

MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована :

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

СИСТЕМА ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКИ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к энергетике, а именно к устройствам технологического
5 контроля для обеспечения надежной работы оборудования энергетических установок с
помощью средств регулирования водно-химических режимов технологических контуров.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Энергетические установки, в том числе и атомные станции (АЭС) с
водоохлаждаемыми реакторами, относятся к объектам повышенной технической
10 сложности. Учитывая, что источником энергии на этих объектах является управляемая
ядерная реакция деления, безопасности и надежности эксплуатации таких энергетических
установок уделяется повышенное внимание. Поддержание требуемого качества воды
первого и второго контуров АЭС является одним из важнейших условий,
обеспечивающих безопасную, надежную и экономичную эксплуатацию АЭС (НП-001-15
15 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций <https://www.seogan.ru/np-001-15>). Системы химического контроля предназначены для получения оперативной
информации о состоянии водно-химических режимов по результатам измерения
нормируемых и диагностических показателей водных сред технологических контуров.
Управление показателями качества водно-химических режимов осуществляют на
20 основании данных систем химического контроля. Объем или состав измеряемых
показателей качества должны обеспечивать получение достаточной информации для
адекватных оценок текущего состояния водно-химических режимов технологических
контуров и коррозии оборудования этих контуров. Сбор, обработка, архивация и
отображение данных химического контроля должны быть обеспечены системным
25 применением современных технических средств и программных продуктов. (СТО
1.1.1.03.004.0980-2014 «Водно-химический режим первого контура при вводе энергоблока
атомной электростанции проекта АЭС -2006 в эксплуатацию. Нормы качества
теплоносителя и средства их обеспечения». СТО 1.1.1.03.004.0979-2014 «Водно-
химический режим второго контура при вводе энергоблока атомной электростанции
30 проекта АЭС -2006 в эксплуатацию. Нормы качества рабочей среды и средства их
обеспечения ». http://www.snti.ru/snips_rd3.htm).

Известна система контроля и защиты трубопроводов от коррозии (см. патент
RU2200895; МПК F16L 58/00; опубл. 20.03.2003), включающая трубопровод, от двух до
восьми независимых каналов управления, каждый из которых содержит датчик скорости

коррозии , содержащий коррозионно -измерительный преобразователь и устройство сопряжения сигналов датчика , и исполнительное устройство для ввода ингибитора , содержащее дозатор и устройство сопряжения сигналов дозатора , отличающаяся тем , что в каждый канал системы введен микроконтроллер , соединенный с устройством
5 управления , обработки и хранения информации - электронной вычислительной машиной (ЭВМ).

Недостатком известной системы является то, что она не обеспечивает для энергетических установок , например , первых и вторых контуров АЭС с ВВЭР (водо -водяной энергетический реактор) и PWR (реактор с водой под давлением), надежной
10 эксплуатации на проектной мощности , в переходных режимах или при отмыках , пассивациях и в стояночных режимах . Система не учитывает существенных отличий параметров состояния сред заполнения и гидравлических характеристик технологических контуров даже в пределах одной энергетической установки по сравнению с любым трубопроводным трактом .

Известна система химического контроля теплоносителя водоохлаждаемого реактора (см. JP2581833, МПК G01N 17/02, опубл . 12.02.1997), включающая установленный в теплоносителе датчик электрохимического потенциала , соединенный с
15 потенциостатом , выход которого подключен к компьютеру , снабженному блоком памяти и монитором . Компьютер соединен с исполнительным устройством для ввода газа или
20 химического реагента .

Недостатком известной системы является расположение датчиков в зоне активного парообразования , а также прямо в нейтронном поле . Как известно , многие материалы , том числе элементы изоляционных материалов и токоотводов датчиков , под действием нейтронов меняют свои физико -механические свойства . Срок надежной эксплуатации
25 датчиков известной системы явно меньше в нейтронном поле по сравнению с длительностью работы аналогичного оборудования за его пределами , а замена датчиков возможна только в период остановов энергоблока для перегрузки топлива . Кроме того , в зоне активного парообразования измеряемые значения , прежде всего концентрации растворенных газов , будут сильно колебаться . Усреднение этих значений во времени
30 приведет к занижению реального количества введенного водорода и иных реагентов из-за миграции растворенных газов в пузыри , захвата продуктами коррозии реагентов при концентрировании и последующем осаждении на теплопередающую поверхность топлива . Следовательно , управление дозированием водорода и других реагентов будет

консервативно завышенным на величину неопределенности , связанной с разбросом показаний датчиков известной системы .

Известна система химического контроля энергетической установки , совпадающая с настоящим решением по наибольшему числу существенных признаков и принятая за прототип (ЕР0661538, МПК G01N 17/02, G21C 17/02, опубл . 05.07.1995). Система - прототип включает установленный в активной зоне реактора датчик электрохимического показателя теплоносителя , подключенный для расчета коррозионного потенциала к блоку обработки и передачи данных измерений , выход , которого соединен с центральной ЭВМ , управляющей исполнительными устройствами для ввода водорода и химических
10 реагентов . Система также может включать датчик растворенного кислорода , датчик перекиси водорода , датчик электрической проводимости и датчик pH .

Расположение датчика электрохимического показателя теплоносителя в активной зоне реактора сводит к минимуму время транспортного запаздывания (период времени между моментами выхода пробы из точки отбора и достижения пробой датчика).
15 Недостатком известной системы является то, что в условиях мощного радиационного поля активной зоны длительность эксплуатации датчиков и элементов системы меньше по сравнению с длительностью работы аналогичного оборудования за его пределами , а замена датчиков и элементов системы возможна только в период остановов энергоблока для перегрузки топлива . Заменять приходится все элементы системы из-за высокой
20 наведенной активности , включая и электроды датчика поляризационного сопротивления . При этом регулярное обновление состояния поверхности датчиков при их смене снижает достоверность прогнозных оценок коррозионного износа , так как общая коррозия при неизменности коррозионных свойств среды снижается во времени по параболе . При колебаниях качества водно -химического режима функция отклика замененных
25 электродов , поверхностная оксидная пленка которых значительно отличается от пленок , образовавшихся на поверхностях оборудования контура за длительный срок , будет менее достоверной для обоснования выбора количественных характеристик использования средств оптимизации параметров теплоносителя .

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

30 Задачей настоящего технического решения является разработка такой системы химического контроля энергетической установки , которая бы имела более длительный срок службы датчиков при сохранении получения достоверных значений нормируемых и диагностических показателей водных сред технологических контуров на мощности , в переходных режимах или при отмыках , пассивациях и в стояночных режимах .

Поставленная задача решается тем, что система химического контроля энергетической установки включает по меньшей мере один датчик электрохимического показателя теплоносителя, электрически подключенный к блоку обработки и передачи данных измерений, выход которого соединен с центральной электронной вычислительной 5 машиной, управляющей исполнительными устройствами для ввода водорода и химических реагентов. Датчик электрохимического показателя теплоносителя выполнен проточным, гидравлическим входом подключен трубкой для отбора пробы к технологическому контуру энергетической установки, а гидравлический выход датчика электрохимического показателя теплоносителя гидравлически последовательно соединен 10 с первым теплообменником и первым дросселирующим устройством, снабженным реверсным контуром подачи теплоносителя.

Вынос датчика электрохимического показателя теплоносителя из мощного радиационного поля активной зоны реактора обеспечивает более длительный срок службы датчика. При этом сброс прошедшей через датчик пробы теплоносителя в линию 15 дренажа происходит через первый теплообменник для снижения температуры теплоносителя и дросселирующего устройства для снижения давления и расхода. Для того чтобы исключить снижение расхода пробы теплоносителя, и тем самым увеличения времени транспортного запаздывания, из-за постепенного забивания дросселирующего устройства продуктами коррозии железа, приводящего к уменьшению диаметра 20 проходного отверстия дросселирующего устройства, дросселирующее устройство снабжено реверсным контуром подачи теплоносителя, обеспечивающим поддержание постоянного расхода пробы через датчик электрохимического показателя теплоносителя. Реверсный контур особенно важен при работе реактора в переходных режимах (пуск, останов), при изменении мощности энергоблока, включая аварийные отключения. 25 Изменения мощности реактора /котлового агрегата или переключения насосов сопровождаются увеличением в теплоносителе взвешенных нерастворимых частиц продуктов коррозии, образующих в стационарных условиях поверхностные отложения, рыхлые и слабо сцепленные с плотными защитными оксидными пленками. Реверсный контур в этих случаях обеспечивает поддержание постоянного расхода пробы через 30 электрохимические датчики, что обеспечивает получение достоверных значений нормируемых и диагностических показателей водных сред технологических контуров.

Датчик электрохимического показателя теплоносителя может быть выполнен в виде проточного датчика поляризационного сопротивления.

Датчик электрохимического показателя теплоносителя может быть выполнен в виде проточного датчика электрохимического потенциала

Датчик электрохимического показателя теплоносителя может быть установлен в первом технологическом контуре энергетической установки .

5 Датчик электрохимического показателя рабочей теплоносителя может быть установлен во втором технологическом контуре энергетической установки .

Система химического контроля энергетической установки может включать датчик растворенного кислорода и/или датчик растворенного водорода и/или датчик электрической проводимости и/или датчик pH, установленные между вторым
10 теплообменником , гидравлически подсоединенным к технологическому контуру энергетической установки , и вторым дросселирующим устройством , или установленные после второго дросселирующего устройства .

Датчики электрохимических показателей теплоносителя настоящей системы химического контроля энергетической установки могут быть установлены в
15 технологических контурах различных энергетических установок : циркуляционных контурах кипящих реакторов типа BWR (кипящий водный реактор) и РБМК (реактор большой мощности канальный), в первых и вторых контурах АЭС с PWR и ВВЭР , в контурах тепловых станций . Но в качестве примера ниже рассмотрена система химического контроля энергетической установки первого контура легководного реактора
20 с водой под давлением .

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Настоящая система химического контроля энергетической установки поясняется чертежом , где :

на фиг. 1 приведена принципиальная гидравлическая схема первого контура
25 легководного реактора с водой под давлением с системой химического контроля энергетической установки ;

на фиг. 2 приведена принципиальная электрическая схема системы химического контроля энергетической установки ;

на фиг. 3 показана принципиальная схема дросселирующего устройства ,
30 снабженного реверсным контуром подачи теплоносителя .

ЛУЧШИЙ ВАРИАНТ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Первый контур энергетической установки с системой химического контроля (см. фиг. 1) состоит из корпуса 1 реактора с компенсатором 2 давления , оборудования циркуляционного первого контура , включающего трубопровод 3 подачи в парогенератор

4 нагретого теплоносителя и возврата его через трубопровод 5, главный циркуляционный насос 6 обратно через трубопровод 7 в корпус 1 реактора. Система управления и поддержания качества водно-химического режима первого контура включает выходной трубопровод 8 и входной трубопровод 9, соединяющие корпус 1 реактора с 5 оборудованием системы продувки и подпитки, состоящей из регенеративного теплообменника 10, системы очистки теплоносителя на ионообменных фильтрах 11 и подпиточного насоса 12. Корпус 1 реактора гидравлически подключен трубкой 13 для отбора пробы к блоку 14 проточных датчиков электрохимических показателей теплоносителя, содержащий, например, к датчик (Д1) 15 поляризационного 10 сопротивления и датчик (Д2) 16 электрохимического потенциала, которые гидравлически последовательно соединены с первым теплообменником 17 и первым дросселирующим устройством 18, снабженным реверсным контуром 19 подачи теплоносителя. Д1 15 и Д2 16 могут быть подключены последовательно (как показано на фиг. 1) или параллельно, в зависимости от их конструкции и условий эксплуатации. Первое дросселирующее 15 устройство 18, например, может быть выполнено в виде корпуса с входным и выходным патрубками, внутри которого установлен блок дроссельных шайб (на чертеже не показаны). Гидравлический выход первого дросселирующего устройства 18 соединен с первой линией 20 дренажа. Проточный датчик (Д1) 15 поляризационного сопротивления и проточный датчик (Д2) 16 электрохимических показателей теплоносителя блока 14 (см. 20 фиг. 2) электрически подключены к входам первого блока (БОУ 1) 21 обработки и передачи данных измерений, выход которого соединен с центральной электронной вычислительной машиной (ЦЭВМ) 22, управляющей исполнительным устройством (ИУ 1) 23 для ввода водорода и исполнительным устройством (ИУ 2) 24 для ввода химических реагентов. ЦЭВМ 22 снабжена монитором 25 для визуального контроля оператором 25 данных измерений и принятия им управленческих решений при эксплуатации энергоблока. Д1 15 и Д2 16, первый теплообменник 17, первое дросселирующее устройство 18 с реверсным контуром 19 и БОУ 1 21 размещают в пределах герметичного контура реактора, и они недоступны для обслуживания при работе на мощности. Система химического контроля энергетической установки может включать (см. фиг. 1), например, 30 датчик (Д3) 26 растворенного кислорода, датчик (Д4) 27 растворенного водорода, датчик (Д5) 28 электрической проводимости и датчик (Д6) 29 pH, установленные между вторым теплообменником 30 и вторым дросселирующим устройством 31, по конструкции аналогичном первому дросселирующему устройству 18 (см. фиг. 1), или могут быть установлены после второго дросселирующего устройства 31. Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29

могут быть подключены параллельно (как показано на фиг. 1) или могут быть подключены последовательно, в зависимости от их конструкции и условий эксплуатации. Вход второго теплообменника 30 гидравлически может быть соединен с корпусом 1 реактора посредством отвода от трубки 13 (одна точка входа) или посредством трубки 32 для отбора пробы (две точки входа, как показано на фиг. 1). Для проб теплоносителя, прошедших через Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29, предназначена вторая линия 33 дренажа. Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29 электрически подключены (см. фиг. 2) ко второму блоку (БОУ 2) 34 обработки и передачи данных измерений, выход БОУ 2 34 соединен с ЦЭВМ 22. Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29 располагают за пределами герметичного контура реактора, и они доступны для обслуживания при работе на мощности. Охлаждение пробы во втором теплообменнике 30 создает приемлемые условия эксплуатации низкотемпературных Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29, и, в сочетании с действием второго дросселирующего устройства 31 по снижению давления и стабилизации расхода движущейся среды пробы, обеспечивают допустимые, по техническим требованиям, сброса отработанной пробы во вторую линию 33 дренажа. На фиг. 3 показано первое дросселирующее устройство 18 с более детальным изображением реверсного контура 19 подачи теплоносителя. Реверсный контур 19 содержит трубки 35, 36 для реверсной подачи проб теплоносителя и вентили 37, 38, 39, 40, обеспечивающие реверс потока пробы через первое дросселирующее устройство 18. При прямом направлении движения потока пробы через первое дросселирующее устройство 18 в сторону первой линии 20 дренажа (фиг. 1 и фиг. 2) вентили 37 и 38 открыты, а вентили 39 и 40 закрыты. Обратное движение потока пробы через первое дросселирующее устройство 17 при его промывке происходит, если вентили 37 и 38 закрыты, а вентили 39 и 40 открыты.

Настоящая система химического контроля энергетической установки работает следующим образом. Теплоноситель первого контура поступает в автоматическом режиме из штатных точек отбора проб через трубку 13 в блок 14 проточных датчиков электрохимических показателей теплоносителя, содержащий, например, Д1 15 поляризационного сопротивления и Д2 16 электрохимического потенциала, затем поток пробы проходит первый теплообменник 17 и первое дросселирующее устройство 18, снабженное реверсным контуром 19 подачи теплоносителя для промывки дросселирующего устройства 18. Первый теплообменник 17 и первое дросселирующее устройство 18 обеспечивают оптимальные значения температуры, давления и расхода потока пробы в линию 20 дренажа. Сигналы Д1 15 и Д2 16 поступают в БОУ 1 21 обработки и передачи данных измерений и далее в ЦЭВМ 22. Параллельно рабочая среда

через трубку 32 (в одном варианте подсоединения к технологическому контуру) или через трубку 13 (в другом варианте подсоединения к технологическому контуру) поступает во второй теплообменник 30 и при комнатной температуре проходит в Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29, производящие измерения нормируемых и диагностических показателей качества среды технологического контура . Затем поток пробы проходит второе дросселирующее устройство 31 и поступает в линию 33 дренажа . Сигналы Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29 поступают в БОУ 2 34 и далее в ЦЭВМ 22. В ЦЭВМ 22 используют обработанные результаты измерений Д1 15, Д2 16, Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29 при обосновании управленческих решений в ходе эксплуатации энергоблока . Периодически проводят промывку внутренних поверхностей первого дросселирующего устройства 18 от слабо сцепленных с поверхностью продуктов коррозии железа путем изменении направления потока пробы с помощью вентилей 37, 38, 39, 40 реверсного контура 19. Смена направления потока пробы через первое дросселирующее устройство 18 целесообразно осуществлять при снижении в два раза расхода пробы по сравнению с первоначальным значением в стационарном режиме и, превентивно , по окончании каждого этапа протекания переходных режимов . Периодическая промывка первого дросселирующего устройства 18 позволяет сохранять постоянным время транспортного запаздывания и стабильность поступления пробы к чувствительным элементам Д1 15, Д2 16, Д3 26, Д4 27, Д5 28 и Д6 29, что обеспечивает получение достоверных значений нормируемых и диагностических показателей водных сред технологического контура на мощности , в переходных режимах или при отмыках , пассивациях и в стояночных режимах . Выбор значений нормируемых и диагностических показателей качества водно -химического режима технологического контура по критерию минимальной коррозионной агрессивности среды заполнения и поддержание значений показателей в определенных границах являются условием безопасной эксплуатации энергоблока . При отклонениях значений показателей за пределы установленных границ производят в течение регламентированного времени действия по устранению нарушений . При невозможности устранить причины отклонения значений измеренных показателей технологического контура в течение регламентированного времени принимают решение о приостановке или прекращении дальнейших работ на энергоблоке (СТО 1.1.1.03.004.0980-2014 «Водно - химический режим первого контура при вводе энергоблока атомной электростанции проекта АЭС -2006 в эксплуатацию . Нормы качества теплоносителя и средства их обеспечения ». СТО 1.1.1.03.004.0979-2014 «Водно -химический режим второго контура при вводе энергоблока атомной электростанции проекта АЭС -2006 в эксплуатацию .

Нормы качества рабочей среды и средства их обеспечения ». http://www.snti.ru/snips_rd3.htm).

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ

Ниже приведен конкретный пример, показывающий эффективность использования настоящей системы химического контроля энергетической установки, включающей датчики электрохимических показателей теплоносителя технологических контуров энергетической установки и образующие комплекс с теплообменниками и дросселирующими устройствами с реверсным контуром подачи теплоносителя, приведен ниже.

10 Пример. Опытный образец комплекса коррозионного мониторинга был смонтирован на одном из энергоблоков с РБМК -1000. Энергоблок с РБМК -1000 представляет собой одноконтурную энергетическую установку кипящего типа. Теплоноситель - легкая вода (H_2O) движется по контуру многократной принудительной циркуляции (КМПЦ), объединяющему канальный реактор, турбину и главный

15 циркуляционный насос. Принципиальная схема КМПЦ схожа с циркуляционным контуром, изображенным на фиг. 1 (позиции 1, 4, 6). Организация отбора проб в автоматизированном режиме и подвод ее к системе химического контроля энергетической установки также аналогичен (см. фиг. 1, позиции 13, 16-20). Первый вариант комплектации опытного образца системы химического контроля состоял из ячейки с

20 электродами датчика электрохимического потенциала, теплообменника -холодильника, дросселирующего устройства в виде блока дроссельных шайб. Блок дроссельных шайб был рассчитан на обеспечение снижения давления с 8 до 0,15 МПа и поддержание расхода пробы теплоносителя около $20 \text{ дм}^3/\text{ч}$. Измерения электрохимического потенциала осуществляли с помощью типового измерительного преобразователя и отвода сигналов 4-

25 20 мА к системе регистрации на ленте типового самописца. Качество водно -химического режима соответствовало нормативному документу (СТО 1.1.1.02.013.0715-2009 «Водно -химический режим основного технологического контура и вспомогательных систем атомных электростанций с реакторами РБМК -1000». http://www.snti.ru/snips_rd3.htm).

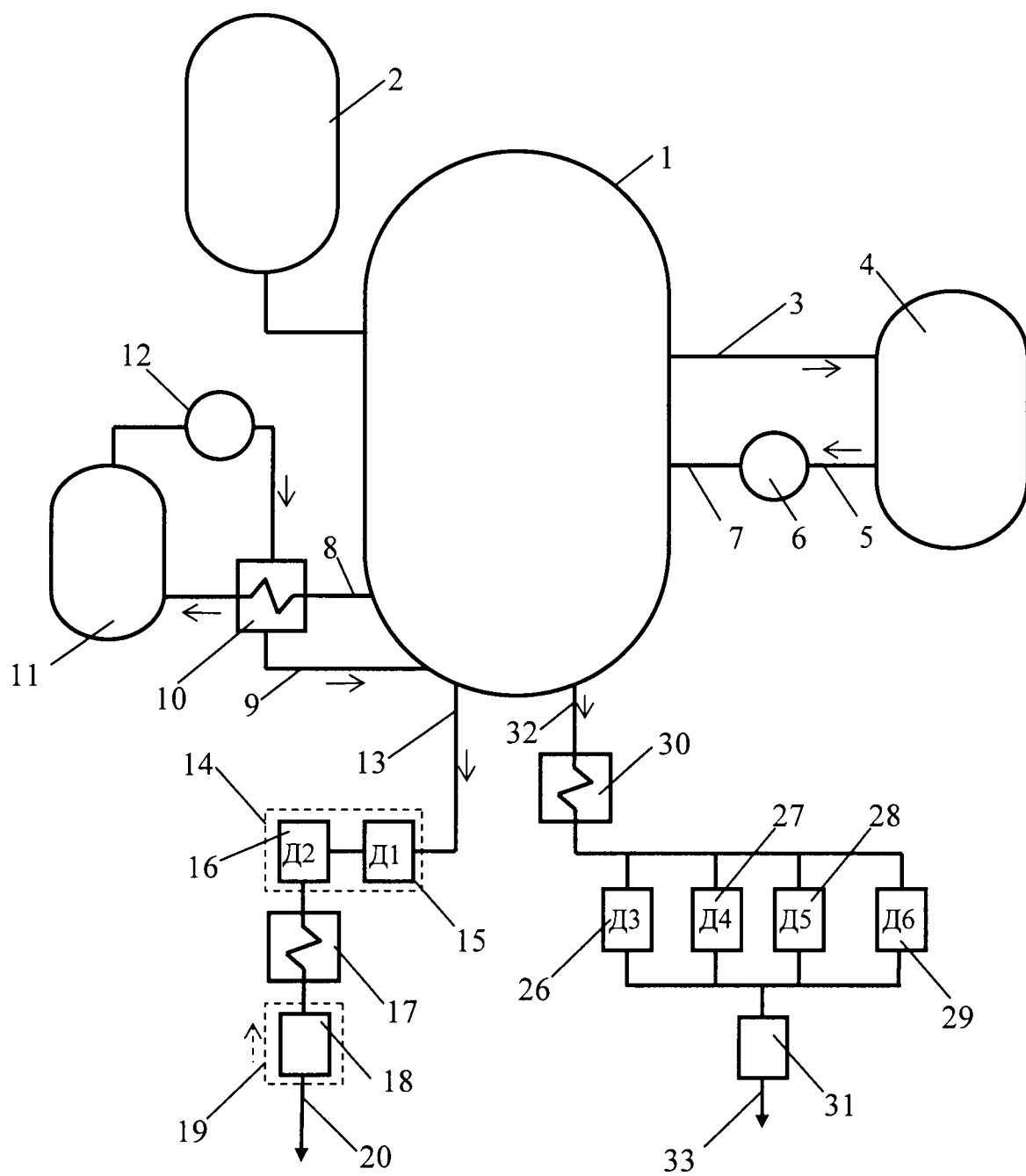
Показатели качества изменялись при работе на мощности в следующих пределах:

30 концентрация кислорода - от 25 до 40 мкг /кг; концентрация водорода - от 0 до 2 мкг /кг; концентрация продуктов коррозии железа - от 7 до 10 мкг /кг; удельная электрическая проводимость - от 0,08 до 0,27 мкСм /см. В ходе проведения первого этапа испытаний в условиях работы энергоблока на номинальной мощности было отмечено снижение расхода пробы. Проток пробы теплоносителя через комплекс снизился через 200 часов

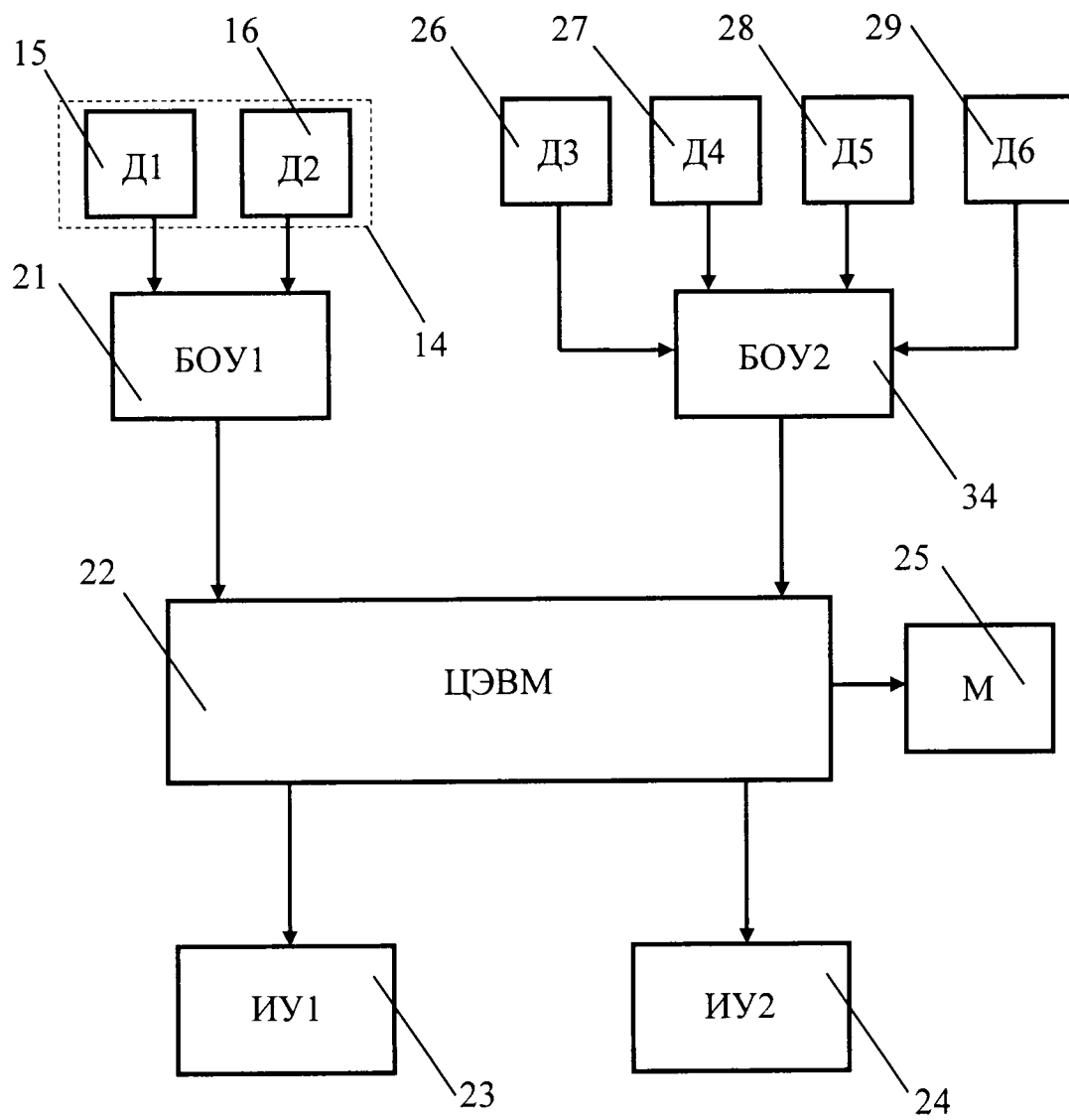
вдвое (до $10 \text{ дм}^3/\text{ч}$), а через 800 часов до $3 \text{ дм}^3/\text{ч}$, что соответствует увеличению времени транспортного запаздывания в шесть раз, до ~ 5 минут, при длине трубки для отбора пробы, равной 10 метрам от точки отбора пробы до датчика. Увеличение времени транспортного запаздывания оказывает негативное влияние на достоверность значений 5 нормируемых и диагностических показателей водных сред технологического контура. Расход пробы теплоносителя величиной $(17 - 19) \text{ дм}^3/\text{ч}$ был восстановлен в результате проведения следующих процедур: отключение комплекса от КМПЦ, извлечение из комплекса блока дроссельных шайб, удаление механическим способом отложений продуктов коррозии железа с внутренних поверхностей дроссельных шайб, сборка блока 10 дроссельных шайб, установка блока дроссельных шайб в гидравлический тракт комплекса и ввод его в работу. Периодический контроль расхода пробы показал, что постепенное снижение расхода происходит практически с тем же темпом, как и в начале испытаний. Аналогичное образование отложений продуктов коррозии железа в форме магнетита было зафиксировано в регулирующем клапане подачи питательной воды в котел барабанного 15 типа парогазовой установки на одной из тепловых электрических центральных. Очистка клапана от отложений требовалась не реже одного раза в месяц. Для устранения этих недостатков была произведена модернизация гидравлического тракта комплекса, заключающаяся в организации реверсного контура подачи теплоносителя в дросселирующее устройство, аналогичное изображенному на фиг. 3. Модернизированный 20 комплекс с дросселирующим устройством, снабженным реверсным контуром подачи теплоносителя, позволил провести длительные испытания (не менее 5000 часов) при номинальной мощности энергоблока, в периоды пуска (от 48 до 144 часов) и останова (от 48 до 100 часов). Показатели качества изменялись в периоды пуска и останова в следующих пределах: концентрация кислорода - от 25 до 140 мкг/кг; концентрация 25 водорода - от 0 до 4 мкг/кг; концентрация продуктов коррозии железа - от 20 до 100 мкг/кг; удельная электрическая проводимость - от 0,28 до 0,77 мкСм/см. Своевременное переключение направления потока теплоносителя через дросселирующее устройство позволило поддерживать расход в приемлемых для достоверности результатов измерений пределах от 15 до $18 \text{ дм}^3/\text{ч}$.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

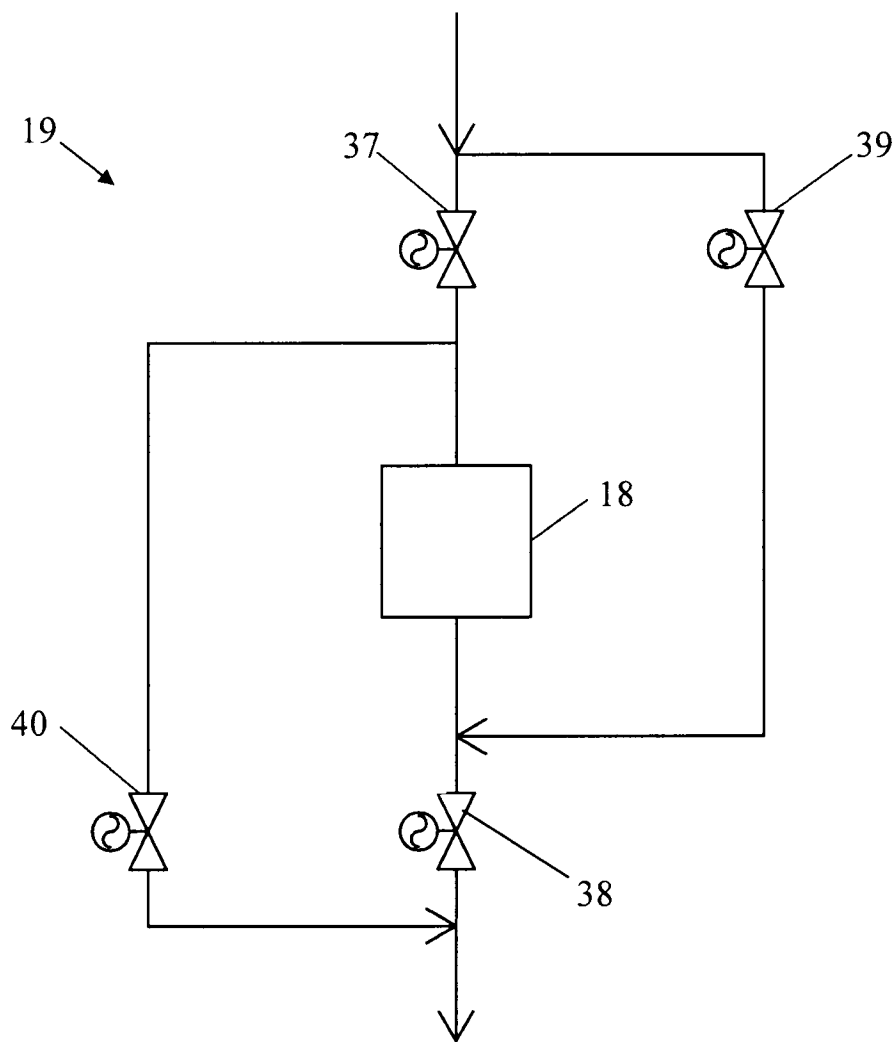
1. Система химического контроля энергетической установки , включающая по меньшей мере один датчик электрохимического показателя теплоносителя , электрически подключенный к блоку обработки и передачи данных измерений , выход которого
5 соединен с центральной электронной вычислительной машиной , управляющей исполнительными устройствами для ввода водорода и химических реагентов , отличающаяся тем , что датчик электрохимического показателя теплоносителя выполнен проточным , гидравлическим входом подключен трубкой для отбора пробы к технологическому контуру энергетической установки , а гидравлический выход датчика
10 электрохимического показателя теплоносителя гидравлически последовательно соединен с первым теплообменником и первым дросселирующим устройством , снабженным реверсным контуром подачи теплоносителя .
2. Система по п. 1, отличающаяся тем , что датчик электрохимического показателя теплоносителя установлен в первом технологическом контуре энергетической
15 установки .
3. Система по п. 1, отличающаяся тем , что датчик электрохимического показателя теплоносителя установлен во втором технологическом контуре энергетической установки .
4. Система по п. 1, отличающаяся тем , что датчик электрохимических
20 показателей теплоносителя выполнен в виде проточного датчика поляризационного сопротивления .
5. Система по п. 1, отличающаяся тем , что датчик электрохимических показателей теплоносителя выполнен в виде проточного датчика электрохимического потенциала .
- 25 6. Система по п. 1, отличающаяся тем , что включает датчик растворенного кислорода и/или датчик растворенного водорода , и/или датчик электрической проводимости , и/или датчик pH, установленные между вторым теплообменником и вторым дросселирующим устройством или после дросселирующего устройства , при этом второй теплообменник гидравлически соединен с технологическим контуром , а
30 упомянутые датчики электрически подключены ко второму блоку обработки и передачи данных измерений , выход которого соединен с центральной электронной вычислительной машиной .



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка N»
PCT/RU20 17/000473

A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ : INV. G21C17/022 в 08В 3/00 Согласно международной патентной классификации (МПК)		
B. ОБЛАСТИ ПОИСКА :		
Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК : G21C в 08В G01N		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки :		
Электронная база данных , использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно , поисковые термины): EPO-Internal , WPI Data		
C. ДОКУМЕНТЫ , СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ :		
Категория *	Ссылки на документы с указанием , где это возможно , релевантных частей	Относится к пункту N»
X	EP 0 417 571 A 1 (HITACHI LTD [JP]) 20 марта 1991 (1991-03-20)	1,2,5
Y	с. 9, строки 40-51; Фиг. 1 с. 12, строка 52 - с. 13, строка 16 -----	3,4,6
Y	US 201 1/209730 A 1 (VARRIN JR ROBERT D [US]) ET AL) 1 сентября 2011 (201 1-09-01) абзацы [0002] , [0025] -----	3,4
Y	RU 2 326 372 CI (FEDERAL NOE GUP G NTS RF Nil A [RU]) 10 июня 2008 (2008-06- 10) абзацы [0001] , [0008] -----	6
последующие документы указаны в продолжении графы C. X данные о патентах -аналогах указаны в приложении .		
* Особые категории ссылочных документов :		
«A» документ , определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	«Т» более поздний документ , опубликованный после даты международной подачи или приоритета , но приведенный для понимания принципа или теории , на которых основывается изобретение	
«E» более ранняя заявка или патент , но опубликованная на дату международной подачи или после нее	«X» документ , имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска ; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем , в сравнении с документом , взятым в отдельности	
«L» документ , подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет , или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа , а также в других целях (как указано)	«Y» документ , имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска ; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем , когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории , такая комбинация документов очевидна для специалиста	
«O» документ , относящийся к устному раскрытию , использованию , экспонированию и т.д.		
«P» документ , опубликованный до даты международной подачи , но после даты испрашиваемого приоритета .	«&» документ , являющийся патентом -аналогом	
Дата действительного завершения международного поиска 18 сентября 2018	Дата отправки настоящего отчёта о международном поиске : 01/10/2018	
Наименование и адрес Международного поискового органа : EP	Уполномоченное лицо : Телефон №	

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ
Информация о патентах -аналогах

Международная заявка N»
PCT/RU20 17/000473

Патентный документ , процитированный в отчёте поиска	Дата публикации	Патент (ы)- аналог (и)	Дата публикации
EP 0417571 A1	20-03-1991	DE 69019642 D1 DE 69019642 T2 EP 0417571 A1 JP 2581833 B2 JP H03179246 A US 5203984 A	29-06-1995 11-01-1996 20-03-1991 12-02-1997 05-08-1991 20-04-1993
US 2011209730 A1	01-09-2011	CN 102272521 A JP 5578630 B2 JP 2012513006 A KR 20110102387 A US 2011209730 A1 US 2011303247 A1	07-12-2011 27-08-2014 07-06-2012 16-09-2011 01-09-2011 15-12-2011
RU 2326372 CI	10-06-2008	НЕТ	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/RU2017/000473

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G21C17/022 B08B3/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G21C B08B G01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal , WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 417 571 A1 (HITACHI LTD [JP]) 20 March 1991 (1991-03-20)	1, 2, 5
Y	page 9, lines 40-51; figure 1 page 12, line 52 - page 13, line 16 -----	3, 4, 6
Y	US 2011/209730 A1 (VARRIN JR ROBERT D [US] ET AL) 1 September 2011 (2011-09-01) paragraphs [0002] , [0025] -----	3, 4
Y	RU 2 326 372 C1 (FEDERAL NOE GUP G NTS RF Nil A [RU]) 10 June 2008 (2008-06-10) paragraphs [0001] , [0008] -----	6
<input style="width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" style="width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 18 September 2018	Date of mailing of the international search report 01/10/2018	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Sewtz, Michael	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/RU2017/000473

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0417571	AI	20-03-1991	DE 69019642 DI 29-06-1995
			DE 69019642 T2 11-01-1996
			EP 0417571 AI 20-03-1991
			JP 2581833 B2 12-02-1997
			JP H03179246 A 05-08-1991
			US 5203984 A 20-04-1993

US 2011209730	AI	01-09-2011	CN 102272521 A 07-12-2011
			JP 5578630 B2 27-08-2014
			JP 2012513006 A 07-06-2012
			KR 20110102387 A 16-09-2011
			US 2011209730 AI 01-09-2011
			US 2011303247 AI 15-12-2011

RU 2326372	CI	10-06-2008	NONE
