

УДК 622.788:658.004.14

Некоторые пути повышения теплотехнических и экологических показателей работы агломерационных машин

Л. К. Герасимов, Г. Г. Добряков,
Г. М. Дружинин, В. А. Чистополов,
И. М. Хамматов
ОАО ВНИИМТ
(г. Екатеринбург, Россия)

Изложены результаты работы промышленных установок по утилизации тепла охлаждения агломерата и рециркуляции аглогаза, сооруженных по техническому заданию ОАО ВНИИМТ. Установки по утилизации тепла включают отбор воздуха, нагретого при охлаждении агломерата, и его подачу в горелки зажигательного горна и в укрытие, установленное за ним. Экономия газообразного и твердого топлива составила 5,4 – 6,5 кг условного топлива (160 – 190 МДж) на 1 т агломерата, производительность агломашины увеличилась на 1,6 – 2,7 %. Выбросы в атмосферу технологического газа и пыли сократились на 28 %.

Ключевые слова: агломерат, агломашина, рециркуляция, тепло, топливо условное, установка, утилизация.

Перспективными направлениями снижения расхода газообразного и твердого топлива, улучшения качества агломерата и повышения производительности агломашин являются утилизация тепла охлаждения агломерата и рециркуляция аглогаза.

При средних по аглофабрикам отраслях затратах топлива на зажигание и спекание шихты, эквивалентных в 1989 г. 1,7 ГДж/т агломерата, с агломератом и возвратом терялось 45 – 55 % тепла. На агломашине с зоной охлаждения или отдельно расположенными охладителями воздух, нагретый при охлаждении агломерата до температуры более 200 °С, целесообразно использовать в технологических и энергетических целях [1].

Другим направлением использования тепла с одно-

временным сокращением выбросов в атмосферу технологического газа и пыли являются отбор их из тракта дымовой трубы и подача в слой части аглогаза. При этом благодаря его температуре (120 – 150 °С), дожиганию содержащегося в нем оксида углерода, наличию в рециркулянте паров воды, способствующих уменьшению химического недожога при горении твердого топлива, снижаются расход тепла на тонну агломерата и выбросы пыли [2]. Попадая в слой, пыль спекается с ним, увеличивая выход годного продукта.

Впервые в СССР система утилизации тепла, выделяемого в процессе охлаждения агломерата воздухом, была реализована на аглофабриках Карагандинского металлургического комбината по проекту Казгипро-

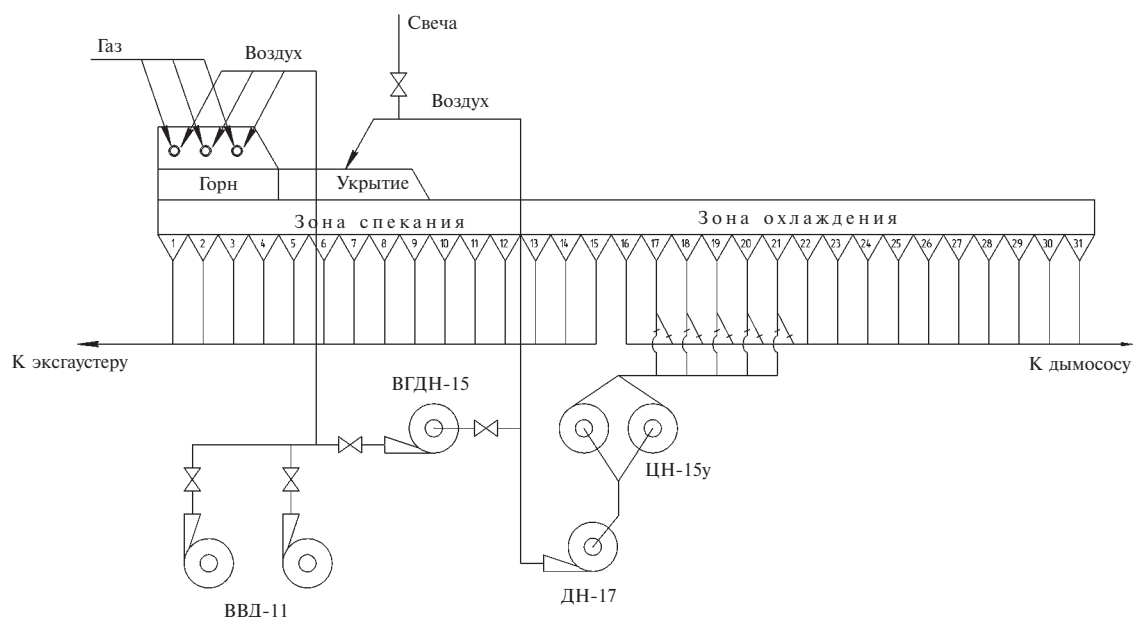


Рис. 1. Схема утилизации тепла на агломашине АКМ-75/155

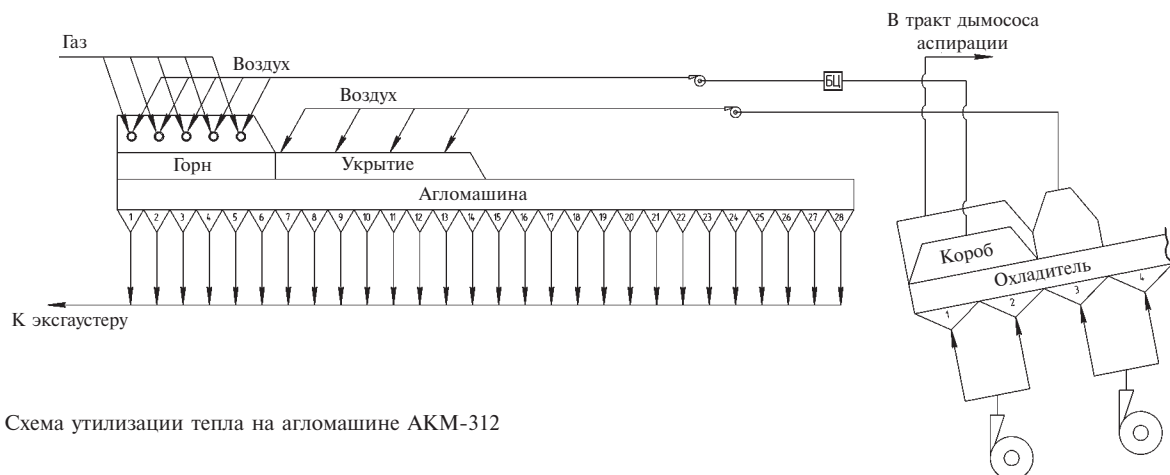


Рис. 2. Схема утилизации тепла на агломашине АКМ-312

меза на основании технического задания ВНИИМТа. Горячий воздух отводился в горелки зажигательного горна и в слой за ним.

На машине К-3-75/155 аглофабрики № 1 (рис. 1) первые вакуум-камеры зоны охлаждения (№ 17 – 21) были переключены на отдельный коллектор с дымососом ДН-17. Для очистки воздуха установлены два циклона ЦН-15У. После дымососа воздух с температурой 300 – 310 °С разделялся на две нитки. По одной воздух подавался в укрытие, установленное на рабочей площадке агломашинны над вакуум-камерами № 5 – 9, по второй — с помощью вентилятора ВГДН-15 в горелки горна. Площадь подачи горячего воздуха, включая горн и укрытие над слоем, составила 60 % площади спекания машины.

Эксплуатация с августа 1994 г. показала работоспособность установки. Выбивания горячего воздуха на рабочие площадки и ухудшения условий труда не отмечено. Расход газа на зажигание уменьшился на 15 – 20 % (в среднем на 2,4 кг/т агломерата, здесь и далее в пересчете на условное топливо). Разрежение в вакуум-камерах зоны охлаждения увеличилось от 3,5 до 4,1 кПа. Производительность агломашинны возросла на 2,7 %. Расход твердого топлива при проведении испытаний с выделением агломашинны на отдельную шихтовую цепочку сократился по сравнению с соседними машинами на 3 кг/т агломерата.

Во второй половине 1995 г. появились трудности со снабжением железорудным сырьем и топливом, аглофабрика № 1 была остановлена и в последующем оборудование демонтировано. Опыт, полученный на этой аглофабрике, был использован в дальнейшей работе.

На машине АКМ-312 аглофабрики № 2 установка (рис. 2) включала отбор горячего воздуха из-под укрытия головной части линейного охладителя ОП-315 и подачу воздуха двумя нитками в горелки горна и укрытие за ним [3]. В нитку подачи в горн отбирали воздух с температурой 450 – 520 °С с помощью короба [4], смонтированного над двумя первыми дутьевыми камерами охладителя в центральной части аспирационного укрытия. После очистки в батарейном циклоне воздух вентилятором ВГДН-21 подавался в горелки горна. Воздух из периферийной части укрытия с температурой 250 – 280 °С выбрасывался в аспирационную сис-

тему. В слой за горном воздух подавался дымососом ДН-22 с температурой 200 – 250 °С из укрытия, установленного над третьей дутьевой камерой охладителя. Площадь подачи горячего воздуха, включая горн и укрытие, составила 50 % площади агломашинны.

Несмотря на высокие температуры воздуха, отбираемого для подачи в горн и в слой, отсутствие теплоизоляции на пылеуловителе и на воздухопроводах в зимнее время привело к большим потерям тепла и снижению температуры воздуха, особенно перед горелками горна. После завершения теплоизоляционных работ экономия газообразного и твердого топлива составила 6 кг/т агломерата. Подача нагретого воздуха в горелки горна, отапливаемого смесью коксового и доменного газов с теплотой сгорания 6 – 6,5 МДж/м³, привела к росту концентрации кислорода в продуктах сгорания и способствовала увеличению вертикальной скорости спекания в среднем на 1,6 %.

Кроме того, при работе теплоутилизационных установок уменьшились подсосы холодного воздуха в объем здания, что улучшило санитарно-технические условия труда на рабочих местах, особенно в зимнее время.

Следующим перспективным направлением является рециркуляция аглогаса, суть которой, как уже упоминалось, заключается в его отборе из боровой дымовой трубы и подаче в слой под специальное укрытие.

Первая опытная установка (по проекту института “Энергосталь”) была смонтирована на агломашине НПО “Тулачермет” в конце 1980-х годов. Несмотря на положительные экологические показатели (снижение выбросов в атмосферу аглогаса и пыли на 20 %, оксида углерода на 23 % и оксидов азота на 12 %), установка не получила развития вследствие выбивания аглогаса на рабочую площадку и была демонтирована.

По техническому заданию ВНИИМТа институт “Уралмеханобр” выполнил проект системы рециркуляции для шести удлиненных от 30 до 37 м машин с шириной спекательных тележек 2,8 м аглофабрики № 2 Череповецкого металлургического комбината. После предварительных испытаний на воздухе и с подачей рециркулята на крайней агломашине № 4 была увеличена длина укрытия от 15,5 до 22,0 м и выполнен рассредоточенный подвод рециркулята (рис. 3).

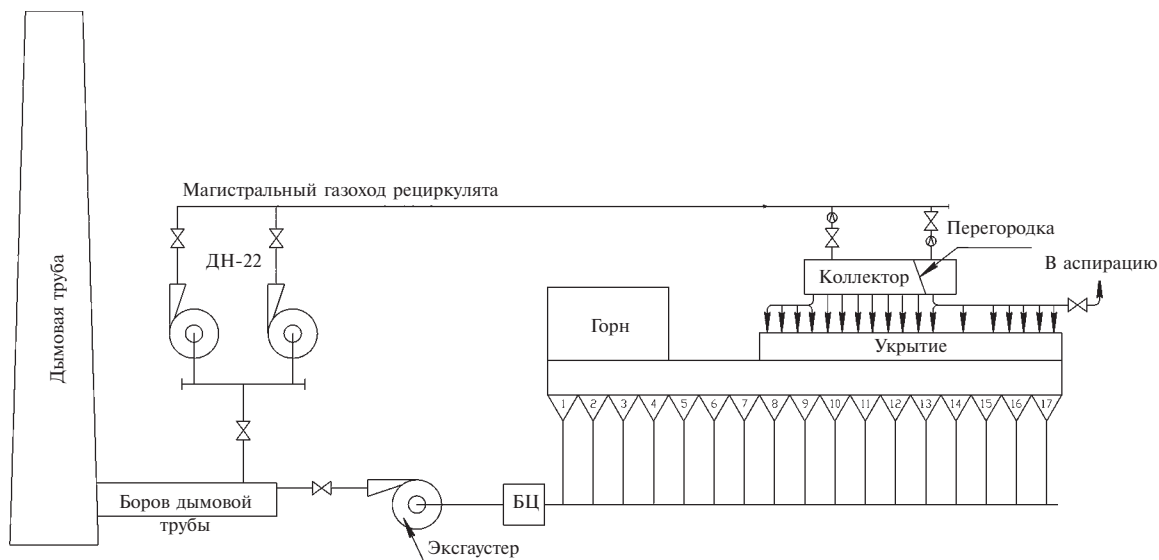


Рис. 3. Схема раздачи рециркулята на агломашине К-3-75

При этом получены следующие результаты. На рециркуляцию отбиралось 25,9 % объема газа, выбрасываемого нагнетателем агломашин в бор дымовой трубы с температурой 150 – 170 °С. Из-за отсутствия теплоизоляции на газопроводах в слой подавался частично охлажденный рециркулят (105 – 115 °С). На соответствующую объему величину сократились выбросы пыли в атмосферу. Концентрация оксида углерода в аглогазе уменьшилась от 0,55 до 0,40 %, выбросы в атмосферу — на 48,7 %. Сокращение выбросов оксида углерода произошло в результате дожигания в слое и снижения недожога твердого топлива в присутствии паров воды рециркулята. Эффективная теплота сгорания твердого топлива за счет сокращения недожога увеличилась на 7,6 %, массовая доля мелочи в агломерате уменьшилась на 2,0 – 2,5 % (абс.).

При освоении установки имела место неравномерность распределения рециркулята по длине и ширине укрытия, и при разработке укрытия специальной конструкции представлялась возможность увеличить количество аглогаса, отбираемого на рециркуляцию. Конструкция укрытия была разработана, однако реализация способа была приостановлена из-за ошибки в проекте в части раздачи рециркулята на остальные агломашин.

Дальнейшее развитие схема с рециркуляцией аглогаса получила на машинах МАК-138/240 аглофабрики № 2 ОАО «Мечел» по техническому заданию ВНИИМТ (проект Челябингипромеца). Это позволило уже на стадии проектирования уменьшить площадь сечения дымовых труб зоны спекания агломашин на 20 %.

Аглогаз из дымовой трубы зоны спекания отбирается дымососом ДН-22 (рис. 4). Выхлоп дымососа подключен к трубопроводу диаметром 1600 мм, переходящему в трубопровод переменного сечения, из которого аглогаз четырьмя газопроводами диаметром 800 мм подается в два укрытия специальной конструкции, установленные на рабочей площадке агломашин и раз-

мещенные над вакуум-камерами № 6 – 12 и 15 – 23. Все газопроводы теплоизолированы.

На трубопроводе перед дымососом установлен дроссельный клапан для отключения подачи рециркулята, расход которого регулируется направляющим аппаратом дымососа. Каждый из газопроводов диаметром 800 мм оборудован регулирующим шибером. Дроссельный клапан, направляющий аппарат дымососа и шибера приводятся в действие электрическими исполнительными механизмами.

В укрытии под каждой врезкой газопровода диаметром 800 мм над слоем спекаемой шихты установлены датчики давления рециркулята. Возле укрытий на колоннах размещены двухпороговые датчики превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) оксида углерода на рабочей площадке.

Система управления рециркуляцией аглогаса обеспечивает отбор максимального количества рециркулята без его выбивания из укрытий на рабочую площадку. Управление производится направляющим аппаратом дымососа и шиберами на четырех газопроводах по величине давления (разрежения) под укрытием в автоматическом и ручном режимах. Предусмотрены также меры безопасности при нарушении загрузки шихты, кратковременной остановке и пуске агломашин. При срабатывании первого порога любого из датчиков, свидетельствующем о превышении половины ПДК оксида углерода в воздухе рабочей зоны, включается звуковая сигнализация и уменьшается расход рециркулята, при срабатывании второго порога — направляющий аппарат и дроссельный клапан перед дымососом закрываются. При освоении установки рециркуляции аглогаса на агломашине № 4 в 2006 г. получены следующие результаты. В слой спекаемой шихты подавался аглогаз с температурой 150 – 160 °С в количестве 28 % от объема на всасе нагнетателя. Валовые выбросы в атмосферу через дымовую трубу пыли и оксида углерода снизились также на 28 %.

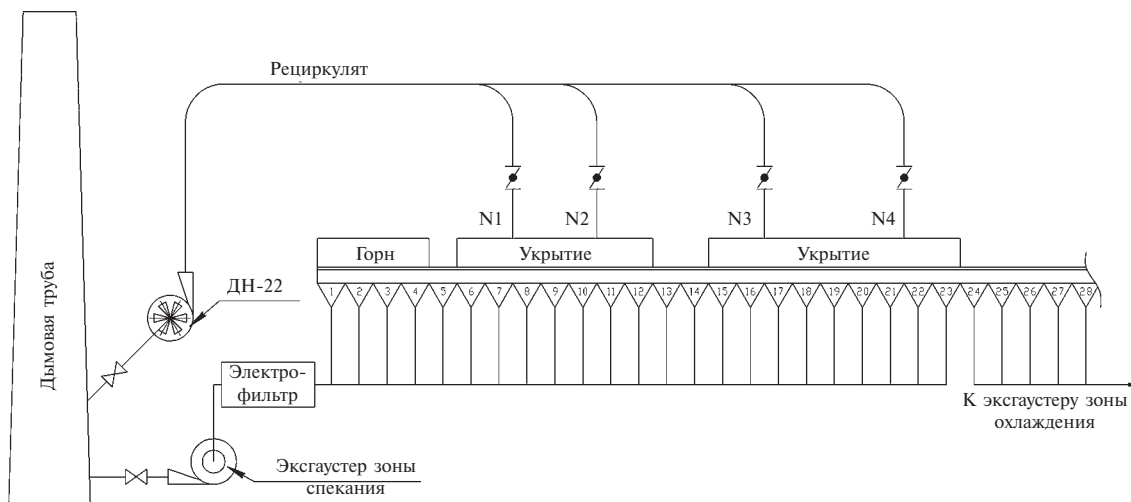


Рис. 4. Схема системы рециркуляции аглогаза на агломашине МАК-138/240

Подача тепла в слой за счет температуры аглогаза и дожигания оксида углерода, эквивалентная 3,5 кг/т агломерата, улучшила тепловые условия спекания шихты в верхней части слоя. В зимнее время система рециркуляции существенно уменьшает отсос воздуха из помещения, а укрытия служат источником тепла на рабочей площадке.

Заключение

При подаче в горелки горна нагретого при охлаждении агломерата воздуха экономия газообразного топлива эквивалентна количеству поступившего физического тепла. Увеличение концентрации кислорода в продуктах сгорания, особенно на низкокалорийном газе, сопровождается ростом вертикальной скорости спекания и производительности агломашин. Подача нагретого воздуха в слой за горном приводит к увеличению времени пребывания материала при высоких температурах и, как следствие, к снижению расхода твердого топлива в шихту и улучшению качества агломерата. На аглофабриках Карагандинского металлургического комбината экономия газообразного и твердого топлива составила 5,4 – 6,5 кг/т агломерата, производительность агломашин увеличилась на 1,6 – 2,7 %.

Рециркуляция аглогаза позволяет сократить выбросы в атмосферу технологического газа и пыли на 26 – 28 %. За счет использования физического тепла рециркулянта, дожигания оксида углерода в слое и уве-

личения эффективной теплоты сгорания твердого топлива (уменьшения недожога) следует ожидать снижения расхода топлива в шихту на 3,6 – 3,8 кг/т агломерата и массовой доли мелочи в агломерате на 2,0 – 2,5 % (абс.).

В зимнее время работа теплоутилизационных и рециркуляционных установок уменьшает подсосы холодного воздуха в объем здания и улучшает санитарно-технические условия труда на рабочих местах.

Разработанная конструкция укрытия для раздачи горячего воздуха (рециркулянта) может быть использована для подачи в слой запыленного воздуха с разгрузочной части машины на старых аглофабриках. При этом представляется возможным увеличить объем подачи не содержащего оксид углерода воздуха по сравнению с рециркулятом в 1,3 – 1,5 раза.

Библиографический список

1. Герасимов Л. К., Фролов Ю. А., Расин Б. С. и др. Основные теплотехнические направления совершенствования работы агломашин // *Сталь*. 1990. № 3. С. 21 – 23.
2. Герасимов Л. К., Баранов М. С. Решение экологических и энергосберегающих задач при производстве агломерата // *Сталь*. 1995. № 4. С. 78 – 80.
3. Герасимов Л. К., Викулов Г. С., Кабанов Ю. А., Добряков Г. Г. Результаты освоения установки по утилизации тепла охлаждения агломерата на агломашине АКМ-312 // *Сталь*. 1998. № 3. С. 8 – 9.
4. А. с. 1235955 СССР. Устройство для утилизации тепла агломерата / Л. К. Герасимов, В. А. Мирко, А. И. Раков и др. // *Открытия. Изобретения*. 1986. № 21. С. 98.

Контактная информация

Данная статья опубликована в журнале Сталь № 3, 2010 г., посвященном 80 летнему юбилею Научно-исследовательского института ВНИИМТ. Институт ВНИИМТ предлагает эффективные технологии переработки металлургического сырья и энергоэффективные печные агрегаты для металлургии и машиностроения.

Если Вас заинтересовала информация, представленная в данной статье Вы можете обратиться по следующим координатам.

Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники - ВНИИМТ
620137, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, д. 16

Генеральный директор

Зайнуллин Лик Анварович

Тел. +7 (343) 374-03-80

Факс.: +7 (343) 374-29-23

Email: aup@vniimt.ru

www.vniimt.ru