

А. В. Плешкова, Г. В. Воронов, И. А. Шестакова

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ТЕПЛОВАЯ РАБОТА СОВРЕМЕННОЙ ВЕЛЬЦ-ПЕЧИ

Аннотация

В статье рассмотрена проблема утилизации гидрометаллургических отходов. Приведены способы получения и востребованность окиси цинка. Представлены общие сведения и конструкция вельц-печи с газоочистными аппаратами. Рассмотрены общие принципы подготовки шихты, охарактеризованы особенности процесса вельцевания и описаны мероприятия для получения готовых продуктов – вельц-окиси и кликера. Представлены материальный и тепловой балансы современной вельц-печи, на основе анализа которых предложены решения, позволяющие улучшить тепловую работу, увеличить производительность и качество готового продукта.

Ключевые слова: вельц-печь, шихта, газ, воздух, коксовая мелочь, цинковый кек, клинкер, вельц-окись, материальный баланс, тепловой баланс.

Abstract

The article explores hydrometallurgical waste utilization problem. Production methods and importance of zinc oxide are presented along with general information and Waelz kiln structures with gas purifiers. Then general charging material preparation principles are defined, waelz process characteristics and actions to get final products (waelz oxide and waelz slag) are described. Finally, modern waelz kiln heat and mass balances are presented along with measures based on them aimed at thermal performance improvement, increase in efficiency and quality of final products.

Keywords: waelz kiln, charging material, gas, air, low-mesh coke, zinc cake, waelz slag, waelz oxide, mass balance, heat balance.

Окись цинка широко используется при производстве стекла и керамики, в фармацевтической промышленности. Получают данное соединение несколькими способами: термическим разложением ацетата, гидроксида, карбоната и нитрата цинка, окислительным обжигом сульфида цинка в печах кипящего слоя, вельцевание его соединений во вращающихся печах.

С переводом цинковых заводов на гидрометаллургическую схему утилизация отходов данного цикла является актуальной задачей на сегодняшний день, решаемой вельцеванием во вращающихся трубчатых печах.

Схема вельц-печи с газоочистными аппаратами представлена на рисунке 1 [1].

Цинкосодержащие материалы обрабатывают при температуре в реакционной зоне 1100–1250 °С в присутствии твердого восстановителя при постоянном перемешивании [2]. Процесс вельцевания характеризуется восстановительной атмосферой в слое шихты и окислительной в газовой фазе печи.

В вельц-процессе всегда принимают участие три компонента: цинкосодержащая шихта, твердый углерод содержащий восстановитель и кислород воздуха. В дальнейшем принимаем, что сырьём для вельц-печи является цинковый кек, состоящий из трудноутилизуемых ферритов цинка. В качестве топлива используют природный газ, коксик и вторичную коксовую мелочь. Продуктами данного процесса являются – клинкер и вельц-окись.

В таблице 1 представлен материальный баланс вельц-печи. Материальный баланс является неотъемлемой частью балансовых исследований и необходимым условием для составления теплового баланса.

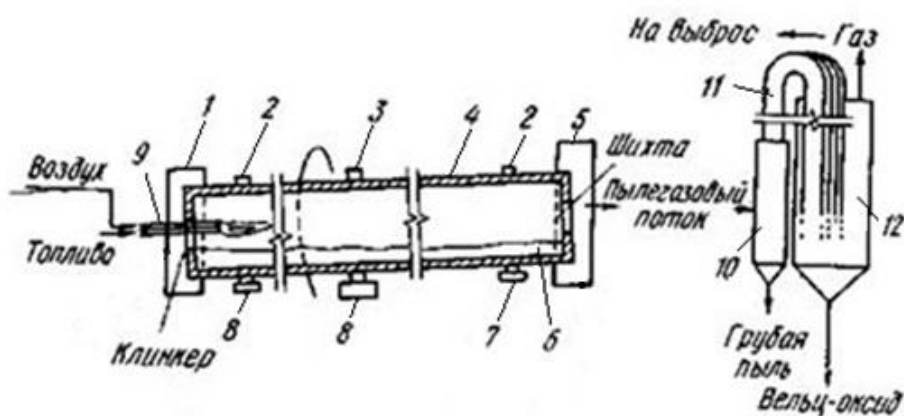


Рис. 1. Схема вельц-печи с газоочистными аппаратами:

- 1 – нижняя (горячая) головка печи; 2 – опорные бандажы; 3 – венечная шестерня на привод; 4 – корпус печи; 5 – верхняя (холодная) головка печи; 6 – слой шихты; 7 – опорные ролики; 8 – привод; 9 – короткофакельная горелка (на мазуте или природном газе); 10 – пылевая камера; 11 – котел утилизатор; 12 – рукавные фильтры

Невязка $\Delta=1,37\%$, что составляет 1 052,94 кг/ч. Полученная невязка объясняется тем, что в приходной части материального баланса помимо представленных статей должны быть учтены: пар и хлоринаторы – данные по которым отсутствуют.

Компоненты шихты из расходных бункеров подают на смешение и грануляцию. При этом реализуется рециклинг вторичной коксовой мелочи из клинкера, что является особенностью работы современной вельц-печи.

Гранулированную шихту подвергают «припудриванию» оборотными пылями (возвратом) для предотвращения слипания и подают в вельц-печь со стороны верхней головки одновременно с коксовой мелочью. Через нижнюю головку в рабочее пространство печи при помощи эжектора подают: вторичную коксовую мелочь, известь-пыленку и хлоринатор.

Клинкер, представляющий собой твердый остаток после возгонки металлов из кеков и недоиспользованную коксовую мелочь, отправляют на магнитную сепарацию и после охлаждения водой и обезвоживания направляют на отгрузку потребителям. Печные газы, отходящие из верхней головки вельц-печи с температурой 600–950 °С и содержащие цинковые возгоны, проходят очистку от взвесей и охлаждение.

Таблица 1

Материальный баланс вельц-печи

Приход			Расход		
Наименование статьи	Размерность		Наименование статьи	Размерность	
	кг/ч	%		кг/ч	%
Цинковый кек	12 333,33	16,09	Вельц-окись	3 904,17	5,02
Коксовая мелочь	3 316,67	4,33	Клинкер	9 445,83	12,16
Вода шихты:	4 883,34	6,37	Дымовые газы	57 854,85	74,45
– цинкового кека	4 516,67	5,89	Запыленность газов	6 500,80	8,37
– коксовой мелочи	366,67	0,48			
Вторичный коксовый материал	2 195,83	2,86			
Известь-пыленка	400,00	0,52			
Возврат	937,50	1,22			
Природный газ	729,00	0,95			
Воздух	51 857,05	67,65			
Итого	76 652,72	100,00	Итого	77 705,65	100,00

Грубая пыль, уловленная в пылевой камере, возвращается на приготовление и грануляцию шихты. Горячие газы после пылевой камеры по газоходу направляются в котел-утилизатор для охлаждения до 170–250 °С и с температурой 90–180 °С поступают на тонкую очистку в рукавные фильтры. Для автоматического регулирования температуры перед рукавными фильтрами предусмотрен подсос воздуха. После рукавных фильтров очищенные газы выбрасываются в атмосферу, а товарная вельц-окись отправляется в выщелачивательный цех для извлечения в раствор цинка и других ценных компонентов.

Для анализа тепловой работы вельц-печи был составлен тепловой баланс, представленный в таблице 2.

Таблица 2

Тепловой баланс вельц-печи

Приход			Расход		
Наименование статьи	Размерность		Наименование статьи	Размерность	
	МДж/ч	%		МДж/ч	%
1) Химическая теплота топлива	35 481, 44	70,57	1) Полезно затраченная теплота	22 216, 67	44,35
2) Физическая теплота топлива	43, 47	0,09	2) Потери с уходящими газами	11 237, 67	22,43
3) Физическая теплота окислителя	251, 75	0,50	3) Потери с химическим недожогом	354, 81	0,71
4) Физическая теплота шихтовых материалов	638, 32	1,27	4) Потери с механическим недожогом	7 336, 05	14,65
5) Теплота эндо- экзотермических реакций	13 862, 38	27,57	5) Потери в окружающее пространство	8 945, 52	17,86
Итого	50 277, 36	100	Итого	50 090,72	100

Невязка $\Delta=0,37\%$, что составляет 186, 62 МДж/ч.

Главной особенностью вельц-процесса является то, что в нем эндотермические реакции восстановления оксидов, главным образом цинка, совмещены во времени с экзотермическими реакциями окисления восстановленных возгонов [2].

Одна из основных статей прихода – теплота реакций – включает в себя: тепло, поступающее от окисления углерод содержащего материала (коксовая мелочь и вторичная коксовая мелочь) и окисления возгоняемого цинка; тепло, необходимое для протекания реакций восстановления ферритов цинка.

Расходная часть теплового баланса представляет собой: полезно затраченную теплоту, которая расходуется на испарение влаги и образование продуктов (вельц-окиси и клинкера); потери с уходящими газами, с механическим недожогом кокса и в окружающее пространство теплопроводностью через кладку печи и излучением при выгрузке клинкера.

Тепло отходящих газов, что составляет 22,43 % (11 237,67 МДж/ч), используют в котле-утилизаторе для получения пара промышленных параметров, который в свою очередь вдвигается в нижнюю (горячую) головку вельц-печи для регулирования и интенсификации процесса, а также расходуется на нужды завода.

Высокий процент механического недожога 14,65 % (7 336,05 МДж/ч) объясняется тем, что несмотря на идеальные условия в вельц-печи (высокая и постоянно обновляющаяся поверхность контакта реагирующих веществ), восстановление оксидов металлов углеродом ограничено в связи со слабой взаимной диффузией твердых веществ – для рационального использования теплоты дорогостоящего коксового материала реализуется рециклинг вторичной коксовой мелочи из клинкера.

Потери в окружающее пространство 17,86 % (8 945,52 МДж/ч), из которых значительная часть теплопроводностью 83,72% (7 488,75 МДж/ч), необходимо сократить заменой огнеупорного периклазохромитового (ПХСУ) и теплоизоляционного шамотного (ШЦУ) слоев,

на материалы, имеющие более низкий коэффициент теплопроводности – хромитопериклазовый термостойкий (ХПТ) огнеупор и муллитокремнеземистый огнеупорный войлок (МКРВ).

Результаты расчета показали, что потери в окружающее пространство при замене материалов составят 13,94 % (6 985,12 МДж/ч), из которых 78,42 % (5 477,94 МДж/ч) теплопроводностью через кладку печи. Данное мероприятие позволяет сократить расход удельного топлива на 8,88 %.

Список использованных источников

1. С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев, А.П. Дорошкевич и др. Процессы и аппараты цветной металлургии: учебник для вузов. – Екатеринбург: УГТУ, 1997. 648 с.
2. П.А. Козлов. Вельц-процесс. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2002. – 176 с.
3. Группа Магнезит [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://magnezit.ru/ru/products/non-ferrous/horizontal-convervor/data/> – свободный. – Рус.

УДК 621.785

Е. В. Полевой

АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»,
г. Новокузнецк, Россия

ВНЕДРЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЗАКАЛКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛА ПРОКАТНОГО НАГРЕВА

Аннотация

В статье представлены результаты исследований, выполненных в ходе разработки и промышленного освоения технологии дифференцированной термической обработки воздухом железнодорожных рельсов с использованием тепла прокатного нагрева. Работа выполнена в условиях АО «ЕВРАЗ ЗСМК» в период реконструкции рельсового производства. В ходе работы исследовано влияние химического состава, режимов пластической деформации и термической обработки на положение точек полиморфного превращения, построены термокинетические диаграммы сталей опытного химического состава. Исследованы скорости охлаждения по сечению головки рельсов в зависимости от параметров термообработки. Определены рациональный химический состав и режимы термической обработки. Проведены эксперименты по термической обработке рельсовых проб непосредственно после прокатки рельсов. По результатам теоретических и лабораторных данных разработаны рекомендации, для промышленного внедрения технологии дифференцированной закалки. Проведенные промышленные испытания показали высокое качество рельсовой продукции по всем параметрам соответствующей требованиям нормативно-технической документации.

Ключевые слова: рельсы, термическая обработка, микроструктура, механические свойства, дифференцированная термообработка, химический состав.

Abstract

In article results of researches executed are presented during working out and industrial development of technology of the differentiated thermal processing by air of railway rails with use of heat of rolling heating. Work is executed in the conditions of joint-stock company «EVRAZ ZSMK» in reconstruction of rail manufacture. During work influence of a chemical compound, modes of plastic deformation and thermal processing on position of points of polymorphic transformation is investigated, thermokinetic diagrammes of steels of a skilled chemical compound are constructed. Speeds of cooling on section of a head of rails depending on heat treatment parametres are investi-