

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042301**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.01

(21) Номер заявки
202193225

(22) Дата подачи заявки
2021.12.01

(51) Int. Cl. **C10B 55/00** (2006.01)
C10G 55/04 (2006.01)
C10G 9/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ УЛАВЛИВАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ИЗ РЕАКТОРОВ УСТАНОВКИ
ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ**

(43) **2023.01.30**

(96) **2021000127 (RU) 2021.12.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "ТАТНЕФТЬ" ИМЕНИ
В.Д. ШАШИНА; АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "ТАНЕКО" (RU)**

(56) RU-C1-2592536
RU-C2-2470064
RU-C2-2515323
US-B1-6758945
EP-A1-2891697

(72) Изобретатель:
**Маганов Наиль Ульфатович, Салахов
Илшат Илгизович, Нурмиев Альберт
Анварович, Хисматуллин Айдар
Минрауфович, Зурбашев Алексей
Владимирович (RU)**

(74) Представитель:
Ибрагимов А.Э. (RU)

(57) Изобретение относится к нефтеперерабатывающей промышленности. Способ улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования (УЗК), согласно которому во фракционирующую колонну УЗК направляют пары процесса коксования, пары продуктов прогрева коксовой камеры с $t > 280^{\circ}\text{C}$, и пары продуктов пропарки и охлаждения кокса с $t \geq 400^{\circ}\text{C}$, а пары продуктов прогрева коксовой камеры с $t < 280^{\circ}\text{C}$ направляют в емкость прогрева, пары продуктов пропарки и охлаждения кокса с $t = 180\text{--}400^{\circ}\text{C}$ отбирают в абсорбционную колонну, а при $t < 180^{\circ}\text{C}$ данных паров их направляют на охлаждение и разделение на углеводородный газ, углеводородный конденсат и кислую воду, причем углеводородный газ вовлекают в поток углеводородного газа к сепаратору фракционирующей колонны, кислую воду выводят из установки, кубовый продукт абсорбционной колонны делят на три части, причем пары из емкости прогрева выводятся во фракционирующую колонну, а часть конденсата смешивают с продуктами пропарки и охлаждения кокса и направляют в абсорбционную колонну. Технический результат заключается в снижении времязатрат на обслуживание и ремонт, а также в исключении загрязнения атмосферы.

B1**042301****042301****B1**

Изобретение относится к нефтеперерабатывающей промышленности и может быть использовано для улавливания вредных выбросов из реакторов замедленного коксования нефтяных остатков.

Известен способ улавливания вредных выбросов из реакторов коксования (патент RU № 2465302, МПК C10B 55/00, опубл. 27.10.2012 Бюл. № 30), включающий подачу продуктов прогрева реакторов в емкость прогрева с температурой выше 110°C и их последующую подачу совместно с продуктами пропарки и охлаждения кокса из реакторов в абсорбционную колонну с температурой 240-160°C, при этом жидкий нефтепродукт из абсорбционной колонны направляют в ректификационную колонну или в резервуар котельного топлива, а парогазовый поток из абсорбционной колонны отводят в сепаратор для разделения на газ, водяной и углеводородный конденсат, причем при снижении температуры продуктов пропарки и охлаждения до температуры ниже 160°C их направляют в отстойник для разделения на газ, водяной и углеводородный конденсаты, при этом жидкий нефтепродукт из абсорбционной колонны, или углеводородный конденсат из сепаратора, или углеводородный конденсат из отстойника, или их смеси частично возвращают в абсорбционную колонну в качестве острого орошения или используют в качестве компонента котельного топлива.

Недостатком известного способа является низкая степень очистки (в 2-3 раза выше предельно-допустимых норм концентрации в газе - ПДК, см. ГН 2.1.6.2492-17) из-за одноходовой очистки вредных выбросов на каждом этапе.

Наиболее близким по технической сущности является способ улавливания вредных выбросов из реакторов коксования (патент RU № 2592536, МПК C10B 55/00, опубл. 20.07.2016 Бюл. № 20), включающий подачу продуктов прогрева реакторов с температурой выше 110°C в емкость прогрева с выделением парогазовых и жидких продуктов прогрева реакторов, а продуктов пропарки и охлаждения кокса - в ректификационную и абсорбционную колонны с выделением парогазовых и жидких продуктов абсорбции, при этом из парогазовых продуктов абсорбции выделяют газ, водяной и углеводородный конденсаты, а жидкие продукты абсорбции используют частично в качестве острого орошения и циркуляции абсорбционной колонны, частично отводят в резервуар котельного топлива, частично - в ректификационную колонну, отличающийся тем, что в ректификационную колонну подают продукты пропарки и охлаждения кокса с температурой выше 400°C, а в абсорбционную колонну - продукты пропарки и охлаждения кокса с температурой 400-160°C, при этом часть жидких продуктов абсорбции совместно с частью продуктов прогрева реакторов подают на охлаждение вышеупомянутых продуктов пропарки и охлаждения до температуры 180-240°C, а парогазовые продукты прогрева реакторов направляют в ректификационную колонну.

Недостатками данного способа являются отбор на очистку продуктов пропарки и охлаждения кокса с температурой выше 400°C, что укоряет процесс износа очистного оборудования и требует больших затрат на изготовление, ремонт и обслуживание, так как для остывания оборудования до безопасных для обслуживающего персонала температур необходимо не менее суток, при этом низкая степень очистки (в 2-3 раза выше ПДК) из-за одноходовой очистки вредных выбросов на каждом этапе.

Технической задачей предполагаемого изобретения является создание способа улавливания вредных выбросов из реакторов коксования с меньшими затратами как минимум в 1,5 раза времени на обслуживание и ремонт из-за меньшей температуры очищаемых выбросов, а также исключить загрязнение атмосферы за счет циклической очистки выбросов в УЗК.

Техническая задача решается способом улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования (УЗК), включающим подачу продуктов прогрева реакторов с температурой выше 110°C в емкость прогрева с выделением парогазовых и жидких продуктов прогрева реакторов, а продуктов пропарки и охлаждения кокса - в абсорбционную колонну с выделением парогазовых и жидких продуктов абсорбции, при этом из парогазовых продуктов абсорбции выделяют газ, водяной и углеводородный конденсаты, а жидкие продукты абсорбции используют частично в качестве острого орошения и циркуляции абсорбционной колонны, частично отводят в УЗК для вовлечения в ее технологический процесс, а парогазовые продукты прогрева реакторов направляют в фракционирующую колонну.

Новым является то, что во фракционирующую колонну УЗК направляют пары процесса коксования совместно с парами продуктов прогрева коксовой камеры с температурой свыше 280°C, и в течение не более 1 часа с парами продуктов пропарки кокса с температурой не ниже 400°C, а пары продуктов прогрева коксовой камеры с температурой ниже 280°C направляют в емкость прогрева, пары продуктов пропарки реакторов и охлаждения кокса с температурой 180-400°C отбирают в абсорбционную колонну, а при снижении температуры данных паров ниже 180°C их объединяют с верхним продуктом абсорбционной колонны и направляют на охлаждение и разделение в сепараторах на углеводородный газ, углеводородный конденсат и кислую воду, причем углеводородный газ общим потоком с сепараторов вовлекают в поток углеводородного газа к сепаратору фракционирующей колонны, кислую воду общим потоком с сепараторов выводят с установки, кубовый продукт абсорбционной колонны делят на три части, первую из которых нагревают в теплообменном оборудовании и возвращают в куб абсорбционной колонны, для поддержания температуры в ней не ниже 180°C, вторую часть охлаждают в аппарате воздушного охлаждения, смешивают с частью углеводородного конденсата от сепараторов и используют в виде острого орошения абсорбционной колонны для поддержания в ней температуры вверху не выше 170°C, ос-

таток кубового продукта образует третью часть, которую направляют на установку замедленного коксования, причем пары из емкости прогрева по уравнильной линии выводятся во фракционирующую колонну, а конденсат - в объеме, позволяющем поддерживать уровень конденсата в емкости прогрева 20-85% от номинального, определённого технологическими показателями при проектировании, смешивают с продуктами пропарки и охлаждения кокса и направляют в абсорбционную колонну.

На фиг. 1 изображена схема установки для реализации способа.

На фиг. 2 изображен график изменения температуры паров коксования.

На фиг. 3 изображен график изменения температуры куба абсорбционной колонны.

На фиг. 4 изображен график изменения температуры верха абсорбционной колонны.

На фиг. 5 изображен график изменения температуры конденсата из емкости прогрева.

На фиг. 6 изображен график изменения температуры кубового продукта абсорбционной колонны после теплообменника.

Основными источниками вредных выбросов УЗК (не показана) являются продукты пропарки и охлаждения кокса и пары продуктов прогрева, отводящиеся из реакторов УЗК. Наиболее агрессивными и энергоемкими являются продукты пропарки и охлаждения кокса температурой более 400°C ($t > 400^\circ\text{C}$) и пары продуктов прогрева температурой более 280°C ($t > 280^\circ\text{C}$), которые сразу направляют в фракционирующую колонну (не показана) для повторного использования в УЗК для использования тепла этих элементов и повторной переработки для снижения вредных выбросов. Процесс пропарки и охлаждения кокса продолжается не более одного часа (практические данные). После снижения температуры продуктов пропарки до 400°C и ниже ($t \leq 400^\circ\text{C}$), но не менее 180°C ($t \geq 180^\circ\text{C}$), их направляют на вход абсорбционной колонны 1, для абсорбции вредных выбросов. Как показала многолетняя практика очистки вредных выбросов на АО "ТАНЕКО" (г. Нижнекамск, Республика Татарстан), наибольшая эффективность очистки от вредных выбросов в абсорбционной камере 1 достигается при температуре куба абсорбционной колонны 1 не менее 180°C ($t \geq 180^\circ\text{C}$) и температуре вверху абсорбционной колонны не выше 170°C. Пары продуктов прогрева с температурой 280°C и ниже ($t \leq 280^\circ\text{C}$) направляют в емкость прогрева 2. Конденсат из емкости прогрева 2 с температурой 120-230°C ($230^\circ\text{C} \geq t \geq 120^\circ\text{C}$) направляют на вход абсорбционной колонны 1 для смешения с продуктами пропарки и охлаждения кокса в объеме, позволяющем поддерживать уровень конденсата в емкости прогрева 2 в пределах 20-85% от номинального уровня, определённого технологическими показателями при проектировании, а пары по уравнильной линии также направляют во фракционирующую колонну для повторной переработки. Продукты пропарки и охлаждения кокса температурой ниже 180°C ($t < 180^\circ\text{C}$) смешивают с верхним продуктом абсорбционной колонны 1 и направляют на охлаждение в воздушный охладитель 3 (для снижения температуры ниже температуры конденсации кислой воды и углеводородного конденсата) и разделение в сепараторах 4 на углеводородный газ, углеводородный конденсат и кислую воду. Углеводородный газ общим потоком с сепараторов 4 направляют к сепаратору (не показан) фракционирующей колонны УЗК, кислую воду общим потоком с сепараторов 4 выводят с установки. Кубовый продукт абсорбционной колонны 1 делят на три части, первую из которых нагревают в теплообменном оборудовании 5 и возвращают в куб абсорбционной колонны 1, для поддержания в ней температуры не ниже 180°C, вторую часть охлаждают в аппарате воздушного охлаждения 6, смешивают с частью углеводородного конденсата от сепараторов 4 и используют в виде острого орошения абсорбционной колонны 1 для поддержания температуры вверху абсорбционной колонны 1 не выше 170°C. Остаток кубового продукта образует третью часть, которую направляют на УЗК для вовлечения в ее технологический процесс. Во всех узлах 7 разделения потоков установлены переключатели потоков (управляемые тройники, синхронизированные задвижки или т.п. - не показаны), максимально управляемые системой управления (не показана). На линиях (показаны условно) кубового продукта абсорбционной колонны 1, конденсата из емкости прогрева 2, углеводородного конденсата и кислой воды сепараторов 4 установлены счётчики расхода (например, расходомеры любой известной конструкции - не показаны), линия (показаны условно) с реакторов УЗК снабжена датчиками температуры (например, термопарами любой известной конструкции - не показаны). Причем абсорбционная колонна 1 сверху, выше зоны (не показана) острого орошения оснащена дополнительным датчиком температуры (не показан) и давления. Емкость прогрева 2 также оборудована датчиками температуры, давления и уровня конденсата (не показаны). Вся информация со всех датчиков поступает в систему управления, которая анализирует показатели и управляет переключателями потока для поддержания температуры в кубе (фиг. 3) абсорбционной колонны 1 не ниже 180°C ($t \geq 180^\circ\text{C}$), вверху абсорбционной колонны 1 не выше 170°C ($t \leq 170^\circ\text{C}$) и уровня конденсата в емкости прогрева 2 в пределах 20-85% от номинального уровня.

Конструктивные элементы и технологические соединения, не влияющие на реализацию способа, на схеме (фиг. 1) не показаны или показаны условно. Конструктивные элементы, применяемые при реализации способа улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования, могут быть любой известной конструкции, соответствующей требованиям технологии, защищаемой этим способом (авторы на это не претендуют).

Пример конкретного выполнения.

На установку улавливания вредных выбросов (УУВВ) АО "ТАНЕКО" с реакторов установки замедленного коксования (УЗК) подают порциями пары продуктов пропарки и охлаждения кокса, пары продуктов прогрева с контролем температуры (фиг. 2), которая контролируется блоком управления. При температуре продуктов пропарки и охлаждения кокса (фиг. 2) выше 400°C в узле 7" (фиг. 1) поток направляется во фракционирующую колонну УЗК. При этом пары продуктов прогрева температурой выше 280°C в узле 7" направляются также во фракционирующую колонну УЗК.

При достижении продуктами пропарки и охлаждения кокса температуры 400°C (фиг. 2) и ниже в узле 7" (фиг. 1) поток направляется на вход абсорбционной колонны 1 через узел 7". Абсорбционная колонна 1 представляет собой цилиндрическую вертикальную колонну высотой примерно 14 м, снабженную 12 каскадными промывными тарелками (не показаны) со стекающим по ним охлажденным потоком, играющим роль абсорбента.

При температуре 280°C и ниже пары продуктов прогрева через узел 7" направляются в ёмкость прогрева 2, температура на выходе из емкости прогрева находится в диапазоне (фиг. 5) - 120-230°C. Емкость прогрева 2 представляет собой вертикальную теплоизолированную снаружи цилиндрическую емкость высотой примерно 12 м и диаметром 1,8 м. Из емкости прогрева 2 (фиг. 1) пары направляются во фракционирующую колонну УЗК. Кубовый продукт из емкости 2 при помощи насосов (не показаны) направляется в абсорбционную колонну 1 с поддержанием уровня в емкости 2 (фиг. 1) в пределах 20-85% от номинального уровня.

Верхний продукт абсорбционной колонны 1 (фиг. 1) направляют в воздушный охладитель 3 (для снижения температуры ниже температуры конденсации кислой воды и углеводородного конденсата) в сепараторы 4 для разделения на углеводородный газ, углеводородный конденсат и кислую воду. Воздушный охладитель 3 представляет собой аппарат воздушного охлаждения с общей площадью теплообмена 51000 м², тепловой нагрузкой примерно 58 Гкал/ч и температурой на выходе не более 65°C. Каждый сепаратор 4 представляет собой горизонтальную цилиндрическую емкость диаметром 4 м и длиной 13 м с глухой переливной перегородкой, установленной между расположенными сверху входом верхнего продукта и выходом кислого газа и между расположенными снизу соответственно выходом кислой воды и выходом углеводородного конденсата.

Для качественной нейтрализации вредных выбросов важно поддерживать температуру куба в абсорбционной колонне 1 выше 180°C (фиг. 3), а верха абсорбционной колонны 1 (фиг. 1) - не выше 170°C (фиг. 4).

Для поддержания температуры верха абсорбционной колонны 1 (фиг. 1) не выше 170°C (фиг. 4) производится подача охлажденного потока с температурой порядка 150°C вверх колонны 1 (фиг. 1) на промывочные тарелки. Охлажденный поток (квенч) представляет собой суммарный поток, состоящий из углеводородного конденсата из сепараторов 4 и кубового продукта абсорбционной колонны 1 после аппарата воздушного охлаждения 6. Причем перед смешением данных потоков температура углеводородного конденсата не выше 65°C и температура кубового продукта после аппарата воздушного охлаждения 6 порядка 150°C.

Воздушный охладитель 6 представляет собой горизонтальный аппарат воздушного охлаждения с площадью теплообмена примерно 360 м², тепловой нагрузкой примерно 0,8 Гкал/ч и температурой на выходе около 150°C.

Поддержание температуры куба абсорбционной колонны 1 не ниже 180°C (фиг. 3) происходит за счет подачи кубового продукта абсорбционной колонны после предварительного нагрева (фиг. 6) в теплообменнике 5 (фиг. 1) до температуры около 200°C. Нагрев кубового продукта происходит в теплообменном оборудовании 5 (кожухотрубчатый теплообменник) за счет подачи в трубное пространство пара среднего давления с температурой $285^{\circ}\text{C} \geq t \geq 235^{\circ}\text{C}$. Теплообменное оборудование 5 представляет теплообменник с площадью теплообмена 116 м², мощностью более 0,7 Гкал/ч и температурой на выходе около 200°C.

Остатки кубового продукта направляют в УЗК для повторной переработки в технологическом процессе (авторы на это не претендуют).

После снижения температуры продуктов пропарки и охлаждения кокса ниже 180°C в узле 7" прекрывают их подачу в абсорбционную колонну 1 и, смешивая с верхним продуктом абсорбционной колонны 1, направляют в воздушный охладитель 3 в сепараторы 4 для разделения на углеводородный газ, углеводородный конденсат и кислую воду.

Выделившийся углеводородный газ общим потоком с сепараторов 4 направляют к сепаратору (не показан) фракционирующей колонны УЗК, а кислую воду общим потоком с сепараторов 4 выводят с установки.

После завершения цикла на УУВВ подают следующую порцию паров продуктов пропарки кокса и паров продуктов прогрева с контролем температуры (фиг. 2).

В примере конкретного выполнения даны основные параметры работы УУВК, так как тип оборудования и производитель могут быть использованы любые в рамках обеспечения требуемых параметров для работы УУВК.

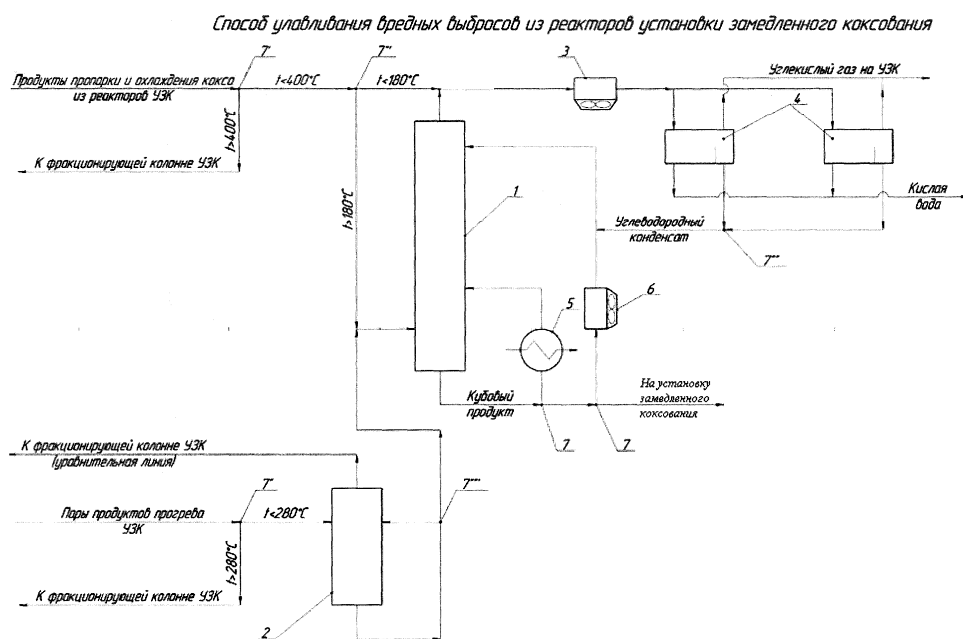
Все процессы регулируются блоком управления (фиг. 2-6). При этом практически все продукты из

реакторов УЗК направляются обратно (во фракционирующую колонну УЗК или на этапы работы УЗК - авторы на это не претендуют), то есть зациклены, за исключением кислой воды, которая легко собирается и нейтрализуется. В результате ни одного случая превышения уровня ПДК на УУВВ в АО "ТАНЕКО" не было зафиксировано. За счет отбора всех высокотемпературных выбросов из реакторов УЗК перед направлением в абсорбционную колонну и емкость нагрева практически затраты времени на обслуживание и ремонт снизились в более чем в 2 раза по сравнению с наиболее близким аналогом, хотя расчёты давали только 1,5-1,7 раза.

Предлагаемый способ улавливания вредных выбросов из реакторов коксования позволяет снизить затраты времени на обслуживание и ремонт более чем в 1,5 раза из-за меньшей температуры очищаемых выбросов, а также исключить загрязнение атмосферы за счет циклического возвращения разделенных при реализации способа вредных выбросов в УЗК.

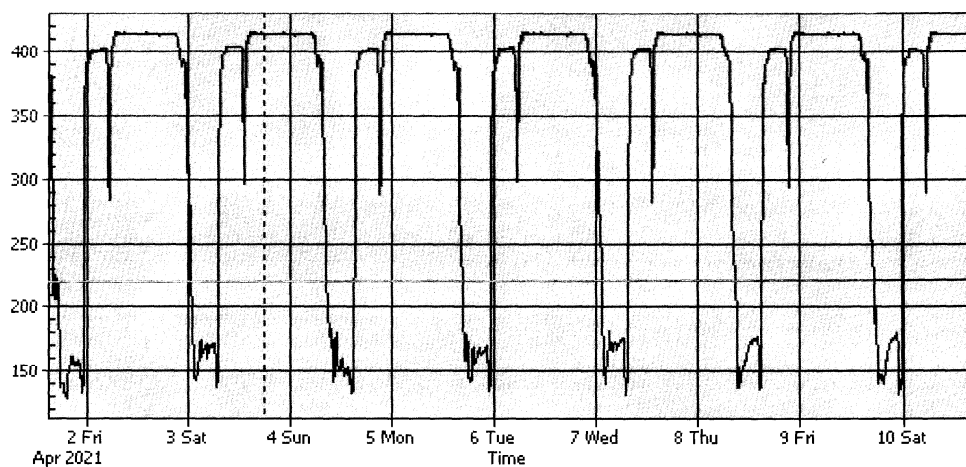
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования, включающий подачу продуктов прогрева реакторов с температурой выше 110°C в емкость прогрева с выделением парогазовых и жидких продуктов прогрева реакторов, а продуктов пропарки и охлаждения кокса - в абсорбционную колонну с выделением парогазовых и жидких продуктов абсорбции, при этом из парогазовых продуктов абсорбции выделяют газ, водяной и углеводородный конденсаты, а жидкие продукты абсорбции используют частично в качестве острого орошения и циркуляции абсорбционной колонны, частично на установку замедленного коксования для вовлечения в ее технологический процесс, а парогазовые продукты прогрева реакторов направляют во фракционирующую колонну, отличающийся тем, что во фракционирующую колонну установки замедленного коксования направляют пары процесса коксования, пары продуктов прогрева коксовой камеры с температурой свыше 280°C и в течение не более 1 часа пары продуктов пропарки и охлаждения кокса с температурой не ниже 400°C, а пары продуктов прогрева коксовой камеры с температурой ниже 280°C направляют в емкость прогрева, пары продуктов пропарки реакторов и охлаждения кокса с температурой 180-400°C отбирают в абсорбционную колонну, а при снижении температуры данных паров ниже 180°C их объединяют с верхним продуктом абсорбционной колонны и направляют на охлаждение и разделение в сепараторах на углеводородный газ, углеводородный конденсат и кислую воду, причем углеводородный газ общим потоком с сепараторов вовлекают в поток углеводородного газа к сепаратору фракционирующей колонны, кислую воду общим потоком с сепараторов выводят с установки, кубовый продукт абсорбционной колонны делят на три части, первую из которых нагревают в теплообменном оборудовании и возвращают в куб абсорбционной колонны, для поддержания в колонне температуры не ниже 180°C, вторую часть охлаждают в аппарате воздушного охлаждения, смешивают с частью углеводородного конденсата от двух сепараторов и используют в виде острого орошения абсорбционной колонны для поддержания в ней температуры вверху не выше 170°C, остаток кубового продукта образует третью часть, которую направляют на установку замедленного коксования, причем пары из емкости прогрева по уравнильной линии выводятся во фракционирующую колонну, а конденсат в объеме, позволяющем поддерживать уровень конденсата в емкости прогрева 20-85% от номинального, определённого технологическими показателями при проектировании, смешивают с продуктами пропарки и охлаждения кокса и направляют в абсорбционную колонну.



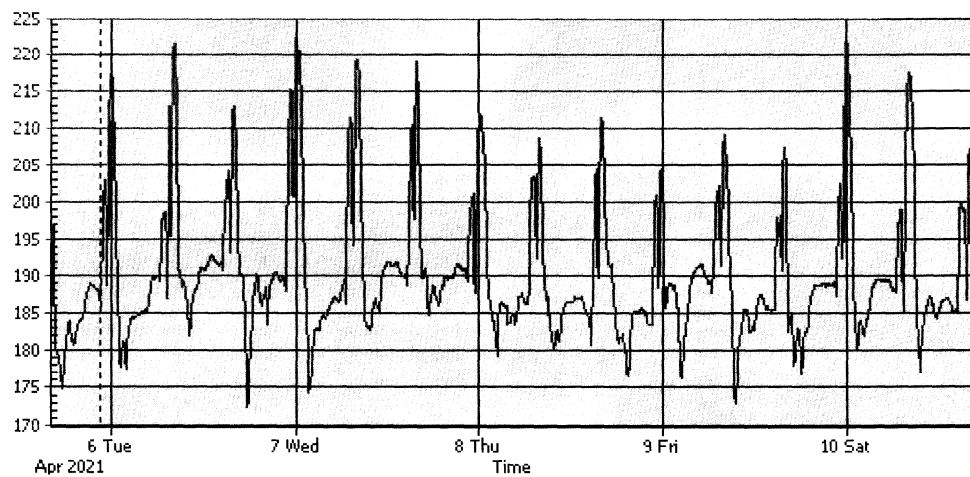
Фиг. 1

Способ улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования



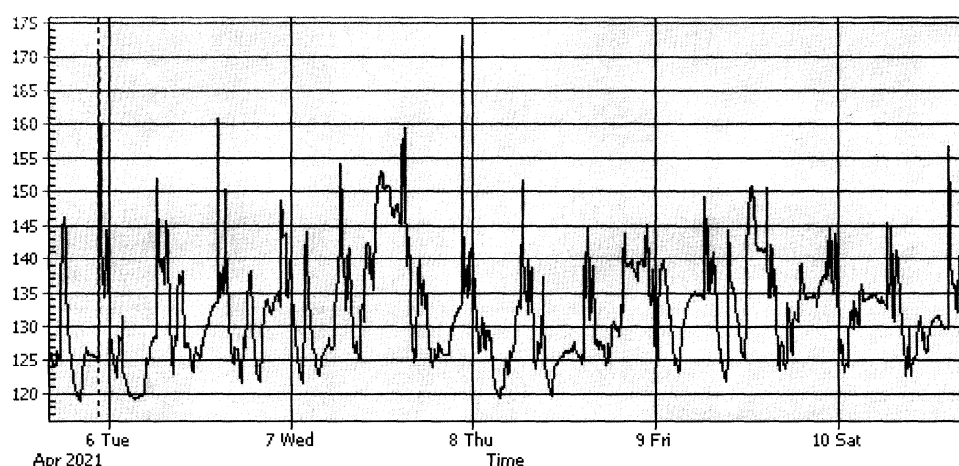
Фиг. 2

Способ улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования



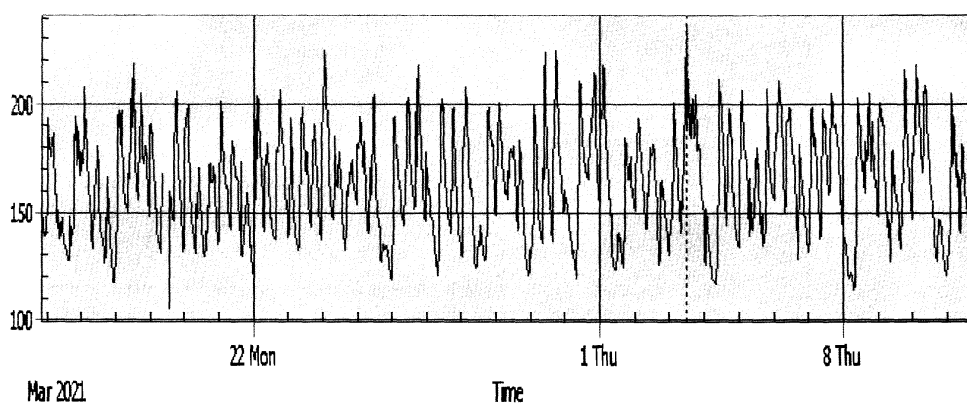
Фиг. 3

Способ улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования



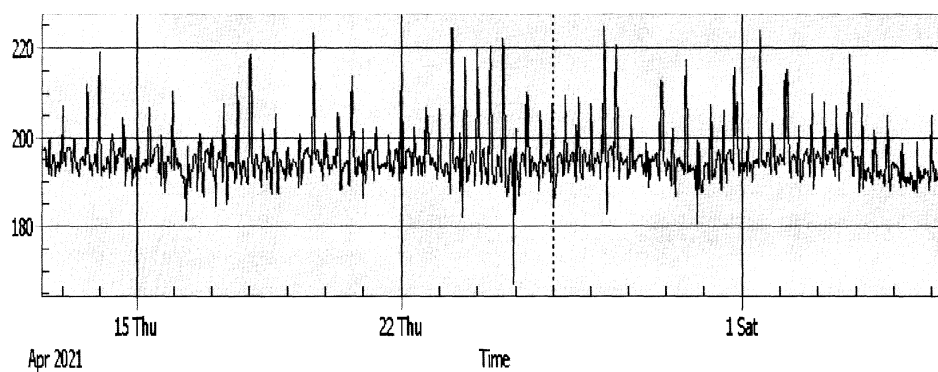
Фиг. 4

Способ улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования



Фиг. 5

Способ улавливания вредных выбросов из реакторов установки замедленного коксования



Фиг. 6



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2