

Установка грануляции металлургических шлаков с получением сухого продукта

© М. А. Шаранов, Л. А. Зайнуллин,
А. Е. Шульмейстер и В. Р. Дубичев
ВНИИМТ

Выход доменных шлаков в СССР составляет около 50 млн. т, из них около 23 млн. т перерабатывается на граншлак. Основную часть граншлака (около 85 %) производят на центральных установках, расположенных за пределами доменных цехов, что вызывает расходы на перевозку расплавленного шлака в ковшах, снижение производительности печей из-за срыва сроков выпусков. Существующая на центральных установках технология грануляции не позволяет решить проблем охраны окружающей среды и получения несмерзающегося шлака.

Более перспективной является припечная грануляция по разработкам ВНИИМТ и Гипромеца, осуществленная на доменных печах № 9 «Криворожстали» [1], № 6 НЛМК [2] и № 5 ЧерМК. Эти установки предусматривают периодическую грануляцию расплава шлака горячей оборотной водой при выпуске его из доменной печи, с последующим эрлифтным транспортом в специальные устройства карусельного типа для обезвоживания. Передачу обезвоженного граншлака на склад производят ленточными конвейерами. За период эксплуатации эти установки показали высокую надежность и работоспособность. Недостатками их являются громоздкость, большой расход оборотной воды, большая энергоемкость и высокая (до 15 %) влажность граншлака.

Некоторые из этих недостатков устранены на установке, предложенной фирмами «Поль Вюрт» (Люксембург) и «Пуксима Кикай» (Япония) [3]. Эта установка включает гидрогранулятор с гидрожелобом и вращающийся сетчатый горизонтально расположенный барабан с полками для обезвоживания граншлака. Она является более компактной, но не гарантирует взрывобезопасность процесса при наличии металлов в шлаке, имеет большой расход оборотной грануляционной воды, большую энергоемкость, связанную с перекачкой воды, и высокую влажность граншлака.

Но перечисленные установки грануляции шлака либо не могут быть размещены у действующих печей из-за больших габаритов, либо не обеспечивают взрывобезопасности процесса грануляции расплава, содержащих металл, а также необходимой влажности граншлака.

С целью устранения отмеченных недостатков разработана новая технология грануляции шла-

ков. Эта технология грануляции предусматривает дробление расплава, кратковременное охлаждение раздробленных частиц в воде, выгрузку граншлака коробчатым конвейером с одновременным обезвоживанием и подсушкой за счет собственного тепла и передачу на склад для отгрузки потребителям. Технологическая схема установки для получения сухого граншлака представлена на рисунке.

Установка для получения сухого граншлака [4] работает следующим образом. В исходном состоянии приемный бункер 4 и камера 6 оборотной воды заполнены водой до западного регулятора уровня. Перед сливом расплава пускается в работу гранулятор 2, конвейер 6 и насос 7, подающий воду на гидросмыв кожуха 3, на систему охлаждения гранулятора 2 и на промывку конвейера 5. (Конвейер 5 состоит из коробок с сетчатыми днищами. Установлен наклонно с частичным погружением в воду). По желобу 1 сливаемый на грануляцию шлак поступает на гранулятор 2, раздробляется его лопастями и в виде капель по пространству, ограниченному кожухом 3, поступает на конвейер 5, пройдя предварительно кратковременное охлаждение в слое воды. При движении коробок конвейера 5 граншлак извлекается из воды, обезвоживается, подсушивается за счет остаточного физического тепла и при повороте коробок на ведущей звездочке высыпается на устройство для транспортировки или сразу в складское помещение. Образующийся при грануляции пар удаляется по трубе 8 в атмосферу. Неиспарившаяся часть воды, поступившая на охлаждение и гидросмыв, из приемного бункера 4 вместе с возможными шлаковыми включениями самотеком по каналу 9 возвращается в камеру 6 оборотной воды на всас насоса 7. В случае аварийной остановки барабанного гранулятора 2 автоматическим по сигналу тахогенератора переключатель открывает подачу оборотной воды на дополнительный коллектор 10 и закрывает подачу ее на гидросмыв и охлаждение. В результате расплав будет гранулироваться и отбрасываться на конвейер 5 потоком воды, выходящей из сопел коллектора 10, предотвращая прогар барабана гранулятора 2. Применение охватывающего барабанный грануля-

тор кожуха, встроенного в приемный бункер 4 с примыканием к обезвоживающему конвейеру 5, ограничивает разлет раздробленных частиц расплава, что позволяет уменьшить габариты прием-

ного бункера и снизить расход оборотной воды на орошение (гидросмыв) стенок. Для предотвращения просыпи граншлак помимо конвейера и непроизводительной его загрузки отношение ширины кожуха гранулятора «В» к ширине конвейера «В_к» должно составлять 0,8—0,9.

Предлагаемая установка для получения сухого граншлака может быть использована как возле доменных печей, так и за их пределами при перевозке расплава шлака в ковшах. Принятая в технологической схеме система водоснабжения с автономным обратным циклом предусматривает сброс грануляционной воды только при осушении установки для ремонта. Такая схема позволяет исключить загрязнение окружающей среды, значительно упростить и удешевить установку.

При грануляции доменных шлаков горизонтальными водяными струями около 1,75 % содержащейся в них серы переходит в пар, причем эта величина пропорциональна поверхности гранул и зависит от температуры поверхности частиц при контакте с водой.

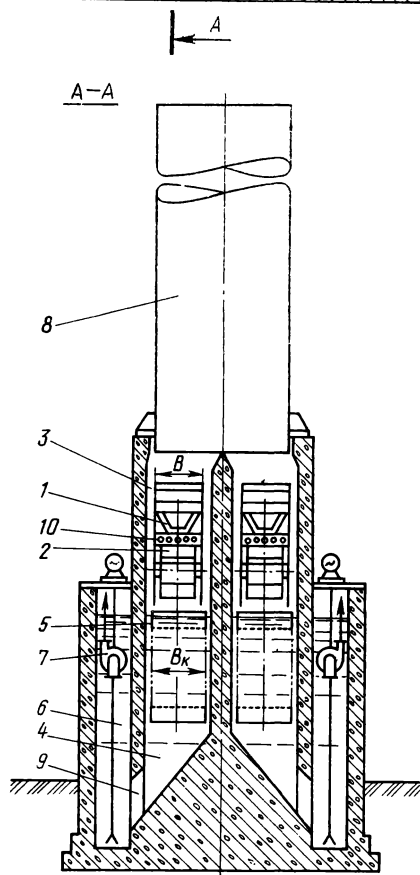
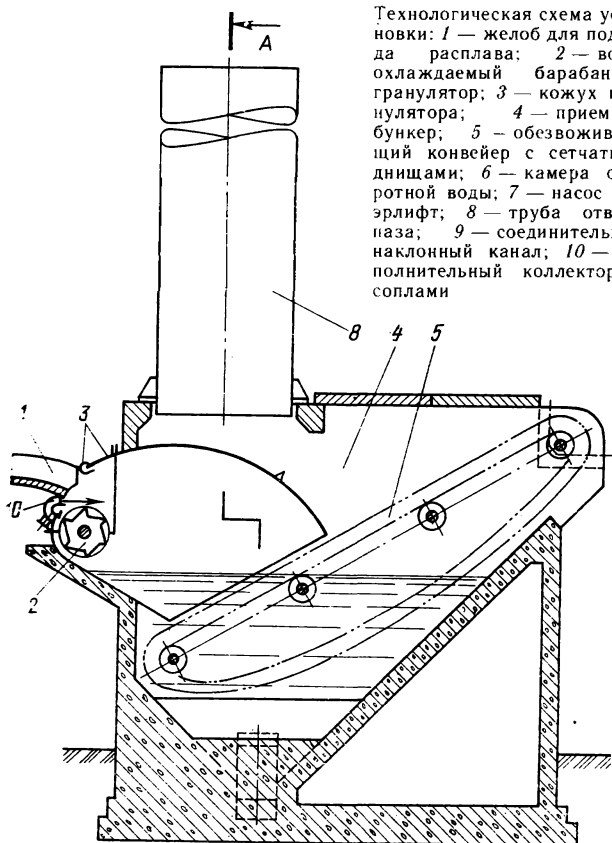
В разработанном случае диспергирование расплава осуществляется без участия воды, а перед погружением в воду происходит охлаждение раздробленных частиц в паровоздушной среде на 100—200 °С, что снижает переход серы в пар в 2—4 раза. Укрупнение гранул ожидается почти в два раза, а уменьшение поверхности — в четыре. За счет этих факторов ожидаемый переход серы в пар составит около 0,1—0,2 %. Следовательно, при практически существующем в шлаке содержании серы менее 2 % содержание серодорода в паре будет меньше ПДК, и соответственно сооружения устройств для нейтрализации пара не потребуются.

Для предотвращения коррозии контактирующих с паром металлоконструкций желательны выполнять их из нержавеющей стали.

Предлагаемая технология позволяет исключить взрывы при обеспечении безотказной работы оборудования. С этой целью все приводы гранустановки желательны дублировать, запитывать от разных источников электроэнергии и предусматривать автоматическое включение гидрогранулятора при остановке барабанного гранулятора.

Разработанная установка на основе описанной технологической схемы была спроектирована и изготовлена на опытно-экспериментальном заводе (ОЭЗ) ВНИИМТ и испытана на грануляции различных шлаков и металлов. Установка представляет собой наклонно установленный в бассейне коробчатый конвейер, снабженный гранулятором и насосом оборотной воды. Длина конвейера составляла 8 м, размеры коробки 500×500×100 мм. Глубина воды в зоне грануляции около 1 м. Скорость конвейера — 0,32 м/с. Установка позволяет испытывать различные типы грануляторов. К настоящему времени испытаны: лопастной барабан с горизонтальной осью вращения, спаренный гидромонитор и водовоздушный гранулятор. Всего проведено 17 опытов. Грануляции подвергались расплавы: чугуна, доменного шлака, шлаков ферросплавного производства и высокоглиноземистого мате-

Технологическая схема установки: 1 — желоб для подвода расплава; 2 — водоохлаждаемый барабанный гранулятор; 3 — кожух гранулятора; 4 — приемный бункер; 5 — обезвоживающий конвейер с сетчатыми днищами; 6 — камера оборотной воды; 7 — насос или эрлифт; 8 — труба отвода пара; 9 — соединительный наклонный канал; 10 — дополнительный коллектор с соплами



риала. Визуальные наблюдения и полученные в ходе опытов данные позволяют сделать заключение о работоспособности и надежности установки. Процесс грануляции любого из опробованных материалов не встречает затруднений. Влажность шлаковых материалов не превышает 2—3 % даже на холодной воде. При грануляции доменного шлака в воздухе температура граншлака на конвейере достигала 250 °С. Крупность граншлака в значительной мере зависит от интенсивности слива расплава и давления энергоносителя. Взрывобезопасность обеспечивается и при грануляции металлов благодаря применяемым способам дробления расплава и непрерывном удалении гранулированного материала из-под струи расплава.

В сравнении с действующими припечными установками грануляции доменных шлаков [1, 2] предлагаемая установка позволяет снизить удельные капиталовложения и габариты примерно в 2,5 раза, энергозатраты — на 4,5 кВт·ч/т, влажность — на 10—15 %. По сравнению с малогабаритными установками [5] преимущества предлагаемой технологии заключаются в возможности лучшей компоновки, получения абсолютно сухого граншлака и возможности применения ее для переработки шлака при сливе расплава из ковшей.

Преимущества установки в сравнении с зарубежной разработкой, предложенной фирмами

«Поль Вюрт» (Люксембург) и «Цукисима Кикай» (Япония) [3], заключаются в обеспечении взрывобезопасности процесса, снижении циркуляции воды, в использовании части тепла на подсушку граншлака, т. е. на снижение его влажности.

Экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии заключается в снижении капитальных затрат и себестоимости по сравнению с этими параметрами существующей припечной грануляции. По ориентировочным расчетам экономический эффект составит около 1,0 руб/т.

Библиографический список

1. Шаранов М. А., Ольгинский Ф. Я., Сацкий В. А. и др. Грануляция шлака у доменной печи объемом 5000 м³ // *Сталь*. 1977. № 8. С. 692—695.
2. Шаранов М. А., Зайнуллин Л. А., Захарченко Г. Я. Придоменная грануляция шлака и чугуна // *Сталь*. 1980. № 3. С. 178—180.
3. Установка мокрой грануляции доменного шлака: Экспрессинформ. // Сер. Подготовка сырьевых материалов к металлургическому переделу и производство чугуна / Ин-т «Черметинформация». Вып. 11. С. 1—4.
4. Промышленные исследования и освоение припечной грануляции шлака у доменной печи объемом 5500 м³: Отчет о НИР/ВНИИМТ. Инв. № 02870072245.— Свердловск, 1987.— 46 с.
5. Разработка малогабаритных установок грануляции шлака у действующих доменных печей: Отчет о НИР/ВНИИМТ. Шаранов М. А. Инв. № 02860101701.— Свердловск, 1986.— 44 с.



Примеры использования припечной грануляции доменного шлака

Инновационная технология припечной грануляции металлургических шлаков ОАО «ВНИИМТ» внедрены на предприятиях черной (припечная грануляция доменного шлака) и цветной металлургии.

Наименование предприятия	Объект	Характеристика объекта	Год внедрения
Припечная грануляция доменного шлака			
1. "Криворожсталь" (Украина)	Доменная печь №9	Объем печи 5000м ³ 4 установки	1975 г.
2. Новолипецкий металлургический комбинат (Россия)	Доменная печь №6	Объем печи 3200м ³ 4 установки	1978 г.
3. Череповецкий металлургический комбинат (Россия)	Доменная печь №5	Объем печи 5580м ³ 4 установки	1986 г.
4. Бхилайский металлургический завод (Индия)	Доменная печь №7	Объем печи 3000м ³ 4 установки	1989 г.
5. АО «Тяньцзинская металлургическая группа» г. Тяньцзинь, Китай. Заказчик - АО «Бейченская металлургическая компания»	Доменные печи	2 x 1260м ³ 4 установки	2012 г.
6. Баотоуский меткомбинат (BAOGANG) г. Баотоу, Китай. Заказчик – «Баотоуская Дочерняя Фирма по Металлургическим Технологиям BERIS»	Доменные печи	2 x 4150м ³ 4 установки	2013 г.
Припечная грануляция шлаков цветной металлургии			
7. Надеждинский металлургический завод ЗФ ГМК «Норильский никель» (Россия)	Обеднительные печи	1 установка на медной линии	1998 г.
8. Надеждинский металлургический завод ЗФ ГМК «Норильский никель» (Россия)	Обеднительные печи	1 установка на никелевой линии	2005 г.

Контактная информация

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

Email: aup@vniimt.ru

www.vniimt.ru