

Изобретение относится к электрохимической очистке сточных вод и может быть использовано для очистки жидкости, загрязненной нефтепродуктами и механическими примесями.

Известен аппарат для электрохимической очистки загрязненной жидкости, содержащий отстойник и центральную циркуляционную трубу с растворами электродами, а также патрубки для подачи загрязненной и отвода очищенной жидкости (А.с. СССР №644738, С02F1/46, 1978). Недостатком данного аппарата является низкие производительность и качество очистки, особенно при обработке сильно загрязненных жидкостей с концентрацией примесей выше 1000мг/л из-за отсутствия распределения жидкости, вытекающей из циркуляционной трубы, по кольцевому зазору отстойника.

Известен аппарат для электрохимической очистки загрязненной жидкости, содержащий коаксиально установленные друг относительно друга циркуляционную трубу с растворимыми электродами и отстойник с размещенными в нем вертикальной цилиндрической перегородкой, нерастворимыми электродами и распределителем жидкости (А.с. СССР №967959, С02F1/46, 1982). Распределитель жидкости выполнен здесь в виде системы горизонтальных перегородок, соединенных между собой сквозными патрубками, где нижние перегородки выполнены перфорированными. Недостатком известного аппарата является накопление газа (водорода и кислорода), выделяющегося на нерастворимых электродах, в отстойнике над распределителем, что снижает безопасность работы аппарата.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому техническому решению является аппарат для электрохимической очистки загрязненной жидкости, содержащий коаксиально расположенные друг относительно друга отстойник с вертикальной цилиндрической перегородкой и нерастворимыми электродами и циркуляционную трубу, в нижней части которой расположены растворимые электроды, а в верхней части выполнен ряд размещенных по длине ее наружной поверхности сквозных отверстий, пенопровод с инжектором и пенозаборником, а также патрубки для подачи загрязненной и отвода очищенной жидкости (А.с. СССР №811714, С02F1/46, 1981). В данном аппарате пенопровод с инжектором выполнен вращающимся и находящимся на расстоянии от верхней кромки трубы, а внутри последней установлены пневматические форсунки, входящие в сквозные отверстия.

В известном аппарате происходит двухстадийная очистка жидкости, что существенно повышает качество очистки. Первая стадия очистки осуществляется в циркуляционной трубе посредством растворимых электродов, а вторая - в отстойнике, посредством нерастворимых электродов. При этом показатели второй стадии очистки (качество и расход электроэнергии) определяются, в основном, степенью распределения жидкости в отстойнике над нерастворимыми электродами. Переход обработанной загрязненной жидкости из циркуляционной трубы в отстойник происходит здесь через сквозные отверстия посредством форсунок, осуществляющих распределение этой жидкости в кольцевом зазоре отстойника.

Недостатком известного аппарата является ограниченное количество сквозных отверстий в циркуляционной трубе из-за невозможности размещения в последней большого количества форсунок. Это снижает равномерность распределения выходящей из отверстий циркуляционной трубы обработанной в ней жидкости по кольцевому сечению отстойника, а следовательно, ухудшает качество очистки жидкости в нем, а также повышает расход электроэнергии из-за нерационального использования нерастворимых электродов. Наличие пневматических форсунок в циркуляционной трубе усложняет конструкцию аппарата, а также требует значительного расхода сжатого воздуха, что повышает эксплуатационные затраты. Кроме того, пневматические форсунки, занимая значительную площадь поперечного сечения циркуляционной трубы (до 30%), препятствуют выходу продуктов растворения электродов вместе с коагулированными частицами примесей в верхнюю часть трубы - зону отсоса пены и шлама. Это создает условия для образования под форсунками избыточного количества крупных агрегатов примесей, опускающихся вниз по трубе и загрязняющих растворимые электроды. Это вынуждает производить частые остановки аппарата и чистку растворимых электродов, что отрицательно сказывается на производительности и качестве очистки.

В основу настоящего изобретения поставлена задача создания аппарата для электрохимической очистки загрязненной жидкости, обеспечивающего равномерность распределения выходящей из циркуляционной трубы обработанной там жидкости по кольцевому сечению отстойника и свободное перемещение продуктов растворения электродов и коагулированных примесей в верхнюю зону трубы, а следовательно, повышающего производительность и качество очистки жидкости и снижающего затраты электроэнергии и сжатого воздуха.

Поставленная задача решается тем, что в аппарате для электрохимической очистки загрязненной жидкости, содержащем коаксиально расположенные друг относительно друга отстойник с вертикальной цилиндрической перегородкой и нерастворимыми электродами и циркуляционную трубу, в нижней части которой расположены растворимые электроды, а в верхней части выполнен ряд размещенных по длине ее наружной поверхности сквозных отверстий, пенопровод с инжектором и пенозаборником, а также патрубки для подачи загрязненной и отвода очищенной жидкости, в соответствии с изобретением на циркуляционной трубе выполнен один или несколько дополнительных рядов сквозных отверстий, уменьшающихся по сечению в каждом ряду от основания трубы к ее вершине, причем отверстия каждого нижерасположенного ряда размещены со смещением по длине окружности относительно

вышерасположенного ряда на величину
$$\varepsilon = \frac{(d_n + d_b)}{2},$$
 где ε - величина смещения одного ряда отверстий относительно другого, а d_n и d_b - диаметры сквозных отверстий соответственно нижерасположенного и вышерасположенного рядов отверстий, причем пенозаборник при этом герметично соединен с цилиндрической перегородкой отстойника.

Сопоставительный анализ предлагаемого технического решения с прототипом показывает, что новыми конструктивными признаками в нем являются следующие:

1. Выполнение на циркуляционной трубе одного или нескольких дополнительных рядов отверстий, уменьшающихся по сечению в каждом ряду от основания трубы к ее вершине.

2. Выполнение каждого нижерасположенного ряда отверстий со смещением по длине окружности

$$\varepsilon = \frac{(d_n + d_b)}{2},$$

трубы относительно вышерасположенного ряда на величину ε , где ε - величина смещения нижерасположенного ряда отверстий относительно вышерасположенного ряда, а d_n и d_b - диаметры сквозных отверстий соответственно нижерасположенного и вышерасположенного рядов отверстий.

3. Герметичное соединение пенозаборника с цилиндрической перегородкой отстойника.

Герметичное соединение пенозаборника с цилиндрической перегородкой отстойника позволяет за счет необходимой степени разрежения в инжекторе обеспечить требуемую высоту столба жидкости над отверстиями, а выполнение отверстий, уменьшающихся в сечении в каждом ряду от основания трубы к ее вершине, обеспечивает одинаковую скорость истечения жидкости из отверстий, определяемую соотношением столба жидкости и величиной отверстия, а тем самым - равномерность распределения жидкости в кольцевом зазоре отстойника в радиальных направлениях и, как следствие этому - улучшение условий для более полного использования флотационного газа, выделяющегося на нерастворимых электродах.

Выполнение рядов отверстий со смещением друг относительно друга по длине окружности на вышеуказанную величину обеспечивает струйное перетекание жидкости из циркуляционной трубы в отстойник, при котором струи жидкости вытекают друг возле друга равномерно по всему кольцевому зазору отстойника. Кроме того, при таком выполнении рядов отверстий отпадает необходимость в установке пневматических форсунок, что снижает затраты на сжатый воздух и предотвращает засорение растворимых электродов агрегатами примесей.

Решений со сходными признаками при патентном поиске не обнаружено. Это позволяет сделать вывод о том, что данное техническое решение является новым и имеет изобретательский уровень.

На фиг.1 изображен общий вид его в разрезе; на фиг.2 - развертка верхней части циркуляционной трубы со сквозными отверстиями.

Аппарат содержит коаксиально расположенные друг относительно друга отстойник 1 и циркуляционную трубу 2. В отстойнике к установлена вертикальная цилиндрическая перегородка 3, а между ней и наружной стенкой трубы размещены нерастворимые электроды 4. Последние выполнены в виде двух, параллельно расположенных на расстоянии друг от друга, плоских перфорированных колец из нержавеющей стали, подключенных к разным полюсам источника постоянного тока.

Циркуляционная труба 2 состоит из двух частей, расположенных с зазором по отношению друг к другу и соединенных коллектором 5 с патрубком 6 для подачи загрязненной жидкости. Патрубок 7, вмонтированный в отстойник 1, служит для отвода очищенной жидкости. В нижней части циркуляционной трубы размещены растворимые металлические электроды 8, подсоединенные к разным полюсам источника постоянного тока. В верхней части трубы на расстоянии l от верхней ее кромки между патрубком 7 и нерастворимыми электродами 4 выполнены несколько (два и более) рядов сквозных отверстий 9. Количество рядов сквозных отверстий определяется диаметром циркуляционной трубы: с увеличением диаметра трубы количество рядов отверстий также увеличивается. Сквозные отверстия выполнены с уменьшающимся сечением в каждом ряду от основания трубы 2 к ее вершине, причем отверстия каждого нижерасположенного ряда размещены со смещением по длине окружности L трубы относительно

$$\varepsilon = \frac{(d_n + d_b)}{2},$$

вышерасположенного ряда на величину ε , где ε - величина смещения нижерасположенного ряда отверстий относительно вышерасположенного ряда; d_n и d_b - диаметры сквозных отверстий соответственно нижерасположенного и вышерасположенного рядов отверстий. Общее количество рядов отверстий при этом выбрано кратным общему числу последних.

В верхней части аппарата расположен пенопровод 10 с пенозаборником 11 и инжектором 12. Пенозаборник 11 при этом герметично соединен с кольцевой перегородкой 3 отстойника. В пенозаборник вмонтирован воздушный патрубок 13 с клапаном 14, расположенным над верхней кромкой трубы 2. Аппарат, кроме того, снабжен патрубком 15 для подачи электролита в нижнюю часть циркуляционной трубы, а также патрубком 16 для удаления накопившегося шлама из отстойника. Патрубки 7 и 15 в ряде случаев могут быть соединены между собой посредством эрлифтного трубопровода 17.

Аппарат работает следующим образом.

Перед обработкой загрязненной жидкости полости циркуляционной трубы 2 и отстойника 1 заполняются чистым электролитом (технически чистая вода, содержащая небольшие добавки NaCl или HCl), после чего на электроды 4 и 8 подается напряжение, а через некоторое время (40 - 60с) включают подачу загрязненной жидкости в аппарат через патрубок 6 и коллектор 5.

В процессе анодного растворения электродов 8 происходит образование гидроксидов металла, которые всплывают вверх по циркуляционной трубе 2 вместе с пузырьками флотационного газа (водорода), выделяющегося на катодах. При этом гидроксиды металла электродов коагулируют примеси, находящиеся в загрязненной жидкости, с образованием агрегатов этих частиц. В дальнейшем эти частицы беспрепятственно флотируются пузырьками газа вверх по трубе, где в верхней ее части происходит расслоение смеси на слой пены с частицами примесей и очищенную жидкость. Беспрепятственное перемещение вверх пузырьков газа с частицами примесей предотвращает выпадение их в осадок в зазор между растворимыми электродами. Это, в свою очередь, позволяет избежать загрязнения электродов, а следовательно, повысить производительность и качество очистки, а также снизить затраты электроэнергии. Пена под действием инъекции воздуха из полости пенозаборника 11 переходит в пенопровод 10 и удаляется из аппарата. Посредством инжектора и клапана 14 в полости пенозаборника 11 создается разрежение, обеспечивающее создание столба жидкости величиной l в циркуляционной трубе

над отверстиями. Обработанная в трубе жидкость через сквозные отверстия 9 переходит в зону отстойника 1 между ее вертикальной перегородкой 3 и наружной стенкой трубы, под давлением, определяемым величиной столба жидкости l ($l_1, l_2 \dots l_n$) над этими отверстиями.

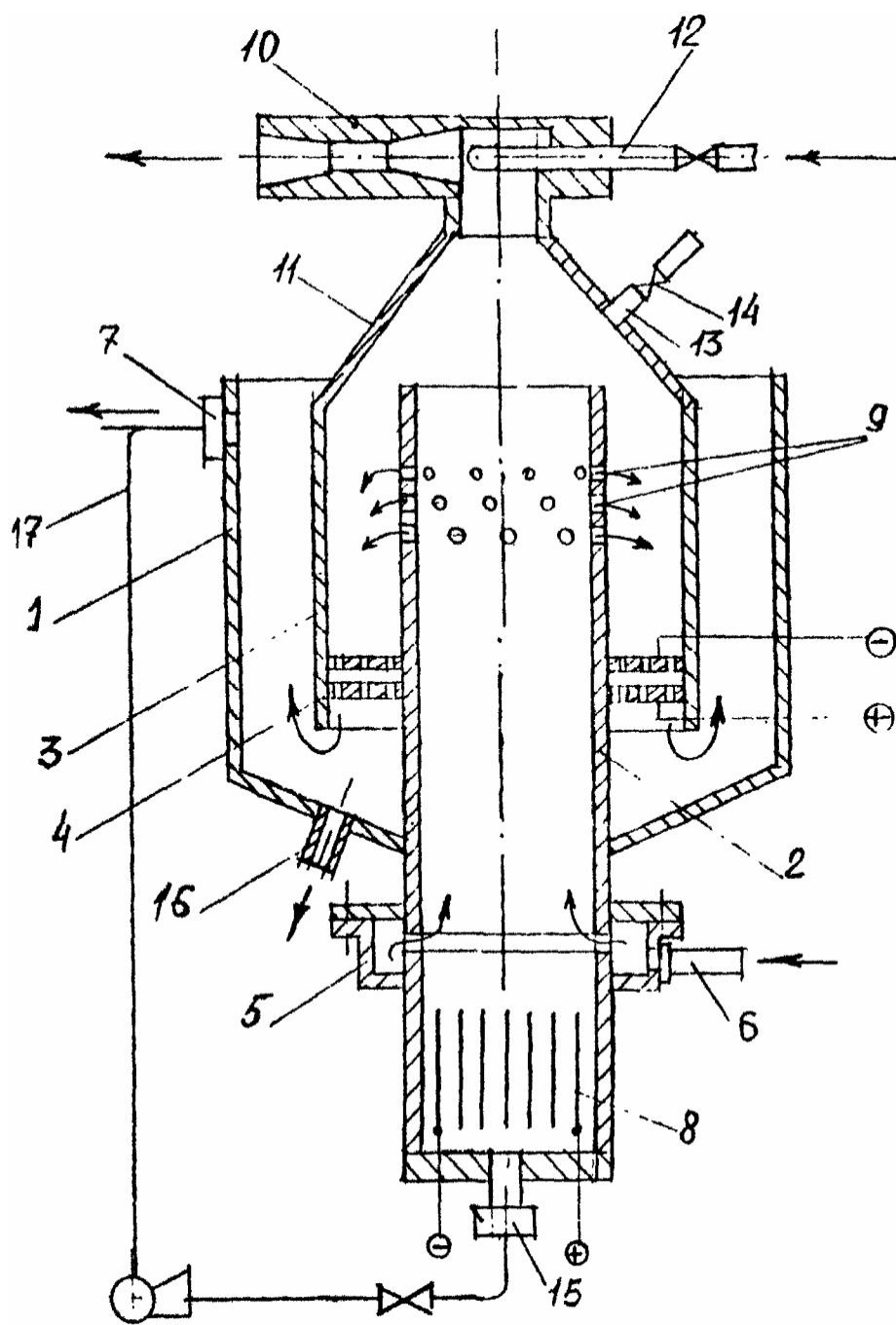
Герметичное соединение пенозаборника 11 с вертикальной перегородкой отстойника и определенная степень разрежения в нем обеспечивает требуемую высоту столба жидкости l над отверстиями. Путем расчетного подбора соотношения высоты столба жидкости l и величины отверстий в каждом ряду достигается одинаковая скорость истечения жидкости из этих отверстий, а тем самым, равномерность распределения жидкости в кольцевом зазоре отстойника над электродами 4. Так как отверстия 9 расположены со смещением друг относительно друга по длине окружности трубы на величину

$$\varepsilon = \frac{(d_H + d_B)}{2},$$

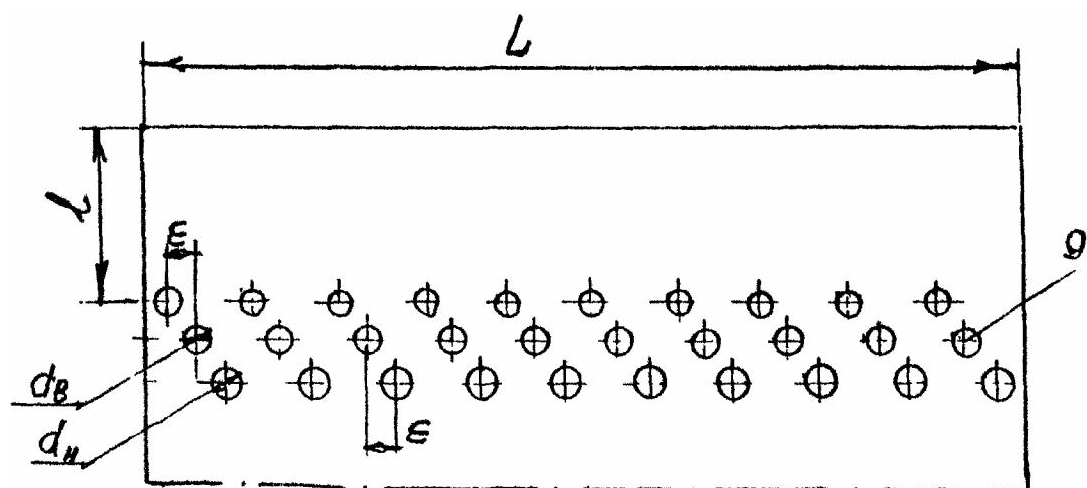
струи жидкости, вытекающие из отверстий разных рядов, равномерно располагаются по всему кольцевому сечению отстойника и опускаются вниз. Проходя через систему нерастворимых электродов 4, находящиеся в жидкости остаточные примеси и скоагулированные их частицы с гидроксидами металла растворимых электродов флотируются вверх выделяющимися на электродах 4 пузырьками газа и посредством инжектора выводятся из аппарата. Равномерное распределение жидкости, вытекающей из трубы 2 в кольцевую зону отстойника, обеспечивает полную обработку жидкости в этой зоне и повышает коэффициент использования нерастворимых электродов. Это позволяет осуществить работу этих электродов на более экономном режиме нагрузки.

Таким образом, выполнение на циркуляционной трубе дополнительных рядов отверстий, смещенных друг относительно друга на вышеуказанную величину и уменьшающихся в сечении в каждом ряду от основания трубы к ее вершине, а также герметичное соединение пенозаборника с кольцевой перегородкой отстойника позволяет избежать применения пневматических форсунок, предотвратить выпадение в осадок скоагулированных примесей в зазор между растворимыми электродами и за счет равномерного распределения жидкости, вытекающей из трубы в отстойник, обеспечить более полное использование флотационного газа, выделяющегося на нерастворимых электродах.

Промышленные испытания аппарата по очистке сточных вод, загрязненных нефтепродуктами и механическими примесями, показали, что производительность его повышается в 1,25 - 1,3 раза, качество очистки - на 12 - 14%, а эксплуатационные затраты (сжатый воздух и электроэнергия) снижаются на 27 - 32%.



Фиг. 1



Фиг. 2