

УДК 614.715:669.1

И. М. МИЩЕНКО, канд. техн. наук, доцент

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

ВОЗМОЖНОСТИ КАРДИНАЛЬНОГО СОКРАЩЕНИЯ ПЫЛЕВЫХ И ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ В АГЛОМЕРАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ УКРАИНЫ

Проанализированы данные о вредных выбросах на аглофабриках Донбасса. Рассмотрены причины неблагоприятной экологической ситуации в черной металлургии. Предложены мероприятия по совершенствованию технологии и оборудования основного загрязнителя в отрасли – агломерационного производства.

аглофабрики, выбросы отходящих газов, подготовка шихты, рециркуляция газов

По данным [1, 2], на металлургических предприятиях с полным металлургическим циклом более 50 % выбросов в атмосферу пыли, монооксида углерода, сернистого ангидрида приходится на долю агломерационных фабрик.

Данные табл. 1, приведенные относительно предприятий Донецкого региона, указывают на «ведущую» роль агломерации в загрязнении атмосферы в местах расположения металлургических предприятий. Отчётные и исследовательские показатели о выбросах, отличающиеся вдвое, свидетельствуют о неточности предоставляемой предприятиями информации.

Эта информация рассчитана ориентировочно по отчётным данным Управления экологии и природных ресурсов Донецкой области (числитель) и данным опытно-промышленных и теоретических исследований (знаменатель).

Вредные выбросы на аглофабриках в целом представлены двумя видами: основные – технологического происхождения (пыль и отходящие через трубы вредные газы, образующиеся в процессе спекания шихты, производства извести, охлаждения агломерата и возврата), а

также неорганизованные – в виде пыли, образующейся при дроблении, грохочении и перегрузках шихтовых материалов и агломерата. При производстве в стране около 44 млн т агломерата (2003–2004 гг.) расчётные валовые выбросы контролируемых вредных веществ составили 1528 тыс. т в год, в том числе: пыли – 123,0; CO – 1200; SO₂ – 172; NO_x – 33,0 тыс. т/г.

К сожалению, в отрасли отсутствует какая-либо информация о количестве выбросов самых опасных ингредиентов отходящих газов агломашинов – бензопирене, диоксинах и фуранах, причиняющих, как оказалось, наибольший вред здоровью населения.

Сведения о данных ядовитых газы и способах их нейтрализации получены из зарубежных специальных изданий [3, 4] в середине 90-х гг., и нашим специалистам ещё предстоит освоить эту ёмкую, неизученную часть проблемы обеспечения экологической безопасности в чёрной металлургии.

Преобладающая роль отечественной агломерации в загрязнении воздушного бассейна объясняется не толь-

Таблица 1.

Вредные выбросы агломерационного производства предприятий Донбасса в 2003 г., тыс. т.

Предприятия	Выбросы агломерации					Выбросы всего предприятия (по отчёту)				
	Всего	Пыль	CO	SO ₂	NO _x	Всего	Пыль	CO	SO ₂	NO _x
ОАО «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича»	206,8	15,1	160,4	26,0	5,3	257,3	19,7	185,8	26,3	25,0
	383,0	23,5	299,5	79,7	10,3					
ОАО «Енакиевский металлургический завод»	26,6	2,4	21,2	2,7	0,5	37,4	4,4	23,6	5,9	3,1
	64,1	6,1	51,2	5,7	1,1					
ОАО «Азовсталь»	42,7	3,2	32,4	6,2	0,9	125,8	10,2	84,3	17,1	14,2
	45,8	3,4	37,7	6,5	0,9					



ко и не столько органическими недостатками агломерационного процесса по сути (неизбежное образование в зоне слоевого горения топлива основной массы токсичных газов, большой пылеунос из слоя), но и в высокой степени явной отсталостью почти всех стадий процесса производства агломерата.

Остановимся на основных его проблемах и подчеркнём следующее. Агломерационные фабрики отрасли, построенные более 40 и даже 70-ти лет назад, имеют запредельную степень износа (70–100 %) и, следовательно, морально устарели. В их составе отсутствуют современные экологичные технологические схемы и эффективное оборудование для складирования, усреднения и дозирования сырья, смешивания и окомкования, загрузки и зажигания шихты, охлаждения, дробления и особенно грохочения спека. На большинстве аглофабрик нет современных газоочистных, пылеулавливающих аппаратов; полностью отсутствуют нейтрализация токсичных газов и аспирация многих мест пылевыделения.

При этом затраты тепловой энергии и удельный расход твёрдого топлива на процесс спекания остаются выше этих показателей для зарубежной агломерации на 40–50 %, а выбросы вредных веществ в атмосферу в 4–6 раз превышают предельно допустимые уровни.

Анализ общего состояния технологии и экологической обстановки на аглофабриках, результаты исследования новых и модернизированных процессов позволяют предложить некоторые обобщения и рекомендации по развитию агломерации в направлении сокращения пыле- и газообразования в ходе самих процессов подготовки, спекания шихты и обработки спека.

Для агломерации в наших технологических условиях характерны некоторые особенности, влекущие за собой огромные выбросы пыли и газов в атмосферу, а именно:

- аглошихты содержат в рудной части большую массовую долю (60–85 %) пылящих железорудных концентратов и отходов (до 20 %), затрудняющих процессы их подготовки и спекания;
- операции складирования и усреднения шихтовых материалов с их известкованием нередко выполняются на открытых ветрам складах без применения средств пылеподавления;
- недостаточная газопроницаемость шихты, низкая герметичность газовых сетей агломашин, недостаточная мощность эксгаустеров вынуждают вести спекание в слоях относительно малой высоты (240–300 мм) без использования, по аналогии с зарубежным опытом, вторичного тепла рециркулируемых газов и нагретого воздуха охладителей агломерата, что объясняет высокий удельный расход твёрдо-

го топлива на спекание и выход из спекаемого слоя больших концентраций токсичных газов;

- применение устаревших барабанных окомкователей, предназначенных по давним проектам для грануляции грубозернистых материалов и, как следствие, – недостаточная окомкованность шихт, отсутствие цикла «постели», вызывают большой пылеунос из спекаемого слоя;
- процессы измельчения топлива, дробление и грохочение флюсов, особенно агломерата, весьма несовершенны по технологическим требованиям, не имеют эффективной аспирации очагов пылевыделения;
- агломашин работают неритмично, имеют много (30–50 в сутки) кратковременных остановок, вызывающих резкое увеличение концентрации пыли в шихте, в спеке и отходящих газах.

Главная цель обновления и модернизации агломерационного процесса – максимально возможное сокращение расхода твёрдого топлива и увеличение полноты его сжигания. Именно удельный расход и условия горения твёрдого топлива определяют основную массу выбросов токсичных газов: монооксида углерода, оксидов серы и азота, для нейтрализации которых нет ни одного реализованного в отрасли проекта. Этим дополнительно обостряется проблема подавления газовых выбросов технологическими способами. Рассмотрим их возможности в технологической последовательности.

Подготовка шихты к спеканию включает целый ряд процессов от дробления компонентов до загрузки готовой шихты на агломашин.

Обеспечение оптимальной крупности шихтовых материалов входит в число основных операций, влияющих на производительность процесса, прочность агломерата и расход твёрдого топлива. Так, додрабливание крупных фракций (8–10 мм) аглоруды, снижение крупности возврата до 5–8 мм, оптимизация крупности твёрдого топлива на уровне 0,5–3(2) мм позволяют снизить расход топлива на 10–20 % [5].

Существует технологическая целесообразность измельчения агломерационной извести до 0–3 мм в случае ввода её в поток шихты и до 0–12 мм при вводе в штабели концентратов и влажных отходов. Производство и применение извести является практически обязательным при агломерации концентратов, шламов и пылей, поскольку обеспечивает необходимые показатели производства агломерата. Экологизация процессов получения извести, известкования мелких влажных материалов представляют собой хотя и сложную, но вполне решаемую задачу в общем комплексе экологических проблем подотрасли.

Усреднение шихтовых материалов в современных его вариантах должно быть реализовано на новых аглофабриках, по которым, судя по ограниченной информации, ведутся интенсивные предпроектные проработки (ОАО «Алчевский металлургический комбинат», ОАО «Енакиевский металлургический завод», ОАО «Металлургический комбинат имени Дзержинского», ОАО «МК Азовсталь»). Здесь обязательно выполнение двух групп мероприятий. Первая включает улучшение снабжения аглофабрик сырьём: создание нормативных запасов, уменьшение колебаний содержания железа в поставляемых аглорудах, концентратах, распределение сырья по металлургическим предприятиям при минимально возможном различии по содержанию железа в компонентах при их совместном складировании. Вторая группа объединяет мероприятия по улучшению усреднения сырья непосредственно на складах: дифференцированную подачу и весовое дозирование колошниковой пыли, шламов, окалины, отсевов агломерата и окатышей, извести и возврата.

Расчёты показывают, что реализация названных мероприятий позволит снизить как минимум вдвое колебания содержания железа в сырье, уменьшить расход твёрдого топлива в агломерации на 5–7 %, а расход кокса в производстве чугуна – на 7–8 % [6].

Дозирование и транспортировка шихтовых материалов в заданном ритме и с необходимой точностью гарантирует устойчивость процесса спекания и исключает повышенные выбросы в атмосферу. Выделение пыли, образование просыпи материалов, больших концентраций в газах токсичных оксидов определённым образом связаны с неравномерным выходом материалов из бункеров, ненадёжностью конвейеров, дозаторов, перегрузочных желобов, укрытий, аспирационных систем. Поэтому необходимы классическая конусообразная форма дозирочных и накопительных бункеров, футеровка их износостойкими, незалипающими материалами, оборудование устройствами вибро- и пневмообрушения, тензометрическими датчиками, автоматическими весовыми дозаторами с классом точности 0,3–0,5. Информация о характеристике материалов и их смесей, расходе во времени, величинах возможных корректировок параметров подготовки и спекания шихты должна быть обеспечена ПЭВМ. Вклад дозирующей техники в достижение стабильности химического состава агломерата и зависящей от неё экономии твёрдого топлива на процесс спекания может составлять в различных условиях 25–50 % [2].

Смешивание и окомкование шихты. Устаревшие барабанные смесители и окомкователи мало приспособлены по своим параметрам (диаметр, длина, частота вращения) к обработке тонкоизмельчённых железоконцентратных шихт. В частности, время пребывания ших-

ты в барабанах обоих предназначений вдвое меньше, чем в современной зарубежной практике. Характерно, что более крупные аглошихты смешивают и окомковывают. Например, в Японии, этот процесс происходит в две стадии в параллельно установленных барабанах, благодаря чему повышается качество агломерата, снижается расход твёрдого топлива до 38–42 кг/т агломерата (при 55–60 кг/т в нашей практике).

Всесторонняя оценка качества шихтоподготовки на наших аглофабриках позволяет сделать вывод о том, что при использовании железоконцентратных шихт максимальная эффективность процесса агломерации достигается в случае, когда в отдельные группы включают близкие по природным и приобретённым свойствам компоненты (железорудные концентраты, пыли, шламы), а также способствующие окомкованию материалы – известь и возврат [6]. Объединяют их на стадии окомкования. Необходимо отметить, что раздельное окомкование тонких концентратов в прочные гранулы размером 3–6 мм позволяет обеспечить нужную газопроницаемость шихты, спекание её в слое высотой 500–700 мм при большой производительности (1,9–2,0 т/м²·ч) и уменьшении расхода твёрдого топлива на 15 % [2]. Технология погруппового окомкования учитывает динамику уплотнения гранул за счёт оптимизации конструктивных и технологических параметров барабанов-окомкователей (увеличение диаметра, длины на 30–50 %, времени окомкования минимум на 40 %) и, в конечном счёте, позволяет реализовать технологию спекания мелких окатышей («гибридного агломерата»), причём здесь же можно обеспечить известную раздельную подачу топлива в шихту, дополнительно сокращая его расход на 8–10 %. На реконструированных и новых аглофабриках конструкция и параметры работы барабанных окомкователей должны быть кардинально улучшены в соответствии с научными рекомендациями [2, 6] и мировым опытом.

Действующие в отрасли *системы загрузки шихты на агломашину* на базе вибролотковых и барабанных питателей в большинстве случаев не обеспечивают стабильного формирования слоя одинаковой высоты и газопроницаемости в двух измерениях – ширине и длине агломашин. Узким местом является конструкция загрузочного, формирующего слой лотка, которую необходимо совершенствовать по аналогии с японскими загрузочными устройствами [7].

Многokrатное (в 2–5 раз) сокращение пылеуноса из спекаемого слоя следует обеспечить обязательным функционированием цикла «постели» наряду с хорошо обеспеченной сегрегацией шихты при её загрузке.

Спекание шихты в высоком слое должно быть основным направлением упрочнения агломерата и значитель-



ного сокращения расхода топлива на процесс спекания. Увеличение высоты спекаемого слоя шихты до 350–450 мм, достигнутое на ряде аглофабрик в 70–80 гг. за счёт известкования и подогрева шихты, обеспечило уменьшение расхода топлива на 8–10 %, снизило унос пыли из слоя, увеличило полноту горения топлива. Примечательно, что при увеличении высоты слоя на 100 мм, совместном измельчении известняка и топлива, отдельной подаче топлива в шихту (70–80 % – в барабан-окомкователь), можно сократить выбросы оксидов азота и СО на 20 % [2].

Рециркуляция минимум 25 % отходящих газов может нейтрализовать соответствующую часть СО, диоксинов и фуранов. Промышленный опыт использования в процессе спекания горячих отходящих газов и воздуха охлаждения агломерата приобретён на металлургическом комбинате имени Ильича в 90-е гг. [2]. В новых проектах строительства аглофабрик объекты рециркуляции газов, улавливания оксидов серы и азота должны присутствовать.

Процессы охлаждения, дробления и грохочения слека оказывают большое влияние на неорганизованные выбросы пыли. В охлаждённом агломерате нет большого количества крупных кусков (более 50–70 мм), разрушающихся с образованием мелочи. При обработке и транспортировке охлаждённого агломерата коренным образом улучшаются условия труда, повышается надёжность оборудования всей поточно-транспортной системы вплоть до загрузочных устройств доменных печей.

ВЫВОДЫ

1. Выбросы агломерации на 78,5 % представлены монооксидом углерода (8 % – пыль, 11 % – SO_2 и 2,5 % – NO_x), поэтому главным направлением их снижения является уменьшение расхода твёрдого топлива.

Проаналізовані дані щодо шкідливих викидів на аглофабриках Донбасу. Розглянуто причини небажальної екологічної ситуації у чорній металургії. Запропоновано заходи з удосконалення технології і обладнання основного забруднювача у галузі – агломерційного виробництва.

2. Анализ влияния отдельных стадий агломерационного процесса на вредные выбросы показывает, что путём совершенствования подготовки и спекания шихты можно сократить выбросы токсичных газов и пыли минимум на 30–35 % (около 500 тыс. т/г.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андоньев С. М., Филиппов О. В. Пылегазовые выбросы предприятий чёрной металлургии. – М.: Металлургия, 1973. – 200 с.
2. Гугис Н. Н., Мищенко И. М. Развитие технологии агломерации и пути снижения вредных выбросов в атмосферу // Чёрная металлургия. Сер. Защита воздушного и водного бассейнов от выбросов металлургических заводов: Обзорная информация. Ин-т «Черметинформация». – М., 1989. – Вып. 1. – 39 с.
3. Парфенюк А. С., Антонюк С. И., Топоров А. А. Диоксины: проблема техногенной безопасности технологий термической переработки углеродистых отходов // Экология и ресурсосбережение. – 2002. – № 6. – С. 40–44.
4. Александров Л. И. Поведение диоксинов при агломерации железных руд // Новости чёрной металлургии за рубежом. – 2000. – № 4. – С. 38–40.
5. Ефимов С. П., Ефименко Г. Г. Влияние крупности топлива на процесс агломерации и качество агломерата // Известия вузов. Чёрная металлургия. – 1970. – № 9. – С. 21–25.
6. Разработка типовой технологии и оборудования по подготовке агломерационной шихты к спеканию при высоком содержании концентратов в рудной части: Отчёт о НИР / ДонНИИЧермет, № ГР 80017118. – Донецк, 1981. – 79 с.
7. Новости чёрной металлургии за рубежом: 1996. – № 3. – С. 19–20; 2000. – № 3. – С. 19; 2001. – № 1. – С. 26–28.

Data on pollutants from sintering productions of Donbass were analyzed. Reasons of the unfavorable ecological situation in the ferrous metallurgy were considered. The actions to perfect the technology and equipment of sintering productions as the main source of air pollution in the branch are suggested.