РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 2 744 346 (13) C1

(51) МПК
C02F 1/42 (2006.01)
C02F 5/00 (2006.01)
C02F 103/04 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C02F 1/42 (2021.01); C02F 5/00 (2021.01)

(21)(22) Заявка: **2020130378, 15.09.2020**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.09.2020

Дата регистрации:
05.03.2021

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **15.09.2020**

(45) Опубликовано: **05.03.2021** Бюл. № **7**

Адрес для переписки:
199397, Санкт-Петербург, а/я 314, Куликов Виктор Дмитриевич

(72) Автор(ы):
Тихонов Иван Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Тихонов Иван Андреевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2727492 C1, 21.07.2020. RU 2569094 C2, 20.11.2015. EP 2481713 A1, 01.08.2012.**

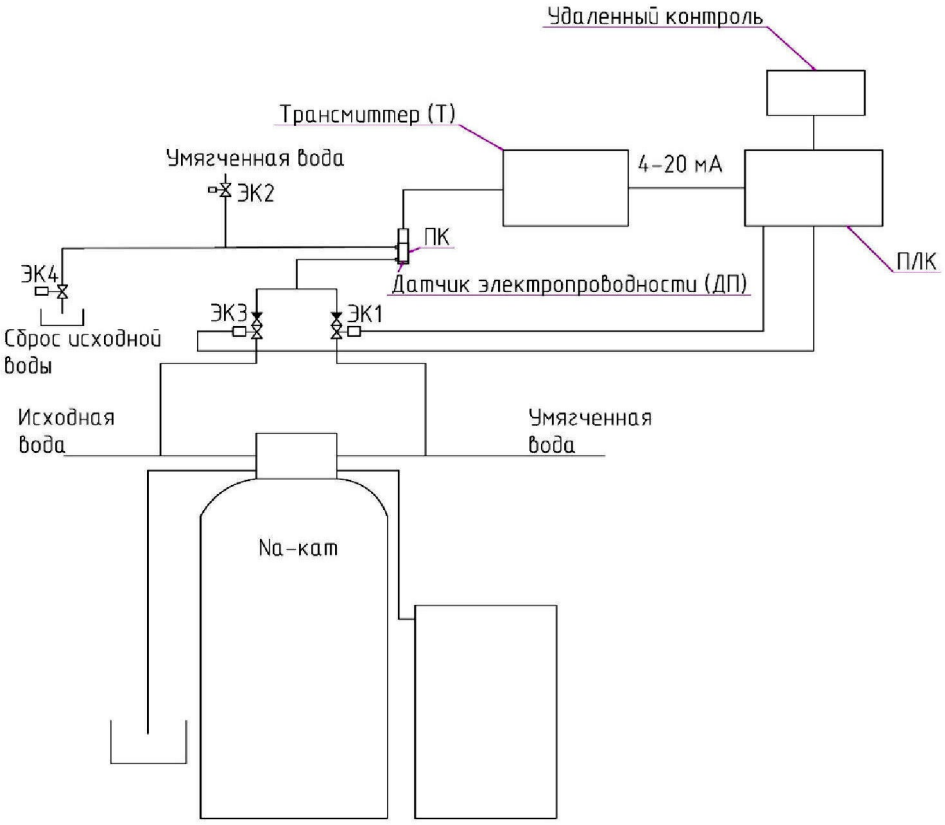
(54) Способ контроля работы установки Na-катионирования воды

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу контроля работы установки Na-катионирования воды. Способ заключается в том, что исходная жесткая вода подается на установку Na-катионирования, при этом жесткость полученной на выходе умягченной воды поддерживают в пределах 0,02-0,2 мг-экв/л, мониторинг качества работы установки Na-катионирования воды осуществляют непрерывно по двум измеряемым параметрам, в качестве которых используют удельную электрическую проводимость (УЭП) исходной воды и УЭП умягченной воды, и одним расчетным параметром, в качестве которого используют разницу между УЭП умягченной и исходной воды, причем в процессе работы постоянно происходит измерение величины УЭП умягченной воды при помощи датчика электропроводности с трансмиттером и измеренные значения УЭП передаются при помощи программируемого логического контроллера (ПЛК) на удаленный сервер для последующего контроля, при этом трансмиттер конвертирует измеренное значение УЭП в токовый сигнал 4-20 мА, который поступает на ПЛК, затем не реже одного раза в сутки производится измерение величины УЭП исходной воды одним и тем же датчиком электропроводности, управляя направлением потока воды при помощи электромагнитных клапанов, при этом значение УЭП исходной воды также передается на удаленный сервер, затем производится постоянное определение разницы между величинами УЭП умягченной и исходной воды, при этом постоянство значений УЭП умягченной воды и постоянство разницы между УЭП умягченной воды и исходной воды позволит судить о качестве работы установки Na-катионирования. Технический результат – увеличение эффективности качества контроля процесса Na-катионирования воды путем непрерывного контроля величины УЭП исходной и умягченной воды, а также разницы между УЭП умягченной и исходной воды. 1 табл., 1 пр., 3 ил.

RU 2744346 C1

RU 2744346 C1



Фиг. 1

RU 2744346 C1

RU 2744346 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 744 346**(13) **C1**

(51) Int. Cl.
C02F 1/42 (2006.01)
C02F 5/00 (2006.01)
C02F 103/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
C02F 1/42 (2021.01); C02F 5/00 (2021.01)

(21)(22) Application: **2020130378, 15.09.2020**

(24) Effective date for property rights:
15.09.2020

Registration date:
05.03.2021

Priority:
(22) Date of filing: **15.09.2020**

(45) Date of publication: **05.03.2021** Bull. № **7**

Mail address:
199397, Sankt-Peterburg, a/ya 314, Kulikov Viktor Dmitrievich

(72) Inventor(s):
Tikhonov Ivan Andreevich (RU)

(73) Proprietor(s):
Tikhonov Ivan Andreevich (RU)

(54) METHOD FOR MONITORING THE OPERATION OF THE NA-CATIONIZATION PLANT

(57) Abstract:

FIELD: water softening.

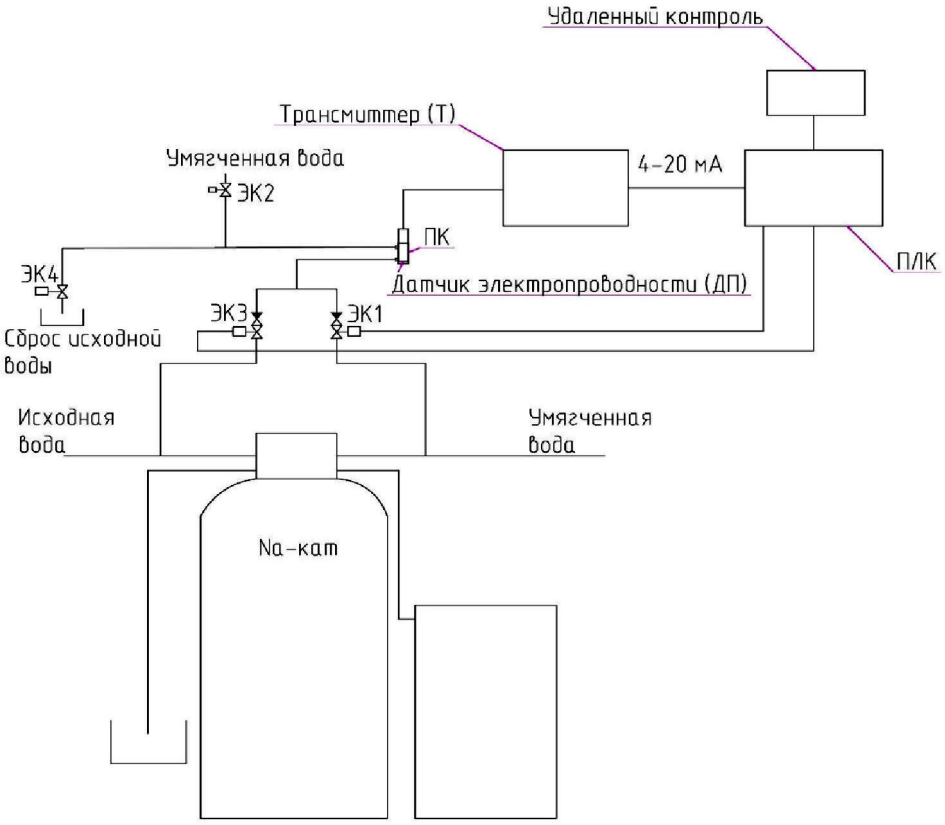
SUBSTANCE: invention relates to a method for monitoring the operation of an installation for Na-cationization of water. The method consists in the fact that the initial hard water is supplied to the Na-cationization unit, while the hardness of the softened water obtained at the outlet is maintained within 0.02-0.2 mg-eq / l, the quality of the operation of the Na-cationization unit is monitored continuously by two measured parameters, which are used as the specific electrical conductivity (SEC) of the source water and the SEC of softened water, and one calculated parameter, which is used as the difference between the SEC of softened and source water, and during operation, the value of the SEC of softened water is constantly measured using a conductivity sensor with a transmitter and the measured values of the SEC are transmitted using a programmable logic controller (PLC) to a remote server for subsequent control, while the transmitter converts the measured value of the SEC into a 4-20 mA current signal, which is fed to the PLC, then at least one once a day, the value of the SEC of the source water is measured about with the same conductivity sensor, controlling the direction of the water flow using solenoid valves, while the value of the SEC of the source water is also transmitted to the remote server, then the difference between the values of the SEC of softened and source water is constantly determined, while the constancy of the values of the SEC of softened water and constancy the difference between the SEC of softened water and the source water will make it possible to judge the quality of the operation of the Na-cationization unit.

EFFECT: increased efficiency of quality control of the process of Na-cationization of water by continuously monitoring the value of the SEC of the initial and softened water, as well as the difference between the SEC of the softened and original water.

1 cl, 1 tbl, 1 ex, 3 dwg

RU 2744346 C1

RU 2744346 C1



Фиг. 1

RU 2744346 C1

RU 2744346 C1

Область техники

Изобретение относится к области водоподготовки и касается вопросов контроля работы систем Na-катионитового умягчения воды путем постоянного измерения удельной электрической проводимости (УЭП) исходной и умягченной воды и контроля разницы их величин.

Предшествующий уровень техники

Известен способ эксплуатации установки для водоподготовки с устройством для умягчения, включающим ионообменную смолу, датчиком электропроводности, электронным управляющим устройством и автоматически регулируемым разбавительным устройством для смешения потока смешанной воды V(t)verschnitt из первого, умягченного частичного потока V(t)teil1weich, и второго, выведенного из сырой воды частичного потока V(t)teil2roh, причем экспериментально определяют электропроводность LFweich умягченной воды или электропроводность LFverschnitt смешанной воды, при этом из экспериментально определенной электропроводности LFweich умягченной воды или LFverschnitt смешанной воды выводят электропроводность LFroh сырой воды и/или общую жесткость сырой воды, причем при выведении электропроводности LFroh сырой воды и/или общей жесткости сырой воды из экспериментально определенной электропроводности LFweich умягченной воды или LFverschnitt смешанной воды с помощью одной или множества функций вносится поправка на различную электропроводность иона кальция или магния, с одной стороны, и двух ионов натрия, с другой стороны, и что выведенная электропроводность LFroh сырой воды и/или общая жесткость сырой воды используется для того, чтобы отрегулировать жесткость потока V(t)verschnitt смешанной воды путем соответствующего регулирования смесевого соотношения обоих частичных потоков V(t)teil1weich и V(t)teil2roh до предварительно заданного значения (SW) (см. патент РФ на изобретение №2569094, МПК C02F05/00; C02F01/42, B01J47/14; C02F103/04, опубл. 20.11.2015 г.).

Недостатком известного способа является измерение только УЭП умягченной или смешанной воды. В результате по факту контроля работы установки умягчения не производится. Предполагается, что умягчение воды осуществляется полностью и уменьшение или увеличение УЭП умягченной воды используется для расчета УЭП и, соответственно, жесткости исходной воды с целью коррекции фильтроцикла.

Известен способ работы водоумягчительной установки, содержащей автоматически регулируемое смесительное устройство для регулирования смешивания потока V(t) verschnitt смешанной воды из первого умягченного частичного потока V(t)teil1weicn и второго, содержащего исходную воду частичного потока V(t)teil2roh, и электронное управляющее устройство, при этом управляющее устройство подстраивает с помощью одной или нескольких определенных экспериментально моментальных измерительных величин положение регулирования смесительного устройства так, что жесткость воды смешанного потока V(t)verschnitt устанавливается на заданное номинальное значение (SW), при этом управляющее устройство в одной или нескольких заданных рабочих ситуациях водоумягчительной установки, связанных с выполнением и функцией работающей водоумягчительной установки, игнорирует по меньшей мере одну из одной или нескольких не вызывающих доверия или незначительно изменяющихся от последней подстройки положения регулирования смесительного устройства моментальных измерительных величин, выбранных из моментальной жесткости WH_{roh}^{mom} исходной воды, моментальной жесткости $WH_{verschnitt}^{mom}$ смешанной воды, расходов моментальных

частичных потоков $V(t)^{mom}_{tei1weich}$ и $V(t)^{mom}_{tei2roh}$, моментального общего потока $V(t)^{mom}_{rohges}$ исходной воды, моментального потока $V(t)^{mom}_{verschnitt}$ смешанной воды, для подстройки положения регулирования смесительного устройства, и вместо этого исходит из последней значащей соответствующей измерительной величины при последней подстройке перед возникновением заданной рабочей ситуации или хранящегося в памяти электронного управляющего устройства стандартного значения для соответствующей измерительной величины (см. патент РФ на изобретение №2516159, МПК C02F01/42, C02F05/00, G05D 21/02, опубл. 20.05.2014 г.).

Недостатком известного способа является измерение УЭП исходной воды и, исходя из измеренного значения, определение жесткости исходной воды. В зависимости от жесткости исходной воды устанавливается фильтроцикл установки умягчения. Это имеет смысл только при неизменности ионного состава исходной воды, что практически не встречается в реальных условиях. Фактический контроль установки умягчения не осуществляется, так как перепад УЭП исходной и умягченной воды не измеряется, а рассчитывается.

Известен способ работы установки умягчения воды с ионообменным устройством, содержащим ионообменную смолу, питающим резервуаром для подачи раствора регенерирующего средства для регенерирования ионообменной смолы, смесительным устройством, а также по меньшей мере одним расходомером, причем поступающий на установку умягчения воды объемный поток V(t)исх исходной воды разделяют на первый частичный объемный поток и второй частичный объемный поток в установке умягчения воды или до нее, и первый частичный объемный поток направляют через ионообменную смолу, и этот умягченный частичный объемный поток V(t)част1мяг смешивают со вторым несущим исходную воду частичным объемным потоком V(t)част2исх, в результате чего в установке умягчения воды или после нее образуется выходящий объемный поток V(t)смеш смешанной воды, при этом при помощи смесительного устройства может регулироваться соотношение между первым и вторым частичными объемными потоками в выходящем объемном потоке V(t)смеш смешанной воды, при этом способ включает в себя следующие стадии:

- определение проводимости исходной воды посредством датчика проводимости и, исходя из нее, определение общей жесткости исходной воды при помощи, хранящейся в электронном блоке управления калибровочной характеристики,

- непосредственное или косвенное определение первого частичного объемного потока V(t)част1мяг при помощи упомянутого по меньшей мере одного расходомера, при этом общую жесткость I исходной воды, которую используют для управления процессом регенерирования ионообменной смолы, выводят из измеренной проводимости посредством первой калибровочной характеристики (F1),

причем общая жесткость I по меньшей мере с хорошим приближением соответствует максимальной жесткости воды, имеющей место при данной проводимости, а общую жесткость II исходной воды, которую используют для управления смесительным устройством, выводят из измеренной проводимости посредством второй калибровочной характеристики (F2), причем общая жесткость II по меньшей мере с хорошим приближением соответствует средней жесткости воды, имеющей место при данной проводимости, при этом вторая калибровочная характеристика (F2) отличается от первой калибровочной характеристики (F1), и выведенная из первой калибровочной характеристики (F1) общая жесткость I по меньшей мере отчасти больше, чем выведенная из второй калибровочной характеристики (F2) общая жесткость II (см.

патент РФ на изобретение №2478579, МПК C02F01/42, G05D21/02, B01J49/00, опубл. 10.04.2013 г.).

Недостатком известного способа является измерение УЭП исходной воды и, исходя из измеренного значения, определение жесткости исходной воды. В зависимости от расчетной жесткости исходной воды устанавливается фильтроцикл установки умягчения. Причем предполагается, что жесткость воды, определенная при помощи калибровочной характеристики, имеет максимальное значение для данного значения УЭП исходной воды. Это может привести к существенному перерасходу соли на регенерацию установки умягчения и увеличенному количеству сточных вод.

Наиболее близким по технической сущности к предложенному изобретению является известный способ эксплуатации водоумягчительной установки с автоматическим разбавительным устройством, причем поступающий поток Vroh сырой воды подразделяют на первый частичный поток Vteil1, который умягчается, и второй частичный поток Vteil2, который не умягчается, и оба частичных потока Vteil1, Vteil2 объединяют в поток Vverschnitt смешанной воды, причем доли Ateil1, Ateil2 обоих частичных потоков в потоке Vverschnitt смешанной воды так регулируют автоматическим разбавительным устройством, что получают заданную жесткость SW в потоке Vverschnitt смешанной воды, причем регулируемые доли Ateil1, Ateil2 обоих частичных потоков рассчитывают по жесткости Hroh сырой воды и жесткости Hweich умягченной воды, и причем величину жесткости Hroh сырой воды выводят из проводимости LFroh сырой воды, при этом проводимость LFweich умягченной воды измеряют датчиком электропроводности в умягченном первом частичном потоке Vteil1, а проводимость LFverschnitt смешанной воды измеряют датчиком электропроводности в потоке Vverschnitt смешанной воды, причем определяют доли Ateil1, Ateil2 частичных потоков в потоке Vverschnitt смешанной воды, и проводимость LFroh сырой воды рассчитывают из измеренной проводимости LFweich умягченной воды, измеренной проводимости LFverschnitt смешанной воды и рассчитанных долей Ateil1, Ateil2 частичных потоков (см. патент РФ на изобретение №2643554, МПК C02F01/42, C02F05/00, опубл. 02.02.2018 г.).

Недостатком известного способа контроля работы установки Na-катионитового умягчения воды является производство измерения УЭП только умягченной воды. УЭП исходной воды рассчитывается исходя из определенного соотношения. Это обстоятельство не позволяет надежно контролировать работу установки умягчения, так как непонятна реальная разница между значением УЭП исходной и умягченной воды.

Фактически контроль работы установки умягчения осуществляется только по счетчику воды. Данный способ контроля не предполагает контроль умягчения воды, а только контроль последующего смешения умягченной и не умягчённой воды для получения частично умягченной воды. Также к недостатку можно отнести, что контроль умягченной и частично умягченной воды осуществляется двумя датчиками электропроводности. Величина УЭП умягченной воды имеет значение всего в среднем на 2,5-5% больше, чем величина УЭП исходной воды. При этом погрешность измерения УЭП в среднем составляет 1,5-2%, что значительно усложняет возможность точного контроля работы установки умягчения воды по предложенному способу.

Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является повышение эффективности контроля процесса Na–катионитового умягчения воды.

Техническим результатом, достигаемым при решении настоящей задачи, является

увеличение эффективности качества контроля процесса Na-катионирования воды путем непрерывного контроля величины УЭП исходной и умягченной воды, а также разницы между УЭП умягченной и исходной воды.

Указанный технический результат достигается тем, что способ контроля работы установки Na-катионирования воды заключается в том, что исходная жесткая вода подается на установку Na-катионирования, при этом жесткость, полученной на выходе умягченной воды, поддерживают в пределах 0,02-0,2 мг-экв/л, мониторинг качества работы установки Na-катионирования воды осуществляют непрерывно по двум измеряемым параметрам, в качестве которых используют удельную электрическую проводимость (УЭП) исходной воды и УЭП умягченной воды, и одним расчетным параметром, в качестве которого используют разницу между УЭП умягченной и исходной воды, причем в процессе работы постоянно происходит измерение величины УЭП умягченной воды при помощи датчика электропроводности с трансмиттером и измеренные значения УЭП передаются при помощи программируемого логического контроллера (ПЛК) на удаленный сервер для последующего контроля, при этом трансмиттер конвертирует измеренное значение УЭП в токовый сигнал 4-20 мА, который поступает на ПЛК, затем не реже одного раза в сутки производится измерение величины УЭП исходной воды одним и тем же датчиком электропроводности, управляя направлением потока воды при помощи электромагнитных клапанов, при этом значение УЭП исходной воды также передается на удаленный сервер, затем производится постоянное определение разницы между величинами УЭП умягченной и исходной воды, при этом постоянство значений УЭП умягченной воды и постоянство разницы между УЭП умягченной воды и исходной воды позволит судить о качестве работы установки Na-катионирования.

Жесткость, полученной на выходе умягченной воды, поддерживают в пределах 0,02-0,2 мг-экв/л, так как значение данного предела жесткости умягченной воды обеспечивается в объеме фильтроцикла установки Na - катионирования и увеличение значения жесткости более 0,2 мг-экв/л показывает об истощении катионита установки Na - катионирования,

Постоянное измерение в процессе работы величины УЭП умягченной воды при помощи датчика электропроводности с трансмиттером и передача при помощи ПЛК измеренных значений УЭП на удаленный сервер, а также измерение величины УЭП исходной воды тем же датчиком электропроводности и передача измеренных значений на удаленный сервер, позволяет постоянно определять разницы между величинами УЭП умягченной и исходной воды. Это позволяет контролировать качество умягченной воды путем измерения значений УЭП умягченной воды и исходной воды с последующим определением разницы между УЭП умягченной воды и исходной воды и, соответственно, увеличить эффективность качества контроля процесса Na-катионирования воды.

Краткое описание чертежей

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых показаны: на фиг. 1 - технологическая схема системы контроля установки Na – катионирования воды; на фиг. 2 -. график изменения значений УЭП исходной и умягченной воды от времени работы установки Na – катионирования воды; на фиг. 3 – зависимость жесткости умягченной воды от объема воды, прошедшей установку Na – катионирования воды.

Обозначения на чертеже (фиг. 1) показывают следующее: Na-кат – установка умягчения воды; ЭК1, ЭК2, ЭК3, ЭК4 – электромагнитные клапаны; ПК – проточная кювета; ДП – датчик электропроводности; Т - трансмиттер; ПЛК – программируемый логический контроллер.

Подробное описание изобретения

Подробное описание изобретения

Предложенный способ контроля работы установки Na–катионирования воды осуществляют следующим образом.

Исходная вода, содержащая повышенную жесткость (ионы кальция и магния), направляется на установку Na–катионирования воды, в которой исходная вода фильтруется через катионообменную смолу. В результате ионы кальция и магния, содержащиеся в исходной воде, замещаются на ионы натрия. Таким образом, умягченная вода практически не содержит ионов кальция и магния и содержит эквивалентное им количество ионов натрия. В результате умягченная вода имеет значение УЭП отличное от значения УЭП исходной воды. Это объясняется тем, что соли жесткости при увеличении их концентрации в воде обладают меньшим значением УЭП, чем натриевые соли при той же концентрации. Таким образом, практически все поверхностные и артезианские воды после их умягчения имеют значение УЭП несколько большее, чем значение УЭП исходной воды. Величина УЭП умягченной воды имеет значение всего в среднем на 2,5-5% больше, чем величина УЭП исходной воды. В этом случае измерение УЭП исходной и умягченной воды двумя разными датчиками может давать недостаточно точные результаты, по которым будет сложно судить о качестве работы установки Na- катионирования. Погрешность измерения величины УЭП в среднем составляет около 2% от измеренного значения. Для исключения влияния относительной погрешности измерения УЭП исходной и умягченной воды предлагается использовать один датчик электропроводности. В этом случае погрешность измерения будет одинакова для исходной и умягченной воды и, соответственно, так как контроль работы установки умягчения воды осуществляется не по абсолютно измеренным величинам УЭП, а по разности УЭП умягченной и исходной воды, влияние относительной погрешности на измерение значения разницы УЭП будет исключено.

Для измерения УЭП исходной и умягченной воды предлагается следующая схема. В трубопроводы исходной и умягченной воды врезаются пробоотборные линии. На каждой линии устанавливается электромагнитный клапан (ЭК1, ЭК2, ЭК3, ЭК4) и обратный клапан. После электромагнитных клапанов пробоотборные линии исходной и умягченной воды сводятся в одну линию, которая соединяется с проточной кюветой (ПК), в которую герметично вкручен датчик электропроводности (ДП). Вода из проточной кюветы либо сбрасывается в канализацию, либо направляется в бак или трубопровод умягченной воды.

Система работает следующим способом. Постоянно происходит измерение УЭП умягченной воды. Для этого по команде контроллера электромагнитные клапаны имеют следующую конфигурацию: ЭК1 и ЭК2 открыты; ЭК3 и ЭК4 закрыты. Таким образом, умягченная вода по пробоотборной линии поступает в проточную кювету, где происходит измерение ее УЭП с учетом температуры воды. Измеренное значение через трансмиттер (Т) передается на программируемый логический контроллер (ПЛК). С контроллера значение электропроводности передается на удаленный сервер. Затем один или более раз в сутки программируемый логический контроллер производит переключение электромагнитных клапанов в следующую конфигурацию: ЭК1 и ЭК2 закрыты; ЭК3 и ЭК4 открыты. Таким образом, исходная вода поступает в проточную кювету для измерения УЭП исходной воды с учетом температуры воды. УЭП исходной воды имеет устойчивое постоянное значение для поверхностных и подземных вод. Изменение УЭП исходной воды для поверхностных источников зависит от времени года. При этом изменение происходит очень медленно. Поэтому для источников

исходной воды измерение значения УЭП достаточно производить 1 раз в сутки. Можно считать, что в течение одних суток УЭП исходной воды имеет постоянное фиксированное значение. Если в качестве исходной воды для умягчения используется смесь воды из разных источников, то измерение УЭП такой исходной воды необходимо производить чаще, чем один раз в сутки. Затем производится расчет значения разницы между УЭП умягченной воды и исходной воды по формуле

$$\Delta УЭП = УЭП_{ум} - УЭП_{исх}$$

где $\Delta УЭП$ – разница между УЭП умягченной и исходной воды;

$УЭП_{ум}$ – УЭП умягченной воды, мкСм/см;

$УЭП_{исх}$ – УЭП исходной воды, мкСм/см.

Значения $\Delta УЭП$, $УЭП_{ум}$ и $УЭП_{исх}$ постоянно фиксируют. Затем, основываясь на постоянстве значений $\Delta УЭП$ и $УЭП_{ум}$, делают вывод о качестве умягченной воды и, соответственно, о качестве работы установки Na-катионирования. Уменьшение $\Delta УЭП$ и $УЭП_{ум}$ в процессе работы установки умягчения говорит о том, что в умягченной воде появляются соли жесткости и необходимо произвести регенерацию установки умягчения или выявить иные причины появления солей жесткости в умягченной воде.

Изобретение иллюстрируется следующим примером.

Пример. Применение системы контроля установки Na – катионирования воды по предложенному способу для пресной воды из хозяйственно-питьевого водопровода. Вода подготавливается (умягчается) для использования в технических целях. Состав исходной воды представлен в таблице.

Таблица

Показатель	Единица измерения	Значение
Общая жесткость	мг-экв/л	2,8
Общая щелочность	мг-экв/л	1,8
Хлориды	мг/л	14
Сульфаты	мг/л	67
Натрий+калий	мг/л	18
УЭП	мкСм/см	354
Кремний (в виде H_4SiO_4)	мг/л	отсутствует
Железо растворенное	мг/л	0,1
Значение pH	Ед. pH	6,8-7,2

Технологическая схема системы контроля работы установки Na- катионирования воды представлена на фиг. 1. Производится постоянное измерение УЭП воды при помощи датчика электропроводности, установленном в измерительной кювете. Измеренное значение УЭП при помощи трансмиттера конвертируется в токовый сигнал 4-20 мА. Сигнал передается на ПЛК. Измеренные величины УЭП передаются при помощи ПЛК на удаленный сервер для визуального контроля. При помощи электромагнитных клапанов происходит переключение потоков воды для последовательного измерения УЭП умягченной и исходной воды. Для измерения УЭП умягченной воды при помощи ПЛК автоматически по таймеру, один раз в сутки, устанавливаются следующие позиции электромагнитных клапанов: ЭК1 и ЭК2 открыты; ЭК3 и ЭК4 закрыты. Через каждые 23 часа производится измерение УЭП исходной воды в течении 1 часа. Для этого при помощи ПЛК автоматически устанавливаются следующие позиции электромагнитных клапанов: ЭК1 и ЭК2 закрыты, а ЭК3 и ЭК4 открыты. Переключение клапанов производится по таймеру при помощи ПЛК.

Полученные значения УЭП умягченной и исходной воды передаются на удаленный сервер для визуального контроля.

График изменения значений УЭП исходной и умягченной воды от времени работы установки умягчения представлен на фиг. 2 (график экспериментально получен в период с 03.03.2020 г. время 11:30:00 по 03.03.2020 г. время 21:50:59). Из графика на фиг. 2 видно, что УЭП исходной воды практически не изменилась за все время наблюдения и находилось на уровне 354 мкСм/см и соответствовала значению жесткости исходной воды – 2,8 мг-экв/л. Значение УЭП умягченной воды практически не изменялось в процессе работы в объеме фильтроцикла установки умягчения и находилось на уровне 372-373 мкСм/см. Это говорит о том, что умягчение воды производилось постоянно до уровня жесткости не более 0,1 мг-экв/л. Из фиг. 2 также видно, что разница между величинами УЭП умягченной и исходной воды ΔУЭП в процессе работы установки умягчения в объеме фильтроцикла было постоянным и составляла 18 мкСм/см. Постоянство значений УЭП умягченной воды и постоянство разницы между УЭП умягченной воды и исходной воды позволяет судить о качестве работы установки Na-катионирования и говорит о том, что установка умягчает воду в объеме установленного фильтроцикла. После того как жесткость умягченной воды стала превышать 0,1 мг-экв/л также начало уменьшаться значение ΔУЭП. После проскока солей жесткости в умягченную воду значение ΔУЭП начало падать и через 3,5 часа достигла значения 0. Т.е. установка умягчение истощила свою ионообменную емкость, жесткость умягченной воды стала равна жесткости исходной воды.

Отслеживание значений УЭП умягченной воды и ΔУЭП в процессе работы установки умягчения, в данном примере, позволило четко определить момент проскока жесткости в умягченную воду без производства химических анализов.

Используя полученные данные, можно построить зависимость, на которой будет наглядно видно какой объем обменной емкости катионита обеспечивает фильтроцикл, а какой качество умягченной воды, полученной в объеме этого фильтроцикла. На фиг. 3 изображена зависимость жесткости умягченной воды от объема воды, прошедшей установку умягчения. Как видно из фиг. 3, жесткость умягченной воды не более 0,1 мг-экв/л обеспечивалась в объеме фильтроцикла 180 л. При этом жесткость умягченной воды равная 0,2 мг-экв/л обеспечивалась в объеме 250 л. Только после 300 л прошедшей умягчение воды жесткость фильтрата составила чуть больше 0,5 мг-экв/л. Рекомендуемый фильтроцикл для данного количества катионита составил – 240 л. Жесткость воды при этом составила не более 0,2 мг-экв/л.

Как видно резкое увеличение жесткости фильтрата происходит после жесткости фильтрата 0,5 мг-экв/л. Поэтому при работе установки умягчения в качестве первой ступени рекомендуется выводить установку в регенерацию при жесткости фильтрата 0,5 мг-экв/л, а расчет фильтроцикла вести для жесткости фильтрата 0,1 мг-экв/л.

Очевидно, что при использовании предлагаемой системы контроля работы установки умягчения можно легко, без проведения, химических анализов, определять оптимальный фильтроцикл работы установки умягчения, тем самым уменьшая количество сточных вод и потребление соли, при этом обеспечивая постоянное нормативное качество умягченной воды.

Настоящее изобретение не ограничено описанным выше примером, приведенным лишь в качестве иллюстрации конкретного варианта его осуществления.

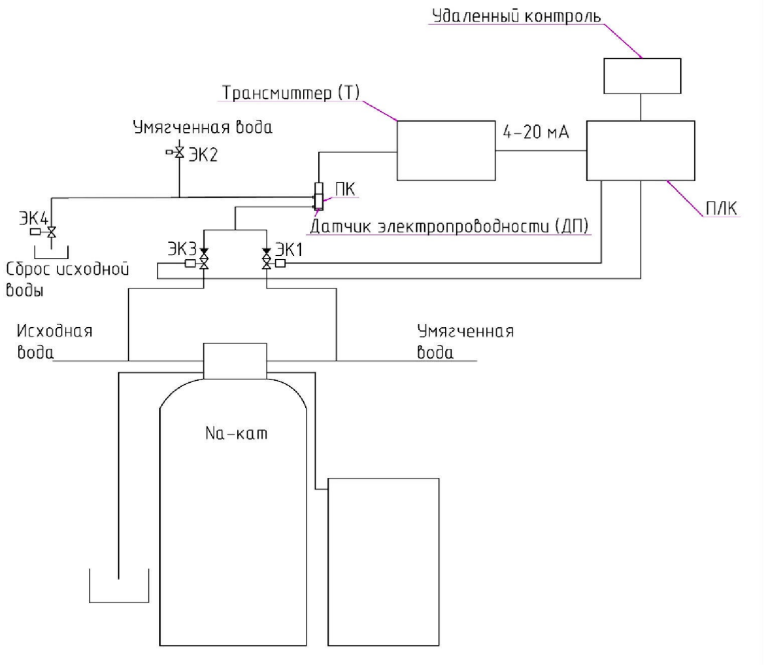
Использование предлагаемого способа контроля установки Na-катионирования воды позволяет осуществлять оперативный и удаленный контроль за работой установки за счет цифровизации ключевых показателей работы установки, что позволяет

оперативно выявлять неполадки в процессе работы установки. Не требуется проведение химических анализов в процессе эксплуатации установки и значительно увеличивается точность измеряемых показателей УЭП. Позволяет относительно просто определить оптимальный фильтроцикл работы установки, что значительно упрощает и при этом улучшает качество пуско-наладочных и режимно-наладочных работ, проводимых при запуске и в процессе работы установки умягчения. При изменении ионного состава исходной воды (увеличении или уменьшении жесткости связанные с колебаниями в зависимости от времени года) предлагаемая система контроля позволяет определить оптимальный фильтроцикл, тем самым значительно экономя поваренную соль, используемую для регенерации установки умягчения, оптимизируя расход соленых сточных вод.

(57) Формула изобретения

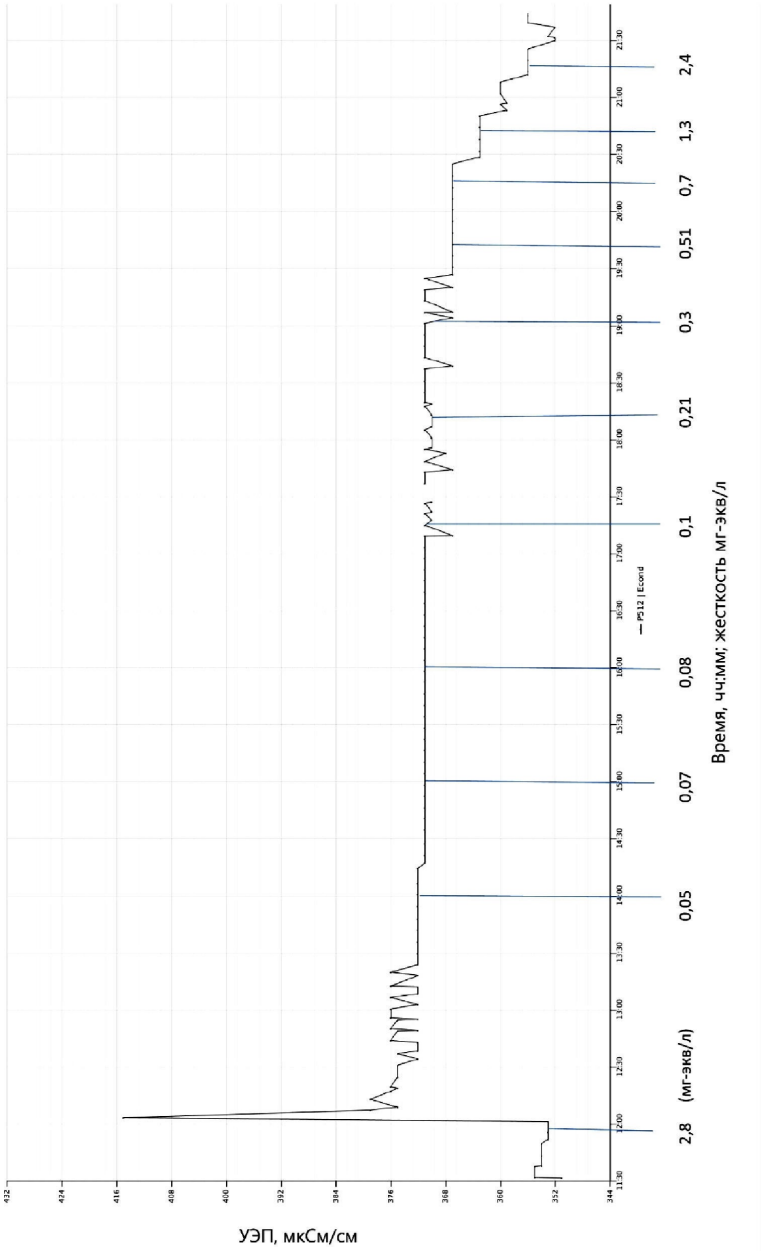
Способ контроля работы установки Na-катионирования воды, заключающийся в том, что исходная жесткая вода подается на установку Na-катионирования, при этом жесткость полученной на выходе умягченной воды поддерживают в пределах 0,02-0,2 мг-экв/л, мониторинг качества работы установки Na-катионирования воды осуществляют непрерывно по двум измеряемым параметрам, в качестве которых используют удельную электрическую проводимость (УЭП) исходной воды и УЭП умягченной воды, и одним расчетным параметром, в качестве которого используют разницу между УЭП умягченной и исходной воды, причем в процессе работы постоянно происходит измерение величины УЭП умягченной воды при помощи датчика электропроводности с трансмиттером и измеренные значения УЭП передаются при помощи программируемого логического контроллера (ПЛК) на удаленный сервер для последующего контроля, при этом трансмиттер конвертирует измеренное значение УЭП в токовый сигнал 4-20 мА, который поступает на ПЛК, затем не реже одного раза в сутки производится измерение величины УЭП исходной воды одним и тем же датчиком электропроводности, управляя направлением потока воды при помощи электромагнитных клапанов, при этом значение УЭП исходной воды также передается на удаленный сервер, затем производится постоянное определение разницы между величинами УЭП умягченной и исходной воды, при этом постоянство значений УЭП умягченной воды и постоянство разницы между УЭП умягченной воды и исходной воды позволит судить о качестве работы установки Na-катионирования.

1


Удаленный контроль
Трансмиттер (Т)
4–20 мА
Умягченная вода
ЭК2
ПК
ПЛК
ЭК4
Датчик электропроводности (ДП)
ЭК3
ЭК1
Сброс исходной воды
Исходная вода
Умягченная вода
Na-кат

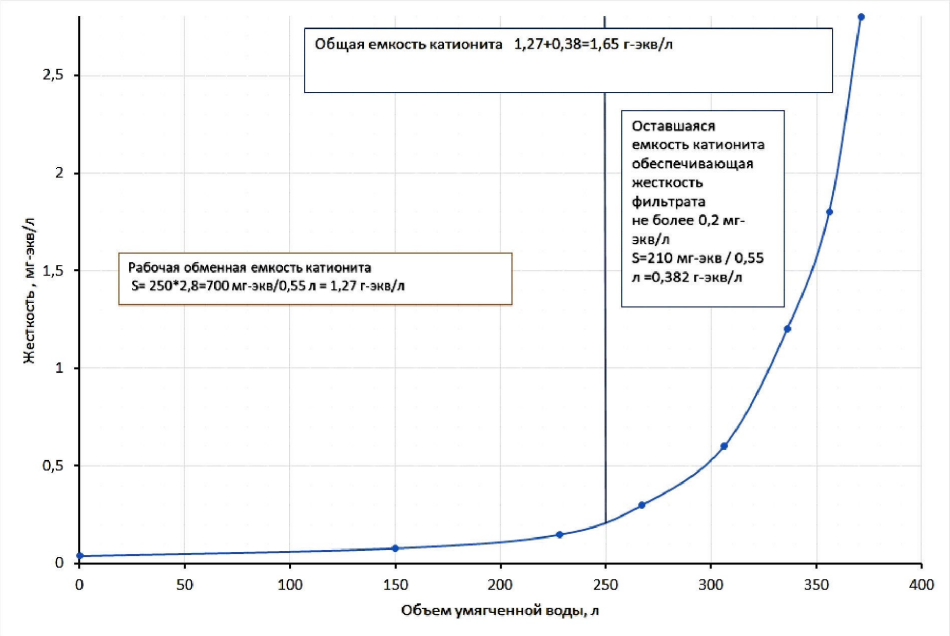
Фиг. 1

2


УЭП, мкСм/см
Время, чч:мм; жесткость мг-экв/л
2,8 (мг-экв/л)
0,05
0,07
0,08
0,1
0,21
0,3
0,51
0,7
1,3
2,4
— PS12 | Econd

Фиг. 2

3


Общая емкость катионита 1,27+0,38=1,65 г-экв/л
Оставшаяся емкость катионита обеспечивающая жесткость фильтрата не более 0,2 мг-экв/л S=210 мг-экв / 0,55 л =0,382 г-экв/л
Рабочая обменная емкость катионита S= 250*2,8=700 мг-экв/0,55 л = 1,27 г-экв/л
Жесткость , мг-экв/л
Объем умягченной воды, л
0
0,5
1
1,5
2
2,5
0
50
100
150
200
250
300
350
400

Фиг. 3