

Литейное

ПРОИЗВОДСТВО

11 2022

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ • ИЗДАЕТСЯ С 1930 г.



Литейное оборудование для ХТС-процессов из Германии

Know-How from Germany

Высококачественное оборудование из одних рук:

- ⇒ Смесители. Формовочные линии. Пневмотранспорт.
- ⇒ Системы регенерации, сепарация хромитового песка.
- ⇒ Устройства окраски, сушки полуформ. Кантователи.
- ⇒ Автоматы сборки форм. Линии заливки и охлаждения.
- ⇒ Учет и контроль производственных процессов.
- ⇒ Регенерация до уровня качества свежего песка.

Фирма FAT в России и СНГ

Тел.: +7(499) 904-3544,

+7(499) 907-5290;

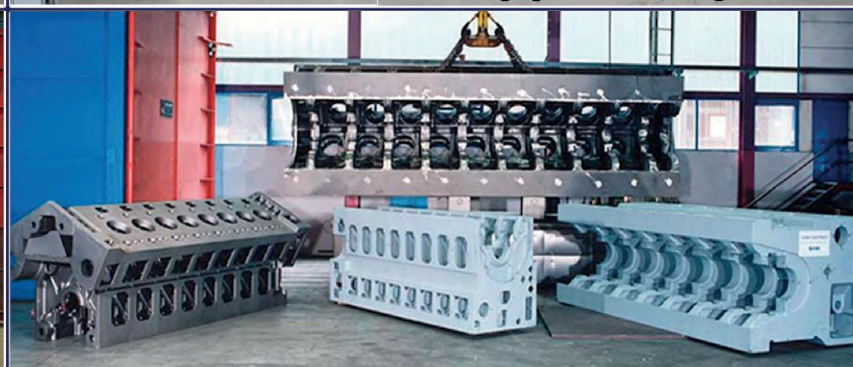
Факс: +7(499) 907-2150;

E-mail: fat@nl.ru;

www.f-a-t.de



Монтажный цех FAT
г. Нидерфишбах, Германия



Отливки любой сложности и назначения

Редакционно-
издательский
совет

ПОДДУБНЫЙ А.Н.
Главный редактор

БАСТ Ю.

АФОНАСКИН А.В.

БУДАНОВ Е.Н.

КИДАЛОВ Н.А.

КОРОТЧЕНКО А.Ю.

МАРУКОВИЧ Е.И.

МАСАЛОВ А.К.

НУРАЛИЕВ Ф.А.

ПАНОВ А.Г.

ПАНФИЛОВ Э.В.

ПИИРАЙНЕН В.Ю.

ТКАЧЕНКО С.С.

ШАТУЛЬСКИЙ А.А.

ШИНСКИЙ О.И.

Издательский дом

«ЛИТЕЙНОЕ
ПРОИЗВОДСТВО»

объявляет подписку
на электронную
версию журнала

«ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО»

(подробнее www.foundrymag.ru)

СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

- 2** Князев С.В., Усольцев А.А., Куценко А.И., Деев В.Б. Кузнецкой научной школе литейщиков – 90 лет • Knyazev S.V., Usoltsev A.A., Kutsenko A.I., Deev V.B. Kuznetsk scientific school of foundry workers – 90 years old

Литейные сплавы. Отливки

- 8** Миненко Г.Н. Влияние графитизации на удельную электропроводность серого чугуна • Minenko G.N. Effect of graphitization on the electrical conductivity of gray iron
- 11** Малинов Л.С. Высокоуглеродистые среднемарганцовистые стали с метастабильным аустенитом и эффектом самозакалки при нагружении • Malinov L.S. High-carbon medium-manganese steels with metastable austenite and self-hardening effect under loading
- 18** Кудряшов А.Э., Костина М.В., Мурадян С.А., Ригина Л.Г., Костина В.С. Структура, механические свойства и хладостойкость литейной азотосодержащей высокопрочной аустенитной стали • Kudryashov A.E., Kostina M.V., Muradyan S.A., Rigina L.G., Kostina V.S. Structure, mechanical properties and cold resistance of cast nitrogen-containing high-strength austenitic steel
- 21** Марукович Е.И., Стеценко В.Ю., Стеценко А.В. Механизмы модифицирования силуминов • Marukovich E.I., Stetsenko V.Y., Stetsenko A.V. Silumin modification mechanisms
- 25** Дорошенко В.В., Барыкин М.А. Зеренная структура и горячеломкость сплава Al–6%Mg–2%Ca, легированного цинком и титаном • Doroshenko V.V., Barykin M.A. Grain structure and hot brittleness of Al–6%Mg–2%Ca alloy doped with zinc and titanium

Специальные способы литья

- 28** Пилипенко А.А. Прочность керамической формы на основе бескремнеземного связующего материала Алюмозоль А • Pilipenko A.A. The strength of the ceramic mold based on the silica-free binder Alyumozol A
- 30** Тимошкин И.Ю., Никитин В.И., Никитин К.В., Нуждин Г.С. Литье в податливый кокиль алюминиевых сплавов • Timoshkin I.Yu., Nikitin V.I., Nikitin K.V., Nuzhdin G.S. Casting of aluminum alloys into a flexible chill mold

Литейное оборудование

- 33** Муравьев Ю.Н., Трещалин А.В. Оборудование ООО «Родонит» для технологии ХТС • Muravyev Yu.N., Treshcalin A.V. Equipment for No-bake process manufactured by Rodonit LLC

Информация. Хроника

- 37** Юрий Николаевич Муравьев. К 65-летию со дня рождения
- 38** К 110-летию Фердинанда Несторовича Тавадзе

Кузнецкой научной школе литейщиков – 90 лет

Kuznetsk scientific school of foundry workers – 90 years old

В 2022 г. Кузнецкой научной школе литейщиков Сибирского государственного индустриального университета исполняется 90 лет. Кафедра литейного производства является практически ровесницей университета, это одна из старейших профильных кафедр. За свои 90 лет, с 1930-х годов прошлого века, литейщики университета ощутили на себе все исторические вехи развития страны (СССР, Российской Федерации) в целом и города Новокузнецка (Кузнецка, Сталинска) в частности: строительство Кузнецкого металлургического комбината (КМК), Великую Отечественную войну, 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. Сергиевским и А.Я. Храповым. Сегодняшние сотрудники университета, продолжатели Кузнецкой школы литейщиков, помнят историю, чтят, сохраняют и приумножают ее традиции.

Приказом директора Сибирского института черных металлов (СИЧМ) № 119 от 14 июня 1932 г. была открыта кафедра литейного производства. Первым заведующим кафедрой был назначен доцент Павел Николаевич Бидуля, работавший начальником строящегося литейного цеха Кузнецкого металлургического комбината (КМК). В 1935 г. состоялся первый выпуск 12-ти инженеров-металлургов по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов». В 1936 г. П.Н. Бидуля перешел полностью на производственную работу, а литейную кафедру возглавил канд. техн. наук А.И. Смирнов.

Под руководством А.И. Смирнова была проведена серия сравнительных исследований по изучению литейных и передельных 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 чугунных 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 проф. 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 г. заведующим кафедрой был избран ее выпускник – канд. техн. наук, доцент Арий Яковлевич Храпов. В период его работы в качестве заведующего 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.

В 1960...1980-х гг. сотрудники кафедры Н.И. Таран, В.Я. Климов, В.П. Антонов выполнили комплексные исследования по литейным свойствам сплавов. Разработанные методики контроля заполняемости литейных форм, исключающие 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 ряде машиностроительных и металлургических предприятий. Исследования по этой тематике продолжают и в настоящее время.

В это же 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 (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. Выпускники кафедры доцент И.К. Коротких и Б.А. Кустов

(впоследствии – директор ЗСМК с 1986 по 1994 гг.) 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 Западно-Сибирском металлургическом комбинате (ЗСМК) массовое производство изложниц из чугуна первой плавки.

В 1972 г. на базе кафедры литейного производства Сибирского металлургического института был организован единственный в СССР 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 гг. – в университет г. Аннаба (Алжир).

С 1974 по 1986 гг. кафедрой руководили доценты И.А. Зоткин, Н.Д. Чесноков, В.Я. Климов. С 1986 по 1999 гг. 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 опытно-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 база (С.В. Князев и А.И. Куценко), было подготовлено методическое и программное обеспечение. К обучению студентов по этой специализации привлекались высококвалифицированные специалисты, в том числе и с предприятий, кандидаты и доктора наук.

С 1999 по 2000 гг. кафедрой заведовал канд. техн. наук, профессор Г.Л. Маркс, с 2000 по 2008 гг. – канд. техн. наук, доцент В.Я. Климов, с 2008 по 2014 гг. – д-р техн. наук, профессор В.Б. Деев.

На **рис. 1** представлены заведующие кафедрой литейного производства с 1932 по 2014 гг.

Сотрудниками и аспирантами кафедры под руководством д-ра техн. наук, профессора И.Ф. Селянина за период 1999...2014 гг. проведены комплексные исследования по влиянию различных физических воздействий – высокотемпературных перегревов (В.Б. Деев, А.В. Феоктистов, А.П. Войтков, А.Н. Дробышев), вибрации (А.И. Куценко, О.Г. Приходько, Р.М. Хамитов, 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), разработана ресурсосберегающая технология получения отливок из алюминиевых сплавов по газифицируемым моделям (К.В. Пономарева). 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.

В этот период 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, разрабатываются пакеты прикладных программ по многим курсам.

В 2010-х гг. благодаря помощи выпускников кафедра решает вопросы расширения баз практик, материально-технического обеспечения учебного процесса, методологии прикладных научных исследований. Так, в литейной лаборатории был установлен плавильный комплекс ИСТ-0,06, приобретенной для кафедры д-ром техн. наук, профессором Владимиром Сергеевичем Лисиным, выпускником 1979 г.

В 2014 г. приказом ректора Сибирского государственного индустриального университета была создана кафедра материаловедения, литейного и сварочного производства путем слияния трех 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»* являлась подготовка бакалавров, магистров, аспирантов, выполняющих следующие виды деятельности: производственно-технологическую, научно-исследовательскую, организационно-управленческую и проектную. Объектами деятельности выпускников были 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 проходит 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. Имеющаяся база для проведения научных исследований позволяет осуществлять широкий уровень научно-исследовательских и хозяйственных работ.

В 2014 г. д-р техн. наук, профессор В.Б. Деев перешел на работу в Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Москва). Кафедру материаловедения, литейного и сварочного производства возглавил д-р техн. наук, профессор Николай Анатольевич Козырев (**рис. 2**).

С 1 мая 2022 г. приказом ректора университета кафедра *«Материаловедение, литейное и сварочное производство»* была ликвидирована.

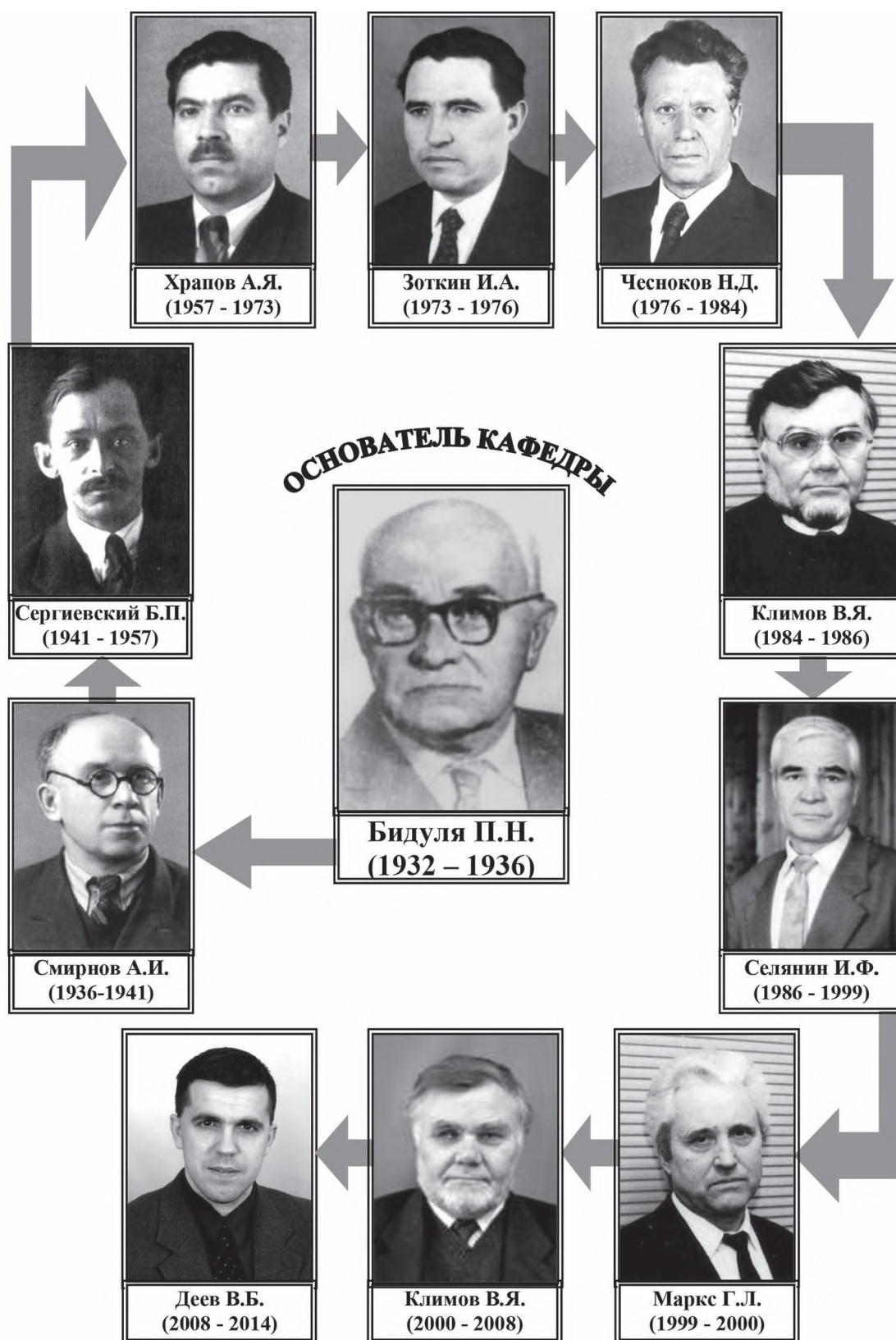


Рис. 1. Заведующие кафедрой литейного производства университета с 1932 по 2014 гг.

Оставшиеся представители литейной школы С.В. Князев и А.А. Усольцев были переведены на кафедру металлургии черных металлов (МЧМ). 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 (направление – Литейное производство) под научным руководством доцента С.В. Князева: Б.М. Соколов защитил научно-квалификационную работу на тему «Разработка технологии получения пористых литых заготовок из алюминиевых сплавов вакуумным всасыванием», Н.В. Ознобихина – на тему «Разработка технологии формирования композиционных литых алюминиевых заготовок». Разработанные технологии получения пористых литых заготовок и формирования композиционных литых алюминиевых заготовок являются актуальными и значительно расширяют области их применения в промышленности.

С 2022 г., в связи с отсутствием специальной кафедры литейного производства в СибГИУ, начал активно развиваться созданный научно-образовательный центр (НОЦ) «Инновационные литейные технологии» (директор С.В. Князев, канд. техн. наук, доцент), входящий в состав управления научных исследований СибГИУ.

Центр инновационных литейных технологий ориентирован на проведение поисковых, фундаментальных и прикладных научных исследований, ведение образовательной деятельности по программам высшего

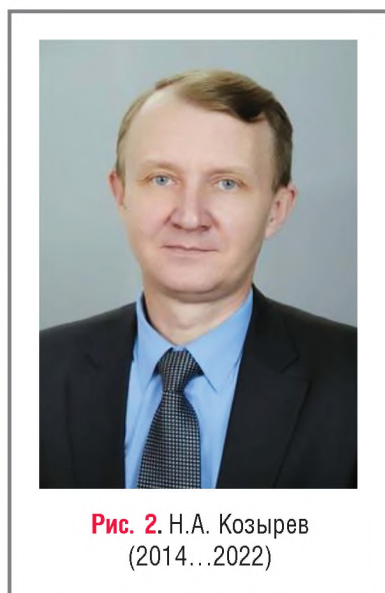


Рис. 2. Н.А. Козырев
(2014...2022)

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 его директоров Александра Константиновича Киселева и Владимира Александровича Киселева, предназначен для единичного и мелкосерийного выпуска отливок из черных металлов массой до 60 кг по стали, а также цветных металлов и сплавов массой 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), вакуумоплочной 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 (ЦКП) «Прототипирование и аддитивные технологии» под

руководством ученика профессора И.Ф. Селянина – канд. техн. наук 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 канд. техн. наук С.В. Морина) и обучения рабочим профессиям литейного производства. Специалисты СибГИУ, представители Кузнецкой научной 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» им. акад. М.Ф. Решетнева, г. Железнодорожск, ООО «КЗЛЗ», г. Новокузнецк, АО «Завод Точлит», г. Псков и др.).

Начиная с 2014 г. специалистами НОЦ решалась задача автоматизации управления технологическими процессами с использованием цифровых АСУТП (Рубцовский филиал АО «Алтайвагон»). Данные системы позволяют вести управление процессами в замкнутом контуре (локально)



В.К. Сотников



Б.А. Кустов



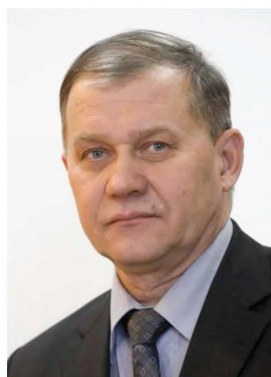
В.С. Лисин



Г.Х. Фишер



В.И. Чичков



Ю.В. Кайро



И.Ф. Селянин

Рис. 3. Выдающиеся представители Кузнецкой школы литейщиков

по predetermined алгоритмам, реализовывать оптимальные стратегии управления с применением систем усовершенствованного управления и автоматически выполнять последовательности операций (например, пуск и останов оборудования, или расчет и шихтовка (металлошихта, формовочные и стержневые смеси) рецептур многостадийных периодических процессах).

В настоящее время учеными-литейщиками НОЦ прорабатываются теоретические аспекты и практические области применения элементов цифровой трансформации в области литейного производства.

Так, в рамках цифровой трансформации, проработана концепция создания для литого изделия цифрового (digital) паспорта, который будет хранить весь жизненный цикл продукта. Пооперационный контроль качества готовой продукции позволит сформировать систему учета и идентификации готовой продукции на предприятии, сформировать цифровой (digital) паспорт изделия, обеспечит прямую связь с потребителем, наладит оперативный электронный документооборот изготавливаемой продукции, исключит контрафакт и подделку

продукции, выявит возможные причины отказа и поломки изделия в составе оборудования, позволит прогнозировать его техническое состояние и резко повысит уровень управления качеством. Таким образом, создается рабочее online-пространство для оперативного обмена достоверной документацией с завода-производителя и взаимодействия поставщика с заказчиками. Помимо этого, производитель получает значительный объем аналитической информации, грамотно используя который, он сможет удерживать затраты на производство литого изделия на низком конкурентном уровне.

Проводятся работы по внедрению в литейные технологии элементов продвинутой аналитики, применимые для широкого спектра производственных задач: оптимизации процессов, создания систем динамического управления процессами, сквозного управления качеством продукции.

С.В. Князев, А.А. Усольцев, А.И. Куценко
(Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)
В.Б. Деев (НИТУ «МИСиС», Москва)

К АВТОРАМ!

- Статьи должны быть с рецензиями, экспертным заключением.
- Желательно, чтобы статьи содержали УДК.
- К статье обязательно прилагается **краткая аннотация** и **ключевые слова** на русском и желательно английском языках.
- Текст статьи, который должен содержать заголовок на русском и желательно английском языке, сохраняйте в редакторе MS Word.
- Все единицы измерения даются в Международной системе единиц (СИ).
- Статья должна содержать ссылки на все рисунки и таблицы, а также подписи к ним.
- Все рисунки, эскизы, фрагментарные чертежи, диаграммы, графики, схемы должны быть четкими (с разрешением, как минимум, 300 dpi), присланы отдельными файлами со стандартным графическим расширением *.tif (растровые), *.eps (векторные), в цветовой модели – CMYK (с отдельным приложением используемых шрифтов, если они нестандартные).
- Формулы и буквенные обозначения набирайте четко, крупно.
- В тексте ссылка на литературу дается порядковым номером в квадратных скобках; список литературы составляется в порядке цитирования работ; для статей обязательно указывать название журнала, сборника и т.п., в которых они опубликованы, год издания, том, начальную страницу; ссылки на неопубликованные труды не допускаются.
- Объем статьи – не более 8 страниц, рисунков – не более 4.
- Статья должна быть подписана всеми авторами.
- Необходимы **сведения об авторах**: фамилии, имена, отчества, ученая степень, должность, место работы, электронные адреса и телефоны.

Учредители

- КОЛЛЕКТИВ РЕДАКЦИИ
- АССОЦИАЦИЯ ЛИТЕЙЩИКОВ УКРАИНЫ
- БЕЛОРУССКАЯ АССОЦИАЦИЯ ЛИТЕЙЩИКОВ
- РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ЛИТЕЙЩИКОВ
- СОЮЗ ЛИТЕЙЩИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
- ПАО «КАМАЗ»
- АО «АВТОВАЗ»

Издатель

ООО «Литейное производство»

Главный редактор

Д-р техн. наук
А.Н. Поддубный

Журнал готовили

А.И. Батышев
Е.В. Трушина

Наш адрес:

111396, Москва,
Союзный пр-т, 14/9, 232

Телефон/факс

+7 (495) 303-85-81

e-mail: liteinoe2006@yandex.ru

Сайт www.foundrymag.ru

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале «Литейное производство», осуществляется только с разрешения редакции

Сдано в набор 01.10.2022

Подписано в печать 01.11.2022

Дата выхода в свет 10.11.2022

Формат 60х80 1/8

Печать цифровая

Отпечатано в типографии

ООО «Белый Ветер»,
115054, Москва, ул. Дубининская,
д. 68, к. 3, оф. 6

Цена договорная