



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.10.29

(51) Int. Cl. C21B 13/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.04.16

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ АНАЛИЗА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА

(31) 20170049.9

(72) Изобретатель:

(32) 2020.04.17

Рахикайнен Илкка, Ноусиайнен
Марко, Хювяринен Йюрки (FI)

(33) EP

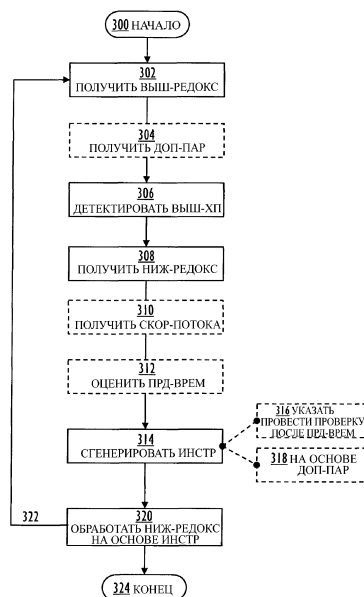
(71) Заявитель:

(74) Представитель:

УРОС АГ (CH)

Хмара М.В., Пантелеев А.С., Осипов
К.В. (RU)

(57) Предложены система и способ выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала. Получают (302) окислительно-восстановительные потенциалы расположенной выше части потока от расположенного выше по потоку сенсорного устройства в расположенной выше части потока водного раствора. Детектируют (306) химические параметры расположенной выше части потока на основе окислительно-восстановительных потенциалов расположенной выше части потока. Получают (308) окислительно-восстановительные потенциалы расположенной ниже части потока от расположенного ниже по потоку сенсорного устройства. Каждое сенсорное устройство (120А, 120В) измеряет окислительно-восстановительные потенциалы в результате восстановления или окисления одного или нескольких химических веществ в водном растворе. Генерируют (314) инструкции для обработки окислительно-восстановительных потенциалов расположенной ниже части потока на основе детектированного химического параметра расположенной выше части потока. Сгенерированные инструкции предписывают проверить, указывают ли окислительно-восстановительные потенциалы расположенной ниже части потока последующий химический параметр расположенной ниже части потока, причем последующий химический параметр расположенной ниже части потока преобразован известным химическим образом из детектированного химического параметра расположенной выше части потока. Обработывают (320) один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов расположенной ниже части потока на основе сгенерированных инструкций.



СИСТЕМА И СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ АНАЛИЗА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Область техники, к которой относится изобретение

5 Различные варианты осуществления настоящего изобретения относятся к системе для выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала и способу выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала.

Предшествующий уровень техники

10 Окислительно-восстановительный потенциал (также известный как редокс потенциал) — это мера (измеряемая в вольтах) склонности химического вещества получать электроны от электрода или отдавать электроны электроду, то есть химическое вещество тем самым восстанавливается или окисляется.

Сущность изобретения

15 В соответствии с одним аспектом, предложены объекты независимых пунктов формулы изобретения. Зависимые пункты формулы определяют некоторые варианты осуществления.

20 Один или несколько примеров исполнения более подробно изложены в сопроводительных чертежах и описании вариантов осуществления.

Перечень фигур

 Некоторые варианты осуществления теперь будут описаны со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых

25 фиг. 1, фиг. 2А и фиг. 2В иллюстрируют варианты осуществления системы для выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала; а

 фиг. 3А и фиг. 3В иллюстрируют варианты осуществления способа выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

30 Нижеследующие варианты являются лишь примерами. Хотя в описании может быть сделана ссылка на один вариант осуществления в нескольких местах, это не обязательно означает, что каждая такая ссылка относится к одному и тому же варианту (вариантам) осуществления или что данный признак относится только к
35 одному варианту осуществления. Отдельные признаки различных вариантов осуществления также могут быть скомбинированы для обеспечения других

вариантов осуществления. Кроме того, слова "содержащий" и "включающий в себя" следует понимать как не ограничивающие описываемые варианты осуществления только теми признаками, которые были упомянуты, причем такие варианты осуществления могут также содержать признаки / структуры, которые не были конкретно упомянуты.

Ссылочные обозначения как в описании вариантов осуществления, так и в формуле изобретения служат для иллюстрации вариантов осуществления со ссылкой на чертежи, не ограничивая их только этими примерами.

Варианты осуществления и признаки, если таковые имеются, раскрытые в нижеследующем описании, которые не попадают в объем независимых пунктов формулы изобретения, должны интерпретироваться как примеры, полезные для понимания различных вариантов осуществления изобретения.

Рассмотрим одновременно фиг. 1, иллюстрирующую варианты осуществления системы для выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала, и фиг. 3А, иллюстрирующую варианты осуществления способа выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала.

Система содержит множество сенсорных устройств 120 и управляющее устройство 100.

Каждое сенсорное устройство 120 содержит опорный электрод 126 и один или несколько чувствительных электродов 128 для измерения одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов 172 в результате восстановления или окисления одного или нескольких химических веществ 212, 214, 216 в водном растворе 180.

Водный раствор 180 представляет собой раствор, в котором растворителем является вода, то есть одно или несколько восстановленных или окисленных веществ 212, 214, 216 растворены в воде. Химические вещества 212, 214, 216 могут представлять собой атомы, молекулы, молекулярные фрагменты, ионы и т. д., которые подвергаются процессу восстановления или окисления. Например, когда молекулы NaCl (хлорида натрия) растворяются в воде, в водном растворе 180 нет NaCl как такового, но есть ионы Na^+ и Cl^- . В потоке водного раствора 180 возможны различные химические реакции из-за различных химически активных элементов, таких как кислород, недостаток кислорода, дополнительные электроны или недостаток электронов, водород и т. д.

Окислительно-восстановительный потенциал является мерой склонности водного раствора 180 либо получать, либо отдавать электроны, когда он

подвергается изменению путем введения нового химического вещества 212, 214, 216. Водный раствор 180 с более высоким (более положительным) восстановительным потенциалом, чем новые химические вещества 212, 214, 216, будет иметь склонность получать электроны от новых веществ 212, 214, 216 (т. е. восстанавливаться за счет окисления новых веществ), тогда как водный раствор 180 с более низким (более отрицательным) восстановительным потенциалом будет иметь склонность отдавать электроны новым химическим веществам 212, 214, 216 (т. е. окисляться за счет восстановления новых веществ).

Восстановительные потенциалы водного раствора 180 определяют путем измерения разности потенциалов между чувствительным электродом 128, находящимся в контакте с водным раствором 180, и опорным электродом 126, соединенным с водным раствором 180.

Опорный электрод 126 (например, из хлорида серебра, платины или золота) является эталоном, относительно которого измеряют один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172. Чувствительные электроды 128 изготавливают из различных материалов (например, из платины, золота, графита, стали, меди, лития или углерода), так чтобы различные окислительно-восстановительные потенциалы 172 могли быть измерены из водного раствора 180. В действительности измеряемые окислительно-восстановительные потенциалы 172 зависят от химических веществ 212, 214, 216, которые присутствуют или не присутствуют в водном растворе 180.

Измерение окислительно-восстановительного потенциала раскрыто в патенте США 7108774 В1, включенном в настоящий документ посредством ссылки во всех юрисдикциях, в которых это применимо.

Каждый чувствительный электрод 128 может быть изготовлен из разного материала, так чтобы каждый электрод создавал разный электродный потенциал в водном растворе 180. Потенциал каждого электрода 128 зависит от окружающей среды (в основном от химических и электрических свойств водного раствора 180), в которой они установлены.

Принцип измерения может быть основан на окислительно-восстановительной реакции на поверхности электрода 128 в водном растворе 180. Материалами электродов могут быть золото, серебро, медь, платина и др. Электродные потенциалы различных металлов постоянны и известны в чистой и нейтральной воде при 25 градусах Цельсия. Например, Au: 1,5 В, Ag: 0,8 В, Cu: 0,34 В, Al: -1,66 В, Li: -3,05 В.

Когда в водный раствор 180 попадают примеси, примешанные и/или растворенные, или он представляет собой смесь изменяющихся химических компонентов, соответствующие потенциалы на электродах 128 изменяются. Принцип детектирования основан на измерении и отслеживании потенциалов в режиме онлайн и распознавании изменений. Детектирование также может быть основано на амплитуде изменения. Детектирование может также учитывать период реакции, измеренный с использованием сигнала 150 времени от тактовой схемы 138 сенсорного устройства 120.

Как показано в варианте осуществления на фиг. 2А, водный раствор 180 может протекать по трубопроводу 200, а сенсорные устройства 120А, 120В, 120С, 120D могут быть размещены вдоль трубопровода 200. Водный раствор 180 протекает по трубопроводу в направлении стрелки 220. Используется следующее соглашение об именовании сенсорных устройств 120: расположенное выше по потоку сенсорное устройство 120А может быть размещено в расположенной выше части потока водного раствора 180, а расположенное ниже по потоку сенсорное устройство 120В может быть размещено в расположенной ниже части потока водного раствора 180. Как показано на фиг. 2А, дополнительные расположенные ниже по потоку сенсорные устройства 120С, 120D могут быть размещены вдоль расположенной ниже части потока водного раствора 180. В одном варианте осуществления трубопровод 200 транспортирует пресную воду из естественного источника воды (например, из зоны подземных вод, озера или реки) или из искусственного водоема (например, искусственного озера).

Как показано в варианте осуществления на фиг. 2В, водный раствор 180 может протекать по водному потоку (такому как река), который может иметь главный поток 270 и множество притоков 272, 274, 276, 278.

Каждое сенсорное устройство 120А, 120В содержит процессор 122 и интерфейс 124 связи. Каждое сенсорное устройство 120А, 120В может также содержать другие части, такие как батарея для обеспечения электрической энергии для его работы (или другой источник питания или интерфейс питания) и корпус, защищающий электронику сенсорного устройства 120А, 120В от внешних воздействий (пыли, влаги, механических ударов и т. д.). Батарея может представлять собой электрическую батарею, преобразующую накопленную химическую энергию в электрическую энергию. Электрическая батарея может быть перезаряжаемой.

Управляющее устройство 100 содержит интерфейс 108 связи для осуществления связи с расположенным выше по потоку сенсорным устройством

120A и расположенным ниже по потоку сенсорным устройством 120B, а также один или несколько процессоров 102, соединенных с интерфейсом 108 связи, чтобы инициировать осуществление управляющим устройством 100 способа выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала.

5 Термин "процессор" 102 относится к устройству, выполненному с возможностью обработки данных. В зависимости от требуемой вычислительной мощности управляющее устройство 100 может содержать несколько процессоров 102, таких как параллельные процессоры, многоядерный процессор, или вычислительную среду, которая одновременно использует ресурсы нескольких
10 физических вычислительных блоков (иногда их называют облачными, туманными или виртуализированными вычислительными средами). При проектировании реализации процессора 102 специалист в данной области техники будет учитывать требования, установленные, например, для размеров и потребляемой мощности управляющего устройства 100, необходимой вычислительной мощности, затрат на
15 производство и объемов производства.

Один или несколько процессоров 102 управляющего устройства 100 могут быть реализованы с помощью одного или нескольких микропроцессоров 102 и одной или нескольких памятей 104, содержащих компьютерный программный код 106. Одна или несколько памятей 104 и компьютерный программный код 106
20 выполнены таким образом, чтобы с помощью одного или нескольких процессоров 102 обеспечивать выполнение операций обработки данных управляющего устройства 100.

Неисчерпывающий перечень вариантов реализации процессора 102 и памяти 104 включает в себя, но не ограничивается ими: логические компоненты,
25 стандартные интегральные схемы, интегральные схемы специального назначения (ASIC, от англ. application-specific integrated circuit), системы на кристалле (SoC, от англ. system on a chip), стандартные продукты ИС специального назначения (ASSP, от англ. application-specific standard product), микропроцессоры, микроконтроллеры, цифровые сигнальные процессоры, компьютерные чипы специального назначения,
30 программируемые пользователем вентильные матрицы (FPGA, от англ. field-programmable gate array) и другие подходящие электронные структуры.

Термин "память" 104 относится к устройству, выполненному с возможностью сохранения данных во время выполнения (= рабочая память) или постоянно (= энергонезависимая память). Рабочая память и энергонезависимая память могут
35 быть реализованы с помощью оперативной памяти (ОЗУ или RAM, от англ. random-access memory), динамической RAM (DRAM), статической RAM (SRAM), флэш-

памяти, твердотельного диска (SSD, от англ. solid state disk), программируемой постоянной памяти (PROM, от англ. programmable read-only memory), подходящего полупроводника или любого другого средства реализации электрической компьютерной памяти.

5 Компьютерный программный код 106 может быть реализован программным обеспечением. В одном варианте осуществления программное обеспечение может быть написано подходящим языком программирования, а полученный исполняемый код может храниться в памяти 104 и запускаться процессором 102.

10 В одном варианте осуществления предусмотрен машиночитаемый носитель 110, хранящий компьютерный программный код 106, который при загрузке в один или несколько процессоров 102 и исполнении одним или несколькими процессорами 102 инициирует выполнение одним или несколькими процессорами 102 компьютерно-реализованного способа выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала, который будет объяснен со ссылкой на фиг. 3А.

15 Машиночитаемый носитель 110 может включать в себя по меньшей мере следующее: любой объект или устройство, способное переносить компьютерный программный код 106 на один или несколько процессоров 102, носитель информации, компьютерную память, постоянную память, электрический несущий сигнал, телекоммуникационный сигнал и носитель данных для распространения

20 программного обеспечения. В некоторых юрисдикциях, в зависимости от законодательства и патентной практики, машиночитаемый носитель 110 может не представлять собой телекоммуникационный сигнал. В одном варианте осуществления машиночитаемый носитель 110 может представлять собой машиночитаемый носитель данных. В одном варианте осуществления

25 машиночитаемый носитель 110 может представлять собой долговременный машиночитаемый носитель данных.

 Следует отметить, что один или несколько процессоров 122 сенсорных устройств 120А, 120В могут быть реализованы с использованием аналогичных технологий.

30 В одном варианте осуществления управляющее устройство 100 может представлять собой отдельное управляющее устройство 100, как показано на фиг. 1, т. е. управляющее устройство 100 представляет собой отдельный блок, также как и сенсорные устройства 120А, 120В представляют собой отдельные блоки. Интерфейсы 108, 124 связи могут быть реализованы с помощью стандартной или

35 проприетарной технологии беспроводной или проводной связи.

Управляющее устройство 100 в качестве отдельного блока может быть реализовано в виде физического блока или в виде услуги, реализуемой сетевым серверным устройством.

Управляющее устройство 100 может представлять собой компьютер, портативный компьютер, планшетный компьютер, фаблет, мобильный телефон, смартфон, мобильное вычислительное устройство общего назначения или какое-либо другое электронное устройство обработки данных. Управляющее устройство 100 может представлять собой универсальное готовое вычислительное устройство, в отличие от специализированного проприетарного оборудования, в результате чего затраты на исследования и разработки будут ниже, поскольку только специализированное программное обеспечение (но не аппаратное обеспечение) должно быть разработано, реализовано и протестировано.

Сетевое серверное устройство 100 может представлять собой сетевой компьютерный сервер, который взаимодействует с жидкостным сенсорным устройством 120 в соответствии с архитектурой клиент-сервер, архитектурой облачных вычислений, одноранговой системой или другой применимой архитектурой распределенных вычислений.

В одном варианте осуществления один или оба интерфейса 108, 124 связи содержат один или несколько беспроводных приемопередатчиков, работающих с использованием одного или нескольких из следующих компонентов: сотовая радиосеть, беспроводная локальная сеть (WLAN, от англ. wireless local area network), радиосеть ближнего радиуса действия (например, Bluetooth), радиосеть, использующая модуль идентификации абонента (SIM, от англ. subscriber identity module), один или несколько модулей идентификации абонента, выбранных из множества модулей идентификации абонента, соединенных с одним или несколькими беспроводными приемопередатчиками.

Беспроводная передача данных может быть реализована с помощью подходящей технологии сотовой связи, такой как GSM, GPRS, EGPRS, WCDMA, UMTS, 3GPP, IMT, LTE, LTE-A, 3G, 4G, 5G и т. д. и / или с помощью подходящей технологии несотовой связи, такой как Bluetooth, Bluetooth Low Energy, Wi-Fi, WLAN, Zigbee и т. д. Другие применимые технологии включают в себя LPWAN (маломощная глобальная сеть, от англ. Low Power Wide Area Network), NB-IoT (узкополосный интернет вещей, от англ. Narrowband IoT), Sigfox, LoRaWAN (глобальная сеть большого радиуса действия, от англ. Long Range Wide Area Network), сеть QT (QT network) и т. д. Проводная передача данных может быть

реализована с помощью подходящей стандартной или проприетарной технологии связи, такой как Ethernet.

Однако в альтернативном варианте осуществления управляющее устройство 100 и одно из сенсорных устройств 120A, 120B образуют интегрированное устройство. Интегрированное устройство обеспечивает готовое к использованию решение, которое может быть установлено в нужном месте, и для его работы требуется только батарея или какой-либо другой внутренний / внешний источник питания. Часть интерфейсов 108, 124 связи может быть реализована на внутреннем уровне, например, посредством стандартной или проприетарной шины связи или программного интерфейса. Кроме того, обработка может выполняться общим одним или несколькими процессорами интегрированного устройства, то есть процессоры 102, 122 принадлежат к общему пулу ресурсов обработки.

Способ начинается с этапа 300 и заканчивается на этапе 324. Следует отметить, что способ может работать так долго, как требуется (после запуска управляющего устройства 100 до выключения), за счет циклического перехода от этапа 322 обратно к этапу 302.

На фиг. 3A этапы расположены не строго в хронологическом порядке, и некоторые из них могут быть выполнены одновременно или в порядке, отличном от приведенных. Другие функции также могут исполняться между этапами или внутри этапов, а также между этапами может производиться обмен другими данными. Некоторые этапы или часть этапов также могут быть исключены или заменены соответствующим этапом или частью этапа. Следует отметить, что особый порядок этапов не требуется, за исключением тех случаев, когда это необходимо из-за логических требований к порядку обработки.

На этапе 302 получают один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172A расположенной выше части потока от расположенного выше по потоку сенсорного устройства 120A.

На этапе 306 детектируют химический параметр 202 расположенной выше части потока на основе одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов 172A расположенной выше части потока.

На этапе 308 получают один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172B расположенной ниже части потока от расположенного ниже по потоку сенсорного устройства 120B.

На этапе 314 генерируют инструкции 178 для обработки окислительно-восстановительных потенциалов 172B расположенной ниже части потока на основе детектированного химического параметра 202 расположенной выше части потока.

Сгенерированные инструкции 178 предписывают проверить, указывает ли один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172В расположенной ниже части потока последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока, причем последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока преобразован известным химическим образом из детектированного химического параметра 202 расположенной выше части потока.

На этапе 320 один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172В расположенной ниже части потока обрабатывают на основе сгенерированных инструкций 178.

Описанная последовательность этапов 302-306-308-314-320 описывает способ установки сенсорных устройств 120А, 120В, 120С, 120D вдоль трубопровода 200 или потока воды с образованием ряда чувствительных точек вдоль потока 220.

В одном варианте осуществления химический параметр 202 расположенной выше части потока и последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока указывают две химические реакции, продукты, состояния восстановления или окисления в известной серии процессов восстановления и / или окисления в водном растворе 180.

Ход выполнения в известной серии покажет, как быстро и где будут происходить критические процессы. Это повысит точность и надежность отслеживания, а также преобразует быстрое и скоростное принятие решений в прогноз, благодаря чему критические ситуации могут быть предотвращены быстро и надежно, или может быть инициирована соответствующая реакция.

Таким образом, расположенное выше по потоку сенсорное устройство 120А отслеживает химический параметр 202 расположенной выше части потока (или, в некоторых случаях, также последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока). Если детектирован химический параметр 202 расположенной выше части потока, система будет отслеживать и ожидать детектирования последующего химического параметра 204 расположенной ниже части потока посредством расположенного ниже по потоку сенсорного устройства 120В. Как показано на фиг. 2А и фиг. 2В, могут быть предусмотрены дополнительные расположенные ниже по потоку сенсорные устройства 120С, 120D для детектирования последующего химического параметра 208 расположенной ниже части потока, а также дополнительных последующих химических параметров 210 расположенной ниже части потока.

В некоторых сериях реакций одна реакция может быть пропущена из-за очень короткого времени реакции или из-за условий реакции, температуры,

ингредиентов, давления, света и т. д. Дополнительное расположенное ниже по потоку сенсорное устройство 120C, 120D может детектировать дополнительный последующий химический параметр 210 расположенной ниже части потока, даже если последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока не
 5 был детектирован расположенным ниже по потоку сенсорным устройством 120B.

В одном варианте осуществления химический параметр 202 расположенной выше части потока и последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока относятся к химической реакции, производимой микроорганизмом в водном растворе 180.

В качестве первого примера приведена диссимиляционная сульфатредукция. Это форма анаэробного дыхания, которая использует сульфат в качестве конечного акцептора электронов. Этот метаболизм обнаружен у некоторых видов бактерий и архей, которые часто называют сульфатредуцирующими организмами. Сначала активируется сульфат. Это происходит с помощью фермента АТФ-сульфуриказы,
 15 который использует АТФ и сульфат для создания аденозин-5'-фосфосульфата (АФС). АФС впоследствии восстанавливается до сульфита и АМФ. Сульфит затем далее восстанавливается до сульфида, в то время как АМФ превращается в АДФ с помощью другой молекулы АТФ. Этапы реакции могут быть записаны как:

- $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow (\text{АФС} \rightarrow) \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$, или

20 - Сульфат $\rightarrow$ Сульфит $\rightarrow$ Сульфид.

В этом примере химический параметр 202 расположенной выше части потока относится к сульфату, последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока относится к сульфиту, а дополнительный последующий химический параметр 210 расположенной ниже части потока относится к сульфиду.

В качестве второго примера приведено восстановление арсената (в шесть фаз):

- Cys80 и Cys82 образуют дисульфидную связь, и образуется промежуточный продукт в виде фермента As(V),

30 - затем атакуется глутатионом с образованием промежуточного продукта цистеинил-AS(V)-глутатион.

- арсенат восстанавливается и высвобождается арсенит; между Cys8 и глутатионом образуется дисульфид.

- Перегруппировка переносит глутатион из Cys8 в Cys80 или Cys82.

- Глутаредоксин атакует дисульфид, образуя Grx-S-S-G.

35 - Перегруппировка восстанавливает активный участок Cys8, сопутствующий дисульфиду Cys80-Cys82.

В качестве третьего примера приведен цианит и реакция его органических производных:

- $RX + CN^- \rightarrow RCN + X^-$ (нуклеофильное замещение), за которым следует:

- $RCN + 2 H_2O \rightarrow RCOOH + NH_3$ (гидролиз при рефлюксе с минерально-кислотным катализатором) или $2 RCN + LiAlH_4 + (второй этап) 4 H_2O \rightarrow 2 RCH_2NH_2 + LiAl(OH)_4$ (при рефлюксе в сухом эфире с последующим добавлением H_2O).

В одном варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2А и фиг. 3А, управляющее устройство 100 инициирует для выполнения следующего:

- на этапе 310 получение скорости 146 потока водного раствора 180 и расстояния 222 вдоль потока водного раствора 180 между расположенным выше по потоку сенсорным устройством 120А и расположенным ниже по потоку сенсорным устройством 120В;

- на этапе 312 оценку периода времени, в течение которого водный раствор 180 должен течь от расположенного выше по потоку сенсорного устройства 120А к расположенному ниже по потоку сенсорному устройству 120В, на основе скорости 146 потока и расстояния 222; и

- на этапе 314 генерирование инструкций 178, которое включает в себя указание 316 проверить, указывает ли один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172В расположенной ниже части потока последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока после того, как прошел период времени, начиная с детектирования детектированного химического параметра 202 расположенной выше части потока.

В этом варианте осуществления могут быть синхронизированы и запущены этапы работы управляющего устройства 100. Период времени может быть рассчитан путем деления расстояния 222 на скорость 146 потока.

В одном варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2А, фиг. 2В и фиг. 3В, система содержит дополнительное расположенное ниже по потоку сенсорное устройство 120С, которое может быть размещено в дополнительной расположенной ниже части потока водного раствора 180. Управляющее устройство 100 инициирует для выполнения следующего:

- на этапе 326 проведение проверки: если в результате обработки 320 один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172В расположенной ниже части потока указывают химический параметр 206 расположенной ниже части потока, который аналогичен детектированному химическому параметру 202 расположенной выше части потока,

- входят в ветвь "ДА":

-- на этапе 328 генерируют дополнительные инструкции для проверки того, указывает ли один или несколько дополнительных окислительно-восстановительных потенциалов 172С расположенной ниже части потока последующий химический параметр 208 расположенной ниже части потока;

5 -- на этапе 330 получают один или несколько дополнительных окислительно-восстановительных потенциалов 172С расположенной ниже части потока из дополнительного расположенного ниже по потоку сенсорного устройства 120С; и

10 -- на этапе 332 обрабатывают один или несколько дополнительных окислительно-восстановительных потенциалов 120С расположенной ниже части потока на основе дополнительных сгенерированных инструкций.

В одном варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 3В, управляющее устройство 100 иницируют для выполнения следующего:

15 - на этапе 334 проведение проверки: если в результате обработки один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 170В расположенной ниже части потока указывают последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока, то входят в ветвь "ДА":

 -- на этапе 336 генерируют индикацию 250.

20 Как было разъяснено ранее, детектирование химического параметра 202 расположенной выше части потока и последующего химического параметра 204 расположенной ниже части потока указывает то, что выполняется известная серия процессов восстановления и/или окисления в водном растворе 180, то есть развивается некоторый (обычно нежелательный) химический процесс. На основании индикации управляющим устройством 100 могут быть активированы различные меры. Рассмотрим их далее со ссылкой на фиг. 2А и фиг. 3В.

25 В одном варианте осуществления 338 генерируют сигнал 254 тревоги в пользовательском интерфейсе 252 на основе индикации 250. Следует отметить, что пользовательский интерфейс 252 может быть частью управляющего устройства 100, или пользовательский интерфейс 252 может быть коммуникативно связан с 30 управляющим устройством 100. Таким образом, пользовательский интерфейс 252 может быть частью пользовательского устройства, переносимого человеком по требованию.

В одном варианте осуществления управляющее устройство 100 содержит командный интерфейс 256.

35 В одном варианте осуществления управляющее устройство 100 иницируют генерировать 340 команду 258 через командный интерфейс 256 для регулирования

230 потока водного раствора 180 и / или добавления дополнительного потока 234 для смешивания с водным раствором 180 на основе индикации 250. Командный интерфейс 256 может работать в соответствии с ранее упомянутыми стандартными / проприетарными технологиями беспроводной или проводной связи.

- 5 Поток можно регулировать с помощью одного или нескольких клапанов 230 в трубопроводе 200 или других типов устройств регулирования потока в трубопроводе 200 или в потоке воды. Открывая или закрывая один или несколько клапанов 230, поток можно регулировать, блокировать или отклонять. Дополнительный поток 234 может исходить из резервуара 232 или другого статического или динамического
- 10 источника воды и / или химических веществ.

В одном варианте осуществления управляющее устройство 100 инициируют генерировать 342 команду 258 через командный интерфейс 256 для обработки водного раствора 180 на основе индикации 250.

- В одном варианте осуществления генерирование 342 команды 258 включает
- 15 в себя генерирование 344 команды через командный интерфейс 256 для начала процесса 240 дезактивации токсичного химического вещества в водном растворе 180. Дезактивация может быть выполнена путем смешивания пассивирующего вещества с водным раствором 180 или путем запуска процесса детоксикации.

- В одном варианте осуществления генерирование 342 команды 258 включает
- 20 в себя генерирование 346 команды через командный интерфейс 256 для осуществления фильтрации 236 водного раствора 180. Фильтрация 236 может быть осуществлена путем направления потока через химический или механический фильтр.

- В одном варианте осуществления, генерирование 342 команды 258 включает
- 25 в себя генерирование 348 команды через командный интерфейс 256 для добавления химического маркера 238 в водный раствор 180.

- В одном варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 1 и фиг. 2А, управляющее устройство 100 инициируют получить 304 один или несколько дополнительных параметров от расположенного выше по потоку сенсорного
- 30 устройства 120А и / или расположенного ниже по потоку сенсорного устройства 120В и / или внешней службы 160. Внешняя служба 160 может быть реализована сетевым сервером. Внешняя служба 160 может собирать данные с общедоступных датчиков Интернета вещей (IoT, от англ. Internet of Things) или от какого-либо другого поставщика данных.

- 35 Дополнительные параметры могут указывать один или несколько из следующих параметров:

- температуру 142 водного раствора 180,
- давление 144 водного раствора 180,
- скорость 146 потока водного раствора 180,
- освещенность в окрестности 182 потока водного раствора 180,
- 5 - температуру наружного воздуха в окрестности 182 потока водного раствора 180,
- давление наружного воздуха в окрестности 182 потока водного раствора 180,
- влажность наружного воздуха в окрестности 182 потока водного раствора 10 180,
- погодные условия в окрестности 182 потока водного раствора 180.

В этом варианте осуществления генерирование инструкций 178 для проверки того, указывает ли один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172В расположенной ниже части потока последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока на этапе 314, основано на 15 детектированном одном или нескольких химических параметрах 202 расположенной выше части потока и также основано 318 на одном или нескольких дополнительных параметрах. Эти дополнительные параметры могут дать дополнительные свидетельства того, указывает ли один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов 172В расположенной ниже части потока 20 последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока.

В общем случае дополнительные параметры могут быть сгенерированы различными датчиками 130, 132, 134, 136 в сенсорном устройстве 120В и / или 25 внешней службой 160, собирающей данные датчиков или более общие данные, такие как прогнозы погоды. Каждый датчик может представлять собой преобразователь, который измеряет физическую величину и преобразует ее в электрический сигнал. Такие физические величины могут относиться, например, к температуре, влажности, скорости, pH, ускорению, ориентации, оптической величине, такой как прозрачность или рассеяние или содержание 30 ультрафиолетового света, или какой-либо другой физической величине. Датчик может также принимать некоторые внешние данные и передавать их дальше или генерировать некоторые дополнительные данные на основе внешних данных. Внешние данные могут относиться, например, к позиционированию. Внешние данные могут включать в себя сигнал, передаваемый спутниками глобальной 35 навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС), и / или координаты местоположения. Внешние данные могут также включать в себя сигналы и / или

местоположения, используемые в системе внутреннего позиционирования, основанной на радиосигналах или других методах (таких как магнитные помехи, вызванные строительными конструкциями), например.

В этом варианте осуществления условия окружающей среды могут быть приняты во внимание при оценке того, когда и где может быть детектирован химический параметр 202 расположенной выше части потока и последующий химический параметр 204 расположенной ниже части потока. Условия окружающей среды могут задерживать способ, с помощью которого может быть детектирован последующий химический параметр расположенной ниже части потока, вследствие температуры, дождя, солнечного света и т. д.

Управляющее устройство 100 может иметь модель или расчетную модель, описывающую способ изменения потока во времени вследствие погодных условий или вследствие использования воды вдоль реки или утечек воды и других материалов в поток вдоль реки.

Несмотря на то, что изобретение было описано со ссылкой на один или несколько вариантов осуществления в соответствии с прилагаемыми чертежами, ясно, что изобретение не ограничено этим и может быть модифицировано различным образом в рамках прилагаемой формулы изобретения. Все слова и выражения должны толковаться широко, и они предназначены для иллюстрирования, но не для ограничения вариантов осуществления. Специалисту в данной области техники будет очевидно, что по мере развития техники идея изобретения может быть реализована различными способами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала, содержащая:

5 расположенное выше по потоку сенсорное устройство (120A), которое может быть размещено в расположенной выше части потока водного раствора (180), и расположенное ниже по потоку сенсорное устройство (120B), которое может быть размещено в расположенной ниже части потока водного раствора (180), причем
10 каждое из расположенного выше по потоку сенсорного устройства (120A) и расположенного ниже по потоку сенсорного устройства (120B) содержит опорный электрод (126) и один или несколько чувствительных электродов (128) для измерения одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов (172A, 172B) в результате восстановления или окисления одного или нескольких химических веществ (212, 214, 216) в водном растворе (180); и

15 управляющее устройство (100), содержащее интерфейс (108) связи для осуществления связи с расположенным выше по потоку сенсорным устройством (120A) и расположенным ниже по потоку сенсорным устройством (120B), и один или несколько процессоров (102), соединенных с интерфейсом (108) связи, чтобы инициировать выполнение управляющим устройством (100) по меньшей мере
20 следующего:

 получение (302) одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов (172A) расположенной выше части потока от расположенного выше по потоку сенсорного устройства (120A);

 детектирование (306) химического параметра (202) расположенной выше
25 части потока на основе одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов (172A) расположенной выше части потока;

 получение (308) одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов (172B) расположенной ниже части потока от расположенного ниже по потоку сенсорного устройства (120B);

30 генерирование (314) инструкций (178) для обработки окислительно-восстановительных потенциалов (172B) расположенной ниже части потока на основе детектированного химического параметра (202) расположенной выше части потока; и

 обработку (320) одного или нескольких окислительно-восстановительных
35 потенциалов (172B) расположенной ниже части потока на основе сгенерированных инструкций (178), причем сгенерированные инструкции (178) предписывают

проверить, указывает ли один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов (172В) расположенной ниже части потока последующий химический параметр (204) расположенной ниже части потока, при этом последующий химический параметр (204) расположенной ниже части потока преобразован известным химическим образом из детектированного химического параметра (202) расположенной выше части потока.

2. Система по п. 1, в которой химический параметр (202) расположенной выше части потока и последующий химический параметр (204) расположенной ниже части потока указывают две химические реакции, продукты, состояния восстановления или состояния окисления в известной серии процессов восстановления и / или окисления в водном растворе (180).

3. Система по любому из предшествующих п. п. 1 - 2, в которой управляющее устройство (100) иницировано выполнять:

получение (310) скорости (146) потока водного раствора (180) и расстояния (222) вдоль потока водного раствора (180) между расположенным выше по потоку сенсорным устройством (120А) и расположенным ниже по потоку сенсорным устройством (120В);

оценку (312) периода времени, в течение которого водный раствор (180) течет от расположенного выше по потоку сенсорного устройства (120А) к расположенному ниже по потоку сенсорному устройству (120В) на основе скорости (146) потока и расстояния (222); и

генерирование (314) инструкций (178), которое включает в себя указание (316) проверить, указывает ли один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов (172В) расположенной ниже части потока последующий химический параметр (204) расположенной ниже части потока после того, как прошел период времени, начиная с детектирования детектированного химического параметра (202) расположенной выше части потока.

4. Система по любому из предшествующих п. п. 1 - 3, содержащая дополнительное расположенное ниже по потоку сенсорное устройство (120С), которое может быть размещено в дополнительной расположенной ниже части потока водного раствора (180), причем управляющее устройство (100) иницировано для выполнения следующего:

если (326-ДА) в результате обработки (320) один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов (172В) расположенной ниже части потока указывают химический параметр (206) расположенной ниже части потока, который аналогичен детектированному химическому параметру (202) расположенной выше части потока, — генерирование (328) дополнительных инструкций для проверки того, указывает ли один или несколько дополнительных окислительно-восстановительных потенциалов (172С) расположенной ниже части потока последующий химический параметр (208) расположенной ниже части потока;

получение (330) одного или нескольких дополнительных окислительно-восстановительных потенциалов (172С) расположенной ниже части потока от дополнительного расположенного ниже по потоку сенсорного устройства (120С); и

обработку (332) одного или нескольких дополнительных окислительно-восстановительных потенциалов (120С) расположенной ниже части потока на основе дополнительных сгенерированных инструкций.

5. Система по любому из предшествующих п. п. 1 - 4, в которой управляющее устройство (100) инициировано выполнять:

если (334-ДА) в результате обработки один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов (170В) расположенной ниже части потока указывают последующий химический параметр (204) расположенной ниже части потока, — генерирование (336) индикации (250).

6. Система по п. 5, в которой управляющее устройство (100) инициировано выполнять:

генерирование (338) сигнала (254) тревоги в пользовательском интерфейсе (252) на основе индикации (250).

7. Система по п. 5 или п. 6, в которой управляющее устройство (100) содержит командный интерфейс (256), причем управляющее устройство (100) инициировано выполнять:

генерирование (340) команды (258) через командный интерфейс (256) для регулировки (230) потока водного раствора (180) и / или добавления дополнительного потока (234) для смешивания с водным раствором (180) на основе индикации (250).

8. Система по п. 5, п. 6 или п. 7, в которой управляющее устройство (100) содержит командный интерфейс (256), причем управляющее устройство (100) инициировано выполнять:

5 генерирование (342) команды (258) через командный интерфейс (256) для обработки водного раствора (180) на основе индикации (250).

9. Система по п. 8, в которой управляющее устройство (100) инициировано выполнять:

10 генерирование (342) команды (258), которое включает в себя генерирование (344) команды через командный интерфейс (256) для начала процесса (240) дезактивации токсичного химического вещества в водном растворе (180).

10. Система по п. 8 или п. 9, в которой управляющее устройство (100) инициировано выполнять:

15 генерирование (342) команды (258), которое включает в себя генерирование (346) команды через командный интерфейс (256) для осуществления фильтрации (236) водного раствора (180).

20 11. Система по п. 8, п. 9 или п. 10, в которой управляющее устройство (100) инициировано выполнять:

генерирование (342) команды (258), которое включает в себя генерирование (348) команды через командный интерфейс (256) для добавления химического маркера (238) в водный раствор (180).

25 12. Система по любому из предшествующих п. п. 1 - 11, в которой управляющее устройство (100) инициировано для выполнения следующего:

получение (304) одного или нескольких дополнительных параметров от расположенного выше по потоку сенсорного устройства (120A) и / или расположенного ниже по потоку сенсорного устройства (120B), и / или внешней
30 службы (160), причем дополнительные параметры указывают один или несколько из следующих параметров: температура (142) водного раствора (180), давление (144) водного раствора (180), скорость (146) потока водного раствора (180), освещенность в окрестности (182) потока водного раствора (180), температура наружного воздуха в окрестности (182) потока водного раствора (180), давление наружного воздуха в
35 окрестности (182) потока водного раствора (180), влажность наружного воздуха в

окрестности (182) потока водного раствора (180), погодные условия в окрестности (182) потока водного раствора (180); и

генерирование (314) инструкций (178) для проверки того, указывает ли один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов (172В) расположенной ниже части потока последующий химический параметр (204) расположенной ниже части потока, основанное на детектированном одном или нескольких химических параметрах (202) расположенной выше части потока и также основанное (318) на одном или нескольких дополнительных параметрах.

13. Управляющее устройство (100) по любому из предшествующих п. п. 1 - 12.

14. Способ выполнения анализа окислительно-восстановительного потенциала, включающий в себя:

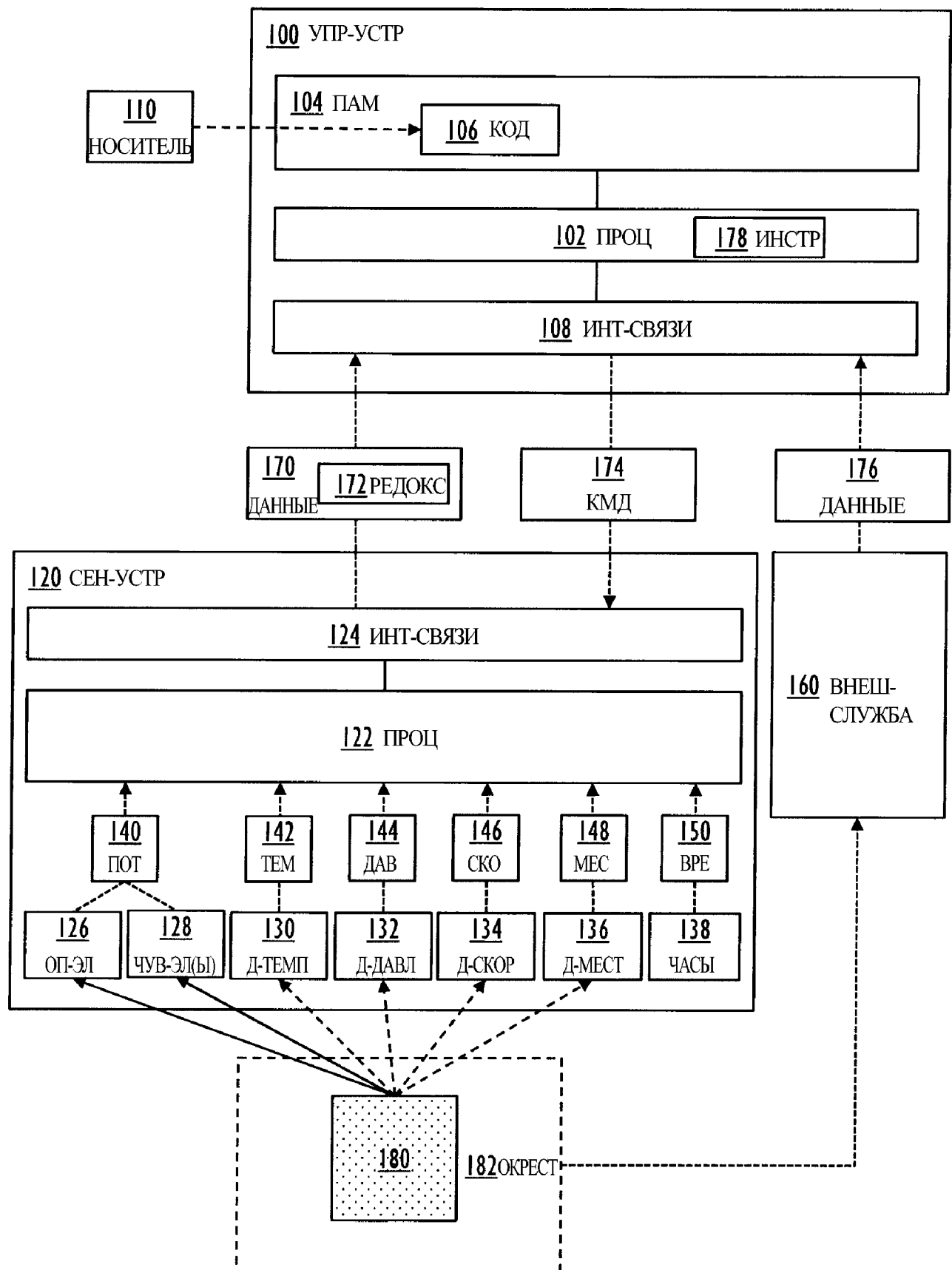
получение (302) одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов расположенной выше части потока от расположенного выше по потоку сенсорного устройства, причем расположенное выше по потоку сенсорное устройство может быть размещено в расположенной выше части потока водного раствора;

детектирование (306) одного или нескольких химических параметров расположенной выше части потока на основе одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов расположенной выше части потока;

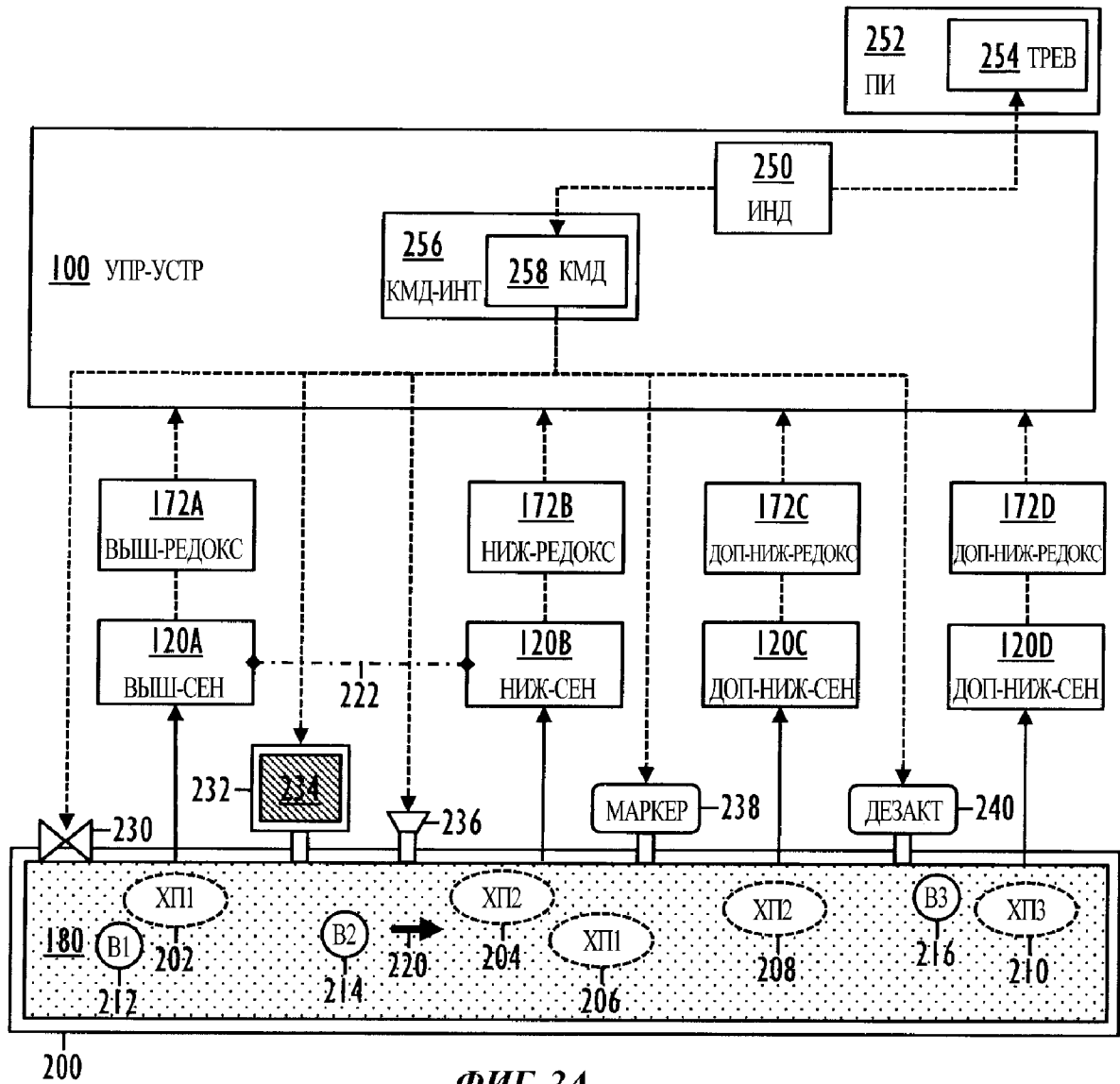
получение (308) одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов расположенной ниже части потока от расположенного ниже по потоку сенсорного устройства, причем расположенное ниже по потоку сенсорное устройство может быть размещено в расположенной ниже части потока водного раствора, при этом каждое из расположенного выше по потоку сенсорного устройства и расположенного ниже по потоку сенсорного устройства содержит опорный электрод и один или несколько чувствительных электродов для измерения одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов в результате восстановления или окисления одного или нескольких химических веществ в водном растворе;

генерирование (314) инструкций для обработки окислительно-восстановительных потенциалов расположенной ниже части потока на основе детектированного химического параметра расположенной выше части потока; и

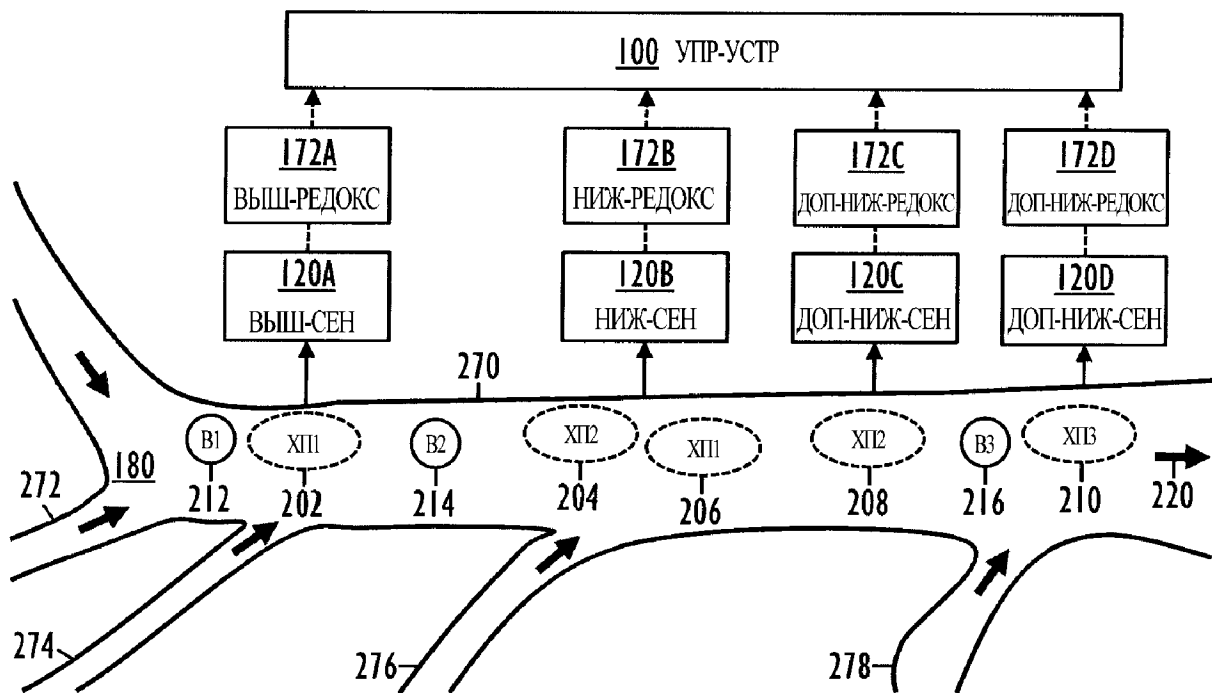
обработку (320) одного или нескольких окислительно-восстановительных потенциалов расположенной ниже части потока на основе сгенерированных инструкций, причем сгенерированные инструкции предписывают проверить, указывает ли один или несколько окислительно-восстановительных потенциалов расположенной ниже части потока последующий химический параметр расположенной ниже части потока, при этом последующий химический параметр расположенной ниже части потока преобразован известным химическим образом из детектированного химического параметра расположенной выше части потока.



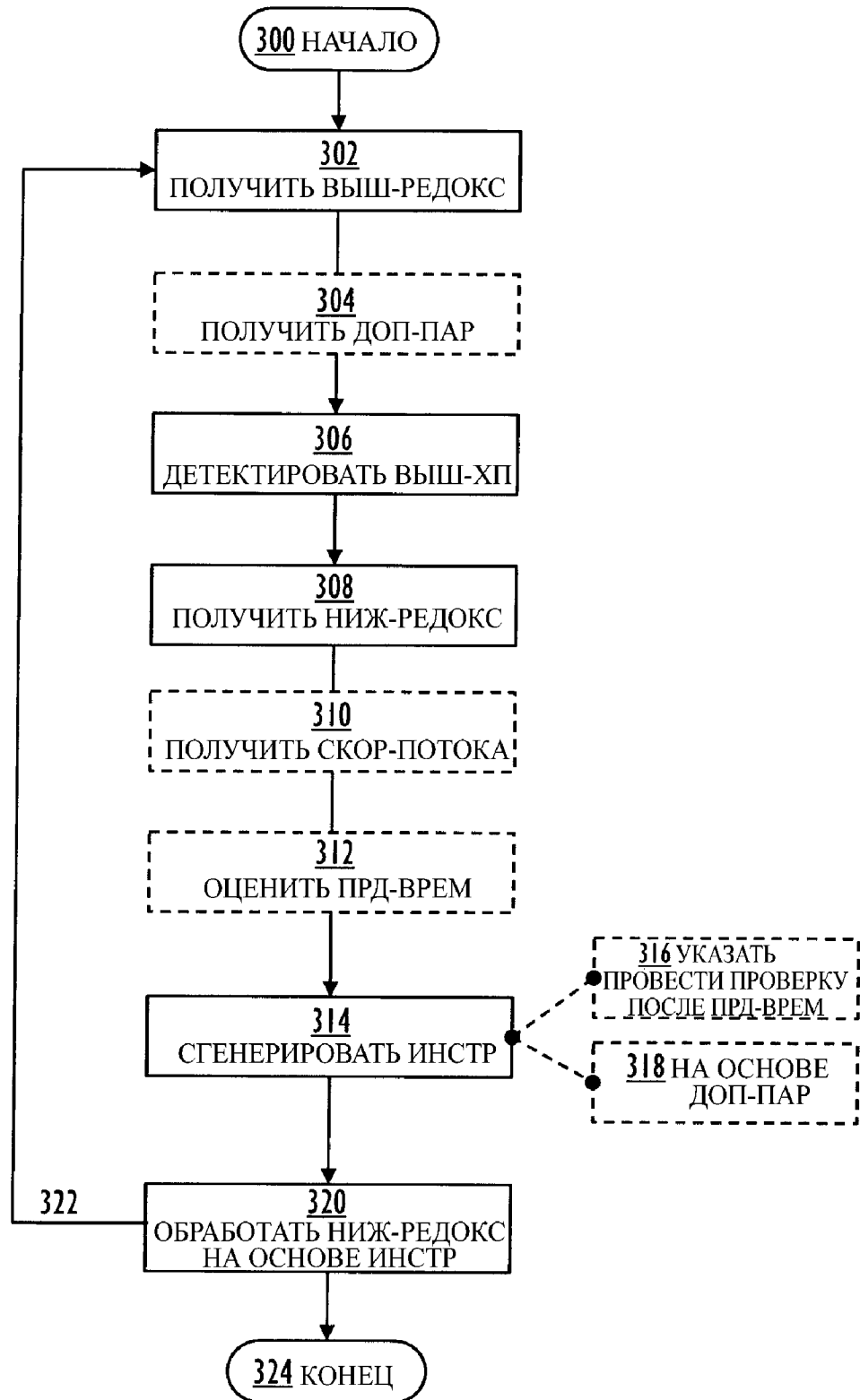
ФИГ. 1



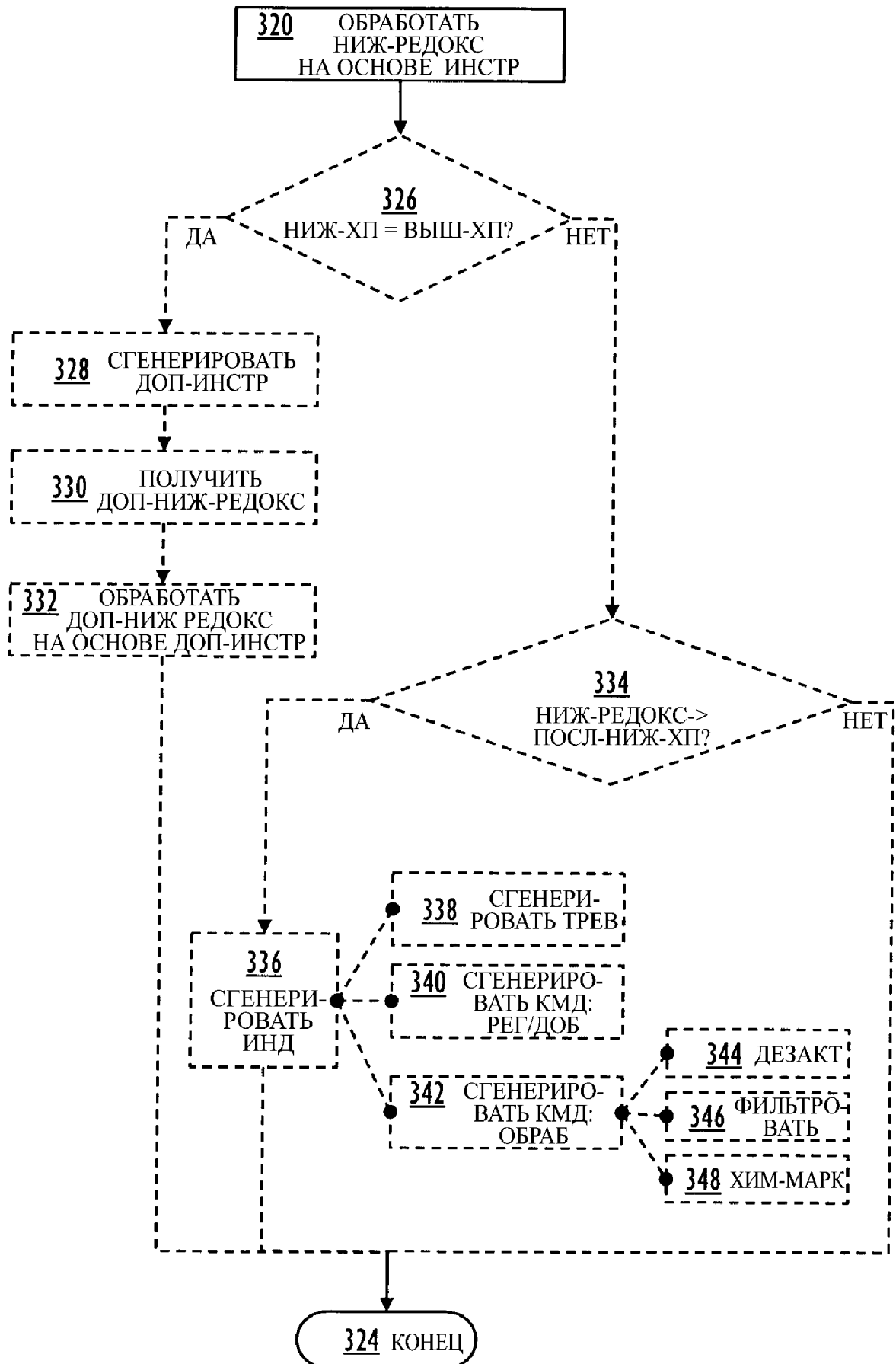
ФИГ. 2А



ФИГ. 2В



ФИГ. 3А



ФИГ. 3В