

ОТЧЕТ за 2019-2023 гг.

1. *Наименование Научной школы:* Энергоэффективные технологии и информационно-моделирующие системы в металлургии
2. *ФИО руководителя:* Спирин Николай Александрович
3. *Количество и список членов научной школы, работающих в настоящее время в УрФУ:*
 1. Спирин Н.А. – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Теплофизика и информатика в металлургии», заслуженный работник высшей школы РФ
 2. Лавров В.В. – д-р техн. наук, профессор кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 3. Загайнов С.А. – д-р техн. наук, профессор кафедры «Металлургия железа и сплавов».
 4. Зайнуллин Л.А. – д-р техн. наук, заслуженный металлург РФ, профессор кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 5. Дружинин Г.М. – д-р техн. наук, заслуженный металлург РФ, профессор кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 6. Юрьев Б.П. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 7. Матюхин В.И. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 8. Лошкарев Н.Б. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 9. Матюхин О.В. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 10. Гилева Л.Ю. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Металлургия железа и сплавов».
 11. Киселев Е.В. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 12. Гольцев В.А. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 13. Куделин С.П. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 14. Калганов М.В. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 15. Истомин А.С. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 16. Щипанов К.А. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 17. Шаврин В.С. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 18. Гурин И.А. – канд. техн. наук, доцент, кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 19. Глухов И.В. – канд. техн. наук, ассистент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»
 20. Девярых Е.А. – старший преподаватель кафедры «Теплофизика и информатика»
 21. Дудко В.А. – ассистент кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»

22. Ившин А.А. – ассистент (аспирант) кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии».
23. Федотов Г.А. ассистент (аспирант) кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»

4. Результаты деятельности за 2019-2023 гг.

Научная школа «Энергоэффективные технологии и информационно-моделирующие системы в металлургии» решает научные проблемы повышения энергоэффективности высокотемпературных металлургических технологий.

Важнейшие направления исследований ученых школы:

- 1) развитие теории тепломассообмена применительно к пирометаллургическим технологиям, математическое моделирование теплофизических процессов в металлургии.
- 2) разработка ресурсо- и энергосберегающих, экологически безопасных конструкций и режимов работы нагревательных, термических и плавильных печей;
- 3) разработка новых технологий и аппаратов для грануляции металлургических расплавов, обжига металлургического сырья, очистки железорудного концентрата от фосфора, прямого получения металлизированного продукта, прямого восстановления железа в электродуговой печи;
- 4) разработка теплотехнических аппаратов и топливосжигающих устройств мирового уровня с целью энергосбережения и снижения выбросов вредных веществ и парниковых газов;
- 5) создание новых конструкций и тепловых режимов шахтных печей и слоевых установок, обеспечивающих достижение лучших мировых показателей по производительности, расходу топлива, экологичности и надежности;
- 6) исследование процессов тепло- и массообмена, газодинамики гетерофазных сред в высокотемпературных агрегатах и разработка на этой основе новых информационно-моделирующих интеллектуальных систем технологических процессов в пирометаллургии.

За последние 5 лет участниками научной школы разработаны, внедрены на крупнейших металлургических предприятиях России (ПАО «ММК», ПАО «ЕВРАЗ НТМК», ПАО «НЛМК», УГМК, АО «Уральская сталь», Уралвагонзавод, Уралмаш, Кировский завод по обработке цветных металлов, Каширский завод металлоконструкций, Челябинский металлургический комбинат, ЛебГОК, Качканарский ГОК, ССГОК, Первоуральский новотрубный завод, Северский трубный завод, Челябинский металлургический комбинат и др.) новые конструкции шахтных, нагревательных и плавильных печей, топливосжигающих устройств, современные информационно-моделирующие системы для управления сложными энергонасыщенными комплексами (доменное, агломерационное производство, шахтные печи для обжига известняка и др.).

Сотрудниками научной школы проведены исследования процессов тепло- и массообмена и газодинамики гетерофазных сред в высокотемпературных агрегатах и разработка на этой основе новых информационно-моделирующих систем технологических процессов в металлургии. Получены следующие основные результаты:

- На основе расчетно-теоретических и экспериментальных исследований предложены новые конструкции и усовершенствованы режимы работы существующих нагревательных, термических и плавильных печей, горелочных устройств.

- В области теплотехники шахтных печей предложены и опробованы комплекс конструктивных и режимных параметров, обеспечивающих повышение производительности печей, снижение удельного расхода кокса и выбросов в атмосферу.
- Разработаны математическое, алгоритмическое и программное обеспечения для модельных систем поддержки принятия решений по управлению технологическими процессами в доменном производстве.
- Выполнены расчетные исследования переходных процессов в доменной печи на основе анализа схемы теплообмена.
- Выполнены теплотехнические исследования на вертикальной шахтной сушильной печи и базовый инжиниринг установки для стабилизации температуры продуктов сгорания и исключения образования конденсата в газоочистных устройствах.
- Выполнены анализ и прогнозирование хода доменной печи в режиме реального времени на основе разработки и внедрения комплекса математических моделей с помощью натурно-модельного подхода.
- Выполнен анализ шлакового режима доменной плавки с использованием модельных систем поддержки принятия решений.
- Подготовлено научное обоснование необходимости восстановления сидеритовой руды и выполнена разработка газовой схемы для получения восстановительного газа.
- Исследованы механизм и кинетика окисления железорудных магнетитовых материалов при низких температурах.
- Проведены исследования интенсификации теплообмена в жидкой фазе кислородного конвертера с использованием донных пульсаций инертного газа.
- Разработана конструкция и выполнен расчетный анализ тепловых режимов камеры нагрева печи отпуска мельничных шаров.
- Изучены условия формирования пористости офлюсованных железорудных окатышей.
- Подготовлены предложения по совершенствованию технологии спекательного передела переработки бокситов с использованием добавки твердого топлива.
- Выполнена оценка технологической эффективности вращающейся печи для спекания бокситовых шихт.
- Разработана конструкция методической печи с неохлаждаемыми шагающими балками для нагрева литых заготовок из медных сплавов.
- Выполнены исследования аэродисперсной системы рабочей зоны ферросплавного цеха металлургического предприятия.
- Выявлены особенности сушки каменного угля во вращающемся барабане с использованием энергии акустического поля.
- Подготовлены предложения по утилизации и переработки пылей и шламов металлургического производства с извлечением полезных компонентов.
- Выполнены исследования механизма и кинетики процесса диссоциации гематита в железорудных окатышах при их термообработке.
- Выполнены исследования производства окатышей из концентрата окисленных железистых кварцитов, являющихся хвостами обогащения на фабрике окомкования АО «Михайловский ГОК», в результате определены параметры производства окатышей с учетом требований к составу и качеству потенциальных заказчиков готового продукта.

В результаты работы:

- получено количество РИД – 21;
- опубликовано монографий – 2;
- опубликовано справочников – 2;
- опубликовано учебных пособий – 10;
- разработано и опубликовано электронных учебных курсов, получивших статус УМС УрФУ «Реализуется с применением ЭО» – 17.

4. Публикации коллектива

4.1. Количество статей в журналах ВАК: 123.

4.2. Количество статей в Scopus: 130.

–Количество статей в WoS: 5.

Итого 484 научные работы.

4.3. Количество проведенных научных конференций на базе УрФУ/мероприятий: 5.

4.4. Количество и объем выигранных научных грантов (тип, название, руководитель):

Объем финансирования научных грантов и хозяйственных договоров за период с 2019 по 2023 гг. составил 121 084 000 руб. Всего выполнены 31 НИР.

4.5. Количество защит кандидатских и докторских диссертации членами коллектива:

- Гурин Иван Александрович, кандидатская диссертация «Разработка автоматизированной системы оптимального распределения сырьевых и топливно-энергетических ресурсов комплекса доменных печей», дата защиты – 13 марта 2019 г. (рук. Н.А. Спирин)
- Спитченко Данила Ильич, кандидатская диссертация «Энергоресурсосберегающая технология нагрева и охлаждения поковок качественных сталей сложного профиля в нагревательных печах», дата защиты – 15 марта 2019 г. (рук. М.Д. Князев)
- Калганов Михаил Владимирович, кандидатская диссертация «Повышение энергоэффективности технологии нагрева материалов в металлургических печах для производства вакуумированных труб, работающих в условиях вечной мерзлоты», дата защиты – 19 апреля 2019 г. (рук. Л.А. Зайнуллин)
- Глухов Илья Васильевич, кандидатская диссертация «Совершенствование тепловой работы дуговой сталеплавильной печи при «скрап-карбюраторном» процессе выплавки полупродукта стали», дата защиты – 20 октября 2023 г. (рук. О.Ю. Шешуков)