

УДК 669.054.83+628.343**Д.В. СТАЛИНСКИЙ**, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор,**А.М. КАСИМОВ**, докт. техн. наук, профессор, главный научный сотрудник,**А.З. РЫЖАВСКИЙ**, канд. техн. наук, главный конструктор отдела,**В.А. БОТШТЕЙН**, первый заместитель генерального директора

Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр

металлургической промышленности «Энергосталь» (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

ПЕРЕРАБОТКА И ВОЗВРАТ В ПРОИЗВОДСТВО ЗАМАСЛЕННОЙ ОКАЛИНЫ

Рассмотрены вкратце вопросы утилизации замасленной окалины металлургических и машиностроительных предприятий. Разработанные в ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» и предложенные к внедрению способ и установка утилизации замасленной окалины с получением металлизированных окатышей позволяют избавиться от крупнотоннажных вредных отходов экологически безопасным путем, вернуть в производство ценный сырьевой продукт, сократить расходы на дорогостоящий лом черных металлов и экологические платежи.

Ключевые слова: металлургическое производство, замасленная окалина, переработка отходов, металлизация окатышей, ресурсосбережение, защита окружающей природной среды.

При непрерывной разливке стали, нагреве и обработке металла давлением (горячей прокатке, штамповке, ковке и высадке) образуется окалина – слой, состоящий из оксидов железа FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 . В процессе обжига окалина отслаивается от металла и вместе с водой и смазочными маслами поступает в сгустители, горизонтальные отстойники и т.п. Всплывающие масла удаляются с использованием маслосборников.

Окалина, извлеченная из отстойников с помощью рейферного крана, после отстаивания содержит до 60 % масс. оксидов железа, не более 30 % масс. воды и 10–12 % масс. масел и является ценным сырьевым продуктом. Такой продукт можно в ограниченных количествах использовать в производстве агломерата, т.е. на предприятиях с полным металлургическим циклом, имеющим агломерационный передел. При этом следует отметить, что конденсация паров масел, испаряющихся в процессе агломерации, на внутренних поверхностях газоочистного оборудования и дымососов резко осложняет их работу.

На металлургических предприятиях, не имеющих в своем составе аглофабрику, и крупных машиностроительных заводах окалина накапливается в шламонакопителях или отвалах; содержащиеся в ней масла загрязняют почву, а также водный и воздушный бассейны в районах размещения мест удаления промышленных отходов [1, 2].

Для возвращения окалины в основное промышленное производство можно воспользоваться многолетним

опытом ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» в этом направлении. Например, по его технической и проектной документации на российском Новолипецком металлургическом комбинате (ОАО «НЛМК») была построена и введена в эксплуатацию установка для обжига влажной замасленной окалины по разработанной Центром технологии, состоящая из приемного отделения для складирования и частичного гравитационного обезвоживания окалины, а также узла ее подачи во вращающуюся противоточную барабанную обжиговую печь. Термическая обработка окалины происходит в температурном диапазоне 50–1000 °С. После испарения воды в печи и сгорания масел обожженная окалина поступает на охлаждение в барабанный холодильник и далее – в основное металлургическое производство.

Содержащиеся в дымовых газах пары масел и оксид углерода дожигаются на выходе из печи в камере дожигания при температуре 850–900 °С. В газоочистной установке концентрация механических взвесей в дыме снижается от 2–3 г/м³ до 100 мг/м³ (при нормальных условиях). Такого показателя удавалось достичь в течение всего периода работы установки (более 15 лет). Переработанную окалину использовали в цехе железных порошков комбината, однако основная ее часть поступала на аглофабрику.

Центр провел успешную полупромышленную кампанию на описанной установке с получением из обезвоженной и обезжиренной окалины продукта, содержащего до 85 % восстановленного железа. К настоящему



времени установка перепрофилирована, так как аглофабрика ОАО «НЛМК» начала использовать окалину по собственной технологии, не предусматривающей предварительный обжиг.

Опыт внедрения проектов по энергосбережению, утилизации вторичного тепла и защите окружающей природной среды, накопленный ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» за время, прошедшее со дня пуска первой установки, был использован при разработке и испытаниях более экономичной и надежной экологически безопасной установки для переработки и утилизации замасленной окалины с учетом современных технико-экономических и экологических требований.

Предлагаемая установка рассчитана на обжиг прокатной замасленной окалины с восстановлением железа до уровня 85 % и более. Установка рассчитана на производство прочных окатышей из смеси замасленной окалины с дроблеными отсевами кокса и других добавок. Обжиг окатышей осуществляется в противоточной вращающейся барабанной печи, где происходит выпаривание влаги, выжигание масел и углерода кокса, используемых в качестве восстановителей, упрочнение и металлизация окатышей. После охлаждения в барабанном холодильнике окатыши могут быть использованы в качестве товарного железосодержащего вторичного сырья в агломерационном, доменном и сталеплавильном производствах.

Отходящие от печи газы догорают в камере дожигания. Утилизированное тепло отходящих газов используется для выработки пара и высокотемпературного нагрева воздуха, идущего на горение, благодаря чему расход внешнего топлива сводится к минимуму.

Охлажденные газы очищаются в многоступенчатой газоочистной установке до содержания вредных веществ на выходе в атмосферу, соответствующего нормам, установленным в Украине, Российской Федерации и странах Евросоюза.

Управление установкой осуществляется с помощью современной АСУ ТП. Предусмотрено дозированное

возвращение уловленной газоочисткой пыли на подшивку первичного сырья, подлежащего грануляции.

Состав и производительность установки, как и физико-химические характеристики получаемых окатышей, могут варьироваться в соответствии с конкретными условиями каждого предприятия.

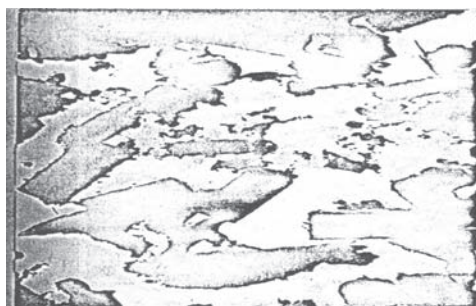
Следует отметить, что ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» осуществляет разработку проектной документации, поставку комплектного оборудования и средств автоматизации, авторский и шефнадзор, руководство испытаниями и пусконаладочными работами, а также техническое сопровождение на весь период эксплуатации.

Изложим основные результаты исследований по изучению свойств замасленной прокатной окалины ОАО «Запорожсталь» и получаемых при ее утилизации по технологии ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» железорудных окатышей.

На рис. 1 приведены оптические микрофотографии частиц замасленной окалины прокатного производства ОАО «Запорожсталь» и измельченных отсевов кокса. Первичные частицы окалины и измельченного кокса представляют собой обломки неправильной формы, которые при гранулировании шихты легко укладываются в свободные промежутки между взаимодействующими частицами и образуют достаточно плотные окатыши.

На рис. 2–4 показаны результаты лабораторных исследований по изготовлению окатышей с использованием замасленной окалины ОАО «Запорожсталь».

В процессе изготовления окатышей применяли отсевы кокса – коксовую мелочь (ТУ 14-7-115-89). Это твердый пористый продукт серого цвета, содержащий 96–98 % С и 2–4 % Н, S, N и O. Пористость коксовой мелочи составляет 49–53 %, истинная плотность – 1,95 г/см³, кажущаяся плотность – около 1 г/см³, насыпная масса – 450 кг/м³, зольность – 12 %, выход летучих веществ – 0,9–1 %, влажность – 0,6–3 %, пределы прочности при сжатии и срезе (устойчивость к истиранию) – 20 и 10 МПа соответственно, теплота сгорания – 29 МДж/кг.



а)



б)

Рисунок 1 – Оптические микрофотографии частиц замасленной окалины (а) и измельченных отсевов кокса (б) (общее увеличение $\times 50$)

Физико-химические свойства коксовой мелочи определяются ее структурой, подобной гексоген-слоистой структуре графита. Она характеризуется неполной упорядоченностью: отдельные фрагменты, связанные силами Ван-дер-Ваальса, принимают ряд возможных форм, в т.ч. накладываются один на другой. Наряду с атомами углерода в пространственной решетке частиц кокса, особенно в периферийной части, располагаются гетероатомы серы, азота и кислорода. Содержание серы в отсевах кокса составляет 0,6 %, фосфора – 0,06 %, щелочей – 0,35–0,40 %; индекс реакционной способности (CRI) равен 25–27 %.

Исходный фракционный состав коксовой мелочи – частицы размером 5 мм и менее. Средний размер фракций, используемых для смешивания и грануляции по предлагаемой технологии, – около 300 мкм. Химический состав, % масс.: С – 85,2; S – до 1,1; зола – 12,0. Исходная влажность – не более 3 %, истинная плотность – 0,91 г/см³, угол естественного откоса (для сухого материала) – 35°. Состав золы, % масс.:

SiO₂ – 65; Al₂O₃ – 24,6; CaO – 3,5; MgO – 1,3; С – 0,1–2,8; S – 1,42; P – 0,029.

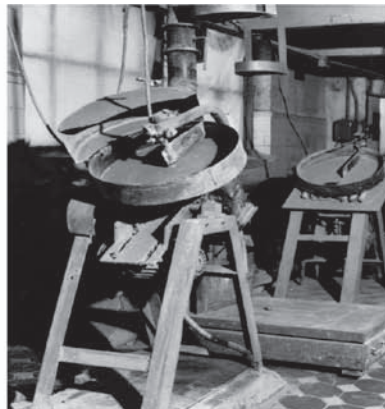
Получаемый товарный продукт – частично металлизированные железорудные окатыши – имеет следующие



Рисунок 2 – Исходные компоненты шихты для изготовления окатышей с использованием замасленной окалины ОАО «Запорожсталь»



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Лабораторное оборудование для изготовления окатышей с использованием замасленной окалины ОАО «Запорожсталь»:
а – фарфоровая шаровая мельница; б – тарельчатый гранулятор; в – муфельная печь



Рисунок 4 – Шарообразные и цилиндрические окатыши из шихты с использованием замасленной окалины ОАО «Запорожсталь»



характеристики: размер фракций – 2–10 мм; насыпная плотность – 2,5–2,7 г/см³; угол естественного откоса – не более 29°. Степень металлизации окатышей определяется избытком углеродистого восстановителя и доходит до 82–90 %.

Графические зависимости прочности сырых окатышей на раздавливание от исходной влажности изображены на рис. 5. Их анализ позволяет сделать вывод, что наибольшая прочность окатышей достигается при использовании шихты, содержащей 15–25 % масс. восстановителя и 2–4 % масс. влаги.

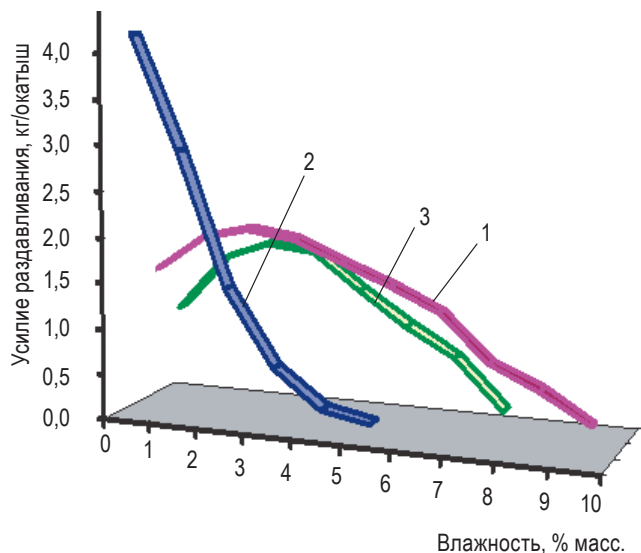


Рисунок 5 – Зависимость прочности сырых окатышей на раздавливание от их исходной влажности и содержания восстановителя (кокса):
1 – кокс 5 %; 2 – кокс 15 %; 3 – кокс 25 %

Результаты испытаний высушенных и обожженных окатышей на сбрасывание приведены в табл. 1, а термограмма образца обожженных окатышей представлена на рис. 6.

Таблица 1 – Результаты испытаний окатышей на сбрасывание

Длительность сушки/обжига, мин	Прочность на удар (число падений) при температуре сушки и обжига окатышей, °С	
	150–200	800
50	5	10
100	10	10
150	9	10

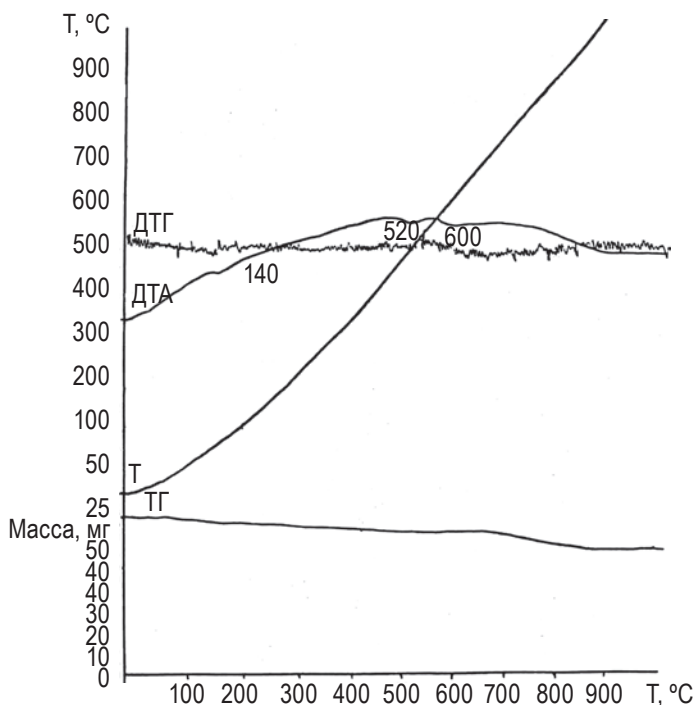


Рисунок 6 – Термограмма пробы обожженных окатышей

ВЫВОДЫ

Переработка влажной замасленной окалины в разработанной ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» энергоэффективной, ресурсосберегающей и экологически безопасной установке позволит вернуть в производство ценный вторичный сырьевой продукт, сократить расход дорогостоящего лома черных металлов, избавиться от крупнотоннажных вредных отходов, а также снизить или исключить значительные экологические платежи за их размещение и хранение. Таким образом, внедрение предлагаемой установки даст возможность решить проблемы, актуальные для металлургических и машиностроительных предприятий стран СНГ и дальнего зарубежья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Управление опасными промышленными отходами. Современные проблемы и решения : монография / А. М. Касимов, Л. Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, В. И. ТОШИНСКИЙ, Д. В. СТАЛИНСКИЙ ; под ред. А. М. Касимова. – Х. : НТУ «ХПИ», 2009. – 500 с.
2. Семиноженко В.П. Промышленные отходы: проблемы и решения / В.П. Семиноженко, Д.В. Сталинский, А.М. Касимов : монография. – Х. : Индустрия, 2011. – 544 с.

Поступила в редакцию 14.10.2014

Коротко розглянуто питання утилізації замасленої окалини металургійних і машинобудівних підприємств. Розроблені в ДП «УкрНТЦ «Енергосталь» та запропоновані до впровадження способи і установка утилізації замасленої окалини з отриманням металізованих окатишів надають змогу позбутися великотоннажних шкідливих відходів екологічно безпечним шляхом, повернути у виробництво цінний сировинний продукт, скоротити витрати на дорогий брухт чорних металів та екологічні платежі.

Issues of oily scale recovery at steel and machine-building plants are considered. SE «UkrRTC «Energostal» has developed and proposed for implementation method and plant for oily scale recovery with obtaining metallized pellets providing disposal of large-hazardous wastes in an environmentally friendly way, return to production valuable resources, reduce costs on expensive ferrous scrap and environmental payments.