

**УДК 662.741.355.002.5****С.Ю. СТЕЛЬМАЧЕНКО**, ведущий инженер, **П.П. КИНЯКИН**, начальник группы

Государственное предприятие по проектированию предприятий коксохимической промышленности (ГП «Гипрококс»), г. Харьков

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ВНЕДРЕНИЕМ УСТАНОВКИ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 160 Т/ЧАС ПО КОКСУ**

Разработана установка сухого тушения кокса с камерой тушения производительностью 160 т/час по потушенному коксу. Определены основные технологические параметры камеры тушения, представлены усовершенствованные конструкции основного технологического оборудования камерной части установки.

**Ключевые слова:** камера тушения, устройство дутьевое, газовые потоки, моделирование, подъемник, устройство загрузочное, устройство разгрузочное, вагон для перевозки раскаленного кокса.

Ужесточение экологических норм, необходимость внедрения энергосберегающих технологий, повышение требований к качеству кокса на фоне ухудшения сырьевой базы – все это предопределяет приоритет сухого тушения кокса на обозримую перспективу.

Утилизация тепла раскаленного кокса позволяет обеспечить коксохимическое производство паром, горячей водой, электроэнергией, а внедрение технологии сухого тушения позволяет практически полностью исключить выбросы в процессе тушения кокса. Кокс сухого тушения характеризуется не только меньшей влажностью, но и большей прочностью – в доменном производстве его расход снижается, как минимум, на 3 %.

Предпосылки для проектирования установок сухого тушения кокса (УСТК) с камерами большой емкости – снижение удельных капитальных затрат на строительство и обслуживание, а также снижение расхода некоторых средств производства; уменьшение влияния цикличности выдачи кокса на равномерность производства пара на УСТК; уменьшение количества источников вредных выбросов.

Возможным вариантом исключения цикличности является организация подтопки для нагрева инертных газов перед их поступлением в котел-утилизатор УСТК.

Гипромез для ОАО «Западно-Сибирский меткомбинат» (ОАО «ЗСМК») разработал утверждаемую часть рабочего проекта сооружения теплоутилизационной станции УСТК коксохимического производства с установкой трех паровых турбин мощностью по 6 МВт с противодавлением пара примерно 0,8–1,0 МПа [1]. Пар после турбин предусмотрено использовать для технологических

нужд коксохимического производства и других объектов комбината.

В Японии внедряют моноблочные УСТК большой единичной мощности – 120–170 т/час, что снижает удельные капитальные затраты на строительство. Освоена работа котлов-утилизаторов с повышенными параметрами вырабатываемого пара. На одном из предприятий Германии УСТК отличается камерой-накопителем увеличенных размеров для компенсации неравномерности поступления кокса на тушение. Инертный газ подается параллельно в тушильную камеру и камеру-накопитель. В случае применения на производстве моноблочной УСТК повышаются требования к надежности работы ее оборудования при отсутствии резервных блоков. Все это заставляет искать новые пути совершенствования технологии и модернизации оборудования УСТК.

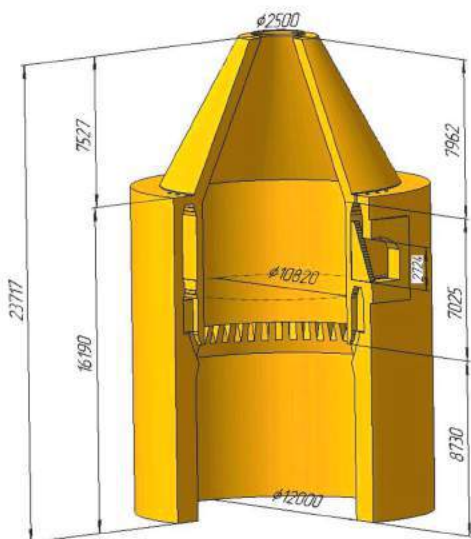
**Разработка основного технологического оборудования камерной части УСТК.** Принцип тушения в УСТК заключается в охлаждении горячего кокса инертными газами, циркулирующими в замкнутом контуре между камерой, наполненной горячим коксом, и котлом-утилизатором. Извлечение тепла из раскаленного кокса основано на теплообмене посредством прямого контакта циркулирующих инертных газов с раскаленным коксом и передаче этого тепла в котел-утилизатор [2]. В качестве аналога была принята камера производительностью 70 т/час по коксу.

Для камеры производительностью 160 т/час расчетным путем были найдены оптимальные геометрические характеристики камеры коксования (табл. 1, рис. 1).

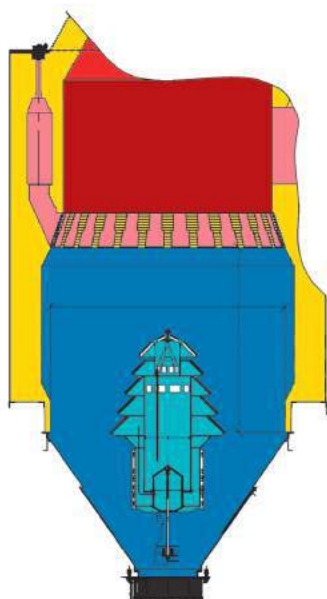


**Таблица 1 – Геометрические характеристики в сравнении с УСТК предыдущей конструкции**

Производительность УСТК по потушенному коксу, т/час	70	160
Количество косых ходов, шт.	32	52
Общая высота кладки УСТК, м	17,54	23,717
Диаметр кладки УСТК, м	10,000	14,820
Объем камеры суммарный (без разгрузочной воронки), м <sup>3</sup>	586,4	1602



**Рисунок 1 – Кладка камеры тушения**



**Рисунок 2 – Отношение высоты зоны тушения к диаметру зоны**

Изменено также отношение высоты зоны тушения к диаметру зоны тушения (рис. 2) по сравнению с камерами меньшей производительности, при этом высота зоны тушения определяется от начала зоны тушения в огнеупорной кладке до начала косых ходов, а диаметр зоны

тушения – по наибольшему диаметру зоны тушения в огнеупорной кладке.

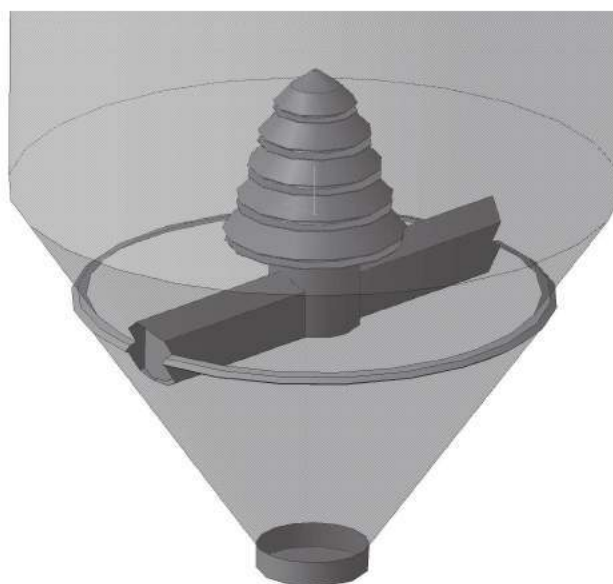
Отношение высоты зоны тушения к диаметру зоны тушения (в сравнении с УСТК предыдущей конструкции):

- УСТК производительностью 70 т/час – 0,8;
- УСТК производительностью 160 т/час – 0,65.

Следовательно, зона тушения увеличена в ширину в большей мере, чем в высоту, что вызвано стремлением уменьшить капитальные затраты на строительство, неизбежно связанные с увеличением высоты конструкции.

В ходе проектирования УСТК с камерой производительностью 160 т/час по потушенному коксу были разработаны конструкции оборудования, позволяющие существенно улучшить технологические показатели процесса тушения кокса и повысить экологическую безопасность установки.

**Дутьевое устройство** (рис. 3), предназначенное для подачи и распределения циркуляционных газов в нижнюю часть камеры – зону тушения кокса, состоит из балки-газохода с распределительной дутьевой головкой и системы подводящих газопроводов циркуляционного газа с дроссельными клапанами. В центральной части балка-газоход имеет перегородку, разделяющую ее объем на две части – левую и правую, соединенные с внутренней и наружной цилиндрическими камерами дутьевой головки. Из этих камер газ попадает соответственно в верхние и нижние ярусы головки и равномерно распределяется по высоте зоны тушения. Наружная поверхность дутьевого устройства футеруется чугунными плитами. Циркуляционный газ с температурой 130 °С из подводящих газопроводов поступает в балку-газоход и далее, через щели, – в объем камеры.



**Рисунок 3 – Дутьевое устройство**



**Моделирование газовых потоков в камере УСТК.**

Очевидно, что одного только увеличения размеров камеры тушения недостаточно для повышения производительности УСТК. Такое увеличение не может быть бесконечным на фоне увеличения капитальных затрат. Совершенствование технологии сухого тушения должно вестись в направлении повышения эффективности охлаждения кокса, для чего необходимо решить проблему равномерного заполнения газами дутья всего пространства зоны тушения, а следовательно, применить современные программные средства, позволяющие моделировать направление движения потоков в камере УСТК.

Была создана сетка из конечных объемов, заданы исходные параметры на входе в зону тушения и принято допущение, что камера не заполнена коксом. Данное допущение основано на рекомендациях профессора Старовойта А.Г. [3], который отмечал: «представляет интерес изучение распределения в незаполненных емкостях. Так, при достижении приемлемого распределения газового потока в незаполненной емкости можно гарантировать такое же распределение и при наличии засыпи. Даже неравномерная по порозности засыпь будет способствовать улучшению его распределения».

В результате расчетов выяснилось (рис. 4), что газовые потоки направляются от дутьевого устройства не горизонтально к стенкам (как полагали раньше), а вниз – в соответствии с направлением, задаваемым его ярусами. Далее потоки поднимаются вдоль стен к косым ходам. При этом имеются значительные пространства в зоне тушения, не заполненные газами дутья, что говорит о малой эффективности увеличения объема зоны тушения при использовании дутьевого устройства традиционной конструкции. В этом случае увеличение высоты

существующего дутьевого устройства и добавление новых ярусов не даст никакого эффекта.

В зоне тушения присутствует также обратный ток нагретых газов, идущих с меньшей скоростью и в меньшем количестве.

В камере большой емкости с внутренним диаметром 12 м возникла необходимость подачи дутья и по периферии зоны тушения, чтобы обеспечить тушение кокса в пристенной области камеры – с этой целью предусмотрена подача циркуляционного газа через периферийную щель. По результатам моделирования (рис. 4б) применение кольцевой щели в нижней части зоны тушения дает положительный эффект: нижняя часть камеры хорошо заполняется газами дутья. По всей видимости, в этой зоне и происходит основное тушение кокса при существующем распределении дутья.

Из вышеизложенного следует:

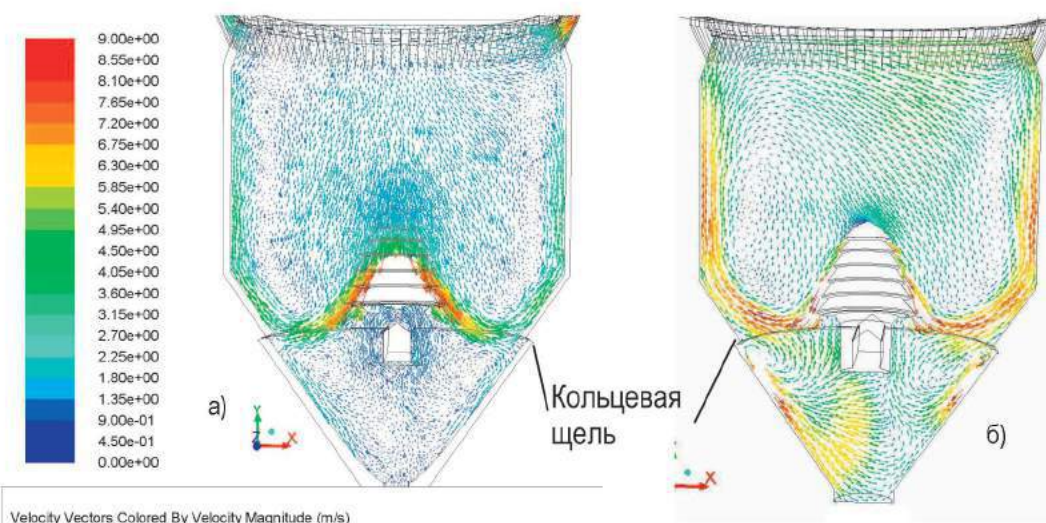
1. Распределение потоков зависит:

- в первую очередь, от направления потоков на выходе из дутьевого устройства, задаваемого ярусами дутьевого устройства;
- от расстояния по горизонтали от дутьевого устройства до стен камеры;
- в меньшей мере – от расстояния по вертикали от дутьевого устройства до входа в косые ходы.

2. Наличие нижней кольцевой щели обеспечивает хорошее заполнение газами нижней части камеры тушения.

3. Для более эффективного охлаждения кокса в зоне тушения потоки должны иметь как горизонтальное, так и вертикальное направление.

**Анализ работы дутьевого устройства предыдущей конструкции.** Моделирование потоков внутри



**Рисунок 4 – Распределение скоростей потоков в камере УСТК:**

а) без участия нижней кольцевой щели; б) с участием нижней кольцевой щели

(красные векторы показывают направление распределения наибольших скоростей)

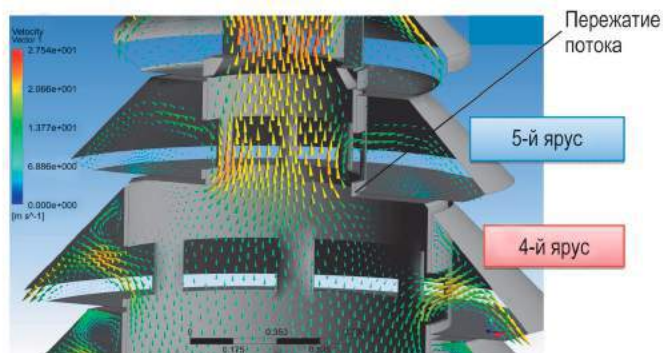
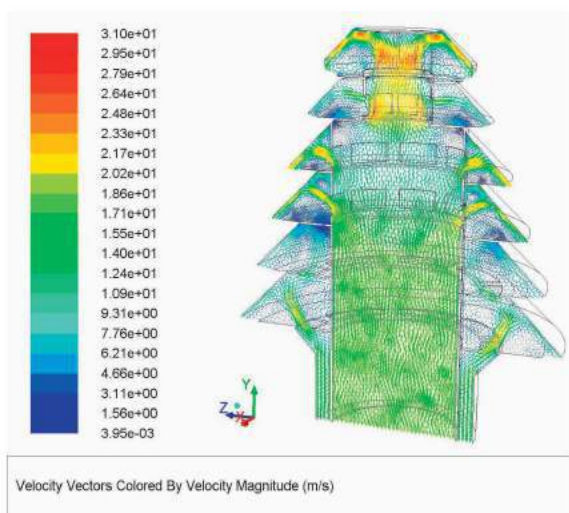




6-ярусного дистрибьютора традиционной конструкции (рис. 5) выявило значительную неравномерность распределения газов между 4-м и 5-м его ярусами (рис. 5, табл. 2), что, видимо, происходит из-за резкого пережатия газового потока в этом месте.

**Таблица 2 – Распределение потоков внутри дутьевого устройства**

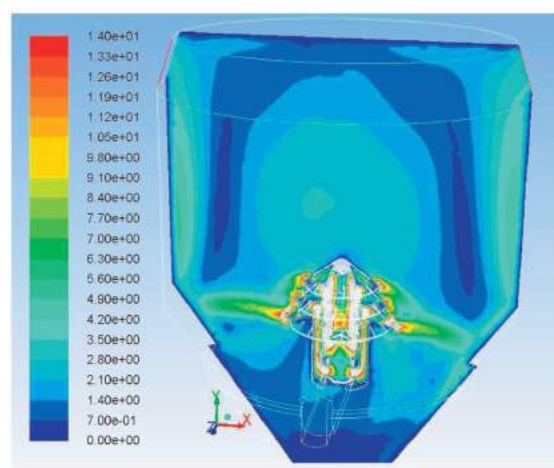
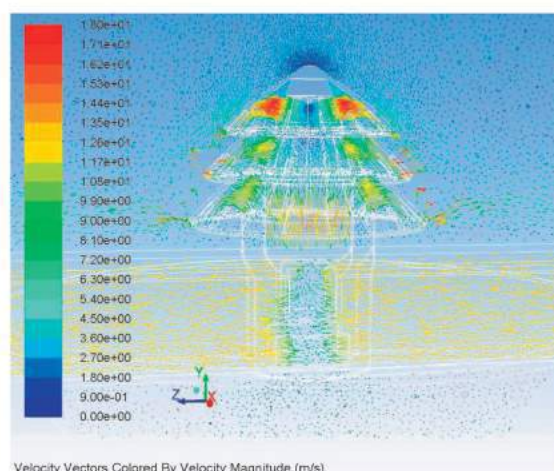
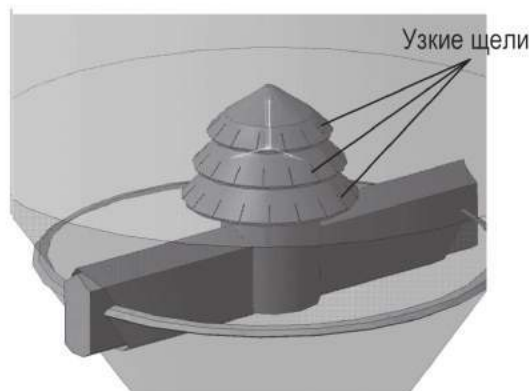
Массовый расход	кг/с	%
Внутренний вход	14,6	66,4
Наружный вход	7,4	33,6
Выход из 1-го яруса	3,4	15,5
Выход из 2-го яруса	4,1	18,6
Выход из 3-го яруса	4,3	19,5
Выход из 4-го яруса	6,0	27,3
Выход из 5-го яруса	1,4	6,4
Выход из 6-го яруса	2,8	12,7



**Рисунок 5 – Дутьевое устройство традиционной конструкции**

Новая конструкция дутьевого устройства с изменением направления выходящих потоков в зоне тушения с нисходящих на горизонтальные путем выполнения узких щелей на каждом ярусе и уменьшения сечения выходных отверстий, а также уменьшения количества

ярусов представлена на рис. 6 – скоростью напор на выходе из каждого отверстия увеличивается, что предотвращает его засорение коксом. Направление потоков от дутьевого устройства в этом случае становится более зависимым от направления ярусов, благодаря чему потоки приобретают горизонтальное направление. В новой конструкции также исключается упомянутое выше резкое пережатие потока внутри дистрибьютора.



**Рисунок 6 – Новое дутьевое устройство**

Применение дутьевого устройства новой конструкции позволит более эффективно распределить циркуляционный газ в объеме камеры тушения и, следовательно,

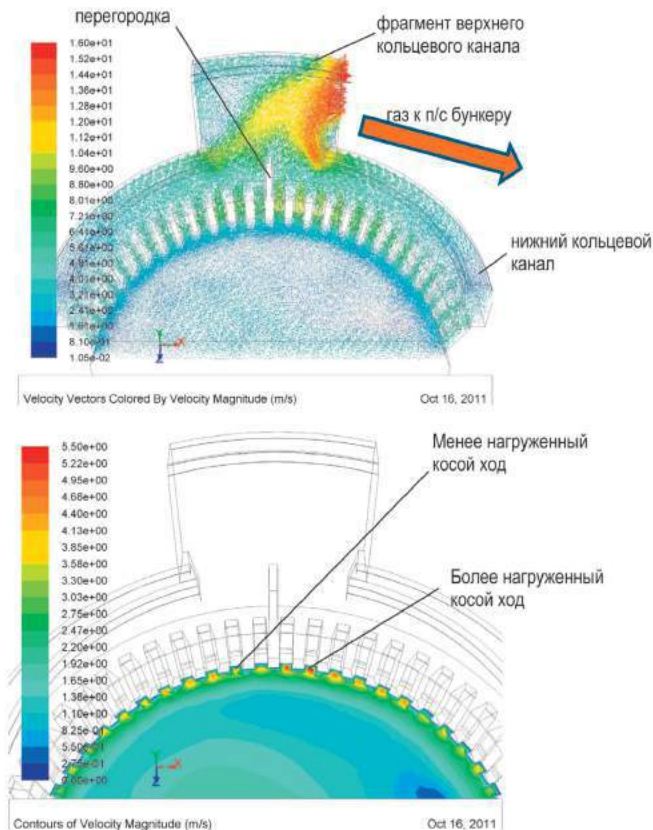


но, повысить эффективность процесса тушения кокса. При этом исключается неравномерность температур кокса в камере и снижаются затраты на циркуляцию газа.

В настоящее время Гипрококс продолжает работы по дальнейшему совершенствованию конструкции дутьевого устройства с применением компьютерного моделирования распределения потоков циркуляционного газа в объеме камеры тушения.

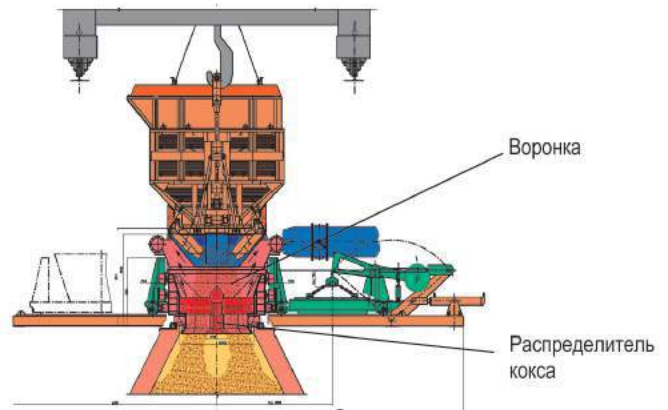
**Исследование распределения газов между косыми ходами в кладке камеры.** На практике известно, что наличие одностороннего отвода газов из камеры тушения на пылеосадительный бункер, несмотря на наличие регулирующих регистров в косых ходах, ухудшает в ней теплообмен [4]. Для уменьшения влияния этого фактора применяется второй кольцевой канал. Это позволило отводить газы из нижнего кольцевого канала уже в 2-х точках, однако эффективности этого решения оказалось недостаточно [5].

При моделировании дальнейшего движения газов в камере была выявлена асимметрия потока относительно перегородки при переходе из нижнего кольцевого канала в верхний. В косых ходах, расположенных справа от перегородки, скорости выше и, следовательно, потоки интенсивнее, чем в расположенных слева (рис. 7) – впервые это будет учтено при расстановке регистров в косых ходах.



**Рисунок 7 – Асимметрия потока относительно перегородки**

**Устройство загрузочное,** предназначенное для обеспечения процесса загрузки камеры УСТК раскаленным коксом и герметизации загрузочного люка камеры в процессе тушения кокса (рис. 8), состоит из следующих основных узлов: подвижной направляющей металлической воронки, люка камеры с гидрозатвором, механизма открывания крышки камеры и передвижения воронки, механизма опускания воронки, коллекторов системы аспирации.



**Рисунок 8 – Устройство загрузочное**

При работе данного устройства из исходного положения, при котором крышка камеры закрыта и воронка отведена, включается привод механизма подъема крышки. После подъема в крайнее верхнее положение крышка отводится от люка и одновременно с этим воронка устанавливается по оси загрузочного люка, затем воронка опускается в нижнее положение и устанавливается на опоры, при этом фартук горловины воронки погружается в гидрозатвор люка, препятствуя выбиванию в атмосферу пыли и газов при загрузке. В этом положении устройства кузов с раскаленным коксом устанавливается над воронкой, донные затворы кузова открываются и кокс через воронку поступает в камеру тушения.

Образующаяся в процессе загрузки камеры раскаленным коксом пылегазовая смесь в количестве около 45000 м<sup>3</sup>/час с содержанием пыли до 15 г/м<sup>3</sup> отводится через коллекторы системы аспирации на очистку в рукавных фильтрах. После загрузки камеры коксом происходит возврат загрузочного устройства в исходное положение в обратном порядке.

К главным конструктивным особенностям данного загрузочного устройства относятся следующие:

- установка в воронке конусного распределителя кокса. Наличие конусного распределителя обусловлено тем, что камера тушения имеет внутренний диаметр 12000 мм и при загрузке ее через воронку без распределителя загружаемый кокс под углом есте-





ственного откоса заполняет камеру главным образом в ее осевой области, в то время как пристенное пространство остается незаполненным. При таком условии невозможно обеспечить высокий коэффициент заполнения камеры. Кроме того, наблюдается распределение более крупных фракций кокса в пристенной области камеры, а мелких – в осевой области. В результате такой неоднородности засыпи кокса ухудшаются температурный и гидравлический режимы и увеличиваются энергозатраты на прокачку циркуляционного газа. Применение конусного распределителя кокса обеспечивает более эффективное заполнение объема форкамеры, что позволяет сделать ее компактнее, а также достичь равномерного распределения кокса по фракциям в объеме камеры, т.е. крупные фракции – в пристенной и осевой областях, более мелкие – в промежутках между крупными. Температурный и гидравлический режимы в камере стабилизируются и повышается качество кокса. Данные преимущества позволяют сократить объем циркулирующего газа, а следовательно, затраты энергии на его прокачку.

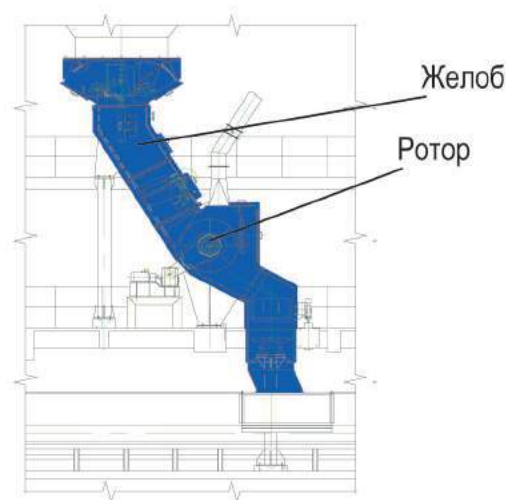
- возможность вертикального хода воронки позволяет оптимально расположить рассекатель в верхней части камеры, а наличие специального фартука на горловине воронки, который погружается в гидрозатвор при загрузке, исключает выбросы пыли и газов в зоне стыка воронки и люка камеры.
- усовершенствованная конструкция системы аспирации загрузочного устройства с отсосом пылегазовой смеси по периметру верхней части воронки позволяет эффективно улавливать выбросы в этой зоне и исключить загрязнение атмосферы.

**Устройство разгрузочное** непрерывного действия, предназначенное для обеспечения равномерной выгрузки потушенного кокса из камеры и обеспечения равномерной укладки его на ленту конвейера, применяется взамен разгрузочного устройства шлюзового типа. Первоначально применяемое на всех УСТК устройство шлюзового типа включало отсекатели потока кокса, два последовательно расположенных бункера (дозированный и промежуточный) с затворами, управляемыми электроприводами, и рампу. При работе данного устройства кокс, пройдя последовательно систему отсекателей и бункеров, выгружался на конвейер порциями 2–4 м<sup>3</sup>.

Недостатком этого устройства является то, что при порционной выгрузке имеют место колебания температуры потушенного кокса, который, попадая на конвейерную ленту неравномерно, создает пиковые перегрузки как на конвейере, так и на коксортировке. Кроме того,

при порционной выгрузке происходят выбросы газов, образующихся в межжусковом пространстве кокса, когда кокс, высыпавшийся из дозирующего бункера в промежуточный, действует как поршень, выталкивая газы через неплотности затвора.

Гипрококс разработал разгрузочное устройство непрерывного действия (рис. 9), состоящее из приемного устройства с секторными затворами, наклонного футерованного желоба с расположенным в нем регулирующим клапаном, роторного питателя и направляющего желоба. Привод роторного питателя – электромеханический, причем число оборотов питателя регулируется числом оборотов электродвигателя с помощью частотного преобразователя.



**Рисунок 9 – Устройство разгрузочное**

Потушенный кокс из выпускного отверстия воронки по желобу поступает в роторный питатель и затем выгружается на ленточный конвейер, который транспортирует кокс на коксортировку. Для предотвращения утечек циркуляционного газа в конвейерную галерею предусмотрена линия рециркуляции из желоба разгрузочного устройства в пылеосадительный бункер. На этой линии установлен автоматический регулирующий клапан, с помощью которого поддерживается заданное давление в желобе. Кроме того, предусмотрен отсос пылегазовой смеси от узла выгрузки кокса на конвейер, что предотвращает выбросы пыли в атмосферу.

Основные преимущества рассмотренного разгрузочного устройства – равномерность выгрузки кокса со стабильной температурой на конвейер без создания пиковых перегрузок; возможность регулирования скорости выгрузки кокса на конвейер в широком диапазоне; низкое энергопотребление (в постоянной работе задействован только один привод – привод роторного питателя); отсутствие выбросов в атмосферу.



**Вагон коксовозный** (рис. 10), предназначенный для приема раскаленного кокса из печей коксовой батареи, транспортировки его электровозом и выгрузки в камеру УСТК, состоит из кузова и лафета с направляющими.

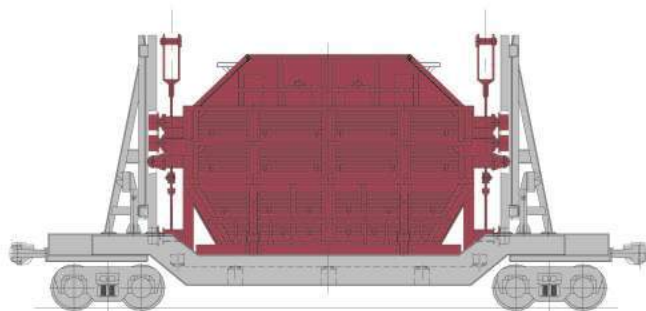


Рисунок 10 – Вагон коксовозный

Несмотря на простоту конструкции и достаточную надежность работы, данный вагон имеет ряд недостатков. Низкий коэффициент заполнения кузова (~0,65), при котором фактически коксом заполнено только 2/3 объема, что обусловлено как геометрией кузова, так и фиксированной траекторией движения потока кокса, выдаваемого из печи в кузов, – это в свою очередь приводит к тому, что центр тяжести груженого кузова смещен в сторону от его продольной оси и при подъеме кузова подъемником происходит повышенный износ направляющих подъемной шахты. Также имеет место неоднородное распределение крупных и мелких фракций кокса в объеме кузова (эффект сегрегации). Следовательно, при загрузке кокса в камеру тушения эта неоднородность сохраняется и в объеме камеры, что вызывает неоднородность температур кокса и сопротивлений в разных зонах камеры, т.е. оказывает негативный эффект на процесс тушения и качество кокса. Кроме того, требуется увеличение подачи инертного газа на тушение (в среднем на 400 м<sup>3</sup>/т кокса).

С целью устранения указанных выше недостатков для транспортировки раскаленного кокса разработана новая конструкция коксовозного вагона с вращающимся кузовом (рис. 11), состоящая из следующих основных элементов – лафета с механизмом поворота и роликами для опирания кузова; опорной кольцевой рамы с подъемными серьями; кузова для транспортировки раскаленного кокса.

При подаче вагона на загрузку к очередной коксовой печи кузов установлен на опорных роликах лафета и входит в зацепление с механизмом поворота. Перед началом выдачи кокса из печи включается механизм поворота – кузов начинает вращаться. Поток выдаваемого кокса попадает в зону между центром кузова и его стенкой и равномерно распределяется по его объему за счет вращения (траектория укладки потока кокса в кузове

подобна спирали). При этом исключается наличие незаполненных коксом зон, а также происходит равномерное распределение кокса по фракциям в объеме кузова. После заполнения кузова раскаленным коксом механизм поворота выключается – вагон доставляется электровозом к установке сухого тушения кокса. Посредством подъемника кузов устанавливается на опоры загрузочного устройства, при этом происходит плотная стыковка кольцевой опорной поверхности кузова с опорной плоскостью загрузочного устройства, что предотвращает выброс пыли из этой зоны при загрузке. После загрузки камеры коксом кузов возвращается на лафет.

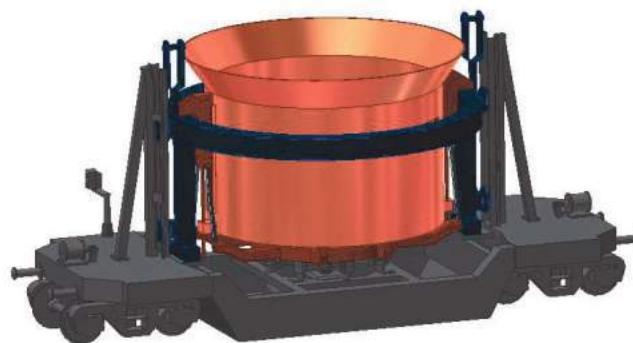


Рисунок 11 – Вагон коксовозный с вращающимся кузовом

Основными преимуществами рассмотренного вагона с вращающимся кузовом являются:

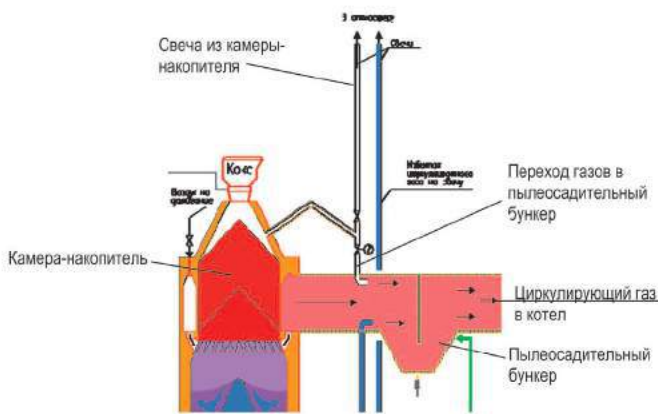
- высокая эффективность использования объема кузова цилиндрической формы (коэффициент заполнения кузова – 0,85), что позволяет уменьшить массу кузова на 1/3 по сравнению с прямоугольным кузовом;
- равномерность заполнения кузова, при котором центр тяжести находится на его центральной вертикальной оси, обеспечивает строго вертикальный подъем без наклона кузова и позволяет снизить износ металлоконструкций подъемной шахты и деталей кузова, что сокращает количество ремонтов и уменьшает нагрузку на механизм подъема;
- цилиндрическая форма кузова, обеспечивающая более высокую жесткость конструкции по сравнению с прямоугольной формой, в условиях высоких температур способствует значительному улучшению герметичности кузова и, следовательно, предотвращает перегрев его каркаса;
- наличие в нижней части кузова кольцевой опорной поверхности для стыковки с опорной плоскостью загрузочного устройства, позволяющее создать надежное уплотнение этих зон и исключить выбросы пыли в атмосферу;
- равномерное распределение крупных и мелких фракций кокса в объеме кузова, способствующее





их равномерному распределению в объеме камеры тушения после загрузки кокса, что исключает значительный перепад температур и сопротивлений кокса в разных зонах камеры, повышает эффективность процесса тушения и улучшает качество кокса, а также позволяет уменьшить подачу инертного газа на тушение (в среднем на 400 м<sup>3</sup>/т кокса) и, следовательно, применять тягодутьевые машины (дымососы) меньшей мощности, что существенно снижает расход электроэнергии.

**Свеча камеры-накопителя.** Для моноблочной УСТК производительностью 160 т/час было заложено следующее изменение в технологической схеме – использование свечи камеры-накопителя для регулирования давления под сводом камеры при загрузке кокса (рис. 12).



**Рисунок 12 – Переход газов из камеры в пылесадительный бункер**

Ранее эта свеча не участвовала в технологическом процессе и заглушалась после разогрева камеры. Теперь она имеет соединение с пылесадительным бункером. На период пуска УСТК свеча соединяется с атмосферой и выполняет свои прежние функции (отвод продуктов горения коксового газа в период сушки кладки камеры). В период эксплуатации свеча отглушается от атмосферы и передает часть избытков газов загрузки в пылесадительный бункер благодаря разрежению

Розроблено установку сухого гасіння коксу з камерою гасіння продуктивністю 160 т/год з погашеного коксу. Визначено основні технологічні параметри камери гасіння, подано удосконалені конструкції основного технологічного обладнання камерної частини установки.

в нем, уменьшая таким образом выбросы в момент загрузки камеры коксом и быстрее стабилизируя давление в камере-накопителе.

## ВЫВОДЫ

Разработанные виды оборудования позволяют повысить эффективность процесса тушения кокса, снизить энергозатраты за счет увеличения производительности, улучшить экологическую обстановку на прилегающей территории. Однако увеличение размеров камеры тушения с целью повышения ее производительности не может быть бесконечным – необходимо повышать эффективность тушения кокса внутри камеры. Перспективным направлением следует считать исследование с помощью моделирования работы различных альтернативных дутьевых устройств с выполнением расчетов для заполненной коксом камеры с учетом его сегрегации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Розенблит, Г.И.** Существенное снижение энергоемкости производства при более полном и рациональном использовании вторичных энергоресурсов предприятия черной металлургии / Г.И. Розенблит // Деловая слава России. Межотраслевой альманах российской инженерной академии. – № 3. – 2006 – С. 50–52.
2. Сухое тушение кокса / М.Г. Теплитский, И.З. Гордон, Н.А. Кудрявая, М.С. Кручинин, Ю.М. Вотович. – М. : Металлургия, 1971. – 264 с.
3. **Старовойт А.Г., Гончаров В.Ф.** Рекомендации для проектной проработки блоков УСТК с производительностью 140-200 т/ч. НИР № 7083. Днепропетровский металлургический институт, кафедра МТВ. Днепропетровск, 1988. – 33 с.
4. **Давидзон, Р.И.** Мастер установки сухого тушения кокса / Р.И. Давидзон. – М. : Металлургия, 1980. – 124 с.
5. **Данилин, Е.А.** Совершенствование конструкции и режима работы установок сухого тушения кокса / Е.А. Данилин // Кокс и химия. – 2011. – № 10. – С. 39–42.

*Поступила в редакцию 15.04.2012*

Dry coke-quenching installation with 160 t/h chamber of quenched coke was developed. The basic technological parameters of the camera are determined; the advanced design of the main technological equipment of the chamber is presented.