

ЗАЙНУЛЛИН ЛИК АНВАРОВИЧ, ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР, ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ» (ОАО «ВНИИМТ»).

ГРЕЗНЕВ ВАЛЕРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, ПОЧЕТНЫЙ МЕТАЛЛУРГ, ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ» (ОАО «ВНИИМТ»).

МЕХРЯКОВ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОГО ЦЕНТРА, ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ» (ОАО «ВНИИМТ»).

УСТАНОВКИ ПРИПЕЧНОЙ ГРАНУЛЯЦИИ

Опыт внедрения установок припечной грануляции шлака в Китайской Народной Республике показал высокие эксплуатационные характеристики технологии ВНИИМТ. Достижение заданных эксплуатационных характеристик и оптимизация технологического процесса возможны только при непосредственном участии разработчика технологии в пусконаладочных работах.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИПЕЧНОЙ ГРАНУЛЯЦИИ ШЛАКОВ.

Специалисты ОАО «ВНИИМТ» разработали и успешно внедрили технологию припечной грануляции расплавов, позволяющую:

-получать гранулированный шлак заданной структуры и фракционного состава для наиболее эффективного его использования в первую очередь как гидравлически активной добавки к цементу, при этом необходимых характеристик можно достичь только водной припечной технологией грануляции исходного расплава с возможно большей начальной температурой расплава перед грануляцией;

-обеспечить взрывобезопасность грануляции за счет диспергирования расплава над бассейном, а не в гидрожелобах;

-достичь максимально возможного снижения влажности гранулированного шлака откачкой граншлака при помощи эрлифта из бассейна в обезвоживатель специальной конструкции;

-создать экологически комфортные условия в районе литейного двора доменной печи, максимально локализовав парогазовые выбросы, удаляя их через трубу самотягой с рассеиванием выбросов;

-утилизировать тепло исходного расплава шлака за счет конденсации пара, образующегося при грануляции, например, для выпарки с использованием вакуумных выпарных аппаратов загрязненных стоков;

-внедрить припечные установки грануляции в стесненных условиях доменных цехов за счет относительной компактности и моноблочности.

ТЕХНОЛОГИЯ ГРАНУЛЯЦИИ ШЛАКА, ЗАЩИЩЕННАЯ ПАТЕНТАМИ РФ

Один из вариантов припечной грануляции доменного шлака представлен на рисунке 1.

Жидкий шлак из доменной печи по желобу 2 поступает к узлу грануляции (гидромонитору) 3, где за счет механического воздействия струй воды раздробливается и в виде трехфазной смеси поступает в приемный бункер 5, заполненный водой. Приемный бункер оборудован металлической решеткой 4, задерживающей негабаритные предметы.

При погружении в воду частицы шлака охлаждаются и затвердевают. Образующийся в процессе грануляции пар через вытяжную трубу 1 выбрасывается в атмосферу.

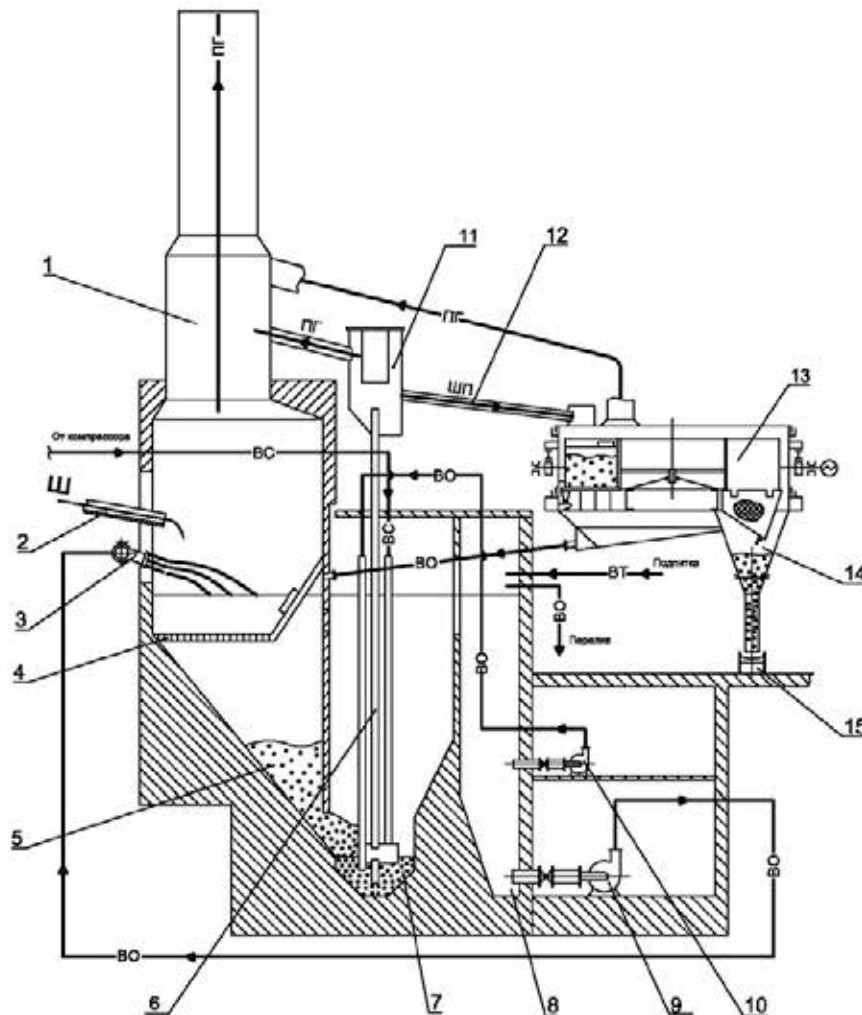


Рис. 1. Схема установки припечной грануляции доменного шлака

1 – вытяжная труба, 2 – желоб шлаковый, 3 – гидромонитор, 4 – решетка, 5 – приемный отсек гранбассейна, 6 – эрлифт шлаковый, 7 – отсек эрлифтный, 8 – отсек осветленной воды, 9 – насос грануляционной воды, 10 – насос взмучивающей воды, 11 – сепаратор эрлифта, 12 – пульпопровод в обезвоживатель, 13 – обезвоживатель карусельный, 14 – бункер гранулированного шлака, 15 – конвейер обезвоженного шлака.

Гранулированный шлак вместе с водой через проем в вертикальной стенке поступает в эрлифтный отсек 7. Поднимаясь по колодецу эрлифта, вода осветляется и переливается в камеру осветленной воды 8, откуда забирается грануляционным насосом 9 и подается к гидромонитору на очередной цикл грануляции. В случае завала проема гранулированным шлаком вода поступает в колодец эрлифта через верхнее переливное устройство, снабженное опускной трубой. Гранулированный шлак транспортируется шлаковым эрлифтом 6 — вертикальной трубой, футерованной каменным литьем. Применение эрлифта для перекачки шлака вызвано тем, что эрлифт более надежен, износостоек, обеспечивает перекачку густой пульпы (Т:Ж - 1:2) с большей эффективностью по сравнению с насосами для перекачки горячей пульпы.

Для взмучивания гранулированного шлака на всасе эрлифта предусмотрен подвод воды от отдельного насоса 10, забирающего воду из камеры осветленной воды. Под действием вводимого в насадку эрлифта сжатого воздуха, смесь воды с гранулированным

шлаком поднимается в сепаратор 11, откуда самотеком по пульпопроводу 12 поступает в обезвоживатель 13 карусельного типа — вращающуюся сварную конструкцию (корпус) цилиндрической формы, разделенную на сегменты и снабженную стационарной крышкой и поддоном. Через крышку подается шлаковая пульпа от сепаратора эрлифта, а также эвакуируется паровоздушная смесь в вытяжную трубу. Поддон обеспечивает сбор фильтрующейся воды и ее возвращение в приемный бункер. Обезвоженный граншлак из бункера 14 выгружается на ленточный конвейер 15 и передается на склад. Рекоменгуемый способ складирования гранулированного шлака — открытый склад штабельного типа. Влажность шлака в штабеле увеличивается по направлению к основанию штабеля. Рациональная организация работ по перевалке и отгрузке шлака позволит дополнительно снизить влажность шлака.

Установки припечной грануляции шлака по технологии ОАО «ВНИИМТ» внедрены на следующих предприятиях:

- Криворожсталь (1975 г., 5000-м3 ДП № 9, четыре установки),
- НЛМК (1978 г., 3200-м3 ДП № 6, четыре установки),
- Северсталь (1986 г., 5580-м3 ДП № 5, четыре установки),
- Бхилайский металлургический комбинат (1989 г., 3000-м3 ДП № 7, четыре установки),
- ЗФ ГМК «Норильский никель» (1998 – 2005 гг., электропечи обеднения шлака, четыре установки),
- АО "Тяньцзинская металлургическая группа", Китай, (2012 г., 1260-м3 ДП № 1 и 2, четыре установки),
- Баотоуский металлургический комбинат, Китай, (2014 г., 4150-м3 ДП № 1 и 2, 4 установки).

ГРАНУЛЯЦИЯ ДОМЕННОГО ШЛАКА НА БАОТОУСКОМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМБИНАТЕ

В 2014 г. на этом предприятии введен в эксплуатацию комплекс из двух доменных печей объемом по 4150 м3, для каждой предусмотрены две автономные установки припечной грануляции шлака (УПГШ) по технологии ОАО «ВНИИМТ». Специалисты ОАО «ВНИИМТ» по контракту с представителем Заказчика - Баотоуской дочерней фирмой по металлургическим технологиям Veris при МСС им. Пелэй разработали базисный инжиниринг на комплекс припечной грануляции шлака, задание на выполнение рабочего инжиниринга, технический проект обезвоживателя карусельного типа. По дополнительному контракту было изготовлено и поставлено эрлифтное оборудование для нового комплекса. На основное оборудование установок грануляции ОАО «ВНИИМТ» разработал технические проекты для дальнейшего рабочего проектирования и изготовления в КНР.

Каждая доменная печь, оборудованная четырьмя шлаковыми летками, оснащается двумя УПГШ с противоположных сторон доменной печи. В составе каждой установки предусматривается одна технологическая линия (без резервной). Шлак выпускается каждые два часа через две из четырех леток попеременно. На каждую УПГШ жидкий шлак подается через каждые 4 ч. Интенсивность эксплуатации оборудования в данном случае вдвое выше, чем на УПГШ доменных печей в России.

При нормальной работе на расчетном режиме установка работает 99 мин и 141 мин находится в режиме ожидания. При выходе одной из двух установок на ремонт шлак выпускают из доменной печи на одну сторону, режим работы действующей установки не меняется, а продолжительность ожидания сокращается до 21 мин. Такое решение позволяет вести грануляцию шлака в достаточно широком диапазоне технологических режимов без ухудшения качества обезвоженного граншлака.

Основное оборудование УПГШ размещается в здании площадью 27×33 м2. Высотная отметка здания по нижнему поясу ферм +25,0 м. В здании установлен мостовой опорный

кран грузоподъемностью 10 т, размещаются карусельный обезвоживатель, шлаковый эрлифт, насосная станция, помещение поста управления, а также колодец эрлифта и камера осветленной воды. Приемный бункер, гидромониторы и система пароудаления, включающая укрытие бункера и вытяжную трубу, размещаются в пристроенном помещении между основным зданием и рабочей площадкой литейного двора доменного цеха. Общий вид установки представлен на рисунках 2, 3.

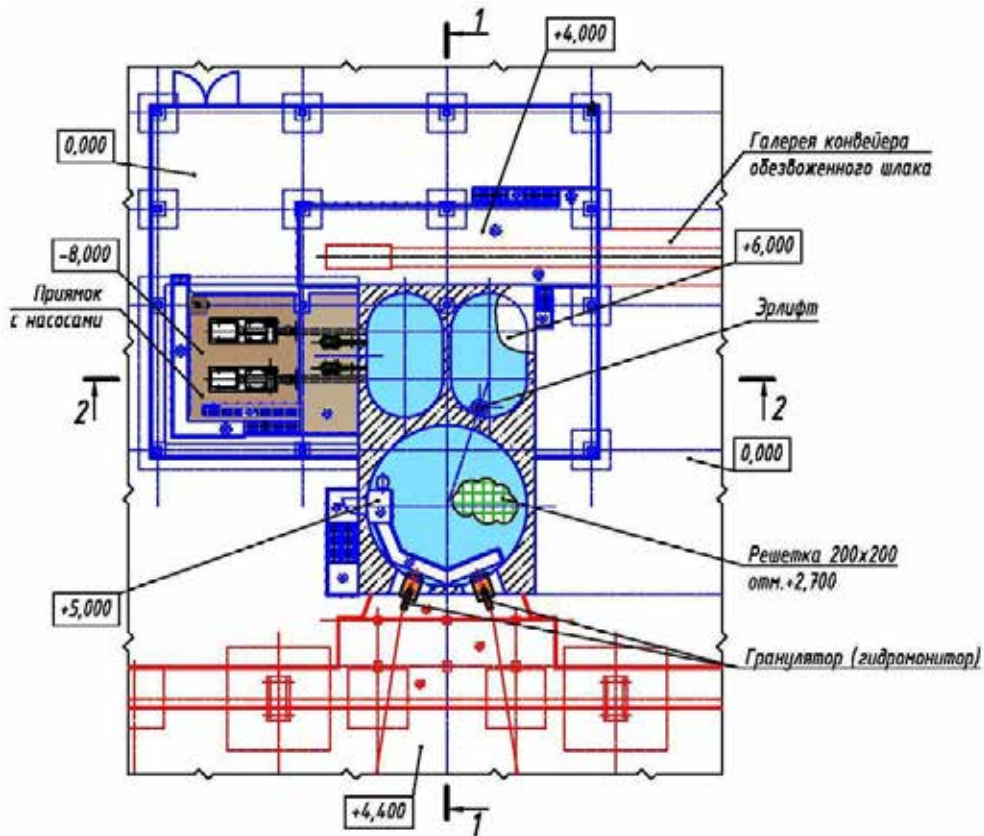


Рис. 2. План установки грануляции в Баотоу

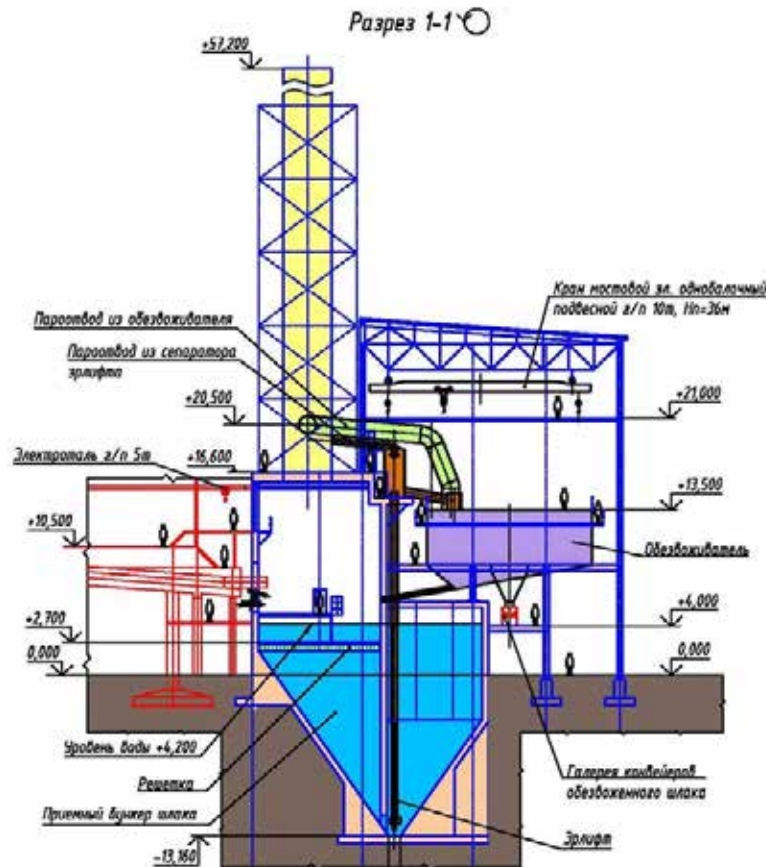


Рис. 3. Продольный разрез установки грануляции в Баотоу

Установки грануляции управляются в автоматическом режиме. Вся информация от первичных датчиков приходит на контроллер, который связан с панелью оператора, где отображаются на мнемосхеме измеренные параметры подводимых энергоносителей в процессе грануляции шлака и работа установки. Контроллер вырабатывает предупредительные и аварийные сигналы при отклонении параметров энергоносителей ниже заданного значения. Приборы видеонаблюдения позволяют контролировать процесс грануляции с рабочего места оператора.

По согласованию заинтересованных сторон в июне 2014 г. бригада специалистов ОАО «ВНИИМТ» выехала на площадку в Баотоу. В ходе осмотра выявлены отступления от базисного инжиниринга, допущенные китайской стороной, и нарушения, связанные непосредственно с технологией грануляции шлака:

- работа с увеличенной производительностью по шлаку (отличие от исходных данных по контракту более чем на 30 %);
- отступления от требований инструкции по эксплуатации шлаковых эрлифтов;
- неоптимальная схема регулирования сжатого воздуха, подаваемого на эрлифтное оборудование;
- отличия от конструктивных размеров отдельных элементов гидромонитора от заданных, указанных в базовом инжиниринге;
- неоптимальный выбор насосного оборудования и параметров тракта грануляционной воды, сложность регулирования расхода и достижения необходимого давления воды на гидромониторе;
- отличие формы приемного отсека гранбассейна от рекомендованной ВНИИМТ, в связи с чем затруднена подача шлака к эрлифту;
- измененная конструкция металлической облицовки гранбассейна и качество ее выполнения способствуют зависанию шлака;
- вытяжные трубы установок грануляции выполнены с большим числом перегибов,

протяженность каналов увеличена вдвое.

В результате УПГШ работали с отступлением от проектных показателей: повышенным расходом сжатого воздуха, переизмельчением гранулированного шлака, плохим освещением оборотной воды, забиванием мелким шлаком оборудования и трубопроводов, повышенным сопротивлением в тракте пароудаления, затрудняющим своевременную эвакуацию испарений из укрытия гранбассейна.

Специалисты ОАО «ВНИИМТ» в ходе аудита на площадке Baotou Iron & Steel (г. Баотоу) объяснили заказчику необходимость приведения УПГШ к требованиям технологического регламента; были также разъяснены причины, особо влияющие на процесс грануляции.

ГРАНУЛЯЦИЯ ДОМЕННОГО ШЛАКА В АО "ТЯНЬЦЗИНСКАЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ГРУППА"

В 2012 – 2013 гг. введен в эксплуатацию комплекс из двух доменных печей объемом по 1260 м³. Для каждой доменной печи предусмотрены две автономные УПГШ по технологии ВНИИМТ. Специалисты ОАО «ВНИИМТ» по контракту с представителем заказчика — АО "Бейченская металлургическая компания" разработали базисный инжиниринг на комплекс припечной грануляции шлака, комплексное задание на выполнение рабочего инжиниринга, изготовили и поставили функциональные элементы эрлифтного оборудования, провели пусконаладочные работы.

В составе каждой УПГШ (правой и левой) предусматривается одна технологическая линия. Шлак выпускается каждые 2 ч через одну из двух леток попеременно, т. е. на каждую грануляционную установку жидкий шлак подается через каждые 4 ч. При нормальной работе шлаковые эрлифты и обезвоживатели обеих гранустановок работают постоянно и одновременно с производительностью 25 т/ч. Мониторы и насосы узлов грануляции работают попеременно с интервалом 1,3 ч. При аварийном или плановом ремонте одной из двух УПГШ производительность по гранулированному шлаку другой установки увеличивается до 50 т/ч за счет увеличения скорости вращения обезвоживателя с соответствующим повышением влажности гранулированного шлака и увеличения производительности эрлифта. Общий вид установки показан на рисунке 4.

Каждая установка грануляции выполнена в виде открытого сооружения из железобетонных конструкций. Оборудование — эрлифты, обезвоживатели размещено на открытых площадках. Обслуживаются они при помощи стреловых автокранов. Пульт управления операторов размещен в отдельном помещении, установленном на площадке обслуживания УПГШ. Помещение оборудовано системой вентиляции и кондиционирования. В этом же помещении расположено оборудование системы АСУТП.



Рис. 4. Общий вид установки грануляции в Тяньцзине

В ходе отладки системы эксплуатационный персонал АО "Тяньцзинская металлургическая группа" выполнил несколько циклов слива чугуна из доменной печи в приемный отсек установки грануляции шлака. При этом установка грануляции работала в штатном режиме — взрывы, разрушения не зафиксированы. Чугун был гранулирован, поднят эрлифтом и обезвожен. Данный факт еще раз подтверждает высокую взрывобезопасность технологии диспергирования расплава над бассейном.

Несмотря на достаточно комфортные климатические условия, снижение капитальных затрат и удобство обслуживания оборудования, размещение установок грануляции вне закрытых зданий не рекомендуется. Опыт эксплуатации в г. Тяньцзин показал, что требуется защита оборудования грануляции и обслуживающего персонала от неблагоприятных климатических факторов.

Следует особо отметить, что установки припечной грануляции ОАО «ВНИИМТ» являются полностью автономным участком: стоимость систем водоснабжения, трубопроводов с запорно-регулирующей арматурой, систем электроснабжения, систем АСУ ТП и других узлов входит в цену всего участка грануляции шлака, в отличие от установок грануляции других поставщиков.

ВЫВОДЫ

Опыт внедрения установок припечной грануляции шлака в КНР показал высокие

эксплуатационные характеристики технологии ОАО «ВНИИМТ». Китайскими специалистами отмечены надежность и высокая взрывобезопасность технологии, а также относительно малые капиталовложения. Отметим важность этапа пусконаладочных работ и необходимость участия разработчиков технологии в процессе выхода на заданные эксплуатационные характеристики.

Контактная информация

Данная статья была опубликована в сборник статей IX международного конгресса доменщиков: «Металлургия чугуна. Перспективы развития до 2025 года», проходившего 25-27 сентября 2018 года в г. Нижний Тагил.

Если вас заинтересовала информация, приведенная в данной статье, свяжитесь с нами по следующим координатам:

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

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

Генеральный директор

Зайнуллин Лик Анварович

Тел. +7 (343) 374-03-80

Email: aup@vniimt.ru

www.vniimt.ru