

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ НА ОАО «ОГНЕУПОРЫ»

Обжиг глины различных марок для получения шамота на ОАО «Огнеупоры» г. Богданович осуществляется во вращающихся печах размером $\varnothing 3 \times 60$ м. Основным недостатком вращающихся печей является низкий тепловой КПД. Поскольку шамотные печи не содержат внутренних теплообменных устройств, то температура отходящих газов на выходе печи лежит в диапазоне от 550 до 600 °С. В 2008–2009 гг. по проекту кафедры ОАСП была проведена реконструкция вращающейся печи № 1. Целью реконструкции явилось снижение потерь тепла в окружающую среду, снижение уноса пыли и автоматизация системы контроля и управления вращающейся печью.

Как показали проведенные расчеты, оптимальная длина цепной завесы – 12 м, коэффициент плотности навески цепей $F_{ц} = 5,4 \text{ м}^2/\text{м}^2$. С целью увеличения надежности работы цепной завесы был применен свободновисящий тип навески. Причем первые четыре ряда цепей (шторку) со стороны горячего конца печи навесить из жаропрочных цепей типа ЦКЖ 25х100 из хромистого модифицированного чугуна ЧХ16М. Эти цепи способны противостоять температурам газового потока до 900 °С. Остальные ряды цепей – тип ЦКН 25х100 изготовленных из стали 40ХСЛ, которые способны работать в газовом потоке с температурой 500 °С. Для облегчения транспортировки материала со стороны загрузочного конца печи применен гирляндный способ навески по винту.

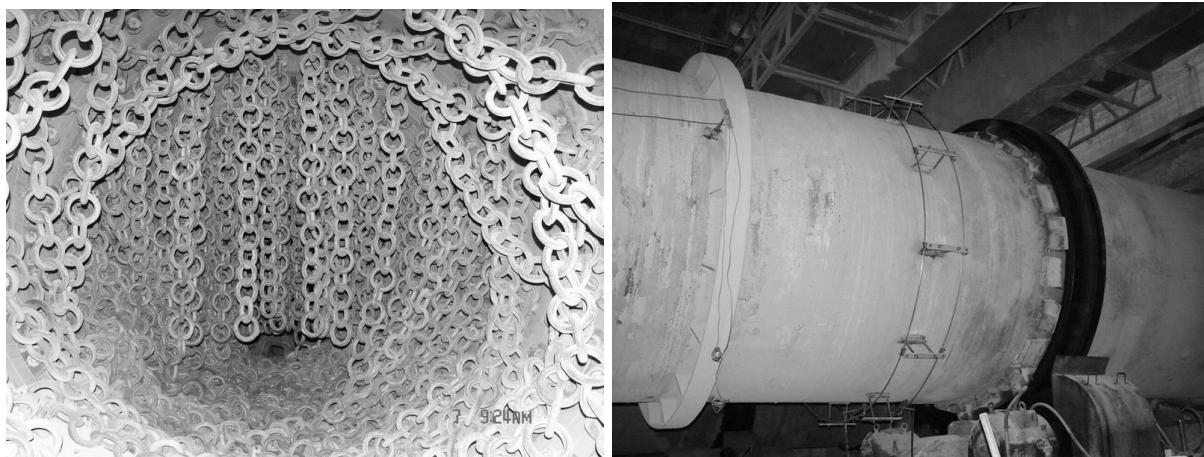


Рис. 1. Цепная завеса и установка термопары за цепной завесой

Для контроля температуры за цепной завесой была установлена термопара и релейные контакты для передачи сигнала. В результате установки внутренних теплообменных устройств в виде цепной завесы удалось интенсифицировать процесс теплообмена и снизить температуру отходящих газов до 250–280 °С.

Унос пыли до реконструкции составлял 8–10 %. Для снижения уноса пыли на входе и выходе из пылевой камеры было установлено два колена (рис. 2). Труба подачи материала проходит через колено в нижнюю часть печи (рис. 3). Это позволило производить забор технологических газов из верхней части печи, где концентрация пыли меньше и отделить место ввода материала.



Рис. 2. Установка колен в пылевой камере для отвода технологических газов из вращающейся печи

Как показывает опыт эксплуатации, установка колен позволяет сократить унос пыли примерно на 30 % от существующего уровня.

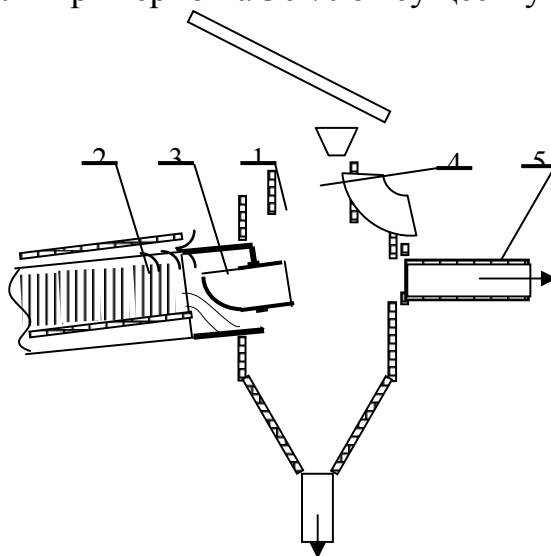


Рис. 3. Модернизация пылевой камеры с установкой колен:
1 – пылевая камера; 2 – холодный конец вращающейся печи;
3 – колено; 4 – патрубок для подачи материала; 5 – газоход

Проект реконструкции вращающейся печи включал создание автоматизированного рабочего места машиниста (АРМ). Программный комплекс выполнен на базе SCADA программы InTouch 9.5 фирмы Wonderware. Комплекс позволяет в реальном времени отображать на экране компьютера в виде мнемосхем и графиков значение технологических параметров, осуществлять архивирование, хранение и обработку данных и осуществляет формирование сменных отчетов. Программный комплекс интегрируется в заводскую сеть, обеспечивая доступ к необходимой информации специалистов завода. На рис. 4 представлена мнемосхема, отображаемая на экране монитора машиниста.

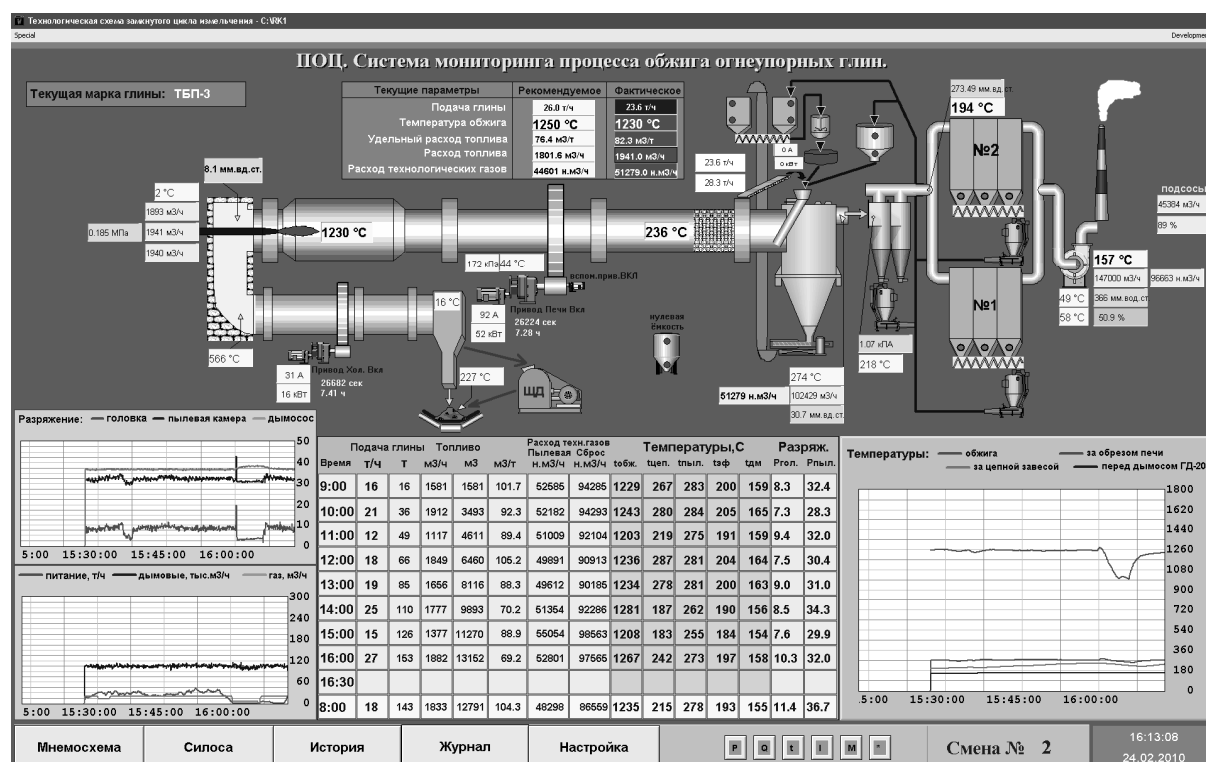


Рис. 4. Мнемосхема на экране монитора машиниста вращающейся печи

Кроме технологических параметров, программа позволяет контролировать механические, электрические параметры работы печи и отображать состояние и исправность датчиков КИП. Программа также выдает машинисту рекомендуемые значения режимных параметров процесса обжига для конкретной марки глины. Всего в течение смены контролируется и архивируется значение около 70 параметров. Сменные отчеты включают индивидуальные данные о персонале смены, значения основных технологических параметров в течение смены, интегральные показатели за смену, такие как выработка, расход топлива, температуры в различных зонах печного агрегата.

Как показывает опыт работы, автоматизированное рабочее место машиниста вращающейся печи позволяет оптимизировать процесс обжига глин различных марок, а специалистам завода объективно контролировать работу персонала смены.

Отчет по работе смены № 3 от 17.08.2009											
Мастер		<i>Рычков А.С.</i>		Лаборант		<i>Тырышкина Е.Н.</i>					
Обжигальщик		<i>Икрамов Н.В.</i>		Пирометрист		<i>Шарычева М.Н.</i>					
Запись №	Продукция				Сырье				Примечание		
	Время, отбора пробы	в/п, %	ρ_k , кг/м ³	№ силоса	Марка глины	№ партии	№ отсека	№ серт.			
1	16:34	2.9	248	1	АРБ-49	0	13	331			
2	16:59	3.0	246	1	АРБ-49	0	13	331			
3	17:33	2.8	248	1	АРБ-49	0	13	331	28*		
4	17:58	2.4	253	1	АРБ-49	0	13	331			
5	18:28	2.6	254	1	АРБ-49	0	13	331			
6	19:01	2.8	248	1	АРБ-49	0	13	331	33*		
7	19:37	2.5	251	1	АРБ-49	0	13	331			
8	20:02	3.0	249	1	АРБ-49	0	13	331	25*		
9	20:32	3.4	246	1	АРБ-49	0	13	331			
10	21:03	3.2	247	1	АРБ-49	0	13	331	28*		
11	21:30	3.6	244	1	АРБ-49	0	13	331			
12	21:58	3.4	245	1	АРБ-49	0	13	331	22*		
13	22:30	3.0	247	1	АРБ-49	0	13	331			
14	23:00	2.9	249	1	АРБ-49	0	13	331			
15	23:28	2.4	250	1	АРБ-49	0	13	331			
16	0:02:	2.6	249	1	АРБ-49	0	13	331			
17	0:33:	2.9	247	1	АРБ-49	0	13	331			
18		0.0	0	0		0	0	0			
19		0.0	0	0		0	0	0			
20		0.0	0	0		0	0	0			
21		0.0	0	0		0	0	0			
22		0.0	0	0		0	0	0			
23		0.0	0	0		0	0	0			
24		0.0	0	0		0	0	0			
25		0.0	0	0		0	0	0			
26		0.0	0	0		0	0	0			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Данные пирометриста:</div> <div> <div>$T_{п1}$ = 1580</div> <div>$T_{п2}$ = 0</div> <div>$T_{п3}$ = 0</div> </div> <div> <div>время 17:49</div> <div>время</div> <div>время</div> </div> </div>											
Время	Подача глины		Топливо		Температуры					Разрежения	
	т/ч	т	м ³ /ч	м ³	Обжиг $t_5, ^\circ\text{C}$	Цепн.З $t_{13}, ^\circ\text{C}$	Пыл.К $t_4, ^\circ\text{C}$	Электр.Ф. $t_7, ^\circ\text{C}$	Дымосос $t_8, ^\circ\text{C}$	Головка $p_1, \text{м.в.с.}$	Пыл.Кам. $p_2, \text{м.в.с.}$
17:00	23	11	2102	1051	1551	283	250	194	162	7.7	28.8
18:00	23	34	1985	3036	1560	289	245	190	159	7.8	29.6
19:00	22	56	1951	4987	1553	299	253	193	158	8.3	31.0
20:00	20	77	2003	6990	1584	333	264	200	162	8.3	30.3
21:00	22	99	1673	8664	1513	268	256	194	161	7.4	32.7
22:00	22	121	2119	10783	1560	294	263	200	164	7.7	31.9
23:00	22	143	2033	12816	1560	337	270	203	166	8.4	34.0
00:00	23	166	1900	14716	1548	334	270	204	168	8.9	34.8
01:00	21	187	1620	16336	1555	351	272	206	169	8.4	34.0
Средне	22.1		1931.9		1554	300	260	196	162		
Итого:											
Подано глины, т				187							
Израсходовано газа, мЗ				16 336							
Дата составления отчета:										13.10.2009	

Рис. 5. Пример распечатки типового сменного отчета машиниста
вращающейся печи

Система была разработана на основе устройств фирмы «Advantech» серии ADAM-5000, которые позволяют обеспечить выполнение следующих функций:

- аналоговый ввод-вывод;
- дискретный ввод-вывод;
- первичное преобразование информации;
- прием команд от удаленной вычислительной системы и передача в ее адрес преобразованных данных с использованием интерфейса RS-485.

Устройства серии ADAM-5000 были объединены в многоточечную сеть на базе интерфейса RS-485, управляемую центральным компьютером (рис. 6). Применение локально устанавливаемых модулей ввода-вывода позволило существенно снизить затраты на монтаж, а также обеспечить повышенные удобства в процессе обслуживания.

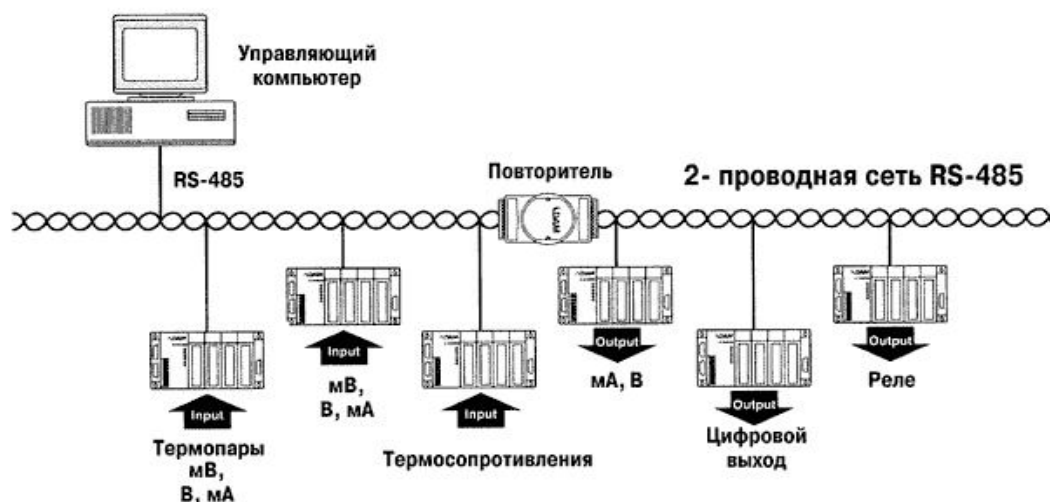


Рис. 6. Пример многоточечной сети RS-485 на основе ADAM-5000

В табл. 1 представлены данные по работе вращающейся печи № 1 при обжиге глины марки АРБ 49 после реконструкции.

Таблица 1

Параметры работы вращающейся печи № 1 при обжиге глины марки АРБ 49 после реконструкции

Питание П, т/ч	Расход топлива Q, м ³ /ч	Удельный расход топлива Q, мЗ/т	Температура отходящих газов t, °С	Дата	Номер смены	Прирост производи- тельности, %	Снижение расхода топлива, %
22.0	2063.21	93.90	259	09.08.2009	1	25.4	17.1
20.7	2027.83	98.03	251	10.08.2009	1	18.1	12.2
22.1	1931.88	87.40	257	17.08.2009	3	26.2	25.8
21.6	2040.17	94.24	255	31.08.2009	3	23.6	16.7
21.5	1973.96	91.80	256	01.09.2009	1	22.7	19.8

Как следует из представленных данных, в результате проведенной реконструкции на Богдановичское ОАО «Огнеупоры» удалось поднять производительность в среднем на 20 % и снизить удельный расход топлива на 18 %.