

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С КИПАЩИМ СЛОЕМ

К. В. Меняев, Е.Б. Жуков, Е. Е. Паутова, Е. К. Сарсембенов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассмотрены основы техники псевдоожижения, преимущества и недостатки технологии кипящего слоя. Описана экспериментальная установка для исследования аэродинамики топочных устройств с кипящим слоем. Представлены результаты экспериментальных исследований аэродинамики топочных устройств с кипящим слоем.

Ключевые слова: псевдоожижение, кипящий слой, скорость оживающего агента, сопротивление слоя, экспериментальная установка.

EXPERIMENTAL STUDY OF AERODYNAMICS COMBUSTION EQUIPMENT WITH A FLUIDIZED BED

K. V. Menyayev, E. B. Zhukov, E. E. Pautova, E. K. Sarsembenov

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article deals with the basic techniques of fluidization, advantages and disadvantages of fluidized bed technology. Described experimental installation for research combustion equipment with a fluidized bed. The results of experimental research of aerodynamics combustion devices, fluidized bed.

Keywords: fluidization, fluidized bed, the speed of the fluidizing agent, the resistance of the layer the experimental setup.

Состояние двухфазной системы, при котором происходит перемещение твердых частиц относительно друг друга в ходе обмена энергией с каким-либо ее источником называется псевдоожижением [1].

Псевдоожижение - это процесс, при котором по сути твердая статическая масса переводится в псевдосостояние, подобное состоянию жидкой массы. В отличие от сжижения в псевдожидкое состояние переводится не газ, а сыпучая (при определенных обстоятельствах) масса. Название "кипящий слой" было присвоено благодаря тому, что слою присущи некоторые свойства капельной жидкости [1].

На практике псевдоожиженный слой образуется при восходящем потоке оживающего агента через слой зернистого материала в момент достижения давления величины, достаточной для поддержания зернистого материала во взвешенном состоянии (рисунок 1) [2].

В вертикальный сосуд любой (например, цилиндрической) формы, оснащенный поперечным газопроницаемым поддерживающим устройством в виде сетки, пористой

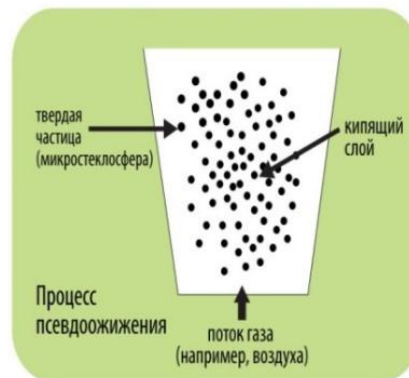


Рисунок 1 - Псевдоожиженный слой

перегородки и т.п., погружен слой мелкозернистого материала. При подаче через распределительную решетку снизу вверх потока газа (или жидкости) с малой скоростью слой остается неподвижным. Если постепенно увеличивать скорость газа до величины, при которой вес зернистого материала в слое уравновешивается силой гидродинамического давления восходящего потока, твердые частицы окажутся в гидродинамическом равновесии и получат возможность взаимного

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С КИПАЩИМ СЛОЕМ

пульсационного перемещения, т.е. слой станет "текучим" и приобретет некоторые свойства капельной жидкости. С дальнейшим увеличением скорости газа слой расширяется, интенсивность движения частиц возрастает, но без нарушения гидродинамического равновесия. Наконец, по достижении скорости газа, при которой силы гидродинамического давления становятся больше силы тяжести, частицы выносятся из слоя [3].

Скорость газа (жидкости), при которой неподвижный слой зернистого материала переходит в псевдоожиженное состояние, называют скоростью начала псевдоожижения или первой критической ($v_{кр}$). Скорость газа, при которой твердые частицы выносятся из слоя, называется скоростью уноса или второй критической ($v_{ун}$). Таким образом диапазон псевдоожижения ограничен первой и второй критическими скоростями.

Зернистый материал для псевдоожижения может быть загружен в аппарат единовременно (периодическое псевдоожижение), либо может непрерывно вводиться и выводиться из аппарата (непрерывное псевдоожижение).

Если скорость ожижающего агента (газа или жидкости) незначительно превышает скорость начала псевдоожижения, то движение частиц выражено слабо - слой находится в состоянии спокойного псевдоожижения [1].

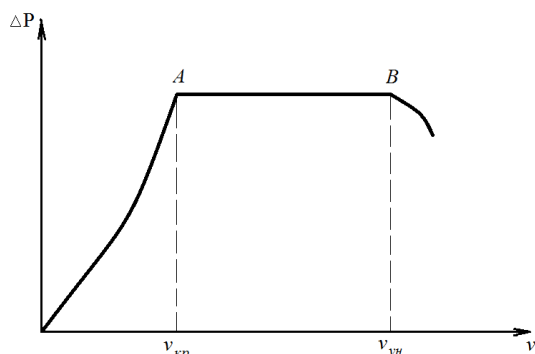


Рисунок 2 – Идеальная кривая псевдоожижения

По мере увеличения скорости газа в слое начинают появляться небольшие газовые пузыри, повышающие интенсивность перемешивания частиц. Свободная поверхность слоя в этом случае очерчена достаточно резко, испытывая сравнительно небольшие колебания. Такой слой получил название собственно кипящего слоя. В литературе термину "кипящий слой" часто придают более широкий смысл, понимая его как псевдоожиженный слой в любых модификациях [1].

Характер псевдоожижения в значительной мере зависит от свойств твердых частиц, составляющих слой. В частности, крупные частицы одинакового размера склонны к образованию слоя с барботажем крупных пузырей. Добавление к такому слою порции более мелких частиц несколько увеличивает его однородность, газовые пузыри становятся меньше. Вообще псевдоожижение полидисперсного слоя происходит более плавно (мягче).

Псевдоожижение зернистых материалов возможно так же с помощью какого-либо механического побудителя, например лопастной мешалки или вибратора (механическое псевдоожижение). В таких системах твердые частицы могут интенсивно перемещаться в слое, который обладает многими свойствами, характерными для псевдоожижения газами (пневматическое псевдоожижение) и каплями жидкостями (гидравлическое псевдоожижение), например текучестью, увеличением объема и др. Не касаясь специфических особенностей механического псевдоожижения, заметим, что одним из его преимуществ является возможность осуществления процессов в вакууме [1].

Метод псевдоожижения твердого топлива получил довольно широкое распространение в химической, нефтеперерабатывающей, пищевой, строительной, фармацевтической промышленности, черной и цветной металлургии, энергетике и ряде других отраслей. Исследовались значительные выгоды использования псевдоожиженного слоя применительно к весьма широкому кругу технологических процессов и объектов. Однако при практическом внедрении метода выявились и определенные недостатки псевдоожиженного слоя.

Последующее изучение псевдоожиженных систем, работа над практическим внедрением метода привели к более сбалансированным оценкам. Было показано, что многие недостатки этого метода могут быть устранены или сведены к минимуму разработкой и внедрением рациональных технологических режимов и конструктивных решений. Это позволило расширить перечень технологических проблем, которые целесообразно решать, используя метод псевдоожижения [1].

Широкое внедрение метода псевдоожижения в промышленную практику обусловлено следующими достоинствами [5]:

1. Интенсивное перемешивание твердой фазы, приводящее к практическому выравниванию температур и концентраций в объеме псевдоожиженного слоя. Благодаря этому, в

частности, устраняется опасность локального перегрева (или переохлаждения) твердых частиц, препятствующих оптимальному протеканию ряда тепловых, каталитических и других процессов.

2. Высокие значения коэффициентов эффективной теплопроводности и теплоотдачи от псевдоожиженного слоя к поверхностям теплообмена (или наоборот), соизмеримые с соответствующими значениями коэффициентов для капельных жидкостей. Эта важная особенность псевдоожиженного слоя позволяет экономить поверхности теплообмена, рабочие объемы аппаратов.

3. Возможность использования твердых частиц малых размеров.

4. Подвижность псевдоожиженного слоя позволяет создать аппараты с непрерывным вводом свежей и отводом отработанной твердой фазы, используя при этом выносные устройства для теплообмена и регулирования температуры.

5. Небольшое гидравлическое сопротивление и независимость его величины от скорости оживающего агента (газа или жидкости) в пределах существования псевдоожиженного слоя.

6. Широкий диапазон свойств применяемых твердых частиц и оживающих агентов (газы, пары и капельные жидкости), включая возможность питания аппаратов с псевдоожиженным слоем пастообразными материалами и суспензиями.

7. Сравнительно простое устройство аппаратов с псевдоожиженным слоем, легкость их механизации и автоматизации.

8. В сравнении с другими видами сжигания твердого топлива снижаются удельные капитальные затраты.

9. Низкие температуры сгорания приводят к снижению выбросов оксидов азота NO_x .

10. Добавка относительно небольшого количества известняка связывает сернистый ангидрид с зольным остатком.

11. Появляется возможность использования угля с повышенным содержанием серы, с высокой зольностью и с низкой теплотой сгорания.

12. Появляется возможность создания топочных камер с избыточным давлением, что открывает дальнейшие перспективы для снижения габаритов котельных установок.

Наряду с достоинствами методу псевдоожижения присущи недостатки [4]:

1. Неравномерность времени пребывания в псевдоожиженном слое частиц твердой фазы и оживающего агента. Одинаково возможны быстрый пропуск частиц и их пребы-

вание в слое дольше среднестатистического времени [9].

2. Возможность в ряде случаев нежелательного изменения свойств твердых частиц (истирание, растрескивание, науглероживание, слипание, стекание и т.п.).

3. Необходимость установки мощных пылеулавливающих аппаратов на выходе газов из псевдоожиженного слоя, особенно при широком гранулометрическом составе твердой фазы.

4. Эрозия аппаратуры в зоне псевдоожиженного слоя, особенно значительная в случае использования частиц с высокими абразивными свойствами.

5. Ограниченность рабочих скоростей оживающего агента пределами, соответствующими началу псевдоожижения твердой фазы и ее уноса из слоя.

6. Возникновение значительных зарядов статического электричества при псевдоожижении частиц диэлектрических материалов (взрывоопасность системы).

7. Большой унос частиц из слоя и связанный с ним механический недожог.

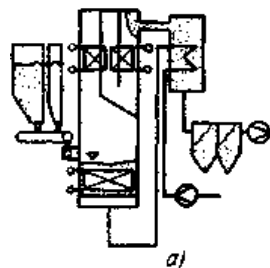
8. Проблематична разработка газораспределительной решетки, обеспечивающей удаление из слоя случайно попавших в него крупных предметов и отсутствие шлакования [10].

9. Проблематична загрузка топлива в слой, гарантирующая равномерное распределение концентраций горючих по всей его площади.

Перечисленные недостатки метода псевдоожижения не являются, как правило, определяющими, а некоторые из них могут быть частично или полностью устранены.

Достоинства метода псевдоожижения, безусловно, превалируют над его недостатками.

Наибольшее распространение в мировой практике котлостроения пока что получили одноступенчатые топки с кипящим слоем при атмосферном давлении. Можно выделить три основные категории котлов с кипящим слоем: стационарный кипящий слой; циркулирующий кипящий слой; расширяющийся кипящий слой (рисунок 3) [4].



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С КИПАЩИМ СЛОЕМ

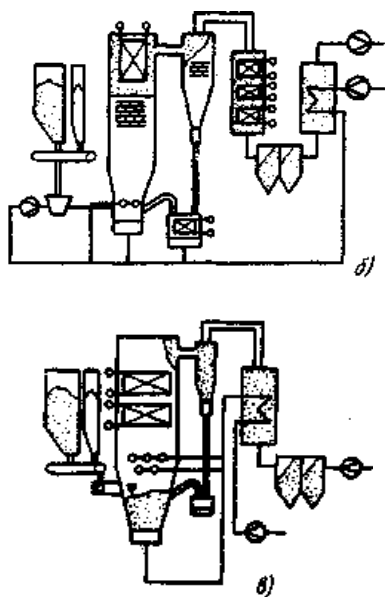


Рисунок 3 - Основные типы котлов с кипящим слоем: а - стационарный (пузырьковый); б - циркулирующий; в - расширяющийся

Экспериментальное исследование аэродинамических характеристик топочных устройств с кипящим слоем проводилось на малогабаритной камере сгорания FB - 2 (150) (рисунок 4). Широкий диапазон регулирования режимных параметров позволяет широко варьировать высоту слоя, а также топливо с различным составом [6].

Установка FB - 2 (150) состоит из камеры сгорания диаметром 150 мм и высотой 1200 мм. Толщина стенок камеры сгорания составляет 7 мм. Охлаждение стенок происходит путем естественной конвекции воздуха.

Стенки камеры сгорания выполнены из стали 12X18H10T. Отсутствие изоляции на камере сгорания приводит к быстрому падению температуры над слоем. Это обстоятельство ограничивает сгорание уносимых углеродистых частиц. Высота сепарационного пространства равна 1 м, что обеспечивает унос в режиме пневмотранспорта. В нижней части камеры сгорания расположена перфорированная решетка с живым сечением 2,5 % и диаметром отверстий 1,2 мм. В подрешеточную камеру подается холодный воздух высоконапорным вентилятором. Подача топлива в слой осуществляется вибропитателем. Отбор проб уноса осуществляется из-под циклона, с помощью съемного пробоотборника и тканевого фильтра, установленного после циклона. Предусмотрен также специальный пробоотборник для взятия проб из слоя в количестве 45 - 50 г. Взятая проба из слоя быст-

ро охлаждается без доступа воздуха, а в слой досыпается такая же порция [7].

Для контроля и измерения температуры слоя, холодного воздуха, уходящих газов используются хромель-копелевые термопары (ТХК), подключенные к потенциометру [8].

На рисунке 5 изображена гистограмма распределения состава инертного наполнителя слоя до использования в стенде в качестве наполнителя и после растопки стендовой установки.

В ходе проведения экспериментов использовались крупные частицы слипшегося песка и шлака размер которых составлял 10 - 25 м. В ходе проведения экспериментов слой, неоднократно, зашлаковывался. Наибольший интерес представляют два эксперимента.

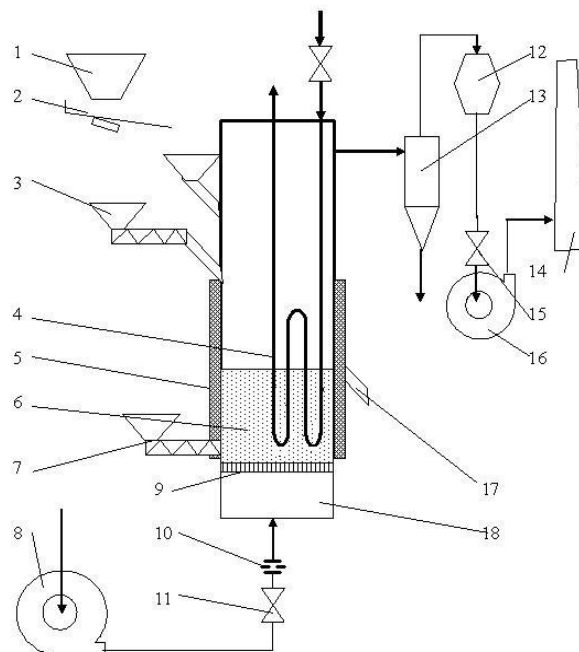


Рисунок 4 - Схема огневого стенда с кипящим слоем (FB-2): 1 - бункер топлива; 2 - вибропитатель; 3 - гранулятор; 4 - поверхность теплообмена; 5 - теплоизоляция; 6 - кипящий слой; 7 - подача топлива под слой; 8 - дутьевой вентилятор; 9 - газораспределительная решетка; 10 - измерительная диафрагма; 11 - регулирующий клапан; 12 - тканевый фильтр; 13 - циклон; 14 - дымовая труба; 15 - направляющий аппарат; 16 - дымосос; 17 - слив слоя; 18 - воздушный короб

Слой был зашлакован в результате недостаточной для нормального процесса псевдоожижения подачи воздуха, расход составлял $V = 0,005 \frac{м^3}{с}$, что недостаточно для нормального процесса псевдоожижения слоя при высоте его в 100 мм. Размер образовавшихся агломератов достигал 30 мм, рисунок 6.

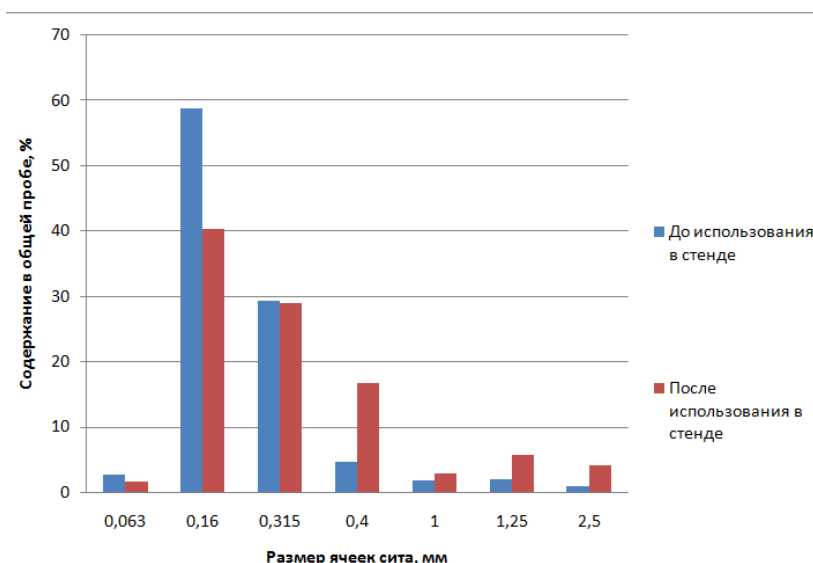


Рисунок 5 - Гистограмма распределения состава инертного наполнителя

Слой был зашлакован в результате добавления в него крупных частиц в виде слипшегося песка и шлака размером 10 - 25 мм. Крупные частицы добавлялись постепенно, замеры производились после достижения содержания в 10 %, 20 %. Высота слоя при этом оставалась постоянной, и составляла 200 мм, т.е. слой при этом сливался. После добавления 10 % крупных частиц процесс псевдоожижения происходил равномерно, визуальнo не наблюдалось застойных зон. При добавлении 20 % крупных частиц слой был зашлакован. На рисунке 7 изображены частицы зашлакованного слоя, размер которых составлял до 100мм.

При экспериментальных работах также проводилось исследование влияния крупных частиц на сопротивление слоя (рисунок 8). Анализируя полученный график можно сделать вывод о линейной зависимости сопротивления псевдоожиженного слоя и его высоты, что соответствует выражению $\Delta P = \rho g h$.



Рисунок 6 – Агломераты слоя, образованные в результате не достаточной подачи воздуха

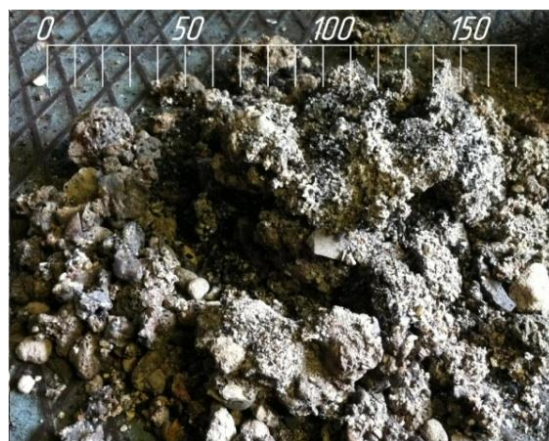


Рисунок 7 – Агломераты слоя, образованные в результате добавления крупных частиц

При анализе графиков изображенных на рисунке 9 сделан вывод, о том что с увеличением содержания крупных частиц в слое в виде шлака сопротивление слоя уменьшается, скорости начала ожижения при этом так же уменьшаются, как и скорости начала уноса частиц из слоя. Это вызвано меньшей плотностью шлака $\rho_{ш} = 1507,7 \text{ кг/м}^3$ по сравнению с плотностью песка $\rho_{п} = 1832,9 \text{ кг/м}^3$. Слой с большей концентрацией крупных частиц в виде шлака нужен меньший расход воздуха, для того чтобы он был полностью сжижен, следовательно требуется меньший расход воздуха для достижения скорости уноса, количество которого может быть не достаточно чтобы полностью сжечь топливо.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С КИПАЮЩИМ СЛОЕМ

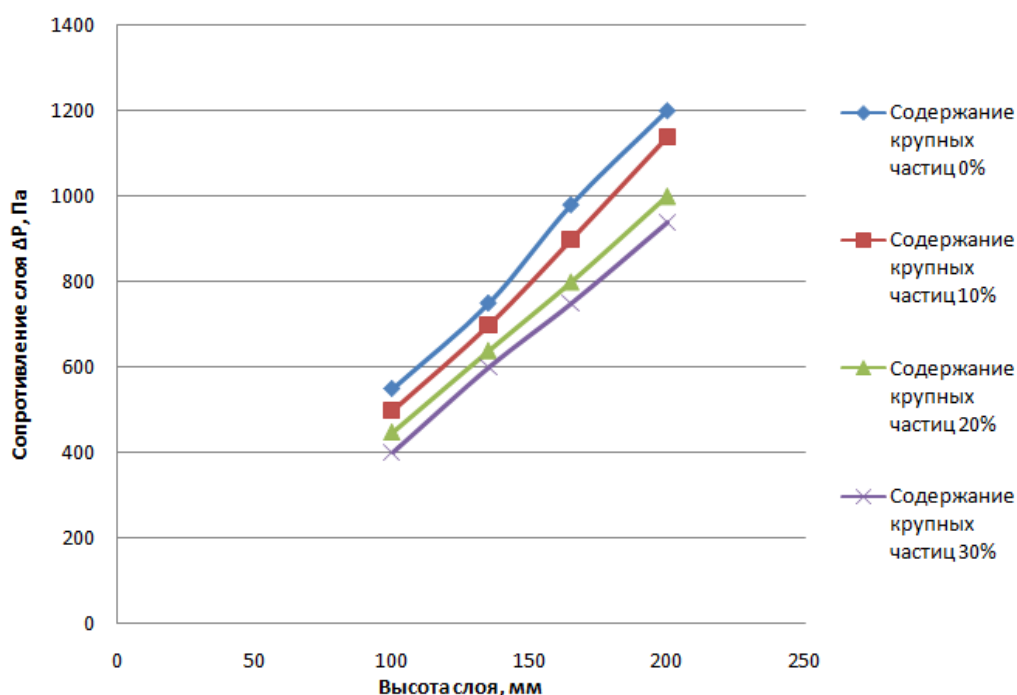


Рисунок 8 – Зависимость сопротивления псевдооживленного слоя от высоты слоя

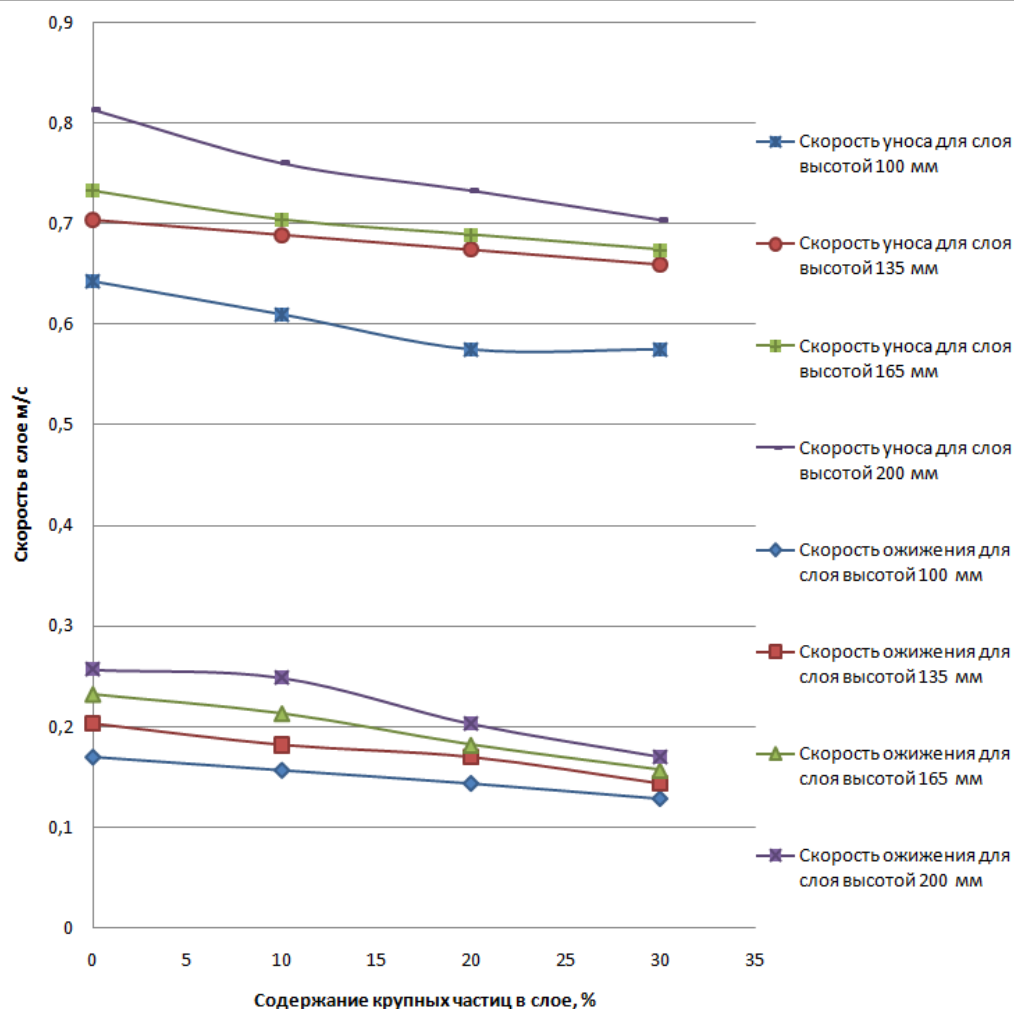


Рисунок 9 – Скорость псевдооживления и уноса инертного материала из слоя
ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 3 Т.1 2017

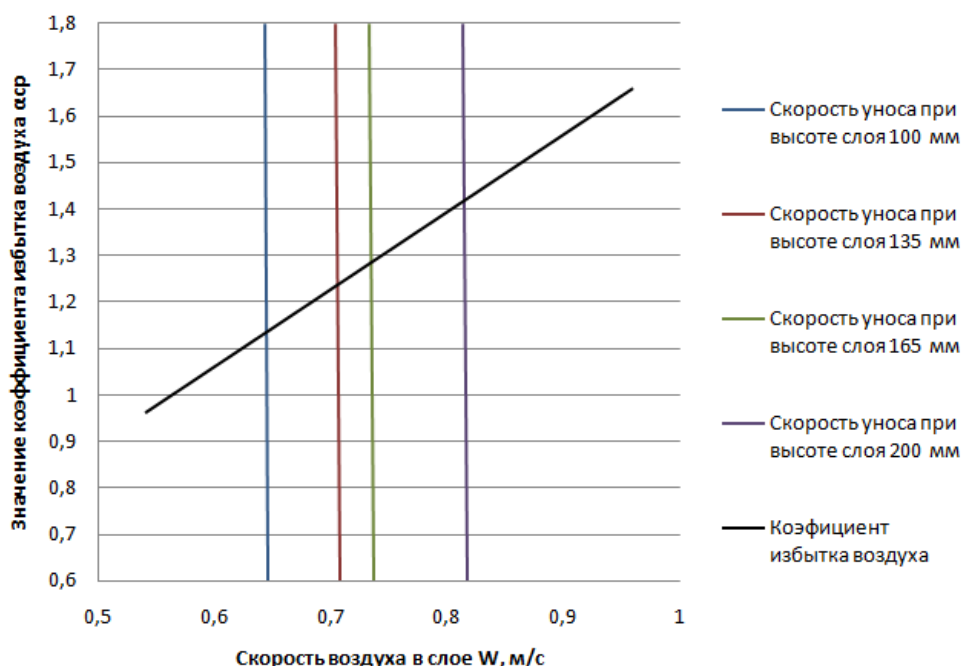


Рисунок 10 – Зависимость коэффициента избытка воздуха от скорости оживающего агента без содержания в слое крупных частиц

Проводя анализ данных полученных при растопке огневой стенда можно сделать вывод о том, что при скоростях близких, но больших чем скорость начала псевдооживения горение не возможно, вследствие недостаточного объема подаваемого воздуха, который меньше чем объем теоретически необходимый для полного выгорания топлива. Топливо в слое выгорает полностью при скоростях близких к скоростям уноса материала из слоя.

Рассмотрены параметры слоя при растопленной огневой установке (рисунок 11), Высота псевдооживленного слоя $H = 105$ мм, содержание крупных частиц 0%. При скорости оживающего агента $W_{ож} = 0,54$ м/с, коэффициент избытка воздуха $\alpha_{ср} = 0,96$, топливо выгорает не полностью, вследствие недостаточного объема воздуха, это сопровождается интенсивным выходом летучих, происходит газификация топлива.

Увеличивая скорость оживающего агента до $W_{ож} = 0,64$ м/с, коэффициент избытка воздуха принимает значение $\alpha_{ср} = 1,14$, газификация при этом значительно уменьшается. Температура слоя повышается. Процесс изображен на рисунке 12.

При большем увеличении скорости оживающего агента $W_{ож} = 0,69$ м/с, коэффициент избытка воздуха принимает значение $\alpha_{ср} = 1,21$, температура при этом увеличивается и достигает своего максимального значения

в 850°C . При данной скорости наблюдается унос материала слоя и топлива из установки (рисунок 13).

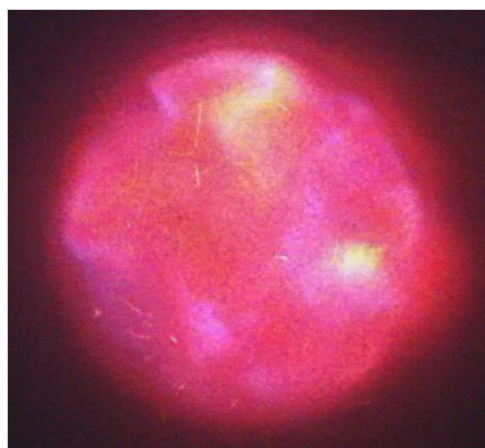


Рисунок 11 – Фотография кипящего слоя с интенсивной газификацией топлива

Добавляя в слой крупные частицы размером 10 - 25 мм в количестве 10% от объема слоя, скорости уноса материала из слоя уменьшаются, следовательно, уменьшается диапазон скоростей воздуха, в котором может существовать псевдооживленный слой и сгорать в полном количестве топливо. Это затрудняет эксплуатацию вследствие уменьшения возможности регулирования параметров слоя.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С КИПАЩИМ СЛОЕМ

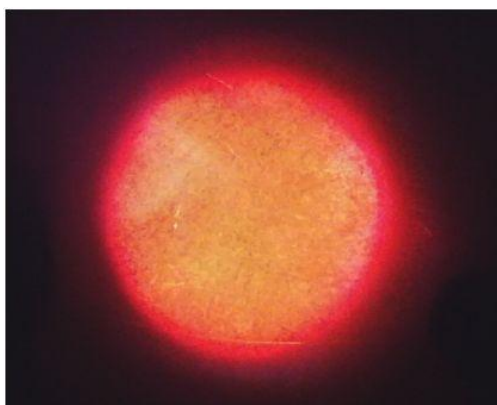


Рисунок 12 – Фотография кипящего слоя с коэффициентом избытка воздуха $\alpha_{ср} = 1,14$

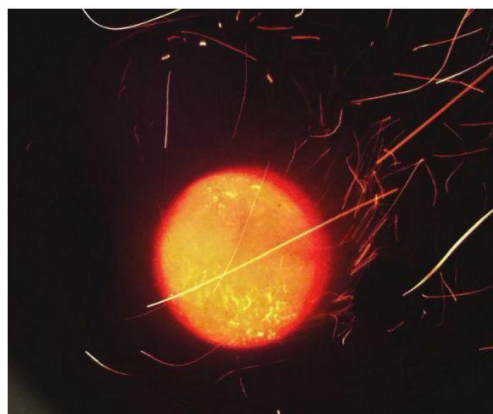


Рисунок 13 – Фотография кипящего слоя с коэффициентом избытка воздуха $\alpha_{ср} = 1,21$

Зависимость коэффициента избытка воздуха от скорости оживающего агента, при содержании в слое 10% крупных частиц изображена на рисунке 14, на котором так же изображены скорости начала уноса частиц из слоя.

Содержание крупных частиц в слое 10% (штриховыми линиями обозначены скорости оживающего агента при соответствующих высотах слоя, без содержания крупных частиц в нём)

При добавлении в слой 20% крупных частиц в виде шлака слой был зашлакован не зависимо от его высоты. Крупные частицы попадая в слой затрудняли его равномерное перемешивание, происходило налипание более горячих частиц горящего топлива, мелких частиц песка, крупные частицы слипались между собой.

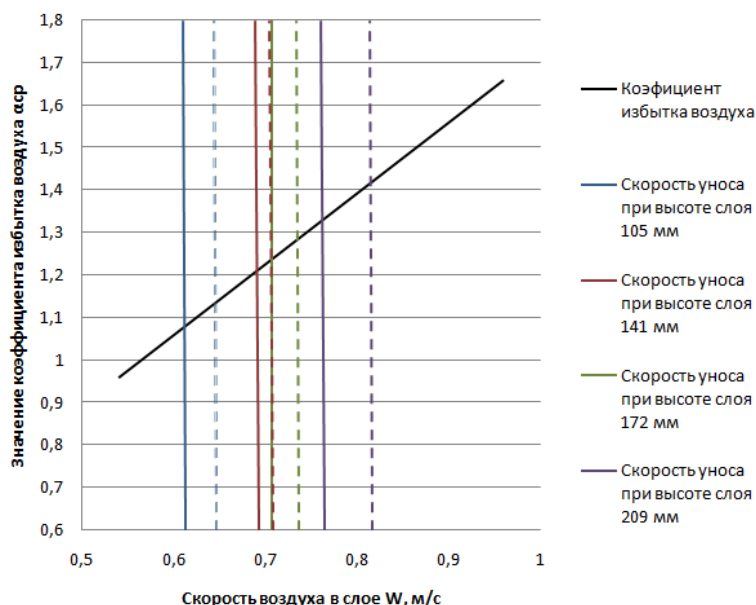


Рисунок 14 – Зависимость коэффициента избытка воздуха от скорости оживающего агента

На рисунке 15 представлены фотографии камеры сгорания. Слева – при сжигании в слое топлива, без содержания крупных частиц. По снимку видно, что в слое наблюдается равномерное распределение температур по высоте и по сечению камеры. Справа – слой зашлакован в результате добавления в него крупных частиц, здесь наблюдается не

равномерное распределение температур по высоте и сечению:

- Нижняя часть камеры сгорания зашлакована полностью, после остановки стенда в нижней части наблюдались объемы, ничем не заполненные пустоты и крупные частицы топлива (рисунки 15, 16, 17).

- Верхняя половина слоя зашлакована в центральной части сечения камеры сгорания. По краям сечение происходило интенсивное ожигание и горение топлива (рисунки 15, 16, 17).

- В правой верхней части области горения наблюдался максимум температур (рисунки 15, 16, 17).

Обобщая вышеуказанные факторы, можно утверждать, что крупные частицы меньшей плотности, чем сам наполнитель слоя оказывают отрицательное влияние на общую реологическую картину топочного устройства с кипящим слоем, нарушают его однородность, а, значит, крупные частицы вызывают проблемы в эксплуатации котлоагрегата, с которыми нужно уметь бороться.



Рисунок 15 – Распространение поля температур на стенках камеры сгорания огневого стенда (слева – слой без содержания крупных частиц в нём, справа зашлакованный слой)

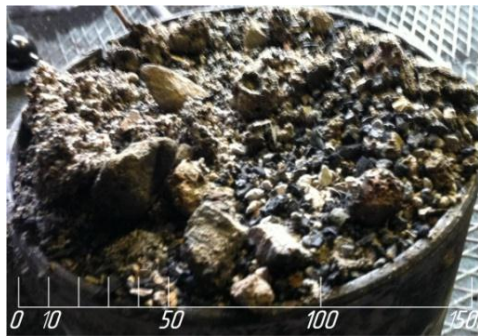


Рисунок 16 – Нижняя часть зашлакованного слоя

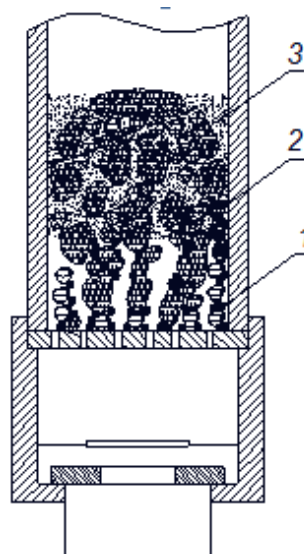


Рисунок 17 – Схема расположения частиц в зашлакованном слое: 1 – частицы топлива, 2 – агломераты песка и шлака. 3 – псевдоожиженный слой

Список литературы

1. Гельперин, Н. И. Основы техники псевдоожижения / Н. И. Гельперин, В. Г. Айнштейн, В. Б. Кваша, В. Б. Гельперин. – М.: Химия, 1967. – 664 с.
2. Баскаков, А. П. Котлы и топки с кипящим слоем / А. П. Баскаков, В. В. Мацнев, И. В. Распопов, – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 349 с.
3. Баскаков, А. П. Расчеты аппаратов кипящего слоя: справочник / [А. П. Баскаков и др.]; Под ред. И. П. Мухленова и др. - Л.: Химия, 1986. – 350 с.
4. Кубин, М. Сжигание твердого топлива в кипящем слое: Пер. с чешск. / Под ред. В.Р. Котлера – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
5. Меняев, К. В. Псевдоожижение как решение экологических проблем в энергетике / Меняев К. В., Паутова Е.Е. // В сборнике: Проблемы техно-сферной безопасности - 2015 I Международная заочная научно-практическая конференция: сборник статей. Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". 2015. С. 78-81.
6. Пронь, Г.П. Экспериментальные исследования теплофизических процессов и аппаратного оформления топочных устройств кипящего слоя при сжигании твердого топлива в лабораториях кафедры Котло- и реакторостроения АлтГТУ / Г.П. Пронь, И.Д. Фурсов // Ползуновский вестник. - 2004. - № 1. - С.106-109.
7. Пронь, Г.П. Экспериментальное исследование топочных устройств с кипящим слоем / Г.П.Пронь, И.Д.Фурсов, Г.П.Меняев, В.С. Смолин // В сборнике: Приоритетные направления науки и техники, прорывные и критические технологии: "Энергетические, экологические и технологические проблемы экономики" (ЭЭТПЭ-2007) Материалы всероссийской научно-практической конференции

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С КИПАЩИМ СЛОЕМ

с международным участием. Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Институт химической кинетики и горения СО РАН, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова.- 2007.- С.108-110.

8. Алтухов, Ю.А. Математическое моделирование тепломассообмена и гидродинамики топочных устройств с кипящим слоем / Ю.А.Алтухов, А.Г. Гроссман, Г.П. Пронь // Ползуновский вестник.-2004.-№ 1.-С.117-124.

9. Втюрин, Ю.Н. Опыт освоения энергетического котла с кипящим слоем БКЗ-420-140КС на Барнаульской ТЭЦ-3/ Ю.Н.Втюрин, Г.П. Пронь // Ползуновский вестник.- 2004.- № 1.- С.110-116

10. Бувеч, Ю. А. Струйное псевдооживление / Ю. А. Бувеч, Г. А. Минаев. – Москва : Химия, 1984. – 133 с.

Меняев Константин Викторович – доцент кафедры «Котло- и реакторостроение», АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: menyaev_kostya@mail.ru;

Жуков Евгений Борисович – к.т.н., заведующий кафедрой «Котло- и реакторостроение», АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: jukov23j@yandex.ru;

Паутова Екатерина Евгеньевна – ассистент кафедры «Котло- и реакторостроение», АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: pautova.1989@mail.ru;

Сарсембенов Е.К. – студент, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. 8-961-990-9986.