

Придоменная грануляция шлака и чугуна

В результате ряда научно-исследовательских работ в области припечной переработки металлургических расплавов, выполнявшихся Всесоюзным н.-и. институтом металлургической теплотехники в содружестве с Гипрометзом и заводами, созданы технологические схемы припечной грануляции доменного и конверторного шлаков, припечной переработки шлака на щебень в механизированных и герметизированных установках, а также взрывобезопасной грануляции чугуна и ферросплавов:

На основании этих разработок выполняются рабочие проекты, сооружены и освоены установки для грануляции шлака с насосной подачей воды на Салдинском заводе у доменной печи малого объема [1] и у доменной печи объемом 5000 м³ Криворожского металлургического завода [2]. Находятся в стадии промышленного освоения установки у доменной печи объемом 3200 м³ на Новолипецком металлургическом заводе, на которых в отличие от криворожских, предусмотрена эрлифтная подача воды на грануляцию (рис. 1). Доменная печь с четырьмя летками обслуживается двумя гранустанками. В состав каждой установки входят две автономные технологические линии (рабочая и резервная).

Установка (рис. 1) имеет желоб 4 для подачи шлака, под которым размещен гидрогранулятор 3, и бункер-отстойник 2 с камерой 1 оборотной воды, колодцем 14 и решетками для задержки негабаритных случайных предметов. В колодце 14 установлен шлаковый эрлифт 13, который состоит из воздушной насадки, подъемной трубы, воздуховода, водовода 12 для взмучивания гранулированного шлака на всасывании и сепаратора. Сепаратор шлакового эрлифта соединен с обезвоживателем 8 карусельного типа, под которым размещен водосборник 10 со сливной трубой и бункер 9 для сушки граншлака воздухом, подаваемым через кольцевой коллектор. Под бункером установлен ленточный конвейер 11. Верхняя часть бункера-отстойника 2 переходит в трубу 7 для отвода образующегося при грануляции пара и паровоздушной смеси, поступающей из обезвоживателя.

В камере 1 оборотной воды установлен эрлифт 5 для подачи воды на грануляцию, состоящий из воздуховода, воздушной насадки, подъемной трубы, сепаратора, напорного бака 6 и трубы для сброса отработавшего воздуха и избытков воды.

Установка работает следующим образом. Шлак из доменной печи по желобу 4 стекает на поток воды, выходящей из сопел гранулятора 3. Динамическое и термическое воздействие потоков воды обеспечивает дробление и охлаждение жидкого шлака. Образующийся при этом пар по трубе отводится в атмосферу. Окончательное охлаждение и затвердевание частиц расплава шлака происходит при погружении их в воду бункера-отстойника 2, уровень которой поддерживается постоянным благодаря непрерывному переливу в каме-

ру оборотной воды 1. Негабаритные случайные предметы задерживаются решетками.

Под действием воздуха осадок гранулированного шлака из нижней части колодца 14 после предварительного взмучивания водой из трубы 12 перекачивается при отношении твердого к жидкому 1 : 2 шлаковым эрлифтом 13

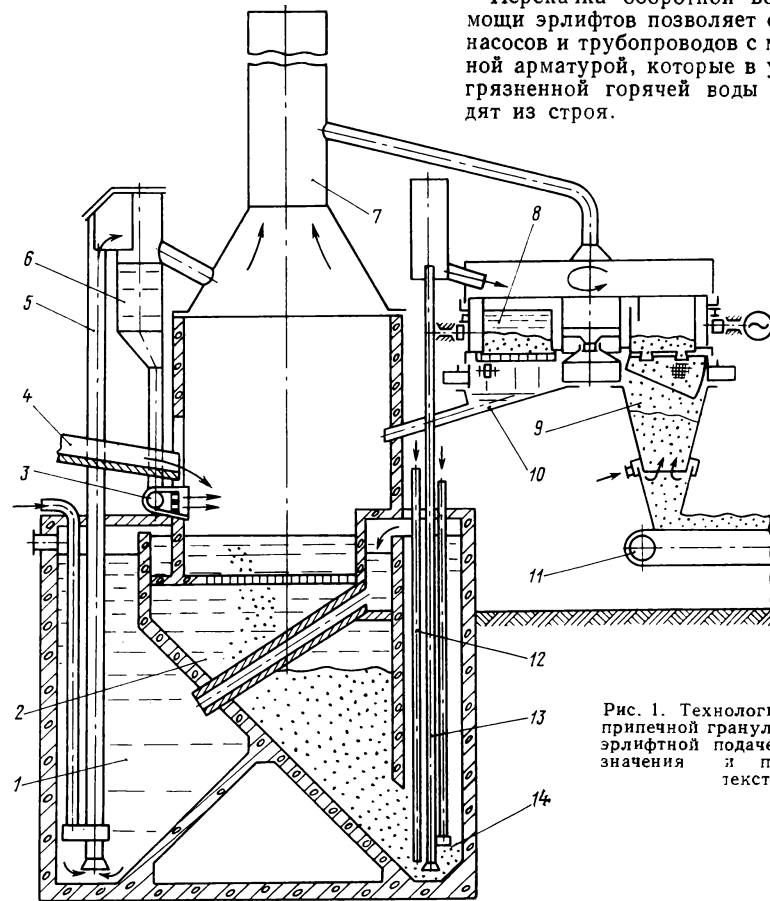


Рис. 1. Технологическая схема припечной грануляции шлака с эрлифтной подачей воды (обозначения и пояснения — в тексте)

сепаратор, откуда самотеком сливается в обезвоживатель 8 карусельного типа, состоящий из шестнадцати секций с сетчатыми днищами. При вращении обезвоживателя в каждой секции последовательно совершаются операции заполнения пульпой, отфильтровывания воды через сетчатые днища и выгрузки шлака в бункер сушки 9. В случае переполнения вода из секции через заниженную стенку переливается в кольцевой водосборник 10. В этот водосборник поступает и отфильтровываемая из гранулированного шлака вода и сливается обратно в отстойник 2.

Шлак, выгружаемый в бункер 9, имеет температуру около 90 °С. С целью дополнительного снижения влажности шлака с использованием его физического тепла предусматривается продувка воздухом. Всушенный и охлажденный гранулированный шлак из бункера сушки транспортируется ленточным конвейером 11 на склад или в вагон. отработавший в эрлифте воздух и воздух после продувки граншлака удаляется через трубу 7 в атмосферу.

Переливаясь из бункера-отстойника 2 в камеру 1 оборотной воды под действием вводимого воздуха поднимается водяным эрлифтом 5 в сепаратор, откуда сливается в напорный бак 6 и поступает на очередной цикл дробления расплава в гранулятор 3. Отработавший в эрлифте воздух и избытки воды отводятся в вытяжную трубу.

Перекачка оборотной воды при помощи эрлифтов позволяет обойтись без насосов и трубопроводов с многочисленной арматурой, которые в условиях загрязненной горячей воды часто выходят из строя.

В установках с насосной подачей воды на грануляцию при работе на горячей воде и при недостаточном давлении на всасывании могут возникнуть кавитационные разрушения насосов, тогда как при эрлифтной перекачке горячей воды это только увеличивает к. п. д. эрлифта, так как вводимый в эрлифт воздух насыщается водяными парами и увеличивается в объеме. Такой эффект снижает температуру воды, что улучшает условия гранулирования расплава (уменьшая образование сероводорода и легковесного гранулированного шлака).

При коэффициенте заглубления эрлифта более 30 % к. п. д. эрлифта выше, чем у насоса, поэтому энергетические расходы от применения эрлифта не увеличиваются. Таким образом, замена насосов эрлифтами упрощает установку, повышает ее надежность в эксплуатации, а также способствует улучшению процесса грануляции благодаря снижению температуры грануляционной воды.

Припечные гранустанки обеспечи-

вают взрывобезопасность процесса с улавливанием и организованным отводом парогазовых выделений и облегчают условия труда; при 100 %-ной переработке шлаков в пригодный для дальнейшего использования продукт можно обойтись без шлакового парка. Только от исключения расходов на перевозку шлака в ковшах достигается экономический эффект в размере около 0,8 руб/т шлака.

Институт активно занимается также разработкой способов грануляции металлов.

В настоящее время значительную часть жидкого чугуна перерабатывают

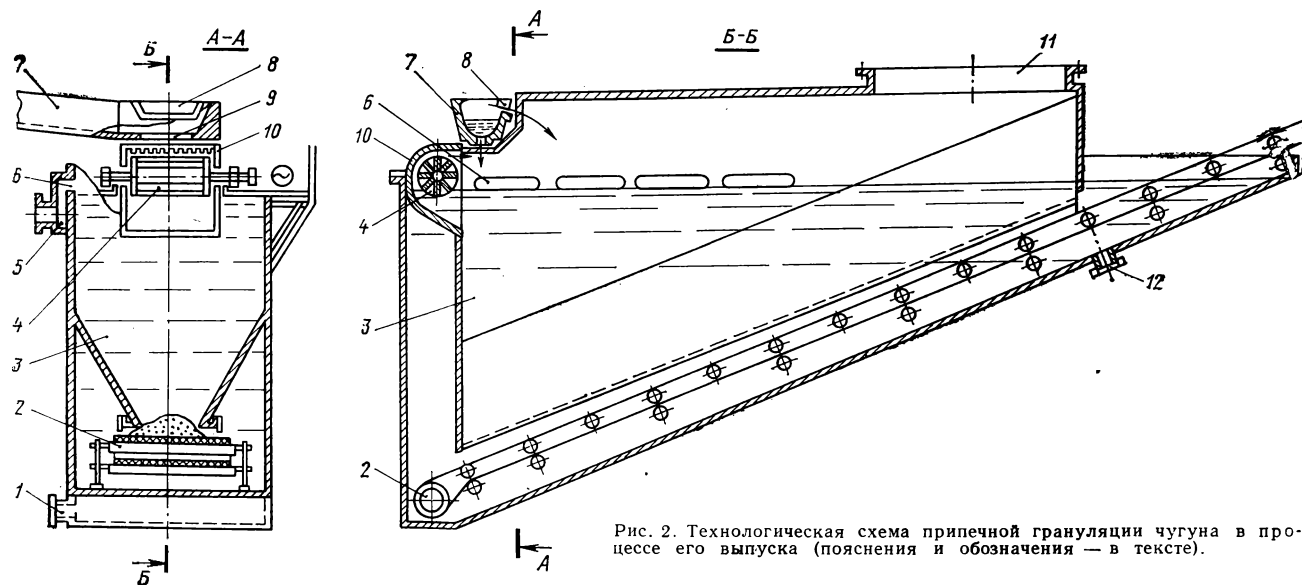
металлов формирование струи расплава перед дроблением несовершенно, отсутствует насосная система водооборота, невозможно создать дискретный водяной поток для улучшения гранулометрического состава продукта и нет устройств, предотвращающих унос гранул с ленты конвейера.

Предложена технологическая схема установки (рис. 2) для припечной грануляции чугуна [4] в обычных условиях его выпуска из доменной печи с использованием известных способов и с устранением отмеченных выше недостатков.

Установка состоит из желоба 7 для

са 4. В случае увеличения потока расплава выше расчетного или в случае засорения щелевидного отверстия 9 расплав плоским потоком переливается через порог 8. Под действием потока воды расплав дробится и отбрасывается в приемный бункер 3. Охлаждаясь при погружении в воду, гранулы затвердевают, направляются воронкой на ленту конвейера 2, извлекаются им из воды, проходят подсушку под действием собственного физического тепла и одновременно транспортируются в бункера или в вагоны.

Чтобы избежать потерь гранул с ленты конвейера, на концах наклонных



в транспортабельный продукт на различных машинах. На транспортировку расплава и его разливку задлуживается значительное количество чугуновозов.

На основе проведенных исследований предлагается осуществить припечную грануляцию чугуна в момент выпуска его из доменной печи.

Переработка расплава чугуна в гранулы широко практикуется за рубежом. Большинство установок для грануляции чугуна работает со сливом расплава из ковша в желоб, разветвляющийся на два-четыре носка, под которыми расположены гидромониторы с многочисленным количеством мелких отверстий — сопел [3]. Вода в гидромониторы подается насосами. Под действием этой воды расплав дробится на капли и падает в емкость с водой для затвердевания и охлаждения.

Затвердевшие гранулы извлекаются наклонными конвейерами из воды и передаются на склад гранулированного чугуна.

В СССР гранулируют пока только пердевые ферросплавы и некоторые цветные металлы. Технология грануляции ферросплавов отличается от описанной выше только способом извлечения гранулята из воды. Параметры дробящей воды в зависимости от требуемой крупности гранулята и интенсивности слива расплава изменяются в широких пределах: избыточное давление от 0,05 до 0,2 МПа, расход от 1 до 10 м³/т расплава. Глубина емкости с охлаждающей водой составляет в среднем 6 м.

В известных способах грануляции

подачи расплава, под которым размещается гранулятор в виде водометного колеса 4 с электроприводом и улиткой 10. Колесо и улитка частично погружены в воду в приемном бункере 3, уровень которой поддерживается постоянным.

Для создания дискретного (прерывистого) потока с целью получения укрупненных гранул лопасти колеса 4 выполнены утолщенными, а выходное сечение улитки 10 имеет зубчатую форму. Желоб 7 расположен параллельно оси колеса 4 и снабжен торцовой стенкой, щелевидным отверстием 9 и переливным порогом 8.

Внутри приемного бункера 3 установлены наклонные стенки с уплотнениями и вертикальные стенки, образующие воронку для направления гранул на ленточный конвейер 2, которая разделяет приемный бункер 3 на две камеры. Нижняя камера снабжена патрубком 12 для подвода свежей подпиточной воды и патрубком 1 для осушения установки при ремонтах.

На боковых стенках верхней камеры расположены горизонтальные щелевидные окна 6 с лотком 5 и патрубком для слива избыточной воды и поддержания постоянного уровня в приемном бункере 3. На крышке бункера 3 располагается патрубок 11 для отвода пара.

При работе установки жидкий чугун поступает из доменной печи по желобу 7, затормаживается торцовой стенкой и через нижнее щелевидное отверстие 9 стекает на дискретный поток воды, который выходит из улитки 10 под действием водометного коле-

стенки воронки выполнены резиновые уплотнения. Для предотвращения попадания гранул под уплотнения они смещены от концов наклонных стенок к краям ленты конвейера 2. Кроме того, зазор между уплотнениями и лентой конвейера 2 промывается свежей подпиточной водой, подаваемой в нижнюю камеру через патрубок 12 для компенсации воды, испарившейся и выброшенной через патрубок 11 в атмосферу. Избыточная вода через горизонтальные окна 6 сливается в лоток 5 и через патрубок 1 отводится в оборотную систему цеха. Спускать воду при ремонтах можно через патрубок 1.

Применение предлагаемого носка желоба позволяет равномерно распределить поток расплава по всей длине гранулятора, что не ограничивает производительности в одном агрегате, т. е. делает установку пригодной для грануляции чугуна непосредственно при его выпуске из доменной печи; это позволяет сэкономить затраты на перевозку и дозировку расплава.

Применение гранулятора в виде водометного колеса с улиткой, во-первых, снижает затраты на перекачку воды по сравнению с требуемой при работе насосов почти вдвое (так как для грануляции используется непосредственно скоростной напор без преобразования его в потенциальную энергию давления); во-вторых, водометное колесо может создать дискретный (прерывистый) поток, что улучшает гранулометрический состав продукта.

Предлагаемая конструкция емкости для охлаждения гранул позволяет сни-

зять до минимума потери продукта и улучшает условия работы конвейера (в среде чистой воды).

Сооружение установки для припечной грануляции чугуна позволит существенно снизить потребность в чугуновозах.

Кроме того, можно получить следующие выгоды перед разливочными машинами:

- уменьшение площади застройки;
- снижение капитальных затрат примерно на 60 %;
- снижение производственных расходов;

снижение расхода кокса при вторичном переплаве в шахтных печах (вагранках) на 40 %;

снижение потерь чугуна на разбрызгивание и настыви при переделе;

улучшение транспортабельности продукта;

продукт может быть использован в процессах выплавки стали для регулирования температуры при обескремнивании и т. п.

Основные элементы установки опробованы при грануляции чугуна в условиях опытно-экспериментального завода [5].

Библиографический список

1. Успенский В. А., Шаранов М. А. Авт. свид. № 183776.— «Изобрет., пром. образцы и тов. знаки», 1966, № 14, с. 30—31.
2. Шаранов М. А., Силуков Г. А., Хайновский В. П. и др. Авт. свид. № 529132.— «Открытия, изобрет., пром. образцы и тов. знаки», 1976, № 35, с. 53.
3. Storr H. E., Rudkin T.— «Blast Furnace and Steel Plant», 1964, v. 52, № 5, p. 417—422.
4. Шаранов М. А., Ольгинский Ф. Я., Борисов Е. М. и др. Авт. свид. № 541581.— «Открытия, изобрет., пром. образцы и тов. знаки», 1977, № 1, с. 38.
5. Зайнуллин Л. А., Шаранов М. А.— «Металлургическая тепло-техника». Сб. № 7. М., «Металлургия», 1978 (МЧМ СССР), с. 19—22.



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