

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

МЕТАЛЛУРГМАШ: ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ

Б.А. Сивак, первый зам. ген. директора АО АХК «ВНИИМЕТМАШ», канд. техн. наук, проф., *sba1949@mail.ru*

А.В. Протасов, вед. специалист, АО АХК «ВНИИМЕТМАШ», канд. техн. наук, *avprotasov@yandex.ru*

Рецензент: М.А. Полякова, ФГБОУ ВО Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, д-р техн. наук, *m.polyakova-64@mail.ru*

Статья посвящена анализу различных аспектов импортозамещения металлургического оборудования и деятельности предприятий, входящих в состав Международного союза производителей металлургического оборудования (МС), по созданию конкурентоспособного высокотехнологичного оборудования для основных металлургических переделов и различных отраслей экономики. Приведены сведения о новейших разработках и поставках высокотехнологичного оборудования предприятиями, входящими в состав МС, для доменного, сталеплавильного и прокатного производства, а также для других отраслей промышленности.

Ключевые слова: импортозамещение, оборудование, технологическая безопасность, научноемкая продукция, клапан горячего дутья, индукционная тигельная печь, агрегат ковш-печь, электромагнитное перемешивание, аморфная лента.

METALLURGMASH: OPPORTUNITIES FOR IMPORT SUBSTITUTION

B.A. Sivak, First Deputy General Director, JSC AHC «VNIIMETMASH», Professor, Doctor of Engineering, *sba1949@mail.ru*

A.V. Protasov, Leading Specialist, JSC AHC «VNIIMETMASH», Doctor of Engineering, *avprotasov@yandex.ru*

The article is devoted to the analysis of various aspects of import substitution of metallurgical equipment and the activities of enterprises that are members of the International Union of Metallurgical Equipment Manufacturers to create competitive high-tech equipment for the main metallurgical processes and various sectors of the economy. Information is provided on the latest developments and supplies of high-tech equipment by enterprises that are members of the International Union of Metallurgical Equipment Manufacturers for blast furnace, steelmaking and rolling production, as well as for various industries.

Keywords: import substitution, equipment, technological safety, science-intensive products, hot blast valve, induction crucible furnace, ladle-furnace unit, electromagnetic mixing, amorphous strip.

В выступлениях руководства АО АХК «ВНИИМЕТМАШ» и Международного союза производителей металлургического оборудования (МС) «Металлургмаш» задолго до начала кампании по борьбе за массовое импортозамещение отмечалась опасность преобладающей

ориентации metallurgических предприятий на закупки импортного оборудования. «События последнего времени наглядно подтверждают актуальность решения давно назревшей проблемы импортозамещения научной продукцией как необходимого условия обеспечения технологической безопасности государства. Как уже неоднократно отмечалось, независимо от экономических санкций, ориентация на преобладающий импорт технологического оборудования влечет за собой целый ряд негативных последствий» (рис. 1) [1].

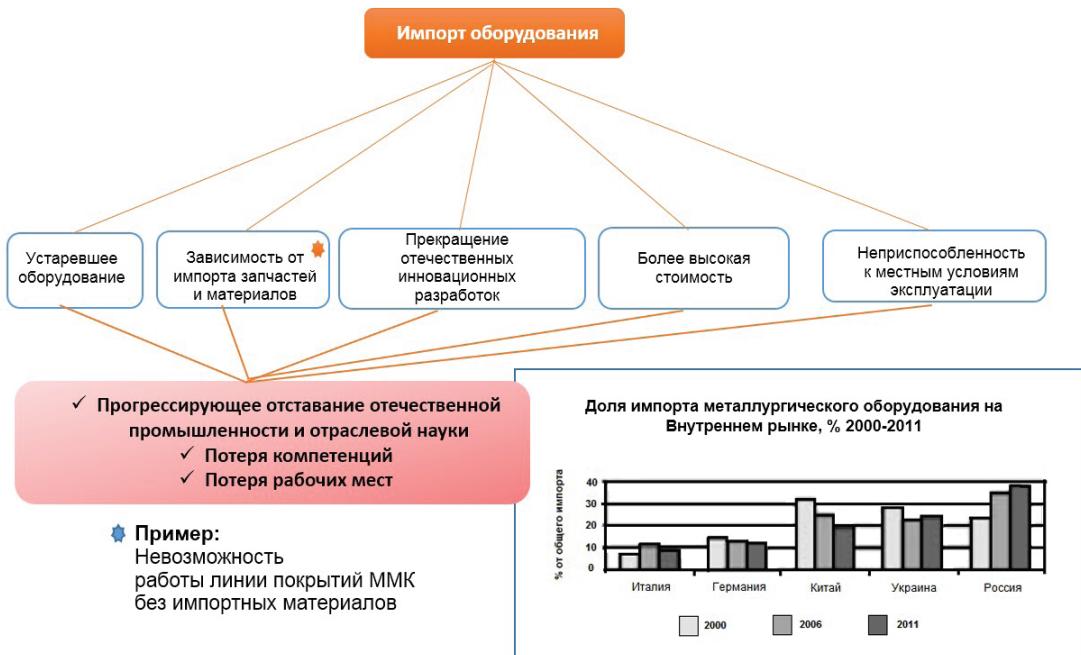


Рис. 1. Основы технологического суверенитета

Не случайно импортозамещению уделяется значительное внимание на протяжении многих лет, особенно в последнее время. При этом уже неоднократно приводились примеры поставки различных видов импортного оборудования неудовлетворительного качества и неудовлетворительного технического уровня импортируемых изделий. Для устранения выявленных дефектов специалисты АХК «ВНИИМЕТМАШ» в ряде случаев прилагали значительные усилия. Также много раз отмечались возможные проблемы с комплектующими изделиями и запчастями. В качестве самой большой угрозы для технологической безопасности указывались неравные условия финансирования создания новейшей научной продукцией, отсутствие полигонов для отработки конструкции и нежелание metallurgических предприятий участвовать в отработке и внедрении новой техники. Для решения данной проблемы предполагалось создать сеть научно-производственных технопарков.

Международные санкции, призванные максимально осложнить работу высокотехнологичного сектора экономики России, ставят перед предприятиями горно-металлургического комплекса новые масштабные задачи, одними из которых являются инвентаризация сложившегося научно-технического потенциала, выявление и эффективное решение стратегических задач, направленных на обеспечение технологической безопасности государства. Предприятия, входящие в состав МС «Металлургмаш», обладают широким набором необходимых компетенций и опытом создания конкурентоспособного оборудования для всех

переделов традиционного металлургического производства, а также уникальными технологиями для применения в различных отраслях экономики. Ниже приведены лишь некоторые из научно-технических разработок последнего времени и успешных поставок высокотехнологичного оборудования.

Оборудование доменных цехов

На основании многолетнего опыта производства и эксплуатации клапанов горячего дутья в ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения» (ЭЗТМ) разработана новая термофутерованная модель клапана горячего дутья DN900 Ø 900 мм для доменных печей объемом до 1000 м³ (рис. 2). Диск, проходное сечение корпуса и внутренняя поверхность крышки зафутерованы оgneупорным бетоном, что существенно снижает тепловые потери в клапане. Для повышения стойкости футеровки применены современные армирующие элементы, которые благодаря своим конструктивным особенностям имеют высокую способность удерживания оgneупорного материала. Система охлаждения корпуса позволяет эффективно охладить наиболее теплонагруженные элементы конструкции клапана – упорные кольца, а также обеспечить эффективное охлаждение присоединительных фланцев и прифланцевой зоны горловины корпуса, что способствует нормальным условиям работы фланцевых уплотнений.



Рис. 2. Клапан горячего дутья DN900

Наиболее теплонагруженные элементы конструкции клапана имеют минимальное число сварных швов в зоне повышенных температур, что обеспечивает высокую эксплуатационную надежность клапана.

Конструктивные особенности диска обеспечивают плотность запирания клапана в соответствии с требованиями норм герметичности на запорную арматуру. Сальниковое уплотнение труб, подводящих и отводящих охлаждение в диск клапана, выполнено из экологически чистого материала на основе терморасширенного графита, хорошо зарекомендовавшего себя в условиях эксплуатации серийных моделей клапанов диаметром 1100 и 1300 мм производства ОАО «ЭЗТМ». Партия клапанов горячего дутья Ø 900 мм новой модели изготовлена и поставлена на Металлургический завод им. А.К. Серова.

Колпинским отделением (КО) «ВНИИМЕТМАШ» в целях обеспечения ремонта и замены оборудования литьевого двора доменной печи № 5 ЧерМК разработан комплект конструкторской документации машин для обслуживания чугунной лётки (рис. 3).



Рис. 3. Механизмы обслуживания лётки доменной печи

Оборудование сталеплавильных цехов

Дуговые сталеплавильные печи

В МС «Металлургмаш» широко представлены предприятия, специализирующиеся в области создания сталеплавильного оборудования.

Например, АО «СКБ Сибэлектротерм» является разработчиком и изготовителем широкой номенклатуры плавильного и рафинировочного оборудования для производства высококачественных стали и чугуна для литьевых и литейно-прокатных производств, а также общекеховых систем.

Трехфазные дуговые сталеплавильные печи (ДСП) и дуговые печи постоянного тока (ДППТ) оснащаются современными станциями гидропривода, источниками питания, комплексами АСУ ТП с набором всех необходимых контрольных и технологических функций в типовом исполнении и по индивидуальным требованиям заказчика.

При необходимости электропечи комплектуются стальковшами и дополнительными загрузочными корзинами, стендами свинчивания и хранения электродов, станциями обратного водоохлаждения, системами весодозирования, хранения и подачи сыпучих материалов, системами удаления и очистки отходящих газов, кислородными и аргонными стендами, оборудованием экспресс-анализа, стендами сушки, разогрева и ремонта ковшей. Продолжается поиск новых прогрессивных технических решений, направленных на повышение эффективности выплавки металла.

Разработанные в НПП «Вулкан-ТМ» своды для ДСП и ДППТ являются альтернативной заменой традиционной наборной футеровки из оgneупорного кирпича и представляют собой монолитные оgneупорные изделия, применяемые в дуговых сталеплавильных печах переменного и постоянного тока (рис. 4).

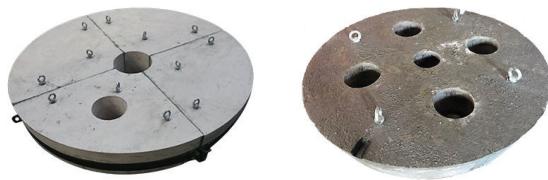


Рис. 4. Своды дуговых печей конструкции НПП «Вулкан-ТМ»

Хорошие перспективы имеет электромагнитное перемешивание ванны металла посредством индуктора, устанавливаемого под днищем электросталеплавильной печи. Технология и оборудование, разрабатываемые «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина» и НПП «Сибэлектротерм» (рис. 5), заменяют зарубежные аналоги, в частности разработки компании ASEA.

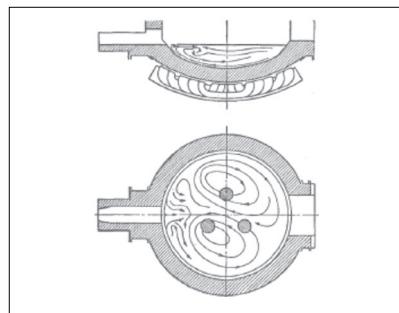


Рис. 5. Перспективная разработка системы электромагнитного перемешивания ванны металла ЦНИИЧермет – «Сибэлектротерм»

Современные дуговые и индукционные печи для выплавки черных и цветных металлов ООО НПФ «Комтерм» (рис. 6) также находят широкое применение на отечественных металлургических и литейных заводах. Производственно-инжиниринговая фирма ООО НПФ «Комтерм» разрабатывает и изготавливает высокоэффективные металлургические агрегаты и комплексы различного исполнения, емкости и мощности для разнобразных (или широкого спектра) технологических задач.

Оборудование и технические решения используются для опытно-промышленных, литейных, металлургических, ферросплавных и специальных производств. Основные направления деятельности:

– комплектная поставка электродуговых печей постоянного и переменного тока, рудотермических печей, установок спецметаллургии (печей вакуумного, дугового и электрошлакового переплава и др.);

– модернизация и автоматизация существующего электротермического оборудования.

Современные дуговые и индукционные печи для выплавки черных и цветных металлов АО «Комтерм» также находят применение на отечественных металлургических и литейных заводах.

Индукционные плавильные установки

Конкурентоспособные индукционные канальные и тигельные плавильные печи различных видов и типоразмеров успешно выпускаются предприятием ООО НПП «Рэлтек».

Осуществляются проектирование, изготовление, модернизация, включая импортное оборудование.

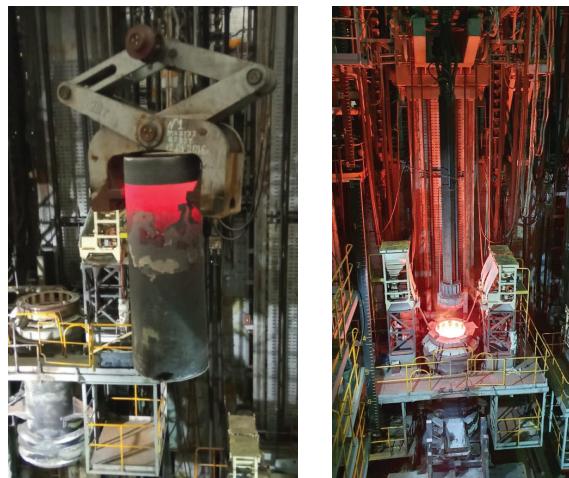


Рис. 6. Инновационные разработки электротермического оборудования НПФ «Комтерм»

На рис. 7 представлены индукционные печи конструкции «Рэлтек», включающие перспективные разработки, обладающие уникальными характеристиками и не имеющие зарубежных аналогов.



Рис. 7. Индукционные печи конструкции «Рэлтек»

Установки индукционные плавильные (УИП) вместимостью от 1 до 16 т предназначены для индукционной плавки черных и цветных металлов токами высокой частоты. Находят применение установки индукционной плавки черных и цветных металлов с моноблокным преобразователем ТПЧП (М) с печами от 60 кг до 2 т. В современных литейных цехах с малыми объемами литья широко используются установки индукционной среднечастотной плавки.

Заводом «Рэлтек» выпускаются установки, отвечающие требованиям современного металлургического и литейного производства.

Установка индукционная плавильная вакуумная УИПВ-250-2,4-0,15 предназначена для плавки и разливки в вакууме или в среде инертных газов сплавов на основе кобальта, никеля и железа и представляет собой производственный комплекс для литья сложных фасонных изделий (турбинных лопаток, рабочих колес, корпусных деталей и т.п.) по выплавляемым и газифицируемым моделям.

Успешно завершена модернизация индукционной плавильной вакуумной печи ISP 2/III-E (25 кг) производства компании Leybold Heraeus GmbH (Германия) для предприятия «Газпромэнергосервис» (г. Москва) (рис. 8). Модернизирована система электропитания индуктора, включая тиристорный преобразователь частоты и пульт управления на базе промышленного контроллера «Агава». В рамках модернизации внесены изменения в программное обеспечение ТПЧП для согласования с контуром, расширен диапазон стабильной работы ТПЧП в диапазоне от 3 до 100 % номинальной мощности, параметры установки приведены к паспортным техническим характеристикам (2 кГц, мощность 140 кВт). Успешно проведено более 10 плавок, подтверждена необходимая скорость плавления для жаропрочных сплавов.

Компанией «Рэлтек» завершена поставка «под ключ» плавильной индукционной установки УИП-250-1,0-0,25 (рис. 9) для предприятия ООО «НИКС», предназначенной для выплавки специальных сталей сложного химического состава с высокой температурой плавления.



Рис. 8. Печи ISP 2/III-E после модернизации



Рис. 9. Плавильная индукционная установка UIP-250-1,0-0,25

Технологии и оборудование для внепечной обработки стали

ГНЦ «ЦНИИЧермет» является одним из основных отечественных разработчиков технологических процессов внепечной обработки жидкой стали, все отечественные агрегаты внепечной обработки стали были созданы по технологическим заданиям «ЦНИИЧермет». Наряду с разработкой технологии конкретных процессов на отдельных агрегатах «ЦНИИЧермет» успешно работает над созданием комплексных процессов получения высококачественной металлопродукции ответственного назначения.

Например, с применением циркуляционного вакууматора конструкции «ВНИИМЕТМАШ», сделанного по заказу «ЦНИИЧермет» разработана и успешно освоена технология получения конкурентоспособного отечественного автолиста, удостоенная премии Правительства Российской Федерации.

ГНЦ РФ НПО «ЦНИИТМАШ» разработал и внедрил оригинальный агрегат ковш-печь (АКП) собственной конструкции, успешно работающий на заводе «Электросталь».

Значительный вклад в создание отечественного оборудования для внепечной обработки стали вносит СКБ «Сибэлектротерм». Агрегаты «ковш-печь» конструкции «Сибэлектротерм» обеспечивают нагрев расплава в ковше со скоростью до 5 °C/мин, оснащаются всем необходимым набором систем и оборудования, включая систему донной и верхней аварийной фурмы продувки расплава аргоном, установку трайб-аппарата, систему хранения, весодозирования и подачи сыпучих. В состав оборудования могут быть включены система механизированного отбора проб и измерения температуры стали, самоходный сталевоз, стенд проверки работоспособности донной фурмы, оборудование удаления и очистки отходящих газов, стенд свинчивания и хранения электродов, стенд хранения резервных фурм и многое другое.

Установки вакуумирования и вакуум-кислородного рафинирования стали (УВС, УВКР) камерного типа оснащаются всем необходимым набором систем и оборудования, включая систему донной фурмы для продувки расплава аргоном в ковше, установку верхней кислородной фурмы (для УВКР), шлюзовой бункер-дозатор для подачи сыпучих материалов, систему автоматического отбора проб и измерения температуры расплава, систему теленаблюдения, аварийного повышения давления, газоанализатор и пр. В комплекте с УВС/УВКР поставляется система вакуумпровода с затворами, газоохладителем и высокотемпературным рукавным фильтром, пароэжекторный агрегат с барометрическим баком, металлоконструкциями и рабочими площадками.

Широкий ассортимент конкурентоспособного металлургического оборудования, применяемого в процессах вторичной металлургии, успешно выпускает НПП «Вулкан-ТМ». Благодаря творческому вкладу специалистов предприятия удалось решить проблему создания надежных продувочных устройств и шиберных затворов (рис. 10, 11).



Рис. 10. Продувочные устройства конструкции НПП «Вулкан-ТМ»

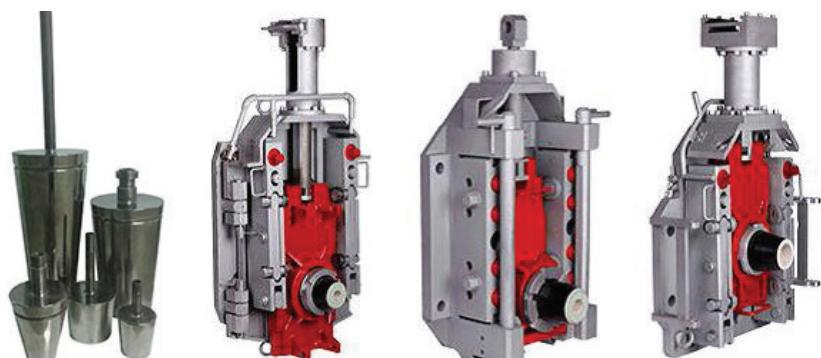


Рис. 11. Шиберные затворы конструкции НПП «Вулкан-ТМ»

Системы продувки металла аргоном (продувочные пробки и узлы) предназначены для гомогенизации, рафинирования и очистки металла от неметаллических включений в процессе внепечной обработки и разливки в металлургическом и литейном производстве.

Шиберные затворы входят в состав систем бесстопорной разливки стали и сплавов и предназначены для разливки металла из сталеразливочных ковшей в условиях металлургического производства.

Разработки оборудования для производства и введения в расплав инжекционной порошковой проволоки востребованы на многих отечественных металлургических и литейных

заводах. Трайб-аппарат используется для введения порошковой проволоки, алюминиевой катанки и монокальциевой проволоки в расплав металла (рис. 12). Область применения – внепечная обработка металла в черной и цветной металлургии, раскисление, легирование, модификация, десульфурация.

Некоторые виды вспомогательного и общехозяйственного оборудования конструкции «Сибэлектротерм» для сталеплавильного цеха № 2 ПО «Севмаш» показаны на рис. 13.



Рис. 12. Трайб-аппарат конструкции НПП «Вулкан-ТМ»

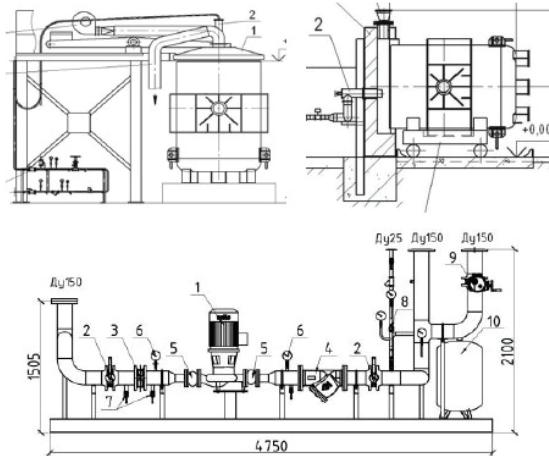


Рис. 13. Вспомогательное и общехозяйственное оборудование конструкции «Сибэлектротерм» для сталеплавильного цеха № 2 ПО «Севмаш»

Технологии и оборудование для спецэлектрометаллургии

Технологическая безопасность государства в значительной степени определяется способностью промышленности выпускать в достаточном количестве сложные прецизионные сплавы ответственного назначения, в производстве которых важную роль играет применение процессов вторичного рафинирования путем электрошлакового, вакуумно-дугового, плазменно-дугового и электронно-лучевого переплава. В состав Международного союза «Металлургмаш» (МС «Металлургмаш») входит один из основных отечественных разработчиков подобного оборудования – НПФ «Комтерм» (рис. 14), осуществляющий разработку, поставку и модернизацию оборудования, а также отработку технологии.

Машины непрерывного литья стали

АО НПП «Машпром» разрабатывает и производит импортозамещающие инновационные сборные кристаллизаторы слябовых машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) (рис. 15, 16), превосходящие по стойкости и надежности в 4–20 раз продукцию зарубежных производителей и обеспечивающие повышение качества непрерывнолитых заготовок. Рекордный показатель стойкости, полученный на ММК, – свыше 700 тыс. т разлитой стали.

В компании «ВНИИМЕТМАШ» разработаны системы электромагнитного перемешивания металла в кристаллизаторе (встроенные и наружного исполнения), а также в зоне вторичного охлаждения (окончания затвердевания) для промышленных сортовых МНЛЗ, производящих заготовки 125×125 мм, для МНЛЗ горизонтального типа – Ш80–120 мм; для блюмовых МНЛЗ – Ш150–410 мм; для МПНЛЗ – Ш250 и 360 мм (рис. 17). Разработанное оборудование обладает рядом преимуществ по сравнению с импортными аналогами, в том числе повышенной энергоэффективностью и ремонтопригодностью.

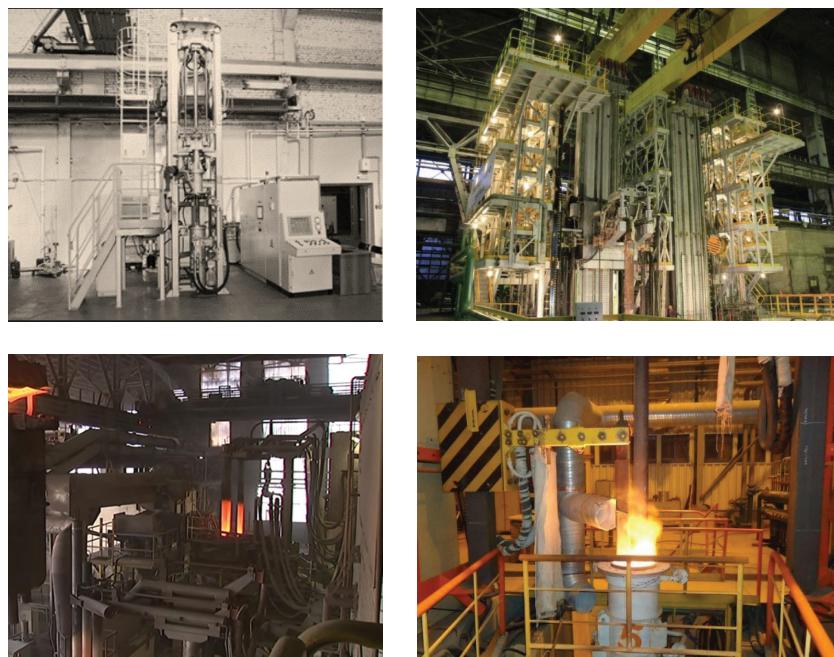


Рис. 14. Установки электрошлакового переплава конструкции НПФ «Комтерм»



Рис. 15. Сборные кристаллизаторы слябовых МНЛЗ

Рис. 16. Создание конкурентоспособных гильзовых кристаллизаторов сортовых МНЛЗ: машина для производства гильз кристаллизаторов; образцы производимых гильз

Электромагнитное перемешивание (ЭМП) на МНЛЗ – это новейшая технология получения высококачественных непрерывнолитых заготовок, которая:

- уменьшает количество поверхностных дефектов в 2–3 раза;
- увеличивает зону равноосных кристаллов на 50–100 %;
- уменьшает центральную пористость и ликвацию до 0 баллов;
- повышает возможность увеличения скорости разливки на 20–30 %;
- расширяет возможность литья с более высокой температурой перегрева на 10–15 °C;
- позволяет значительно расширить сортамент разливаемых марок сталей, в том числе высокоуглеродистых и специальных (подшипниковых, нержавеющих и инструментальных).

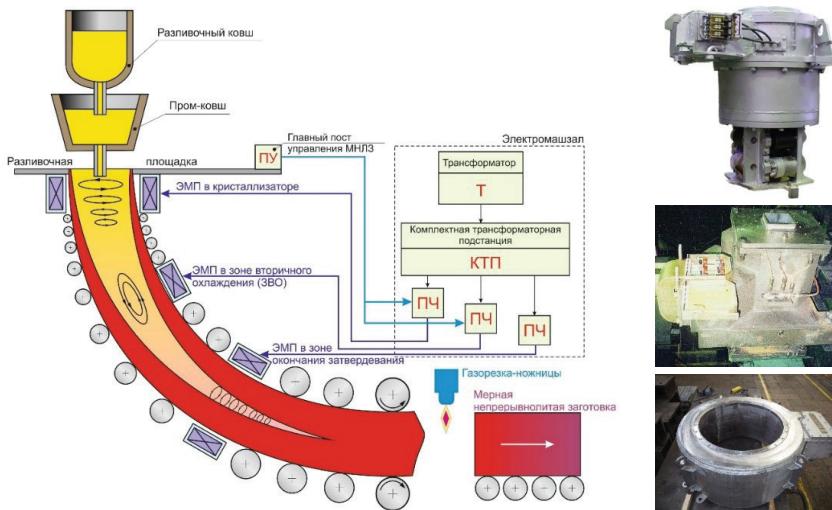


Рис. 17. Электромагнитное перемешивание металла
в процессе разливки

Основные преимущества по сравнению с лучшими зарубежными аналогами:

- потребляемая мощность ниже в 3–5 раз;
- масса кристаллизатора с ЭМП в 2,5–3,0 раза меньше;
- отсутствуют дополнительные расходы по охлаждению обмоток статора (охлаждение гильзы и обмоток статора совмещено).

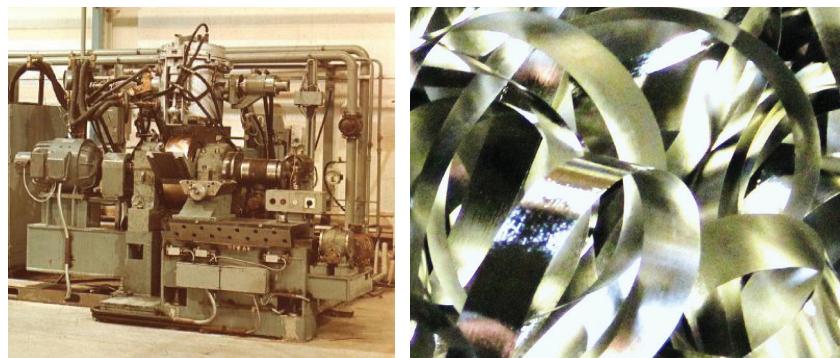
Образованная на базе отдела горизонтальных литьевых машин «ВНИИМЕТМАШ» компания «Спецмаш» успешно работает над созданием надежного и эффективного непрерывнолитейного оборудования нового поколения и создания на его основе малотоннажных металлургических производств по производству мелкосортового проката (рис. 18).



Рис. 18. Горизонтальные МНЛЗ конструкции «Спецмаш»

Непрерывная разливка металла на литейных машинах валкового типа

Разливка на одно- и двухвалковых литейных машинах позволяет, исключая целый ряд технологического оборудования, получать высококачественные ленты с микрокристаллической и аморфной структурой. Технология и оборудование для получения лент из аморфных сплавов разработаны в «ЦНИИЧермет» и «ВНИИМЕТМАШ». Благодаря уникальным свойствам ленты с аморфной структурой находят применение в приборостроении, металлургии, электротехническом, энергетическом и химическом машиностроении, при производстве композиционных материалов и материалов для стелс-технологий (рис. 19).



**Рис. 19. Машина «Сириус» конструкции «ВНИИМЕТМАШ»
для производства аморфной ленты**

Оборудование прокатных цехов

Одним из крупнейших отечественных производителей разнообразного прокатного оборудования является ЭЗТМ, обладающий при этом значительным экспортным потенциалом. Так, в рамках межправительственного соглашения на кубинский металлургический завод Antillana de Acero поставляется новое оборудование сортового прокатного стана 250 (рис. 20) и нагревательной печи. Для индийского заказчика изготовлен трубопрокатный стан ХПТ-65 (рис. 21), отличающийся высоким уровнем автоматизации. Стан предназначен для производства высокоточных холоднокатанных труб диаметром 14–45 мм из полой заготовки диаметром 24–69 мм. Скорость движения клети может варьироваться до 80 ходов в минуту. Стан представляет собой машину непрерывного действия, работающую без остановки на перезарядку заготовки. Для компаний, входящих в структуру ГК «Росатом», завершается изготовление стана с подогревом валков косовалковой машины, подписан контракт на изготовление стана холодной прокатки труб ХПТ-32. Для ОЭМК начата отгрузка оборудования двух шаропрокатных станов ШПС20-60.

Большое число трубопрокатных станов (рис. 22) изготовлено ЭЗТМ для отечественных трубных заводов (ТМК, ЧТПЗ, Выксунского и Северского трубопрокатных заводов и др.). В последние годы значительное количество станов холодной прокатки труб изготовлено Институтом «Цветметобработка». По заключенным в 2022 г. договорам предполагается поставка восьми станов холодной прокатки труб (ХПТ) 10–45 (рис. 23, а) для изготовления труб диаметром от 10 до 45 мм и толщиной от 0,5 до 5 мм для применения в атомной промышленности. Ранее подобные трубы поступали с предприятий Украины. Кроме того, для предприятий атомной промышленности создан стан прокатки особо тонкостенных труб малого диаметра ХПТР 4–20 (см. рис. 23, б). Листопрокатный стан дуо-кварт-300 конструкции ВНИИМЕТМАШ показан на рис. 24.



Рис. 20. Сортовой прокатный стан 250



Рис. 21. Стан холодной прокатки труб ХПТ-65



Рис. 22. Трубопрокатные станы конструкции ЭЗТМ



a

б

Рис. 23. Трубопрокатные станы конструкции ЭЗТМ «Цветметобработка»

a – ХПТ 10-45; б – ХПТР 4-20



Рис. 24. Листопрокатный стан дуо-кварт-300 конструкции «ВНИИМЕТМАШ»

В МИСИС созданы раскатной стан радиально-сдвиговой прокатки (РСП) специальной конструкции (рис. 25) и специализированная клеть РСП с повышенными углами подачи валков – 18° в качестве сменного дополнительного оборудования к стану для предварительного обжатия непрерывнолитых заготовок, освоена технология РСП для интенсивной деформации непрерывнолитых заготовок, повышающие эффективность существующего производства бесшовных труб и комплексное ресурсосбережение в АО Первоуральский новотрубный завод «ПНТЗ». Предприятие ШПС, образованное на базе отдела деталепрокатных станов «ВНИИМЕТМАШ», успешно работает над созданием деталепрокатных станов различного назначения, в том числе для прокатки шаров (рис. 26). В 2022 г. ЗАО «Прочность» выполнен проект печного и газопроводящего оборудования газовой проходной нагревательной методической печи с шагающим подом для ПАО «Северсталь» (рис. 27).



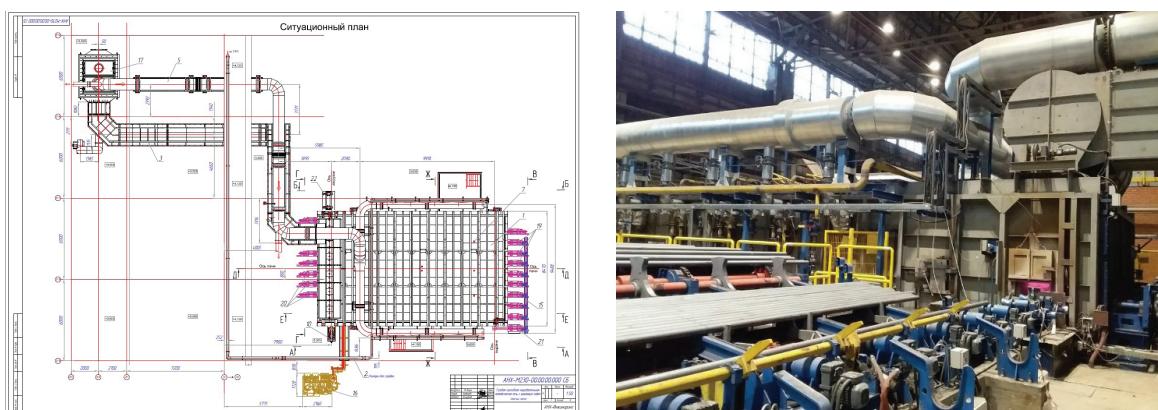
Рис. 25. Стан радиально-сдвиговой прокатки конструкции МИСиС



Рис. 26. Шаропрокатный стан конструкции ВНИИМЕТМАШ на ЧерМК

Транспортное оборудование

Широкий спектр горнодобывающего, металлургического, подъемно-транспортного и нестандартного оборудования для различных отраслей промышленности выпускает новый член МС «Металлургмаш», одно из старейших машиностроительных предприятий России с богатыми традициями и внушительным послужным списком, – Иркутский завод тяжелого машиностроения (ИЗТМ). На рис. 28 представлено лишь одно из многочисленных направлений деятельности этого предприятия – рельсовый транспорт metallurgicalих заводов.



**Рис. 27. Газовая проходная нагревательная методическая печь
ПАО «Северсталь»**

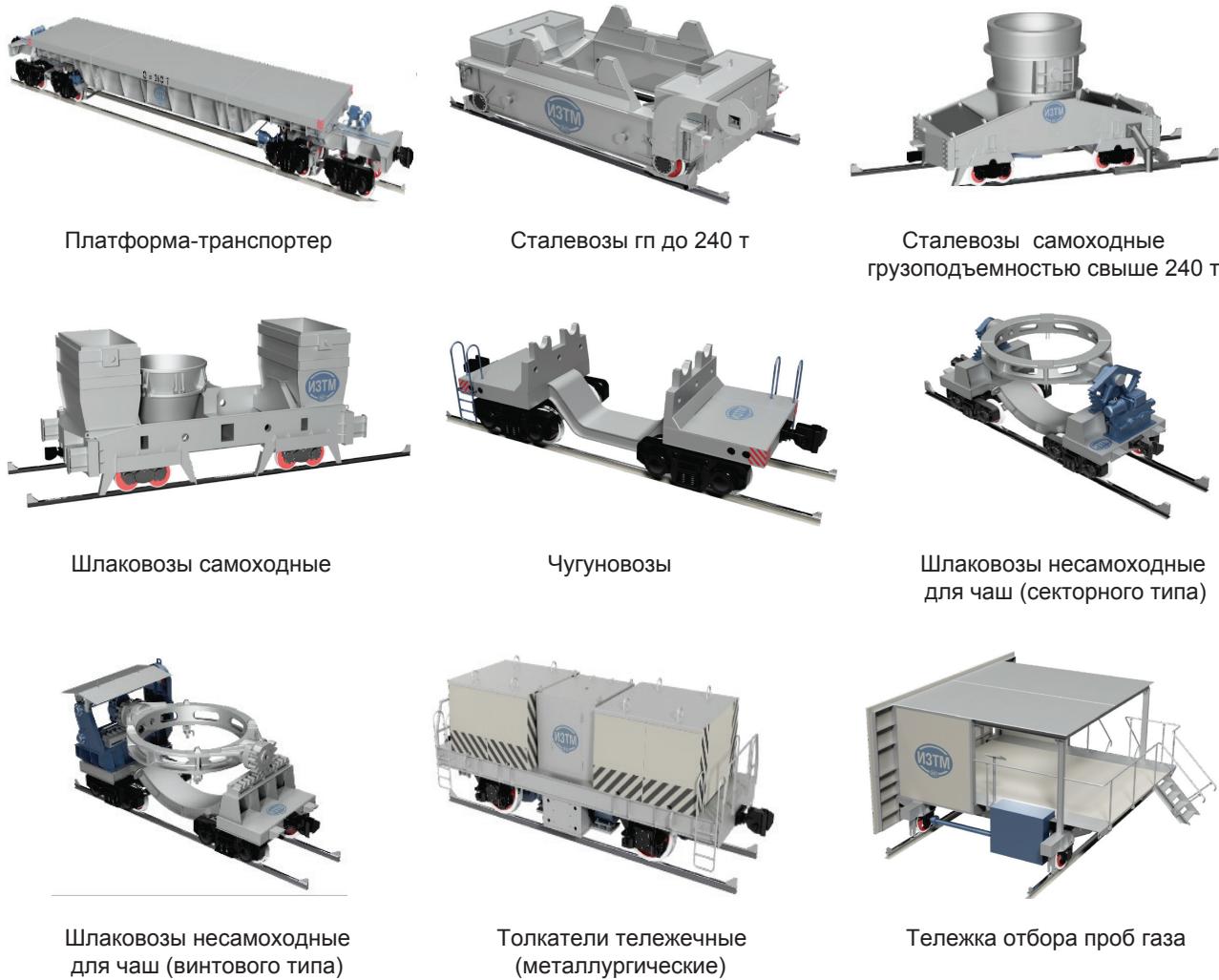


Рис. 28. Рельсовый транспорт ИЗТМ для металлургического производства

Комплексные проекты металлургических объектов

Наряду с разработкой и поставкой различных видов металлургического оборудования научно-производственные фирмы, входящие в состав МС «Металлургмаш», осуществляют разработку и реализацию комплексных проектов сложных объектов различного назначения и производственной мощности. Например, введены в эксплуатацию построенные ГК «МетПром» Ташкентский металлургический завод (рис. 29) по производству холоднокатаного проката с защитными покрытиями мощностью 500 тыс. т/год и Миорский металлопрокатный завод (рис. 30) по производству жести электролитического лужения мощностью 240 тыс. т/год в Беларусь; завершен проект технического перевооружения доменной печи № 6 Нижнетагильского металлургического комбината (НТМК) (рис. 31); завершен проект замены конвертера № 1 Челябинского металлургического комбината; произведен капитальный ремонт 1-го разряда доменной печи № 4 Челябинского металлургического комбината; введена в эксплуатацию спроектированная ГК «МетПром» доменная печь № 3 Череповецкого металлургического комбината.



**Рис. 29. Ташкентский
металлургический завод**



**Рис. 30. Миорский
металлопрокатный завод**



Рис. 31. Доменная печь № 6 НТМК

Оборудование для различных отраслей промышленности

Как правило, предприятия и инжиниринговые фирмы, входящие в состав МС «Металлургмаш», являются многопрофильными и создают наукоемкую машиностроительную продукцию не только для различных металлургических переделов, но и для самых разных

отраслей экономики. Например, ЭЗТМ, наряду с оборудованием для доменных и прокатных цехов, успешно поставляет машиностроительную продукцию для цементной промышленности.

Компанией ООО «Надежность ТМ» отработана технология выполнения работ по обработке отливок бортовых кронштейнов ледокола «Лидер» (рис. 32) массой 250 т с помощью строжки угольными электродами с последующей механической обработкой при использовании парка мобильных станков.



Рис. 32. Обработка крупногабаритных деталей по методу ООО «Надежность ТМ»

ГК «Приводная техника» – один из ведущих электротехнических холдингов России, обеспечивающий полный комплекс инженерных услуг. Среди разработок холдинга:

- преобразователь частоты для управления главными гребными винтами ледокола;
- система управления электроприводами первой в России морской буровой установки на переменном токе;
- силовая преобразовательная часть системы управления и накопителя энергии первого в стране гибридного тепловоза ТЕМ9-Н;
- оборудование электромобиля на базе «ГАЗель Next»;
- промышленные системы накопления и хранения электроэнергии для объектов нефтегазовой промышленности и энергетики;
- серийное производство первых в России низковольтных общепромышленных преобразователей частоты, выполненных по трехуровневой топологии;
- первый в стране электропривод с синхронно-реактивными электродвигателями и преобразователями частоты для ПАО «ЧТПЗ».



Рис. 33. Преобразователь частоты для управления главными гребными винтами ледокола

Компания «Накал» изготавливает и поставляет предприятиям различных отраслей оборудование для термообработки. Компания внесена в перечень системообразующих организаций.

ций российской промышленности и является исполнителем контрактов по изготовлению оборудования в рамках Гособоронзаказа (рис. 34).



Рис. 34. Оборудование конструкции компании «Накал»:

- а – двухшnekовая проходная барабанная печь для тульского патронного завода;
б - сушильные шкафы во взрывозащищенном исполнении для Завода теплоизоляции УМК

В 2022 г. заказчикам поставлено свыше 500 единиц оборудования, в том числе 29 – для предприятий ГК «Росатом».

В рамках программы импортозамещения создан универсальный камерный агрегат для закалки и цементации в науглероживающей среде, заменяющий аналоги из Германии, Польши, США. В производстве в настоящее время находятся 10 агрегатов общей стоимостью свыше 1 млрд руб.

Компания «ПНЕВМАКС» является одной из ведущих инжиниринговых компаний РФ в области гидро- и пневмопривода, в том числе для металлургии и энергетики, производя более 600 станций ежегодно. В частности, гидроприводы «ПНЕВМАКС» успешно работают на слябовых МНЛЗ ПАО «Северсталь» (рис. 35).

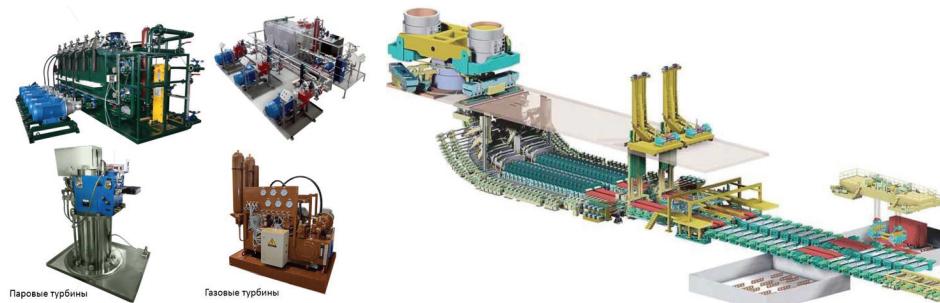


Рис. 35. Разработки компании «ПНЕВМАКС»

В своих разработках организации, входящие в МС «Металлургмаш», широко используют современные методы проектирования и организации производства. Например, важным направлением работ «ЦНИИТМАШ» стало развитие аддитивных технологий. На сегодняшний день «ЦНИИТМАШ» является единственным в РФ разработчиком и поставщиком отечественных 3D-принтеров для печати металлических изделий и разработчиком технологических процессов селективного лазерного сплавления. «ЦНИИТМАШ» уже создал целую гамму установок с рабочими зонами размером от 160 мм более чем до 0,5 м – как одно-, так

и двухлазерных 3D-принтеров (рис. 36, таблица). Главное отличие оборудования от большинства имеющихся на рынке аналогов – его оснащение системами контроля, которые позволяют использовать это оборудование при серийном производстве продукции.



Рис. 36. Оборудование и ПО для аддитивных технологий разработки АО НПО «ЦНИИТМАШ»:
а – 3Dпринтер MeltMaster^{3D}-160; б - MeltMaster^{3D}-250НТ; в - MeltMaster^{3D}-550

Характеристики оборудования для аддитивных технологий разработки АО НПО «ЦНИИТМАШ»

Характеристика	MeltMaster ^{3D} -160	MeltMaster ^{3D} -250НТ	MeltMaster ^{3D} -550
Рабочие размеры, мм	150×150×150	240×240×240 90×90×140	550×450×450 (D75×75) 150×150×150 300×300×300
Производительность (макс.), см ³ /ч	3–15	6–45	3–100
Мощность лазера, Вт	200	400	1000
Толщина слоя, мкм	20–50	20–250	20–250
Скорость сканирования (макс.), м/с	10	15	15
Сплавляемые материалы	Нержавеющие и инструментальные стали, сплавы на основе цветных металлов (Ni-Co и др.), титан и его сплавы, сплавы алюминия и др.		

Помимо необходимых для эксплуатации систем контроля, таких как, например, системы разравнивания порошкового слоя, обеспечиваются видеофиксация процесса построения, контроль температуры в пятне сплавления, а также постоянный контроль геометрии при построении. Это позволяет формировать полноценный паспорт изделия как в процессе построения, так и по его результатам и, соответственно, сдавать продукцию как товарную [2].

Важное внимание предприятиями, входящими в МС «Металлургмаш», традиционно уделяется такой актуальной и злободневной теме, как борьба с выбросами в атмосферу парниковых газов. Например, инженерами «Вулкан-ТМ» разработана и предложена к реализации малоуглеродная технология производства железоуглеродистых сплавов BRIQCMELT (рис. 37). Это ответ на один из главных вызовов последнего времени – глобальное потепление. Насколько критично это явление связано с деятельностью человека – вопрос пока дискуссионный, но эксплуатировать природные ресурсы и выбрасывать в огромном количестве парниковые газы недопустимо. Начиная с 2019 г. металлургами ряда стран ведутся

работы по безуглеродному способу производства железа, где ставка делается на водород. На первый взгляд все красиво, никакого CO_2 в выбросах, только H_2O . Простое железо так получить можно, но сталь, а тем более чугун, потребуют огромных энергетических затрат на получение H_2 . Дело в том, что на 1 кг H_2 требуется около 80 кВт/ч электроэнергии. Кроме того, получение водорода с использованием «зеленых технологий», безусловно, увеличит стоимость продукта.

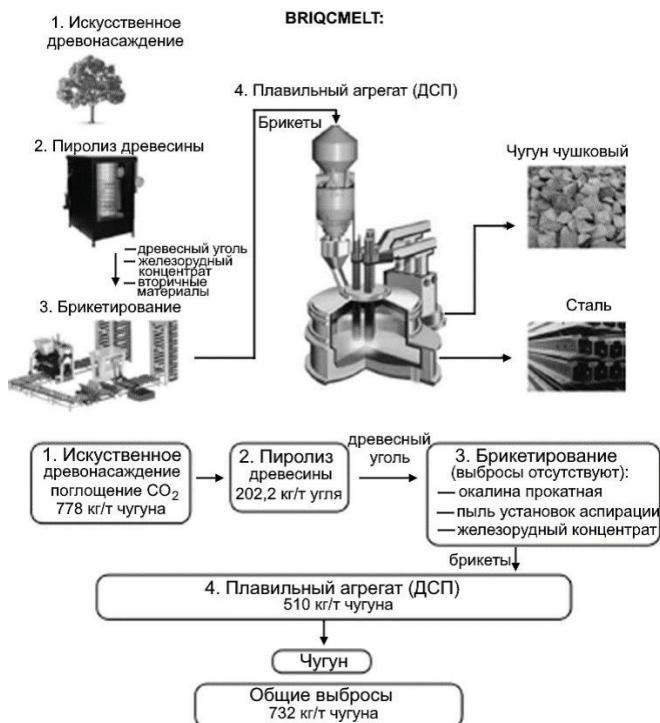


Рис. 37. Малоуглеродная технология на базе процесса BRIQCMELT

Тульскими учеными-металлургами разработана менее затратная, а поэтому и более реальная малоуглеродная технология на базе процесса BRIQCMELT. Основной точкой для этой технологии послужил материал под названием «синтиком» (синтетический композиционный материал), также разработанный в Туле в 90-е годы прошлого века кандидатом технических наук, лауреатом Государственной премии Президента РФ Г.В. Дорофеевым. За последние 20 лет произведено более 150 тыс. т синтикома различного состава. Большая часть поставлялась на экспорт в США. Среди последних композиций синтикома – брикеты, содержащие оксиды железа и восстановитель – углерод. Именно такие брикеты, по мнению разработчиков, можно успешно применять в качестве шихты процесса BRIQCMELT [3].

Получаемая углеродистая сталь будет иметь в 1,5 раза меньшую себестоимость по сравнению с конвертерной сталью и суммарное содержание примесей (Cu, Cr, Ni, Mo, Sn) менее 0,06 %, что обеспечит повышение пластичности и ударной вязкости металла отливок.

Так как процессы восстановительной плавки углеродистой стали и газификация угля в металлической ванне электрической дуговой печи совмещены по времени, то при непрерывной работе такого агрегата моноксид углерода выделяется непрерывно как отходящий газ.

Основу предполагаемой технологии составляет производство углеродистой стали (или чугуна) восстановительной электродуговой плавкой из железорудоугольных брикетов. При этом процесс восстановления оксидов железа является преимущественно жидкофазным и осуществляется углем, растворенным в металлической ванне. Данная технология позволяет осуществлять избыточную подачу угля (по отношению к нуждам восстановления) в металлическую ванну и проводить газификацию данного растворенного в металлическом расплаве избыточного углерода кислородом доmonoоксида углерода непосредственно в металлической ванне.

Отличительной особенностью процесса BRIQCMELT является применение в качестве восстановителя в составе брикета мелочи древесного угля. Для производства такого угля предполагается использовать древесину быстрорастущих деревьев и кустарников. С точки зрения выбросов CO_2 вся цепочка (деревья → уголь → брикет → плавка → железоуглеродистый сплав) имеет отрицательный баланс по CO_2 по причине активного поглощения углекислого газа в процессе фотосинтеза молодыми быстрорастущими деревьями. Учеными обнаружено, что поверхность с молодыми посадками поглощает в год до 7 т углерода, что эквивалентно 25 т углекислого газа. При этом тот же самый гектар насаждений обеспечит производство 4,5 т/год древесного угля. Со строительством и пуском в эксплуатацию предприятия «Тула-чермет-Сталь» Тульский регион становится одним из сталелитейных центров России. Тем самым здесь появляется возможность для реализации новейших металлургических технологий.

Авторы технологий BRIQCMELT из ООО НПП «Вулкан-ТМ» предлагают создать в Тульском регионе карбоновую ферму и организовать на одном из заводов производство чугуна и стали по инновационной технологии. «Вулкан-ТМ» уже сейчас вносит активный вклад в снижение углеродного следа. Выпуск огнеупорных изделий из огнеупорного бетона для литейщиков и металлургов достиг 500 т/год. Можно сказать, что это «зеленые» огнеупоры, поскольку производятся методом вибролитья и проходят термообработку при температуре от 150 до 500 °C в печах с электрическим нагревом. Тем самым выбросы CO_2 равны нулю.

Приведенные примеры далеко не исчерпывают возможности МС «Металлургмаш», тем более что МС расширяется и регулярно пополняется ведущими отечественными производителями металлургического оборудования с широкими интеллектуальными и производственными возможностями. Например, после присоединения признанных лидеров российского металлургического машиностроения «Уралмаш» и ИЗТМ, предприятия, входящие в МС, в состоянии разработать, изготовить и освоить практически всю номенклатуру оборудования горно-металлургического комплекса, реализуя на практике принцип всеобъемлющего и эффективного импортозамещения. Таким образом, организации, входящие в состав МС «Металлургмаш», располагают широким набором уникальных компетенций, опытом создания и освоения высокотехнологичного оборудования и при адресной поддержке правительственные структуры и экспертного сообщества способны полностью решить проблемы, связанные с импортозамещением высокотехнологичной продукции, причем не только для металлургических предприятий, но и для самых разных отраслей промышленности.

Все показанные технологии не уступают мировому уровню, а в ряде случаев существенно превосходят зарубежные аналоги, как, например, индукционные нагревательные установки компании «Рэлтек», шиберные затворы и трайб-аппараты компании «Вулкан-ТМ», системы электромагнитного перемешивания металла в процессе разливки и станы холодной прокатки прецизионных труб, разработанные во ВНИИМЕТМАШЕ, и многое другое. Можно сделать оптимистичный вывод: отечественные машиностроители располагают научно-техническим потенциалом и производственной базой, способными решать сложные задачи импортозамещения и технологической независимости с учетом сложной экономической ситуации.

Список литературы

1. Сивак Б.А. Актуальные проблемы и перспективы развития отраслевой науки // Неделя металлов в Москве. 11–14 ноября 2014 г. / сб. трудов конференций. М., 2015. С. 17–25.
2. Орлов В.В. АО НПО «ЦНИИТМАШ» – инновации для энергетического и транспортного машиностроения // Неделя металлов в Москве. 8–11 ноября 2022 г. М.: ВНИИМЕТМАШ, 2023. С. 48–57.
3. Золотухин В.И., Мурат С.Г. Четверть века на службе metallurgii. К 25-летию НПП «Вулкан-TM» // Неделя металлов в Москве. 8–11 ноября 2022 г. М.: ВНИИМЕТМАШ, 2023. С. 60–67.

References

1. Sivak B.A. (2015) *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya otrraslevoy nauki* [Actual problems and prospects of development of branch science] *Nedelya metallov v Moskve* [Metal Week in Moscow] *Sb. trudov konferentsiy 11–14 noyabrya 2014 g.* [November 11–14, 2014. Collection of conference proceedings]. Moscow. P. 17–25.
2. Orlov V.V. (2023) *AO NPO «TsNIITMASH» – innovatsii dlya energeticheskogo i transportnogo mashinostroeniya* [JSC NPO TSNIITMASH-innovations for power and transport engineering] *Nedelya metallov v Moskve. 8–11 noyabrya 2022 g.* [Metal Week in Moscow. November 8–11, 2022] *VNIIMETMASH* [VNIIMETMASH]. Moscow. P. 48–57.
3. Zolotukhin V.I., Murat S.G. (2023) *Chetvert' veka na sluzhbe metallurgii. K 25-letiyu NPP «Vulkan-TM»* [Quarter of a century in the service of metallurgy. To the 25th anniversary of NPP Vulkan-TM] *Nedelya metallov v Moskve. 8–11 noyabrya 2022 g.* [Week of Metals in Moscow. November 8–11, 2022] *VNIIMETMASH* [VNIIMETMASH]. Moscow. P. 60–67.