

*д.т.н. Петрушов С.Н.,  
к.т.н. Русанов И.Ф.,  
к.ф.-м.н. Русанова Н.И.  
(ДонГТУ, Алчевск, Украина)*

## **ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ПОДАЧИ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЙ ГОРН АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ**

*Розглянуті різні схеми підготовки пиловугільного палива з метою використання його в запалювальних горнах агломераційних машин. Обґрунтована доцільність використання схеми, при якій збирається та виділяється вугільна пил, що утворюється під час здрібнення палива у агломераційному цеху, а далі подається у запалювальний горн агломашини.*

***Ключові слова:** пиловугільне паливо, запалювальний горн, агломераційна машина.*

*Рассмотрены различные схемы подготовки пылеугольного топлива с целью использования его в зажигательных горнах агломерационных машин. Обоснована целесообразность использования схемы, при которой собирается и выделяется угольная пыль, которая образуется в результате дробления топлива на агломерации, а дальше подается в зажигательный горн агломашины.*

***Ключевые слова:** пылеугольное топливо, зажигательный горн, агломерационная машина.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

При разработке технологий с использованием пылеугольного топлива в любом процессе приходится решать несколько проблематичных задач.

Самая важная из них – получение пылеугольного топлива.

Как следует из теории и практики применения пылеугольного топлива в различных агрегатах, оно должно иметь тонкий помол. В противном случае неизбежно неполное сгорание его. К тому же, угольная пыль должна иметь низкую влажность - не более 1 %.

Обычно угольную пыль получают измельчением крупного топлива в мельницах. Это требует больших капитальных и эксплуатационных

затрат. В процессах, в которых в результате использования пылеугольного топлива получается более дорогой продукт (электроэнергия на электростанциях) или же экономится дорогое топливо (кокс в доменном процессе), затраты на получение пылеугольного топлива экономически оправданы.

В агломерации использование известных схем подготовки пылеугольного топлива из-за их дороговизны неприемлемо.

В связи с этим возникает проблема получения пыли с минимальными затратами.

Второй важной проблемой, возникающей при использовании угольной пыли для зажигания агломерационной шихты и ввода в слой дополнительного тепла, является вдувание пыли в зажигательный горн и ее рациональное сжигание.

Обе выделенные проблемы имеют как научное, так и практическое значение.

#### **Анализ исследований и публикаций.**

В результате анализа известных исследований и публикаций установлено, что к настоящему времени вопрос о подготовке пылеугольного топлива и вдувания его в зажигательный горн не рассматривался. Отсутствуют какие-либо сведения, позволяющие оценить не только целесообразность, но и возможность использования пыли для зажигания агломерационной шихты.

#### **Постановка задачи.**

Основной задачей, решаемой в данной работе, является анализ различных схем подготовки угольной пыли и оценка возможности их применения в условиях аглофабрики, а также рассмотрение схемы выделения из агломерационного топлива угольной пыли, которая образуется во время его дробления. Кроме того, решаются задачи транспортировки пыли к зажигательному горну и вдувания ее в горн.

#### **Изложение материала и его результаты.**

В промышленных условиях угольную пыль получают измельчением предварительно подсушенного угля в мельницах. С технической точки зрения процесс получения угольной пыли затруднений не вызывает. В настоящее время главным критерием процесса подготовки является его экономичность.

Обычно уголь имеет влажность 3-7 % [1]. В условиях аглофабрики Алчевского металлургического комбината (АМК) уголь марки АС имеет влажность 3-5 %, а коксовая мелочь – до 10 %.

Простой расчет показывает, что для подсушки 1 т топливной смеси угля АС и коксовой мелочи, взятых в соотношении 1:1, требуется затратить около 160 МДж. Для получения такого количества тепла

необходимо сжечь 5 м<sup>3</sup> природного или 9 м<sup>3</sup> коксового или 40 м<sup>3</sup> доменного газа.

При дроблении топлива, например, в шаровой мельнице типа ШМБ-360/600 на 1 т угля в среднем затрачивается 35 кВт/час или 126 МДж теплоты.

В целом на приготовление 1 т пыли необходимо затратить не менее 290 МДж тепла.

В тоже время при сжигании 1 т пыли в зажигательном горне агломашины количество полученного тепла будет равно 25 000 МДж. Тогда энергетические затраты на приготовление пыли составят всего 1,16 % от общего количества тепла, идущего на зажигание аглошихты.

Традиционная схема подготовки пыли непосредственно на аглофабрике требует установки дополнительного оборудования, что связано с вложением немалых средств, в результате чего использование угольной пыли станет экономически нецелесообразным.

Как вариант, при зажигании агломерационной шихты может использоваться готовая угольная пыль, поставляемая с ТЭЦ пневмонасосами или в цементовозах. Однако, учитывая нынешние цены на уголь и угольную пыль, такой вариант также нерентабелен.

Сказанное выше требует поиска вариантов использования угольной пыли, которая образуется в ходе подготовки топлива к агломерации.

Как показывает анализ результатов отсева топлива, сделанного на разных участках тракта его приемки и подготовки к агломерации в аглоцехе АМК (таблица 1) угольная пыль присутствует в топливе на всех участках.

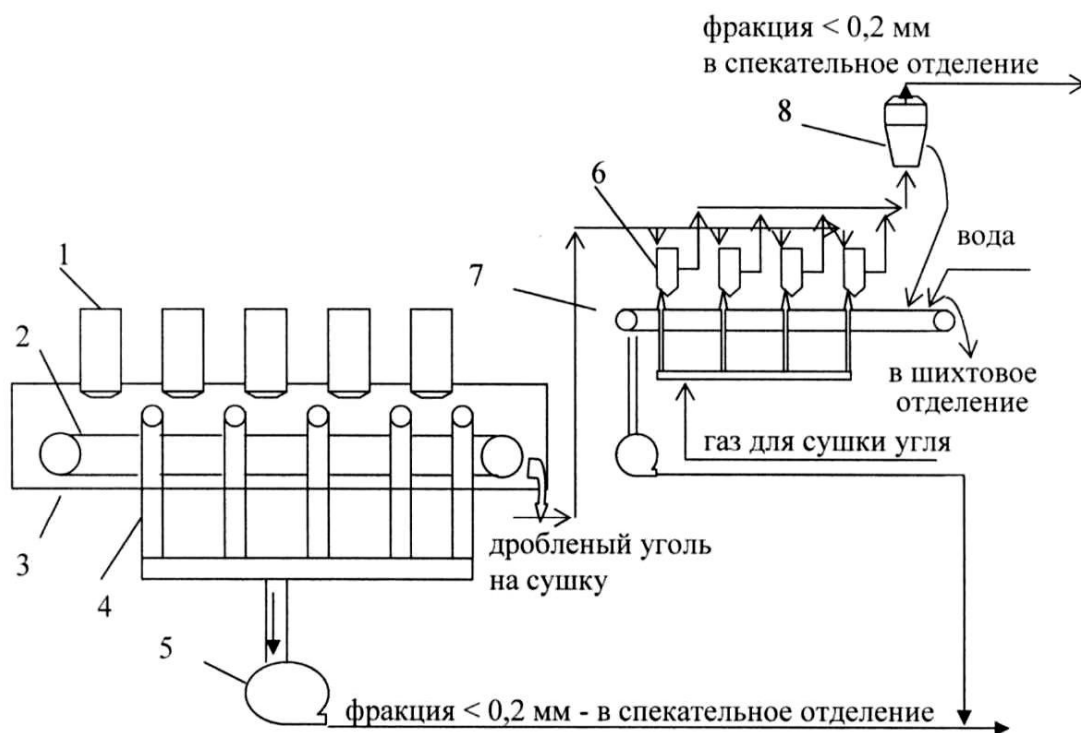
Согласно приведенным данным, в агломерационном топливе содержится от 7 до 15 % фракций крупностью менее 0,2 мм, то есть в каждой тонне дробленого топлива содержится от 70 до 150 кг угольной пыли. Это та пыль, которая остается во влажном топливе. Кроме того, часть угольной пыли (примерно 1-2 % от массы угля) уходит в атмосферу. С учетом потерь пыли реальное ее содержание в тонне дробленого топлива составляет от 100 до 200 кг.

Эта пыль является результатом переизмельчения топлива, и ее присутствие в топливе ухудшает условия его горения спекаемом слое аглошихты. Учитывая это, целесообразно улавливать эту пыль и вдувать в зажигательный горн агломашины.

На рисунке 1 приведена схема сбора и выделения пыли из топлива в отделении его дробления.

Таблица 1 – Содержание фракций меньше 0,2 мм в топливе на разных участках тракта его подготовки к агломерации

Место отбора проб	Вид топлива	Содержание фракций, %		
		< 0,05	0,05 - 0,1	0,1 - 0,2
Бункера отделения приемки топлива	АС	0,003	0,047	0,118
	АС	0,003	0,054	0,211
	КМ	0,069	0,391	0,838
После дробления на молотковой дробилке	АС	0,009	0,589	1,253
	КМ	0,006	0,814	1,640
	смесь	0,046	0,114	0,305
Отделение дробления топлива	смесь	1,820	3,519	10,32
	смесь	0,222	2,180	5,78
Шихтовое отделение	смесь	0,145	0,632	4,850



1 – четырехвалковые дробилки, 2 – конвейер, 3 – кожух конвейера, 4 – всасывающие отводы пыли, 5 – мельничный вентилятор, 6 – промежуточные бункера дробленого топлива, 7 – конвейер, 9 – сепаратор.

Рисунок 1 – Схема сбора и выделения пыли в отделении дробления топлива

Согласно приведенной схеме сборный конвейер дробленого топлива закрывается съемным кожухом с всасывающими отводами для пыли. Всасывание пыли осуществляется мельничным вентилятором или другим всасывающим устройством. Пыль крупностью менее 0,2 мм пневмотранспортом передается в спекательное отделение. Количество этой пыли невелико, однако ее отсос из топлива позволит существенно снизить запыленность в отделении дробления топлива и загрязнение окружающей среды.

Улавливание основного количества пыли из дробленого топлива предполагается производить в промежуточных бункерах. С целью более полного выделения из топлива пыли предусматривается сушка топлива в этих же бункерах.

Для сушки топлива в условиях аглофабрики целесообразно использовать тепло газа, который отсасывается из последних вакуум-камер, или же тепло агломерата, улавливая его в хвостовой части агломашинны путем обдува сходящего со спекательных тележек агломерата.

Наиболее приемлемым является технология с отсосом газа последних вакуум-камер, так как она требует минимум капитальных вложений.

Средняя температура газов, отходящих из трех последних вакуум-камер, равна 250°C (диапазон колебаний температуры 200-300°C). При скорости фильтрации воздуха через слой в этой зоне, равной 0,5 м<sup>3</sup>/с, количество воздуха трех вакуум – камер составляет 8,4 м<sup>3</sup>/с или 504 м<sup>3</sup> в минуту.

Среднее теплосодержание горячего газа, отсасываемого из последних вакуум-камер за 1 час, составит:

$$Q_{\Gamma} = 60 c_{\Gamma} \cdot V_{\Gamma} \cdot t_{\Gamma} = 60 \cdot 1,34 \cdot 504 \cdot 250 = 10\,140 \text{ МДж / час},$$

где 1,34 – теплоемкость газа кДж/м<sup>3</sup>·°С.

На аглофабрике производительностью 15000 т агломерата в сутки дробится около 44 т топлива в час. Для сушки такого количества топлива требуется затратить

$$Q = m \cdot Q_c = 44 \cdot 160 = 7\,040 \text{ МДж / час},$$

где Q<sub>c</sub> – тепло испарения влаги, МДж / кг.

Как следует из приведенного расчета, тепла отходящих газов вполне достаточно для сушки всего дробленого топлива.

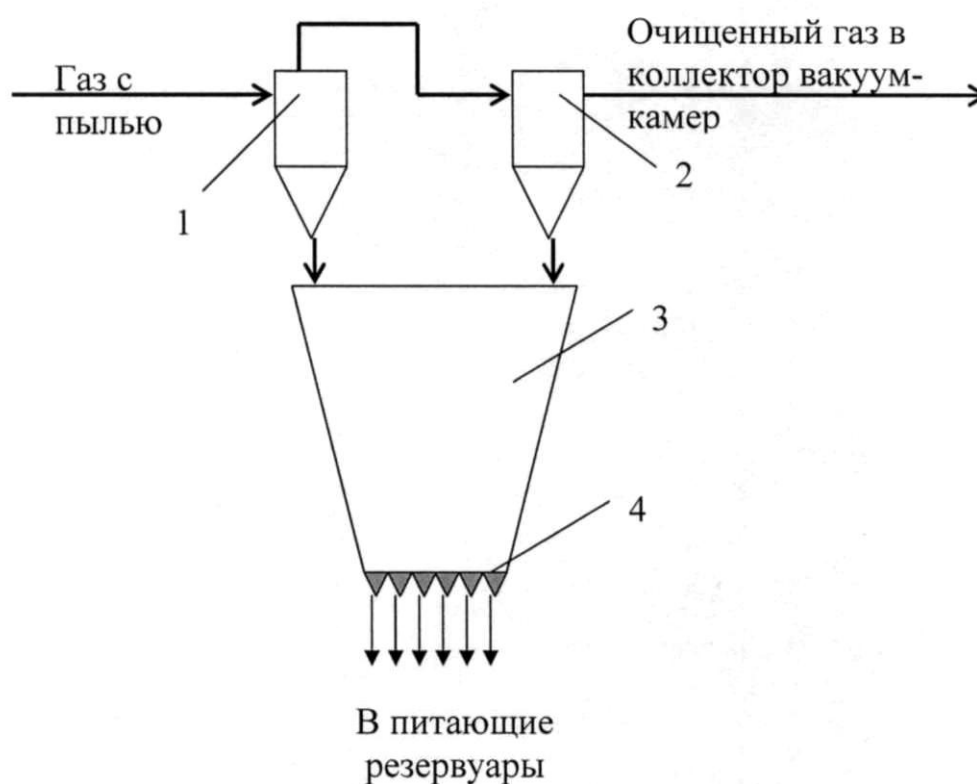
Согласно приведенной схеме угольная пыль выдувается из подсушенного топлива в бункере газом, подаваемым для сушки, транспор-

тируется в сепаратор для отделения крупных фракций и затем – в спекательное отделение.

Сухое топливо после выхода из промежуточных бункеров орошается водой в количестве, исключающем пылевыведение в ходе его транспортирования в шихтовое отделение аглофабрики.

В спекательном отделении должны быть решены следующие основные задачи: выделение угольной пыли из газа и ее сбор, распределение по агломерационным машинам и вдувание ее в зажигательный горн.

Для выделения пыли из транспортирующего газа может быть использован любой из известных способов сухой очистки газов от пыли [2]. На схеме, приведенной на рисунке 2, отделение пыли от газа предусматривается производить в две стадии.



1 – циклон, 2 батарейный циклон,  
3 – бункер угольной пыли, 4 – питатели

Рисунок 2 – Схема выделения угольной пыли из транспортирующего газа

Первоначально газ с пылью подается в обычный циклон, а затем – в батарейный циклон (мультициклон). Выделенная пыль подается в бункер пыли. Газ, после выделения из него пыли, по трубопроводу подается в коллектор вакуум-камер агломерационной машины для даль-

нейшей полной его очистки совместно с отходящими из вакуум-камер газами.

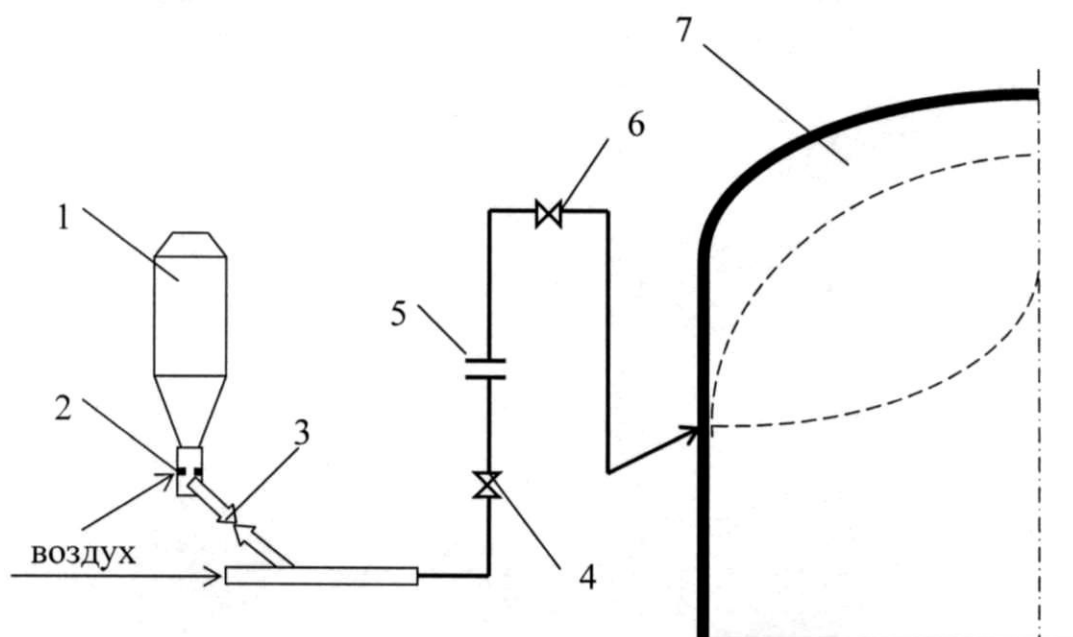
Уловленная пыль из бункера пыли распределяется по питающим резервуарам агломерационных машин.

Из питающих резервуаров угольная пыль подается в зажигательный горн агломашины. Схема подачи пыли в горн показана на рисунке 3.

Согласно схеме, поступившая в питающий резервуар пыль питателем выдается в трубопровод, подающий ее в горелки, установленные по бокам зажигательного горна.

Питающий резервуар оборудован двумя питателями, каждый из которых работает на горелки одной стороны горна.

Материал от питателя к горелкам передается по трубопроводу сжатым воздухом, который подводится в двух местах: непосредственно в резервуар к питателю и в транспортный трубопровод. Первый поток воздуха должен способствовать более равномерной выдаче материала питателем, а с помощью второго потока пыль подается в горн.



1 – питающий резервуар, 2 – питатель, 3,4 – пробковые краны, 5 – измерительная диафрагма, 6 – обратный клапан, 7 – зажигательный горн

Рисунок 3 – Схема подачи угольной пыли в зажигательный горн

Для выдачи пыли из питающего резервуара могут быть использованы питатели аэрационного действия. Как показали исследования работы этих питателей в схеме вдувания угольной пыли в горн доменной

печи на Донецком металлургическом заводе [3], они обеспечивают устойчивую работу системы. При этом можно изменять параметры их работы и добиваться равномерной выдачи пыли.

Горелки в стенках горна должны располагаться под углом, обеспечивая встречу двух факелов для равномерного нагрева горна по его ширине. Количество горелок выбирается из расчета, чтобы фронты соседних факелов соприкасались, и общий факельный фронт покрывал всю площадь зоны зажигания горна.

#### **Выводы и направление дальнейших исследований.**

В условиях агломерационной фабрики целесообразно и экономически выгодно улавливать и выделять угольную пыль, которая образуется при дроблении агломерационного топлива в отделении его дробления по рассмотренной схеме.

С целью определения основных технологических параметров тракта улавливания, выделения угольной пыли, транспортировки ее к зажигательному горну агломашины и вдувания в него необходимо проведение промышленных испытаний.

#### **Библиографический список**

1. *Теплотехника: Учебн. для вузов / А.П.Баскаков, Б.В.Берг, О.К.Витт Ю.В.Кузнецов и Н.Ф.Филипповский. М: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.*
2. *Механическое оборудование фабрик окускования и доменных цехов / В.М.Гребеник, Д.Ф.Сторожик, Л.А.Демьянец и др.-К: Вища школа, 1985.-312 с.*
3. *Дунаев Н.Е., Кудрявцева З.М., Кузнецов Ю.М. Вдувание пылевидных материалов в доменные печи. – М.: Металлургия, 1977. - 208 с.*