



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007123881/28, 25.06.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.06.2007

(45) Опубликовано: 27.02.2009 Бюл. № 6

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2168172 C1, 27.05.2001. RU 2267119
C2, 27.12.2005. RU 2231778 C1, 27.06.2004. SU
395758 A, 29.12.1973. SU 394710 A, 11.01.1974.

Адрес для переписки:

153003, г.Иваново, ул. Рабфаковская, 34,
Ивановский государственный энергетический
университет им. В.И. Ленина, патентно-
информационный отдел

(72) Автор(ы):

Ларин Борис Михайлович (RU),
Бушуев Евгений Николаевич (RU),
Козюлина Екатерина Владимировна (RU),
Ларин Андрей Борисович (RU),
Киет Станислав Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

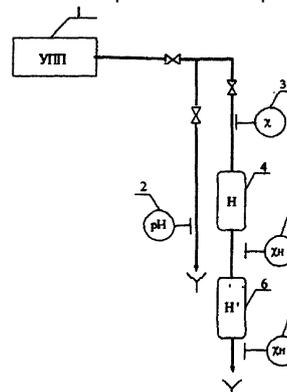
Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Ивановский государственный энергетический
университет им. В.И. Ленина (ИГЭУ) (RU),
Ларин Борис Михайлович (RU),
Бушуев Евгений Николаевич (RU),
Козюлина Екатерина Владимировна (RU),
Ларин Андрей Борисович (RU),
Киет Станислав Викторович (RU)

(54) АНАЛИЗАТОР ПРИМЕСЕЙ КОНДЕНСАТА И СПОСОБ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение может применяться для контроля водного теплоносителя на тепловых и атомных электрических станциях. Для определения примесей конденсата рассчитывают концентрации ионов водорода по измерению удельной электропроводности прямой и Н-катионированной пробы. При этом измеряют рН, удельную электропроводность пробы, а также удельные электропроводности Н-фильтрата пробы после каждой из 2^х Н-катионитных колонок, вычисляют концентрации ионов водорода, натрия, хлоридов, щелочность, аммиака и углекислоты в пробе и определяют потерю рабочей способности Н-катионитной колонки. Также предложено устройство для осуществления данного способа. Технический результат, достигаемый изобретением, заключается в повышении

информативности и надежности систем химико-технологического мониторинга. 2 н.п. ф-лы, 2 ил.



Принципиальная схема измерительного блока прибора АПК

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007123881/28, 25.06.2007**

(24) Effective date for property rights: **25.06.2007**

(45) Date of publication: **27.02.2009 Bull. 6**

Mail address:

**153003, g.Ivanovo, ul. Rabfakovskaja, 34,
Ivanovskij gosudarstvennyj ehnergeticheskij
universitet im. V.I. Lenina, patentno-
informatsionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Larin Boris Mikhajlovich (RU),
Bushuev Evgenij Nikolaevich (RU),
Kozjulina Ekaterina Vladimirovna (RU),
Larin Andrej Borisovich (RU),
Kiet Stanislav Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe agentstvo po obrazovaniju
Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
Ivanovskij gosudarstvennyj ehnergeticheskij
universitet im. V.I. Lenina (IGEhU) (RU),
Larin Boris Mikhajlovich (RU),
Bushuev Evgenij Nikolaevich (RU),
Kozjulina Ekaterina Vladimirovna (RU),
Larin Andrej Borisovich (RU),
Kiet Stanislav Viktorovich (RU)**

(54) **ANALYSER OF CONDENSATE ADMIXTURES AND METHOD OF THEIR DETERMINATION**

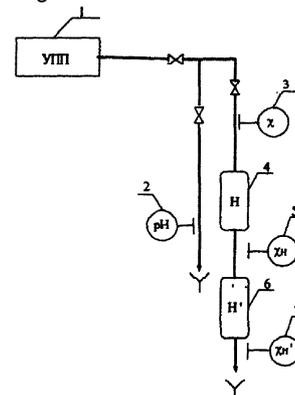
(57) Abstract:

FIELD: physics, measurements.

SUBSTANCE: invention can be used to control fluid heat carrier at thermal and nuclear power stations. To define the condensate admixtures, hydrogen ion concentration is calculated by measuring specific conductivity of direct and H-cationated sample. At the same time, pH, sample direct-current conductivity, sample H-filtrate direct-current conductivity downstream of each 2nd H-cationite columns are measured. Now, hydrogen, sodium, chloride, ammonia, carbon-dioxide ion concentration in the sample are measured to judge on the loss of operating capability of H-cationite column. Proposed is also the device to implement the previously mentioned method.

EFFECT: improved self descriptiveness and higher reliability of chemical-and-technological

monitoring quality.
2 cl, 2 ex, 2 dwg



Принципиальная схема измерительного блока прибора АПК
Фиг. 1

RU 2 348 031 C1

RU 2 348 031 C1

Изобретение относится к теплоэнергетике и может применяться для контроля водного теплоносителя на тепловых и атомных электрических станциях.

Известен анализатор «FAM Deltacon pH» (фирма «Swan»), который состоит из Н-катионитовой колонки двух датчиков для измерения удельной электропроводности исходной и Н-катионированной проб, предназначенный для расчетного определения pH вод типа конденсата на электростанциях по дифференциальному измерению электропроводности до и после Н-катионитного фильтра.

Недостатком данного способа являются: отсутствие автоматической индикации срабатывания Н-колонки и расчетное определение только водородного показателя pH, а так же завышенные требования к составу примесей рабочей среды. Как записано в техническом описании прибора, проба должна содержать в качестве примеси в основном NaCl, а при значении $pH < 8$ концентрация примеси (NaCl) в пробе должна быть значительно меньше концентрации подщелачивающего агента (NH_3). При значениях pH ниже 7,5 прибор не обеспечивает определения заданного параметра. В реальных условиях работы энергоблоков на ГРЭС и, особенно, на ТЭЦ качество конденсата и питательной воды может меняться в широких пределах, включая значение pH, общую минерализацию, концентрацию аммиака и углекислоты. При этом концентрация бикарбонатов, определяемая общей щелочностью ($NaHCO_3$), не меньше, а иногда и много больше, концентрации хлоридов (NaCl). Расчет pH по измерению удельной электропроводности исходной и Н-катионированной пробы в этом случае может давать большую ошибку.

Известен способ контроля качества конденсата и питательной воды [патент на изобретение №2168172. Способ контроля качества конденсата и питательной воды. 2001 г.] , который основан на одновременном измерении удельной электропроводности и pH исходной и Н-катионированной пробы. Все измерения проводят с учетом температуры, а определение показателей качества воды осуществляется путем обработки измерений на ЭВМ с использованием системы уравнений, характеризующей ионные равновесия в исходной пробе воды и Н-фильтрате.

Недостатками данного способа являются: низкая точность измерения значений pH пробы, пропущенной через Н-катионитовую колонку, при значении удельной электропроводности ниже 0,3-0,5 мкСм/см и невысокая точность расчета концентрации натрия, обусловленная ограничениями алгоритма расчета концентраций примесей, что отмечалось в литературе [Ларин Б.М., Бушуев Е.Н., Козюлина Е.В. Повышение информативности мониторинга водного режима конденсатно-питательного тракта энергоблоков. //Теплоэнергетика. 2003. №7. С.2-9].

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в повышении информативности приборов автоматического химконтроля, измеряющих электропроводность и pH прямой пробы (до Н-колонки) и электропроводность Н-катионированной пробы (после Н-колонки). Это достигается путем совмещения измерительной системы и расчетной программы.

Анализатор примесей конденсата (АПК) состоит из устройства подготовки пробы (УПП), двух параллельных каналов: канала измерения активности ионов водорода (pH) и канала измерения удельной электропроводности (χ , χ_H), из двух последовательно установленных Н и Н' катионитовых колонок, между которыми расположен контрольный датчик удельной электропроводности.

Анализатор примесей конденсата (АПК) предназначен для непрерывного контроля удельной электропроводности (χ , χ_H) и pH охлажденных проб и расчета содержания аммиака и иных минеральных примесей в конденсате паровых турбин и питательной воде энергоблоков тепловых и атомных станций, а так же для обнаружения присосов охлаждающей воды в конденсаторе турбин по содержанию в конденсате ионов натрия и хлора.

Анализатор состоит из измерительного и обрабатывающего блоков.

На фиг.1 представлена конструкция измерительного блока, состоящего из устройства подготовки пробы (УЮТ) 1, двух параллельных измерительных каналов, на одном из

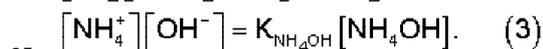
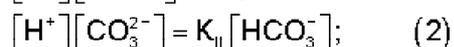
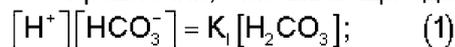
которых установлен датчик измерения активности ионов водорода (рН) 2, на другом установлены два Н-катионитовых фильтра (4, 6), три датчика измерения удельной электропроводности (3, 5, 7), контрольный датчик 5 установлен между Н и Н' фильтрами (4, 6).

5 Работа анализатора осуществляется следующим образом: поступающая в измерительный блок проба, предварительно охлажденная в устройстве подготовки пробы (УПП), распределяется в два параллельных канала: канал измерения удельной электропроводности (χ и χ_H) и канал измерения активности ионов водорода (рН). Для предотвращения работы с истощенным Н-фильтром, последний состоит из двух последовательно включенных колонок (рабочей и страхующей), между которыми включен контрольный датчик удельной электропроводности. При срабатывании рабочей Н-колонки разность показаний удельной электропроводности χ_H и χ_H' возрастает и дает сигнал при достижении установленного значения $\Delta\chi_H$.

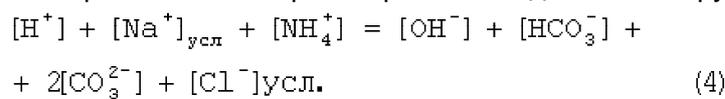
15 Преобразование сигналов (параметров) датчиков в удобную для цифровой обработки форму выполняет работающий под управлением микропроцессора электронный преобразователь, обеспечивающий пересчет измеренных показателей в концентрации контролируемых примесей воды. Затем осуществляется циклическая передача подлежащих регистрации величин на показывающий (вторичный) прибор или ЭВМ.

Расчетная система уравнений для обработки результатов имеет следующий вид:

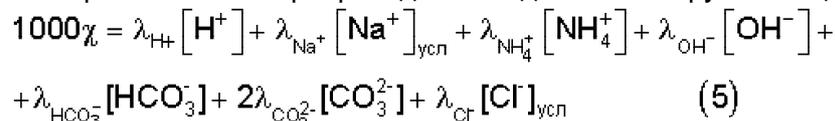
20 - Уравнения, описывающие диссоциацию слабых электролитов в анализируемой воде:



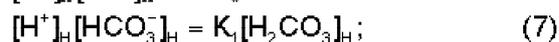
- Уравнение электронейтральности для анализируемой воды



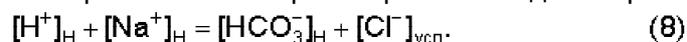
30 - Уравнение электропроводности для анализируемой воды



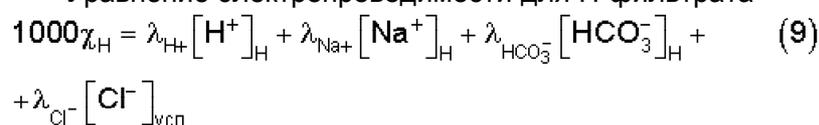
- Уравнения, описывающие диссоциацию слабых электролитов в Н-фильтрате:



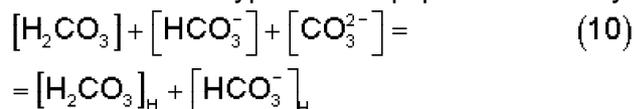
- Уравнение электронейтральности для Н-фильтрата



40 - Уравнение электропроводности для Н-фильтрата



45 - Балансовое уравнение форм состояния углекислоты



В уравнения (1)-(10) входят следующие величины:

50 - входные данные - показатели приборов АХК:

$\chi_{пр}$, χ_H - соответственно измеряемые удельные электропроводности в анализируемой воде и Н-фильтрате, См/см.

- выходные данные - концентрации ионов в анализируемой воде:

$[H^+]$, $[NH_4^+]$, $[HCO_3^-]$, $[CO_3^{2-}]$, $[OH^-]$ - концентрации соответствующих ионов в анализируемой воде, моль/дм³; $[Na^+]_{усл}$ - суммарная концентрация катионов натрия, кальция и магния в анализируемой воде в пересчете на ионы натрия, моль/дм³; $[Cl^-]_{усл}$ - суммарная концентрация анионов сильных кислот (хлоридов, сульфатов и нитратов) в пересчете на хлориды, моль/дм³; $[H^+]_н$, $[Na^+]_н$, $[HCO_3^-]_н$, $[CO_3^{2-}]_н$, $[OH^-]_н$, $[Cl^-]_н$ - концентрации соответствующих ионов в фильтрате Н-фильтра, моль/дм³;

- параметры (внутренние характеристики математической модели):

K_w , K_1 , K_{II} , K_{NH_4OH} - концентрационные константы ионных равновесий воды, уголекислоты по первой и второй ступеням и аммиака; λ_{H^+} , λ_{Na^+} и т.д. - предельные подвижности (или эквивалентные электропроводимости) соответствующих ионов, См.см²/г-экв.

В расчетном алгоритме используются некоторые ограничения, отраженные в блок-схеме (Фиг.2).

Технический результат, достигаемый изобретением, заключается в повышении информативности и надежности систем химико-технологического мониторинга. Это достигается тем, что малонадежные в условиях сверхчистых вод аналитические измерения микроконцентраций ионов натрия, аммиака, хлоридов и значения общей щелочности более точно определяются расчетом по измерению χ , χ_n и рН. При этом значения нормируемых показателей оператор получает в режиме реального времени, что позволяет быстро диагностировать нарушения водно-химического режима, а так же выяснять и устранять причину нарушений на ранней стадии развития ситуации. Самодиагностика рабочего состояния Н-катионированной колонки обеспечивается сравнением значений χ_n и χ'_n (фиг.1), которые не должны существенно различаться.

Примеры использования АПК в сравнении с FamDeltacocon рН.

Пример 1.

Конаковская ГРЭС, энергоблок №6. Кислородно-аммиачный водный режим (КАВР) Показатели качества питательной воды от 26.03.2007 г.: $\chi^{25}=0,195$ мкСм/см; $\chi_n^{25}=0,183$ мкСм/см; рН 7,63, $t=31,1^\circ\text{C}$:

- результаты расчета по изложенной программе

$\text{pH}_{\text{расч}}=7,58$;

$[Na^+]_{усл}=3,0$ мкг/дм³;

$[NH_3]=16,3$ мкг/дм³;

$[Cl^-]=5,4$ мкг/дм³;

- показания анализатора «Deltacon рН»:

$\chi^{25}=0,205$ мкСм/см; $\chi_n^{25}=0,168$ мкСм/см; рН 7,75;

- показания штатного щитового рН-метра: 7,60.

Пример 2.

Конаковская ГРЭС, энергоблок №8. Нейтрально-кислородный водный режим ($[NH_3]=0$ мкг/дм³).

Показания анализатора примесей конденсата: $\chi^{25}=0,142$ мкСм/см; $\chi_n^{25}=0,189$ мкСм/см; рН 6,52, $t=22,9^\circ\text{C}$:

- результаты расчета по изложенной программе

$\text{pH}_{\text{расч}}=6,58$;

$[Na^+]_{усл}=5,5$ мкг/дм³;

$[NH_3]=0$ мкг/дм³;

$[Cl^-]=14,5$ мкг/дм³;

- показания анализатора «Deltacon рН»:

Анализатор отключен.

- показания штатного щитового рН-метра: 6,58.

Формула изобретения

1. Анализатор примесей конденсата, состоящий из устройства подготовки пробы (УПП), Н-катионитовой колонки, двух датчиков измерения удельной электропроводности исходной и Н-катионированной пробы, отличающийся тем, что анализатор состоит из измерительного и обрабатывающего блоков и двух измерительных каналов: на канале измерения удельной электропроводности дополнительно установлен Н-катионитовый фильтр, контрольный датчик измерения электропроводности включен между Н и Н'-катионитовыми фильтрами; на другом канале установлен датчик измерения активности ионов водорода.

2. Способ определения примесей конденсата, рассчитывающий концентрации ионов водорода по измерению удельной электропроводности прямой и Н-катионированной пробы, отличающийся тем, что измеряются значения рН, удельной электропроводности пробы, а также удельной электропроводности Н-фильтрата пробы после каждой из двух Н-катионитных колонок, вычисляются концентрации ионов водорода, натрия, хлоридов, щелочность, аммиак и уголекислота в пробе и определяется потеря рабочей способности Н-катионитной колонки.

20

25

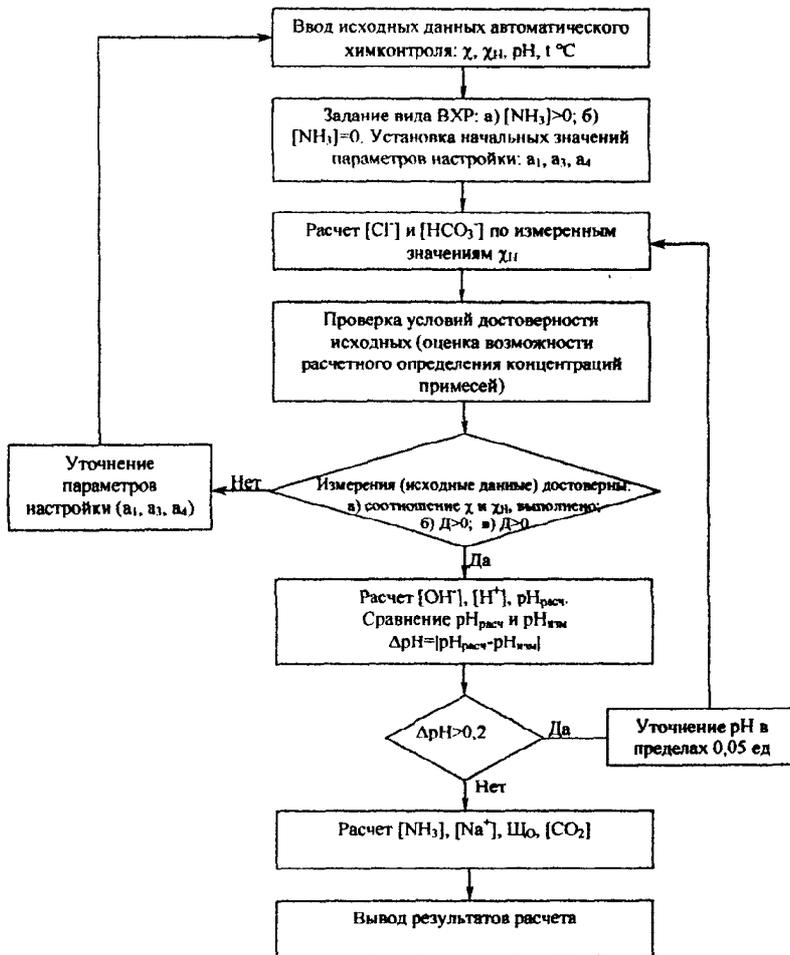
30

35

40

45

50



Блок-схема алгоритма расчета концентраций минеральных примесей конденсата и питательной воды энергоблоков ТЭС и АЭС

Фиг. 2