

УДК 669.1.015.2:662.785

*д.т.н. Петрушов С.Н.,
к.т.н. Русанов И.Ф.,
Масляков Е.С.
(ДонГТУ, Алчевск, Украина)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ПО СЕЧЕНИЮ СТРУИ ВОЗДУХА В ЗАЖИГАТЕЛЬНОМ ГОРНЕ АГЛОМАШИНЫ

Розглянуті закономірності розподілу та руху часток пилевугільного палива в потоці повітря, вплив розходу (швидкості) повітря на формування струменя.

Ключевые слова: *вугільний пил, факел, запальний горн, агломерацийна шихта.*

Рассмотрены закономерности распределения и движения частиц пылеугольного топлива в потоке воздуха, влияние расхода (скорости) воздуха на формирование струи.

Ключевые слова: *угольная пыль, факел, зажигательный горн, агломерационная шихта.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Одним из основных требований к работе зажигательного горна является обеспечение равномерного нагрева поверхности зажигаемой шихты.

При использовании для зажигания агломерационной шихты газообразных топлив равномерность нагрева шихты под горном обеспечивается установкой разных по конструкции горелок и их комбинацией. Эти горелки в большинстве своем непригодны для сжигания угольной пыли из-за их конструктивных особенностей.

Наиболее приемлемым для подачи угольной пыли в горн очевидно является горелка “труба в трубе” [1]. При эксплуатации такой горелки по внутренней трубе подается пыль, которая транспортируется воздухом, а по внешней - дополнительный воздух для обеспечения полного горения пыли с переизбытком кислорода в отходящих газах.

Газовоздушная смесь, применяемая в зажигательном горне современных агломашин, является однофазной системой (гомогенной). В таких системах ее составляющие легко перемешиваются, чем обеспечивается равномерное сгорание топлива во всем объеме горна.

Угольная пыль и воздух образуют гетерогенную систему. В таких системах смешивание компонентов смеси ограниченное. Возникает проблема подачи пыли в зажигательный горн, решение которой позволило бы обеспечить эффективность сгорания угольной пыли и зажигания агломерационной шихты [2].

В связи с этим представляет научный и практический интерес исследование закономерностей движения частичек пыли в потоке подающего воздуха и их горение в струе.

Анализ исследований и публикаций. Проведенный анализ последних производственных данных и научных публикаций показал, что в настоящее время вопрос о подаче и горении частиц пылеугольного топлива в условиях горна агломерационной машины не рассматривался.

Постановка задачи. Основной задачей, решаемой в данной работе, является изучение закономерностей распределения и движения частиц угольной пыли в потоке воздуха.

Изложение материала и его результаты. Изучение закономерностей движения частичек пыли в потоке подающего воздуха в работе проведено на специальной установке.

Установка представляет собой прямоугольный короб, сечением 0,145x0,145 м и длиной 0,63 м сделанный из прозрачного оргстекла. Один торец короба был закрыт оргстеклом, а второй - фильтрующей тканью для выхода воздуха и его очищения от пыли.

В закрытом торце установки по центру было сделано отверстие для подачи струи воздуха с пылью.

Из картона, отдельно было изготовлено второе, съемное дно длиной - 0,62 м, шириной - 0,135 м, высота бортов составляла - 0,02 м. Размеры обеспечивали плотную установку второго дна внутри короба.

На второе дно устанавливались небольшие коробочки, размерами 0,015x0,0145 м и высотой бортов - 0,01 м. Количество их составило 378 шт.

Каждая коробочка, установленная на дополнительное дно в установке, была пронумерована согласно направлению движения струи, слева направо.

Такая конструкция установки позволяла визуально наблюдать за движением пыли в струе воздуха и оценивать ее распределение по длине и сечению струи при разных расходах воздуха.

Для приготовления пылевоздушной смеси использовалась пластиковая емкость, закрытая резиновой пробкой, которая изображена на рисунке 1. В емкость, через пробку с выполненными в ней двумя отверстиями, были вставлены две трубки - одна почти касалась дна колбы, а вторая - пробки.

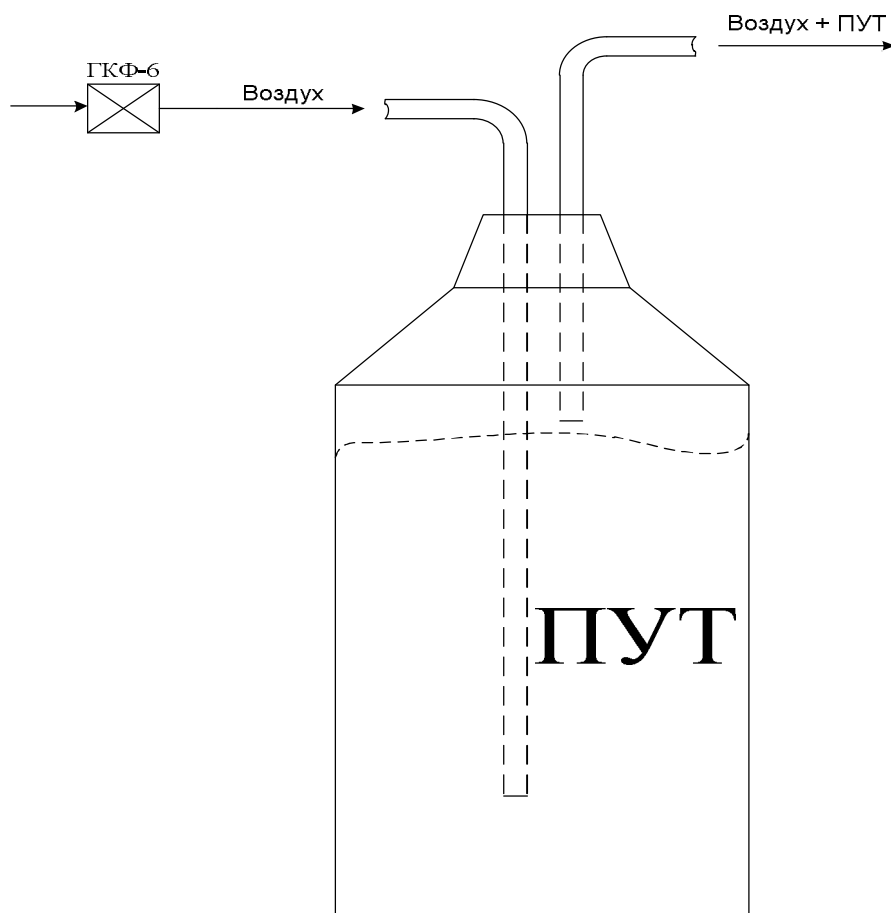


Рисунок 1 - Емкость для угольной пыли

Регулирование расхода воздуха проводилось с помощью игольчатого крана.

Для каждого опыта использовалась специально рассчитанная смесь пылеугольного топлива одинаковая по массе и фракционному составу. Масса каждой пробы составляла 200 г. Фракционный состав топлива приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Фракционный состав пылеугольного топлива

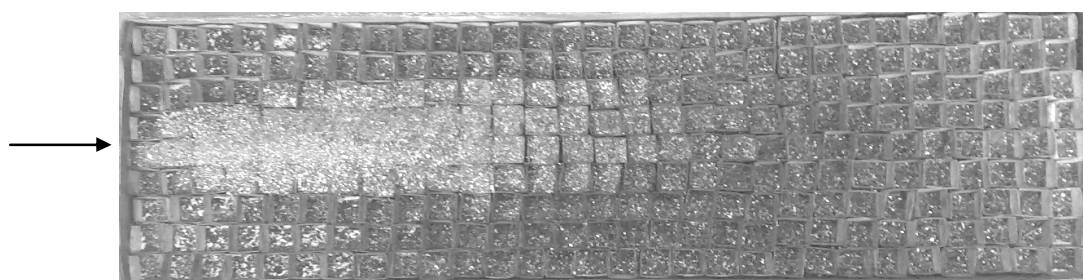
Размер фракции, мм	<0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,63
Количество фракции, (%)	0,5	2	16	35,5	46

Заранее, с помощью объемного расходомера ГКФ-6, фиксировался расход воздуха, который составлял в отдельных опытах 1, 2 и 3 м³/час. Такие расходы позволяли с высокой достоверностью смоделировать движение газа в условиях эксплуатации зажигательных горнов агломерационных машин.

Расход пыли за фиксированный промежуток времени и ее концентрация в пылевоздушной смеси устанавливали по результатам взвешивания колбы перед опытом и по его завершению.

После прекращения подачи воздуха определялось количество и фракционный состав пыли в каждой из коробочек. По полученным данным рассчитывалось относительное количество пыли в разных сечениях струи и её статистические параметры.

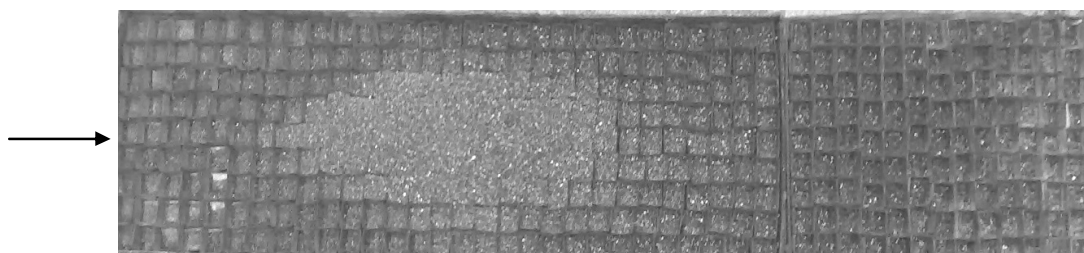
Как видно из рисунков 2 и 3 расход воздуха оказывает существенное влияние на вид и размеры облака пыли в струе воздуха.



а



б



в

Рисунок 2 – Профиль облака частиц угольной пыли в установке при разных расходах воздуха: а – $1 \text{ м}^3/\text{час}$, б – $2 \text{ м}^3/\text{час}$, в – $3 \text{ м}^3/\text{час}$.

При расходе воздуха $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ заполнение коробочек начинается от среза трубки, подающей воздух и пыль, по центральной оси установки. Длина струи составила $0,39 \text{ м}$. Распределение и заполнение материала по ширине струи начиная от $0,07 \text{ м}$ и до $0,18 \text{ м}$ в проекции струи (коро-

бочки) проходит почти равномерно. Топливо распределяется в виде прямоугольника длиной 0,24 м и шириной 0,06 м, в который попала основная часть (около 90 %) материала при вдувании.

При расходе воздуха $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ формирование струи начинается не с начала, как в первом опыте, а немного дальше. Длина струи составляет 0,48 м. Форма струи отличается от предыдущей. Она имеет форму удлиненного овала, длиной 0,25 м и шириной 0,075 м. Практически все топливо попадает в границы струи.

При расходе воздуха $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ длина струи составляет 0,57 м. Формирование струи начинается на отметке 0,1 м. Форма струи имеет вид полуовала длиной 0,3 м и шириной 0,09 м. При таком расходе воздуха топливо практически не оседает у среза подающей трубки. Значительная часть топлива не успевает осесть в границах струи и значительная её часть уходит к торцевой стенке установки и за её пределы.

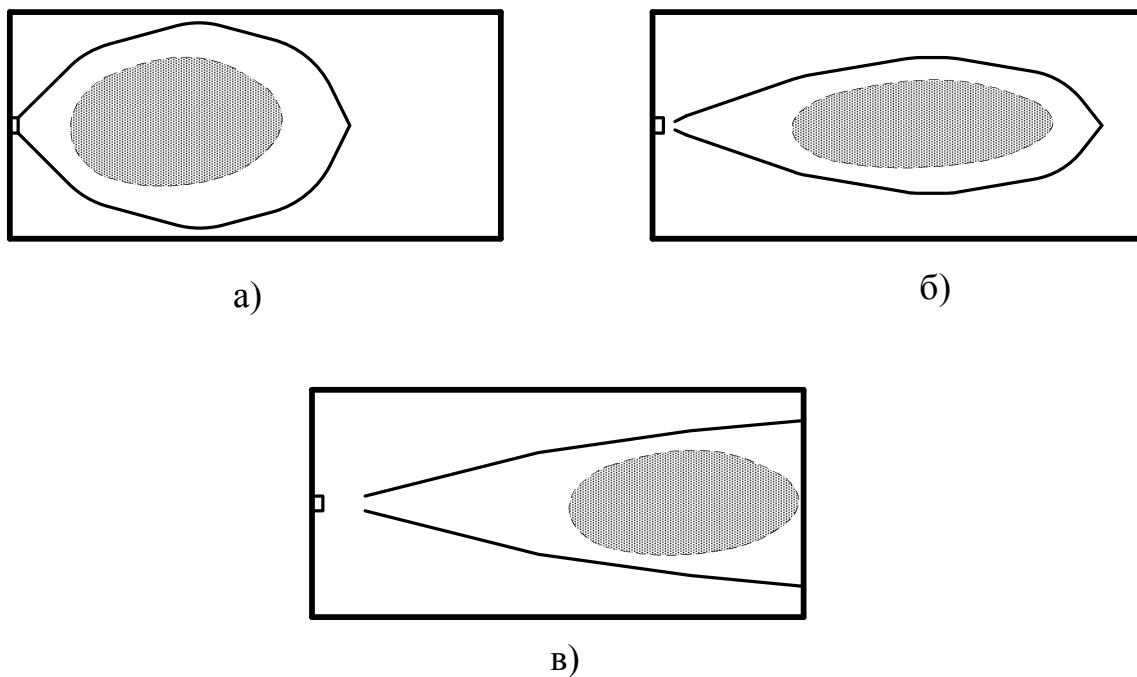


Рисунок 3 – Формирование струи воздуха с угольной пылью при расходах воздуха: а) $1 \text{ м}^3/\text{ч}$; б) $2 \text{ м}^3/\text{ч}$; в) $3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Одним из параметров, которые определялись в работе, являлось распределение топлива. В результате экспериментов установлено, что оно зависит от скорости (расхода) подачи воздуха и пылеугольной массы, то есть от формы струи (факела). В первом опыте (при низком расходе воздуха) пылеугольная масса ложилась практически равномерно по сечению короба от начала вдувания. При таком низком расходе воздуха не удастся сформировать четкие очертания струи

(факела) из-за недостатка кинетической энергии. Поэтому форма струи (факела) при низком расходе воздуха приближалась к прямоугольнику. Можно предположить, что при таких условиях значительная часть угольной пыли, попав в зону горения газа в зажигательном горне, воспламенится в самом начале факела, что приведет к неполному её сгоранию и снижению температуры факела.

Чтобы избежать возникающей проблемы, необходимо придать пылеугольному топливу достаточную кинетическую энергию при входе в факел горелки. В данной работе при среднем расходе воздуха $2 \text{ м}^3/\text{час}$, потоку уже хватило кинетической энергии для формирования четких очертаний струи, и ее форма приближалась к вытянутому овалу (рисунок 3, б). В этом случае пылеугольное топливо должно полностью сгореть.

При расходе воздуха $3 \text{ м}^3/\text{час}$ поток пыли будет относиться ближе к поверхности шихты. Оно не успеет сгореть и часть его осядет на поверхности слоя. В дальнейшем, после выхода шихты из-под горна оно воспламенится и увеличит тепловой поток в верхних слоях шихты, однако ухудшит условия зажигания.

Выводы.

Таким образом, изменение расхода (скорости) воздуха, подающего пылеугольное топливо в горн, позволит регулировать тепловую работу зажигательного горна и технологию спекания шихты в целом.

Библиографический список

1. Петрушов С.Н. Особенности сжигания угольной пыли в зажигательном горне агломерационной машины / С.Н. Петрушов, И.Ф. Русанов, Н.И. Мыцык. // Сб. научн. тр. ДонГТУ, Вып. 28. – Алчевск: ДонГТУ, 2009. – С. 159-164.

2. Петрушов С.Н. Особенности подготовки и подачи пылеугольного топлива в зажигательный горн агломерационной машины / С.Н. Петрушов, И.Ф. Русанов, Н.И. Русанова. // Сб. научн. тр. ДонГТУ, Вып. 28. – Алчевск: ДонГТУ, 2009. – С. 151-158.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Новохатский А.М.