

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

ОСОБЕННОСТИ СЖИГАНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ В ЗАЖИГАТЕЛЬНОМ ГОРНЕ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Розглянуті різні схеми спалювання пилевугільного палива в топках та горнах різних конструкцій. Обґрунтована доцільність використання факельного способу спалювання пилевугільного палива при його використанні у запалювальних горнах агломераційних машин.

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

Рассмотрены разные схемы сжигания пылеугольного топлива в топках и горнах разных конструкций. Обоснована целесообразность использования факельного способа сжигания пылеугольного топлива при его использовании в зажигательных горнах агломерационных машин.

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

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Одним из перспективных направлений совершенствования зажигания агломерационной шихты и ее дополнительного нагрева является сжигание в зажигательном горне вместо газообразного топлива пылеугольного. Как известно этот вид топлива широко применяется в теплоэнергетике и доменном процессе.

Процесс горения пылеугольного топлива в горне доменных печей и энергетических установках достаточно хорошо изучен.

В агломерационном производстве пылеугольное топливо пока не нашло применения. Главной причиной этого является отсутствие теоретических проработок и опытных данных, позволяющих оценить преимущества и недостатки такой технологии. К тому же, как свидетельствует, например, опыт применения пылеугольного топлива в доменном производстве практическому его использованию в производственных условиях должны предшествовать теоретические исследования и на их основе оценка затрат на подготовку угольной пыли, ее доставку и пода-

чу в зажигательное устройство, а также организация рационального его сжигания в нем.

Анализ исследований и публикаций.

Из проведенного анализа следует, что наилучшие условия нагрева и зажигания аглошихты обеспечиваются при сжигании в зажигательном горне агломашины природного или коксового газа. В то же время, с целью снижения себестоимости агломерата могут применяться смеси природного или коксового газа с доменным. Содержание доменного газа в смеси может быть не более 50-60 %. Перспективным является использование для нагрева и зажигания аглошихты угольной пыли и отходов пластмасс.

При этом могут быть обеспечены требуемые условия зажигания шихты при улучшении условий труда на аглофабрике и снижении загрязнения окружающей среды.

Необходимо разработать технологию сбора угольной пыли по всему тракту подготовки топлива к агломерации и вдувания ее в зажигательный горн. Следует также всесторонне изучить особенности нагрева и зажигания аглошихты с использованием угольной пыли и отходов пластмасс.

Постановка задачи.

Основной задачей, решаемой в данной работе, является обоснование возможности сжигания пылеугольного топлива в зажигательных горнах агломерационных машин, разработка технологии ее вдувания в зажигательный горн, рассмотрение особенностей нагрева и зажигания топлива аглошихты с использованием пылеугольного топлива.

Изложение материала и его результаты.

Ранее были рассмотрены теоретические вопросы применения угольной пыли для зажигания агломерационной шихты вместо газообразного топлива, основанные на сравнении условий горения этих двух видов топлива [1].

Однако, так как механизмы горения газообразного топлива и угольной пыли различны, возникают вопросы, связанные с реализацией технологии зажигания агломерационной шихты с заменой газообразного топлива угольной пылью.

Как известно, горение газообразного топлива осуществляется в объеме и относится к гомогенному горению, которое может происходить в кинетической и диффузионной областях.

При зажигании агломерационной шихты сжигание газообразного топлива производят в кинетической области, специально усиливая перемешивание газа и воздуха, применением турбулентных горелок типа труба в трубе. В таких условиях основную роль играют химические

процессы, связанные с окислением горючих компонентов топлива, что позволяет эффективно вести процесс зажигания шихты.

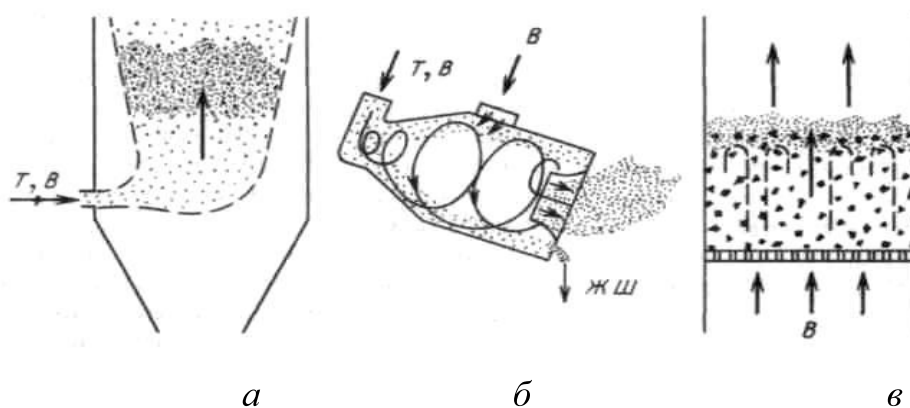
Горение твердого топлива, в том числе и угольной пыли, относится к гетерогенному процессу с частичным гомогенным горением летучих веществ.

Процесс горения твердого топлива делится на следующие стадии: подогрев и подсушка топлива, процесс пирогенного разложения топлива с выделением летучих веществ и образованием коксового остатка, горение летучих и горение коксового остатка.

Выделение летучих (горючей смеси газообразных составляющих H_2 , CO , CO_2 , CH_4 , C_nH_m , H_2O и др.) происходит при нагреве топлива до 473 К и выше (до 200 °С и выше) в зависимости от возраста угля [2]. При горении летучие воспламеняются первыми, и с их горения начинается процесс горения топлива. Летучие вещества сгорают достаточно интенсивно, как обычное газообразное топливо.

Тепло, выделяемое при горении летучих, способствует повышению температуры и дальнейшему развитию процесса горения. Углерод воспламеняется при температуре свыше 975 К (700 °С) после завершения выхода летучих и их горения. Вызвано это тем, что в начале кислород расходуется на горение летучих и его недостаточно для горения твердого углерода. Процесс горения углерода продолжителен, зависит от интенсивности подвода кислорода к поверхности топливной частицы, и именно он определяет общее время горения.

Интенсификация горения пылеугольного топлива достигается различными методами. Схемы организации процессов горения пылеугольного топлива приведены на рисунке 1.



а – при факельном сжигании, в – в циклонной топке;
 г – в кипящем слое;
 В – воздух; Т, В – топливо, воздух; ЖШ – жидкий шлак

Рисунок 1 – Схемы организации сжигания пылеугольного топлива

Как видно из рисунка 1 для зажигания пылеугольного топлива в горне агломашины может быть использовано факельное его сжигание.

Факельное сжигание пылеугольного топлива заключается в том, что измельченные угли подаются в топочное устройство (зажигательный горн) вместе с воздухом. При этом пылинки увлекаются потоком газа, относительная скорость между ними очень мала. Но и время их сгорания чрезвычайно мало - секунды и доли секунд.

В факельных (камерных) топках тонко размолотая горючая пыль вдувается через горелки вместе с необходимым для горения воздухом (см. рис. 1, *a*) аналогично тому, как сжигаются газообразные или жидкие топлива. Такие топки пригодны для сжигания любых топлив. Они могут быть спроектированы практически на любую сколь угодно большую мощность. Поэтому камерные топки занимают сейчас в энергетике доминирующее положение.

Топливо измельчается в мельничных устройствах и вдувается в топочную камеру через пылеугольные горелки. Транспортирующий воздух, вдуваемый вместе с пылью, называется первичным.

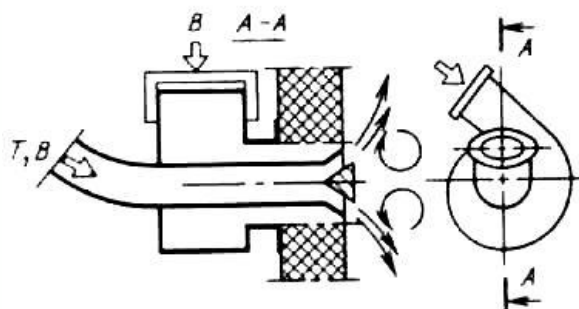
При камерном сжигании твердых топлив в виде пыли летучие вещества, выделяясь в процессе ее прогрева, сгорают в факеле как газообразное топливо, что способствует разогреву твердых частиц до температуры воспламенения и облегчает стабилизацию факела. Количество первичного воздуха должно быть достаточным для сжигания летучих. Оно составляет от 15 - 25 % всего количества воздуха для углей с малым выходом летучих (например, антрацитов) до 20 - 55 % для топлив с большим их выходом (бурых углей). Остальной необходимый для горения воздух (его называют вторичным) подают в топку отдельно и перемешивают с пылью уже в процессе горения [3].

Для того чтобы пыль загорелась, ее нужно сначала нагреть до достаточно высокой температуры. Вместе с нею в энергетических установках, естественно, приходится нагревать и транспортирующий ее (т. е. первичный) воздух. Удастся это сделать только путем подмешивания к потоку пылевзвеси раскаленных продуктов сгорания.

При вдувании угольной пыли в зажигательный горн потребность в нагреве ее и транспортирующего воздуха отпадает. Связано это с тем, что если при обычном сжигании в топках продукты сгорания пыли движутся вверх, то в зажигательном горне – вниз. В первом случае пыль вводится в “холодную” зону, а во втором – в горячую.

Хорошую организацию сжигания твердых топлив (особенно трудносжигаемых, с малым выходом летучих) обеспечивает использование так называемых улиточных горелок (рис. 2). В этих горелках угольная пыль с первичным воздухом подается через центральную трубу и благодаря наличию рассекателя выходит в топку в виде тонкой

кольцевой струи. Вторичный воздух подается через “улитку”, сильно закручивается в ней и, выходя в топку, создает мощный турбулентный закрученный факел, который обеспечивает подсос больших количеств раскаленных газов из ядра факела к устью горелки. Это ускоряет прогрев смеси топлива с первичным воздухом и ее воспламенение, т. е. создает хорошую стабилизацию факела. Вторичный воздух хорошо перемешивается с уже воспламенившейся пылью благодаря сильной его турбулизации.



В — воздух; Т, В — топливо, воздух

Рисунок 2 – Прямоточно-улиточная горелка для твердого пылевидного топлива

При описанном способе сжигания пылеугольного топлива крупные частицы топлива не успевают сгореть в факеле. В промышленных энергетических установках наиболее крупные частицы топлива догорают в процессе их полета в потоке газов в пределах топочного объема, который характеризуется большой высотой рабочего объема (несколько метров).

Зажигательные горны агломашиин имеют небольшие размеры. Например, удлиненный газовый горн агломашины АКМ 3-85/160 имеет площадь зажигания $6,75 \text{ м}^2$ и площадь зоны дополнительного (внешнего) нагрева шихты – 26 м^2 . При ширине машины 2,5 м длина зоны зажигания равна 2,7 м. При таких размерах горна крупные частицы топлива не смогут догорать в потоке отходящих газов. В то же время эти частицы, оседая на поверхности шихты, будут являться источником дополнительного тепла в зоне внешнего нагрева шихты.

При факельном сжигании угольной пыли в каждый момент времени в топке энергоустановок находится ничтожный запас топлива – всего несколько десятков килограммов. Это делает факельный процесс весьма чувствительным к изменениям расходов топлива и воздуха и позволяет при необходимости практически мгновенно изменять производительность топки так же, как и при сжигании газа или мазута.

Как отмечалось ранее, для эффективного зажигания шихты интенсивность теплового потока в горне должна быть равной 30-50 МДж / м²·мин. Для обеспечения такой интенсивности, даже при условии полной замены газообразного топлива угольной пылью в горновом пространстве будет сжигаться в минуту 5-10 кг пыли. На сжигание такого количества пыли при коэффициенте расхода воздуха равном 1,2-1,4 потребуется 60-120 м³ воздуха. Из этого количества воздуха на транспортирование пыли будет затрачиваться 10-25 м³/ мин.

Выводы и направление дальнейших исследований.

На основании проведенного поиска различных схем и технологических параметров зажигания агломерационной шихты с использованием пылеугольного топлива установлено, что вдувание угольной пыли в зажигательный горн агломашины следует производить при температуре в горне не менее 1000 °С и расходе воздуха в 1,6-1,8 раз превышающем его стехиометрический расход.

Наиболее целесообразно сжигать пылеугольное топливо в зажигательном горне агломашины факельным способом.

Библиографический список

- 1. Петрушов С.Н., Русанов И.Ф., Бардин А.А. Сравнение условий внешнего нагрева агломерационной шихты различными теплоэнергоносителями / Сборник научн. трудов ДонГТУ, выпуск 24, 2007. – С. 124-132*
- 2. Теплотехнические свойства топлив и шихтовых материалов черной металлургии. Справочник./ Бабочкин В.М. и др.- М.: Металлургия, 1982, -152 с.*
- 3. Линчевский В.П. Топливо и его сжигание. М: Металлургиздат, 1959. - 400 с.*