

БЕСКОКСОВОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗА ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ

Шишов Ю.А.

Научный руководитель – доцент Сторожев Ю.И.

Сибирский федеральный университет

Вращающиеся печи получили применение в промышленном масштабе для металлизации железорудных материалов, главным образом, потому, что позволяют перерабатывать различные руды по химическому и фракционному составу (руды, окатыши, концентраты, пыли и шламы), а в качестве топлива и восстановителя применять коксовую мелочь и уголь всех марок, вплоть до лигнита.

Вместе с железорудным сырьем в печь загружают уголь в качестве восстановителя, известняк или доломит в качестве десульфуратора. Восстановитель загружают в печь в количестве, превышающем теоретически необходимое для удаления кислорода руды. Часть избыточного восстановителя используется как топливо и для защиты металлического железа от вторичного окисления.

Наряду с описанными выше достоинствами трубчатые вращающиеся печи обладают и рядом недостатков. Это, прежде всего необходимость применения печей значительной длины для получения большой производительности, что резко увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты. Трудности также связаны с относительными сложностями организации температурного контроля и управления тепловой и технологической работой печей, возможным образованием настывлей.

Шахтные печи являются эффективными агрегатами для производства губчатого железа по интенсивности протекающих в них процессов теплообмена и восстановления. Они более дешевы в строительстве, почти не имеют движущихся механических узлов, просты по конструкции и имеют низкий расход топлива (15-25 кг у.т./т окатышей). Сильные стороны шахтных печей нивелированы существенными недостатками: плохая регулируемость температурного режима обжига окатышей, что приводит к переоплавлению их и свариванию в грозди, а также низкая производительность. Последнее предопределяет более широкое применение для металлизации вращающихся печей.

В зависимости от свойств железорудных материалов и плавкости золы топлива-восстановителя (опасность настывлеобразования) температура нагрева шихты составляет 1000-1100 °С.

Практика показала, что потребность углерода на восстановление составляет 40-45 % от общего расхода углерода в печи, 25-30 % углерода сгорает, а оставшийся выгружается из печи вместе с металлизированным продуктом, защищая его от окисления. Общий расход восстановителя составляет 50-60 % массы железорудного материала.

В данной работе рассмотрен процесс металлизации во вращающейся печи длиной 21м (рис. 1).

В работе рассмотрен процесс металлизации во вращающейся печи длиной 21м (рис. 1). В таблицах 1, 2 приведены результаты расчета материального и теплового балансов. Диаметр печи равен 3м., число оборотов печи составило 0,5 об/мин. Печь соединена с дуговой сталеплавильной печью. Газы восстановления поступают во вращающуюся печь и дожигаются по ее длине. Напыляемый на поверхность шихты избыточный восстановитель предохраняет металлизированный продукт от окисления этими газами. Для дожигания летучих и газов из электропечи на поверхности

вращающейся печи установлены вентиляторы. Дымовые газы из вращающейся печи поступают в систему газоочистки.

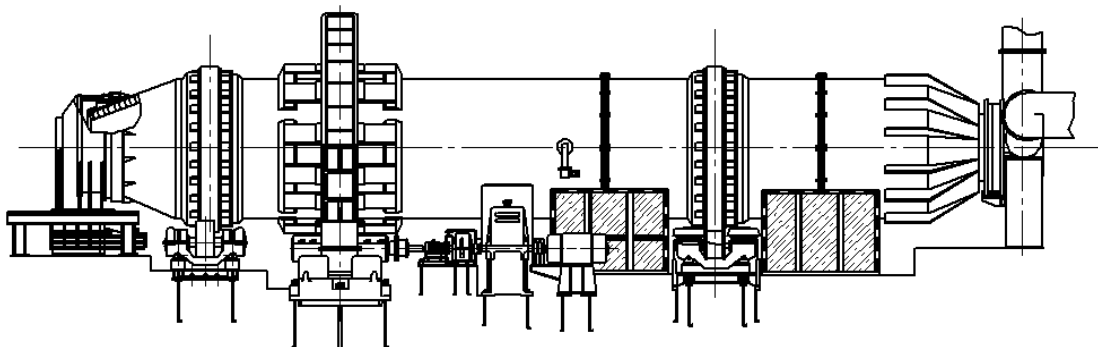


Рис. 1 Вращающаяся печь для металлизации железорудных окатышей

В таблицах 1, 2 приведены результаты расчета материального и теплового балансов.

Таблица 1. - Материальный баланс процесса металлизации окатышей

Статьи прихода	кг/ч	%
1. Уголь	7454	19,05
2. Окатыши	6109,0	15,60
3. Известняк	243,0	0,62
4. Газ из эл. печи	1670,0	4,27
5. Воздух		
а) Организованная подача	7635,0	19,51
б) Подсосы	16026,0	40,95
Итого	39137,0	100

Статьи расхода	кг/ч	%
1. Шихта	5450,0	13,93
2. Газ из холодной головки	30507,0	77,95
3. Пылеунос	1430,0	3,65
4. Невязка баланса	1750,0	4,47
Итого	39137,0	100

Таблица 2. - Тепловой баланс процесса металлизации окатышей

Статьи прихода	$\text{ккал/ч} \cdot 4,187$	%
1. Химическое и физическое тепло топлива	27946388	92,85
2. Физическое тепло железорудных окатышей	631736,0	2,10
3. Теплосодержание воздуха	172460,0	0,57
4. Теплосодержание газов		
а) Физическое тепло	310687,0	1,03
б) Химическое тепло	1037894,0	3,45

Итого	30099165,0	100
Статьи прихода	ккал/ч · 4,187	%
1. Тепло на восстановление окатышей	3122786,0	10,40
2. Тепло на нагрев окатышей и угля	1787330,0	5,95
3. Теплосодержание уходящих газов		
а) Физическое тепло	6921355,0	23,00
б) Химическое тепло	10450622,0	34,70
4. Химическое теплосодержание угля, ссыпавшегося в эл. печь	2203200,0	7,30
5. Теплосодержание уноса	5361356,0	17,80
6. Потери тепла в окружающую среду	420000,0	1,40
7. Невязка баланса	-167484,0	-0,55
Итого	30099165,0	100

КПД процесса металлизации составил 16,35%. Анализ теплового баланса показывает необходимость утилизации теплоты отходящих дымовых газов, составивших в расходной части баланса 57,7%, например, для подогрева железорудной части сырья на конвейерных машинах, или в шахтных подогревателях, что увеличит КПД вращающейся печи.

Для расчета температуры нагрева шихты поперечное сегментное сечение загрузки заменяли прямоугольным. По составу и температуре газов рассчитали коэффициенты лучистого теплообмена. Расчетное распределение температур материала представлено на рис. 2. Максимальное расчетное значение температуры материала хорошо соответствует экспериментальному.

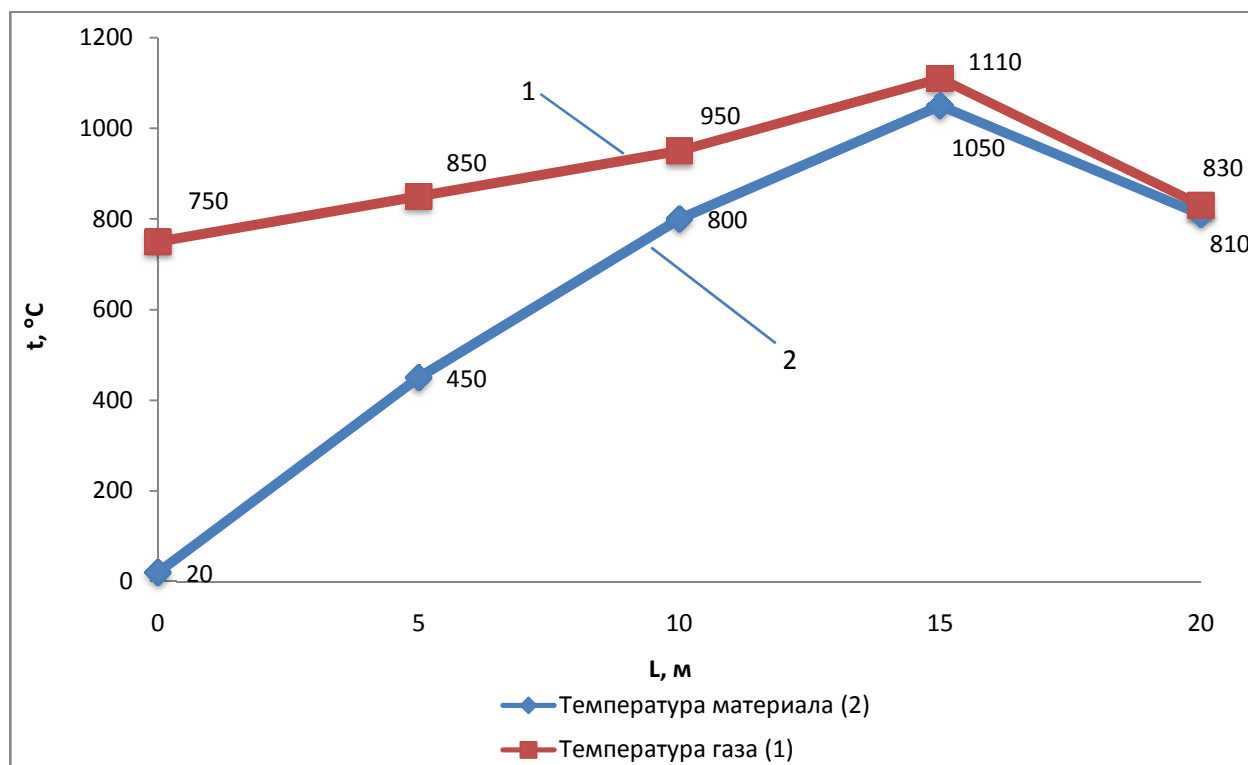


Рис. 2. График распределения температур газа и материала по длине печи
В работе рассчитано время пребывания материала в печи и его температура при различной высоте подпорного кольца (табл. 3).

Таблица 3. – Зависимость времени металлизации от высоты подпорного кольца

h, м	τ , ч	t_m'' , °C
0,2	1,5	1116,08
0,4	2	1131,726
0,7	2,5	1141,12

Для очистки отходящих газов рассчитаны размеры циклонного аппарата типа ЦН-15, составившие: высота 4,56м., внутренний диаметр 1,4м.