

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

Попиков А.А.

Научный руководитель доцент кафедры ТТиГГД Сторожев Ю.И.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время реальной альтернативой доменному процессу являются процессы прямого восстановления железа. Они предполагают, в частности, получение металлического железа из железорудных окатышей. В основе способа прямого восстановления железа из оксидов лежит твердофазное восстановление. Его отличительной особенностью является восстановление оксидов железа в твердой фазе без появления расплава.

Поиск новых способов получения металлического железа из железорудных материалов вызван постоянным удорожанием традиционных видов сырья для черной металлургии, а также возросшим интересом к металлизированному сырью при производстве стали.

Одним из реализованных способов получения металлизированного сырья в промышленном масштабе является металлизация железорудных окатышей в трубчатой вращающейся печи с использованием в качестве топлива и восстановителя бурого угля. В восточной Сибири имеются значительные запасы и железной руды, и угля различных месторождений.

В процессе работы вращающейся печи образуются дымовые газы и металлизированный продукт. Расчетные данные по нагреву окатышей во вращающейся печи сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сводные данные по расчету температуры нагрева окатышей и дымовых газов во вращающейся печи

L, м	α , ккал/ч м ² град	α , Вт/м ² град	ν	t_r , °С	t_m'' , °С
0 - 15	88,701	103,164	0,31 1	720	326,986
15 - 30	169,412	197,036	0,54 0	920	647,17
30 - 45	254,914	296,480	0,73 8	106 0	951,908
45 - 60	319,092	371,122	0,86 2	110 0	1079,549
60 - 75	250,703	291,582	0,72 9	800	875,66

В зависимости от загрузки вращающейся печи размерами ϕ 3,6 x 75 м, объем уходящих газов может составлять 70-120 м³/ч при температуре уходящих газов 600-700°С. Тепловой потенциал в расходной части теплового баланса может достигать 40%, в связи с чем актуален вопрос его утилизации, например, для производства электроэнергии.

Для этих целей был разработан энерготехнологический агрегат для утилизации дымовых газов от вращающейся печи.

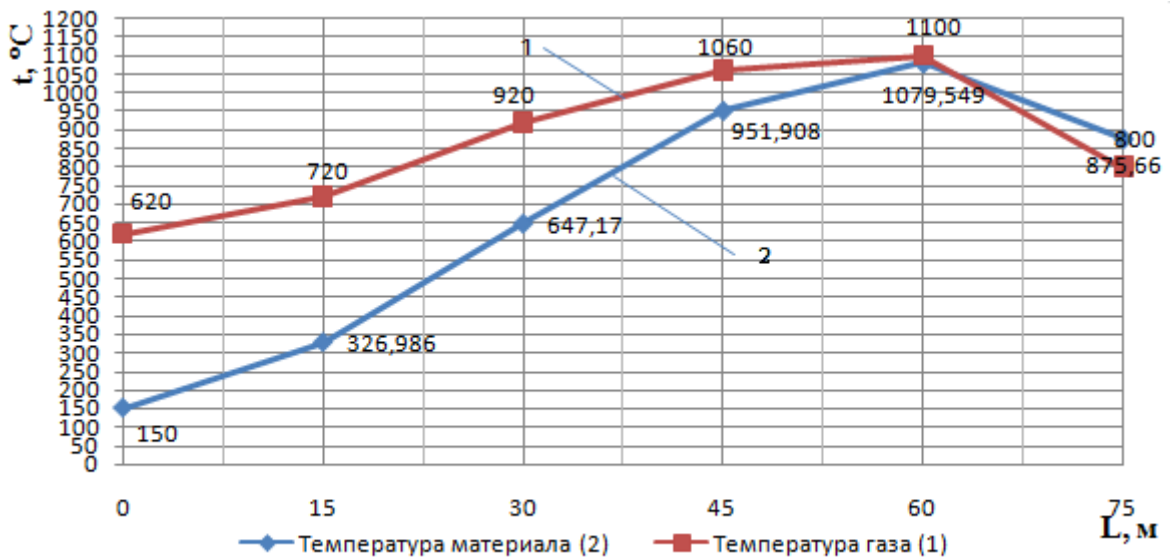


Рисунок 1. График распределения температур газа и материала по длине печи

Газы проходят через котел-утилизатор, который в свою очередь образует перегретый пар. Пар подается в турбину, которая совершает работу и создает крутящий момент электрическому генератору, в результате чего вырабатывается электрический ток.

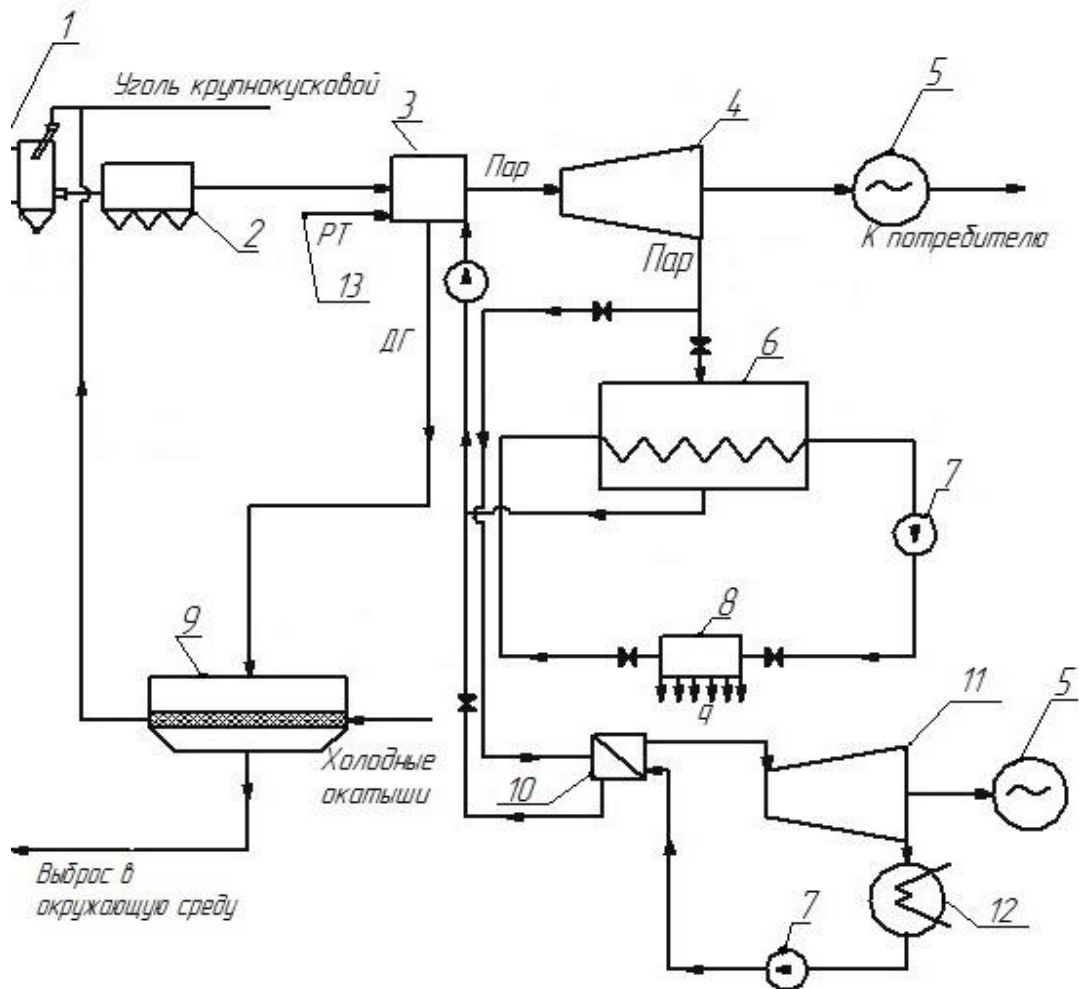


Рисунок – 2. Технологическая схема энерготехнологического агрегата для утилизации тела уходящих газов вращающейся печи

1 – Вращающаяся печь; 2 – Пылеосадитель; 3 – Котел-утилизатор; 4 – Турбина; 5 – Электрогенератор; 6 – Конденсатор-теплообменник; 7 – Насос; 8 – Теплопотребляющая установка; 9 – Конвейерная решетка; 10 - Испаритель бутана; 11 - Бутановая турбина; 12 - Конденсатор бутана; 13 - Подача резервного топлива; ДГ – Дымовые газы; q – Теплопотребление потребителем; РТ – Резервное топливо.

На рисунке 2 представлена технологическая схема энерготехнологического агрегата для утилизации тепла уходящих газов вращающейся печи. Основными элементами агрегата являются вращающаяся печь, котел-утилизатор, паровая турбина, электрический генератор.

Загрузочная головка вращающейся печи дымоходом соединена с системой утилизации тепла уходящих дымовых газов. В котле-утилизаторе уходящие газы вращающейся печи проходят через пароперегреватель, испарительные секции и экономайзер, при этом постепенно охлаждаются. Температура дымовых газов на выходе из котла по расчету составляет 250-300 °С. Это позволяет использовать дымовые газы в качестве теплоносителя для подогрева холодных окатышей, которые затем подаются во вращающуюся печь.

Перегретый пар, выработанный в котле-утилизаторе, поступает в паровую турбину, расположенную на одном валу с электрическим генератором, вырабатывающим электрический ток, напрямую зависящий от мощности турбины. Отработавший в турбине пар в зимнее время подается в теплообменник, где выступает в роли теплоносителя и подогревает воду, которая постоянно циркулирует в системе и транспортирует тепловую энергию теплопотребителю. В свою очередь сконденсировавшийся в теплообменнике пар через насос поступает обратно в котел, тем самым образуя замкнутый контур.

В летнее время транспортировать тепловую энергию потребителю не актуально, поэтому отработавший в турбине пар поступает в испаритель низкокипящих жидкостей. Такой жидкостью может являться, например, бутан. Пройдя через испаритель, сконденсировавшийся пар направляется обратно в котел, замыкая контур, а пары бутана попадают в бутановую турбину, которая в процессе работы создает крутящий момент и вращает ротор электрического генератора, расположенного с турбиной на одной оси. Таким образом, энерготехнологический агрегат для утилизации дымовых газов можно использовать постоянно.

Расчетная мощность турбин, использующих в работе пар, полученный при утилизации тепла дымовых газов, в зависимости от загрузки вращающейся печи, составляет 800-1500 кВт.