



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ИНСТИТУТУ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ (ОАО «ВНИИМТ») — 90 ЛЕТ

Генеральный директор докт. техн. наук, проф. Л. А. Зайнуллин,
Председатель Совета директоров докт. техн. наук, проф. Г. М. Дружинин
ОАО «ВНИИМТ» (г. Екатеринбург, Россия)

Представлены этапы развития, современное состояние и основные достижения НИИ металлургической теплотехники в последние годы.

Ключевые слова: теплотехнические расчеты, методические рекомендации, инновационные разработки, ввод в эксплуатацию высокотехнологичных агрегатов.



Л. А. Зайнуллин



Г. М. Дружинин

Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники был создан в мае 1930 г. как Уральское отделение Всесоюзного теплотехнического института им. Ф. Э. Дзержинского (УОВТИ). Инициатором его создания и первым директором (1930 — 1931 гг.) был будущий академик Н. Н. Доброхотов. В 1940 г. институт был передан в ведение Наркомчермета и получил статус самостоятельного института — Восточный научно-исследовательский институт топливopользования (ВНИИТ), директор — В. И. Гредин, заместитель по научной части А. В. Кавадеров. В 1941 г. директором ВНИИТ был назначен А. М. Чарушников, который занимал эту должность до 1969 г. А. В. Кавадеров являлся научным руководителем института до 1980 г.

В 1956 г. институт был реорганизован во Всесоюзный научно-исследовательский институт металлургической теплотехники. В 1994 г., после акционирования, получил статус ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ»).

В 1960-е годы в институте удалось создать прекрасно оснащенную материально-техническую базу с современными лабораториями и экспериментальными корпусами, значительно увеличилась численность научных работников и производственного персонала. В 1968 г. ВНИИМТ был утвержден в Минчермете

СССР головным институтом по металлургической теплотехнике, а в 1977 г. — общепромышленным (центральным) институтом по металлургической теплотехнике с возложением на него обязанностей координации работ по использованию вторичных тепловых энергетических ресурсов.

В период с 1960 до 1990 гг. институтом были выполнены наиболее значимые экспериментальные и теоретические работы, которые не потеряли своей актуальности и в настоящее время.

Сотрудники ВНИИМТа были участниками практически всех новостроек в черной и цветной металлургии, а также в других отраслях, связанных с металлургической теплотехникой. К этому времени в институте уже были созданы и получили дальнейшее развитие научные школы по различным направлениям: лучистому и сложному теплообмену, физическому и математическому моделированию тепловых процессов, газодинамике двухфазных сред и пневмотранспорту, исследованию теплофизических процессов при обжиге и металлизации железорудного сырья, теории горения жидкого и газообразного топлива, грануляции металлургических расплавов. Эти достижения связаны в первую очередь с именами Г. Н. Кружилина, Н. Н. Доброхотова, А. С. Невского, А. В. Кавадерова, В. Н. Тимофеева, А. В. Арсеева, И. В. Белова, В. А. Успенского, В. В. Чукина, В. Н. Курочкина, А. М. Штейнберга, К. В. Маликова, Н. М. Бабушкина,

Н. А. Ширинкина, С. И. Привалова, К. М. Пахалуева, Ф. Р. Шкляра, В. М. Бабошина, Ю. М. Кузнецова, Г. М. Майзеля, Б. А. Боковикова, Ю. А. Самойловича, М. А. Шаранова и других ученых. Необходимо отметить активную роль в этом развитии директоров института канд. техн. наук А. И. Чарушникова (1941 – 1969) и докт. техн. наук, проф. В. М. Бабошина (1969 – 1991), научного руководителя института докт. техн. наук, проф. А. В. Кавадерова и директора опытно-экспериментального производства канд. экон. наук В. А. Терентьева (1966 – 1990).

За высокие показатели в развитии науки и техники к 50-летию юбилею институт был награжден орденом «Знак Почета». В разные годы многие сотрудники института были удостоены звания лауреатов Государственной премии СССР, премии Совета Министров СССР, премии им. И. П. Бардина, премии-медали им. В. Е. Грум-Гржимайло, почетных званий «Заслуженный металлург РФ», «Заслуженный изобретатель РСФСР» и «Почетный металлург».

В XXI веке институт не только сумел сохранить основной состав научных кадров, но и создал новые подразделения в соответствии с реальным положением в промышленных отраслях. Проектно-конструкторский центр, насчитывающий в настоящее время более 30 человек, выполняет комплексные работы в тесном взаимодействии с научными лабораториями и другими подразделениями акционерного общества.

Лаборатория испытаний и исследований огнеупорных и теплоизоляционных материалов расширяет возможности института при комплексном выполнении проектно-конструкторских и пусконаладочных работ, а также при проведении теплотехнических обследований и энергоаудита тепловых агрегатов.

За последние годы институтом выполнен ряд крупных комплексных проектов, заметно влияющих на улучшение показателей производства промышленных агрегатов практически во всех переделах черной металлургии.

ОАО «ВНИИМТ» разработал технические и технологические решения, теплотехническую схему для реконструкции действующих обжиговых машин № 9-12 АО «ССГПО» (г. Рудный, Республика Казахстан) для производства железорудных окатышей в количестве 3 млн т/год для их последующей металлизации. Было показано, что с относительно небольшими капитальными затратами можно обеспечить высокие технико-экономические показатели работы существующих обжиговых машин при качестве окатышей, необходимом для их последующей металлизации в шахтных печах.

Возобновилось сотрудничество ОАО «ВНИИМТ» с крупнейшим горно-обогатительным комбинатом Украины ЧАО «Северный горно-обогатительный комбинат» (ЧАО «СевГОК»), г. Кривой Рог, входящим в ООО «Метинвест холдинг». По заданию ООО «Метинвест инжиниринг» ОАО «ВНИИМТ» выполнило комплексное теплотехническое обследование обжиговых конвейерных машин Lurgi-278A, ОК-306, Lurgi 552-A и 552-B и разработало технические решения по

увеличению удельной производительности обжиговых машин не менее 1 т/(м² · ч). При этом снижается расход топлива и электроэнергии при высоком качестве окатышей.

В ОАО «ЕВРАЗ Качканарский ГОК» продолжают поставки эффективных горелочных устройств на обжиговые конвейерные машины ОК-228, обеспечивающие экономию природного газа на 1,5–2 м³/т и расхода электроэнергии. К особенностям разработанных в ОАО «ВНИИМТ» инжекционных горелочных устройств тепловой мощностью 7,0 МВт относятся наличие двух топливных частей и горелочных камней, установка непосредственно в стенке горна, развитие факелов в сносящем потоке воздуха, перетекающего из зоны охлаждения в зону обжига непосредственно по горну. Это связано с отсутствием переточного коллектора на обжиговых машинах.

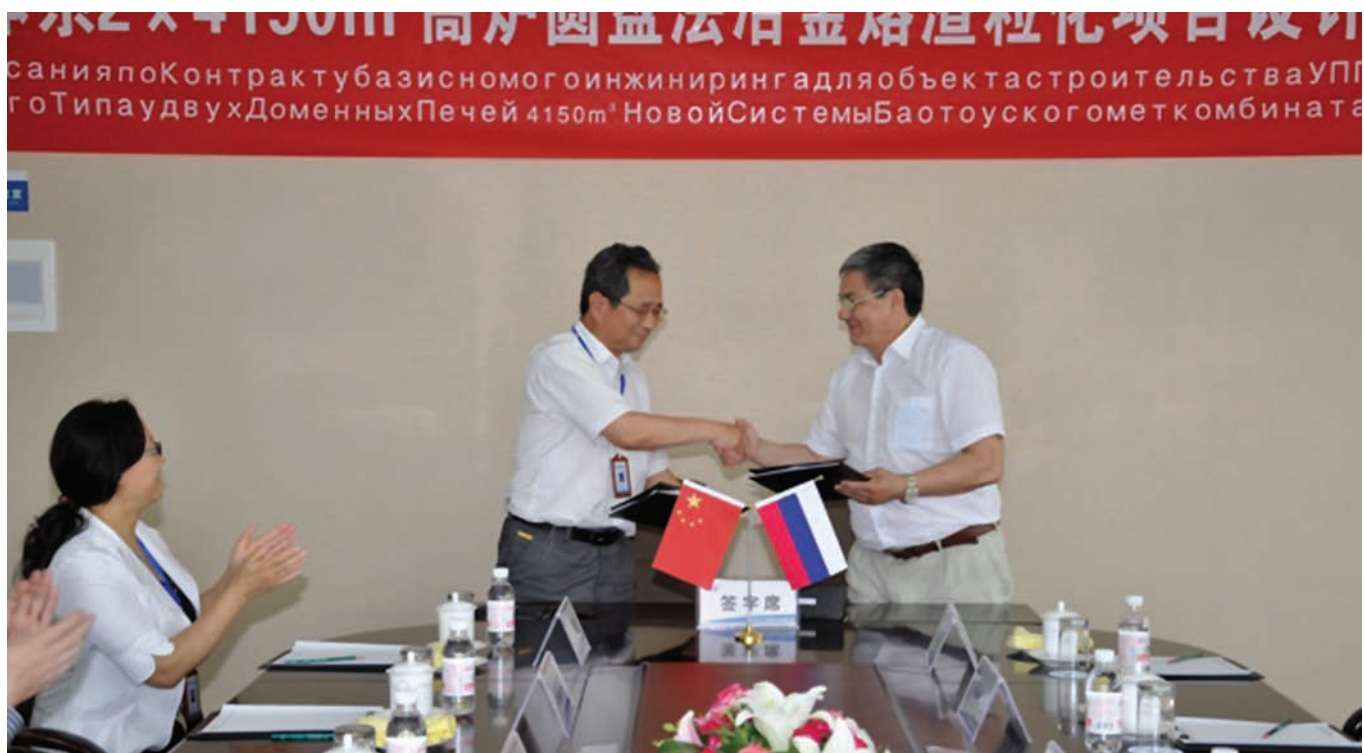
Для АО «Карельский окатыш» выполнены работы по проектированию установки для приготовления и обработки суспензией поверхности обожженных окатышей для технологии прямого восстановления железа. Разработанная технология позволяет исключить слипание окатышей при их восстановлении, что особенно актуально при их металлизации в шахтных печах.

Разработана конструкторская документация по техническому перевооружению обжиговой машины ОК-306 АО «Лебединский ГОК», включая модернизацию зоны сушки, охлаждения, перераспределение площадей технологических зон.

Для ПАО «Косогорский металлургический завод» проработаны предварительные технические решения и выполнены теплотехнические расчеты по возможности использования существующего блока воздухонагревателей на доменной печи, требующей в 3 раза меньшего количества горячего дутья. При этом его температура увеличится не менее чем на 30–70 °С.

Для доменных печей большого объема (3000–5000 м³) ОАО «ВНИИМТ» были созданы и внедрены впервые в мире припечные установки грануляции доменного шлака, позволившие полностью отказаться от парка шлаковозных ковшей, 100 %-ную переработку всего выхода жидкого шлака в высококачественный по стеклофазе граншлак для использования в цементной промышленности. Первая установка была внедрена на ДП № 9 завода «Криворожсталь» в 1973 г., вслед за этим — на НЛМК на ДП № 6 в 1978 г. и на Череповецком меткомбинате на ДП № 5 в 1985 г. Аналогичные установки грануляции шлака в 1989 г. были запущены на ДП № 7 Бхилайского меткомбината (Индия). Впоследствии такие установки были внедрены на Надеждинском металлургическом заводе ГМК «Норильский никель»: в 1998 г. 1-я линия, в 2005 г. — 2-я линия. В 2012 г. были внедрены установки на Тяньцзинском металлургическом заводе (Китай) и в 2014 г. на Баотоуском меткомбинате на двух доменных печах объемом по 4150 м³.

Как правило, все припечные установки грануляции шлака строятся по индивидуальному проекту ОАО «ВНИИМТ» с изготовлением и поставкой нестандартизированного оборудования разработки института.



Такое уникальное оборудование, как эрлифты шлаковые, эрлифты водяные взамен водяных насосов, обезвоживатели граншлака карусельные, грануляторы, защищены патентом РФ, так же как и вся установка комплекса. В развитие своих разработок по гранустановкам ВНИИМТ предлагает установки припечной грануляции шлака, дополненные системой конденсации пара, позволяющей практически полностью исключить выбросы сернистых соединений в атмосферу, и возвращать нейтрализованный конденсат в оборотную систему водоснабжения завода.

Разработана также новая установка сухой грануляции жидких шлаков (практически любых) с получением сухого продукта за счет полного испарения охлаждающей воды, которая подается только на диспергацию расплава. Диспергация шлака водяными струями осуществляется на поверхность пересыпающегося шарового слоя, создаваемого во вращающемся барабанном охладителе с колосниковой решеткой на всю длину корпуса. Такая установка позволяет получать полностью сухой граншлак без системы оборотного водоснабжения, соответственно — без насосов, шлакоподъемных устройств, обезвоживателя и с пониженным выходом сернистых соединений в пар, а при конденсации пара — полным исключением выбросов пара в атмосферу.

ОАО «ВНИИМТ» изготавливает и поставляет медные кессоны для Надеждинского металлургического завода ГМК «Норильский никель», а также медные дутьевые фурмы для доменных печей своей разработки и предлагает к поставке медные холодильники своей конструкции.

В институте традиционно проводятся работы в области металлизации железорудных материалов. Разработана технология восстановления различных желе-

зорудных окатышей твердым восстановителем (углем) во вращающейся печи для Михайловского завода (Иркутская область), на котором была проведена реконструкция с изменением технологии, заменой обжига магнезита на металлизацию железорудного материала. Михайловский завод успешно эксплуатируется. Кроме того, в институте разработаны технологии твердофазной металлизации железных руд Яковлевского месторождения (Россия) и Бапы (Казахстан).

В ОАО «ВНИИМТ» также разработана инновационная технология прямого восстановления железа и других железосодержащих материалов (ферросплавов) твердым восстановителем в электродуговой печи постоянного тока специальной конструкции из мелкозернистых материалов, включая руду, концентрат, железосодержащие шламы. Получаемый продукт — чугуны с содержанием углерода 3-4 % или любой другой сплав в зависимости от состава исходного продукта. Отличительной особенностью способа является восстановление при сверхвысоких температурах — от 2000 до 5000 °С и более, благодаря чему процесс восстановления осуществляется без применения каких-либо флюсующих материалов. Способ опробован на лабораторной установке мощностью трансформатора 6 кВт. Проверена восстановимость нескольких десятков типов разных железосодержащих руд, концентратов, шламов с содержанием цинка и других вредных примесей, включая сидеритовые руды, красные шламы, окалину, хромистые, марганцевые руды и никелевый концентрат с получением качественного продукта. К преимуществам разработанного способа можно отнести низкий расход восстановителя (угля) — 15-20 %, низкий выход газов (в основном CO₂) — около 200 кг/т чугуна, низкий выход шлаков — 150-200 кг/т чугуна, отсутствие потребности в воздухе, кислоро-

де, коксе, природном газе и других энергоносителях, кроме электроэнергии и воды с углем. Кроме того, при переработке цинксодержащих шламов возможно улавливание металлического цинка. В настоящее время строится опытная установка производительностью 100-150 кг/ч чугуна.

Последние годы институт занимается исследованиями в области дефосфорации железных руд. Разработана пирогидрометаллургическая технология извлечения фосфора из гравитационно-магнитного концентрата, полученного из железной руды Лисаковского месторождения (Казахстан). Проведены пусконаладочные работы на опытно-промышленном участке по удалению фосфора из Лисаковского концентрата.

Проведены лабораторные исследования и разработана пирогидрометаллургическая технология обжига, обогащения и дефосфорации железной руды месторождения Gara Djebilet (Алжир) с получением обезфосфоренного концентрата, пригодного для использования в доменном переделе.

Институт традиционно продолжает заниматься вопросами нагрева металла перед прокаткой и термообработкой, решая данные проблемы комплексно — от разработки проекта до поставки оборудования, шефмонтажных и пусконаладочных работ. За последние годы выполнено несколько проектов нагревательных и термических печей различных конструкций для Омутнинского металлургического завода, предприятия Антильяна-де-Асеро (Куба), завода «Vol-Stahl» (Франция). Выполнен проект, проведены строительно-монтажные работы, запущен и сдан в эксплуатацию термический участок в составе цеха ПАО «Машиностроительный завод им. М. И. Калинина», проведено обследование и разработаны основные технические

решения по техперевооружению нагревательной печи № 1 стана 250-2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

Выполнен комплекс работ по совершенствованию процессов газодинамики и теплообмена в конвективных печах с циркуляцией газовой среды с целью повышения энергоэффективности и качества нагрева изделий. На основе разработанной методики проведен сравнительный расчетный анализ режимов нагрева садки в металлургических печах с циркуляцией газовой среды. Показано, что конвективная печь, оборудованная новыми нагревателями и вентиляторами, позволяет существенно снизить энергозатраты в расчете на единицу продукции по сравнению с известными печами подобного типа. В результате экспериментальных исследований впервые получены безразмерные зависимости конвективного теплообмена от поверхности вращающегося вала печного вентилятора, оборудованного устройствами охлаждения различных конструкций. На основе полученных расчетных и экспериментальных данных разработаны пути повышения энергоэффективности тепловой обработки изделий в металлургических печах с конвективным типом теплообмена.

Результаты исследований были использованы при разработке и внедрении печи теплового обезжиривания стеклосетки, применяемой в качестве теплоизоляционного материала в двухслойных лифтовых трубах газонефтяного сортамента. Кроме того, на основе новых электронагревателей и высокотемпературных вентиляторов разработана и введена в промышленную эксплуатацию в ПАО «Синарский трубный завод» установка для нагрева и охлаждения лифтовых труб при вакуумировании с реверсивным движением теплоносителя. На основе полученных результатов разработан типовой ряд новых устройств охлаждения ва-



лов вентиляторов печей для нагрева и термообработки заготовок в ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» и ПАО «ВСМПО-АВИСМА», г. Верхняя Салда Свердловской области.

Центром новых систем охлаждения и технологий термоупрочнения металлов разрабатываются и вводятся в промышленную эксплуатацию высокотехнологичные агрегаты для термоупрочнения металла с прокатного и специального нагрева с экономичными системами автономного водоснабжения, работающие в автоматизированном режиме управления технологическим процессом. Обеспечивается полный цикл работ — от разработки до сдачи под ключ систем регулируемого охлаждения.

На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследовательских работ на стендовых и промышленных агрегатах разработана методология выбора научно обоснованных конструктивных и режимных параметров высокотехнологичных агрегатов для термоупрочнения металла. Проведенный комплекс работ позволил создать устройства регулируемого охлаждения для термоупрочнения различных видов проката: листа из стальных, титановых, алюминиевых сплавов, арматуры, труб, рельсов, железнодорожных колес, рельсовых подкладок и накладок, а также различных изделий машиностроения. Всего для промышленности было создано свыше 20 различных устройств для термоупрочнения проката со специальным и прокатного нагрева.

За последние годы разработаны и введены в эксплуатацию несколько высокотехнологичных агрегатов для термоупрочнения различных видов проката:

устройство контролируемого охлаждения (УКО) стана 5000 ОАО «Северсталь», обеспечивает возможность выполнения в одном агрегате различных технологических операций: закалки, закалки с самоотпуском, термомеханической обработки после прокатки с прерыванием охлаждения при температуре 400 – 700 °С листов толщиной 10 – 150 мм, шириной 1000 – 5000 мм из углеродистых, легированных и нержавеющей сталей;

устройство термоупрочнения арматуры № 25 – 40 мм за станом 350 ОАО «Северсталь», обеспечивающее классы А500 и А600;

участок термоупрочнения арматуры № 12 – 32 классов А500 – А1000 за станом 280 ГУП ЛПЗ (г. Ярцево Смоленской обл.), оснащенный автономной системой водоснабжения. При участии ОАО «ВНИИМТ» освоено производство и получен сертификат соответствия на арматуру класса А500С. Отработаны технологические режимы производства арматуры № 12 – 25 класса А600С, освоено производство и получены сертификаты соответствия на арматуру № 12 – 18 класса Ат800;

участок производства рельсовых накладок для рельсов Р65 и Р75 на Нижне-Салдинском МЗ. В состав участка входит устройство регулируемого водяного охлаждения, реализующее технологию закалки с

самоотпуском, которая заменила применяемую ранее экологически «грязную» операцию закалки в масле с последующим отпуском.

Все введенные в промышленную эксплуатацию устройства регулируемого охлаждения оснащены АСУ.

ОАО «ВНИИМТ» совместно с испытательной лабораторией горелочных устройств ООО НПФ «Горелочный центр» сегодня является одним из основных разработчиков и поставщиком промышленных горелочных устройств для предприятий черной и цветной металлургии. По многочисленным заявкам предприятий разрабатываются, изготавливаются, испытываются и поставляются горелки как для ремонтных нужд, так и для новых агрегатов и технологий. За последние пять лет к наиболее значимым поставкам относятся: два комплекта горелочных устройств с арматурными стойками и полной автоматикой безопасности и управления для печей-миксеров ОАО «АГМК» (г. Алма-лык), автоматизированные горелочные устройства для печи обжига шамота и печи обжига пропантов АО «Боровический комбинат огнеупоров», горелки для сжигания водорода (ООО «Синклит», г. Пермь), инжекционные горелки малой и большой мощности для нагревательных печей АО «ЕВРАЗ НТМК», горелки для вращающихся печей ООО «Оренбургский пропант», автоматизированные горелочные устройства для трубчатой печи установки ППТБ-5 (ООО «НПО Ингазпереработка»), комплекс горелочного оборудования для нагрева под термообработку шарового резервуара объемом 5000 м³ (АО ПО «Уралэнергопромонтаж»), горелки для печей обжига известняка (АО «Учалинский ГОК»), горелки для вельц-печи (ОАО «Челябинский цинковый завод»), жидкотопливные горелки для печи сушки АО «Апатит».

В связи с применением набивных и наливных футеровок для разливочных ковшей различного назначения и емкости возник интенсивный спрос на установки сушки и подогрева ковшей, в том числе и промежуточных для УНРС. В институте разработаны разные варианты стенов, позволяющие обеспечить требования температурных режимов при сушке, разогреве разливочных емкостей для любых видов футерованных материалов. В настоящее время разработаны, изготовлены, поставлены и введены в эксплуатацию ковши для ЗАО «АСК» (АО «КМК «ТЭМПО», г. Набережные Челны), Аксуского завода ферросплавов — филиал АО «ТНК «Казхром» (г. Аксу, Республика Казахстан), АО «Уралредмет» (г. В. Пышма, Свердловская обл.).

Поздравляем славный коллектив ОАО «ВНИИМТ» с юбилеем и надеемся, что нестабильная международная и экономическая обстановка переориентирует отечественные промышленные предприятия на более тесное научно-техническое сотрудничество с российскими производителями и разработчиками.

На правах рекламы

Контактная информация

Данная статья опубликована в журнале Сталь № 5, 2020 г., посвященном 90 летнему юбилею научно-исследовательского института металлургической теплотехники ОАО «ВНИИМТ». Институт ВНИИМТ предлагает эффективные технологии переработки металлургического сырья и энергоэффективные печные агрегаты, горелочные устройства для металлургии и машиностроения.

Если Вас заинтересовала информация, представленная в данной статье, Вы можете обратиться по следующим координатам.

ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»
(ОАО «ВНИИМТ»).

620137, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, д. 16

Генеральный директор

Зайнуллин Лик Анварович

Тел. +7 (343) 374-03-80

Факс.: +7 (343) 374-29-23

Email: aup@vniimt.ru

www.vniimt.ru