

УДК 669.2

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРОКАЛИВАНИЯ СЫРОГО КОКСА НА КАЧЕСТВО АНОДНОЙ МАССЫ И ТЭП ПРЕДПРИЯТИЯ

Ваганов Р.А.

научный руководитель д-р хим. наук Твердохлебов В. П.

Сибирский федеральный университет

Институт нефти и газа

Прокаливание (кальцинация) – термический процесс, в котором зеленый нефтяной кокс подвергается термообработке при температуре около 1250 °С.

Основными целями прокалики зеленого кокса являются:

- 1) извлечение летучих веществ
- 2) увеличение плотности материала для предотвращения усадки кокса во время обжига анодов
- 3) изменение структуры материала в электропроводящий тип углерода

В мировой практике наиболее распространены 2 метода прокаливания:

- Прокаливание во вращающихся печах
- Прокаливание в шахтных печах

Вращающиеся печи представляют собой наклоненные барабаны большого диаметра со стальным кожухом и огнеупорной футеровкой. Зеленый кокс непрерывно загружается с одного конца барабана, а с другого конца происходит выгрузка уже прокаленного продукта, температура которого составляет 1200 – 1300 °С. Уровень слоя кокса в печи достаточно низкий (слой занимает лишь 7-10% от общей площади поперечного сечения). Кокс нагревается посредством радиационного и конвекционного теплообмена от противоточного потока газа и огнеупорной футеровки.

Шахтная печь прокалики состоит из нескольких вертикальных огнеупорных шахт, окруженных топками. Зеленый кокс загружается в бункер, находящийся на вершине шахты, и проходит вниз, выходя через водоохлаждающую рубашку, располагающуюся в нижней части шахты.

Перемещение кокса контролируется посредством открытия шиберного затвора или поворотной заслонки, имеющейся на дне каждой шахты, вследствие чего происходит выгрузка небольшого объема кокса. Разгрузка проводится периодически, а в это время сверху загружаются новые порции зеленого кокса.

В шахтной печи летучие вещества поднимаются через слой кокса, и проходят в специальные отверстия в верхней части простенков топок. На данном этапе они смешиваются с воздухом и спускаются вниз, проходя через серию горизонтальных топочных секций. ЛВ сжигаются в простенках топок, таким образом, кокс, находящийся в печи опосредованно нагревается от стенок по тому же принципу, по которому происходит теплообмен в печи обжига анодов.

Основные свойства прокаленного кокса:

Качество кокса характеризуется комбинацией химических и физических свойств, которые определяют эксплуатационные свойства произведенных из него анодов.

В принципе, коксы со значительно разными уровнями летучих (качественно и количественно), микроструктурами и/или уровнями примесей должны прокаливаться по-разному.

Например, коксы с высоким уровнем летучих требуют более медленного нагрева, анизотропные коксы (упорядоченной структуры) требуют прокаливания в меньшей степени, чем изотропные коксы (неупорядоченной структуры).

Таблица 1- характеристики кокса, определяющие его качества

Свойства	Единицы	Значения
Содержание влаги	%	0,0-0,2
Истинная плотность	г/см ³	2,03-2,05
Фракционный состав	%	
>8мм	%	10-20
8-4мм	%	15-25
4-2мм	%	15-25
2-1мм	%	10-20
1-0,5мм	%	5-15
0,5-0,25мм	%	5-15
<0,25мм	%	2-8
Вибронасыпная плотность	кг/дм ³	0,64-0,70
по фракциям:		
8-4мм	кг/дм ³	0,73-0,79
4-2мм		
2-1мм	кг/дм ³	0,80-0,86
1-0,5мм		
0,5-0,25мм	кг/дм ³	0,86-0,92
	кг/дм ³	0,88-0,93
Средняя вибронасыпная плотность	кг/дм ³	0,78-0,84
Удельное электрическое сопротивление	мкОм*м	460-540
Реакционная способность в СО2 потери при 1000°С	%	3-15
Реакционная способность в воздухе потери при 125°С	%	0,05-0,3
Содержание золы	%	0,10-0,20
Содержание серы	%	0,5-3,5

В связи с тем, что на ОАО «РУСАЛ Красноярск» поставляется кокс от разных поставщиков с разными физико-химическими свойствами (различным содержанием летучих, серы и различной микроструктурой), требуются различные режимы прокаливания этих коксов.

До марта 2011 г. в ОПК ДпПАМ проводилась «шихтовка по сырому коксу» (смешение коксов от различных поставщиков, без учета особенностей физико-химических свойств перед печами прокаливания).

С апреля 2011 в ОПК ДпПАМ перешли на режим «раздельного прокаливания» нефтяного кокса от различных поставщиков или групп поставщиков, близких по физико-химическим свойствам нефтяного кокса в качестве эксперимента.

В качестве критериев для сравнительной оценки двух режимов прокаливания (смешивание сырых коксов до прокаливания без учета физико-химических свойств и раздельное прокаливание различных коксов или групп коксов, схожим по свойствам) на начальном этапе предлагается:

1. Оценить истинную плотность проб кокса, разделенного по фракциям;
2. Оценить распределение значений истинной плотности (гистограммы распределения) по двум различным режимам прокаливания.

Таблица 2 - Истинная плотность прокаленного кокса пофракционно в режиме «смешивание сырых коксов до прокаливания».

Время	Печь - 1					сменный анализ	Печь - 2					сменный анализ	Печь - 3					сменный анализ	Печь - 4					сменный анализ						
	+12	-12+8	-8+4	-4+1	-1		+12	-12+8	-8+4	-4+1	-1		+12	-12+8	-8+4	-4+1	-1		+12	-12+8	-8+4	-4+1	-1							
	G-т/час 17						G-т/час 16						G-т/час 17						G-т/час 16											
13 дек																														
0:00	2,054	2,049	2,052	2,052	2,021	2,042	2,044	2,051	2,046	2,045	2,03	2,035	2,037	2,034	2,039	2,039	2,032	2,033	2,037	2,032	2,033	2,036	2,02	2,03	2,037	2,032	2,033	2,039	2,025	2,031
3:40	2,028	2,026	2,015	2,018	2,00	2,022	2,026	2,022	2,023	2,021	2,009	2,024	2,033	2,025	2,025	2,025	2,013	2,025	-	2,039	2,033	2,039	2,025	2,031	2,037	2,032	2,033	2,039	2,025	2,031
8:30	2,035	2,034	2,034	2,034	2,012	2,032	2,04	2,035	2,038	2,041	2,02	2,028	2,033	2,036	2,03	2,036	2,021	2,034	2,037	2,039	2,035	2,038	2,026	2,034	2,037	2,032	2,033	2,039	2,026	2,034
12:30	2,039	2,039	2,044	2,043	2,031	2,038	2,047	2,046	2,048	2,047	2,012	2,043	2,022	2,021	2,021	2,022	2,007	2,013	2,052	2,053	2,049	2,05	2,029	2,023	2,037	2,032	2,033	2,039	2,029	2,023
16:00	2,046	2,044	2,048	2,049	2,025	2,038	2,051	2,054	2,049	2,048	2,027	2,039	2,037	2,04	2,041	2,04	2,028	2,037	2,044	2,043	2,048	2,045	2,036	2,041	2,037	2,032	2,033	2,039	2,036	2,041
20:10	2,037	2,037	2,034	2,035	2,001	2,038	2,04	2,036	2,04	2,037	2,029	2,033	2,039	2,037	2,029	2,03	2,023	2,029	2,041	2,036	2,035	2,038	2,005	2,023	2,037	2,032	2,033	2,039	2,036	2,023

Хорошо заметно, что в объединенной пробе прокаленного кокса, наименьшую степень прокаливания имеет фракция -1мм, что еще раз подтверждает – различные коксы требуют различных температур при прокаливании, т.е. внутри пробы возможен частичный недопрокал при общем удовлетворительном результате.

Таблица 3 Истинная плотность прокаленного кокса пофракционно в режиме «раздельное прокаливание»

Дата/ Время	Вид испытаний	Печь - 2					сменный анализ	Печь - 3					сменный анализ	Печь - 4					сменный анализ
		G-т/час 16,5						G-т/час 17,5						G-т/час 16,5					
		+12	-12+8	-8+4	-4+1	-1		+12	-12+8	-8+4	-4+1	-1		+12	-12+8	-8+4	-4+1	-1	
19 окт	Д ист	2,045	2,046	2,047	2,040	2,025	2,042	2,032	2,037	2,032	2,033	2,025	2,031	2,039	2,041	2,037	2,041	2,022	2,044
9:20	грансостав %	30	32	22	10	6		3	5	10	58	24		11	22	34	26	7	
20 окт	Д ист	2,012	2,019	2,023	2,022	-	2,017	-	2,032	2,038	2,035	2,022	2,031	2,043	2,038	2,041	2,042	2,034	2,038
8:30	грансостав %	39	37	17	6	1		0	6	7	48	39		13	25	27	22	13	
21 окт	Д ист	2,055	2,052	2,044	2,049	2,038	2,044	2,039	2,041	2,043	2,043	2,032	2,040	2,041	2,041	2,044	2,047	2,034	2,042
9:05	грансостав %	13	32	35	16	4		12	33	30	17	8		8	21	28	26	17	

В режиме «раздельного прокаливания», фракция -1 мм имеет более достаточную степень прокаливания, что говорит о более «равномерном» прокаливании кокса по всему объему в данном режиме.

По результатам определения истинной плотности прокаленного кокса пофракционно по режимам «смешивание до прокаливания» и «раздельное прокаливание различных коксов или групп схожих по свойствам коксов» можно сделать вывод, что режим «раздельного» прокаливания позволяет получить кокс прокаленный более равномерно по всем фракциям и объему.

Таблица 4 – Анализ показателей прокалочных печей

Показатель	Печь 1		Печь 2		Печь 3		Печь 4	
	янв-март	апр-авг	янв-март	апр-авг	янв-март	апр-авг	янв-март	апр-авг
Стандартное отклонение	0,0074	0,0071	0,0073	0,0072	0,0068	0,007	0,0073	0,0069
Количество отклонений, %	11,2	2,56	4,87	2,28	2,14	2,94	4,23	2,99
Количество значений не менее 2.03, %	72	78	69	75	80	76	77	80

Влияние свойств прокаленного кокса на качество анодной массы

Одним из определяющих показателей качества анодной массы являются постоянство пластических свойств – коэффициент относительного удлинения.

На сегодняшний день имеет место большое количество отклонений по пластическим свойствам анодной массы (КОУ, до 30% отклонений от заданных границ).

Следствием вышеназванного, является нестабильное состояние поверхности анода, т.е. немотивированные, частые изменения оценки КПК за короткий промежуток времени, что в свою очередь имеет значимое влияние на процесс формирования анода и его качественные характеристики в обожженном состоянии, соответственно и ТЭП электролиза.

Выводы:

1. Постоянство качественных показателей прокаленного кокса оказывают доминирующее влияние на эксплуатационные свойства анодной массы, которые в свою очередь определяют условия формирования анода и оказывают значительное влияние на ТЭП алюминиевого производства.

2. Вовлечение сырого кокса при прокаливании по схеме «поставщик-печь» имеет явные преимущества:

-Смещение разных поставщиков после прокалочных печей в данном режиме происходит более управляемо, т.к. потоки прокаленного кокса после печей смешиваются дозированно, подача сырого кокса в печи осуществляется весовыми дозаторами, смесь коксов более постоянна по всем своим свойствам;

-Показатели качества прокаленного кокса более стабильны, т.к. в печи прокаливается кокс одного поставщика или смесь схожих по свойствам поставщиков.

3. На сегодняшний день в производстве имеются технические ограничения (несовершенство поточно-транспортной схемы предварительного дробления), которые не позволяют реализовать режим «поставщик-печь» на 100%. В перспективе необходимо рассматривать вопрос изменения вышеназванной поточно-транспортной схемы (как минимум – замена реверсивного конвейера).