

УДК 669.013.5:669.15–198

Д. В. СТАЛИНСКИЙ, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор,
А. А. ПАВЛЕНКО, заместитель генерального директора, директор структурного подразделения,
Ю. Л. ПЕТРОВ, главный инженер структурного подразделения

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ СОЗДАНИИ ЭКОЛОГИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫХ ФЕРРОСПЛАВНЫХ ЗАВОДОВ

Рассмотрены подходы, реализуемые УкрГНТЦ «Энергосталь» при проектировании новых и реконструкции действующих ферросплавных заводов и производств с учетом современных требований мировых стандартов к охране окружающей природной среды, сокращению промышленных выбросов при подготовке руды и выплавке ферросплавов, эффективному использованию энергоресурсов, утилизации отходов производства и др.

Ключевые слова: ферросплавы, ферросплавные печи, ферросплавный завод, газоочистные установки, пылегазовоздушная смесь, рукавные фильтры с импульсной регенерацией.

УкрГНТЦ «Энергосталь» наряду с выполнением комплексных работ по созданию в горно-металлургическом комплексе производств с полным циклом «под ключ» осуществляет проектирование и сопровождение при строительстве предприятий, цехов и отдельных производств ферросплавной подотрасли.

Инновационные подходы, применяемые Центром при проектировании и создании современных ферросплавных заводов, а также реконструкции действующих производств, полностью соответствуют основным направлениям совершенствования техники и технологии на предприятиях мировой ферросплавной промышленности. Такие подходы учитывают требования мировых стандартов к решению вопросов охраны окружающей природной среды, сокращения промышленных выбросов при рудоподготовке (окусковании) ферросплавного сырья и выплавке ферросплавов, эффективного использования энергоресурсов, комплексной утилизации отходов производства (пылей, шламов, шлаков, мелких фракций от дробления ферросплавов), реализации основных положений Киотского протокола.

В области проектирования, создания и внедрения новых технологий и оборудования для ферросплавного производства УкрГНТЦ «Энергосталь» тесно сотрудничает с ведущими научно-исследовательскими организациями СНГ — ЦНИИЧермет им. Бардина (г. Москва.); НПФ «Ферросплавы» (г. Днепропетровск); УкрНИИИспецсталь (г. Запорожье); НМетАУ (г. Днепропетровск); ХМИ им. Абишева (г. Караганда) и др., а также с ведущими производителями оборудования из СНГ и дальнего зарубежья — ОАО «Сибэлектротерм»,

ОАО НПО «Электротерм», ЗАО «Электротерм» (г. Новосибирск), «КОМТЕРМ» (г. Москва), SMS Simag AG (Германия), «INTECO» (Австрия), «Sinosteel JEMECO» (Китай) и др.

Следует отметить, что именно по проектам Центра в СССР была создана ферросплавная подотрасль горно-металлургического комплекса и построены ферросплавные заводы:

- в Украине — Запорожский, Стахановский, Никопольский;
- в России — Кузнецкий, Ключевский, Липецкий, Серовский;
- в Казахстане — Актюбинский и Аксуский (бывший Ермаковский).

На Челябинском электрометаллургическом комбинате (Россия), который был спроектирован и построен фирмой «Демаг» (Германия) в 1928–1931 гг., по проектам Центра в 1950–1998 гг. произведена полная реконструкция и создано пять новых цехов для производства ферросплавов.

В НПО «Тулачермет» (Россия) запроектировано и построено производство ванадия и высокочистого электролитического хрома.

В 1998–1999 гг. для ЗАО «Алаш» (г. Темиртау, Казахстан) выполнен проект и осуществлено переоборудование карбидных электропечей мощностью 60 МВА на выплавку марганцевых ферросплавов.

На ЗАО «Ферротрейдинг» (г. Запорожье, Украина) пущен цех с тремя электропечами ДСПТ-12 на постоянном токе для выплавки высокоуглеродистого феррохрома и других сплавов.

В 2007 г. осуществлен пуск в эксплуатацию нового завода по производству высокоуглеродистого феррохрома в г. Тихвин (Россия).

В странах дальнего зарубежья — Китае, Северной Корее, Египте, Болгарии, Индии, Словакии — по проектам Центра построены и введены в эксплуатацию девять цехов и специализированных установок по производству различных ферросплавов (марганцевых, ферровольфрама, ферромolibдена, пятиокси ванадия и феррованадия, силикокальция, ферросилиция, ферросиликохрома, низкоуглеродистого феррохрома). Проектные работы по ферросплавному производству выполнялись также для предприятий Ирака, Бразилии, Вьетнама.

Заводы и ферросплавные цехи бывшего СССР, построенные по проектам Центра, производили около 5,6 млн т/год различных ферросплавов, предприятия дальнего зарубежья — порядка 400 тыс. т/год.

Номенклатура продукции, производимой на всех предприятиях, спроектированных УкрГНТЦ «Энергосталь», насчитывает более 200 наименований — это электропечные, металлотермические, конвертерные, вакуумированные, азотированные, полученные электролизом, гидрометаллургическим способом, методом сплавления, смешивания жидких расплавов, порошковые ферросплавы; электроплавленные флюсы; комплексные модификаторы и лигатуры. Суммарная мощность 260 электропечей (герметичных, закрытых, полузакрытых и открытых), установленных на этих предприятиях, составляет порядка 470 МВА, из них электропечей мощностью 63 МВА — 14 шт., 75 МВА — 6 шт., 33 МВА — 20 шт.

Два ферросплавных завода — Никопольский (проектная мощность 1,2 млн т ферросплавов в год) и Аксуский (проектная мощность 1,0 млн т ферросплавов в год) — в настоящее время являются одними из самых крупных ферросплавных заводов мира.

УкрГНТЦ «Энергосталь» в настоящее время является генеральным проектировщиком ряда ферросплавных заводов СНГ и на данный момент активно участвует в реконструкции ферросплавных заводов Украины, России и Казахстана — ПАО «Никопольский завод ферросплавов», ПАО «Запорожский завод ферросплавов», ПАО «Стахановский завод ферросплавов», ЗАО «Тихвинский ферросплавный завод», ОАО «Чусовской металлургический завод», Актыбинский завод ферросплавов — филиал АО «ТНК «Казхром», ТОО «Таразский металлургический завод» (ферросплавное производство).

Ведутся переговоры о проектировании и строительстве ферросплавных производств с рядом компаний Индии, Египта, Турции, России.

Стремление минимизировать затраты на ввод новых мощностей для производства ферросплавов обусло-

вило интерес инвесторов к промышленным объектам, строительство которых в силу ряда причин было приостановлено — ЗАО «Тихвинский ферросплавный завод» (Ленинградская область, Россия) и Енисейский ферросплавный завод (г. Красноярск, Россия).

Рабочим проектом, выполненным Центром для ЗАО «Тихвинский ферросплавный завод», предусмотрена реконструкция недостроенного цеха специальных видов литья на промплощадке АО «Завод Трансмаш» (г. Тихвин). Работа над проектом, начиная с 1995 г., велась со значительными перерывами, но в 2005–2008 гг. УкрГНТЦ «Энергосталь» скорректировал, параллельно со строительством, технологическую часть рабочего проекта, и в 2008 г. завод был введен в эксплуатацию в составе четырех электропечей для выплавки высокоуглеродистого феррохрома в объеме 140 тыс. т/год.

Состав проектируемых УкрГНТЦ «Энергосталь» объектов в комплексе завода:

- плавильный корпус с дозировочным и шлаковым отделением;
- склад шихты с шихтоподачей;
- отделение хромоуглеродистых брикетов;
- отделение переработки шлака;
- газоочистка электропечи № 2;
- газоочистка склада шихты и отделения хромоуглеродистых брикетов.

В проекте предусмотрена установка в плавильном цехе четырех открытых электропечей типа РКО-16,5 ФХ-М мощностью по 16,5 МВА, что было предусмотрено объемно-планировочными решениями (пролеты и высотные отметки) существующего здания цеха. Кроме того, конструкция этих электропечей хорошо отработана, что обеспечивает их надежную эксплуатацию.

Выбор типа электропечей (открытые, закрытые или герметичные) обусловлен технологической и экономической целесообразностью:

- во-первых, при применении открытых электропечей резко снижаются требования к качеству сырья по фракционному составу, что в условиях возможной нестабильности в поставках высокосортных кусковых хромовых руд имеет большое значение;
- во-вторых, в связи с возросшими требованиями к защите атмосферного воздуха и установлением для населенных пунктов очень низкой предельно допустимой концентрации (ПДК) соединений трехвалентного хрома (Cr_2O_3) — 0,01 мг/м³ для очистки дымовых газов от зонтов закрытых электропечей требуется, как и для открытых электропечей, применение установок с высокой степенью очистки. Наличие на закрытой электропечи двух систем газоочистки (мокрой — для ферросплавного газа и сухой с тка-

невыми фильтрами — для дымовых газов от зон-та) приводит к неоправданно высоким капитальным и эксплуатационным затратам.

Для герметичных электропечей может быть исключена очистка газов от зонта над сводом, но очень жесткие требования к гранулометрическому составу шихты и значительные затраты на мокрую газоочистку ферросплавного газа с самостоятельным оборотным циклом загазованной воды и шламовым хозяйством делают их применение для условий площадки в г. Тихвине нецелесообразным.

Особенностью плавильного цеха ЗАО «Тихвинский ферросплавный завод», в отличие от ферросплавных цехов традиционной планировки, является наличие общего печного пролета и индивидуальных разливочных пролетов для каждой электропечи, оборудованных мостовыми электрическими кранами грузоподъемностью 20/5 т, а также отсутствие объединенного склада готовой продукции. В разливочных пролетах осуществляется разливка сплава, дробление, сортировка и отгрузка готовой продукции.

Для очистки запыленной газовой смеси, отводимой от технологических агрегатов, предусмотрены следующие газоочистные установки:

- газоочистка № 1 — для очистки газовой смеси, отводимой от зонтов и леток электропечей № 3 и № 4;
- газоочистка № 2 — для очистки газовой смеси, отводимой от зонтов и леток электропечей № 1 и № 2 и аспирационных выбросов плавильного корпуса;
- газоочистка склада шихты и отделения хромоуглеродистых брикетов;
- аспирационная установка участка подготовки кокса в складе шихты.

В проекте используется существующая газоочистка № 1, которая была ранее предусмотрена для очистки газов от шести сталеплавильных печей типа ДС-6 Н1.

Во всех остальных газоочистных установках применены высокоэффективные рукавные фильтры с импульсной регенерацией, построенные по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь», — остаточная запыленность после газоочистки составляет не более 20 мг/м^3 .

В настоящее время УкрГНТЦ «Энергосталь» совместно с рядом ведущих российских проектно-исследовательских организаций выполняет проектную документацию первого этапа строительства Енисейского ферросплавного завода (ЕФЗ) с объемом производства до 620 тыс. т/год марганцевых ферросплавов в промышленной зоне г. Красноярска на территории бывшего завода тяжелого машиностроения «Крастяжмаш» с использованием существующих зданий, сооружений и объектов инфраструктуры.

УкрГНТЦ «Энергосталь» разрабатывает технологическую часть объектов основного производственного назначения, включая ферросплавные цехи № 1 и № 2, газоочистки, аспирационные установки, отделения переработки шлаков и ремонтного хозяйства с участком изготовления кожухов электродов, а также АСУ ТП и раздел КИПиА всего завода. По техническому заданию Центра ЦНИИЧермет им. Бардина разработал новую технологию производства марганцевых ферросплавов в условиях промплощадки ООО «Крастяжмаш», которая легла в основу всех проектных решений строительства ЕФЗ.

Строительство завода планируется осуществить в два этапа: I этап — цех № 1 с необходимой инфраструктурой; II этап — цех № 2 с дальнейшим развитием инфраструктуры.

Ферросплавный цех № 1 для производства высокоуглеродистого ферромарганца и ферросиликомарганца проектируется в составе пяти открытых электропечей типа РКО с низким зонтом мощностью 33 МВА каждая. Цех № 2 будет запроектирован в составе четырех открытых электропечей типа РКО с низким зонтом мощностью 63 МВА каждая. За каждой электропечью предусматривается установка газоочистки с рукавными фильтрами, обеспечивающей концентрацию пыли в газе на выбросе в атмосферу не более 12 мг/м^3 .

Установка электропечей открытого типа с низким зонтом (полузакрытых) в несколько раз уменьшает объем газовой смеси, поступающей на газоочистку, и исключает выбивание газов в цех. Для минимизации объемов выбросов в атмосферу в отделении переработки шлака производится термодробление жидкого шлака водой. Предусматриваются аспирационные отсосы запыленного воздуха от укрытий оборудования с последующей очисткой воздуха от пыли в аспирационных установках и полная утилизация отходов производства — отвального шлака ферросиликомарганца, прошлакованного металла, попутного фосфористого металла, отсевов кокса и пыли, уловленной газоочистками и аспирационными системами.

Потребность в воде на технологические нужды обеспечивается из оборотной системы производственного водоснабжения завода, что полностью исключает сброс сточных вод во внешние водоемы.

Запроектированный новый Енисейский ферросплавный завод, благодаря инновационным подходам к созданию технологии, комплексному проектированию с учетом требований мировых стандартов по охране окружающей среды и комплексной утилизации отходов, выбору основного технологического оборудования с применением современной АСУ ТП, займет достойное место среди лучших ферросплавных заводов России.

УкрГНТЦ «Энергосталь», являясь головной организацией по охране окружающей среды в горно-металлургическом комплексе Украины, активно занимается проблемой очистки отходящих газов в ферросплавном производстве.

Открытые рудотермические печи на ферросплавных заводах являются мощными источниками выбросов пыли в атмосферу. Для сухой очистки газов ферросплавных печей в течение длительного времени в СНГ и зарубежных странах применялись рукавные фильтры с обратной продувкой, в основном напорного типа. Многолетний опыт эксплуатации выявил ряд серьезных эксплуатационных и конструктивных недостатков таких фильтров.

Альтернативным решением по очистке газов открытых ферросплавных печей является применение высокопроизводительных всасывающих рукавных фильтров с импульсной регенерацией.

УкрГНТЦ «Энергосталь» первым в СНГ разработал и освоил заводское производство современных высокоэффективных рукавных фильтров с импульсной регенерацией типа ФРИР и системами АСУ ТП, которые соответствуют техническому уровню рукавных фильтров известных зарубежных фирм.

По проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» введены и успешно эксплуатируются газоочистки с фильтрами типа ФРИР на ОАО «Серовский завод ферросплавов», ПАО «Запорожский завод ферросплавов», ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат», ПАО «Стахановский завод ферросплавов», ОАО «Актюбинский завод ферросплавов» — филиал АО «ТНК «Казхром», ЗАО «Тихвинский ферросплавный завод», ЗАО «Ферротрейдинг», ПАО «Никопольский завод ферросплавов» и на других ферросплавных заводах.

Построены и успешно работают спроектированные УкрГНТЦ «Энергосталь» системы сухих газоочисток с рукавными фильтрами ФРИР-7000 за двумя открытыми ферросплавными печами мощностью по 27,6 МВА для выплавки марганцевых ферросплавов на ТОО «Таразский металлургический завод» (Республика Казахстан) — остаточная запыленность газов после фильтра составляет 8–11 мг/м³.

На ПАО «Никопольский завод ферросплавов» проводится реконструкция аспирационных систем агломерационного цеха с применением рукавных фильтров ФРИР-7000, а также расширение склада горячего металла цеха плавки ферросплавов с установкой фильтров ФРИР-2000х2 конструкции, производства и поставки УкрГНТЦ «Энергосталь».

В настоящее время осуществляется монтаж двух рукавных фильтров ФРИР-8500 в цехе № 4 на ПАО «Запорожский завод ферросплавов».

Многолетний опыт промышленной эксплуатации рукавных фильтров с импульсной регенерацией конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» за ферросплавными печами показал их высокую эффективность, надежность и ряд серьезных преимуществ по сравнению с фильтрами других конструкций.

Все работы по внедрению в производство газоочисток УкрГНТЦ «Энергосталь» выполняет в комплексе — разработка, проектирование, изготовление и поставка оборудования, авторский надзор, шефмонтаж, наладка, сервисное обслуживание.

В ближайшей перспективе намечается выполнение проектных работ по ряду объектов ПАО «Никопольский завод ферросплавов», разработка проекта и рабочей документации по реконструкции цеха № 4 на ПАО «Запорожский завод ферросплавов», проектирование установки для дувания азота в печь при выплавке ферросилиция на ПАО «Стахановский завод ферросплавов».

УкрГНТЦ «Энергосталь» имеет опыт генерального проектирования газотурбинной электростанции комбинированного цикла, работающей на вторичных топливных газах (доменном, конвертерном и коксовом), которая строится впервые в Украине на ПАО «Алчевский металлургический комбинат». С учетом этого опыта Центром разработаны технико-коммерческие предложения по строительству когенерационных станций, работающих на ферросплавном газе, на ПАО «Никопольский завод ферросплавов» и ПАО «Стахановский завод ферросплавов».

Эксплуатация таких станций связана с необходимостью соответствия высоким требованиям к надежности и безопасности основного и вспомогательного оборудования. Одно из основных условий — бесперебойное и стабильное снабжение станции ферросплавным газом в необходимом количестве и с требуемым качеством (температура, давление, калорийность, запыленность), что особенно важно в условиях изменяющегося режима выработки ферросплавного газа электропечами и колебаний теплотехнических характеристик во времени.

Выполнение этих требований обеспечивается оптимальными инновационными проектными решениями УкрГНТЦ «Энергосталь».

Следует отметить, что УкрГНТЦ «Энергосталь», располагая многолетним опытом, квалифицированными кадрами и основываясь на инновационных подходах к созданию современных ферросплавных предприятий, способен разрабатывать и реализовывать проекты любых объектов ферросплавного производства, включая изготовление и поставку оборудования «под ключ».

Поступила в редакцию 22.11.2011

Розглянуто реалізовані УкрДНТЦ «Енергосталь» підходи при проектуванні нових і реконструкції діючих феросплавних заводів і виробництв з урахуванням сучасних вимог світових стандартів до навколишнього природного середовища, скороченню промислових викидів під час підготовки руди і виплавки феросплавів, ефективному використанню енергоресурсів, утилізації відходів виробництва тощо.

Approaches being implemented by UkrSSEC "Energostal" during designing new and reconstructing the existing ferroalloy plants and productions taking into account the present-day requirements of international standards for environmental protection, reduction of industrial emissions at ore preparing and ferroalloy smelting, energy efficiency, waste recovery, etc.