

УДК 631.22.628.8

А. М. Гольшев, *д-р техн. наук, професор.*
 С. И. Задорожний, *канд. техн. наук, доцент.*
 А. В. Герасимчук, *канд. техн. наук, доцент.*
 Криворожский технический университет

РЕЗЕРВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ ДЛЯ НУЖД КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА КРИВБАССА

На агломерационных и окомковательных фабриках горно-обогатительных комбинатов осуществляется высокотемпературный обжиг железорудного сырья (табл.1). При этом большие объемы аспирационного воздуха и отработавших технологических газов удаляются в дымовые трубы (рис. 1).

Таблица 1

Основные температурные характеристики конвейерных обжиговых машин

Показатели	Тип машины			
	ОК-108	ОК-306	ОК-520	ОК-780 (проект)
Производительность, т/ч	90-110	265	400-450	710
Средняя температура газов в горне технологических зон, °С:				
сушки I	600	100	30	30
сушки II	600	400	375	350
подогрева	1000	1000	1250	1200
обжига	1275	1300	1250	1250
рекуперации	1200	800	110	100
Средняя температура газов в горне технологических зон, °С:				
охлаждения I	850	800	840	800
охлаждения II	400	35	350	300
Удельный расход теплоты топлива, кДж/т	1400	1200	1080	720-900
Проектная температура окатышей на выходе из машины, °С	400	160	130	150
Масса, т	1240	4200	5100	7000

На современных машинах ОК-306 и ОК-520, имеющих дополнительно к зоне охлаждения вентилируемые бункеры-охладители,

температура охлажденных окатышей достигает 200 °С. Поэтому транспортировка высокотемпературных обожженных окатышей пластинчатыми и ленточными конвейерами также сопровождается выделениями теплоты в помещение.

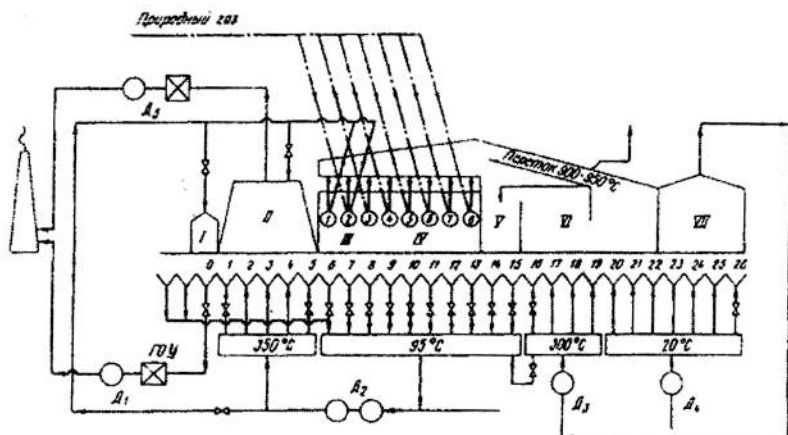


Рис. 1. Схема газовоздушных потоков обжиговой машины:
 I – зона сушки I ($t = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$); II – зона сушки II ($t = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$); III – зона подогрева ($t_1 = 650\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_2 = 950\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_3 = 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$) IV – зона обжига ($t_{4-8} = 1280\text{ }^{\circ}\text{C}$); V – зона рекуперации ($t = 1020\text{ }^{\circ}\text{C}$); VI – зона охлаждения I ($t = 1020\text{ }^{\circ}\text{C}$); VII – зона охлаждения II ($t_1 = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$); Д1-Д5 – дымососы;
 ИУ – газоочистные установки

Необходимые объемы аспирации для узлов разгрузки обжиговых машин достигают значительных величин (табл. 2).

В корпусе обжига сложная схема тепловых потоков (рис. 2). При этом приняты следующие обозначения тепловых потоков, кВт:

Q_n – количество теплоты, выделяющейся от наружных ограждений обжиговых машин и технологических коллекторов и трубопроводов;

Таблица 2

Требуемые суммарные объёмы аспирации для узлов разгрузки обжиговых машин, тыс.м³/ч

Тип обжиговой машины (предприятие)					
без бункера-охладителя			с бункером-охладителем		
ОК-108 (ССГОК, КГОК)	ОК-324 (ЦГОК)	ОК-560 (КГОКор) проект	ОК-306 (СевГОК, ЛГОК)	ОК-520 (МГОК, КостГОК)	ОК-750 прогноз
80	130	170	160	245	290

$Q_{\text{выб}}$ – количество теплоты, поступающей в помещение вместе с нагретыми газами через неплотности в местах примыкания горнов и дугевых камер к паллетам обжиговых машин;

$Q_{\text{отр}}$ – количество теплоты, поступающей в помещение вместе с воздухом через открытые проёмы в наружных ограждениях здания;

$Q_{\text{пр}}$ – количество теплоты, подаваемой в помещение системами механической приточной вентиляции;

$Q_{\text{в}}$ – количество теплоты, удаляемой из помещений вместе с воздухом через створки аэрационных фонарей и других проёмов;

$Q_{\text{выт}}$ – количество теплоты, удаляемой из помещения системами механической вытяжной вентиляции;

$Q_{\text{под}}$ – количество теплоты, удаляемой из помещения вместе с воздухом через открытые проёмы в ограждениях обжиговых машин;

$Q_{\text{п}}$ – тепловые потери здания.

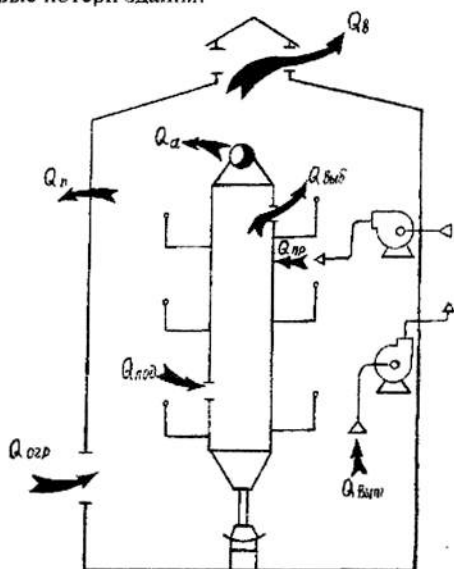


Рис. 3.1. Схема тепловых потоков в корпусе обжига окатышей (обозначения см. в тексте)

В результате натурных исследований составлены балансы по явной теплоте корпусов обжига окатышей ССГОКа, СевГОКа, ЛГОКа и МГОКа. Аналогичные исследования по корпусам обжига ЦГОКа и СевГОКа выполнил Криворожский НИИ гигиены труда и профзаболеваний (КНИИ ГТ и ПЗ), ныне Украинский НИИ промышленной медицины. Краткие характеристики корпусов обжига окатышей и условия проведения измерений представлены в табл. 3.

Удельные тепловыделения определены: на 1 т выпускаемой готовой продукции – обожженных окатышей, на единицу основного

технологического оборудования – обжиговую машину, на 1 м³ внутреннего объема корпуса – теплонапряженность объема помещения, которая является важнейшей гигиенической характеристикой промышленных зданий.

Из данных табл. 3 следует, что корпуса обжига всех горно-обогащительных комбинатов согласно санитарной классификации являются помещениями со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м³). Удельные тепловыделения на 1 т продукции в корпусе обжига ССГОКа, в котором эксплуатируются машины ОК-108, значительно выше, чем на других комбинатах. Объясняется это тем, что современные обжиговые машины, и особенно высокопроизводительные ОК-520 и фирмы “Лурги” (F=552 м²) имеют более совершенные средства теплозащиты: теплоизоляцию горнов, дутьевых и вакуумных камер, газовоздушных трактов, которая на устаревших машинах ОК-108 во многих случаях вообще отсутствует.

Объем зданий корпусов обжига составляет 421,2...820,0 тыс.м³. Объем подаваемого в корпус приточного воздуха при нормативной кратности воздухообмена, равной 3,5, достигает 1,47...2,87 млн.м³/ч. Для подогрева такого количества приточного воздуха в холодный период года требуется 9880...19230 кВт. И это только для одной фабрики.

Ресурсы для подогрева приточного воздуха, а также для использования в коммунальной сфере города на фабриках ГОКов просто выбрасываются в атмосферу через аэрационные фонари и дымовые трубы. Причем в последнем случае температура выбросов составляет 125...350 °С. Суммарные выбросы теплоты на фабрике достигают 74,55 тыс.кВт, из них с аспирационными выбросами – 26,4 тыс.кВт. При утилизации теплоты с аэрационными выбросами эти показатели увеличатся.

Для Кривого Рога, где работает 2 ГОКа по производству железорудных окатышей и 2 ГОКа по производству агломерата, это очень значительный ресурс. Тем более, что город растянулся на 126 км. Так же расположены и эти предприятия, возле которых сосредоточен жилой фонд и инфраструктура города. Поэтому вопрос утилизации тепла вентиляционных выбросов флагманской индустрии региона актуален.

При утилизации теплоты выбрасываемого воздуха энергетических затрат на подогрев приточного воздуха требуется значительно меньше, чем в других системах. Это позволяет снизить установочную мощность системы отопления. При реконструкции фабрик ГОКов снижаются инвестиционные затраты, в основных технологических процессах снижаются затраты на топливо.

Использование этого ресурса для города позволит существенно сэкономить расходы на отопление и горячее водоснабжение бюджетной сферы. Сроки окупаемости вложений – минимальны, что является чрезвычайно привлекательным. При проведении комплексного

енергоаудита бюджетных предприятий и организаций и реализации его рекомендаций возможна совершенно иная схема учета теплопотребления, менее громоздкая, не требующая использования огромного количества измерительных приборов, необходимости их периодической поверки, привлечения значительного количества персонала для их обслуживания.

Таблица 3

Сводные данные по тепловым балансам корпусов обжига окатышей

Наименование предприятия	Количество теплоты, кВт		$Q_{\text{от}}$, кВт	G, тыс. кг/ч	$t_{\text{пр}}$, °C	$t_{\text{от}}$, °C	Удельные избытки тепловой теплоты		
	ушло из помещения, $Q_{\text{от}}$	поступило в помещение, $Q_{\text{пр}}$					на 1 т окатышей, кВт/т	на одну машину, кВт	на 1 м ³ объема помещения, Вт/м ³
Сокольское Сарбайский ГОК	82183	21693	60490	6830,8	11,3	28,7	82,1	7561	140
Центральной ГОК ^б	67258	24695	42563	5111,2	14,6	28,6	71	7094	101
Северный ГОК, ФОК №1 ^в	52077	27809	24268	4563,8	21,6	31,9	47	7187	53
Северный ГОК, ФОК №2 ^в	35054 45512	14983 26341	20071 19171	3356,2 3941,3	16 23,6	28,1 33	37,2 36	10036 9586	37 36
Северный ГОК, ФОК №3 ^в	36780	22406	14374	3449,6	23,1	31,1	17	7187	29
Лебедянский ГОК	39493	15933	23560	3749,7	15,2	28,1	40,62	11780	47
Мысыйловский ГОК	23239	6363	16876	2790,8	8,2	21	19,5	8438	29

Примечание: 1 – данные КУИИ ГТ в ПЗ, 2 – в числителе приведены данные второра, в знаменателе – данные КУИИ ГТ в ПЗ

Тепловая энергия воздуха, удаляемого в атмосферу, является огромным источником вторичных энергоресурсов на фабриках окомкования железорудных концентратов и агломерационных фабриках горно-обогатительных комбинатов. Расход тепловой энергии на подогрев поступающего воздуха составляет 40...70% теплопотребления предприятия. Большая её часть можно сэкономить путем применения теплообменников-утилизаторов или рекуператоров.

Рекуператоры могут дополнять приточные вентиляционные системы, используемые на крупных объектах. Они позволяют экономить от 30 до 50% тепла, выбрасываемого в дымовые трубы.

Затраты на приобретение, монтаж и обслуживание такой теплообменной установки окупаются в короткие сроки. Такое оборудование целесообразно закладывать в проекты со значительным бюджетом.

Реализация изложенного подхода возможна с использованием разнообразной техники для утилизации тепла: кожухотрубных и пластинчатых теплообменников, в том числе, перекрёстноточных; роторных (регенеративных); тепловых насосов с промежуточным рабочим телом. Существующее оборудование может гарантированно обеспечить около 60% возврата тепла удаляемого воздуха.