



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2020/0697.1

(22) 10.10.2020

(45) 11.02.2022, бюл. №6

(72) Орумбаев Рахимжан Кабиевич; Алияров Бирлесбек Каниевич; Кибарин Андрей Анатольевич; Бахтияр Балжан Төрепашқызы; Ходанова Татьяна Викторовна; Коробков Максим Сергеевич; Сейдалиева Айганым Булатқызы; Отынчиева Маржан Турепашовна; Кумаргазина Мадина Бакытжановна

(73) Некоммерческое акционерное общество «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева»

(56) RU 2054599 C1, 20.02.1996

RU 2514575 C1, 27.04.2014

RU 2627757 C2, 11.08.2017

RU 52977 U1, 27.04.2006

(54) СПОСОБ И ТОПКА ДЛЯ
КОМБИНИРОВАННОГО СЖИГАНИЯ
ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

(57) Изобретение относится к теплоэнергетике и может быть использовано на крупных электростанциях и системах централизованного теплоснабжения и предназначено для установки на крупных ТЭЦ и ГРЭС и крупных котельных.

Способ комбинированного пылевидного сжигания энергетических углей в камерной топке и в комбинации с факельно-слоевым сжиганием, позволяет одновременно сжигать энергетические угли с расходом от 72 до 77 % от общего расхода угля на котел в основных пылеугольных горелках топки и рядовой каменный уголь марки Д с расходом от 15 до 20% от общего расхода на котел в факельно-слоевой топке с забросом фракций не более 50-60 мм на слоевую решетку. Каменный или бурый уголь сжигается с расходом до 8% от общего расхода угля на котел в подсвечивающих щелевых соосных и противоположных горелках с основными

горелками котла, размещенных между слоевой топкой и основными горелками.

Третичный воздух вводится тангенциально с расходом от 5 до 10% и подается над основными горелками с правым вращением факела с диаметром круга от $(0,5 - 0,7) \times H_T$, H_T – ширина топки.

В слоевой топке под первую зону цепной решетки подается $21 \pm 5\%$ части нагретого воздуха, под вторую зону решетки $33 \pm 5\%$, под третью зону решетки $31 \pm 5\%$ и под четвертую зону $15 \pm 5\%$, части нагретого воздуха от общего количества воздуха, подаваемого под цепную решетку.

Площадь каждой зоны горения относительно общей площади цепной решетки составляет по ходу движения цепной решетки, для первой зоны $20 \pm 3\%$, для второй $35 \pm 3\%$, для третьей $33 \pm 3\%$ и для четвертой зоны площадь $12 \pm 3\%$. Знаки «плюс/минус» зависят от характеристик углей и если принимается знак «плюс» у одной зоны решетки, то у последующей берется знак «минус».

В комбинированном котле подсвечивающие щелевые спутные и противоположные горелки размещены ниже уровня осей основных горелок на расстоянии от $1,2 \pm 0,35$ метра, а от полотна цепной решетки слоевой топки на высоте $2,0 \pm 0,5$ метра.

Регулируемые направляющие листы в устье подсвечивающих щелевых соосных и противоположных горелок отклоняются на углы от $25^\circ \pm 5^\circ$ и до $25^\circ \pm 5^\circ$ относительно горизонта или совмещены с осью основных пылеугольных горелок, а противоположные горелки направлены к корню факела основных горелок.

Подсвечивающие соосные и противоположные горелки комплектуются автоматическим блоком газооборудования и схемой работы воздушных шиберов, каналов подачи аэросмеси и воздуха, запорных и электромагнитных клапанов, затворов, автоматов для синхронизации розжига и для автоматического режима работы котла.

Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к паровым энергетическим и водогрейным котлам с камерным сжиганием твердого топлива, которые могут быть использованы в энергетике и системах централизованного теплоснабжения и предназначены для установки на крупных ТЭЦ (ГРЭС) и промышленно-отопительных районных котельных, в качестве основных источников теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых, промышленных зданий и сооружений, для работы в основном и пиковом режимах.

Известна факельно-слоевая топка системы ВТИ-Комега, где топливо подается из загрузочного бункера скребковым питателем на разгонную плиту и частицы угля приобретают начальную скорость, которая обеспечивает падение крупных кусков на фронтную часть цепной решетки в узкую горизонтальную щель под разгонной плитой с небольшим давлением до 20 мм. вод. ст., а мелкие фракции твердого топлива, подхватываемые воздушным потоком, выносятся на более удаленные участки цепной решетки. Мощный восходящий поток горячего факела над слоем достаточно высоко поднимает мелкие фракции твердого топлива и происходит возгонка летучих и сгорание в восходящем потоке топочных газов. Более крупные частички угля, не успевшие сгореть на лету, падают на горящий слой топлива, лежащий на цепной решетке. Расход твердого топлива такого типа факельно-слоевых топок регулируется скоростью движения решетки и толщиной слоя. Увеличение количества подаваемого топлива на цепную решетку и под слой дутьевого воздуха позволяет увеличивать тепловую производительность факельно-слоевой топки. Топки с цепными решетками и позонным дутьем хорошо регулируются и делают возможным быстро форсировать нагрузку и также быстро снижать нагрузку, это достигается регулированием количества вводимого воздуха по зонам под решетку. Относительно широкое распространение механических факельно-слоевых топок

с цепными решетками объясняется тем, что они пригодны для сжигания широкой гаммы твердых топлив от умеренно влажных и зольных, например, торфа, до таких слабо реакционных, каким является антрацит. Несомненным является и то, что топки с цепными решетками могут обеспечить паровую производительность котельных агрегатов до 100 – 150 т/ч. (Стырикович М.А., Катковская К.Я. и др. Котельные агрегаты. Госэнергоиздат. М.-Л.-1959. -гл.6, стр.86. -с.487).

Существенным недостатком известной факельно-слоевой топки в компоновке котельного агрегата большой паровой производительности является низкий уровень температур газов в верхней части топочного объема, где, как правило, в энергетических котельных агрегатах размещаются пароперегреватели, служащие для обеспечения необходимыми рабочими параметрами пара, направляемого на турбины. Следующим недостатком цепных решеток является низкая экономичность сжигания твердого топлива по сравнению с камерными топками и фактически достигнутым физическим пределом при пылевидном сжигании, отсутствия ограничения по тепловой производительности. Мощные топки с цепными решетками достаточно редко применяются, к примеру, с водогрейными котлами КВ-ТС-50 тепловой производительностью 58,15 МВт и расходом каменного (Минусинского или Карагандинского) угля до 12,2 т/ч (бурого угля до 16,3 т/ч) с цепной решеткой типа ТЧЗМ-4,92×8, что является практически предельным.

Известен способ безмазутной растопки энергетического котла и подсветки пылеугольного факела и установка для его осуществления, заключающийся в выделении части аэросмеси из общего потока, ее термоподготовка и последующее смешение продуктов этого процесса с остальной (основной) частью аэросмеси в топочном пространстве, за счет того, что в качестве камеры термоподготовки используют прямоточную горелку и плазменную струю плазматрона вводят во внутреннюю трубу горелки, через которую проходит часть аэросмеси, а холодную струю аэросмеси подают снаружи этой трубы для ее охлаждения и обе струи смешивают на выходных торцах обеих труб с потоком

вторичного воздуха. Установка, реализующая данный способ содержит камеру термоподготовки топлива, выполненную в виде прямоточной горелки, образованной коаксиально размещенными трубами с плазматроном, укрепленными на фланце патрубка, проходящего через стену внешней трубы горелки перпендикулярно к ее оси и входящего во внутреннюю трубу, вдоль оси на выходе, во внутреннюю трубу размещено устройство регулирования соотношений частей аэросмеси, направляемой во внутреннюю трубу на термоподготовку и аэросмеси, обтекающей внутреннюю трубу снаружи (Патент RU №2180075, МПК F 23 D 1/00, H05H 1/32, опубликовано:27.02.2002).

Недостатками известного аналога являются: применение плазматрона, встроенного в горелку для растопки и подсветки низко реакционных углей с низким выходом летучих, что требует дополнительного расхода электроэнергии на собственные нужды, особенно для длительного поддержания высокотемпературной плазменной дуги, а высокие температуры плазменной дуги требуют использование тугоплавких металлов и огнеупорных материалов для длительной работы плазменной подсветки.

Известен способ растопки котлоагрегатов от холодного состояния до рабочего режима, где розжиг пылеугольного факела осуществляют путем генерирования струи низкотемпературной плазмы посредством плазмотронов, установленных в муфелях пылеугольных горелок нижнего яруса энергетического котла, подачи пылеугольной смеси через струю низкотемпературной плазмы и ее воспламенения. После стабилизации горения пылеугольного факела и достижения режимных параметров производят отключения плазматрона. Количество пылеугольных горелок, оснащенных плазматронами и муфелями зависит от типа котлоагрегата, технологии пылеприготовления и характеристики топлива (Патент RU №2 054 599, МПК: F23C 5/24, опубликовано: 20.02.1996).

Недостатком известного способа растопки в котельных агрегатах при сжигании низкосортных энергетических углей, является сложность конструкции пылеугольных горелок с муфельным устройством, в котором встроен

плазмотрон, причем плазмотрон установлен в канале аэросмеси, что приводит к забиванию угольной пылью и, как следствие, выход из строя горелки в случае перебоев или отказа системы воздухообеспечения.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является котел с циркулирующим слоем, содержащий теплообменник циркулирующего слоя с вынесенными поверхностями нагрева котла, конвективные поверхности нагрева и экранированную топку с соплами вторичного воздуха. Снизу в топке с зазором установлена камера сгорания с кипящим слоем и лопаточным завихрителем на выходе, причем снизу к этому зазору подключен теплообменник циркулирующего слоя и через стояки камера сгорания. Сверху в топке установлен встроенный уловитель циркулирующих частиц, который выполнен в виде образованного экранами пережима с газоотводящим окном. В газоотводящем окне и топке расположены установленные тангенциально с наклоном вниз сопла дутья, направленные в пристенную зону топки. Пережим с газоотводящим окном предлагается выполнить отгибом труб боковых экранов топки к контуру газоотводящего окна с образованием бункеров сбора уноса или в виде газоплотного потолочного экрана с коллектором и выступающим через него в топку коническим соплом острого дутья кольцевой формы с закручивающими лопатками на выходе. При работе котла топливо из бункера дозируется питателями топлива и совместно с потоком циркулирующих частиц, подаваемых клапанами, поступает в камеру сгорания и горит в кипящем слое, реагируя с потоком первичного дутья, поступающего через воздухораспределительную решетку. Далее образующие газы с потоком циркулирующих частиц и мелкого топлива поступают в топку через завихритель с лопатками. Эти лопатки, охлаждаемые водой, используются также и для подачи дутья через сопла, т.е. работают многофункционально (Патент № 2 514 575, МПК: F23C 10/12, опубликовано: 27.04.2014, бюл. № 12).

Основным недостатком котлов с циркулирующим кипящим слоем, является ограничение по максимальной мощности, связанное с многократной циркуляцией горящих угольных частиц и золы большой концентрации в

теплообменнике циркулирующего слоя с вынесенными поверхностями нагрева котла, а также с проблемами при улавливании частиц золы, так как частицы менее 10 микрон вообще не улавливаются в принципе. И как следствие, в котлах данного типа при сжигании углей с тугоплавкой золой при многократной циркуляции золы и длительного ее контакта с теплообменниками происходит интенсивное истирание поверхностей нагрева, что значительно снижает экономические и экологические характеристики котла.

Технической задачей предлагаемого изобретения является разработка способа и топки для комбинированного сжигания твердого топлива, позволяющие повысить эффективность мощных парового энергетического и/или водогрейного котлов с экономичным и экологически оптимальным режимом работы с удержанием до **23-28 %** шлака и золы в слоевой топке, с высоким КПД.

Для решения технической задачи заявляется способ комбинированного сжигания твердого топлива, включающий камерное пылевидное и факельно-слоевое сжигание энергетических и длиннопламенных углей, *согласно изобретения*, растопка основных пылеугольных горелок в камерной топке производится с помощью факела подсвечивающих щелевых горелок, которые в свою очередь воспламеняются от пламени факельно-слоевой топки; одновременно сжигается энергетический уголь с расходом **от 72 до 77 %** от общего расхода угля на котел в пылеугольных горелках камерной топки и рядовой каменный длиннопламенный уголь марки Д с расходом **от 15 до 20 %** от общего расхода угля на котел в факельно-слоевой топке с верхним забросом фракций не более **50-60 мм** на решетку к тыльной стенке слоевой топки; размолотый до пылевидного состояния каменный длиннопламенный уголь марки Д или бурый с содержанием летучих до **44 %** сжигается с расходом до **8 %** от общего расхода угля на котел в подсвечивающих пылеугольных щелевых соосных и противоположных с основными пылеугольными горелками котла и размещенных между слоевой топкой и основными пылеугольными горелками в нижней части камерной топки котла; тангенциальный ввод третичного воздуха с расходом **от 5 до 10 %** подается над основными пылеугольными горелками

камерной топки с правым вращением с образованием вращения общего факела с диаметром вписанного круга от $0,5 \times H_T$ до $0,7 \times H_T$ (H_T – ширина камерной топки), от общего расхода по поперечному сечению топки для котлов паровой производительностью до **950 – 1000** т/час или водогрейных котлов до **220** МВт; в факельно- слоевой топке под первую зону слоевой цепной решетки с обратным ходом с противоположной стороны бункера с забрасывателем угля подается **21 ± 5 %** части нагретого воздуха, под вторую зону цепной решетки подается **33 ± 5 %** части нагретого воздуха для активного горения, под третью зону цепной решетки подается **31 ± 5 %** части нагретого воздуха, под четвертую зону цепной решетки подается **15 ± 5 %** части нагретого воздуха от общего количества воздуха подаваемого под цепную решетку для полного дожигания коксового остатка сжигаемого угля.

Для решения технической задачи в топке для комбинированного сжигания твердого топлива, состоящей из камерной топки содержащей основные пылеугольные горелки, подсвечивающие пылеугольные щелевые соосные и противоположные горелки, тангенциальные горелки, экраны с коллекторами и факельно-слоевой топки содержащей экраны из трубных панелей соединенных с коллекторами, цепную решетку, бункер с питателем, *согласно изобретения*, камерная топка совмещена с факельно-слоевой топкой, причем подсвечивающие пылеугольные щелевые спутные и противоположные горелки камерной топки размещены ниже уровня (продольных осей) основных пылеугольных горелок на расстоянии от **1,2 ± 0,35** метра, а от полотна цепной решетки факельно-слоевой топки на высоте порядка **2,0 ± 0,5** метра, при этом нижняя часть слоевой топки соединена гидравлическим затвором с приемником шлака и золы под факельно-слоевой топкой; регулируемые вверх – вниз подвижные направляющие листы с устьем подсвечивающих пылеугольных щелевых соосных и противоположных горелок камерной топки отклоняются на суммарные углы в пределах от уровня факела над слоем факельно-слоевой топки от минус **25° ± 5°** и до плюс **25° ± 5°** относительно горизонта или совмещены с осью основных пылеугольных горелок, а с противоположных сторон направлены или достают до корня факела

основных пылеугольных горелок; корпус с топочными экранами призматической топочной камеры ниже пояса основных пылеугольных горелок камерной топки переходит в экраны факельно-слоевой топки с цепной решеткой, при этом между нижними коллекторами экранов камерной топки и экранами факельно-слоевой топки расположены компенсаторы теплового расширения; в факельно-слоевой топке площадь зеркала горения цепной решетки составляет по порядку и по ходу движения цепной решетки как: площадь первой зоны 20 ± 3 %, площадь второй зоны 35 ± 3 %, площадь третьей зоны 33 ± 3 %, площадь четвертой зоны 12 ± 3 %, при сжигании рядовых длиннопламенных углей, причем знаки «плюс/минус» зависят от технических характеристик конкретных рядовых углей и при знаке «плюс» одной зоны слоевой цепной решетки, то у соседней последующей зоны решетки берется знак «минус» к поправке к основной величине; подсвечивающие пылеугольные щелевые соосные и противоположные горелки дополнительно укомплектованы автоматическим блоком газооборудования и комплексной схемой работы воздушных шиберов, каналов подачи аэросмеси и воздуха, запорных и электромагнитных клапанов, затворов, автоматов для синхронизации розжига и для включения двигателя забрасывателя и датчиков.

Заявляемый способ комбинированного сжигания твердого топлива с камерной топкой и пылевидным сжиганием энергетических углей в комбинации с факельно – слоевым сжиганием длиннопламенных углей и представленная комбинация камерной топки с факельно-слоевой топкой позволяет эффективно сжигать разные типы углей с реальной возможностью улавливать и оставлять до **23 – 28** % шлака и золы в пределах котельного агрегата за счет слоевого сжигания.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг.1 представлено продольное сечение мощного твердотопливного энергетического парового котла с основными пылеугольными горелками и/или водогрейного котла в комбинации камерной с факельно-слоевой топкой и с

подсвечивающими спутными и противоположными горелками с изменяющимся направлением факела.

На фиг.2 представлено поперечное сечение по А-А по фиг.1 комбинированного котла с призматической камерной топкой с основными пылеугольными, спутными и противоположными щелевыми и тангенциальными горелками с факельно-слоевой топкой.

На фиг.3а в аксонометрии представлена спутная или противоположная подсвечивающая горелка с прямым положением направляющих листов, обеспечивающих прямое направление факела в вертикальной плоскости по фиг.2 над факельно-слоевой топкой котла.

На фиг.3б в аксонометрии представлена спутная или противоположная подсвечивающая горелка с верхним положением направляющих листов, обеспечивающих направление факела вверх в вертикальной плоскости по фиг.2 над факельно-слоевой топкой котла.

На фиг.3в в аксонометрии представлена спутная или противоположная подсвечивающая горелка с нижним положением направляющих листов, обеспечивающих направление факела вниз в вертикальной плоскости по фиг.2 над факельно-слоевой топкой котла.

На фиг.4 представлено устье спутной и противоположной подсвечивающей горелки с подвижными соплами по высоте вид. Б по фиг.3.

На фиг.5 представлено продольное сечение устья подсвечивающей щелевой горелки по В-В по фиг.4

На фиг.6 представлен автоматический блок газооборудования с принципиальной схемой работы подсвечивающих горелок и слоевой топки.

Комбинированная камерная топка с основными пылеугольными горелками, с подсвечивающими спутными и противоположными горелками, тангенциальными горелками и с факельно-слоевой топкой содержит горизонтально расположенные конструктивные элементы:

- 1-слоевая цепная решетка обратного хода;
- 4-щелевая подсвечивающая спутная горелка;

- 5-щелевая подсвечивающая противоположная горелка;
- 6-основная пылевидная горелка для сжигания энергетических углей;
- 8-входной центральный щелевой канал для аэросмеси с длиннопламенным углем марки Д подсвечивающих горелок;
- 9-верхний входной щелевой канал вторичного воздуха подсвечивающей горелки;
- 10-нижний входной щелевой канал вторичного воздуха подсвечивающей горелки;
- 11-входная труба подачи газа внутри канала аэросмеси для подсветки факела подсвечивающей щелевой горелки на угольной пыли;
- 12-подсвечивающая газовая горелка в устье канала аэросмеси;
- 13-устье нижнего щелевого канала воздуха подсвечивающей горелки;
- 14 - устье среднего щелевого канала аэросмеси подсвечивающей горелки;
- 15 - устье верхнего щелевого канала воздуха подсвечивающей горелки;
- 16 - четыре поворотных шарнира направляющих листов щелевых каналов воздуха и аэросмеси подсвечивающей горелки;
- 18 – нижний направляющий лист нижнего щелевого канала воздуха в исходном положении;
- 19 – верхний направляющий лист нижнего щелевого канала воздуха в исходном положении;
- 20 – нижний направляющий лист верхнего щелевого канала воздуха в исходном положении;
- 21 – верхний направляющий лист верхнего щелевого канала воздуха в исходном положении;
- 22 - нижний направляющий лист нижнего щелевого канала воздуха в отогнутом вниз положении;
- 23 - нижний направляющий лист нижнего щелевого канала воздуха в отогнутом вверх положении;
- 24 - верхний направляющий лист нижнего щелевого канала воздуха в отогнутом вниз положении;

25 - верхний направляющий лист нижнего щелевого канала воздуха в отогнутом вверх положении;

26 - нижний направляющий лист верхнего щелевого канала воздуха в отогнутом вниз положении;

27 - нижний направляющий лист верхнего щелевого канала воздуха в отогнутом вверх положении;

28 - верхний направляющий лист верхнего щелевого канала воздуха в отогнутом вниз положении;

29 – верхний направляющий лист верхнего щелевого канала воздуха в отогнутом вверх положении;

30 - воздушный шибер общего воздуха перед подсвечивающей щелевой горелкой;

31 - воздушный шибер вторичного воздуха перед верхним и нижним каналом подсвечивающей щелевой горелкой;

32 - воздушный шибер первичного воздуха перед центральным щелевым каналом подсвечивающей щелевой горелкой;

33 - канал подачи вторичного воздуха в щелевую подсвечивающую горелку;

34 - канал подачи аэросмеси во входной центральный щелевой канал подсвечивающей горелки;

35 - общий газопровод подачи газа к котлу;

36 - первый запорный клапан (ПЗКА-1);

37 - второй запорный клапан (ПЗКА-2);

38 - затвор поворотный регулирующий на газопроводе запальной горелки;

39 - затвор поворотный регулирующий на газопроводе горелки подсветки;

40 - электромагнитный клапан;

41 - газопровод газа к запальной горелке;

42 - автомат для электрического розжига запальной горелки;

43 - запальная горелка подсвечивающей щелевой горелки;

44 - датчик контроля факела запальной горелки;

- 45 - датчик факела подсветки подсвечивающей щелевой горелки;
- 46 - датчик факела подсвечивающей щелевой горелки на угольной пыли;
- 47 - продольная тяга рычага поворотных шарниров направляющих листов подсвечивающей щелевой горелки;
- 48 - первая зона для подачи воздуха под решетку со свежим углем;
- 49 - воздушный шибер подачи части воздуха под цепную решетку в первую зону со свежим углем;
- 50 - воздушный шибер подачи части воздуха под цепную решетку во вторую зону активного горения угля;
- 51 - воздушный шибер подачи части воздуха под цепную решетку в третью зону активного горения угля;
- 52 - воздушный шибер подачи части воздуха под слоевую цепную решетку в четвертую зону дожигания (догорания) коксового остатка;
- 53 - автомат для синхронного включения двигателя забрасывателя бункера питателя с рядовым длиннопламенным углем фракциями до 50-60 мм;
- 54 - датчик факела активного горения в слое рядового угля на цепной решетке обратного хода;
- 55 - автоматический блок системы управления газооборудования запальной и пылеугольной подсвечивающей щелевой горелки синхронно со слоевой топкой с цепной решеткой обратного хода и бункером питателем с забрасывателем рядового угля на решетку;
- 56 - тангенциальные горелки над основными горелками.

Вертикально расположенные элементы комбинированной камерной топки с основными пылеугольными горелками, с подсвечивающими спутными и противоположными горелками, с тангенциальными горелками и с факельно-слоевой топкой:

- 2-светящийся факел слоевой цепной топки;
- 3-бункер питатель с забрасывателем рядового угля фракцией до 50-60 мм;
- 7- камерная топка и факел при сжигании энергетических углей в основных пылеугольных горелках;

17 - четыре рычага четырех поворотных шарниров направляющих листов.

Топка для комбинированного сжигания твердого топлива состоит из камерной топки 7, совмещенной с факельно-слоевой топкой. Камерная топка 7 с основными пылевыми горелками 6 и подсвечивающими соосными 4 и противоположными 5 щелевыми горелками, в нижней части котла совмещена с факельно-слоевой топкой со слоевой цепной решеткой 1 обратного хода в комплекте с бункером питателем 3 с забрасывателем рядового каменного или бурого угля фракцией до 50-60 мм и с большим содержанием летучих, при этом нижняя часть слоевой топки соединена гидравлическим затвором с приемником шлака и золы под факельно-слоевой топкой.

Над факельно-слоевой топкой размещены подсвечивающие спутные 4 и противоположные щелевые горелки 5, а непосредственно над ними размещены основные пылевидные горелки 6 камерной топки 7 для сжигания энергетических углей, воспламенение факела которых и постоянное поддержание надежного горения обеспечивается устойчивым и длинным факелом от сжигания пылевидного каменного угля марки Д или бурых углей с высоким содержанием летучих до 44 %, который подается в центральный щелевой канал для аэросмеси 8. Центральный входной щелевой канал для аэросмеси 8 состоит из верхнего щелевого канала вторичного воздуха 9, нижнего щелевого канала вторичного воздуха 10 и подсвечивающих горелок 4 и 5, при этом по центральному щелевому каналу 8 проходит входная труба для подачи газа 11 в подсвечивающую газовую горелку 12, с целью подсветки факела воспламенившейся угольной пыли подсвечивающих щелевых горелок 4 и 5 в устье нижнего 13, среднего 14 и верхнего 15 щелевых каналов. Щелевые каналы разделены между собой нижним 18 и верхним 19 направляющими листами нижнего щелевого канала воздуха, нижним 20 и верхним 21 направляющими листами верхнего щелевого канала воздуха, при этом верхний 19 направляющий лист нижнего щелевого канала воздуха и нижний 20 направляющий лист верхнего щелевого канала воздуха являются соответственно нижним и верхним направляющими листами центрального щелевого канала аэросмеси.

Направляющие листы могут принимать «отогнутое вниз» положение (22, 24, 26, 28) и «отогнутое вверх» положение (23, 25, 27, 29) для регулирования направления факела.

Щелевые, подсвечивающие спутные 4 и противоположные 5 горелки дополнительно укомплектованы автоматическим блоком газооборудования и комплексной схемой работы воздушных шиберов, каналов подачи аэросмеси и воздуха, запорных и электромагнитного клапанов, затворов, автоматов для розжига и для включения двигателя забрасывателя и датчиков.

Воздушный шибер общего воздуха 30 установлен перед подсвечивающей щелевой горелкой, воздушный шибер вторичного воздуха 31 перед верхним и нижним каналом подсвечивающей щелевой горелки, а воздушный шибер первичного воздуха 32 перед центральным щелевым каналом подсвечивающей щелевой горелки. Каналы подачи вторичного воздуха 33 направлены в щелевую подсвечивающую горелку, канал подачи аэросмеси 34 - во входной центральный щелевой канал подсвечивающей горелки. Подача газа обеспечивается от общего газопровода 35 подачи газа к котлу, через первый 36 запорный клапан (ПЗКА-1), второй запорный клапан 37 (ПЗКА-2), затвор поворотный регулирующий 38 на газопроводе запальной горелки, затвор поворотный регулирующий 39 на газопроводе горелки подсветки, электромагнитный клапан 40, газопровод газа 41 к запальной горелке, автомат для электрического розжига 42 запальной горелки, запальная горелка 43 подсвечивающая щелевую горелку для сжигания длиннопламенного пылевидного угля, датчик контроля 44 факела запальной горелки, датчик факела подсветки 45 подсвечивающей пылевидной щелевой горелки, датчик факела подсвечивающей щелевой горелки 46 на угольной пыли и продольные тяги 47 рычагов поворотных шарниров 16 направляющих листов подсвечивающей щелевой горелки 4 и 5.

Заявляемое изобретение для комбинированного сжигания твердого топлива с автоматическим блоком 55 системы управления газооборудования, включает камерную 7 и факельно-слоевую топку со слоевой цепной решеткой 1 обратного хода, под полотном которой размещены: первая зона 48 для подачи

воздуха под решетку со свежим углем, с воздушным шибером 49 для подачи **21 ± 5 %** части нагретого воздуха от общего количества подаваемого под цепную решетку, вторая зона для подачи **33 ± 5 %** части нагретого воздуха с активным горением с воздушным шибером 50, третья зона для подачи **31 ± 5 %** части нагретого воздуха под цепную решетку с активным горением с воздушным шибером 51, четвертая зона для подачи **15 ± 5 %** части нагретого воздуха от общего количества воздуха подаваемого под цепную решетку 1 для полного дожигания коксового остатка в слое с воздушным шибером 52, автомат 53 для синхронного включения электродвигателя забрасывателя бункера питателя 3 с рядовым длиннопламенным углем фракциями до 50 мм, при срабатывании датчика факела 54 активного горения в слое рядового угля на цепной решетке 1 обратного хода и качественного дожигания угольных частиц в камерной топке с помощью тангенциальных горелок 56 с тангенциальным вводом третичного воздуха с расходом **от 5 до 10 %** от общего количества воздуха на все горелки котла и подаваемого над основными пылеугольными горелками 6 с правым вращением с образованием вращающегося общего факела с диаметром вписанного круга от **0,5×Н_т** до **0,7×Н_т** (где Н_т – ширина камерной топки), по поперечному сечению камеры топки для котлов паровой производительностью до 950-1000 т/час или водогрейных котлов тепловой мощностью до 220 Вт.

Надо отметить, что площадь зеркала горения цепной решетки составляет по порядку и по ходу движения цепной решетки как: площадь первой зоны **20 ± 3 %**, площадь второй зоны **35 ± 3 %**, площадь третьей зоны **33 ± 3 %**, площадь четвертой зоны **12 ± 3 %**, при сжигании рядовых длиннопламенных углей, причем знаки «плюс/минус» зависят от технических характеристик конкретных рядовых углей и при знаке «плюс» одной зоны слоевой цепной решетки у соседней последующей зоны решетки берется знак «минус» к поправке к основной величине.

Предлагаемая конструкция комбинированной камерной топки 7 совмещенной с факельно-слоевой топкой, позволяет обеспечить устойчивую и надежную работу основных пылеугольных горелок 6, сжигающих **от 72 до 77 %**

энергетических углей от общего расхода твердого топлива на котел, в основной камерной топке парового энергетического и/или водогрейного котлов большой мощности, с надежным воспламенением и поддержанием устойчивого факела основных пылеугольных горелок 6, подхваченных от факелов подсвечивающих спутных щелевых горелок 4 и противоположных щелевых горелок 5 с подвижными направляющими соплами, первоначально подсвеченные газовой горелкой 12 в устье канала аэросмеси, подсвечивающей щелевой горелки и которые надежно и устойчиво поддерживали свой факел зажженного от яркого факела слоевой топки 2 с полной синхронизацией работы слоевой топки 2 и бункера питателя 3 с помощью автоматического блока 55 системы управления газооборудования запальной и пылеугольных подсвечивающих щелевых и основных горелок 4, 5 и 6 в комбинации со слоевой цепной решеткой обратного хода 1.

Компоновка комбинированного мощного парового энергетического и/или водогрейного котла выполняется последовательным набором нескольких факельно-слоевых топок с цепной решеткой 1 обратного хода. Растопка или пуск комбинированного котла начинается предварительной растопкой факельно-слоевых механизированных топок с последующим воспламенением и прогревом факелов спутных 4 и противоположных 5 щелевых подсвечивающих горелок, сжигающих рядовой каменный длиннопламенный уголь марки Д с расходом от **15 до 20 %** от общего расхода угля на весь комбинированный котел с факельно-слоевой топкой и с верхним забросом фракций не более 50-60 мм на решетку к тыльной стенке слоевой топки. Причем подсвечивающие спутные щелевые горелки 4 и противоположные щелевые горелки 5 с подвижными направляющими соплами автономно могут воспламеняться от газовой горелки 12.

Топочные экраны призматической топочной камеры переходят в экраны факельно-слоевой топки с цепной решеткой 1 в нижней части с механическими питателями бункера 3 с забрасывателями, над которыми размещены пылеугольные соосные 4 и противоположные 5 подсвечивающие щелевые горелки, сжигающие размолотый до пылевидного состояния длиннопламенный

уголь марки Д с высоким содержанием летучих ($V_T = 44\%$) и с расходом до **8 %** от общего расхода угля на котел и с регулируемыми подвижными направляющими листами 18, 19, 20, 21 размещенных в устье подсвечивающих пылеугольных щелевых соосных 4 и противоположных 5 горелок камерной топки 7, которые отклоняются на суммарные углы в пределах от уровня факела над слоем факельно-слоевой топки от минус $25^\circ \pm 5^\circ$ и до плюс $25^\circ \pm 5^\circ$ относительно горизонта или совмещены с осью основных пылеугольных горелок, а с противоположных сторон направлены или достают до корня факела основных пылеугольных горелок 6, выше которых размещены тангенциальные горелки третичного дутья в которые подается третичный воздух до **5 - 10 %** от общего расхода воздуха в камерную топку с правым вращением с образованием вращения общего факела с диаметром вписанного круга от $0,5 \times H_T$ до $0,7 \times H_T$, (H_T - ширина камерной топки), причем между нижними коллекторами экранов камерной топки и стенками факельно-слоевой топки расположены компенсаторы теплового расширения.

Причем подсвечивающие пылеугольные щелевые спутные 4 и противоположные 5 горелки камерной топки размещены ниже уровня продольных осей основных пылеугольных горелок 6 на расстоянии от **$1,2 \pm 0,35$** метра, а от полотна цепной решетки факельно-слоевой топки на высоте порядка **$2,0 \pm 0,5$** метра, при этом нижняя часть факельно-слоевой топки соединена гидравлическим затвором с приемником шлака и золы под решеткой. Подсвечивающие пылеугольные щелевые спутные 4 и противоположные 5 горелки камерной топки 7 дополнительно укомплектованы автоматическим блоком газооборудования 55 и комплексной схемой работы воздушных шиберов, каналов подачи аэросмеси и воздуха 49, 50, 51 и 52, запорных электромагнитных клапанов 36, 37, затворов, автоматов для синхронизации розжига и для включения двигателя забрасывателя и датчиков.

Таким образом, предлагаемый способ комбинированного сжигания твердого топлива, который включает камерное пылевидное и факельно-слоевое сжигание энергетических углей одновременно с рядовыми (кусковыми)

длиннопламенными углями существенно снижает выбросы твердых частиц золы и вредных газов в атмосферу, улучшает улавливание зольных частиц, надежная подсветка основных горелок в режиме постоянной эксплуатации устраняет необходимость в дорогостоящей мазутной подсветке вместе со всем мазутным хозяйством включающем мазутные емкости, мазутные подогреватели, мазутные приемные пункты с железнодорожными тупиками и всем вспомогательным хозяйством.

Мощные паровой энергетический и/или водогрейный котлы с камерной топкой в комплекте с несколькими факельно-слоевыми топками с цепной решеткой обратного хода в нижней части и с верхним забросом рядового полидисперсного топлива по фиг.1, фиг.2, фиг.3а, фиг.3б, фиг.3в, фиг.4, фиг.5 и фиг.6 работают следующим образом.

По топливно-воздушному тракту для простоты приводим пример компоновки камерной топки с одной механической слоевой топкой и цепной решеткой обратного хода, схема движения выполняется таким образом.

В самом начале по существующему регламенту выполняется растопка факельно-слоевой топки, размещенной в нижней части мощных парового энергетического и/или водогрейного котлов с холодного состояния и с предварительно включенной системой циркуляции теплоносителя по всем поверхностям нагрева котла, производится либо розжигом деревянных заготовок или переносом горящих очагов на покоящуюся колосниковую решетку с работающего соседнего факельно-слоевой топки. Растопив факельно-слоевую топку с цепной решеткой 1 работающую на длиннопламенном каменном или буром угле с большим содержанием летучих по регламенту выходят на режим с расходом рядового угля от **15 до 20 %** от общего расхода мощного котла и достигают **высокого раскаленного факела** над горящим слоем факельно-слоевой топки с цепной решеткой 1.

После выхода на номинальный режим факельно-слоевой топки с высоким факелом над слоем из общего газопровода 35, после открытия первого запорного клапана 36 (ПЗКА-1) открывается затвор поворотный регулирующий 38 и

срабатывает электромагнитный клапан 40 на газопроводе 41 к запальной горелке 43, последовательно включается автомат 42 для электрического розжига запальной горелки 43. После получения устойчивого сигнала от датчика 44 контроля факела запальной горелки 43, открываются второй 37 запорный клапан (ПЗКА-2) и затвор 39 поворотный регулирующий на газопроводе горелки подсветки 12 и входной трубе 11, где в устье горелки подсветки 12 загорается более яркий подсвечивающий факел от запальной горелки, причем подсвечивающая газовая горелка установлена в устье канала аэросмеси щелевой подсвечивающей спутной 4 горелки и в устье канала аэросмеси щелевой подсвечивающей противоположной 5 горелки. После получения устойчивого сигнала от датчика 45 контроля факела подсветки подсвечивающей горелки 12 (далее рассматриваем работу только одной подсвечивающей щелевой горелки) в устье канала аэросмеси подсвечивающей пылеугольной щелевой спутной горелки 4 и щелевой противоположной горелки 5, запускается и поджигается аэросмесь подсвечивающей щелевой пылеугольной спутной горелки 4 и противоположной щелевой горелки 5, с параллельно включенным центральным 8 щелевым каналом с входом для аэросмеси из длиннопламенного угля, одновременно с верхним 9 входным щелевым каналом вторичного воздуха, с нижним 10 входным щелевым каналом вторичного воздуха, в устье нижнего 13 щелевого канала, верхним 21 направляющим листом верхнего щелевого канала воздуха, в устье 15 верхнего щелевого канала воздуха, в устье 14 среднего щелевого канала воспламенившейся аэросмеси подсвечивающей горелки, в устье 13 нижнего щелевого канала воздуха.

Надежная работа (воспламенение и устойчивое горение) всех подсвечивающих щелевых соосных 4 и противоположных 5 горелок фиксируется и контролируется датчиком факела подсвечивающей щелевой горелки 46, позволяющей мощным паровому энергетическому и/или водогрейному котлам продолжить прогрев и постепенно набирать мощность. Одновременно с этим, автоматический блок 55 системы управления пылеугольной подсвечивающей щелевой горелки, всех подсвечивающих

пылеугольных щелевых спутных и противоположных горелок, которые размещены ниже уровня продольных осей основных пылеугольных горелок на расстоянии $1,2 \pm 0,35$ метра, а от полотна цепной решетки факельно-слоевой топки на высоте порядка $2,0 \pm 0,5$ метров, начинает с помощью исполнительных механизмов и с помощью продольных тяг 47 рычага поворотных шарниров 16, направляющих листов щелевых каналов аэросмеси и воздуха, синхронно поднимать направляющие листы с устьем горелок отогнутых вниз 22, 24, 26, 28 в верхнее положение до положения 23, 25, 27, 29, чтобы одновременно поднимался при горении длиннопламенного угля длинный яркий и устойчивый факел подсвечивающих щелевых горелок и совпал или был направлен к ядру горения факела основных 6 пылеугольных горелок парового энергетического или водогрейного котлов для надежного воспламенения и дальнейшего прогрева поверхностей нагрева и набора номинальной паровой производительности мощного парового котла и/или номинальной тепловой мощности водогрейного котла.

В настоящей заявке рассматривается конкретный автоматический блок 55 системы управления газооборудования запальными и пылеугольными подсвечивающими щелевыми горелками, работающими синхронно с факельно-слоевыми топками с цепными решетками выполненных в компоновке с мощными энергетическим паровым и/или водогрейным котлами для существенного снижения вредных выбросов в атмосферу, в виде твердых частиц и одновременно с надежным воспламенением и поддержанием устойчивого горения в пылеугольных горелках при сжигании энергетических углей с возможным в перспективе принципиальным отходом от мазутной растопки мощных пылеугольных котлов и исключением в дальнейшем от громоздкого и постоянно действующего мазутного хозяйства на крупных электрических станциях, ТЭЦ и крупных котельных. Включение системы автоматики котла не входит в рассматриваемую задачу заявки.

Практическое применение заявляемого изобретения, обеспечивает комбинированное сжигание различных как по качеству, так и по фракционному

составу углей с заявленным процентным соотношением с устойчивым горением пылевидного энергетического угля, плавно перемещающимся факелом по высоте в камерной топке, при постоянной устойчивой работе в нижней части факельно-слоевой топки с цепной решеткой обратного хода с верхним забросом полидисперсного топлива фракцией до 50 - 60 мм каменного длиннопламенного угля марки Д и основанной на длительном опыте позонной подаче воздуха под решетку.

Изобретение обосновано тепловыми, аэродинамическими и гидравлическими расчетами мощных парового энергетического и/или водогрейного котлов с одновременной работой типовой факельно-слоевой топки с цепной решеткой. Расчеты основаны на результатах теплотехнических испытаний при сжигании Казахстанских рядовых каменных длиннопламенных углей марки Д и бурых углей с содержанием летучих до $V_r = 44 \%$ как в механических слоевых топках с цепной решеткой, так и в слоевых топках с ручным обслуживанием и на анализе большого объема материала по эффективному сжиганию энергетических углей Казахстана на крупных станциях в мощных энергетических котлах.

Расчетами подтверждено, что комбинированное камерное с факельно-слоевым сжиганием углей разного качества с учетом всех заявляемых компонентов существенно снижает выбросы твердых частиц золы порядка на 12 – 15 % от существующих выбросов на единицу мощности котла.

Реализация заявляемого способа комбинированного сжигания разных по фракционному составу углей и надежная подсветка факела основных пылеугольных горелок позволит экономить финансовые и материальные ресурсы за счет исключения в перспективе мазутной растопки крупных энергетических котлов и мазутного хозяйства. Расчетный анализ при сравнении заявляемого способа комбинированного сжигания разных по качеству углей и необходимой для этого способа инфраструктуры с мазутным хозяйством и мазутной растопкой показывает определенные существенные преимущества заявляемого способа и конструкции.

Растопка факельно-слоевых топок с цепными решетками обратного и прямого хода достаточно отработана и проста. Растопка котла с холодного состояния производится переносом горящего в слое кускового угля из соседнего котла через специальную дверцу или предварительной растопкой дров непосредственно на цепной решетке котла с холодного состояния с забросом свежей порции угля на разгонную плиту и далее на решетку из загрузочного бункера скребковым питателем или механическим питателем.

Новый предлагаемый профиль комбинированной камерной топки совмещенной с факельно-слоевыми топками исключает применение, так называемой холодной воронки, присутствующих в традиционных котельных агрегатах, где вместо холодной воронки устанавливаются факельно-слоевые топки, требующие для каждой конструкции котла свое конструкторское решение с компоновками основных пылеугольных горелок и компоновок поддерживающих основной факел в топке котла подсвечивающих щелевых, пылеугольных спутных и противоположных горелок.

Таким образом, применение комбинированной камерной топки совмещенной с одной или несколькими факельно-слоевыми топками в компоновке котлов паровой производительностью до 950-1000 т/час или водогрейных котлов тепловой мощностью до 220 МВт, обеспечивает эффективное сжигание нескольких различных (одной и более) видов твердого топлива с экономичным и экологически оптимальным режимом работы с высоким КПД.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ комбинированного сжигания твердого топлива, включающий камерное пылевидное и факельно-слоевое сжигание энергетических и длиннопламенных углей, *отличающийся* тем, что растопка основных пылеугольных горелок в камерной топке производится с помощью факела подсвечивающих щелевых горелок, которые в свою очередь воспламеняются от пламени факельно-слоевой топки, при этом одновременно сжигается энергетический уголь с расходом от 72 до 77% от общего расхода угля на котел в пылеугольных горелках камерной топки и рядовой каменный длиннопламенный уголь марки Д с расходом от 15 до 20% от общего расхода угля на котел в факельно-слоевой топке с верхним забросом фракций не более 50-60 мм на решетку к тыльной стенке слоевой

топки, а размолотый до пылевидного состояния каменный длиннопламенный уголь марки Д или бурый с содержанием летучих до 44% сжигается с расходом до 8% от общего расхода угля на котел в подсвечивающих пылеугольных щелевых соосных и противоположных с основными пылеугольными горелками котла и размещенных между слоевой топкой и основными пылеугольными горелками в нижней части камерной топки котла, причем тангенциальный ввод третичного воздуха с расходом от 5 до 10% подается над основными пылеугольными горелками с правым вращением с образованием вращения общего факела с диаметром вписанного круга от $0,5 \times H_t$ до $0,7 \times H_t$ (H_t - ширина камерной топки), от общего расхода по поперечному сечению топки для котлов паровой производительностью до 950 - 1000 т/час или водогрейных котлов до 220 МВт.

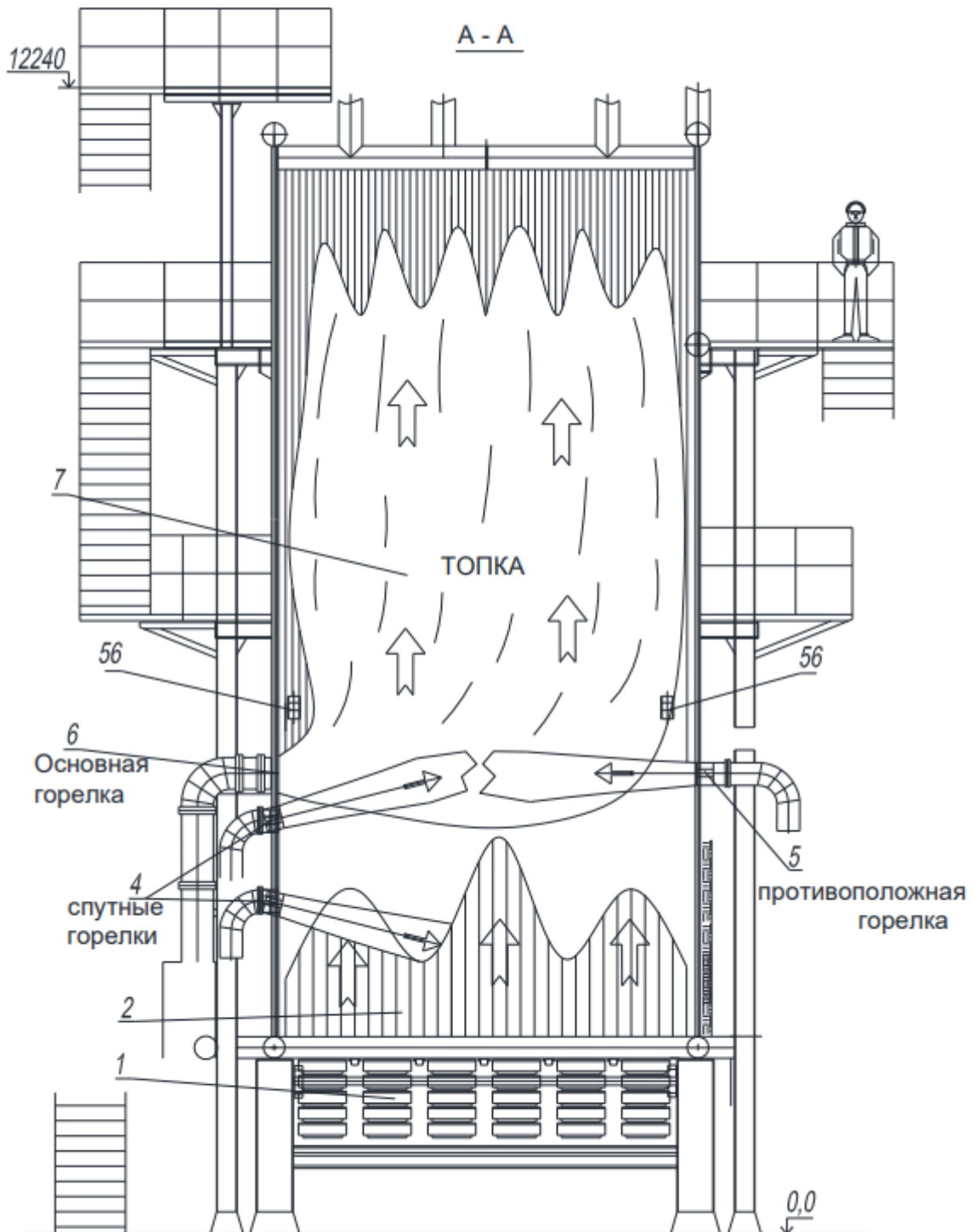
2. Топка для комбинированного сжигания твердого топлива, состоящая из камерной топки с основными пылеугольными горелками, с подсвечивающими пылеугольными щелевыми соосными и противоположными горелками, с тангенциальными горелками и факельно-слоевой топкой содержащей экраны из трубных панелей соединенных с коллекторами, цепную решетку, бункер с питателем, *отличающаяся* тем, что камерная топка совмещена с факельно-слоевой топкой, причем подсвечивающие пылеугольные щелевые спутные и противоположные горелки камерной топки размещены ниже уровня (продольных осей) основных пылеугольных горелок на расстоянии от $1,2 \pm 0,35$ метра, а от полотна цепной решетки факельно-слоевой топки на высоте порядка $2,0 \pm 0,5$ метра, при этом нижняя часть слоевой топки соединена гидравлическим затвором с приемником шлака и золы под факельно-слоевой топкой.

3. Топка для комбинированного сжигания твердого топлива по п.5, *отличающаяся* тем, что регулируемые вверх - вниз подвижные направляющие листы с устьем подсвечивающих пылеугольных щелевых соосных и противоположных горелок камерной топки отклоняются на суммарные углы в пределах от

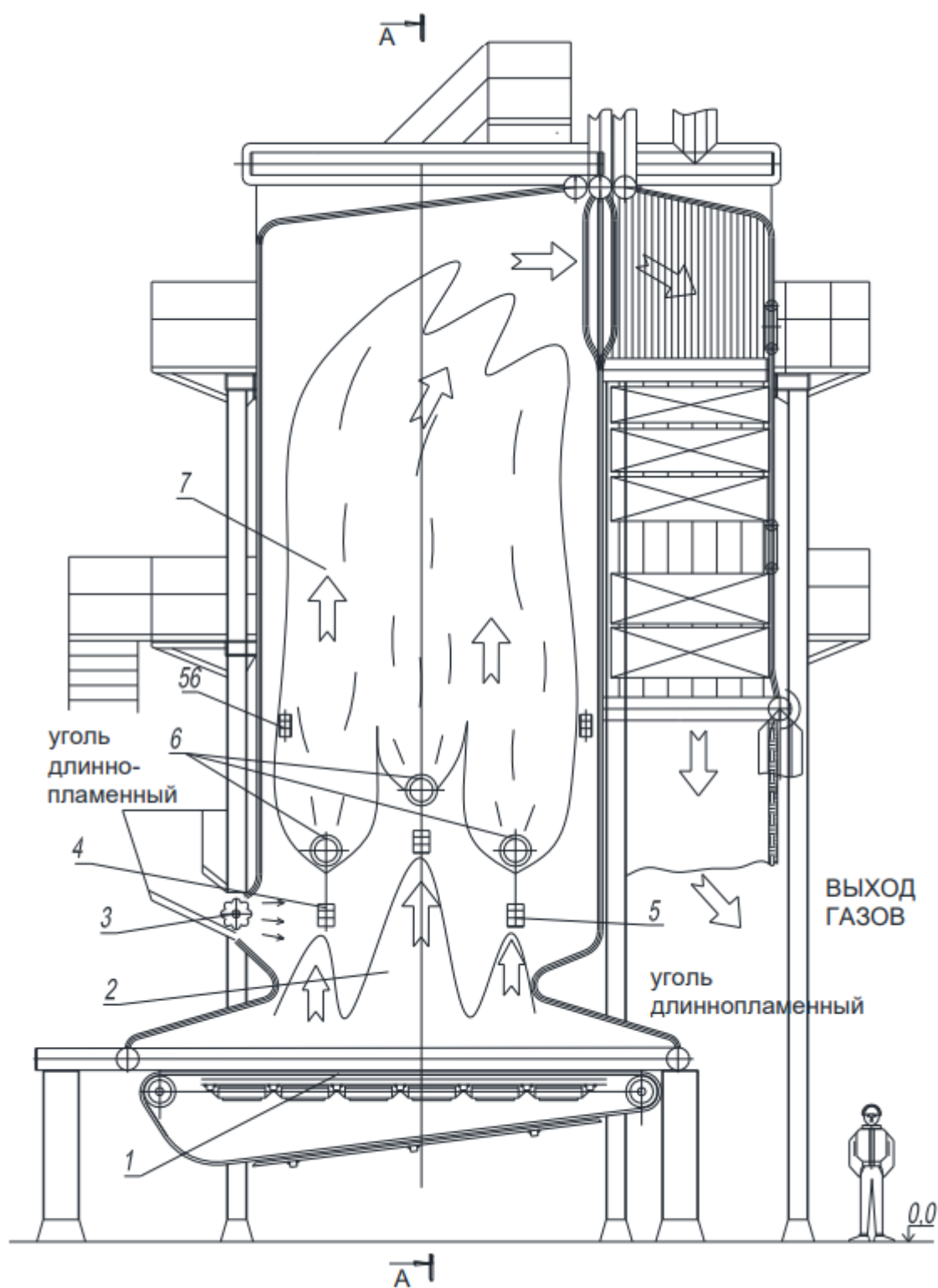
уровня факела над слоем факельно-слоевой топки от минус $25^\circ \pm 5^\circ$ и до плюс $25^\circ \pm 5^\circ$ относительно горизонта или совмещены с осью основных пылеугольных горелок, а с противоположных сторон направлены или достают до корня факела основных пылеугольных горелок.

4. Топка для комбинированного сжигания твердого топлива по п.5, *отличающаяся* тем, что корпус с топочными экранами призматической топочной камеры ниже пояса основных пылеугольных горелок камерной топки переходит в экраны факельно-слоевой топки с цепной решеткой, при этом между нижними коллекторами экранов камерной топки и экранами факельно-слоевой топки расположены компенсаторы теплового расширения.

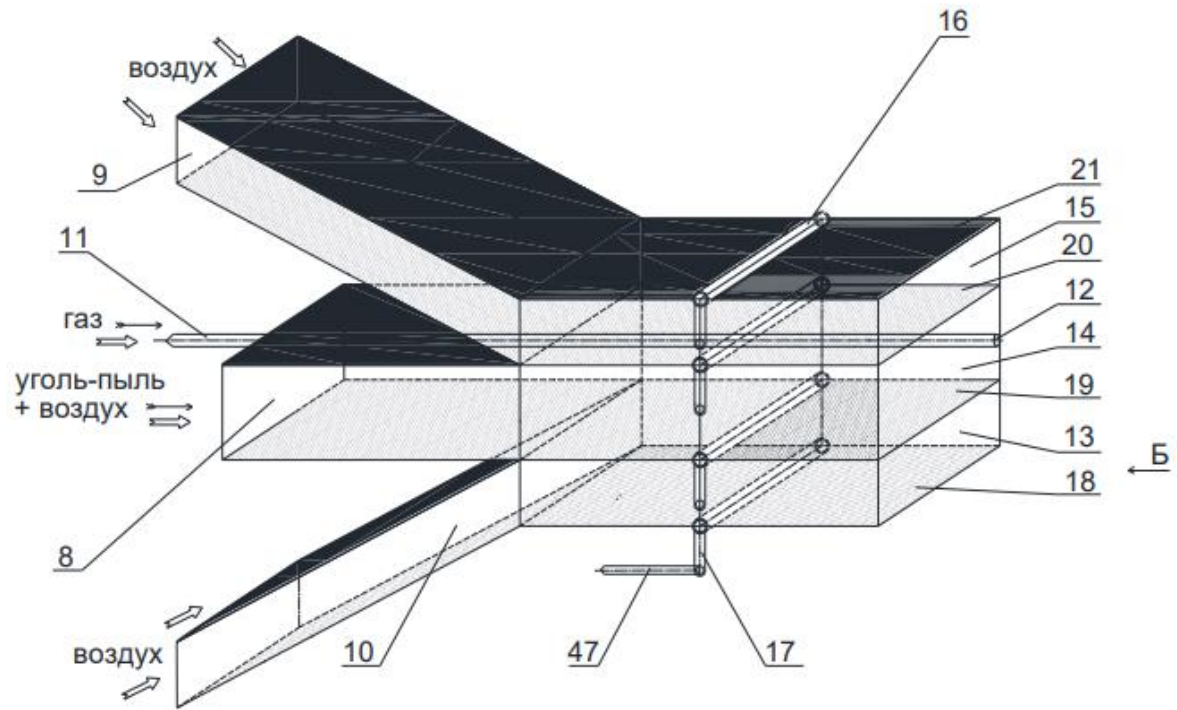
5. Топка для комбинированного сжигания твердого топлива по п.5, *отличающаяся* тем, что подсвечивающие пылеугольные щелевые соосные и противоположные горелки дополнительно укомплектованы автоматическим блоком газооборудования и комплексной схемой работы воздушных шиберов, каналов подачи аэросмеси и воздуха, запорных и электромагнитных клапанов, затворов, автоматов для синхронизации розжига и для включения двигателя забрасывателя и датчиков.



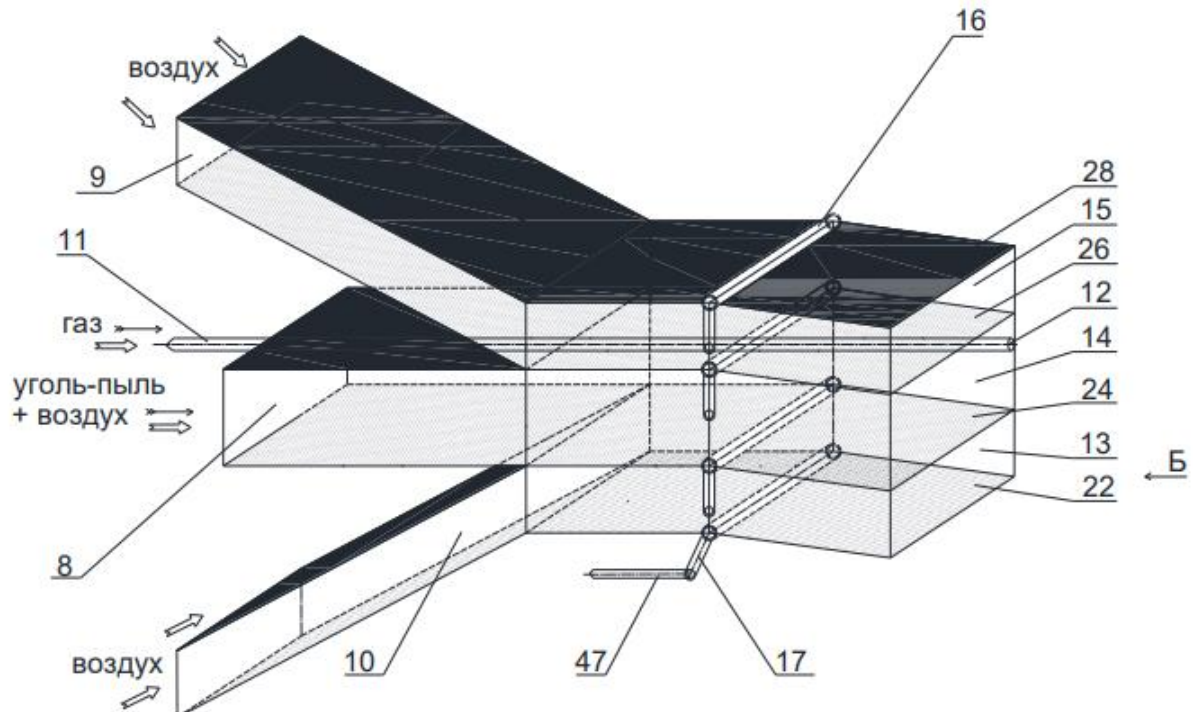
Фигура 1



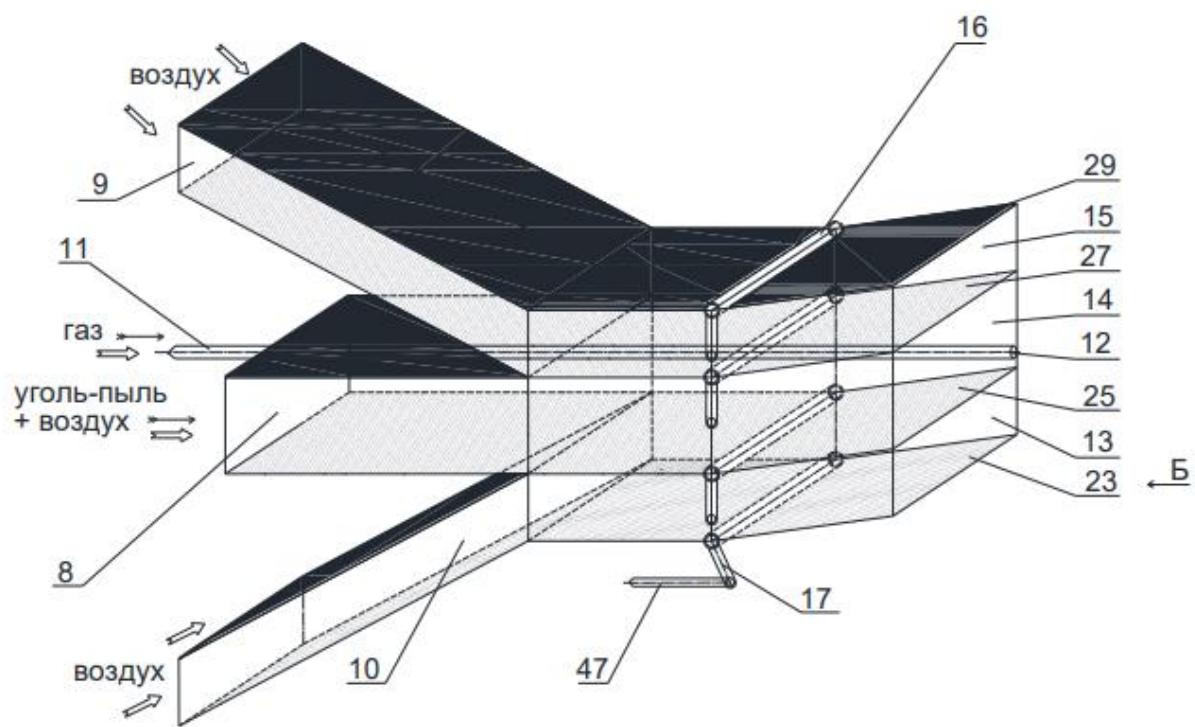
Фигура 2



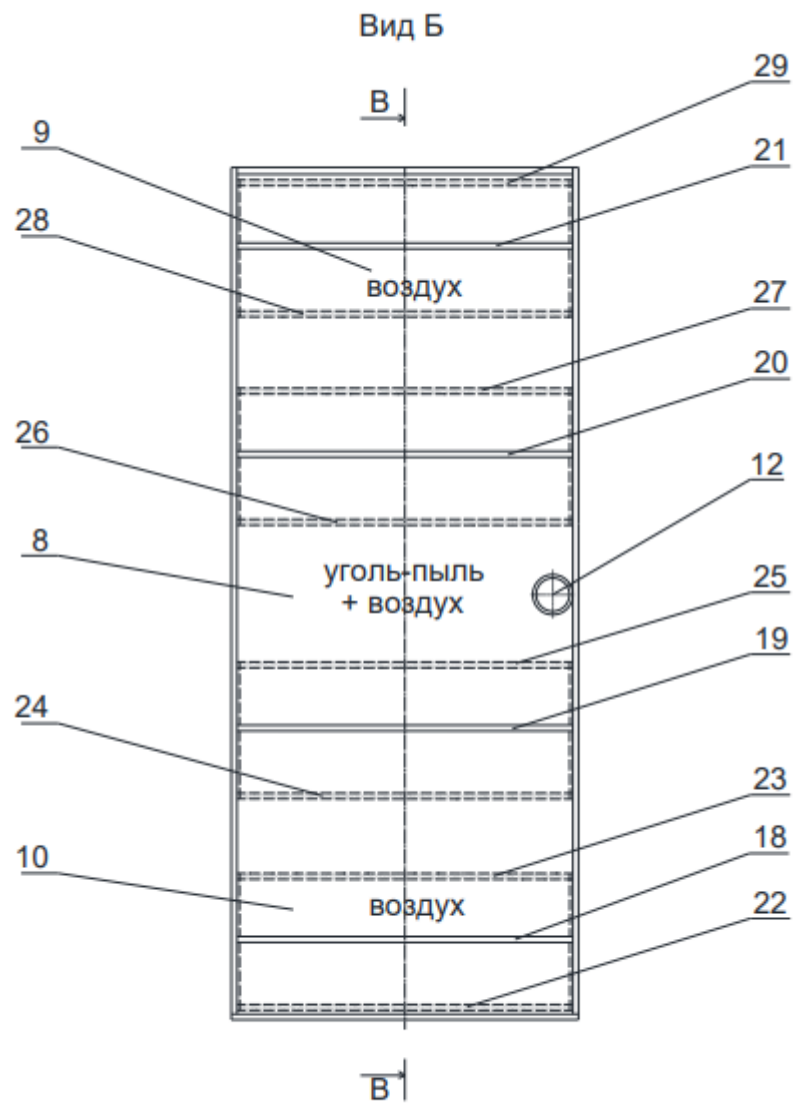
Фигура 3а



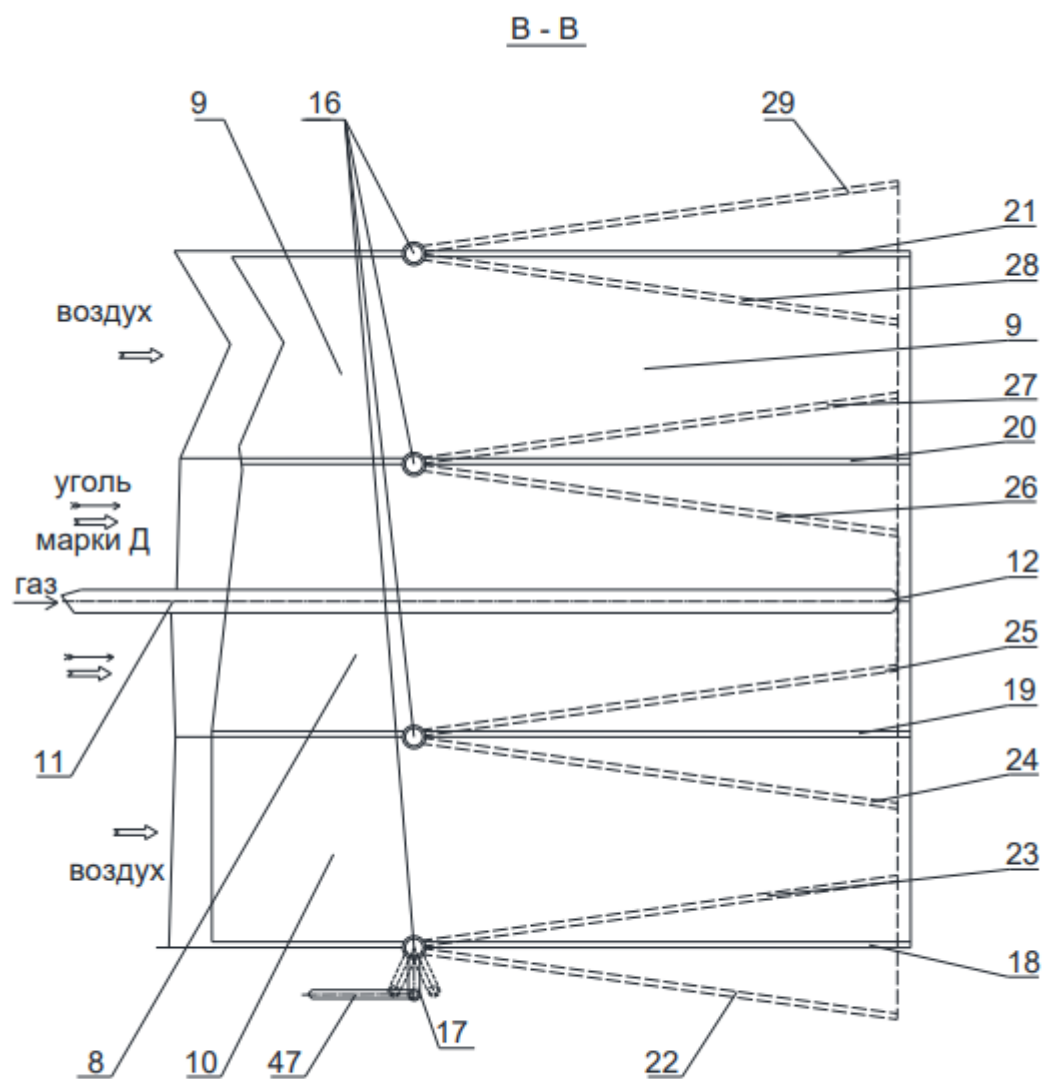
Фигура 3б



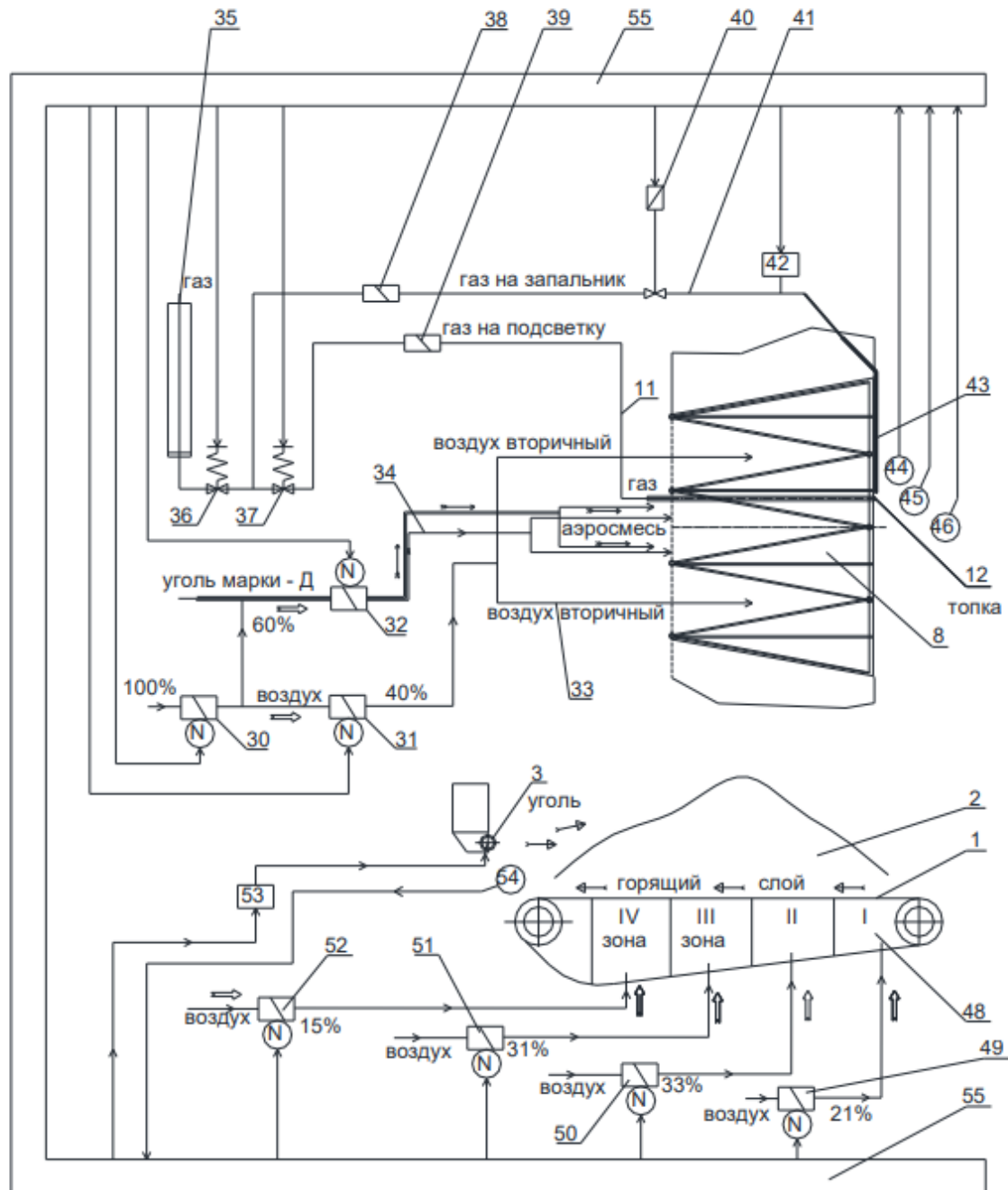
Фигура 3в



Фигура 4



Фигура 5



Фигура 6