерного гамма-резонанса (ЯГР) и магнитные весы, позволяющие проследить структурные перестройки в железоуглеродистых сплавах на атомном уровне при температурах до 900°C. На установке ЯГР были выполнены оригинальные исследования стойкости цемента в процессе нагрева.

Доцент И.К. Коротких и Б.А. Кустов (в последствии – директор ЗСМК с 1986 по 1994 гг.) – выпускники кафедры выполнили исследования по продувке доменного передельного чугуна азотом. На основании исследований были отработаны оптимальные режимы продувки доменного передельного чугуна азотом, что позволило со значительным экономическим эффектом

осуществить на ЗСМК массовое производство изложниц из чугуна первой плавки.

В 1972 г. на базе кафедры литейного производства был организован литейный факультет. Первым его деканом был избран А. Я. Храпов. За факультетом в качестве базовых предприятий были закреплены Тихвинский и Саранский литейные заводы, «Сибсельмаш», «Сиблитмаш».

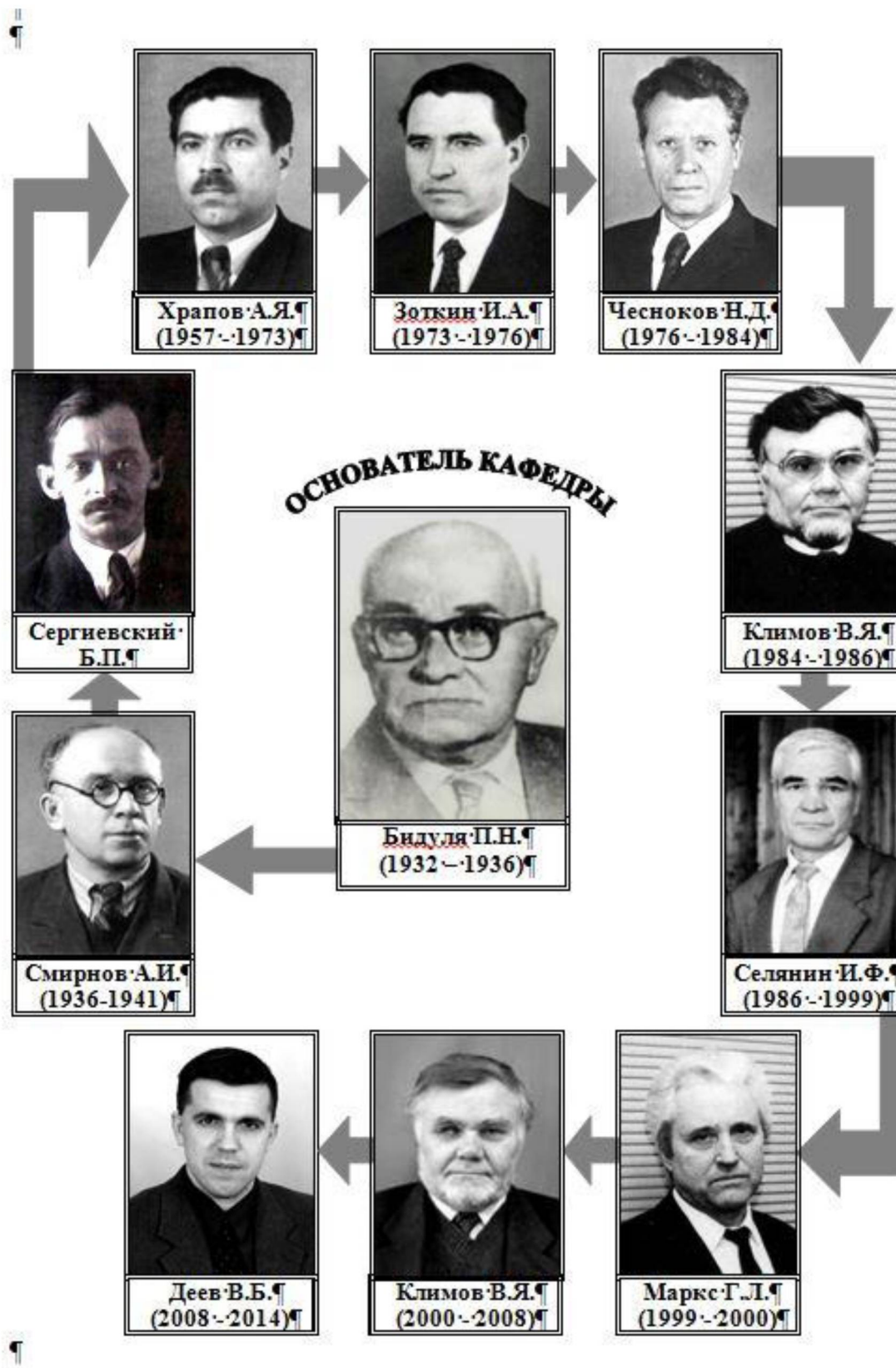
Для оказания учебно-методической помощи в подготовке инженеров-литейщиков в 1975 г. доцент И.К. Коротких был направлен в Политехнический институт г. Конакри (Гвинея), а доцент Л.В. Передернин дважды – в 1975 и 1979 годах – в университет г. Аннаба (Алжир).

С 1974 по 1986 год кафедрой руководили доценты И.А. Зоткин, Н.Д. Чесноков, В.Я. Климов. С 1986 г. по 1999 г. заведующим кафедрой работал Иван Филиппович Селянин. Под его руководством выполнены комплексные исследования ваграночного процесса, дано научное обоснование выбора и расчета технологических параметров, рассмотрены вопросы газообразования в слое кокса холостой колоши, теплообмена в шахте печи, физико-химического взаимодействия компонентов шлака и кокса в холостой колоше, создана математическая модель ваграночного процесса, экспериментально построены и рассчитаны по математической модели номограммы процесса для вагранок с одним, двумя и тремя рядами фурм. На основе этих работ была проведена модернизация вагранок на заводах «Кузбассэлектромотор», Гурьевском металлургическом, Можайском экспериментально-механическом, Тартуском опытном литейно-механическом и др., всего восемь вагранок.

Развитие производства предъявляло новые требования к инженеру-литейщику. Поэтому в 1986 г. была открыта специализация «Технология, математическое обеспечение и автоматизация литейных процессов». Четверо выпускников (С.В. Князев, А. А. Усольцев, Л.М. Вальдман, А.И. Куценко) были направлены в целевую аспирантуру Ленинградского политехнического института и Уральского политехнического института, что позволило быстро решить кадровую проблему, связанную с новой специализацией. За короткий срок на кафедре была создана материально-техническая (С.В. Князев и А.И. Куценко), было подготовлено методическое и программное обеспечение. К обучению студентов по этой специализации привлекаются высококвалифицированные специалисты, в том числе и с предприятий, кандидаты и доктора наук

С 1999 по 2000 гг. кафедрой заведовал к.т.н., профессор Г.Л. Маркс, с 2000 по 2008 гг. – к.т.н., доцент В.Я. Климов. На кафедре велась подготовка студентов по сокращенным программам обучения на базе среднетехнического образования, что позволило в вечернее время повысить свой профессиональный и образовательный уровень 40 студентам, уже работающим на металлургических предприятиях Кузбасса.

ЗАВЕДУЮЩИЕ – ОСНОВАТЕЛИ КАФЕДРЫ



Сотрудниками и аспирантами кафедры под руководством д.т.н., профессора И.Ф. Селянина за период 1999–2011 гг. проведены комплексные исследования по влиянию различных физических воздействий – высокотемпературных перегревов (В.Б. Деев, А.В. Феокистов, А.П. Войтков, А.Н. Дробышев), вибрации (А.И. Куценко, О.Г. Приходько, Р.М. Хами-

тов, С.В. Морин), электрического тока (А.И. Куценко, В.Б. Деев, А.А. Куценко, Н.В. Башмакова), магнитного поля (В.Б. Деев, С.А. Цецорина) на кристаллизацию и свойства черных и цветных литейных сплавов; исследованы кристаллизация и свойства силуминов, модифицированных комплексными алюминиевыми лигатурами (И.Ю. Кольчурина); изучены особенности плавки чугуна в вагранке при подборе рационального сочетания антрацита и кокса (А.В. Феоктистов, С.А. Бедарев, А.В. Прохоренко). На основании полученных исследований оптимизированы параметры обработки расплавов, предложены оригинальные методики расчета теплофизических и кристаллизационных параметров отливок, разработаны математические модели процессов. Результаты исследований позволили разработать ряд технологических рекомендаций, которые были успешно апробированы и внедрены на предприятиях Сибири и Алтайского края.

Кафедра укрепляет профессиональные связи с предприятиями и улучшает подготовку специалистов, делая акцент на выпуске инженеров, являющихся специалистами в разработке передовых ресурсосберегающих технологий получения отливок; расширяет использование компьютерной техники при изучении различных специальных дисциплин, для чего создан компьютерный класс, разрабатываются пакеты прикладных программ по многим курсам.

Благодаря помощи выпускников кафедра решает вопросы расширения баз практик, материально-технического обеспечения учебного процесса. В настоящее время в литейной лаборатории установлен плавильный комплекс ИСТ-0,06, приобретенной для кафедры д.т.н., профессором Лисиным Владимиром Сергеевичем, выпускником 1979 г.

Кафедра материаловедения, литейного и сварочного производства создана в 2014г. приказом ректора № 127-об от 31.12.2013 г. «О реорганизации в Институте металлургии и материаловедения» путем слияния кафедр: материаловедения и технологии новых материалов, литейного производства, металлургии и технологии сварочного производства. Представителями Кузнецкой школы литейщиков на новой кафедре стали В.Я.Климов, С.В.Князев, А.А.Усольцев, К.В.Пономарева. В 2015 г. был произведен последний выпуск специалистов – литейщиков.

Основной задачей кафедры «Материаловедение, литейное и сварочное производство» является подготовка бакалавров, магистров, аспирантов, выполняющих следующие виды деятельности: производственно-технологическая, научно-исследовательская, организационно-управленческая и проектная. Объектами деятельности выпускников являются разработка, осуществление и совершенствование технологии сварочных и литейных процессов, разработка и исследование новых материалов; выполнение работ по проектированию, управлению и организации производства литейных и сварочных процессов.

Учебный процесс ведется с использованием современных образовательных технологий, включающих проведение практических занятий в учебных лабораториях, с новейшим сварочным и литейным оборудованием, компьютерных классов с использованием обучающих систем и тренажеров.

Кафедру материаловедения, литейного и сварочного производства возглавил д.т.н., профессор Козырев Николай Анатольевич



Козырев Н.А.
(заведующий кафедрой с 2014 по 2022 гг.)

С 1 мая 2022 года, приказом ректора № 269-об от 17.03.2022 г., кафедра «Материаловедение, литейное и сварочное производство» была ликвидирована. Оставшиеся представители литейной школы С.В.Князев и А.А.Усольцев были переведены на кафедру металлургия черных металлов.

В этом же году возобновился набор бакалавров по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия» (направленность (профиль): «Литейное производство»).

В сентябре 2022 г. успешно прошла защита двух аспирантов кафедры МЧМ по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов (направленность – литейное производство) под научным руководством С.В. Князева. Соколов Б.М. защитил научно-квалификационную работу (НКР) на тему «Разработка технологии получения пористых литых заготовок из алюминиевых сплавов вакуумным всасыванием», Ознобихина Н.В. – «Разработка технологии формирования композиционных литых алюминиевых заготовок». Разработанные технологии получения пористых литых заготовок и формирования композиционных литых алюминиевых заготовок являются актуальными и значительно расширяющие области их применения в промышленности.

С 2022 года, в связи с отсутствием специальной кафедры литейного производства в СибГИУ, начал активно развиваться научно-образовательный центр «Инновационные литейные технологии» (директор С.В. Князев, к.т.н., доцент), входящий в состав управления научных исследований СибГИУ.

Центр инновационных литейных технологий, ориентирован на прове-

ление поисковых, фундаментальных и прикладных научных исследований, ведение образовательной деятельности по программам высшего и дополнительного профессионального образования, прототипирование и мелкосерийное производство.

Литейный участок малотоннажного литья центра, созданный по инициативе и за счет средств индустриального спонсора и партнера АО «Завод Универсал» и лично Александра Константиновича Киселева и Владимира Александровича Киселева, предназначен для единичного и мелкосерийного выпуска отливок из черных металлов весом до 60 кг по стали, а также цветных металлов и сплавов весом до 150 кг (медь и медные сплавы) и до 30 кг алюминия и его сплавов по технологиям литья по газифицированным моделям (ЛГМ), литья по выплавляемым моделям (ЛВМ), вакуумопленочной формовки (ВПФ), холодно-твердеющих смесей (ХТС), литья в кокиль (металлические формы), литья в песчано-глинистые формы (ПГС).

НОЦ «Инновационные литейные технологии» тесно сотрудничает с центром коллективного пользования «Прототипирование и аддитивные технологии» под руководством ученика И.Ф.Селянина - А.А.Куценко. ЦКП выполняет следующие функции для НОЦ – создание системы продвижения новых технологий конструирования и прототипирования, 3D сканирования, 3D печати, моделирования современных технических систем производства, изготовления прототипов, высокотехнологичного инструментального производства.

В связи с востребованностью в специалистах – литейщиках в промышленности активно развиваются направления профессиональной переподготовки по направлению «Литейное производство черных и цветных металлов» (благодаря выпускнику кафедры литейного производства – директора института дополнительного образования СибГИУ С.В. Морина) и обучения рабочим профессиям литейного производства. Специалисты СибГИУ, представители Кузнецкой школы литейщиков, продуктивно и активно взаимодействуют с промышленностью, проводят НИР и технико-технологический аудит предприятий литейного производства (Рубцовский филиал АО «Алтайвагон», РМБ ООО «РУС-Инжиниринг» г. Ачинск, АО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнёва г. Железногорск, ООО «КЗЛЗ» г.Новокузнецк, АО «Завод Точлит» г.Псков.

**ВЫДАЮЩИЕСЯ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КУЗНЕЦКОЙ ШКОЛЫ
ЛИТЕЙЩИКОВ**



СОТНИКОВ
Вениамин
Константинович



КУСТОВ
Борис
Александрович



ЛИСИН
Владимир
Сергеевич



ФИШЕР
Гуго
Христианович



ЧИЧКОВ
Валерий Ильич



СЕЛЯНИН
Иван
Филиппович



ДЕЕВ
Владислав
Борисович



КАЙРО
Юрий
Валентинович

СОДЕРЖАНИЕ

КУЗНЕЦКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЕ ЛИТЕЙЩИКОВ 90 ЛЕТ <i>Князев С.В., Усольцев А.А., Куценко А.И.</i>	4
СЕКЦИЯ 1: ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	13
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ РАБОТЫ ГОЛОВКИ КИСЛОРОДНОЙ ФУРМЫ ДЛЯ ПРОДУВКИ В БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КОНВЕРТЕРАХ <i>Протопопов Е.В., Уманский А.А., Морозов И.С., Чернышева Н.А.</i>	13
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ ИЗ РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА <i>Уманский А.А., Байдин В.В., Симачев А.С., Думова Л.В.</i>	21
АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВА СТРУКТУРЫ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ШАРОВЫХ СТАЛЕЙ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ <i>Уманский А.А., Протопопов Е.В., Морозов И.С., Симачев А.С., Думова Л.В.</i>	29
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМА КОНВЕРТЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ <i>Сафонов С.О., Лопатина А.О.</i>	34
ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИСТЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ ИЗ ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ <i>Шевко В.М., Утеева Р.А., Лавров Б.А., Полатова К.М., Каратаева Г.Е.</i>	38
ПЕРЕРАБОТКА БОГАТЫХ ПЫЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОМАРГАНЦА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ <i>Шевко В.М., Айткулов Д.К., Синельников И.П., Удалов Ю.П., Бадикова А.Д.</i>	45
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ПЯТИКОМПОНЕНТНОГО ЭКВИАТОМНОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Co-Cr-Fe-Mn-Ni <i>Панченко И.А., Дробышев В.К., Бессонов Д.А., Кольчурина М.А., Коновалов С.В.</i>	55
ВЫПЛАВКА ЧУГУНА ДЛЯ СМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИЗЛОЖНИЦ В ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧАХ СРЕДНЕЙ И МАЛОЙ ЕМКОСТИ <i>Лубяной Д.Д., Кузнецов И.С., Кухаренко А.В., Князев С.В., Лубяной Д.А.</i>	62
ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ АГЛОМЕРАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Бурова Ю.Е., Вязникова Е.А., Дмитриев А.Н., Виткина Г.Ю., Алекторов Р.В.</i>	70
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК K_2O , Na_2O , MgO , Al_2O_3 НА СВОЙСТВА ШЛАКА ПРИ СВАРКЕ ПОД ФЛЮСОМ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ <i>Гизатулин Р.А., Дунашин Н.С., Валуев Д.В., Худоёров С.С., Заиркулов Э.Ё.</i>	79
КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЛЕГИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ В АТМОСФЕРЕ АНОДНЫХ ГАЗОВ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ ЭКОСОДЕРБЕРГ <i>Пинаев Е.А., Темлянцева М.В., Большаков Д.Г., Темлянцева Е.Н., Куценко А.И.</i>	87
КИНЕТИКА ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СМОЛОСВЯЗАННЫХ ОГНЕУПОРОВ ДЛЯ ФУТЕРОВОК СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ <i>Якушевич Н.Ф., Запольская Е.М., Темлянцева М.В., Протопопов Е.В., Темлянцева Е.Н., Приходько М.С.</i>	92
ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА <i>Павлов В.В., Романенко Ю.Е., Годик Л.А., Фейлер С.В., Фейлер Д.Т.</i>	98

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2022»

Труды XXIII Международной научно-практической конференции

Часть 1

Под общей редакцией А.Б. Юрьева

Технический редактор	Г.А. Морина
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 16.11.2022 г.
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 22,8 Уч.-изд. л. 25,2 Тираж 300 экз. Заказ № 295

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ