

Шепелев Игорь Иннокентьевич

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

г. Красноярск, Красноярский край

Жуков Евгений Иванович

управляющий директор

АО «РУСАЛ Ачинск»

г. Ачинск, Красноярский край

Еськова Елена Николаевна

канд. биол. наук, доцент, заведующая кафедрой

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

г. Красноярск, Красноярский край

DOI 10.31483/r-101907

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПЫЛИ ОТ ПЕЧЕЙ СПЕКАНИЯ

В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ

ТЕХНОЛОГИИ ПЫЛЕВОЗВРАТА

Аннотация: применяемый пылевозврат с горячего конца печи позволяет увеличить ее производительность в среднем на 8–10%. В результате исследования компонентного состава пыли, уносимой газами промышленных печей спекания, установлен факт отличия пыли 4 и 5 полей электрофильтров от исходной шихты и пыли с пылевой камеры повышенным содержанием щелочей, хлоридов и сульфатов, влияющих отрицательно на качество спека. Для повышения эффективности пыль электрофильтров предложено выводить из оборота печи и не смешивать ее с пылью пылевой камеры, а утилизировать отдельно по индивидуальной схеме, разделяя ее на фракции по полям электрофильтра.

Ключевые слова: печи спекания, пыль электрофильтров, пылевозврат, нефелиновая шихта, спек, утилизация.

Процесс спекания глиноземсодержащей шихты во вращающихся печах сопровождается значительным пылевыделением [1; 2]. Основное количество пыли вместе с отходящими газами выносится из печи. На современном этапе система газоочистных сооружений на печах спекания включает: пылевые камеры и электрофильтры [3; 4]. Очистка печных газов от крупной фракции пыли размером более 50 мкм происходит в пылевой камере [2]. В ней осаждается 9–10% пыли от всей уловленной в системе газоочистки пыли. Газовый поток, проходя через пылевую камеру, за счёт резкого увеличения площади поперечного сечения теряет скорость, частицы пыли осаждаются в бункера пылевых камер. Применяемые пылевые камеры являются сопрягающими устройствами между печами и электрофильтрами. Следующей ступенью очистки являются электрофильтры, в которых улавливаются более мелкие частицы пыли. На каждой печи установлено по два электрофильтра, работающих одновременно. Эффективность очистки возрастает с увеличением времени пребывания газов в активной зоне аппарата или с уменьшением скорости газового потока. Пыль, уловленная в пылевой камере и электрофильтрах, выгружается из бункеров шнековыми питателями и затем транспортируется в бункеры камерных насосов. Из бункеров пыль пневмокамерными насосами с помощью сжатого воздуха перекачивается в бункер оборотной технологической пыли в топочную часть цеха спекания.

Физико-химические превращения, происходящие в печи, можно условно разделить на следующие стадии: сушка и грануляция при температурах 90–250°C, нагрев шихты с выгоранием органических соединений и разложением кристаллогидратов при 250–750°C, декарбонизация (разложение известняка и углекислого магния) при 700–1000°C, новообразование растворимых алюминатов и нерастворимых силикатов (спекообразование) при 1000–1300°C и высокотемпературное охлаждение при 1300–1000°C. Температура газообразных продуктов понижается в печи от 1500 до 200–320°C, а температура материала повышается от 50–80 до 1150–1300°C [5].

Для снижения воздействия на окружающую природную среду и улучшения технологических показателей спекания сырьевой шихты на АО «РУСАЛ

Ачинск» была внедрена технология пылевозврата. Пыль, возвращаемая в горячий конец печи, при спекании нефелиновых шихт, распределяется по длине печи в следующих соотношениях: в зоне спекания ~ 20%, в зоне декарбонизации ~ 40%, в цепной зоне ~ 30% и около 10% возвращаемой пыли выносится из печи. Пыль, подаваемая с горячего конца печи, осаждается за зоной спекания. При снижении скорости пылевоздушной смеси пыль осаждается в зоне спекания, что может приводить к застыванию печи. Нарушение процессов пылеулавливания и пылевозврата приводит к отклонению от стехиометрических отношений в спеке и к снижению извлечения полезных компонентов, а также к нарушению режима работы печи.

Различие физико-химических свойств пыли зависит от разнообразия используемого на глиноземных заводах сырья, топлива и конструкций печей. При анализе компонентного состава пыли, уносимой газами печей спекания, выявлено, что пыль отличается от исходной шихты повышенным содержанием щелочей – наиболее летучих компонентов шихты. Отмечено, что в более тонких фракциях пыли, количество щелочных соединений увеличивается в направлении от загрузочной части печи к последним полям электрофильтров [6].

Наличие в шихте свободной щелочи, обусловленной разложением тонкодисперсного известняка, предполагает взаимодействие ее в газовой фазе с SO_2 , Cl_2 , CO_2 , H_2O и O_2 , с образованием сульфатов, хлоридов и карбонатов щелочных металлов [2]. Установлено, что наибольшей летучестью обладают низкотемпературные алюминаты натрия и калия, причем убыль Na_2O из алюмината натрия при 1000°C в течении 1 часа составляют – 13%, а K_2O из алюмината калия при этих же условиях – 21%. Скорости возгонки хлоридов щелочных металлов велики, например, при 1000°C в течении 1 часа возгоняется KCl более 90%, NaCl – 80%. Из-за высокой летучести хлоридов присутствие их в спеках не целесообразно. Извлечение глинозема значительно снижается также при содержании сульфатов в спекаемой шихте более 1%, при этом происходит и заметное оплавление спека.

Химический состав пыли газоочистных сооружений печи спекания АО «РУСАЛ Ачинск» приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав пыли электрофильтра печи спекания.

Объекты испытаний	Массовая доля компонентов в пыли, %							
	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	Хлориды	Прочие
Пыль с пылевой камеры	11,61	27,5	0,6	1,57	8,93	6,1	5,04	38,65
Поля электрофильтра	№1	17,22	33,8	1,0	2,2	11,9	1,52	1,39
	№2	16,76	32,8	1,0	2,2	11,6	2,04	1,99
	№3	16,11	31,2	0,8	2,16	11,1	2,98	3,52
	№4	3,9	8,96	0,6	0,65	3,06	11,26	27,5
	№5	7,62	16,2	1,1	1,23	5,74	10,16	27,6
								30,35

Недостатком применяемой на производстве в настоящее время схемы утилизации пыли печей спекания является то, что она предусматривает подачу всей уловленной пыли в газоочистной системе (пылевой камере и электрофильтрах) снова в печь, не учитывая отличия в их физико-химических свойствах. Как видно из таблицы 1, пыль электрофильтров с последних полей №4 и №5, значительно отличается по физико-химическим свойствам от пыли пылевой камеры и пыли, отобранной с полей электрофильтра №№1–3, так как она характеризуется меньшей крупностью, обогащена сульфатами и хлоридами щелочных металлов и обеднена глиноземом, оксидами железа, кремния и кальция, то есть в ней меньше содержится нефелиновой руды и известняка.

Практика эксплуатации вращающихся печей показала отрицательное действие сульфатов и хлоридов щелочных металлов на ведение технологического процесса: конденсируясь на неподвижных поверхностях печного агрегата, эти соединения образуют настыли, уменьшая тем самым коэффициент его использования. Кроме того, высокий уровень содержания хлоридов щелочных металлов в пыли приводит к износу аппаратов пылеулавливающей системы: замечены случаи интенсивной коррозии корпусов и газоходов электрофильтров, обеспыливающих печные газы. В связи с этим, а также учитывая, что хлориды и сульфаты щелочных металлов, поступающие в печь с оборотной пылью элек-

трофильтров, являются балластом при спекании, так как не участвуют в химических реакциях с компонентами шихты, было предложено пыль электрофильтров разделять по полям электрофильтра и осуществлять пылевозврат только с вводом пыли пылевой камеры и пыли 1–3 полей электрофильтра. Пыль электрофильтров, отобранную с 4–5 полей электрофильтров и имеющую высокие содержания хлоридов и сульфатов рекомендуется выводить из процесса очистки дымовых газов и использовать ее в качестве активной добавки в дорожные смеси для повышения их морозостойкости [7].

Как показали промышленные испытания, пылевозврат с горячего конца печи позволяет увеличить ее производительность в среднем на 8–10%. Кроме того, возврат пыли в горячую головку, подача ее в зону горения топлива позволяет полнее использовать тепловую мощность печи за счет увеличения контактной поверхности теплообмена между газами и обжигаемым материалом, улучшает режим работы топливного факела, повышает стойкость футеровки в зоне высоких температур за счет экранирующего действия пыли. В то же время полученные данные дальнейших испытаний доказали, что тонко дисперсная пыль 1–3 полей электрофильтров, подаваемая в печь с горячего конца, мало присаживается к спеку, увеличивает пылеоборот и пылевыброс печи в атмосферу. Для повышения эффективности утилизации пыли электрофильтров предлагалось выводить ее из оборота печи, не смешивать с пылью пылевой камеры и утилизировать отдельно направляя ее для использования в качестве мелиоранта [8] или вторично перерабатывать путем репульпации и выщелачивания, направляя ее в сырьевую шихты на повторную переработку. В этом случае устраняется отрицательное влияние пыли на качество спеков, отмеченное ранее, снижающее извлечение глинозема из спеков. При данном способе утилизации пыли электрофильтров жидкую фазу после отделения от твердой можно подавать в алюминиатные растворы для последующей совместной их переработки. Твердую фазу после выщелачивания пыли, содержащую 11,5–12,5% глинозема, 6–7% щелочей в пересчете на оксид натрия, рекомендуется направлять в

нефелиновую сырьевую шихту и затем на спекания для доизвлечения ценных компонентов.

Список литературы

1. Александров А.В. Пути улучшения качества алюминийсодержащего спека во вращающейся печи / А.В. Александров, Н.В. Немчинова, Е.А. Федотова // Переработка природного и техногенного сырья: сб. научн. тр. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2016. – С. 57–60.
2. Golovnykh N., Bychinskii V., Filimonova L., Chudnenko K. Increasing the efficiency of gas-scrubbing systems in aluminum production // Universities Proceedings. Non-Ferrous Metallurgy. 2017. №3. P.45–55.
3. Гузаев В.А. Технические решения по повышению эффективности и надежности электрофильтров ФИНГО / В.А. Гузаев, А.А. Троицкий // Пылегазоочистка – 2011: сб.докладов IV Междунар. межотраслевой конференции (Москва, 27–28 сентября 2011 г.). – М.: ООО «ИНТЭКО» 2011. – С. 16–18.
4. Дружинин К.Е. Апробация «мокрой» газоочистной установки центробежно-вихревого типа в промышленных условиях АО «РУСАЛ Ачинск» / К.Е. Дружинин, Н.В. Немчинова, Н.В. Васюнина // Вестник ИрГТУ. – 2018. – №5 (136). – С. 190–206.
5. Дружинин К.Е. Очистка отходящих газов печей спекания с использованием подшламовой воды в качестве газоочистного раствора / К.Е. Дружинин, Н.В. Васюнина, Н.В. Немчинова // Экология промышленности России. – 2020. – №3. – С. 4–9.
6. Дружинин К.Е. Совершенствование основного и вспомогательного оборудования пирометаллургических процессов и его испытания в условиях действующего производства / К.Е. Дружинин, Н.В. Немчинова, Н.В. Васюнина // Вестник ИрГТУ. – 2016. – №5. – С. 144–152.
7. Шепелев И.И. Альтернативные способы утилизации пыли газоочистных сооружений глиноземного производства / И.И. Шепелев, Н.Н. Бочков, И.С. Стыглиц и др. // Цветные металлы и минералы – 2017: сб. докл. IX Междунар. Конгресса (11–15 сентября 2017 г.). – Красноярск, 2017. – С.147–155.

8. Шепелев И.И. Дорожные твердеющие смеси на нефелиновых вяжущих с гипсоангидритовыми модифицирующими добавками / И.И. Шепелев, А.И. Кудяков, Н.Н. Бочков, А.М. Жижаев // Вестник ТГАСУ. – 2017. – №1. – С.181–189.