

Аннотация: Настоящее изобретение в целом относится к области электрохимических систем очистки воды и в частности к системам электрохимической очистки воды содержащим регулятор мощности для устройства очистки воды с электрическим приводом. Блок управления мощностью включает в себя главный блок питания, по мимо управляющего блока имеется подчиненный блок питания имеющий управляющий вход, ПЛК имеющий входы от датчика тока и датчика напряжения и выходы для упомянутых главного и подчиненного блоков питания. Указанный датчик тока адаптирован для измерения электрического тока, протекающего через ячейки очистного устройства, указанный датчик напряжения адаптирован для измерения напряжения, приложенного к ячейкам очистного устройства, и указанный PLC запрограммирован так, чтобы иметь возможность максимизировать электрическую мощность, подаваемую на ячейки без перегрева.

Энергоснабжение для регенерации сточных вод

УПРАВЛЕНИЕ МОЩНОСТЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ

АППАРАТАТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Краткое описание рисунков

Рис.1 —схематическое изображение движения потоков нечистой воды и их синхронизация.

Рис.2 представляет собой схематический вид в разрезе электрохимического реактора W2W тело настоящего изобретения.

Рис.2 'представляет собой небольшую переработку Рис. 2.

Рис.3 представляет собой схематический вид в перспективе в разрезе электрохимической установки W2W корпус реактора настоящего изобретения.

Рис.3 'представляет собой небольшую переработку Рис. 3.

Рис.4 представляет собой вид в перспективе электрохимического реактора W2W с двумя кассетами электродных ячеек и соответствующие электроды.

Рис.5 представляет собой покомпонентный вид одного варианта осуществления кассеты электродных ячеек и ассоциированные электроды настоящего изобретения.

На Рис.6 показана самоуплотняющаяся конструкция электродных ячеек настоящего изобретения в двух видах поперечного сечения.

Рис.7 —это основная схема потока воды в системе W2W.

Рис.8 —это общая схема одного варианта осуществления системы W2W настоящего изобретения.

Рис.9 представляет собой схематический вид в разрезе одного варианта реализации W2W электрохимический реактор настоящего изобретения.

На Рис.10 показана кассета электродных ячеек и связанная с ней пара противоположных заряженных электродов по настоящему изобретению в трех разных проекциях.

Рис.11 представляет собой вид в перспективе двух кассет электродных ячеек и их связанная пара противоположно заряженных электродов настоящего изобретения.

Рис.12 —еще один вид в перспективе двух кассет электродных ячеек и их связанная пара противоположно заряженных электродов настоящего изобретения.

Рис.13 —схематическая диаграмма, показывающая, как вода течет через электроды настоящего изобретения.

На Рис.14 представлена общая схема одного из вариантов системы W2W с автоматически регулируемые источниками питания.

На Рис.15 представлена принципиальная схема автоматически регулируемых источников питания на Рис. 14.

На Рис.16 представлена принципиальная схема последовательно подключенных источников питания и их подключений к ПЛК.

Рис.17 еще одна принципиальная схема последовательно соединенных источников питания.

На Рис.18 представлена принципиальная схема источников питания, подключенных параллельно, и их подключения к ПЛК.

Рис.19 еще одна принципиальная схема параллельно подключенных источников питания.

На Рис.20 представлена принципиальная схема источников питания, подключенных псевдопараллельно, и их подключения к ПЛК.

Рис.21 схематическая диаграмма интерфейса платы управления настоящего изобретения.

Рис.22 схематическая диаграмма системы W2W согласно настоящему изобретению.

Рис.23 представляет собой схематическую диаграмму системы W2W с планом отбора проб воды, в которой А обозначает точку отбора для проверки воды, включенной в систему W2W,

В относится к точке отбора для проверки воды, выходящей из реактора (католит), С относится к точке отбора для проверки воды, выходящей из реактора (анолит), а D относится к точке отбора для проверки поступающей воды. из — система W2W.

Рис.24 представляет собой схематическую диаграмму системы W2W с указанием пути потока воды, где 1 относится к электрохимическому реактору, 2 относится к контейнерам для отстаивания, 3 относится к буферному резервуару и 4 относится к предварительному резервуару.

Рис.25 представляет собой схематическую диаграмму системы W2W с другим планом отбора проб воды, в котором А относится к точке отбора для проверки воды, включенной в систему W2W, В относится к точке притирки для проверки воды, включенной в реактор С1 относится к точке отбора для проверки воды, выходящей из реактора (католита), С2 относится к точке отбора для проверки воды, выходящей из 3 фильтров в 50 микронных контейнерах и контейнерах для отстаивания, D1 относится к точке отбора для проверки воды, выходящей из реактора (анолит), D2 относится к точке отбора для проверки воды, выходящей из реактора (анолит) на входе в промежуточный контейнер после фильтра через 50 микрон, Е обозначает точку отбора для проверки воды,

протекающей через колонки с ионообменной смолой, а F относится к точке отбора для проверки воды, выходящей из системы W2W.

На рис.26 представлена принципиальная схема электрохимического реактора W2W и его соединений с источниками питания и механическим фильтром, где VS означает датчик напряжения, а CS означает датчик тока.

Рис.27 схематическая диаграмма, показывающая источники питания, подключенные параллельно и параллельно подключенные электроды.

Рис.28 схематическая диаграмма, показывающая источники питания, подключенные параллельно и электроды, подключенные последовательно.

Рис.29 схематическая диаграмма, показывающая источники питания, подключенные последовательно, и электроды, подключенные параллельно.

Рис.30 схематическая диаграмма, показывающая источники питания, подключенные последовательно, и электроды, подключенные последовательно.

Рис.31 схематическая диаграмма одного варианта осуществления напряжения датчик / стабилизатор и его подключение к ПЛК.

Рис.32 схематическая диаграмма одного из вариантов осуществления тока датчик / стабилизатор и его подключение к ПЛК.

Подробное описание изобретения

Раскрытие и описание действующей в настоящее время Mey Rechavam РСТ международная патентная заявка РСТ № РСТ / IL02 / 00911, поданная 14 ноября 2002 г., озаглавленная: «СИСТЕМА ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД», имеющий приоритет предварительной заявки на патент США № 60/387,585, поданной 12 июня 2002 г., включен в настоящее описание в качестве ссылки. В цитируемой заявке на патент РСТ Mey Rechavam подробно описывается дизайн, конструкция и реализация электрохимического реактора, подсистем

предварительной обработки и подсистем последующей обработки без какого-либо прямого или косвенного описания синхронных и / или синергетических проектов, конструкций и / или техники эксплуатации электрохимического реактора для обеспечения стабильного и синхронного электрохимического процесса, и гидродинамического потока.

Настоящее раскрытие и описание изобретения Mey Rechavam (W2W™), в дальнейшем также именуемого изобретением Mey Rechavam (W2W), или как электрохимический реактор Mey Rechavam (W2W), или как система W2W, или как Mey Rechavam (W2W) водоподготовка / очистка / регенерация система состоит из четырех основных частей. Часть 1 представляет собой общее введение и полное описание системы W2W. Часть 2 представляет собой иллюстративное подробное описание структуры, функции и работы основных и альтернативных вариантов осуществления и их компонентов системы W2W. Часть 3 представляет собой подробное описание примерной «реальной» практики и приложений, а также анализ результатов, полученных от системы W2W. Часть 4 представляет собой подробное описание того, как регулятор мощности согласно настоящему изобретению синхронизирует подачу питания к электрохимическому реактору W2W.

Краткое описание продукта

Собственные интегрированные, масштабируемые, адаптивные и моделируемые, системы и оборудование, и услуги его технической поддержки для обработки / очистки / регенерации коммерческих типов и объемов загрязненной проточной воды. На основе отделения и удаления неорганических и / или органических примесей (например, металлов, сульфатов, фосфатов, масел и смазок) из протекающей нечистой воды и взаимодействия с размещенными в них электродами, по крайней мере, две электродные ячейки, специально разработанные и сконструированные для обеспечения стабильного и

синхронного электрохимического процесса, и гидродинамических режимов течения. Эффективная и экономичная конструкция и работа механизма источника энергии, включающего в себя пару синхронно соединенных и действующих блоков питания, для синхронного питания электродов, которые окисляют и восстанавливают компоненты в контактирующей проточной воде. Образовавшиеся окисленные / восстановленные компоненты воды представляют собой комплекс примесей в проточной воде посредством механизмов, включающих коагуляцию и осаждение, тем самым образуя примесные комплексы, удаляемые, например, путем осаждения из проточной воды. Автоматизированные и компьютеризированные, включая оборудование, процедуры и программное обеспечение для автоматического управления процессами и обратной связью.

Часть 1 —Общее введение и общее описание

Ниже приводится общее введение и общее описание Mey Rechavam (W2W) Система обработки / очистки / регенерации воды.

Изобретение Mey Rechavam (W2W) относится к общей области обработки / очистки / регенерации воды и, в частности, к способу, устройству и системе для обработки / очистки / регенерации промышленных типов и количеств загрязненной текучей воды.

Изобретение W2W отличается множеством синхронизированных и синергетически взаимосвязанных электрохимических и гидродинамических свойств, характеристик, поведения и явлений, которые являются новыми (непредвиденными) и изобретательскими (явно не вытекающими из) изобретениями предшествующего уровня техники в области очистки воды / очистка / регенерация.

Структура и работа изобретения W2W и его компонентов спроектированы, сконструированы и реализованы с использованием обычных инженерных

технологий, оборудования и материалов на основе хорошо известных установленных физических, химических и связанных с ними

математика, теории, законы и соображения. Изобретение W2W соответствует новой и уникальной синхронизированной и синергетической модели нелинейной системы, на которую влияют постоянно происходящие колебания параметров первичной системы, относящиеся к обрабатываемой проточной воде, то есть концентрации химических компонентов в проточной воде и проводимость проточной воды.

Ввиду того факта, что изобретение W2W для очистки, загрязненной проточной воды должно работать в изменчивых условиях, оно включает положения для смягчения «селективной нестабильности», характерной для большинства экологических технологий.

Это достигается с помощью механизмов «органического» или «естественного» порядка, которые как часть описанного изобретения для регенерации нечистой текучей воды обеспечивают возможность синхронизации и синергетического взаимодействия электрохимических и гидродинамических свойств, характеристик, поведения и явлений.

Важная цель изобретения W2W основана на всеобъемлющих и хорошо обоснованных принципах синхронизации и синергетики применительно к технологии комплексной обработки нечистой проточной воды. Изобретение W2W решает задачу создания эффективного, мобильного, адаптивного, самодостаточного устройства (электрохимический и гидродинамически стабильный реактор) как часть более крупной общей системы для регенерации нечистой проточной воды. Эффективность предлагаемых технических решений связана с:

—Низким уровнем энергозатрат, необходимых для процесса.

—Низким уровнем непроизводительных потерь энергии в технологическом цикле процессов.

—Возможностью объединения и одновременной синхронизации некоторых энергозатратных автономных технологических задач, таких как электрическое растворение анода (электрокоагулирующего элемента) и одновременно формирование пространства высококонцентрированных окислителей.

—Сокращением продолжительности процесса за счет точной синхронизации времени цикла с взаимодействием между технологическими этапами процесса.

—Стабилизацией и синхронизацией скоростей процессов, концентраций, энергозатрат и временными факторами.

—Высокой воспроизводимостью и техническая стандартизация процесса.

Мобильность предлагаемого решения обусловлена следующим:

—Минимизированным строительством.

—Модульной конструкцией с полностью синхронизированными модулями.

—Гибкой схемой взаимодействия модулей, возможностью синхронизировано смен дополнительной обработки, позволяющее работать объектам во время перехода.

Предлагаемое техническое решение адаптируемо тем, что:

—Синхронным автоматическим изменением параметров энергоснабжения процесса при изменении условий и начальных характеристик процесса, таких как изменение электропроводности водного раствора.

—Модульной автономной системой, состоящей из идентичных преобразователей энергии и энергопроизводящими установками, работающими синхронно для обеспечения энергией процесса.

—Система датчиков обратной связи, подающих сигналы, используемые для стабилизации и синхронизации параметров процесса.

Самодостаточность предлагаемого решения состоит в том, что есть:

—Полный цикл технологических операций и переходов, синхронизированных между собой по всем параметрам, обеспечивая тем самым необходимое регулирование.

—Полностью автономная система для обработки различных типов источников и запасов нечистой проточной воды.

—Синхронное объединение различных операций в обработке / очистке / регенерации нечистой проточной воды для получения наилучшего результата.

—Получение от процесса отдельных традиционных результатов, таких как рН исправления.

Основные преимущества изобретения W2W для обработки / очистки / регенерации нечистой проточной воды обусловлены реализацией различных фундаментальных характеристик изобретения W2W и следующими конструктивными и технологическими достижениями:

—Эффективное стимулирование совместного осаждения (множественного осаждения), когда нечистая вода содержит металлы и другие материалы, позволяя их осаждение в принципиально других условиях.

—Эффективная стимуляция совместного осаждения без значительного изменения кислотности или щелочности воды.

—Проведение одновременно гидроокисления и электрокоагуляции без затрат энергии и времени.

—Эффективная переработка за счет обработки / очистки / регенерации загрязненных проточных источников воды за короткий промежуток времени, позволяющая ускорить работу автоматических производственных линий.

—Получение косвенных данных об изменении легко определяемых параметров работы элементов системы при обработке / очистке / регенерации загрязненных проточных источников воды с использованием обратной связи для сбора информации о качестве очищенной / очищенной / регенерированной воды.

—Ускорение систем автоматического управления.

—Ускорение работы гибких автоматизированных технологических модулей и комплексов.

—Адаптация к обработке / очистке / регенерации нечистой проточной воды с очень низкой проводимостью, например, 1-5 микро-Сименс.

—Достижение двукратного увеличения параметров электрического тока или напряжения без дополнительных затрат энергии за счет облегчения электрохимической обработки в системе путем изменения одного параметра без изменения другого параметра.

—Дистанционное управление системой, наряду с контролем параметров процесса и устранением дисбаланса электрохимических и гидродинамических параметров системы.

—Автоматическое локальное отключение системы и дистанционное управление, без включения обработки / очистки / регенерации уже очищенной / регенерированной проточной воды для замкнутого цикла рециркуляции воды.

—Оперативное изменение технологического режима работы системы, автоматически синхронизирующее работу источников постоянного электрического тока и гидродинамической части системы с произвольным изменением конфигурации и по характеру взаимодействия компонентов системы.

—Интеграция изобретения W2W в более крупные системы и процессы, например, системы обратного осмоса, системы ультрафильтрации и т. Д.

Сопутствующие преимущества достигаются благодаря особым расширенным характеристикам частей системы W2W для обработки / очистки / регенерации нечистых текучих сред воды:

—указание на наличие как минимум двух синхронно действующих источников постоянного тока.

—Последовательное подключение и удвоение напряжения относительно максимального значения, необходимого для данной проводимости нечистой проточной воды. Следствием этого является увеличение концентрации окислителей и восстановителей на выходе и, как следствие, более высокий процент гидроксидов в выходящей очищенной / очищенной / регенерированной воде.

— Параллельное включение и удвоение тока относительно максимумальных токов, необходимых для данной проводимости нечистой проточной воды. В результате повышается концентрация окислителей и восстановителей на выходе, что приводит к более высокому качеству осаждения гидроксисоединений в очищенной / регенерированной воде.

—При параллельном подключении достигается эффективная коагуляция в режиме высокого тока —до плотности тока около 4 А / дм², что позволяет растворить алюминиевый электрод для достижения удвоенной эффективной скорости реакции по сравнению со скоростью реакции обычной электрокоагуляции. (плотность тока примерно от 1 до 2 А / дм).

—При параллельном включении настроена электролитическая экстракция благородных металлов из нечистой проточной воды на стадии стабилизации гидродинамических параметров, когда вода проходит между электродами в электродных ячейках электрохимического реактора.

—Изобретение W2W применимо для обработки / очистки морской воды.

—Есть возможность on-line мониторинга. Во время сигнала

При нарушении синхронного режима появляется автоматический сигнал, сигнализирующий о неисправности системы, с последующим автоматическим возвратом в синхронный режим, а также автоматический сигнал, информирующий о возврате в нормальный рабочий режим.

—Поддержание качества обработки / очистки / регенерации

выходная мощность процесса при двукратном снижении мощности по сравнению с использованием одного источника энергии, обеспечивающего большую мощность электродов электрохимического реактора.

—Индикация наличия общих катодных и анодных участков в межэлектродных пространствах внутри электродных ячеек.

—Более высокая напряженность электрического поля в межэлектродных пространствах.

—Пониженное сопротивление воде, протекающей через межэлектродные пространства.

—Более высокая концентрация образующихся окислителей и восстановителей.

—Предотвращение осыпания или выделения солей с катода.

—Предотвращение удержания анодной окислы в анодной части электрохимического реактора.

—Облегченное использования характеристик системы.

—Повышенный ресурс электродов в частности и электродных ячеек в целом.

—Снижение потерь электроэнергии за счет уменьшения сопротивления в межэлектродном пространстве.

—Асимметричная конфигурация рабочих поверхностей электродов.

—Использование электродов различной толщины, что важно для увеличения толщины анодов, тем самым увеличивая срок службы электродов.

—Проведение электрокоагуляции одновременно с выполнением электроокисления и / или реакция электровосстановления.

—Синхронное изменение эффективной активной поверхности электродов и в одинаковой степени как на катоде, так и на аноде.

—Беспрепятственное разделение на две равные части воды, поступающей в межэлектродное пространство или из него.

—Снижение гидравлического сопротивления проточной воде для проведения процесса без необходимости создания дополнительного давления в межэлектродном пространстве.

—Увеличение площади поперечного сечения между каждой парой двух электродов, тем самым увеличивая скорость воды, протекающей между межэлектродным пространством, что приводит к увеличению производительности электродных ячеек и, следовательно, электрохимического реактора.

—Увеличение площади поперечного сечения (теоретический ввод) электродных ячеек, позволяющее увеличить подачу воды, протекающей через электродные ячейки и через электрохимический реактор.

—Повышенная пропускная способность электродных ячеек и электрохимический реактор. Согласно результатам экспериментальных исследований системы, весьма существенным преимуществом изобретения W2W является двукратное снижение подаваемой мощности. к электродам, по

сравнению с версиями энергосбережения предшествующего уровня техники. Вследствие этого возникают:

—Предотвращение образования твердых солей или накипи на поверхности катода.

—Предотвращение пассивации или деактивации электродов (анода и / или катода).

—Недопущение полного или полного разрушения электродов (анода и / или катода).

—Предотвращение перегрева электродов (анода и / или катода).

—Уменьшение размеров источников питания электродов (анода и / или катод).

—Снижение установленной мощности источников питания и снижение порога электробезопасности.

Изобретение W2W для регенерации водных растворов разработано и реализовано с использованием принципа динамической симметрии. Динамическая симметрия определяется как «координация всех нестационарных состояний системы и стабилизация всех переходов между состояниями системы, обладающими разными энергиями», как указано в энциклопедии физики, с. 683, издано в Большой Российской Энциклопедией, Москва, 1999.

В целом термины «синхронный» и «синхронизация» определяются и относятся к действиям, устройствам, системам и / или процессам, имеющим место или происходящие, движущиеся и / или работающие в одно и то же время и / или с одинаковой скоростью, например, с идентичными периодами и / или фазами. Более того, термин «синхронизировать» определяется и относится к побуждению действий, устройств, систем и / или процессов происходить в одно и то же время и / или с той же скоростью; быть одновременным; двигаться и / или действовать в унисон. Здесь, в отношении настоящего изобретения, особая

форма используется синхронизация. Как определено в той же Энциклопедии физики, стр. 687 и как это определено и описано в «Синхронизации динамических систем» И.И. Блехман, М., 1968, в частности, применительно к электронным приложениям, синхронизация относится к особой ситуации, когда «рабочие параметры двух источников постоянного тока таковы, что один из источников (ведущее устройство синхронизации) действует на другого (синхронизированного ведомого устройства) посредством регулирования с обратной связью».

Для настоящего изобретения рабочий режим при динамической симметрии состояний для системы состоит из двух источников постоянного тока, при этом все параметры синхронизации считаются соответствующими в реальном времени параметрам ведущего источника синхронизации. Для настоящего изобретения, например, как показано на Рис. 16-20 режим работы при динамической симметрии состояний (условий) для системы водоподготовки определяется как минимум двумя источниками постоянного тока (блоками питания), при этом все синхронизирующие параметры принимаются в реальном времени соответствующими параметрам главный источник синхронизации. Изобретение W2W включает интегрированные, масштабируемые, адаптивные и модульные системы и оборудование уровня ниже для обработки / очистки / регенерации коммерческих типов и количества нечистой проточной воды. Основной аспект изобретения W2W основан на отделении и удалении неорганических и / или органических примесей (например, металлов, сульфатов, фосфатов, масел и жиров) из протекающей нечистой воды и взаимодействии с электродами, размещенными по крайней мере в двух электродные ячейки электрохимического реактора, специально спроектированные и сконструированные для обеспечения стабильного и синхронного электрохимического процесса и условий гидродинамического потока. Изобретение W2W отличается эффективной и рентабельной конструкцией и работой механизма подачи энергии, включающего пару синхронно соединенных

и действующих блоков питания, для синхронной подачи энергии на электроды, которые окисляют и восстанавливают компоненты в контактирующей проточной воде. Образовавшиеся окисленные / восстановленные компоненты воды представляют собой комплекс примесей в проточной воде посредством механизмов, включающих коагуляцию и осаждение, тем самым образуя комплексы примесей, удаляемые, например, путем осаждения из проточной воды.

Система W2W полностью автоматизирована и компьютеризирована, включая автоматическое управление процессом, управление с прогнозированием и управление с обратной связью, оборудования, процедуры и программное обеспечение.

Работа специально разработанного и сконструированного электрохимического реактора запускается и обслуживается двумя взаимосвязанными источниками энергии (генераторами), которые существенно различаются по мощности. Это связано с тем, что первое регулирование (калибровка) напряжения выполняется на первом источнике (ведущем устройстве синхронизации), в течение которого второй источник (синхронизированное ведомое устройство) остается в режиме ожидания (начальная пауза). Это означает, что мгновенная мощность первого калибруемого источника на мгновение превысит мощность второго источника. Подробное научное объяснение синхронизации двух связанных систем дается в вышеупомянутой цитируемой Энциклопедии Физики, стр. 687. В этой ситуации первый источник, имеющий мгновенно высокую выходную мощность, играет роль синхронизирующего ведущего, в то время как второй источник, который на мгновение более слабый, играет роль синхронизированного ведомого. После начала калибровки напряжения первого источника в зависимости от проводимости проточной воды во время калибровки второй источник начинает работать в идентичном режиме. Поскольку оба источника работают в режиме «стабилизированного напряжения», во время работы изобретения W2W при

изменении проводимости. Если проточная вода обрабатывается / очищается / регенерируется, главный источник снижает выходное напряжение, а второй источник увеличивает свое напряжение. Применение описанного здесь и описанного принципа синхронизации приводит к нелинейной системе с непрерывно происходящими колебаниями основных параметров системы, относящиеся к обрабатываемой / очищаемой / регенерируемой воде, то есть к концентрации химических компонентов в воде и проводимости воды, в устойчивом инженерном режиме, и обеспечивает стабильную работу при всех энергетических условиях и общий энергетический баланс система для обработки / очистки / регенерации загрязненного источника воды.

Часть 2 Структура, функции и работа

Ниже приводится иллюстративное подробное описание конструкции, функций и работы основных и альтернативных вариантов осуществления и их компонентов системы обработки / очистки / регенерации воды Mey Rechavam (W2W).

Гетерокоагуляция

Установка в водоподготовку / очистку / регенерацию электрохимического реактора электродных ячеек с анодами из алюминия или чистого железа приводит к эффекту, при котором основной процесс образования окислителей и восстановителей в потоке воды дополняется анодным мусором, который является коагулянтом. Это облегчает процесс, связанный с необходимыми отделениями веществ дисперсной фазы от диспергирующей среды. Этот «порог коагуляции» довольно быстро повышается. В большинстве случаев проточная нечистая вода содержит различные соли поливалентных металлов, которые гидролизуются с образованием коллоидных гидроксидов. Это стимулирует процесс гетерокоагуляции, а часто и базовую коагуляцию. При гетерокоагуляции различные дисперсные системы взаимно коагулируют друг с другом,

в результате чего частицы одной дисперсной фазы прилипают к частицам другой фазы. Гетерокоагуляция усиливается при взаимном смешивании разделяющих солей с различными нагруженными поверхностями частиц, поскольку электростатические силы ионного типа между ними приводят к взаимному притяжению, а не отталкиванию частиц. Кинетика броуновского движения коагуляции коллоидных систем определяет необходимое время контакта проточной воды, контактирующей с электродами, и поток через ячейки в межэлектродном пространстве, так что количество несвязанных единиц уменьшается вдвое, что приводит к возникновению «порога коагуляции» времени контакта, выраженного в следующей форме, как описано в «Теории Смолуховского» в Chemical Encyclopedia, vol. 2, стр. 817, издано Советской энциклопедией, Москва, 1990:

$$t = 3 r \mid / [4 k T n_{0a}],$$

где t = время, в течение которого количество независимых несвязанных единиц уменьшается вдвое;

η) = вязкость среды;

k = постоянная Больцмана;

T = абсолютная температура ($^{\circ} K$);

n_0 = начальная концентрация частиц;

a = так называемый коэффициент замедления свертывания. При отсутствии барьера с энергией, то есть при высоких плотностях тока, которая для настоящего изобретения составляет около $4 A / dm^2$, при этом $a = 1$; при наличии энергетического барьера $a < 1$.

Время нахождения в электродной ячейке в межэлектродном пространстве в системе с пропускной способностью $1 m^3 / час$ составляет около 3 секунд. В течение этого периода времени весь объем воды, протекающей через электродную ячейку, подвергается действию пространственно-коагулирующей

сети. Для пробы воды, проходящей через электродную ячейку в течение примерно 0,2 —0,6 секунды, после выхода из межэлектродного пространства, будь то с анода или с катода, объемная масса пробы воды характеризует начальную мутность, то есть сегрегированную дисперсную среду (осадок). Фаза неструктурированного осадка, отложившаяся в течение 20 минут между 1 и 2 минутами, переходит в структурированный осадок.

фаза и слой консолидированного осадка.

Канделябры (в частности, меноры) по форме лабиринта или

Форма электрохимического реактора, используемого в системе W2W, обеспечивает синхронизированную электрохимически активную и гидродинамически стабильную среду для отделения примесей от проточной воды. Для получения оптимальных условий гидродинамической синхронизации всех параллельных потоков протекающей воды корпус электрохимического реактора электродной ячейки заполнен лабиринтом в виде «меноры».

Эта структура делает возможным следующее:

—Расположение электрохимического реактора как горизонтально, так и вертикально.

—Стабилизация динамического потока всех потоков без дополнительных затрат энергии.

—Синхронизация всех входящих потоков для каждой из электродных ячеек.

—Синхронизация движения параллельных потоков в межэлектродном пространстве. Движение потоков нечистой воды и их синхронизация схематично показано на рис. 1, а лабиринт в виде «меноры» схематично показан на рис. 2. Текущая вода направляется в два равных параллельных потока $in1$ и $in2$ (Рисунок 1). Потоки $in1$ и $in2$ управляются давлением в диапазоне 1,2–1,5 бар. Как показано на Рис. 2, в электрохимическом реакторе 20 каналы 1 и 2 снабжены

отверстиями 3 и 4, обращенными к рабочей камере 5, а отверстия 6 и 7 обращены к рабочей камере 8. Рабочая камера 5 и рабочая камера 8 соединены между собой. каналы, смежные с каналами 1 и 2 соответственно. Каналы двух рабочих камер соединены между собой отверстием 9.

Поскольку работа камер 5 и 8 происходит абсолютно идентично, то есть синхронно, можно учитывать гидродинамический баланс только для одной из них. Поток в канале 1 выходит через отверстие 4 в соседнем канале и достигает уровня АН, при этом из-за наличия отверстий 3 и 4 этот уровень одинаков в обоих каналах и продолжается вверх. Выход 15 через каналы в рабочие камеры 5 и 8. Разница АН для двух каналов одинакова и поддерживается в синхронном режиме, при этом отверстие 3 стабилизирует этот режим, позволяя воздуху выходить из обоих каналов. В электрохимическом реакторе 20 достигается абсолютная рабочая симметрия между каналами 1 и 2 и соседними каналами (Рис. 2). Из-за наличия отверстия 20 9 и АН симметричны для обоих каналов, скорость потока в двух идентичных частях одинакова и симметрична для всех каналов, примыкающих к одной из рабочих камер 5 и 8. Эта симметрия позволяет синхронизировать скорость потока на всех ступенях. движения воды, протекающей по лабиринту, что позволяет синхронизировать время прохождения соответствующих симметричных частей (рис. 1). Это обстоятельство позволяет электрохимическому реактору следует рассматривать как синхронизированную тандемную электродную ячейку, внутренне подключенную для обеспечения гидродинамической синхронизации электродных ячеек. Это также позволяет потреблять электроэнергию от двух синхронизированных источников энергии.

Рис.3 —схематическая диаграмма, иллюстрирующая вид в перспективе

Менора-30 похожа на лабиринтную конфигурацию или форму электрохимического реактора 20, используемого в системе W2W, показанной на Рис. 2. Рис. 4 представляет собой схематическую диаграмму, иллюстрирующую

вид в перспективе электродных ячеек как части используемого электрохимического реактора 20 в системе W2W.

Основные конструктивные характеристики электрохимического реактора.

—Конструирование лабиринта корпуса электрохимического реактора в виде «меноры», как показано на рис. 2 и 4.

—Гидравлическая связь между соседними каналами лабиринта.

—Геометрическая и гидравлическая симметрия между гомологичными элементами лабиринта корпуса электрохимического реактора.

—Подготовка в корпусе электрохимического реактора для двух электродов идентичных по всем конструктивным и технологическим параметрам ячейки.

—трапецевидное поперечное сечение электродных ячеек в случае 10 плоскопараллельных электродов (как вариант) с параллельными активными рабочими поверхностями, например, как показано на рис.

-Самоуплотняющаяся конструкция электродных ячеек, например, как показано на Рис. 6.

—Композитный корпус электрохимического реактора.

—Другое пространственное положение тела (как вариант).

—Другая форма поперечного сечения электрода (как вариант).

—Коаксиальные трубчатые электроды (как вариант).

—Два независимых идентичных источника постоянного электрического тока, синхронизированных по всем основным параметрам.

—Симметричное положение (как вариант) активных рабочих поверхностей в электродных ячейках.

—асимметричное положение (как вариант) активных рабочих поверхностей в электродных ячейках.

—различное сочетание поперечного сечения межэлектродного пространства.

—совмещенное катодное и анодное пространство в полости межэлектродного объема электродных ячеек (как вариант).

—Коммуникационные зоны, соединенные смежными симметричными каналами в лабиринте корпуса электрохимического реактора.

—Эмпирическая зависимость между площадью сообщающихся зон и площадью поперечного сечения межэлектродного пространства:

$$Sc.z. \cong Si.e.s. ,$$

где $Sc.z.$ —площадь сообщающихся зон, а $Si.e.s.$ —площадь межэлектродного пространства. Эмпирические параметры

Площадь межэлектродного пространства порядка 600 мм². Ширина активной рабочей поверхности электродов порядка 100 мм. Площадь поперечного сечения электрода порядка 200 мм. Предпочтительными материалами электрода 5 являются нержавеющая сталь, титан, алюминий, железо или углерод-углерод. Основные технологические характеристики электрохимического реактора:

—Стабилизация и равномерное распределение проточной воды на входе в электрохимический реактор.

—Гравитационная стабилизация и синхронизация потоков водного раствора на входе в межэлектродное пространство в электродных ячейках.

—Синхронное прохождение потоков водного раствора через межэлектродное пространство при пересечении магнитных силовых линий

электрического поля высокого напряжения между активными рабочими поверхностями электродов.

—Подача тока от двух синхронизированных, эквивалентных, идентичных источников постоянного электрического тока, с удвоением одного выходного параметра, тока или напряжения, посредством их синхронизации в последовательном или параллельном соединении с гидродинамической стабилизацией воды, протекающей через электродные ячейки.

—Одновременное параллельное действие с помощью техники генерирования окислителей и восстановителей и технологии растворения с помощью электричества (насыщение объемов ионов коагулянта) с использованием единого механизма подачи энергии, работающего с двумя синхронизированными источниками питания. -Раздельный выход католита и анолита (как вариант).

-Седиментация в отстойниках с использованием гидрофобных усилителей и гидрофобных нитей седиментации с целью увеличения скорости осаждения в зависимости от времени.

Описание работы системы W2W

Система W2W для водоподготовки / очистки / регенерации

применимо к промышленным сточным водам, а также к сточным водам. В

очищенная / очищенная / регенерированная вода имеет качество, позволяющее повторно использовать ее в технологические циклы. Обработка / очистка / регенерация воды выполняется с использованием электрохимического метода, при котором постоянное напряжение прикладывается к соседним электродам, что приводит к образованию щелочей (на аноде) и кислот (на катоде). Поскольку вода содержит различные загрязнители и примеси, они вступают в химическую реакцию с электрохимически образующимися щелочами и кислотами. Химические реакции, происходящие в проточной воде в непосредственной

близости от электродов, считаются окислительно-восстановительными реакциями. Таким образом, электролиз состоит из реакции восстановления на катоде и реакции окисления на аноде. Металлический анод может быть (а) не растворяющимся и действовать только как место переноса электронов во время электролиза, или (б) растворяющимся (активным), в результате чего он окисляется при электролизе. Редокс-активность электрического тока во многих случаях усиливает химические реакции окисления и восстановления.

Изучение таблиц стандартных электродных потенциалов металлов показывает следующее:

1. Катионы металлов, например Cu^{+2} , Hg^{+2} , Ag^{+} , Pt^{+2} , Pt^{+4} , имеющих на 10 стандартных электродных потенциалов больше, чем у водорода, во время электролиза полностью растворяются либо на аноде, либо на катоде, и осаждаются в металлической форме на катоде.

2. Катионы металлов, например Li^{+} , Na^{+} , K^{+} и NH_4^{+} , вплоть до Al^{+3} , имея стандартный электродный потенциал, меньший, чем у водорода, во время электролиза остаются прикрепленными к аноду, не распределяясь среди молекул воды.

3. Катионы металлов, например Mn^{+2} , Zn^{+2} , Cr^{+3} и Fe^{+2} , имеющие стандартный потенциал электрода меньше, чем у водорода, и больше, чем у алюминия, во время электролиза осаждаются на катоде и распределяются среди молекул воды.

Катионы таких веществ легко рассеиваются вокруг катода, представляющего высокий положительный потенциал. Реакции, протекающие на аноде, зависят от физических и химических характеристик электролита, а также от материала анода. Продукты, отделившиеся от электродов, могут вступать в химические реакции между собой. При электролизе количественные

отношения между транспортируемым веществом и током, проходящим через электролит, выражаются Первым и Вторым законами Фарадея:

Первый закон — количество вещества, оторвавшегося от электрода, прямо пропорционально электрическому заряду, переносимому между электродами. Второй закон — количество вещества, оторвавшегося от электрода при переносе одной единицы электрического заряда, прямо пропорционально химическому эквиваленту вещества.

Из законов Фарадея следует, что для отделения массы G вещества, равной 1 эквиваленту E , требуется перенос через электроды $96\,487$ кулонов электрического заряда. Эта постоянная известна как постоянная Фарадея. Таким образом, $G = EIT / 96487$, где I — сила тока, T — продолжительность электролиза. Обычно электрохимический реактор системы обработки / очистки / регенерации воды W2W может обрабатывать загрязненную воду, которая подается в электрохимический реактор, имеющую следующие физико-химические свойства, характеристики и состав:

1. pH от примерно 4 до примерно 10.
2. Содержание соли примерно до 2000 мг / л .
3. Общий БПК (биологическая потребность в кислороде) примерно до 150 мг / л .
4. Взвешенные частицы размером не более $0,7 \text{ мм}$ в концентрации не более 2% от объема загрязненной воды, подаваемой в электрохимический реактор.
5. Обычно по источнику, например, металлическое покрытие

В загрязненной воде, которая должна быть обработана системой W2W, преобладают загрязняющие частицы из ионов металлов, например, ионы меди в воде, выходящей из процесса меднения. Электрохимический реактор системы W2W может обрабатывать максимальную концентрацию до примерно 2000 мг/л доминирующего вещества. Примесь металлических ионов в воде, подаваемой в

электрохимический реактор. В случаях, когда шестивалентный хром является доминирующим загрязнителем металлических ионов, электрохимический реактор может обрабатывать максимальную концентрацию шестивалентного хрома во входящей воде до примерно 100 мг / л.

6. Отдельно от загрязненной воды или в дополнение к ней, включая доминирующий загрязнитель металлическими ионами, электрохимический реактор системы W2W может обрабатывать воду, содержащую «общую» концентрацию до примерно 100 мг / л ионов цветных металлов, например, цинка, меди, никеля, кадмия, трехвалентного хрома. до тех пор, пока концентрация любого из таких ионов цветных металлов не превышает примерно 30 мг / л. В случае, если общая концентрация содержания ионов цветных металлов в воде, подаваемой в электрохимический реактор, превышает примерно 100 мг / л, существует потребность в снижении общей концентрации путем предварительной обработки входящей воды. (включен как часть общей конфигурации системы W2W) перед подачей входящей воды в электрохимический реактор. Конкретный тип процесса предварительной обработки выбирается частично в соответствии с фактическими типами и уровнями загрязняющих веществ в входящей воде. В случаях, когда входящая вода включает нерастворимые соединения, например, гидроксисоединения солей, существует потребность в уменьшении общей концентрации таких нерастворимых соединений, насколько это возможно, например, с помощью одного или нескольких процессов предварительной обработки (включая часть конфигурации системы W2W), перед подачей входящей воды в электрохимический реактор.

7. Любой процесс предварительной обработки, включенный как часть общей конфигурации системы W2W, используемый для указанной выше предварительной очистки или предварительной обработки входящей воды перед подачей в электрохимический реактор, выполняется с использованием реагентов, совместимых с последующим электрохимическим процессом.

занимая место внутри электродных ячеек электрохимического реактора. Например, реагенты, используемые при любой такой предварительной обработке процесса не должны влиять (увеличивая или уменьшая) растворимость в воде электродов, например алюминиевых или железных электродов, действующих в электродных ячейках электрохимического реактора. Процесс обработки / очистки / регенерации воды не требует специальных реагентов и регулируется просто изменением электрических параметров электрохимического реактора.

Электроснабжение объекта предпочтительно состоит из двух источников. В случае, если источник загрязненной воды имеет высокую проводимость, источники питания будут подключены параллельно, а в случае низкой проводимости они будут подключены последовательно. Каждый источник питания работает в режиме стабилизации напряжения, используя отрицательную обратную связь по напряжению. Это напоминает аналогичную обратную связь при работе с идентичным источником под ПЛК (Программируемый логический контроллер). Преимущественным результатом этого решения является отсутствие дисбаланса на выходе источников питания, поскольку выходной ток и напряжение остаются идентичными.

Основная схема системы обработки / очистки / регенерации воды W2W проиллюстрирована на рис. 7 вместе со ссылкой на примерный предпочтительный вариант осуществления, показанный на рис. 8. Нечистая проточная вода поступает из резервуара подачи 1 посредством пути клапана 2, спускающийся по трубопроводу системы через механический фильтр 3, чтобы достичь электрохимического реактора 20. Пропускная способность определяется с помощью регулирующего выходного клапана 4, на котором установлен ротаметр 5 показывающего выхода. В электрохимическом реакторе происходит электрохимических процессов, которые приводят к образованию определенных гидроксисоединений металлов, а также солей, которые выходят из электрохимического реактора 20 в виде небольших флокул после двух циклов

катализатора и одного цикла анализа. Эти циклы характеризуются реакциями, протекающими в электрохимическом реакторе 20 и в выходных баках 7 и 8 электрохимического реактора, внутри которых накапливаются флоккулы.

Из выходных баков 7 и 8 электрохимического реактора текущая вода направляется в третью фазу вертикальной тонкостенной отстойной колонны 9.

Из седиментационной колонны 9 осветленная вода проходит через резервуар 10 уровня регулятора в резервный резервуар 11. Из этого резервуара водяной клапан 12 позволяет пропускать вытекающую воду через механические сетчатые фильтры 13 к ионообменным фильтрам 16. Производительность на ионообменных фильтрах 16 определяется выходным клапаном 14 и отображается с помощью ротаметра 17.

В дополнение к предыдущему описанию электрохимического реактора 20, как показано на Рис. 2, здесь представлены дополнительные детали электрохимического реактора 6 (Рис. 8) со ссылкой на Рис. 9, схематическую диаграмму, иллюстрирующую примерный предпочтительный вариант электрохимического реактора 20. Для единообразия и ясности компоненты электрохимического реактора и ссылки, показанные на Рис.9, такие же, как и на Рис.2. Как показано на Рис.9, электрохимический реактор 20 включает две рабочие камеры 5 и 8, каждая со своими конкретными кассетами с двумя электродными ячейками и связанными с ними парой противоположно заряженных электродов, как ранее проиллюстрировано на рисунках 4, 5 и 6 и проиллюстрировано здесь, на Рис. 10, 11 и 12, изготовленные из одного или 20 разных материалов.

Для оптимизации режима работы электрохимического реактора 20 конструкция, представленная на Рис.9, специально разработана и реализована для оценки эффективности работы кассет и электролитических процессов в соответствии с электрическими параметрами, которые играют роль основная

часть в контролирует режим работы в межэлектродном промежутке и в крышках кассет. Примерные размеры электродов составляют 100 мм х 320 мм, а межэлектродный зазор между ними составляет 6 мм. Соответственно, площадь поперечного сечения, через которую протекает вода, составляет $100 \times 6 = 600$ мм².

Чтобы оценить характер течения, сделаем следующие наблюдения:

- а. Температура потока воды через зазор постоянна в направлении потока.
- б. Скорость выделения газа из жидкости незначительна.
- с. Внутренняя поверхность электрода имеет незначительный коэффициент шероховатости.
- д. В процессе эксплуатации вода не конденсируется.

Для определения характера течения жидкости применим

критерий числа Рейнольдса (Re), определяемый по формуле:

$Re = [\rho V D] / \eta$, (1) где ρ —плотность жидкости, V —скорость

потока, D —диаметр канала, а η —динамическая (= кинетическая) вязкость. Для конкретного случая здесь, когда поперечное сечение, через которое течет жидкость, представляет собой прямоугольный канал, одно плечо которого длиннее другого в 16,5 раз, текущая вода рассматривается как текущая жидкость через узкая трещина. В этом случае число Рейнольдса определяется по формуле:

$Re = [V L] / \eta$, (2) где L —характерный размер канала. В данном случае ширина зазора = 6,00 мм. Как показано на рис.13, для потока воды через кассету электродов:

$\rho = 1000$ кг / м³ и $\eta = 0,01 \times 10^{-6}$ Па·с.

Электрохимический реактор и система W2W работают при расходе чистой воды $Q =$ от 1,0 до 3,0 м³ / час. Зная, что площадь поперечного сечения S

составляет 0,100 х 0,006 м², и количество электродных кассет в электрохимическом реакторе, скорость потока V определяется по формуле:

$$V = Q / S \cdot 3600 \cdot 0,006 = 0,116 Q \text{ м}^3 / \text{сек} \quad (3)$$

Формулы (2) и (3) используются для учета значения числа Рейнольдса и скорости потока V при различных значениях

расход воды Q следующим образом:

Qм ³ /с	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Vм/с		0.116	0.174	0.232	0.290	0.348
Re		773	1160	1546	1933	2320

Если число Рейнольдса не превышает определенного критического значения, то поведение потока воды является ламинарным. Если число Рейнольдса превышает критическое значение, поведение потока становится турбулентным. Для гладких труб и невязких жидкостей критическое число Рейнольдса составляет около 2300. В других случаях, описанных в литературе, переходные условия возникают при критическом числе Рейнольдса около 1700. Следует отметить, что начальный градиент температуры на уровне электрода кассеты и выделение газа в процессе потока между электродами в электрохимическом реакторе значительно понижают критическое число Рейнольдса, влияя на возникновение турбулентного потока.

В случае, когда осуществляется значительный контроль расхода воды, следует подчеркнуть, что при выходе очищенной воды со скоростью по меньшей мере 2,0 нф / час поток через межэлектродный зазор может стать турбулентным. Для нормальных электрохимических реакций в условиях улучшенной диффузии ионов с помощью электрического поля,

Обычно ламинарный режим обтекания является скорее правилом, чем

исключением. Автоматическое управление с прямой связью и обратной связью системы W2W. Для описания автоматического управления с прямой связью и обратной связью системы W2W сделана ссылка на рис. 14 и 15. Автоматическое управление системой W2W позволяет обрабатывать нечистую воду без вмешательства при заданной производительности. Загрязненная вода, подвергающаяся обработке, проходит следующие стадии: предварительная фильтрация 40, электрохимическая обработка 31, осаждение 41 и 42, точечная фильтрация 43 и ионный обмен 44. Поток воды через все стадии очистки находится под постоянным автоматическим контролем, обеспечения полной и правильной работы всех частей гидродинамического цикла с единственной целью - обеспечения надлежащей производительности и исключения ситуаций «выхода из-под контроля» или «протечек».

Автоматическое управление системой W2W осуществляется программируемым электронным контроллером. Необходимо использовать запорную конфигурацию гидродинамической системы. Базовая версия системы работает следующим образом: обрабатываемая вода сначала поступает в буферный резервуар 30 системы, в котором определяется уровень воды. Первый буферный резервуар 30 необходим для регулирования потока воды из резервуара потребления и регулирования его до требуемого расхода через резервуар системы. Уровень воды определяется с помощью датчика 24 уровня, который устанавливает наличие любого из трех значимых уровней воды в резервуаре. Самый низкий уровень указывает на самый нижний допустимый уровень воды в баке и минимально допустимое количество.

Контроллер источника питания 1 (Рис. 15) принимает данные об уровне воды в качестве сигнала, указывающего, является ли первая буферная емкость 30 пустой и ее необходимо пополнить. Второй уровень находится между нижним и верхним уровнями. В этой области контроллер 1 выдает команду на выполнение одного из двух возможных процессов, либо пополнить первый

буферный резервуар 30, открыв клапан 26, или опорожнить первый буферный резервуар 30 через сливной клапан. Третий уровень указывает на верхний уровень воды в баке или выше него. Контроллер 1 интерпретирует этот случай, выдавая сигнал «бак полон», требующий закрытия наполнительного клапана.

Клапан 26 резервуара от первого буферного резервуара 3.0 является первым клапаном в базовой версии системы. Также имеется второй выпускной клапан 28 для второго буферного резервуара 27. Вода поступает во второй буферный резервуар 27 через электрохимический реактор 31 и отстойники 41 и 42. Электрохимический реактор 31 получает питание от источника питания и блока управления 29, но только когда вода попадает в электрохимический реактор 31. Минимально достаточный поток воды через электрохимический реактор 31, который будет приводить в действие источник энергии и блок 29 управления запускаемый датчиком потока 32. Датчик 32 потока установлен на входе в электрохимический реактор, где он определяет поступающую воду. Другими функциями датчика потока 32 являются дополнительное управление гидродинамической цепью, начиная с первого буферного резервуара 30 до точки, где установлен расходомер.

Контроль данных осуществляется следующим образом. Если выдается команда на открытие первого клапана 26, поток воды течет вниз через первый клапан 26, и если этот поток оказывается неправильным, то есть возникает проблема в верхней части гидродинамической цепи, и системе угрожает потенциально неупорядоченная или нестабильная ситуация, тогда второй буферный резервуар 27 служит для регулирования потока воды после осаждения 41 и 42, и регулирует этот поток после прохождения через различные фильтры 43 и ионообменные колонны 44.

Случайное переполнение второй буферной емкости 27 предотвращается несколькими мерами. Одним из них является

предварительная индикация потока воды, поступающего во вторую буферную емкость 27 и выходящего из нее. Это указание вызывает необходимость принятия специальных мер для регулирования потока воды. Контроль расхода воды осуществляется по показаниям расходомера 45. Предварительное показание воды расход имеет место, когда вода, поступающая во вторую буферную емкость 27, на 5-10% меньше, чем расход воды из второй буферной емкости 27. Вторая буферная емкость 27 снабжена датчиком уровня 25, который служит для контроля второго клапана 28 и управляет вторым клапаном в случае переполнения второй буферной емкости 27. Такое переполнение может произойти из-за ошибочного начального показания расхода воды в потоке регулятора или из-за неисправности, вызывающей поток воды из гидродинамической части во второй буферный резервуар 27. Следовательно, отсутствие контроля уровня воды во втором буферном резервуаре 27 по сравнению с контролем уровня воды в первом буферном резервуаре 30 может привести к переполнению, и, в свою очередь, к закрытию первого клапана 26. Отмена блокировки первого клапана 26 приводит, если уровень воды во втором буферном резервуаре 27 достигает среднего уровня, к контрольной индикации, аналогичной достижению высокого уровня в первый буферный резервуар 30. Таким образом, когда уровень воды во втором буферном резервуаре 27 достигает промежуточного значения, второй клапан 28 открывается. Когда уровень воды во втором буферном резервуаре 27 достигает низкого уровня, второй клапан 28 закрывается. Давление воды в ионообменных колоннах 44 ограничено 1 бар. Если давление превышает это значение, это может привести к повреждению компонентов системы. Манометр 45 установлен для регистрации давления в гидродинамической цепочке рядом с ионообменными колоннами 44.

Ввод мощности в электрохимический реактор

Протекающая нечистая вода обрабатывается в электрохимическом

реакторе (на Рис. 2, 3, 4, 8 и 9; 31 на Рис. 14). В зависимости от начальной концентрации ионов протекающая нечистая вода может иметь сильно различающуюся проводимость. Эффективное разложение загрязненной воды требует наилучшего использования входной электрической мощности, чтобы автоматически управляемый источник питания (29 на Рис. 14 и 15) электрохимического реактора мог работать с максимальной эффективностью. Поскольку проводимость проточной нечистой воды варьируется в широком диапазоне, это непростая задача, поскольку максимальная мощность, передаваемая источником питания на нагрузку, $W_{\max} = U_{\max} \times I_{\max}$, строго ограничено, где U_{\max} — максимальное напряжение источника питания, а I_{\max} — максимальный ток, который может подавать этот источник. Максимальное напряжение и ток могут быть получены одновременно только для строго определенной удельной проводимости загрязненной воды, $S_{\text{best}} = K_R I_{\max} / U_{\max}$, где K_R — коэффициент, определяемый соотношением $K_R = S_w R_r$, где S_w — удельная проводимость воды, нечистой воды, R_r — электрическое сопротивление электрохимического реактора при S_w , а K_R — величина, зависящая на выходе электрохимического реактора при заданной температуре и пропускной способности воды, протекающей через электрохимический реактор, то есть определяется конкретной структурной конфигурацией электрохимического реактора. Это означает, что должен быть обеспечен запас мощности, называемый здесь A_W . Соответственно, если S_w не равно S_{best} , то есть мощность, подаваемая источником питания, меньше

чем номинальная мощность W_n , при этом $W_n < W_{\max}$, то запас мощности $A_W = W_{\max} - W_n$.

Давайте определим A_W относительно W_{\max} , в случае, если S_w изменяется в 2 раза, то есть $K_g = S_{\max} / X_{\min} = 2$. Значение $K_s = 2$ является обычным на практике и не превышает до тех пор, пока остается та же самая загрязненная вода. обработанный. Это означает, что когда, например,

$I_{Lnst} = U_{max}$, ток может изменяться от t до I_{max} , где $I_{max} = K_s I_n$, и, соответственно, $A_W \rightarrow W_{max} \ll W_n U_{max} I_{max} \gg U_{max} I_{max} / K_s \sim U_{max} I_{max} (1 - 1 / K_s)$. Относительный запас p_{OWCf} будет тогда $K_w = A_W / W_{max} : K_W = A_W / W_{max} = U_{max} I_{max} (1 - 1 / K_s) / U_{max} A_{max} = 1 - 1 / K_s = 1 - 1/2 = 50\%$.

Это показывает, что для изменения проводимости, когда $K_g = S_{max} / S_{min} = 2$, требуемый запас мощности составляет 50%, что на самом деле немного превышает требуемую мощность. Поэтому рабочий источник питания снабжен плавным ограничителем тока (6 на рис. 15), чтобы поддерживать номинальную мощность в диапазоне от 10 до 1,5 кВт.

до 2кВт при изменении проводимости в 2 раза для каждого электрохимического реактора. Максимальная мощность, подаваемая каждым источником, составляет $W_{max} = 2$ кВт. Такой источник питания мощностью не ниже 1,5 кВт подает ток и напряжение, изменяющиеся в пределах $I_1 = 32$ А, $U_1 = 48$ В и $I_2 = 49$ А, $U_2 = 32$ В. Здесь $K_s = R_1 / R_2 = U_1 / I_1 / U_2 / I_2 = U_1 I_2 / U_2 I_1 = 48 \text{ В} \times 48 \text{ А} / 32 \text{ В} \times 32 \text{ А} = 2,25$. Ограничение тока применяется, когда ток достигает 42 А и напряжение достигает 48 В, при условии максимальной мощности $W_{max} = 2$ кВт, но превышение мощности не превышает $K_w < 25\%$, при этом K_s не менее 2, поскольку длительное уменьшение сопротивления нагрузки приводит к автоматическому падению напряжения, а затем к увеличению тока.

Еще одно требование к универсальному источнику питания, применимому к электрохимическому реактору системы W_2W должен выполнять следующее. Начальная проводимость нечистой воды, как указывалось выше, может изменяться в 2 раза, но только в том случае, если очищаемая загрязненная вода имеет определенный четко определенный ионный состав. Для других концентраций ионов дополнительный источник питания подключается последовательно, когда начальная проводимость

нечистой воды намного ниже, или источники питания имеют другие диапазоны тока и напряжения. На практике вполне удовлетворительно использовать источники питания, имеющие один из следующих диапазонов тока и напряжения:

(a) $W_{\max} = 42\text{A} \times 48\text{V}$, и (b) $W_{\max} = 24\text{A} \times 84\text{V}$.

Анализ показывает, что более целесообразно использовать источник энергии механизм отличающийся синхронизированной комбинацией двух источников питания, не позволяющий одному источнику питания подавать энергию в электрохимический реактор. Последовательное или параллельное подключение источников питания является практическим способом решения проблемы диапазона проводимости загрязненных источников воды, обрабатываемых в одном электрохимическом реакторе. Последовательное соединение источников питания позволяет удвоить напряжение источника, а параллельное соединение позволяет удвоить ток источника. Используя два источника питания, каждый из которых имеет максимальный ток и напряжение I_m и U_m , соответственно, можно получить из этой комбинации при последовательном соединении мощность $W_s = (2U_m) \times I_m$, или, для параллельного соединения $W_p = U_m \times (2I_m)$. Чтобы получить такой диапазон тока и напряжения от одного источника питания, этот источник должен обеспечивать мощность, $W = (2U_m) \times (2I_m)$, так что $W_u / W_p = W_{UWS} = 2$, то есть два —кратный запас мощности, что на практике означает удвоение стоимости и удвоение размеров объекта.

Синхронизированная работа источников энергии электрохимических реакторов последовательно или параллельно с электродными ячейками электрохимического реактора.

Алгоритм управления источниками питания основан на синхронной подаче мощности на электроды электрохимического реактора в диапазоне $W_{nto} W_{\max}$,

где W_n —номинальная мощность, W_{max} —максимальная мощность. Электроды в электродных ячейках электрохимического реактора соединены таким образом, что напряжение на электродах получается синхронно либо с помощью последовательного или параллельного соединения источников питания.

Последовательное соединение

Ссылка сделана на Рис. 16 и 17. При последовательном соединении источников питания (PS1 и PS2) регулируемое напряжение на электродах ячеек электрода электрохимического реактора действует на расположенные рядом электроды одинаковой полярности, в результате чего все положительные электроды электродных ячеек в электрохимическом реакторе соединены между собой, и все отрицательные электроды также связаны между собой для синхронной работы электродных ячеек в электрохимическом реакторе.

Параллельное соединение

См. Рис. 18 и 19. При параллельном соединении источников питания (PS1 и PS2) токи источников складываются. Однако, поскольку ПЛК (программируемый логический контроллер) допускает возможность псевдопараллельного подключения, позволяя полностью высвободить мощность для любого из электродов электродных ячеек в электрохимическом реакторе, это упрощает управление каждой электродной ячейкой в электрохимическом реакторе.

Псевдопараллельное соединение

Ссылка сделана на рис. 20. Каждый источник питания (PS1 и PS2) подается на назначенный электродный элемент в электрохимическом реакторе, при этом регулируемое напряжение на электродных элементах зависит от заданного напряжения, управляемого ПЛК, так что мощность для каждой электродной ячейки не может быть меньше W_n . На этом уровне мощности близость

напряжений на электродных элементах друг к другу определяется точностью управления ПЛК источниками питания.

Источники питания включаются и выключаются синхронно, как для последовательного, так и для параллельного подключения, а также для псевдопараллельного подключения. При включении источников питания их напряжения синхронно повышаются до необходимого значения менее чем за 0,5 секунды.

Интерфейс платы управления источником питания

См. Рис. 21. На рис. 21 интерфейс платы управления источником питания включает в себя следующие основные компоненты: ручной контроллер выходного напряжения 1, логику управления 2, широтно-импульсный модулятор 3, датчик тока. 4, усилитель напряжения 5, преобразователь напряжения в частоту 6, компаратор защиты по току 7, оптоизолятор 8.

Узел управления источником питания или интерфейс платы управления (также частично описанный выше и проиллюстрированный на Рис. 15) выполняет следующие функции:

- Дистанционное включение и выключение источника питания системы.
- Контроль и синхронизация выходного напряжения по данным.
- ограничение тока (6 на рис. 15).
- Тепловая защита.
- Защита от кратковременных колебаний сетевого напряжения.
- Подача сигнала готовности на входе PLC (Programmable Logic Controller).

—Предоставление импульсов с частотой, пропорциональной выходному напряжению на входе ПЛК.

—Обеспечение импульсов частоты, пропорциональной выходному току на входе ПЛК.

—Использование широтно-импульсной модуляции (ШИМ) (1 на рис. 15) для управления напряжением.

—Регулирование выходного напряжения источника питания.

—Гальваническая развязка всех внутренних команд управления от внутренней шины передачи данных.

1. Источник питания можно включать и выключать одним из следующих двух режимов:

а. обеспечение напряжения 24В на оптоизолятор.

б. замыкание нормально разомкнутого контакторного реле.

2. Выходное напряжение может регулироваться одним из следующих двух режимов:

а. с потенциометром.

б. подавая на оптоизолятор положительные импульсы 24В различной длительности.

3. Ограничение тока осуществляется подачей импульсов длительностью 500нсек на токоограничивающий вход ШИМ-контроллера. Это приводит к снижению импульсов на выход ШИМ, понижая напряжение источника питания и тем самым вызывая ограничение выходного тока источника питания.

4. Тепловая защита срабатывает, если температура радиатора достигает 60°C. Это вызывает отключение выходного напряжения источника питания.

5. Защита от кратковременных колебаний сетевого напряжения срабатывает при включении достигается предел тока нагрузки, что приводит к отключению выходного напряжения.

6. Наличие сигнала готовности на входе ПЛК указывает на то, что источник питания работает нормально.

7. Передача данных о выходном токе источника питания на вход ПЛК осуществляется преобразованием напряжения в частоту, при этом частота пропорционально току нагрузки. Эта частота варьируется в диапазоне от 0 до 10кГц, последнее значение соответствует максимальному току нагрузки.

8. Передача данных о выходном напряжении источника питания на вход ПЛК также осуществляется путем преобразования напряжения в частоту, при этом частота пропорциональна выходному напряжению источника питания. Эта частота меняется в диапазоне от 0 до 10 кГц, при этом частота 10 кГц соответствует максимальному выходному напряжению источника питания.

9. ПЛК может регулировать выходное напряжение источника питания, излучая импульсы с частотой 1 кГц и шириной от 0 до 100%, при этом 100% соответствует максимальному выходному напряжению источника питания.

10. Регулировка выходного напряжения источника питания осуществляется подачей выходного напряжения источника питания на вход контроллера ШИМ.

11. Все соединения с ПЛК имеют гальваническую развязку с помощью оптоизоляторов, которые изолируют напряжение до 1,5 кВ (среднеквадратичное значение) на выходе источника питания от шины управления передачей данных ПЛК.

Метод эксплуатации и управления электрохимическим реактором — синхронизация электрохимических и гидродинамических механизмов

Работа электрохимического реактора контролируется PLC (Programmable

Logic Controller). В ПЛК поступают данные о производительности электрохимического реактора, тока и напряжения. Производительность электрохимического реактора регистрируется расходомером. Если пропускная способность слишком высока, ПЛК выдает команду синхронизированным источникам питания. Электрохимический реактор подается только в том случае, если производительность не ниже заданного порога. Это позволяет избежать электрохимического перегрева реакторов при недостаточном протекании через них. Ток электрохимического реактора при последовательном соединении источников питания определяется выходным током источника питания: $I_{ps} = 2IR$, где I_{ps} — выходной ток источника питания, а IR — ток каждой из двух электродных ячеек.

Напряжение на электродных ячейках электрохимического реактора $V_R = V_{pS1} + V_{pS2}$, где V_{pS1} и V_{pS2} — напряжения первого и второго источников питания PS1 и PS2 соответственно. Таким образом, ПЛК получает данные о токе и напряжении источников питания и синхронизированной мощности, подаваемой на электродные ячейки электрохимического реактора. В случае параллельного подключения $I_{ps1} = I_{r1}$, $I_{ps2} = I_{r2}$, где I_{ps1} и I_{ps2} — токи источников питания, а I_{r1} и I_{r2} — токи электродной ячейки. $V_{pS1} = V_{r1}$, $V_{pS2} = V_{r2}$, где V_{pS1} и V_{pS2} — напряжения источников питания, а V_{r1} и V_{r2} — напряжения на электродных ячейках. ПЛК выравнивает напряжения на электродных ячейках и подает на них одинаковое заданное напряжение V , так что $V = V_{pS1} = V_{pS2} = V_{r1} = V_{r2}$. Таким образом, напряжения на электродных ячейках синхронизируются в случае параллельного соединения.

Часть 3 ~ Примерная «фактическая» практика и приложения, а также анализ полученных на их основе результатов.

Ниже приводится подробное описание нескольких примерных «реальных» практик и применений, а также анализ результатов, полученных на их основе, системы обработки / очистки / регенерации воды Mey Rechavam (W2W).

Оценка эффективности использования воды W2W

Система очистки / очистки / регенерации воды, содержащей определенное количество различных металлов

1. Состав загруженной воды чтобы проверить возможности системы W2W, специальное количество воды было приготовлено двумя одинаковыми порциями по 200 литров, которые подлежали параллельному тестированию. Каждая порция состояла только из водопроводной воды и водного раствора следующих металлов:

—200 мл раствора, содержащего Cu (140 000 частей на миллион).

—200 мл раствора, содержащего Ni (30 000 частей на миллион).

—200 мл раствора, содержащего Mn (30 000 частей на миллион).

—200 мл раствора, содержащего Zn (30 000 частей на миллион).

—200 мл раствора, содержащего Cr (1.000 частей на миллион).

в каждой из этих частей концентрации металлов были следующими:

-Cu: от 90 до 105 мг / л (ч / млн).

-Ni: 25 мг / л (м.д.).

—Mn: от 20 до 25 мг / л (частей на миллион).

-Zn: от 25 до 35 мг / л (частей на миллион).

-Cr: от 15 до 20 мг / л (частей на миллион).

2. Технические характеристики системы W2W (заводской № 3-0015)

Общая схема используемой системы W2W показана на Рис.22. Как показано на Рис.22, система W2W включает в себя следующие основные компоненты: входной бак X входной расходомер 2 воды, электрохимический реактор 3, включая две электродные ячейки, соединенные между собой. параллельно, отстойники 4 и промежуточный резервуар для хранения / перекачки 5 на выходе из реактора.

2.1 Электрохимический реактор 3 содержит 4 кассеты электродов (по 2 в каждой электродной ячейке). Аноды из алюминия, катоды из нержавеющей стали. Кассеты без мембраны.

2.2 Образцы для испытаний включали 3 порции по 80 литров каждая. Общий объем составил 240 литров. Воду в каждую порцию впускали и забирали отдельно, то есть параллельно. На входе каждую порцию пропускали через тканые фильтры с размером ячеек 50 микрон.

2.3 Зарезервированная часть: 200 литров воды было сохранено после осаждения 25 (католит), а также непосредственно из электродных ячеек (анолит). воду также фильтровали через сетку 50 микрон.

2.4 Источник питания. В системе W2W были установлены два синхронизированных источника питания, каждый из которых обеспечивает ток 50 А при 60 В.

3. Место отбора проб воды.

3.0 Отбор проб проточной воды проводился по системе W2W план отбора проб воды показан на рис. 23. Точки отбора проб, также называемые точками отбора проб, были выбраны таким образом, чтобы можно было получить оценку эффективности электрохимической реакции, а также процессов осаждения и фильтрации.

4. Измерительные приборы.

4.1. Содержание металлов в воде определяли фотометром ПФ-11.

набор наборов для анализа металлов фирмы Визокolor:

2 ^.

—Тестовый набор Cu для определения меди, 0,1–3,0 мг / л Cu.

—Набор для определения никеля, 0,2-10 мг / л Ni²⁺.

—Тестовый набор Mn для колориметрического определения марганца в диапазоне 0,1 —4,0 мг / л Mn.

—Zn испытательный набор для определения цинка 0,25–3 мг / л Zn.

—Cr испытательный набор для определения хрома от 0,1 до 2 мг / л CrO₄²⁻.

4.2. Электропроводность измеряли с помощью кондуктометра модели CD-4301.

4,3 pH измеряли с помощью pH-метра AD 10.

4.4 Энергия, рассеиваемая в кассетах, измерялась с помощью амперметра (Fc-8 Op) и вольтметра (Dixsen DE-80).

4.5. Расход воды в электродной ячейке электрохимического реактора измеряли с помощью расходомера George Fischer SR20.

5. Результаты испытаний

Результаты испытаний представлены в таблицах 1 и 2.

6. Анализ результатов тестирования.

На основании результатов испытаний, представленных в таблицах 1 и 2, анализируется работа электрохимического реактора (6.1) и типы отложений на фильтрах с размером ячеек 50 микрон, а также на таких фильтрах из анолита в резервном количестве перечислены

6.1 Работа электрохимического реактора

Эффективность очистки воды от металлов показана в Таблице 4. Для оценки

эффективности были рассчитаны средние значения по данным, полученным в двух испытаниях (Таблицы 1 и 2), согласно анализу воды поступающей и выходящей из них в электродные ячейки (отдельно для католита и анолита).

Таблица 4

Металл	Cu	Ni	Mn	Zn	Cr
Эффективность очистки на входе — анолит, %	80	96	80	61	42
Эффективность очистки на входе — католит, %	87	95	96	73	35

Эффективная работа электродных ячеек электрохимического реактора обусловлена низкой скоростью потока, 0,06 м / с, воды, протекающей через электродные кассеты, и значительно большим временем прохождения, 5сек, воды, протекающей между электродами. При такой скорости потока число Рейнольдса Re , ранее определенное уравнениями (1) и (2) и описанное выше, меньше 500, и, следовательно, текущая вода является ламинарной. Ламинарность способствует полному разрушению поступающей воды.

Химические реакции, происходящие в водных растворах рядом с электродами, можно рассматривать как окислительно-восстановительные реакции. Таким образом, электролиз состоит из реакции восстановления на катоде и окисления на аноде. Металлический анод может быть (а) не растворяющимся и действовать только как место переноса электронов во время электролиза, или (б) растворяющимся (активным), в результате чего он окисляется при электролизе. Редокс-активность электрического тока во многих случаях усиливает химические реакции окисления и восстановления. Изучение таблиц стандартных электродных потенциалов металлов показывает следующее:

а. Катионы металлов, например $\text{Cu} + 2$, $\text{Hg} + 2$, $\text{Ag} +$, $\text{Pt} + 2$, . . . , и $\text{Pt} + 4$, имеющий

Стандартный электродный потенциал больше, чем у водорода, во время электролиза полностью растворяются либо на аноде, либо на аноде, и осаждаются в металлической форме на катоде.

б. Катионы металлов, например Li^+ , Na^+ , K^+ . И Ni^{+2} , вплоть до $\text{Al} + 3$, со стандартным электродным потенциалом, меньшим, чем у водорода, во время электролиза остаются прикрепленными к аноду, не распределяясь между молекулами воды.

с. Катионы металлов, например Mn , Zn , Cr и Fe , имеющие стандартный электродный потенциал меньше, чем у водорода, и больше, чем у алюминия, во время электролиза осаждаются на катоде и диспергируются среди молекул воды.

Если общая концентрация катиона металла превышает 200 мг / л (200 частей на миллион), то концентрация ионов относительно высока. В результате этого возникает своего рода промежуточный вторичный эффект, при котором каждый ион в той или иной степени влияет на измерение с помощью спектрофотометра общей ионной концентрации

текущая вода. Что касается растворов с сильными ионами, на приведенные выше результаты анализа может в некоторой степени влиять присоединение ионов к другим металлам. Согласно результатам испытаний, полученным здесь, наблюдается общая тенденция к постоянному поведению, но количественные отношения могут варьироваться.

6.1 Эффективность седиментации (показанная фильтрами) подтверждается результатами анализа воды после прохождения через электрохимический реактор (католит) и на входе. Результаты представлены в Таблице 5А.

Таблица 5А

Металл		Cu	Ni	Mn	Zn	Cr
Эффективное разделение в катодитовой линии осадение%		64	30	50	86	72

Из результатов экспериментов следует, что гидродинамическая эффективность (скорость осаждения гидроксисоединений металлов) различается. Гидроксисоединения цинка, хрома и меди достаточно хорошо коагулируют и осаждаются, в отличие от никеля и марганца. Наличие гидроксисоединений никеля и марганца в загрязненной воде следовательно, может снизить эффективность работы электрохимического реактора, их осаждение может занять больше времени, потребуется переработать больший объем или производительность будет ниже.

6. 3. Эффективность улавливания ионов металлов и их гидроксисоединений на фильтре с размером ячеек 50 микрон на входе анолита показана в Таблице 5В.

Таблица 5В

Металл	Cu	Ni	Mn	Zn	Cr
Эффективность по линии анолита —резерв%	67	29	25	98	0

Результаты, показанные в Таблице 5В, показывают хорошую удерживающую способность относительно коагулированных отложений гидроксисоединений цинка и меди, умеренную способность удерживать

гидроксисоединения никеля и марганца и полную непригодность этого фильтра для удерживания частиц гидрокси-коагуляции хрома.

В целом, экспериментальное испытание способности очистки / очистки воды с использованием воды, содержащей различные комплексы металлов, показало эффективную работу системы W2W в отношении седиментационной способности, фильтрации и работы электрохимического реактора. Общая эффективность обработки / очистки воды представлена в Таблице 6, вместе со ссылкой на Рис.20.

Таблица 6

Металл	Cu	Ni	Mn	Zn	Cr
анолит, % удаляется осаждением	95	98	85	99	50
католит, % удален осадением	96	97	98	97	82.5

Как показывают приведенные выше результаты, система W2W очень эффективна для обработки / очистки воды, содержащей комплексы металлов. В случае хрома эффективность снижается на 50%, поскольку используемый сетчатый фильтр не эффективно задерживает продукты гидрокси-коагуляции хрома. Для всех других металлов эффективность составляет не менее 85% (несколько низкая для марганца) и около 95% для всех других металлов (меди, никеля и цинка).

Проверка эффективности работы электрохимического реактора W2W и системы Эффективность работы электрохимического реактора оценивалась на серийно производимой системе W2W в нормальных условиях на заводе Mei Rechavam. В качестве загруженной воды для испытания использовалась местная водопроводная вода, к которой был добавлен CuSO_4 в количестве, обеспечивающем концентрацию меди на входе в электрохимический реактор

примерно от 50 до 100 мг / л (ppm). Основными задачами этого теста были следующие:

1. Оценка влияния производительности электрохимического реактора на эффективность снижения концентрации ионов металлов.
2. Оценка влияния материала электродов на эффективность снижения концентрации ионов металлов.
3. Оценка влияния мембранных вставок в кассетах на эффективность снижения концентрации ионов металлов.

Кроме того, необходимо было оценить целесообразность использования двух синхронизированных источников питания, соединенных параллельно или последовательно. Пробы воды отбирались как на входе, так и на выходе из электрохимического реактора (как из линии анолита, так и из линии католита). Используемое измерительное оборудование уже было описано выше. Испытания проводились с двумя типами источников питания: 50А / 60В и 30А / 100В. Результаты испытаний представлены в таблицах 1. Анализ результатов испытаний показывает следующее:

1. Во всех случаях на аноде собирается меньше меди, чем на катоде (также после фильтрации). Это указывает на то, что медь в выходящей воде присутствовала в виде CuSO_4 . Обтекание электродов водой приводило к диссоциации CuSO_4 на ионы Cu^{2+} и SO_4^{2-} . Ионы меди дрейфовали (в отсутствие мембраны) на катод, где они либо образовывали гидроксисоединения, такие как $\text{Cu}(\text{OH})_2$, который нерастворим и выпадает в осадок, оседая в отстойниках и на фильтрах, либо оседает в виде чистой меди на поверхности катода. Из-за дрейфа ионов Cu^{2+} от анода к катоду анолит содержал меньше ионов меди и гидроксисоединений.
2. Когда ток увеличивался, увеличиваясь на электродах с 55 А до 96 А, эффективность снижения концентрации также увеличивалась.

Например, для анода и катода, используемых для тестирования, каждый из 10 материалов, например твердого алюминия, составлял 44,6% в анолите и 25% в католите 25%.

3. Эффективность снижения концентрации также зависит от материала электрода. В соответствии с полученной эффективностью желаемые электроды классифицируются в следующем порядке: Al —Al (алюминий), Ti —Ti (титан) и SS —SS (нержавеющая сталь). Очевидно, что наибольшее влияние оказывает анодный материал.

Интересно провести сравнение и проанализировать экспериментальные результаты. Средняя эффективность снижения концентрации меди, как в анолите, так и в католите, была получена без наличия мембраны в каждой электродной кассете, что составляет 56% и 20% соответственно. С мембраной результаты составили 29% и 9% соответственно. Для работы электрохимического реактора, имеющего кассету электродов с мембраной, потребление или потребление энергии оценивается по входящей мощности как по меньшей мере в два раза больше, чем при использовании кассеты электродов без мембраны. Таким образом, результаты окончательно показывают более высокую эффективность снижения концентрации ионов Cu и более низкую потребность или потребление энергии для работы конфигурации электрохимического реактора с электродной кассетой без мембраны по сравнению с работой альтернативной конфигурации электрохимического реактора с электродной кассетой. с мембраной.

Во всех рассмотренных выше случаях использовались два синхронизированных источника питания, включенных параллельно или последовательно. Использование двух синхронизированных источников питания может привести к результатам, эквивалентным результатам, получаемым с одним источником питания, но с двумя источниками питания требуемая мощность уменьшается вдвое. Таким образом, например, использование тока 96 А, подаваемого на четыре электродные кассеты, что более

эффективно для снижения концентрации меди, требует напряжения 26 В в случае двух синхронизированных источников питания, соединенных параллельно.

Подводимая мощность составила 2,496 кВт. Эффективность снижения концентрации Си в анолите составила 94%, в католите —35%. На каждый из двух источников питания 5 (PS1 и PS2, рис. 16-19) подавалось 48А и 26V. Если один источник воды будет использоваться для получения того же тока, то есть с той же проводимостью воды, то для получения тока 96 А потребуется увеличить напряжение с 26 В до 52 В, тем самым умножив выходную мощность источника в 2 раза. , чтобы достичь мощности 4,99 кВт.

На основании работы системы W2W, а также приведенных выше результатов и анализа сделан следующий вывод: для получения наиболее эффективного тока через электродные кассеты, в нашем случае 96А, наиболее целесообразно использовать два синхронизированных источника питания. Это снижает требуемую выходную мощность в 2 раза для такой же эффективности работы электродных ячеек в электрохимическом реакторе.

Использование системы очистки / очистки / регенерации воды W2W для снижения жесткости воды

Проблема снижения жесткости воды, подаваемой в паровые котлы и т.п., имеет большое значение для коммерческих приложений. На предприятии Meu Rechavam Ltd. было проведено испытание для изучения возможности и эффективности использования системы W2W без дополнительных смолистых ионообменных колонок для снижения жесткости воды. Эксперименты проводились с использованием системы W2W, схематически показанной на рис. 24, имеющей различные седиментационные емкости, например 360 и 420 литров, поставляемые из предварительного резервуара². Как было сказано, в этом тестовом случае 25 колонки не были заряжены ионообменной смолой. В качестве

сырой воды использовалась обычная водопроводная вода из южного города Сдерот, Израиль. Пара противоположно заряженных электродов была изготовлена из двух различных типов материала: нержавеющей стали (SS) и алюминия (Al) соответственно. Вода была протестирована с использованием следующих средств:

1. Общая твердость —тестовый набор для определения общей твердости, модель H70F, производства Visocolor.
2. Электропроводность воды —с помощью кондуктометра CD-4301.
3. pH —с помощью pH-метра АД-100.
4. Расход воды в системе W2W —с помощью расходомера Georg Fischer SK2.

Нагрузку на электродные кассеты измеряли амперметром ФС-80 и вольтметром Dixsen DE-80, установленными на электронных стойках. Электроэнергия подавалась двумя синхронизированными источниками питания, включенными параллельно, на 50 А и 60 В.

Отбор проб проточной воды в различных точках отбора был выполнен в соответствии с планом отбора проб воды системы W2W, показанным на рис. 25. Результаты испытаний, полученные с использованием системы W2W, представлены в таблицах 1 и 2. Анализ результатов, перечисленных в таблицах 1 и 2, показывает следующее:

1. Для всех режимов испытаний общая жесткость воды на выходе из системы составляла от 13 до 14 ° d (степени жесткости по немецкой шкале).
2. Результаты испытаний позволяют сделать вывод о том, что на конечный результат существенно не влияет расход воды (1000, 2000 или 3000 литров / мин), а также тип материала электрода, Al или SS, ни емкость, 360 и 420 литров отстойника.

Физико-химические исследования полученных результатов показывают высокую эффективность работы электрохимического реактора и отстойника. Фактически, испытание подаваемой воды кипячением и фильтрацией показало, что общая жесткость воды составляла от 20 до 12,5 до 13 ° d (степени жесткости по немецкой шкале). Теоретически известно, что общая жесткость складывается из постоянной жесткости плюс жесткость, зависящая от времени, и что в кипяченой и фильтрованной воде остается только постоянная жесткость. Следовательно, обработка воды с использованием системы W2W должна снизить зависящую от времени жесткость.

Жесткость выходящей воды имела очень приемлемое значение от 0,5 до 1,5 ° d. Известно, что зависящая от времени твердость является составной частью общей твердости и представляет собой главный фактор риска в технологии. Это связано с тем, что зависящая от времени жесткость связана с присутствием в воде карбонатов калия и магния (CaCO_3 и MgCO_3). При нагревании воды эти карбонаты оседают на внутренних поверхностях нагревательных сосудов, вызывая быстрое ухудшение условий теплообмена, а следовательно, и исправности теплообменных установок и оборудования.

На основании полученных результатов можно утверждать, что карбонаты кальция и магния, CaCO_3 и MgCO_3 , эффективно диссоциируют в электродных ячейках электрохимического реактора на соответствующие ионы Ca^{2+} , Mg^{2+} и CO_3^{2-} . Принимая во внимание присутствие в воде, протекающей между электродами, основного иона $(\text{OH})^-$ и кислотного иона H^+ , ожидается, что эти ионы будут связываться с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} с образованием соответствующих нерастворимых гидроксидов кальция и магния. соли $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$ соответственно. Эти гидроксидные соли действительно были отложены в отстойнике и в сборном резервуаре системы W2W. Таким образом, использование системы W2W без ионообменной смолы, по-видимому, обеспечивает высокоэффективное средство снижения зависящей от времени жесткости подаваемой воды.

Часть 4. Подробное описание того, как управление мощностью согласно настоящему изобретению синхронизирует источник питания с электрохимическим реактором W2W.

Общая, общая фундаментальная «патентоспособная» концепция и принцип настоящего изобретения заключается в том, что электрохимический реактор (электродные элементы и электроды в нем и их корпус) вместе с его механизмом подачи энергии (соединенные блоки питания и программируемый логический контроллер) являются предназначен для обработки проточной воды в соответствии со стабильной и интегрированной синхронизированной работой электрохимического, электрокоагуляционного и гидродинамического механизмов.

Основной общей целью стабильной и интегрированной синхронизированной работы является максимальное использование и, следовательно, повышение эффективности энергии, генерируемой механизмом подачи энергии и подаваемой в электрохимический реактор, в частности, в электродные элементы и электроды в нем, для обработки текущая вода.

Синхронизированная работа электрохимического реактора (ECR) и механизма источника энергии (ESM)

Электрохимический реактор (ЭХР), функционирующий как физическое место для обработки проточной воды, включает в себя по меньшей мере две, предпочтительно несколько, идентично структурированных и исправных электродных ячеек, при этом каждая электродная ячейка включает в себя два электрода —катод и анод. Механизм источника энергии (ESM), функционирующий как источник энергии для работы электрохимического реактора (ECR) системы водоподготовки, включает в себя по крайней мере два, предпочтительно несколько, идентично работающих блоков питания (PSU) и программируемый логический контроллер (ПЛК). Блоки питания (PSU) соответствующим образом соединены друг с другом, с программируемым

логическим контроллером (PLC) и с электрохимическим реактором (ECR) в соответствии с различными альтернативными конфигурациями, так что имеется полная синхронизация выходных параметров (напряжения, ток), генерируемый блоками питания (БП) и подаваемый в электрохимический реактор (ЭХР).

Во время внедрения системы очистки воды, электрохимический, электрокоагуляционный и гидродинамический механизмы, происходящие внутри электрохимического реактора (ЭХР), и механизм источника энергии (ЭСМ), генерирующий энергию, которая подается в электрохимический реактор (ЭХР), работают синхронно. Синхронизированная работа происходит во временной области, от одного цикла очистки воды до следующего цикла очистки воды, в течение периода работы, продолжающегося в течение заданного количества времени или количества циклов очистки воды, где цикл очистки воды соответствует одному циклу обработки или обработки одного объема электрохимического реактора поступающей проточной воды электрохимическим реактором (ЭХР).

Во время синхронизированной работы механизма подачи энергии (ESM) одиночный блок питания (PSU) обозначается как «главный» блок питания, в данном документе, именуемый (m-PSU), работает и синхронизируется с другим «блоком питания» подчиненный блок или блоки питания, далее именуемые (s-PSU или s-PSU, соответственно). Этот тип синхронизированной работы блоков питания (PSU) ведущий-ведомый автоматически управляется программируемым логическим контроллером (PLC), отправляющим сигналы обратной связи на ведущий блок питания (m-PSU). Сигналы обратной связи основаны на данных и информации, которые непрерывно (обычно примерно каждые 0,1 секунды) отправляются в программируемый логический контроллер (ПЛК) множеством стратегически расположенных датчиков, определяющих различные электрохимические, гидродинамические и электрические параметры вода, протекающая через электрохимический реактор (ECR), и энергия (напряжение,

ток), генерируемая блоками питания (PSU) и подаваемая в электрохимический реактор (ECR).

В процессе обработки проточной воды, в частности, как часть автоматической производственной линии или более комплексного производственного процесса, синхронизированная работа электрохимического реактора (ECR) и механизма источника энергии (ESM) осуществляется в соответствии с «установившимся режимом». Режим синхронизации, или в соответствии с «нестационарным» или «переходным» режимом синхронизации. В «установившемся» режиме синхронизации рабочий диапазон значений выходных параметров (напряжения, тока) соединенных между собой блоков питания (БП) остается постоянным, как правило, с точностью около $(+/-) 1\%$, от одного цикла очистки воды к другому циклу очистки воды, в течение установившегося периода работы, длящегося заданное количество времени или количество циклов очистки воды, в течение которых главный блок питания (m-PSU) работает и синхронизируется с другой «подчиненный» блок или блоки питания постоянно или устойчиво.

В «нестационарном» или «переходном» режиме синхронизации рабочий диапазон значений выходных параметров (напряжение, ток) соединенных между собой блоков питания (БП) изменяется, как правило, примерно на $(+/-) 7-10\%$ от установившегося диапазона, в течение переходного периода работы, длящегося в течение относительно короткого промежутка времени, обычно порядка менее одной секунды, в течение которого главный блок питания (m-PSU) работает и синхронизируется с другим «подчиненным» блоком или блоками питания в нестабильном состоянии или в переходном режиме, пока не произойдет быстрый возврат в установившийся режим синхронизации.

Обычно, например, по крайней мере, около 90% от общего времени работы, электрохимический реактор (ECR) и механизм источника энергии (ESM) работают в установившемся режиме, а не в нестационарном или переходном режиме. синхронизация. В различные мгновенные моменты времени в течение

оставшейся части общего времени работы, контролируемой или неконтролируемой, возникают ситуации или случаи, когда происходит самопроизвольный или мгновенный переход из установившегося режима в нестационарный или переходный режим синхронизированной работы. . Примером этого явления является ситуация, когда вода, поступающая в электрохимический реактор (ЭХР), внезапно перестает течь на относительно короткий, но конечный период времени. Дополнительными примерами этого явления являются ситуации, когда один или несколько параметров (проводимость, линейная скорость, объемный расход, химические концентрации, температура и их градиенты) воды, протекающей и обрабатываемой внутри электрохимического реактора (ЭХР), внезапно «резко увеличиваются» в форма увеличения или уменьшения. Соответственно, электрохимический реактор (ECR) и механизм источника энергии (ESM) спроектированы и эксплуатируются с целью быстрой адаптации как к постоянным, так и к изменяемым рабочим условиям, посредством чего спонтанный или мгновенный переход из стационарного режима в нестационарный или переходный режим и возврат к установившемуся режиму синхронной работы происходит менее чем за 1 секунду.

Установившийся режим синхронной работы блоков питания.

(PSU) механизма энергоснабжения (ESM), а также электрохимического реактора (ECR), основаны на динамической симметрии структуры, функции и работы электрохимического реактора (ECR). Ниже приведены основные параметры, определяющие свойства, характеристики и поведение этой динамической симметрии:

Структурная и функциональная эквивалентность, однородность и симметрия всех компонентов и элементов электрохимического реактора (ЭХР), в частности, электродных ячеек и электродов в нем, а также каналов потока воды внутри и снаружи электродных ячеек. В частности, при заданной конфигурации и структуре электрохимического реактора (ЭХР) каждая электродная ячейка

имеет идентичную структуру и конфигурацию. Более конкретно, что касается электродов, таких, что (i) геометрическая форма или форма и размеры, (ii) материал или материалы конструкции и (iii) физико-химические свойства, характеристики и поведение анода первого анода —пара катодных электродов настолько идентична, насколько это практически возможно, парам анодов каждой другой пары анод-катод в одной и той же электродной ячейке для всех без исключения электродных ячеек в одном электрохимическом реакторе (ЭХР). То же самое относится к катоду каждой пары анод-катод в одном и том же электрохимическом реакторе (ЭХР). Следует отметить, что приведенные выше характеристики (i), (ii) и (iii) данного катода могут, но не обязательно, быть идентичными характеристикам анода пары анод-катод. Для типичного осуществления настоящего изобретения вышеупомянутые характеристики (i), (ii) и (iii) данного катода отличаются от характеристик анода пары анод-катод.

—Эквивалентная, равномерная и симметричная, статическая и динамическая работа всех компонентов и элементов электрохимического реактора (ЭХР), в частности, электродных ячеек и электродов в нем, а также каналов потока воды внутри и снаружи электродных ячеек.

—Эквивалентное, равномерное и симметричное действие электрохимических, электрокоагуляционных и гидродинамических механизмов, имеющих место в электрохимическом реакторе (ЭХР). В частности, в отношении электрических зарядов на поверхностях электродов и вдоль них, а также в отношении параметров (проводимости, линейной скорости, объемного расхода, химических концентраций, температуры и их градиентов) текущей воды и компонентов в ней во всей воде. проточные каналы внутри и снаружи электродных ячеек, внутри электрохимического реактора (ЭЦР).

-Эквивалентная, равномерная и симметричная калибровка всех компонентов и элементов электрохимического реактора (ЭХР), в частности, электродных ячеек и электродов в нем, а также каналов потока воды внутри и снаружи электродных ячеек.

—набор параметров динамической симметрии, относящихся к различным возможным нестационарным или переходным режимам работы электрохимических, электрокоагуляционных и гидродинамических механизмов, происходящих внутри электрохимического реактора (ЭХР), то есть таких состояний, которые не имеют заранее определенного или известного требования к энергии, а степень которого определяется переменным диапазоном значений параметров (проводимость, линейная скорость, объемный расход, химические концентрации, температура и их градиенты) вода проходит через электрохимический реактор (ЭХР) и обрабатывается внутри него.

Гидродинамическая синхронизация 10

Рис. 2 'и 3' представляют собой небольшие модификации Рис. 2 и 3 соответственно.

Во время работы электрохимического реактора (ЭХР) установка и поддержание гидродинамической синхронизации служат для достижения следующего:

1. Равномерность и постоянное управление каждым из различных входных и выходных потоков воды через электрохимический реактор (ЭХР) во время каждого цикла очистки воды.

2. Равномерность и постоянный контроль минимального уровня потребления энергии электрохимическим реактором (ECR) различных входных и выходных потоков воды через электрохимический реактор (ECR) во время каждого цикла очистки воды.

3. Равномерность и установившийся контроль максимального уровня энергии.

потребление электрохимическим реактором (ECR) различных входных и выходных потоков воды через электрохимический реактор (ECR) во время каждого цикла очистки воды.

Сразу после этого перечислены основные характеристики, особенности, условия и рабочие параметры гидродинамической синхронизации воды, протекающей и очищаемой внутри электрохимического реактора (ЭХР).

—несколько параллельных непрерывно вертикально восходящих потоков водного раствора, одинаковых по всем геометрическим параметрам и размерам.

—Каждый поток направлен вертикально и ограничен функционально активными поверхностями электродов. Предпочтительно электроды имеют прямоугольную, относительно плоскую и параллельную друг другу конфигурацию, но также могут быть выполнены цилиндрическими и соосными друг с другом.

—Два электрода в любой электродной ячейке полностью идентичны по всем геометрическим параметрам и размерам, а их функционально активные поверхности подобны зеркальным отражениям друг друга.

—электроды проницаемы для потока водного раствора на входе и выходе из межэлектродного пространства.

—характер взаимодействия различных входных и выходных потоков воды с функционально активными поверхностями электродов, включая местное гидравлическое сопротивление, идентичен для всех гомологических точек во всех потоках.

—В каждой электродной ячейке два потока водного раствора, разделенные подвижным межграничным слоем (IB_1 и IB_2), проходят в пространстве между двумя электродами, как показано на рис. 26.

—Толщина подвижного межграничного слоя (IB_1 и IB_2) зависит от физико-химических свойств, характеристик и поведения текущей воды. В частности, вязкость; температура; уровень кислотности или щелочности; присутствие неорганических, органических и / или биологических, химических веществ и / или химических комплексов (таких как комплексы металлов);

наличие хромовых видов металлоорганических соединений (которые обычно особенно трудно поддаются лечению); твердость; и электропроводность. Толщина также зависит от физико-химических свойств, характеристик, поведения и качества, а также геометрии функционально активной поверхности электродов.

Прочие (гидродинамические) условия и параметры проточной воды и

Физическая основа этих параметров приводится ниже.

1. Линейная скорость V вертикально восходящей воды, текущей между межэлектродным пространством, в мм / с:

$$V_1 = V_2 = [F, \text{объемный расход (мл / сек)}] / [AS_j (\text{мм}^2)], \text{ где } AS;$$

—площадь поперечного сечения межэлектродного пространства, как показано на рис. 26.

2. Продолжительность t цикла очистки воды в секундах:

$t = L_1 / V_1 = L_2 / V_2$, где L —длина функционально активной поверхности данного электрода, как показано на рис.26.

3. Разница в высоте АН между подающим или входным каналами и проницаемой зоной электродов в зоне выхода (разряда):

$H - \Delta H = h$ и $H + \Delta H = H$, как показано на Рис. 2 'и 3'.

4. Степень заполнения объема всех каналов от входа до выхода межэлектродного пространства. Основан на использовании внутреннего давления, обозначенного P . Для чисто гидродинамической синхронизации в одном электрохимическом реакторе (ЭХР), в котором реактор включает две (2) пары электродов и четыре (4) параллельных потока воды. Тогда в любой момент времени и в любой гомологической точке соблюдаются следующие условия (рис. 26):

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 \text{ (для всех четырех потоков в любой точке потока),}$$

$t_1 = t_2 = t_3 = t_4$ (для всех четырех потоков в любой точке потока от точки входа в межэлектродное пространство),

$AH_1 = AH_2 = AH_3 = AH_4$ (для всех четырех потоков) и

$P_1 = P_2 = P_3 = P_4$ (для любой идентичной точки в объеме любого из четырех потоков).

5. Все потоки гидродинамически синхронизированы. Гидродинамическая синхронизация достигается за счет соответствующей конструкции корпуса или корпуса электрохимического реактора (ЭХР). Как показано на Рис. 2 'и 3' лабиринт в форме меноры автоматически разделяет входящий поток со скоростью F на два равных идентичных потока со скоростями F_1 и F_2 , которые далее разделяются с помощью каналов А, В, С и D, (Рис. 2 ') на четыре идентичных потока со скоростями F_{1_i} , F_{1_2} , F_{2_i} и F_{2_2}

Электрогидродинамическая синхронизация.

Сразу после этого перечислены основные характеристики, особенности, условия и рабочие параметры электрогидродинамической синхронизации воды, протекающей и обрабатываемой внутри электрохимического реактора (ЭХР).

—Каждая электродная ячейка имеет одинаковую структуру и конфигурацию. Более конкретно, что касается электродов, таких, что (i) геометрическая форма или форма и размеры, (ii) материал или материалы конструкции и (iii) физико-химические свойства, характеристики и поведение анода первого анода —пара катодных электродов настолько идентична, насколько это практически возможно, парам анодов каждой другой пары анод-катод в одной и той же электродной ячейке для всех без исключения электродных ячеек в одном электрохимическом реакторе (ЭХР). То же самое относится к катоду каждой пары анод-катод в одном электрохимическом реакторе (ЭХР). Вышеуказанные характеристики 30 (i), (ii) и (iii) данного катода могут, но не обязательно, быть идентичными характеристикам анода пары анод-катод. Для типичного осуществления настоящего изобретения вышеупомянутые

характеристики (i), (ii) и (iii) данного катода отличаются от характеристик анода пары анод-катод. Соответственно:

—Все похожие электроды изготовлены из одного и того же материала (ов).

—Все одинаковые электроды имеют одинаковую площадь поперечного сечения.

—Идентичное расстояние между парами противоположных электродов в одном электрохимическом реакторе (ЭХР), подключенных к блокам питания (БП) механизма подачи энергии (ЭСМ).

-У всех электродов одинаковое расстояние между входом и выходом.

—Длина проводников, образующих электрические соединения или контакты между блоками питания (БП) и электродами, одинакова для всех электродов или пар электродов.

—Все одинаковые электроды имеют одинаковую площадь поперечного сечения и удельное сопротивление.

—Одинаковый характер электрических соединений или контактов для всех подобных электродов.

При соблюдении всех перечисленных выше характеристик, характеристик, условий и рабочих параметров и при условии, что мгновенная электрическая проводимость всех четырех потоков воды идентична, электрохимический реактор (ECR) и механизм энергоснабжения (ESM) работают. по встроенной электрогидродинамической синхронизации.

Пример

Текущий водный раствор, содержащий ~ 57,6 мг / л Cu и Cu в составе CuSQ *, имеющий pH = 6,5.

1 электрохимический реактор (ЭХР) с двумя кассетами, в каждой кассете по два электрода с анодом из алюминия (Al) толщиной 2 мм и катодом из

нержавеющей стали толщиной 2 мм; расстояние между электродами составляет 6 мм, а функционально активная площадь поверхности = 3 днТ .

Необходимая норма расхода: 750 л / час.

На один электрод: 187,5 л / час.

Для одного электрода в 1 сек = 0,052 л / час.

Для одного электрода площадь поперечного сечения $AS_1 = AS_2$ (рис. 26) =

3 мм (половина межэлектродного расстояния) x 100 мм (ширина каждого электрода) = 300 мм².

Линейная скорость вертикально восходящей текущей воды: $V = 52000 \text{ мм}^3$ / сек 300 мм² = 173,3 мм / сек.

Продолжительность цикла водоподготовки: $t = 300 : 173 = 1,73 \text{ сек}$.

Эти параметры синхронизированы для всех четырех электродов и всех четырех потоков (рис. 26).

Электропроводность вводимого водного раствора: 1600 усл.

Жесткость входящего водного раствора ~ 200 мг / л.

Как показано на рис. 26, электроды и два блока питания (m-PSU и s-PSU) подключены параллельно. Параметры главного блока питания (m-PSU) установлены на 60 В и 50 А (макс.). Производительность насоса 3 м³ / час. Насос включен, и расход воды установлен на 0,75 м³ / час. Датчик потока (32) настроен на нижний предел 500 л / час. Параметры напряжения и тока ведущего блока питания (m-PSU) устанавливаются в соответствии с автоматической обратной связью на значения 46 В и 41 А соответственно. Программируемый логический контроллер (ПЛК) синхронизирует эти параметры главного блока питания с подчиненным блоком питания (s-PSU). При параллельном подключении главного и подчиненного блоков питания (m-PSU и s-PSU) на один электрод подается $15 \cdot 41 \cdot 2 = 82 \text{ А}$; $4 = 20,5 \text{ А}$, при плотности тока 20,5 А на 3 дм² = 6,83

А / дм². Плотность тока на аноде 683 А / м². Диапазон изменения тока ~ 39 —42 А.

Программируемый логический контроллер (ПЛК) синхронизирует ведущий и ведомый блоки питания (m-PSU и s-PSU) с этими параметрами в течение 0,1 секунды, так что разница в токе между ведущим и ведомым блоками питания не превышает 0,1 А.

Мощность очистки воды

Общая мощность: 82 А x 46 В = 3772 Вт

Мощность на электрод: 943 Вт при комнатной температуре

Мощность на дм площади поверхности электрода: 314,3 Вт.

Емкость всех четырех электродов синхронизирована с диапазоном изменения + 7,1% от установившихся значений.

Результат: Ввод: 57,5 мг / 1 Cu. Выход: катод —0,23 мг / 1 Cu.

Синхронизированная работа предотвращает вторичные электрохимические процессы во время протекания водного раствора в межэлектродном пространстве.

Для вторичных электрохимических процессов характерно интенсивное образование газа (ов). Синхронизированная работа электрохимического реактора (ЭХР) и механизма подачи энергии (ЭСМ) также стабилизирует динамику элементарных электрохимических реакций, тем самым предотвращая нарушение симметрии молекул в проточном водном растворе, например процесс асимметричной диссоциации типа: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH} + \text{V}_2\text{H}_2$ (г).

Гидравлика корпуса (корпуса) электрохимического реактора (ЭХР)

Сразу после этого перечислены основные характеристики, особенности, условия и рабочих параметров гидравлики корпуса (корпуса) электрохимического реактора (ЭХР) со ссылкой на рис. 26, 2 'и 3'.

—Две эквивалентные симметрично идентичные канальные системы вертикальных входных (питающих) и выходных (нагнетательных) каналов.

—В точках, где сходятся входы каналов подачи и выходы каналов разгрузки, особенно это видно на Рис. 2 'и 3' —вертикальная «призматическая» камера геометрической очистки воды. Эта камера водоподготовки гидравлически связана с подающими каналами в ее нижней части и с выпускными каналами в верхней части.

—Все каналы подачи имеют одинаковую площадь поперечного сечения в гомологических точках.

—Все разрядные каналы имеют одинаковую площадь поперечного сечения в гомологических точках.

—В каждой системе каналов подающие каналы расположены с одной стороны вертикальной камеры водоподготовки, каналы примыкают друг к другу и имеют общую перегородку с отверстиями в нижней и верхней частях, сообщающимися с каналами. В нижней части корпуса электрохимического реактора две системы каналов разделены вдоль оси симметрии стенкой, так что стенка имеет стабилизирующее и выравнивающее отверстие, которое соединяет системы каналов, а диаметр отверстия значительно меньше, чем сечение питающих каналов.

Подробное описание электрогидродинамической синхронизации

Во время нормальной работы каждый из рабочих параметров (напряжение, ток и мощность), генерируемых механизмом энергоснабжения (ESM) и подаваемых в электрохимический реактор (ECR), изменяется как прямое следствие обработки воды посредством электрохимических реакций разместить внутри рабочих камер электрохимического реактора (ЭХР). Общей целью синхронизированной работы ESM — ECR является обеспечение и поддержание стабильно высокого качества очищенной воды на выходе из электрохимического реактора (ECR). Это достигается за счет точного управления и регулирования синхронизированным образом электрических рабочих параметров напряжения, тока и мощности, а также их изменений, генерируемых механизмом энергоснабжения (ESM) и подаваемых в электрохимический реактор (ECR) во время цикл очистки воды.

Рис. 27-30 представляют собой схематические диаграммы, каждая из которых иллюстрирует различные примерные предпочтительные варианты конфигурации (параллельной или последовательной) электрических соединений блоков питания (PSUs: master power supply unit (m-PSU) и slave power блок питания (БП)) механизма энергоснабжения (ЭСМ), относительно другого примерный конкретный предпочтительный вариант конфигурации (параллельная или 10 последовательная) электрическое соединение двух электродов в каждом электродном картридже или ячейке (C1) и (C2), расположенный в соответствующей рабочей камере 8 и 5, соответственно, электрохимический реактор (ЭХР), необходимый для синхронной работы.

На каждой из Рис. 27 —30 термины «FVF», «SVF», «FCF» и «SCF» относятся к быстрой обратной связи по напряжению, медленной обратной связи по напряжению, быстрой обратной связи по току и медленной обратной связи по току соответственно. Каждый из этих терминов надлежащим образом описан ниже при дальнейшем описании структуры (электрической конфигурации), функции и синхронизированной работы механизма подачи энергии (ESM). Кроме того, на каждой из Рис. 27-30 буква «w» со стрелкой указывает направление воды, протекающей через межэлектродное пространство в каждой рабочей камере 8 и 5 или через межэлектродное пространство ячейки электрохимического реактора (ЭЦР). .

Рис. 31 и 32 являются схематическими диаграммами, иллюстрирующими примерный предпочтительный вариант осуществления датчика напряжения (VS), в дальнейшем называемого датчиком / стабилизатором напряжения (VS), и датчика тока (CS), в дальнейшем называемого датчиком тока. / стабилизатор (CS), соответственно, и «функциональное» отношение каждого из них к программируемому логическому контроллеру (PLC) механизма энергоснабжения (ESM) на Рис. 27-30.

На каждом из Рис. 27-30 представляют собой уравнения, связывающие напряжение V (vs), измеренное датчиком / стабилизатором напряжения (VS), с напряжениями, V (ps1), V (ps2), V (cl),

и V (c2) блоков питания (PSU: главный блок питания (m-PSU или ps1) и подчиненный блок питания (s-PSU или ps2), соответственно) механизма подачи энергии (ESM), и электродных ячеек ((C1) и (C2) соответственно) электрохимического реактора (ЭЦР) соответственно во время синхронизированной работы. Также на каждом из Рис. 27-30 представляют собой уравнения, связывающие ток I (cs), измеренный датчиком / стабилизатором тока (CS), с током I (ps1), I (ps2), I (cl) и I (c2), блоков питания (PSU: главный блок питания (m-PSU или ps1) и подчиненный блок питания (s-PSU или ps2), соответственно) механизма подачи энергии (ESM), а также электродных ячеек

((C1) и (C2) соответственно) электрохимического реактора (ЭЦР), соответственно, во время синхронизированной работы.

Механизм подачи энергии (ESM) через программируемый логический контроллер (ПЛК) автоматически управляет ведущим блоком питания (m-PSU) для работы и синхронизации с ведомым блоком питания или блоками (s-PSU или s-PSU, соответственно), работает в соответствии с тремя синхронизируемыми критериями, связанными с работой электрохимического реактора (ЭХР), для установления, поддержания и, при необходимости, для восстановления установившегося режима синхронизированной работы:

1. Максимальный накопленный заряд (потенциал) на активной функциональной поверхности каждого электрода по отношению к мгновенной проводимости воды, протекающей и обрабатываемой внутри электрохимического реактора (ЭХР).

2. Максимальная плотность тока на активной функциональной поверхности каждого электрода в зависимости от мгновенной проводимости воды, протекающей и обрабатываемой внутри электрохимического реактора (ЭХР).

3. Максимальное использование площади активной функциональной поверхности каждого электрода при сохранении максимальных значений плотности тока.

Следовательно, основной целью стабильной и интегрированной синхронизированной работы является максимальное использование и, следовательно, повышение эффективности энергии, генерируемой механизмом энергоснабжения (ESM) и подаваемой в электрохимический реактор (ECR), в частности, в электродные ячейки. и электроды в нем для обработки проточной воды. Это достигается за счет максимального использования активной мощности всех блоков питания (PSU), при этом постоянно меняются значения параметров (проводимость, линейная скорость, объемный расход, химические

концентрации, температура и их градиенты) вода проходит через электрохимический реактор (ЭХР) и обрабатывается внутри него. При достижении этого после минимального времени пребывания воды, протекающей через электрохимический реактор (ECR) и обрабатываемой внутри нее, достигаются максимальные концентрации окислителей и коагулянтов в очищенной проточной воде, выходящей из электрохимического реактора (ECR).

Для реализации вышеописанного установившегося режима, а также нестационарного или переходного режима синхронизации главный блок питания (m-PSU) работает как часть контура обратной связи, как показано на Рис. 27-30, получение инструкций, возвращаемых программируемым логическим контроллером (ПЛК). Результатом этого процесса обратной связи является достижение рабочих условий, характеризующихся стабильным напряжением и стабильным током, генерируемым как ведущим, так и ведомым блоками питания (m-PSU и s-PSU) и подаваемым в электрохимический реактор (ECR), в то время как вода проходит через электрохимический реактор (ЭХР) и обрабатывается внутри него.

Через информацию обратной связи, непрерывно поступающую от программируемого логического контроллера (ПЛК), главный блок питания (m-PSU) мгновенно реагирует на изменения общего электрического сопротивления, определяемого комбинацией (i) электрического сопротивления электрических проводов, соединяющих блоки питания (PSU) к электродам в электрохимическом реакторе (ECR), (ii) электрическое сопротивление электродов в электрохимическом реакторе (ECR) и (iii) электрическое сопротивление в форме проводимости вода, протекающая и обрабатываемая внутри электрохимического реактора (ЭХР).

Со ссылкой на Рис. 27-32, главный блок питания (m-PSU) реагирует на спонтанное или мгновенное изменение электрического сопротивления (проводимости) воды, протекающей и обрабатываемой внутри электрохимического реактора (ECR), в два этапа. На первом этапе выполняется

проверка (путем сравнения выходного и входного напряжений (ПЛК) с помощью элемента датчика / стабилизатора напряжения (VS)) и, при необходимости, изменения (с помощью элемента датчика / стабилизатора напряжения (VS)), максимальное значение напряжения в соответствии с установившимся режимом или, нестационарным или переходным режимом, синхронизированной работы (в соответствии с порядком величины спонтанного или мгновенного изменения (в пределах примерно $(+ / -) 1\%$ от установившегося диапазона или в пределах примерно $(+ / -) 7-10\%$ от установившегося диапазона, соответственно) электрического сопротивления (проводимости) воды, протекающей и обрабатываемой внутри электрохимического реактора (ECR)) с подчиненными блоками питания (s-PSU) через программируемый логический контроллер (PLC). Проверка и изменение выполняются до тех пор, пока максимально возможное напряжение не будет подано механизмом подачи энергии (ESM) на электроды в электродных ячейках ((C1) и (C2)) в электрохимическом реакторе (ECR).

Сразу после первого этапа главный блок питания (m-PSU) автоматически переключается на второй этап проверки и возможного изменения. На втором этапе выполняется проверка (путем сравнения выходного и входного токов (ПЛК) через элемент датчика / стабилизатора тока (CS)) и, при необходимости, изменение (через элемент датчика / стабилизатора тока (CS)), максимальное значение тока в соответствии с установившимся режимом или, нестационарным или переходным режимом, синхронизированной работы (в соответствии с порядком величины спонтанного или мгновенного изменения (в пределах примерно $(+ / -) 1\%$ от установившегося диапазона или в пределах примерно $(+ / -) 7-10\%$ от установившегося диапазона, соответственно) электрического сопротивления (проводимости) воды, протекающей и обрабатываемой внутри электрохимического реактора (ЭХР)) подчиненными блоками питания (s-PSU) через программируемый логический контроллер (PLC).

Проверка и изменение выполняются до тех пор, пока механизм подачи энергии (ESM) не подаст максимально возможный ток на электроды в электродных ячейках ((C1) и (C2)) в электрохимическом реакторе (ECR).

Во время нормальной работы электрохимического реактора (ECR) и механизма энергоснабжения (ESM) эти две стадии проверки и возможные

изменение рабочего напряжения и / или рабочего тока вместе с завершением установившегося режима или, нестационарного или переходного режима, синхронной работы главного и подчиненного блоков питания (m-PSU и s—БП), быстро выполняются в течение относительно короткого периода времени, порядка менее одной секунды. Каждое изменение общего электрического сопротивления вызывает немедленную реакцию ведущего блока питания (m-PSU), наряду с мгновенным установившимся режимом или, нестационарным или переходным режимом, синхронизированной работы ведущего блока питания. (m-PSU) с каждым подчиненным блоком питания (s-PSU). Во время работы электрохимического реактора (ЭХР) электрическое сопротивление соединительных проводов и электродов остается практически постоянным. Любое изменение общего электрического сопротивления по существу определяется изменением динамических характеристик с точки зрения параметров (проводимости, линейной скорости, объемного расхода, химических концентраций, температуры и их градиентов) воды, протекающей и обрабатываемой внутри электрохимический реактор (ЭХР). Соответственно, вышеупомянутые два этапа 25 проверки и возможного изменения максимальных значений напряжения и тока, наряду с завершением установившегося режима или, нестационарного или переходного режима, синхронизированной работы ведущего устройства и каждого ведомый блок питания (m-PSU и s-PSU), в результате используется максимально возможная мощность электродов для обработки проточной воды. Это обеспечивает условия для увеличения определенных концентраций окислителей и коагулянтов, что, в свою очередь,

приводит к увеличению общей эффективности электрохимического реактора (ЭХР) для обработки проточной воды.

Снова обращаясь к Рис. 27-30, во время синхронной работы механизма подачи энергии (ESM) и электрохимического реактора (ECR) датчик / стабилизатор напряжения (VS) и датчик / стабилизатор тока (CS) определяют и регистрируют рабочее напряжение и ток электроды в электродных ячейках ((C1) и (C2), соответственно) электрохимического реактора (ECR). Затем датчик / стабилизатор напряжения (VS) и датчик / стабилизатор тока (CS) одновременно отправляют соответствующим образом синхронизированные сигналы быстрой обратной связи, FVF и FCF, соответственно, на блоки питания 5 (PSU: главный блок питания (m-PSU или psl) и ведомый блок питания (s-PSU или ps2) соответственно).

Сигнал быстрой обратной связи по напряжению, FVF, и сигнал быстрой обратной связи по току, FCF, выполняют две важные функции: (1) для предотвращения нежелательно больших (например, более 7-10%) и потенциально повреждающих систему изменений в напряжении 10 и ток, и, следовательно, для предотвращения нежелательно больших и потенциально повреждающих систему изменений мощности, передаваемых от механизма подачи энергии (ESM) в электрохимический реактор (ECR), и (2) для стабилизации передачи рабочих параметров напряжения, тока, и питание по всей электронной схеме (ESM) —(ECR). Этим объясняется стабилизирующий эффект или функция датчика / стабилизатора напряжения (VS) и датчика / стабилизатора тока (CS).

Сразу после завершения процесса быстрой обратной связи датчик / стабилизатор напряжения (VS) и датчик / стабилизатор тока (CS) отправляют соответственно синхронизированные медленные сигналы обратной связи, SVF и SCF, на программируемый логический контроллер (ПЛК). В соответствии со значениями сигналов обратной связи SVF и SCF, программируемый логический контроллер (ПЛК) затем выполняет синхронизированную работу и

регулирование блоков питания (PSU: главный блок питания (m-PSU или ps1) и подчиненный блок питания блок (s-PSU или ps2) соответственно), как описано выше.

Сигналы быстрой обратной связи, FVF и FCF, отправляются в блоки питания (PSU) примерно за половину ($1/2$) времени, в течение которого сигналы медленной обратной связи, SVF и SCF, отправляются на программируемый логический контроллер (PLC). Электронная схема (ESM) специально спроектирована и сконструирована таким образом, чтобы длина путей прохождения сигнала от датчика / стабилизатора напряжения (VS) и датчика / стабилизатора тока (CS) до блоков питания (PSU) была существенно короче, чем у длины пути сигнала к программируемому логическому контроллеру (ПЛК) для выполнения двух функций, указанных выше, тем самым предотвращая нежелательные и потенциально дорогостоящие «простои» во время всего процесса очистки воды.

Снова сделаем ссылку на Рис. 31 и 32, схематические диаграммы, иллюстрирующие примерный предпочтительный вариант осуществления датчика / стабилизатора напряжения (VS) и датчика / стабилизатора тока (CS), соответственно, и «функциональное» отношение каждого из них к программируемому логическому контроллеру (PLC). , механизма энергоснабжения (ЭСМ) на рис. 27 —30. Как показано на Рис. 31 и 32, каждый датчик / стабилизатор напряжения (VS) и датчик / стабилизатор тока (CS), соответственно, включает в себя рабочие соединения входного выпрямителя 1', высокочастотного преобразователя 2', выходного выпрямителя 3' и компаратора 4 \ Comparator 4' оперативно подключены к программируемому логическому контроллеру (ПЛК). На рис. 32 R соответствует сопротивлению или нагрузке в цепи.

Каждый датчик / стабилизатор напряжения (VS) и датчик / стабилизатор тока (CS), соответственно, генерирует и передает обратно ранее описанные

медленные сигналы обратной связи, SVF и SCF, соответственно, на программируемый логический контроллер (PLC). .

Во время работы датчика / стабилизатора напряжения (VS), как показано на рисунке 31, оператор системы водоподготовки выбирает или назначает назначенное напряжение $U_{assigned}$ программируемому логическому контроллеру (PLC). Рабочее напряжение,

U_{oper} , является функцией назначенного напряжения $U_{assigned}$. Выходное напряжение U_{out} является функцией рабочего напряжения U_{oper} и, следовательно, выходного напряжения. U_{out} является функцией назначенного напряжения $U_{assigned}$. Компаратор 4 сравнивает рабочее напряжение U_{oper} с выходным напряжением U_{out} .

Во время работы датчика / стабилизатора тока (CS), как показано на рисунке 32, оператор системы очистки воды выбирает или назначает назначенный ток, $I_{assigned}$, программируемому логическому контроллеру (PLC). Рабочее напряжение U_{oper} (такое же, как в цепи датчика / стабилизатора напряжения (VS) на рис.31) равно

функция тока сравнения $I_{comparison}$, которая, в свою очередь, определяется разницей между назначенным током $I_{assigned}$ и выходным током I_{out} . Выходной ток I_{out} является функцией назначенного тока $I_{assigned}$. Фактические рабочие характеристики и допуски для каждого из отдельных компонентов, входного выпрямителя 1', высокочастотного преобразователя 2', выходного выпрямителя 3', компаратора 4' и сопротивление или I_{load} **R** каждого датчика / стабилизатора напряжения (VS) и датчика / стабилизатора тока (CS), соответственно, показанных на Рис. 31 и 32, выбираются в первую очередь в соответствии с выходным током, I_{out} , и, во вторую очередь, в соответствии с выходным напряжением, U_{out} , поскольку плотность тока вдоль поверхности электродов является управляющим параметром во время работы электрохимического реактора (ЭХР) для обработка воды. Более того, несмотря

на то, что каждый из этих отдельных компонентов датчика / стабилизатора напряжения (VS) и датчика / стабилизатора тока (CS) хорошо известен и используется в предшествующем уровне техники и легко доступен на рынке, их комбинация может быть индивидуализирована. для конкретного выполнения, описанного выше зондирования, функции стабилизации и обратной связи как часть механизма энергоснабжения (ESM).

Программируемый логический компонент (ПЛК) механизма энергоснабжения (ESM) —это логический компонент, который имеет встроенную заранее разработанную логику, которая работает или выполняет в соответствии с конкретными алгоритмическими входными параметрами, выходными параметрами и командами для этой цели. работы и регулирования всей цепи (ESM) —(ECR), например, на основе рабочих параметров напряжения, тока и мощности, а также времени реакции на изменения этих параметров. Программируемый логический компонент (ПЛК) —это хорошо известный и используемый электронный компонент, который легко доступен на рынке. После получения программируемый логический компонент (ПЛК) программируется в соответствии с конкретными требованиями пользователя или оператора, например, в данном случае, для обеспечения синхронизированной работы схемы (ESM) —(ECR) как часть более обширная система очистки воды.

Следует понимать, что изобретение определяется следующей формулой изобретения и не ограничивается деталями иллюстративных вариантов осуществления.

Таблица 1: Результаты сравнительных испытаний различных кассет

Источ ник	Связь	Кассетный тип	Расхо д воды	Тек ущ ий	Нап ряже ние	Сила	pH			Пров одим ость			Cu mg/l			Дат а
A/V		-	l/h	A	V	kW	Вх од	Ан од	Ка тод	Вхо д	Анод	Като д	Вход	Ано д	Като д	
50/50	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	96	25	2.496	8.5	8.5	9	1380	1470	1340	75 37.6	25 2	37.5 12.5	4.02
30/100	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	56	24	1.344	9	8.5	9	1385	1390	1370	60 30	30 15	40 30	4.02
50/60	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	96	24	2.304	8.5	8.5	9	1497	1510	1345	50 30	37.5 20	40 25	4.02
30/100	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	56	14	0.784	8.5	8.5	9	1520	1540	1412	37.5 30	25 20	25 20	4.02
50/60	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	96	29	2.784	9	9	9.5	1670	1725	1625	70 53	45 15	65 25	7.02

30/100	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	56	21	1.176	9	9	9.5	1655	15 66	1566	60 30	50 18	60 37.5	7.02
--------	--------------	-------------------------------------	------	----	----	-------	---	---	-----	------	-------	------	----------	----------	------------	------

Таблица 2: Результаты сравнительных испытаний различных кассет

Источник	Связь	Кассетный тип	Расход воды l/h	Текущий А	Напряжение V	Сила kW	pH Вх	Ан од	Катод	Проводимость Вх	Ано д	Кат од	Cu mg/l Вх	Ано д	Кат од	Дата
50/60	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	35	120	4.32	9	9	9.5	1819	1815	1755	75 37.5	67.5 20	67.5 37.5	5.02
30/100	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	52	65	4.42	9	8.5	9	1520	1565	1432	67.5 25	37.5 25	50 20	4.02
30/100	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	52	65	4.42	9	9	9.5	1795	1602	1743	75 37.5	37.5 30	67.5 30	5.02
30/100	Параллельная	Анод Al Катод Al без мембраны	2000	50	55	4.25	9	9	9.5	1750	1013	1764	35 30	50 20	50 20	5.02

Таблица 3: Результаты испытательного стенда

Кассетный тип	Поток воды	Текущий	Напряжение	Сила	pH			Проводимость			Cu mg/l			Дата
	l/h	A	V	kW	Вход	Анод	Катод	Вход	Анод	Катод	Вход	Анод	Катод	
Анод А1 Катод А1 С мембраной	2000	36	120	4.32	9	9	9.5	1819	181	175	75* 37.5**	67.5 20	67.5 37.5	5.02
Анод А1 Катод А1 С мембраной	2000	52	85	4.42	9	8.5	9	1520	156	143	67.5 25	37.5 25	50 20	4.02
Анод А1 Катод А1 С мембраной	2000	52	85	4.42	9	9	9.5	1795	180	174	75 37.5	67.5 30	67.5 30	5.02
Анод А1 Катод А1 С мембраной	2000	50	85	4.25	9	9	9.5	1780	181	176	75 30	50 20	50 25	5.02

* —общая концентрация меди

** —концентрация меди после фильтрации

Претензии

Я утверждаю:

1. Блок управления мощностью для устройства для обработки воды с электрическим приводом, имеющего электродные ячейки, содержащий: главный блок питания, имеющий управляющий вход; ведомый блок питания, имеющий управляющий вход; датчик тока, приспособленный для измерения электрического тока, протекающего через ячейки устройства для очистки воды; датчик напряжения, приспособленный для измерения напряжения, приложенного к элементам устройства для очистки воды; PLC, имеющий входы от упомянутого датчика тока и упомянутого датчика напряжения и выходы для упомянутых главного и подчиненного блоков питания; при этом упомянутый PLC запрограммирован так, чтобы иметь возможность максимизировать электрическую мощность, подаваемую на ячейки, без перегрева.

2. Регулировка мощности по п.1, в которой ячейки приводятся в действие последовательно схеме.

3. Регулировка мощности по п.1, в которой элементы управляются по параллельной схеме.

4. Устройство управления мощностью по п.1, в котором элементы управляются по псевдо-параллельной схеме, в которой элементы соединены последовательно, а ток регулируется таким образом, чтобы имитировать параллельную работу.

Ссылки, информация о патентах и лицензиях

Приложение 1

Патент США

5,658,450

Тамаркин

19 августа 1997 г.

Способ и устройство для очистки промышленных сточных вод.

Краткое изложение

Сточные воды очищаются, проходя через сосуд, в котором мелкие частицы нерастворимых катодов взаимодействуют с анодами с образованием гальванических пар. Во время этого процесса происходит химическое восстановление ионов тяжелых металлов в воде ионами и гидроксидами, образующимися при электрохимическом растворении анодов. Гидроксиды являются прекрасным коагулирующим агентом, который поглощает примеси, содержащиеся в воде. Сжатый воздух может насыщать сточные воды одновременно с прохождением через сосуд с анодами, чтобы произвести технологическую флотацию с использованием гидроксидов в качестве коагулянта. Температура сточных вод может быть увеличена для интенсификации процесса очистки.

Способ фильтрации воды

Краткое изложение

Это способ фильтрации жидкости, включающий этапы последовательной фильтрации указанной жидкости через, по меньшей мере, одну среду глубокого слоя с получением, по меньшей мере, одного первого фильтрата с последующей, по меньшей мере, одной фильтрацией мембранной среды с получением, по меньшей мере, одного второго фильтрата, при этом указанная мембранная среда по меньшей мере периодически находится в пределах указанной среды глубокого слоя. Область применения контактного осветления (прямой фильтрации) может быть расширена в сторону большей концентрации твердых веществ. Упрощается эксплуатация и обратная промывка, становится возможной непрерывная фильтрация. Вода может быть водой из природных источников, технологической водой, сточными водами, водными или неводными суспензиями, эмульсиями, растворами. Обработка может включать механический перехват взвешенных частиц, химические, физико — химические, электрохимические и биологические процессы. При обработке воды и сточных вод контроль взвешенных веществ, БПК, ХПК, соединений азота и фосфора, бактерий и вирусов, тяжелых металлов, красителей и других компонентов может быть значительно улучшен по сравнению с обычными процессами. Этот метод может быть применен в новых и модифицированных существующих системах очистки.

Конфигурация для электрохимической очистки воды

Краткое изложение

Устройство для электрохимической обработки воды включает камеру обработки, образованную по меньшей мере одной стенкой и имеющую отверстие, сформированное вдоль стороны, по существу, по длине камеры обработки, с установочной пластиной, прикрепленной к отверстию. Набор катодов и анодов установлен на монтажной пластине и расположен внутри камеры, причем каждый из анодов имеет по меньшей мере один катод, расположенный на каждой из двух сторон соответствующего анода. Предусмотрены, по меньшей мере, две анодные шины и две катодные шины, каждая из которых может быть подключена к источнику питания и подключена к соответствующим электродам рядом с соответствующим концом электродов. Впускной адаптер имеет меньшую площадь поперечного сечения на первом конце, соединенном с впускным концом камеры обработки, и большую площадь поперечного сечения на противоположном конце, соединенном с источником воды, подлежащей обработке. Выходной адаптер имеет меньшую площадь поперечного сечения на первом конце, соединенном с выпускным концом камеры обработки, и большую площадь поперечного сечения на втором конце, соединенном с местом назначения для очищенной воды.

Способ очистки подземных вод

Краткое изложение

Предлагается способ производства очищенной воды в подземной среде, в котором вода из окружающего подземного источника вводится в один или несколько ультрафильтрационных мембранных устройств системы подземной очистки воды и через них, производя, таким образом, ультрафильтрат, по существу не содержащий твердых частиц, имеющий наибольший размер больше 0,1 мкм. Электрохимический блок, сообщаемый по текучей среде, по меньшей мере, с одним мембранным блоком для ультрафильтрации, обеспечивает раствор против обрастания. Жидкость для обратной промывки, обогащенная ультрафильтратом, и по меньшей мере часть раствора против обрастания подаются по меньшей мере в один непроизводящий мембранный блок ультрафильтрации во время цикла обратной промывки. Поток исходной жидкости через каждый из мембранных блоков ультрафильтрации менее тридцати галлонов на квадратный фут в день ограничивает потребность в циклах обратной промывки. Уменьшение количества циклов обратной промывки увеличивает автономность системы и срок ее службы, а также ограничивает необходимость вмешательства для технического обслуживания и замены компонентов.

Система и способ очистки воды

Краткое изложение

Система очистки воды обеспечивает подачу очищенной или умягченной воды к месту использования путем удаления части любых вызывающих жесткость веществ, содержащихся в воде, из точки входа, поступающей из источника воды, такого как городская вода, колодезная вода, солоноватая вода и вода, содержащая загрязняющие вещества. Система очистки воды обычно обрабатывает воду, содержащую, по меньшей мере, некоторые нежелательные вещества, перед доставкой очищенной воды к месту использования. Система очистки воды имеет контроллер для регулировки или регулирования по меньшей мере одного рабочего параметра системы очистки или компонента системы очистки воды для оптимизации работы и производительности системы или компонентов системы. Регулятор потока регулирует поток сточных вод в дренаж и может работать для рециркуляции жидкости через электродные или концентрирующие отсеки электрохимического устройства, а также может открываться и закрываться с перерывами в соответствии с заранее определенным графиком или на основе рабочего параметра системы очистки воды. Регулятор потока также может быть заряжен, так что в окружающей жидкости могут образовываться ионные частицы, что, в свою очередь, может снизить pH окружающей жидкости.

Система и способ очистки воды

Краткое изложение

Система очистки обеспечивает подачу очищенной или умягченной воды до точки использования путем удаления по крайней мере части любых нежелательных частиц, содержащихся в воде, из источника воды. Систему обработки можно использовать для снижения вероятности образования накипи, которая может образоваться при нормальной работе электрохимического устройства. Образование накипи в системе обработки, включая ее смачиваемые компоненты, можно предотвратить путем обращения или замены текущей жидкости, содержащей вещества, вызывающие твердость, другой жидкостью, имеющей низкую склонность к образованию накипи, такой как вода с низким значением LSI. Различные компоновки компонентов в системе обработки могут быть промыты путем направления клапанов и насосов системы для вытеснения жидкости, содержащей вещества, вызывающие твердость, жидкостью, которая имеет меньшую тенденцию к образованию накипи или вообще не имеет ее.

Приложение 7

Патент США

8,585,882

Фрейдина и др.

19 ноября 2013 г.

Системы и методы очистки воды

Краткое изложение

Раскрыты электрохимические устройства и способы очистки воды. Устройство для электроионизации (100) может включать одно или несколько отсеков (110), содержащих ионоселективную среду, такую как бороселективная смола (170). Циклическая адсорбция целевых ионов и регенерация среды на месте используются для обработки технологической воды и могут быть вызваны различными условиями pH в электрохимическом устройстве.

Приложение 8

Патент США

8,868,043

Уилкинс и др.

25 февраля 2014 г.

Система и способ очистки воды

Краткое изложение

Система водоподготовки обеспечивает подачу очищенной воды до точки использования, удаляя по крайней мере часть любых вызывающих жесткость веществ, содержащихся в воде, из источника воды, такого как городская вода,

колодезная вода, солоноватая вода и вода, содержащая загрязняющие вещества. Система очистки воды обычно получает воду из источника воды или точки входа и очищает воду, содержащую, по меньшей мере, некоторые нежелательные частицы, перед доставкой очищенной воды в точку использования. Система водоподготовки имеет систему резервуаров под давлением в соответствии с электрохимическим устройством, таким как устройство для электродеионизации. Система очистки воды может иметь контроллер для регулировки или регулирования по меньшей мере одного рабочего параметра системы очистки или компонента системы очистки воды. Электрохимическое устройство может работать при низком токе и низкой скорости потока, чтобы минимизировать расщепление или поляризацию воды, что минимизирует образование накипи.

Приложение 9

Патент США

8,999,173

Шварцель и др.

7 апреля 2015 г.

Устройство для очистки воды, в котором используются материалы-прекурсоры и ультразвук для создания настраиваемых химических сред окислительно-восстановительных реагентов в электрохимических ячейках и / или аналогичных устройствах

Краткое изложение

Электрохлорирование и электрохимическая система для производства и обработки муниципального водоснабжения и других резервуаров воды на месте с использованием специальной системы производства смешанного окислителя и смешанного восстановителя для улучшенного разрушения переносимых водой загрязняющих веществ за счет создания настраиваемого окислительно-

восстановительного реагента. химии с мониторингом в реальном времени. Предлагается ряд химических предшественников, которые при воздействии на них в электрохимической ячейке создают либо усиленную окислительную, либо восстановительную среду для разрушения или контроля загрязняющих веществ. Химические вещества, которые можно использовать для управления стандартными параметрами качества воды, такими как общая жесткость, общая щелочность, pH, общее количество растворенных твердых веществ и т. Д., вводятся через подсистему ввода химических прекурсоров нечасто или в режиме реального времени на основе входных сигналов датчиков и заданных значений контроллера.

Приложение 10

Патент США

9,090,493

Нюберг и др.

28 июля 2015 г.

Электрохимическая ионообменная обработка жидкостей

Краткое изложение

Устройство для обработки жидкости содержит электрохимическую ячейку, имеющую отверстия для жидкости, чтобы принимать входящую жидкость и выпускать выходящую жидкость, причем входящая жидкость имеет первый уровень микроорганизма. Первый и второй электроды представляют собой водоразделительную мембрану в электрохимической ячейке. Клапан регулирует поток жидкости через отверстия для жидкости электрохимической ячейки. Источник питания подает ток на первый и второй электроды. Модуль управления содержит программный код для приведения в действие клапана для подачи входящей текучей среды в отверстие для текучей среды

электрохимической ячейки и обеспечения времени пребывания текучей среды в ячейке не менее 0,05 минут, одновременно управляя источником питания для подачи в первый и вторые электроды —ток, имеющий плотность тока от примерно 0,01 до примерно 20 мА / см².

Приложение 11

Патент США

9,221,696

Ли и др.

29 декабря 2015 г.

Процесс очистки сточных вод электрохимическим аппаратом

Краткое изложение

Процесс очистки сточных вод с помощью электрохимического устройства, при этом указанное устройство имеет по меньшей мере электрохимический электрод (30) и указанный электрохимический электрод (30) с подходящими электродными пластинами, включает следующие этапы: пропускание сточных вод с высокой концентрацией, содержащих нежелательные растворенные вещества, по меньшей мере через один электрохимический электрод. (30) к которому прикладывают электрический ток постоянного тока для разрушения нежелательных растворенных веществ в водозаборе, чтобы выводить воду с более низкой концентрацией нежелательных растворенных веществ; постоянный ток, приложенный к электрохимическому электроду (30), включает, по меньшей мере, стадию постоянной разности потенциалов, приложенную к обоим концам электрохимического электрода (30), за которой следует стадия постоянного тока через электрохимический электрод (30).

Приложение 12

Патент США

9,440,866

Легздины и др.

13 сентября 2016 г.

Эффективная очистка сточных вод с помощью электрохимической ячейки

Краткое изложение

Раскрыты эффективный способ и система электрохимической обработки сточных вод, содержащих органические и / или неорганические загрязнители. Система включает электролитическую ячейку, содержащую твердый полимер, электролит с протонообменной мембраной, работающий без католита или другого поддерживающего электролита. Выбранная конструкция электролизера и рабочие условия обеспечивают значительно большую эффективность работы.

Приложение 13

Патент США

9,754,277

Жа и др.

21 февраля 2017 г.

Электрохимическая система умягчения воды

Краткое изложение

Приведены системы и методы очистки воды. В системах и способах может использоваться устройство электрохимической обработки воды, содержащее

ионообменные мембраны. В некоторых системах и способах поток концентрата и поток разбавления могут сообщаться по текучей среде с ионообменными мембранами. Ионообменные мембраны могут быть сконфигурированы так, чтобы обеспечивать соотношение рН потока концентрата и рН потока разбавления менее примерно 1,0. В некоторых случаях LSI потока концентрата может быть меньше или около 1,0. В некоторых случаях устройство электрохимической обработки воды не требует цикла обратной полярности.

Приложение 14

Патент США

9,963,363

Ким и др.

8 мая 2018 г.

Система непрерывных проточных электродов, а также способ накопления энергии и очистки воды большой емкости с использованием того же

Краткое изложение

Настоящее изобретение использует принципы электрохимической абсорбции (зарядки) и десорбции (разряда) ионов и относится к системе проточного электрода с непрерывным потоком, системе накопления энергии большой емкости и способу очистки воды с их использованием, в котором высокая -емкость: электрическая энергия накапливается в виде электродных материалов суспензионной фазы, и электролиты одновременно протекают последовательным образом в тонкой канальной структуре, сформированной на электроде. Более конкретно, настоящее изобретение относится к системе непрерывных проточных электродов, системе аккумуляирования энергии и способу обработки воды, в которых активные материалы электродов последовательно текут в суспензионном состоянии, посредством чего легко

достигается высокая емкость без увеличения или укладки электродов друг на друга.

Приложение 15

Патент США

9,963,790

Сильвер и др.

8 мая 2018 г.

Био-электрохимические системы

Краткое изложение

Настоящее изобретение обеспечивает биоэлектрохимические системы, имеющие различные конфигурации, для обработки воды, сточных вод, газов и других биоразлагаемых веществ. В одном аспекте изобретение обеспечивает биоэлектрохимические системы, сконфигурированные для очистки сточных вод с одновременным генерированием нескольких выходов. В другом аспекте изобретение обеспечивает биоэлектрохимические системы, сконфигурированные для повышения эффективности электродиализных систем удаления. В еще одном аспекте изобретение обеспечивает биоэлектрохимические системы, сконфигурированные для использования в банках и бассейнах.

Приложение 16

Патент США

10,604,428

Томас

31 марта 2020 г.

Очистки сточных вод

Краткое изложение

Аппарат для очистки сточных вод с применением электрохимической технологии. Электрохимическая очистка сточных вод основана на приложении электрического поля между анодом и катодом к сточной воде. Устройство для очистки сточных вод содержит канал, проходящий через корпус между входом и выходом, и зону обработки воды между входом и выходом. Устройство дополнительно содержит первый и второй разнесенные друг от друга электроды, имеющие рабочие концы для очистки сточной воды в зоне обработки, и устройство подачи электродов для подачи первого и второго электродов к каналу для регулирования расстояния между рабочими концами первого и второго электроды.

Устройство для очистки воды

Краткое изложение

Устройство для очистки воды согласно настоящему раскрытию включает в себя: электрохимическую ячейку, имеющую электроды, включая положительный электрод и отрицательный электрод, и биполярную мембрану; бак; источник питания, сконфигурированный для подачи питания на электроды; канал для циркуляции воды, имеющий, по меньшей мере, резервуар и электрохимический элемент, по которому циркулирует вода; циркуляционное устройство, сконфигурированное для циркуляции воды в пути циркуляции воды; канал подачи неочищенной воды, сконфигурированный для подачи неочищенной воды в канал циркуляции воды; и устройство управления. При выполнении обработки для смягчения воды в электрохимической ячейке, когда на электроды подается питание для удаления ионов из сырой воды и получения мягкой воды, устройство управления приводит в действие циркуляционное устройство, чтобы обеспечить циркуляцию воды в проточном канале циркуляции воды.

Приложение 18

Патент США

10,604,427

Мартикайнен и др.

31 марта 2020 г.

Электрохимический реактор, устройство и система для очистки воды и способ управления устройством для очистки воды.

Краткое изложение

Устройство для обработки воды включает электрохимический реактор, включающий в себя корпусную конструкцию и опорную конструкцию для поддержки корпусной конструкции на основании. Опорная конструкция включает в себя, по меньшей мере, один опорный элемент, поддерживающий оболочку со стороны уступа. Часть помещения для головы включает в себя во внутреннем пространстве корпусной конструкции по меньшей мере одну полку для приема и поддержки по меньшей мере одной части выступа по меньшей мере одной электродной пластины для подвешивания электродной пластины. Во время использования полка должна быть расположена непосредственно над выступом.

Приложение 19

Патент США

10,507,429

Сасабе и др.

17 декабря 2019 г.

Электрохимическая ячейка, устройство для очистки воды, снабженное ею, и способ работы устройства для очистки воды

Краткое изложение

Электрохимическая ячейка в соответствии с настоящим раскрытием включает в себя корпус, снабженный входным портом и выходным портом, ламинированный корпус с биполярной мембраной, в котором две или более биполярных мембраны ламинированы так, чтобы быть напротив, электроды, расположенные так, чтобы между биполярной мембраной находились сэндвич. многослойный корпус и первый диффузионный элемент, расположенный между входным отверстием и многослойным корпусом с биполярной мембраной и снабженный сквозными отверстиями, сообщающимися между входным отверстием и многослойным корпусом с биполярной мембраной. Первый диффузионный элемент сформирован так, что каждое из сквозных отверстий, предусмотренных в периферийной краевой части, имеет большую площадь отверстия, чем площадь отверстия сквозных отверстий, предусмотренных в центральной части. Это может привести к равномерному потоку воды, так что очистка воды может быть выполнена эффективно.

Приложение 20

Патент США

10,329,173

Салоканель и др.

25 июня 2019 г.

Система очистки воды

Краткое изложение

Система очистки воды включает установку электрохимической обработки воды, имеющую первую самонесущую основу, ограничивающую первое внутреннее пространство. Электрохимический реактор расположен в первом внутреннем пространстве вертикально под первым отверстием на верхней стороне установки электрохимической обработки воды. Система включает в себя блок обслуживания, имеющий второй самонесущий каркас, ограничивающий второе внутреннее пространство. Блок обслуживания имеет второе отверстие в нижней части. Блок обслуживания расположен над блоком электрохимической обработки воды, так что первое отверстие и второе отверстие совмещены. Подъемник установлен с возможностью перемещения вдоль рельсовой конструкции в верхней части блока обслуживания.

Приложение 21

Патент США

10,287,181

Мартикайнен и др.

14 мая 2019 г.

Электрохимический реактор для электрохимической обработки воды,
устройство для очистки воды и использование такого указанного
электрохимического реактора

Краткое изложение

Электрохимический реактор для электрохимической обработки воды, включая оболочку, определяющую внутреннее пространство. Оболочечная конструкция дополнительно включает впускную часть, имеющую впускное отверстие для направления потока воды во внутреннее пространство, и камеру реактора, соединенную по потоку с впускной частью и предпочтительно с выпускной частью. Впускное отверстие устроено так, что поток воды во

внутреннее пространство направлен от камеры реактора, чтобы вызвать смешивание потока воды, заставляя поток воды изменять направление перед входом в камеру реактора. Также раскрыты устройство для обработки воды, имеющее такой реактор, и использование такого реактора.

Приложение 22

Патент США

10,266,429

Легздины и др.

23 апреля 2019 г.

Эффективная очистка сточных вод с помощью электрохимической ячейки

Краткое изложение

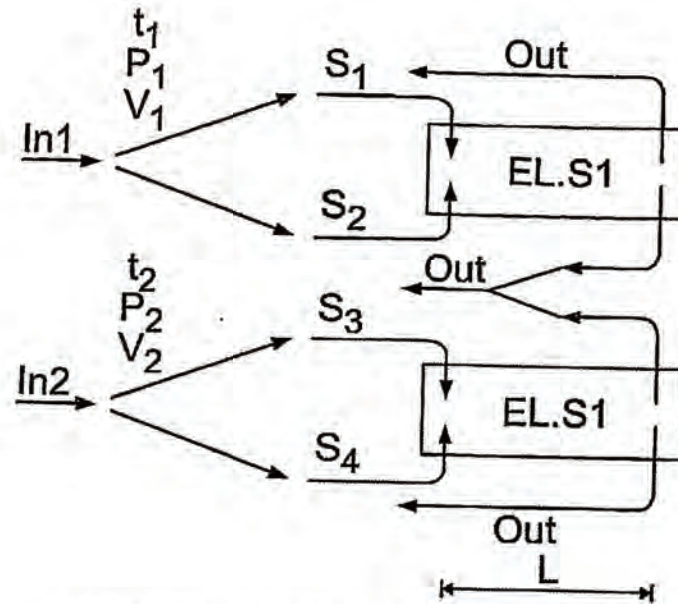
Раскрыты эффективный способ и система электрохимической обработки сточных вод, содержащих органические и / или неорганические загрязнители. Система включает, по меньшей мере, первую и вторую батареи электролитических ячеек с твердым полимерным электролитом, в которых каждая ячейка содержит твердый полимер, электролит с протонообменной мембраной, работающий без католита или другого поддерживающего электролита. Первая и вторая стопки различаются по конструкции или условиям эксплуатации. Конструкция блока ячеек и выбранные рабочие условия обеспечивают значительно большую эффективность работы.

Электрохимическая система умягчения воды

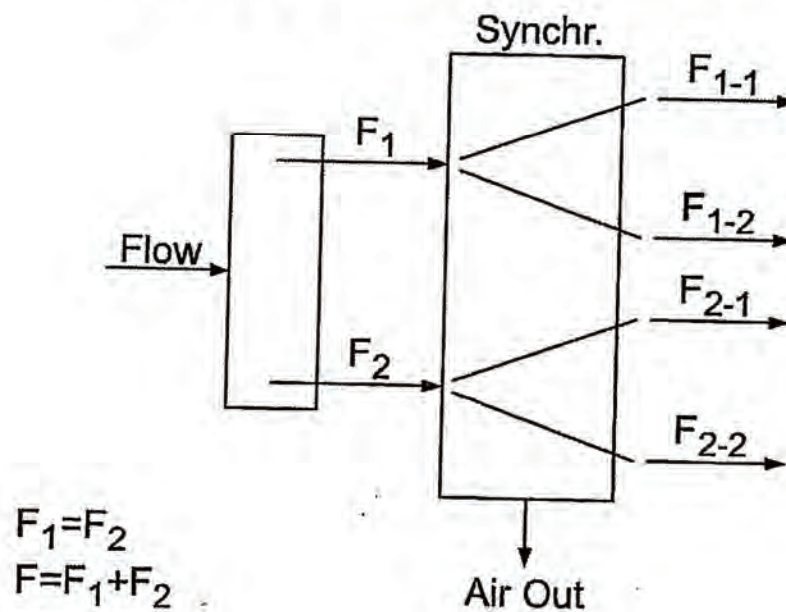
Краткое изложение

Приведены системы и методы очистки воды. В системах и способах может использоваться устройство электрохимической обработки воды, содержащее ионообменные мембраны. В некоторых системах и способах поток концентрата и поток разбавления могут сообщаться по текучей среде с ионообменными мембранами. Ионообменные мембраны могут быть сконфигурированы так, чтобы обеспечивать соотношение pH потока концентрата и pH потока разбавления менее примерно 1,0. В некоторых случаях LSI потока концентрата может быть меньше или около 1,0. В некоторых случаях устройство электрохимической обработки воды не требует цикла обратной полярности.

1/34



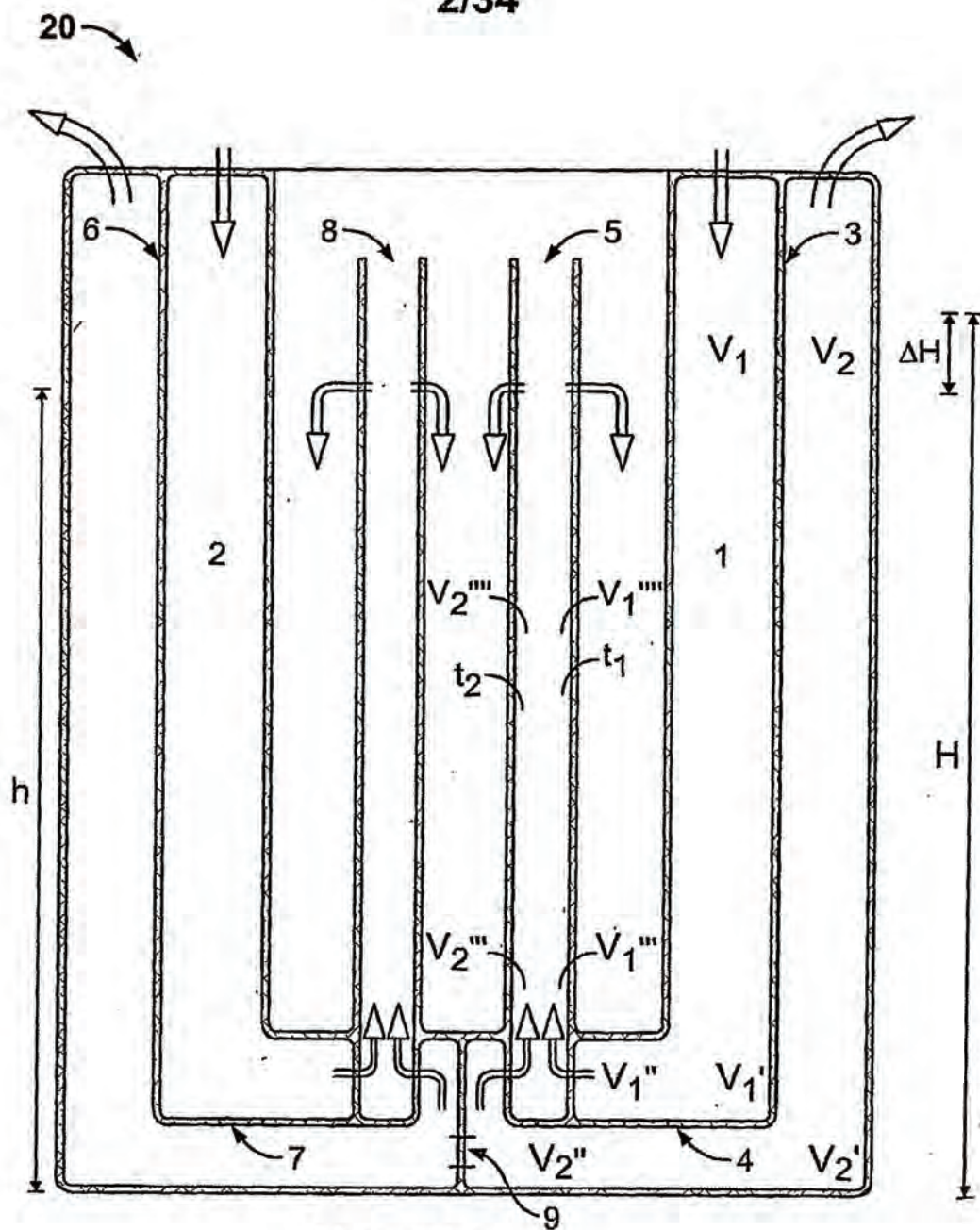
$L/V=T(\text{Const})$ for $S_1; S_2; S_3; S_4$
In Sells S-S Time-Cost. for All Streams



$$F_{1-1}=F_{1-2}=F_{2-1}=F_{2-2}=F/4$$

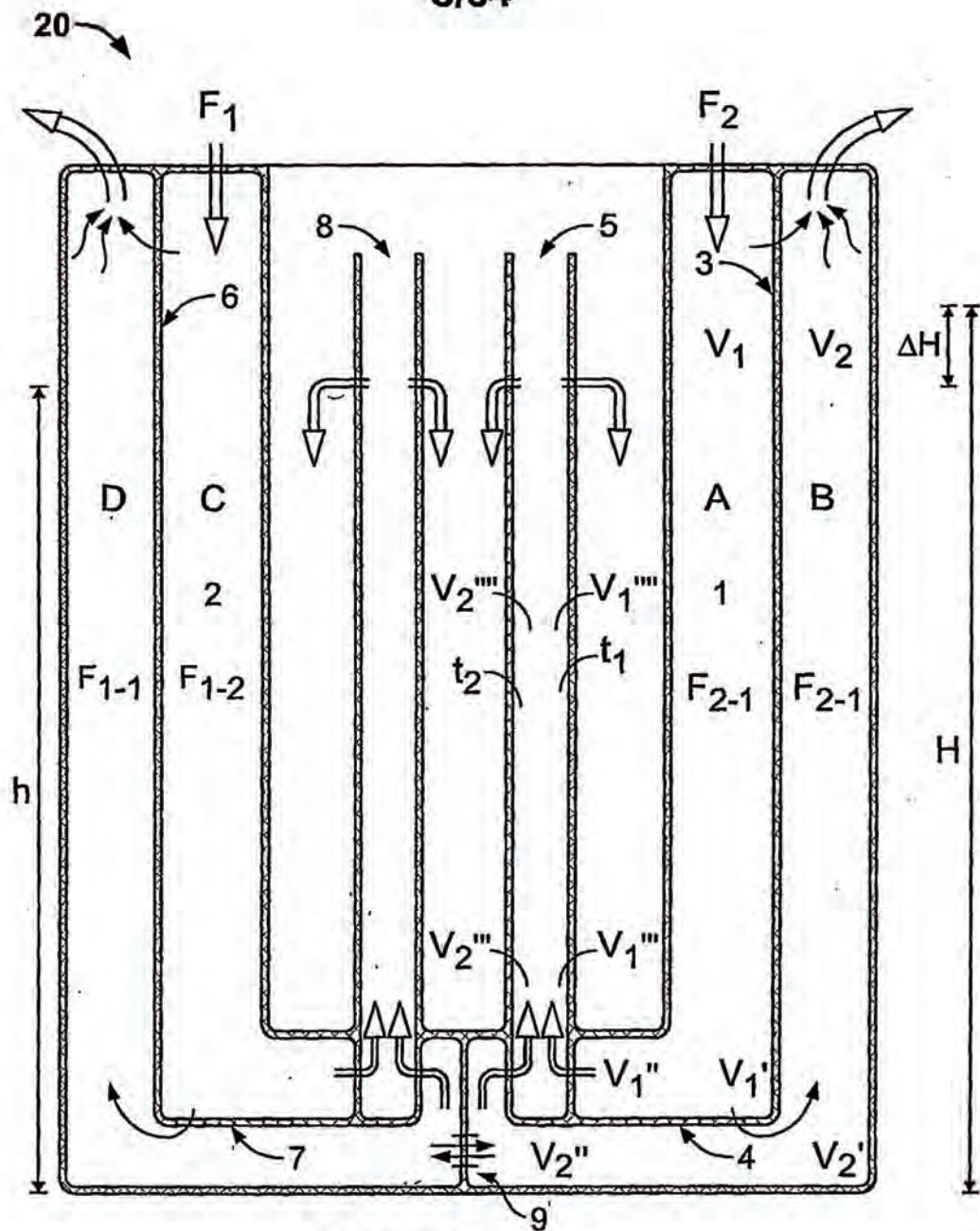
FIG. 1

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)



$$\begin{aligned}
 H-h &= \Delta H_1 \\
 H_1-h &= \Delta H_2 \\
 \Delta H_1 &= \Delta H_2 \\
 V_1 &= V_2 \\
 t_1 &= t_2
 \end{aligned}$$

FIG. 2



$$\begin{aligned}
 H-h &= \Delta H_1 \\
 H_1-h &= \Delta H_2 \\
 \Delta H_1 &= \Delta H_2 \\
 V_1 &= V_2 \\
 t_1 &= t_2
 \end{aligned}$$

FIG. 2'

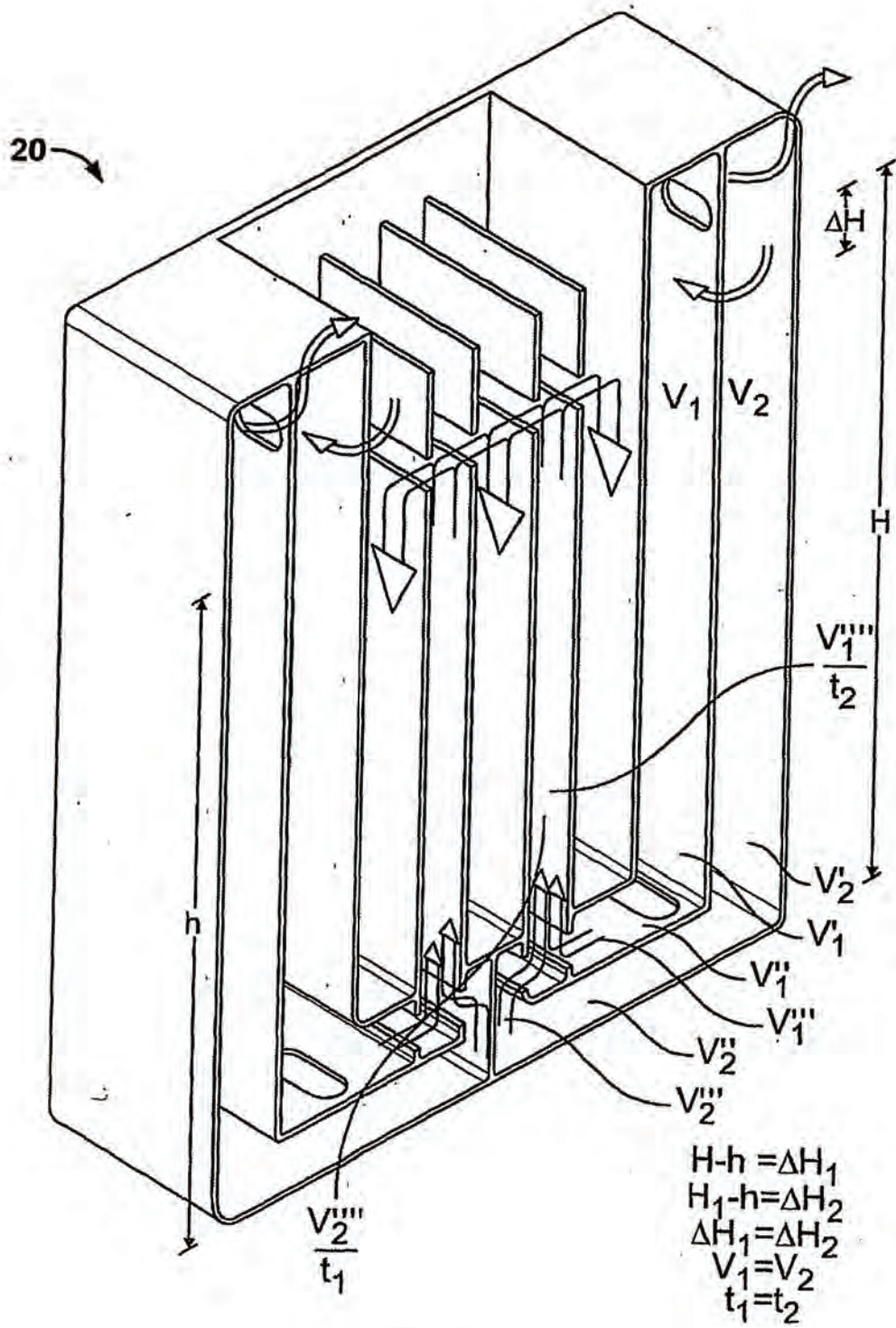
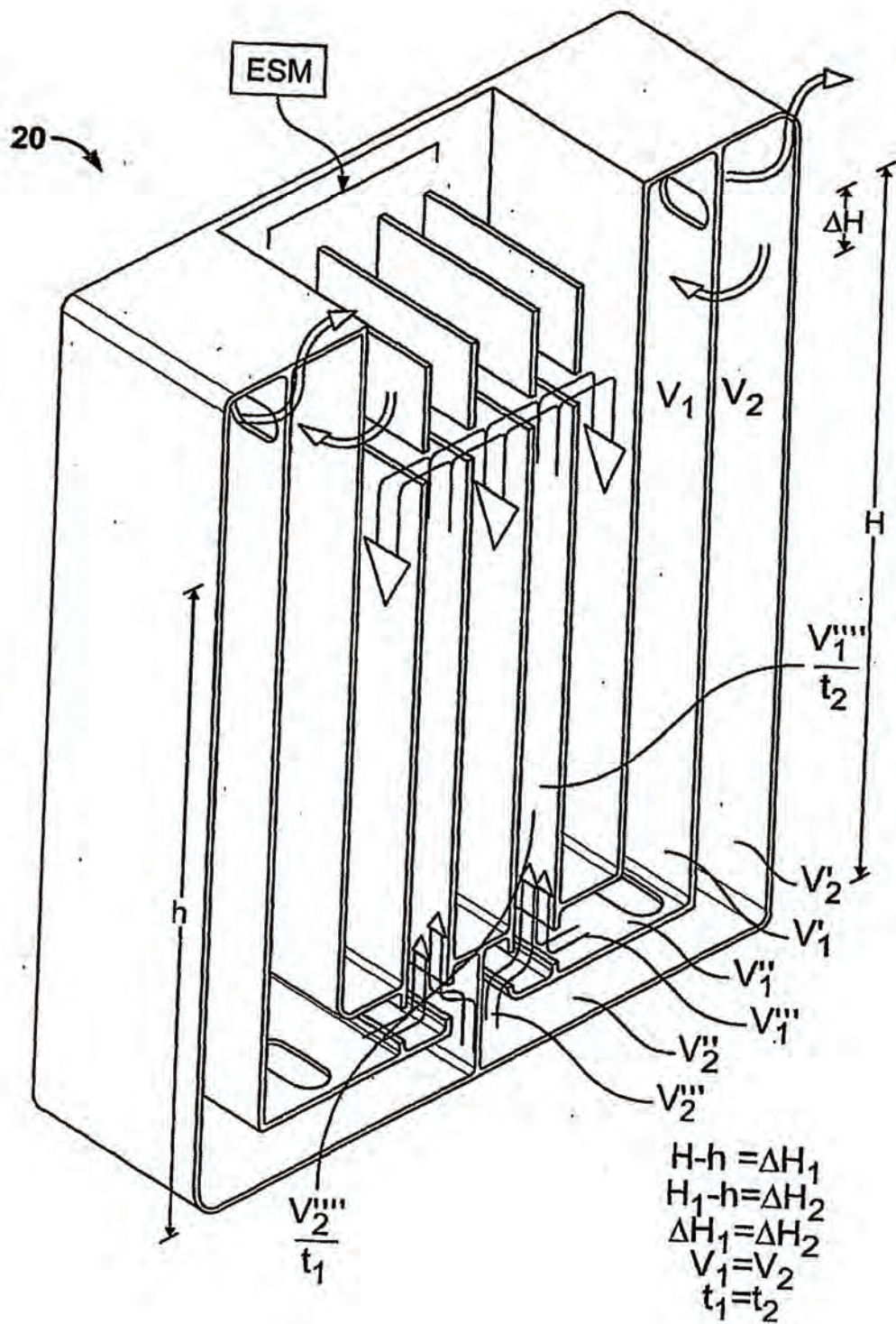


FIG. 3



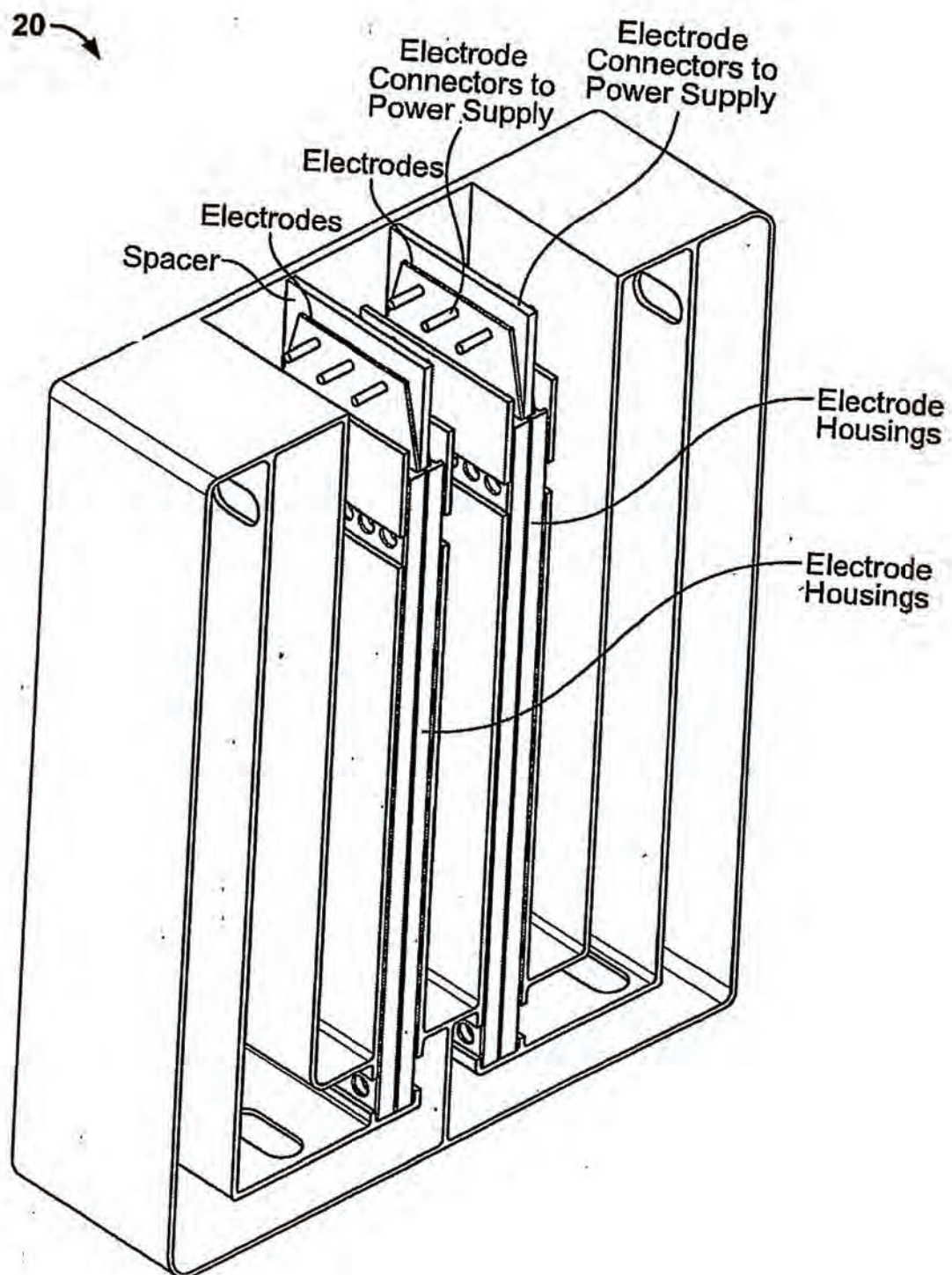


FIG. 4

7/34

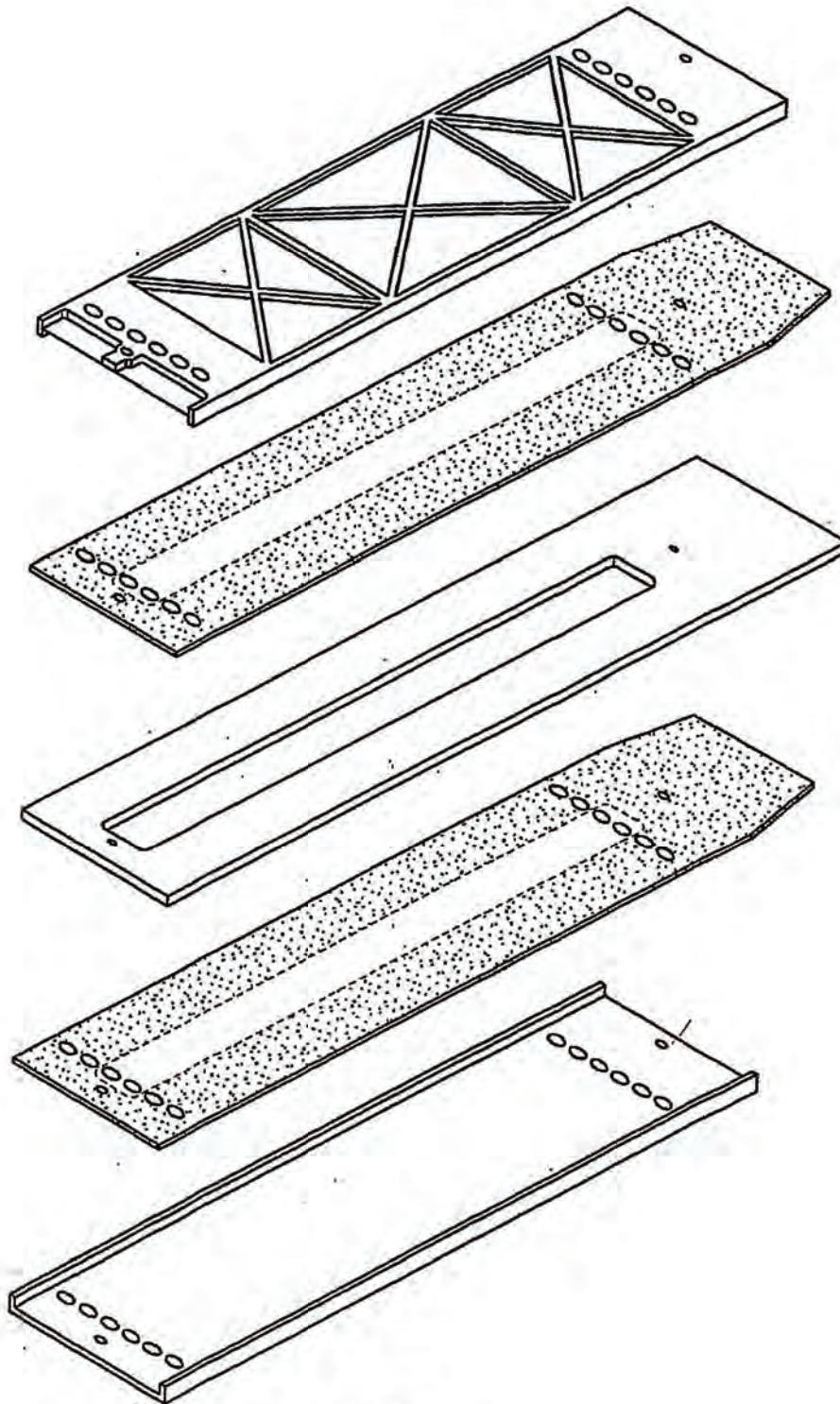


FIG. 5

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

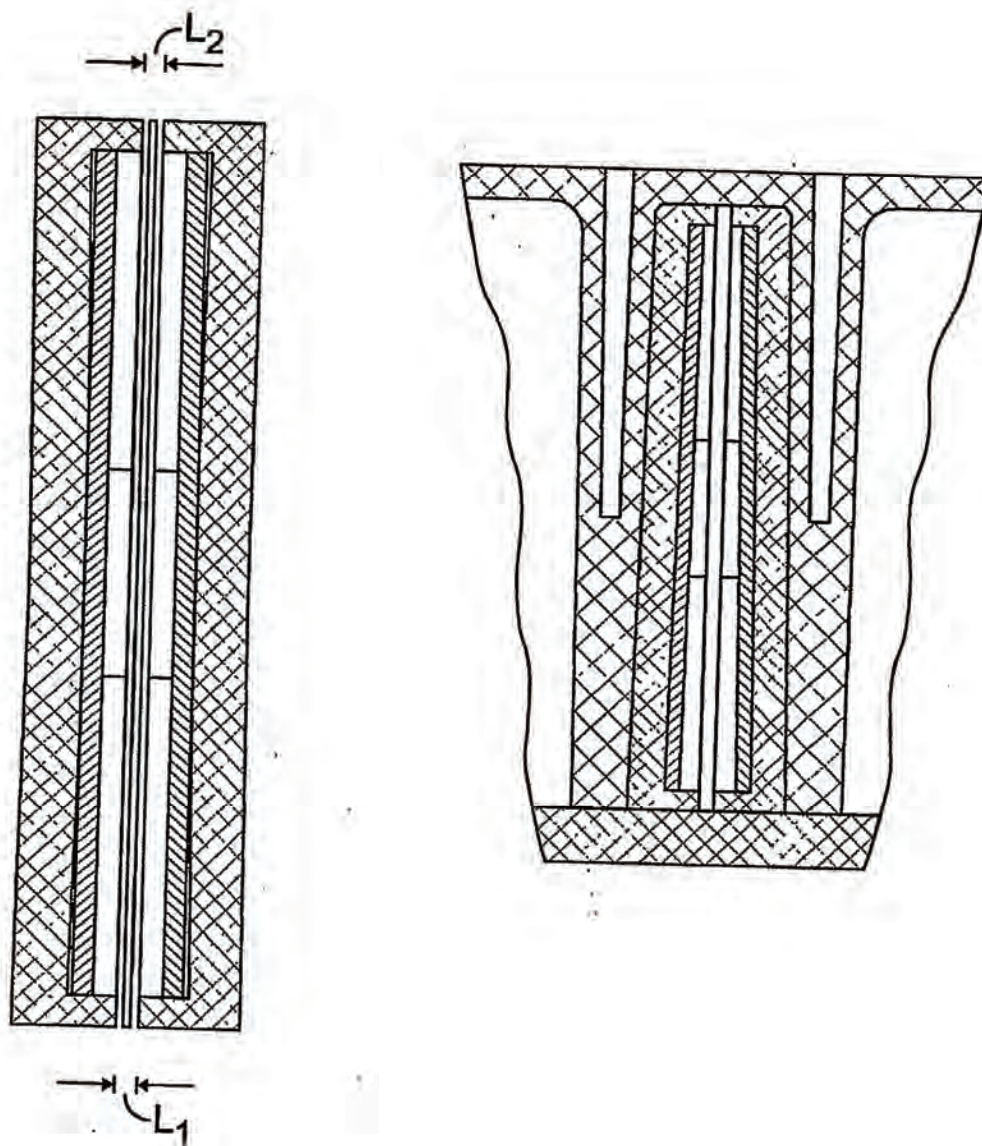


FIG. 6

9/34

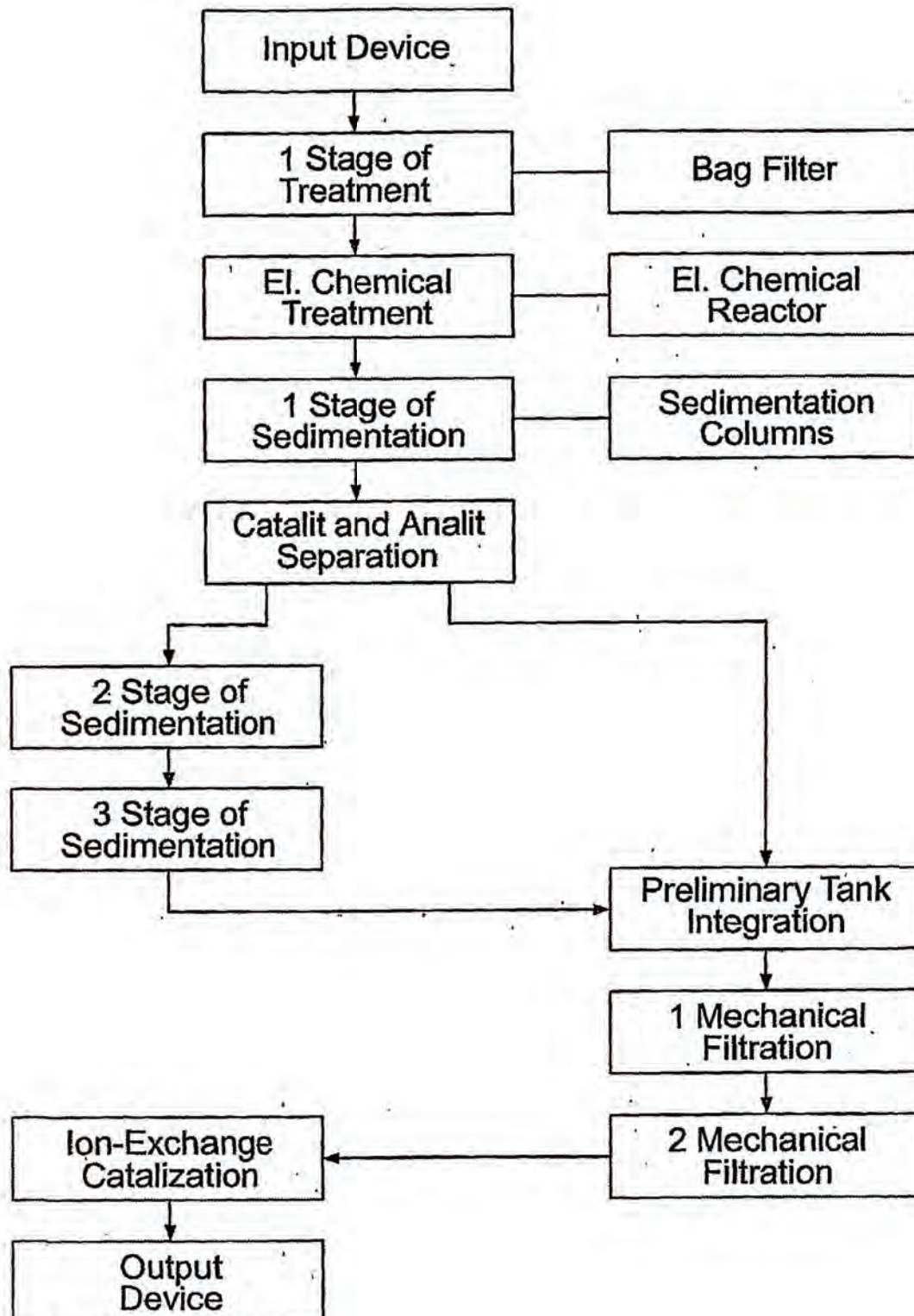


FIG. 7

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

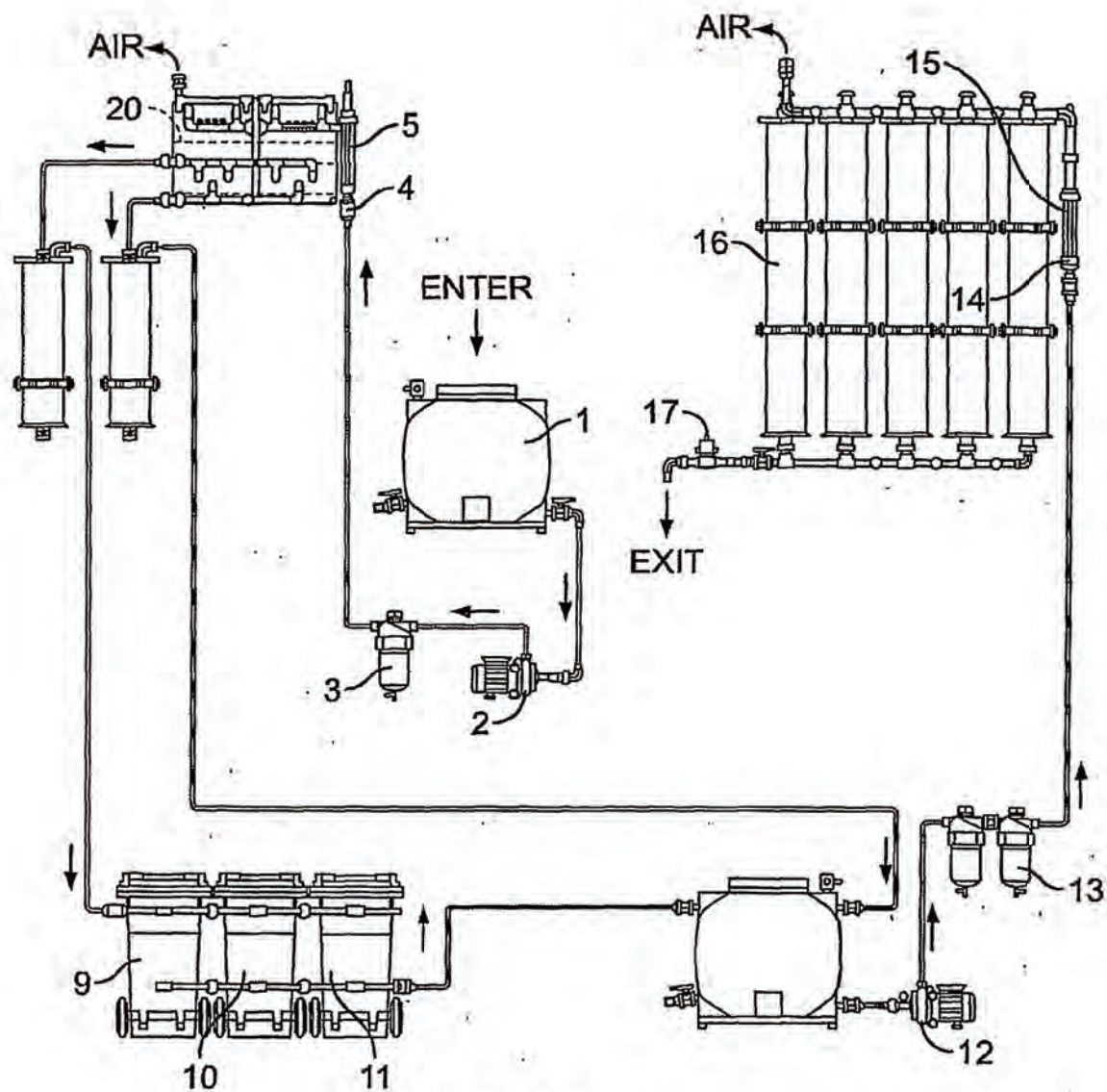


FIG. 8

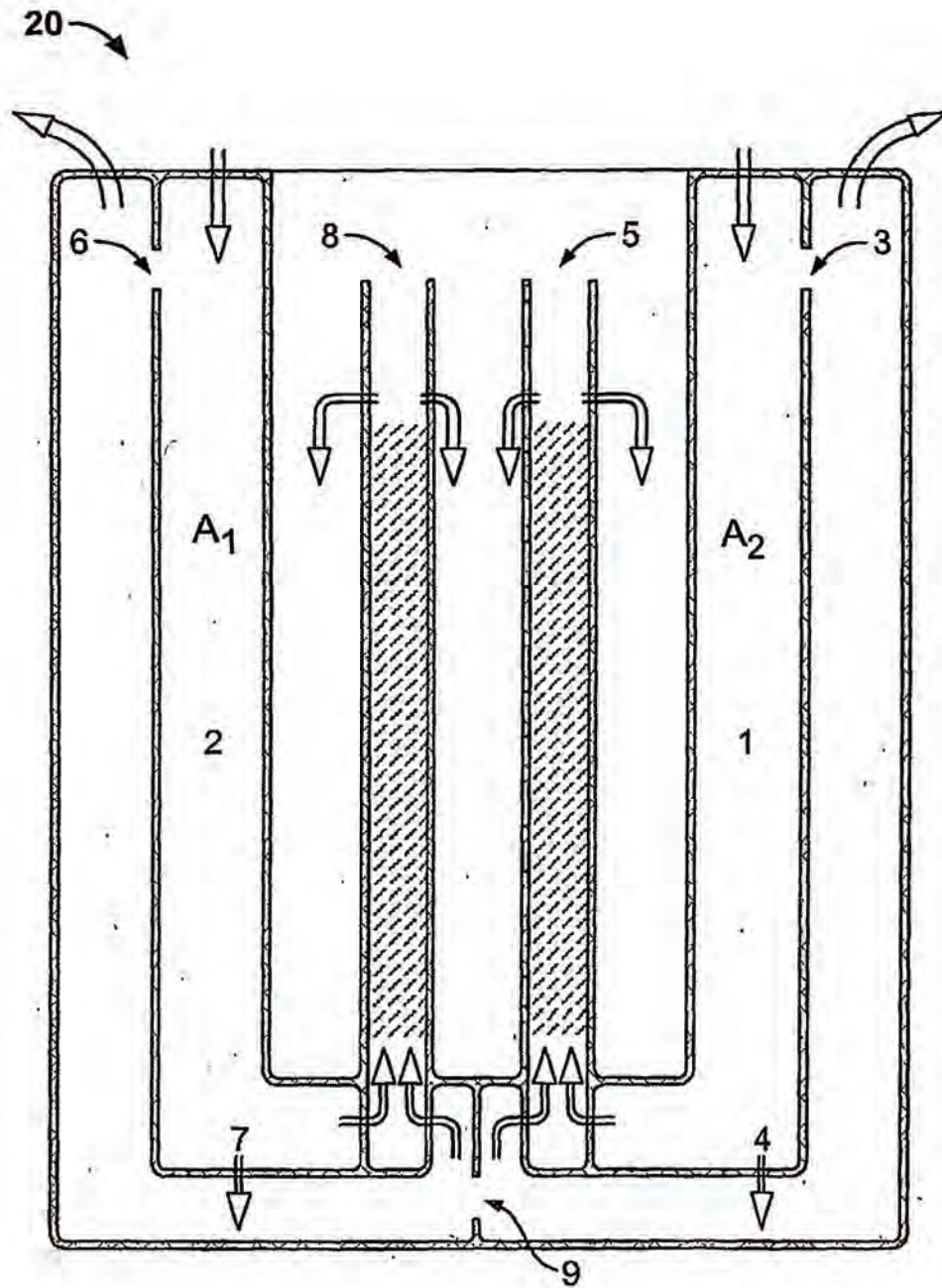


FIG. 9

12/34

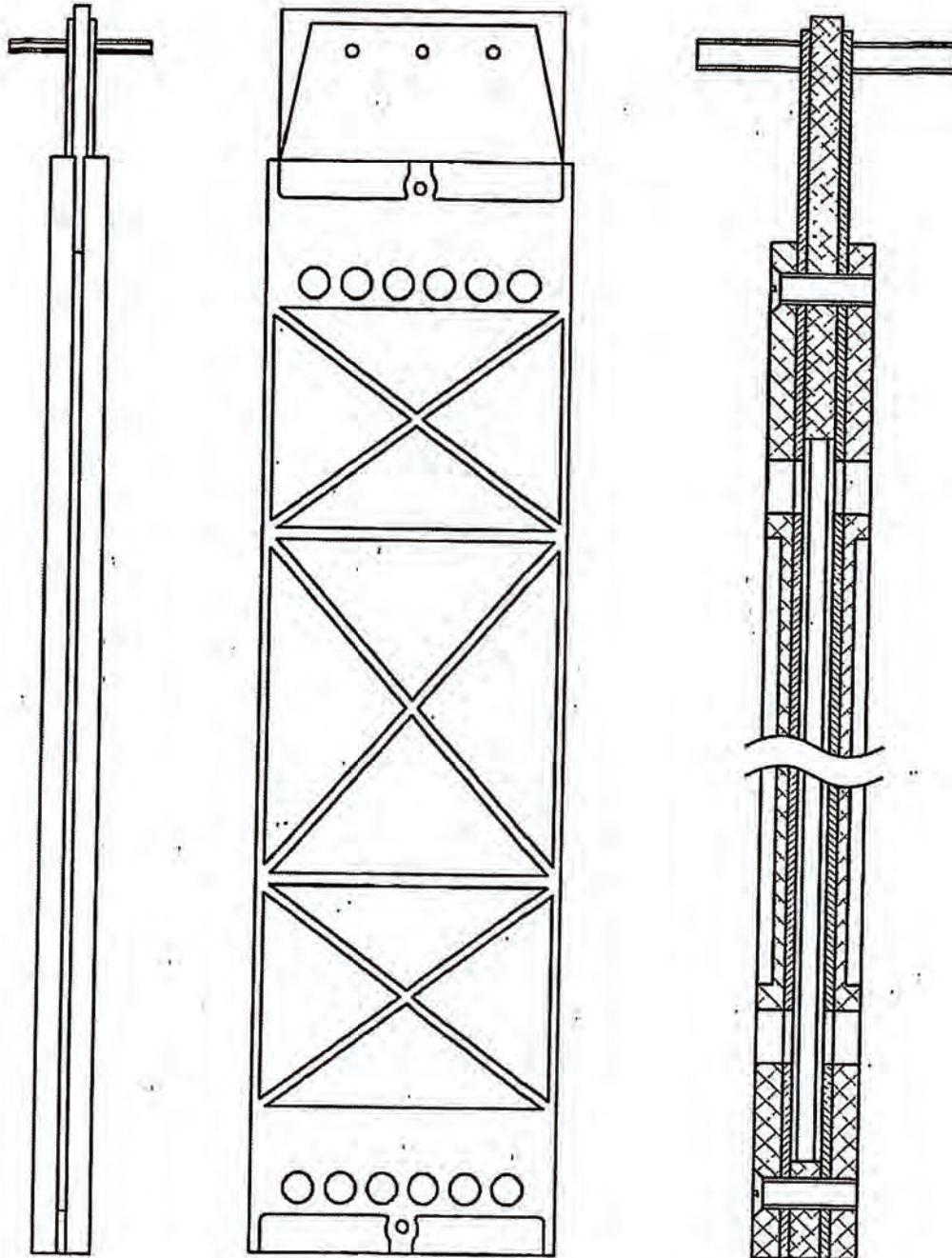


FIG. 10

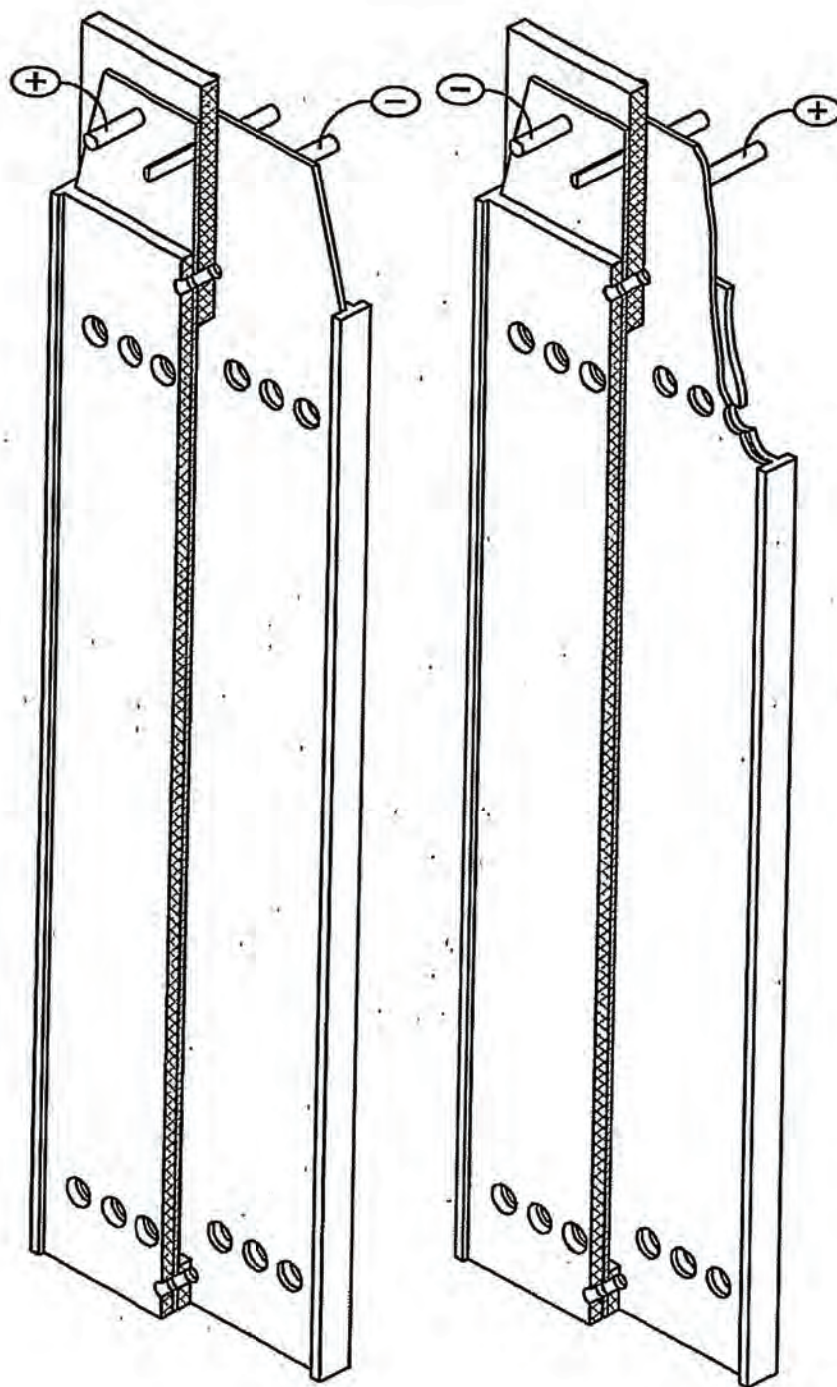


FIG. 11

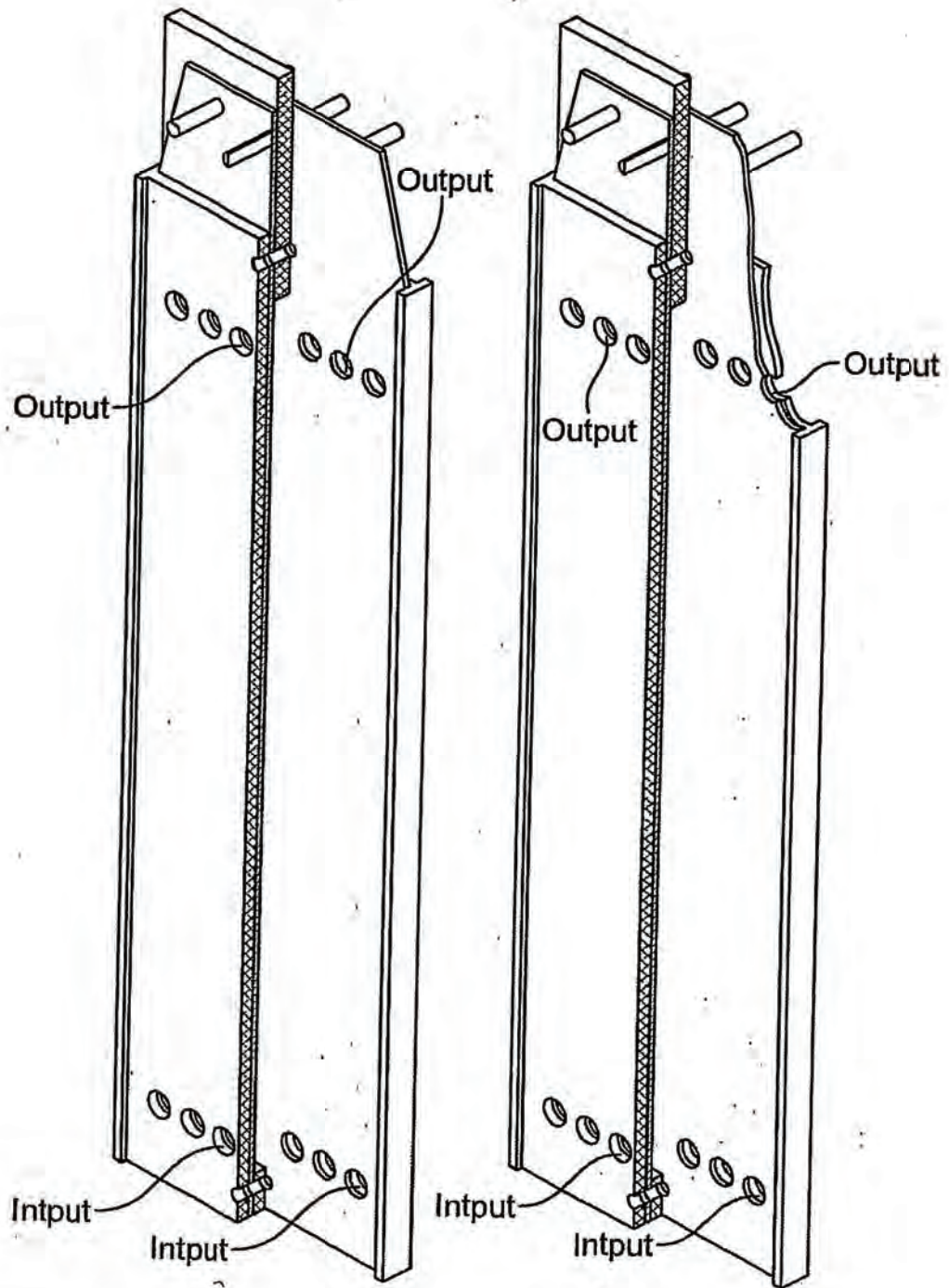


FIG. 12

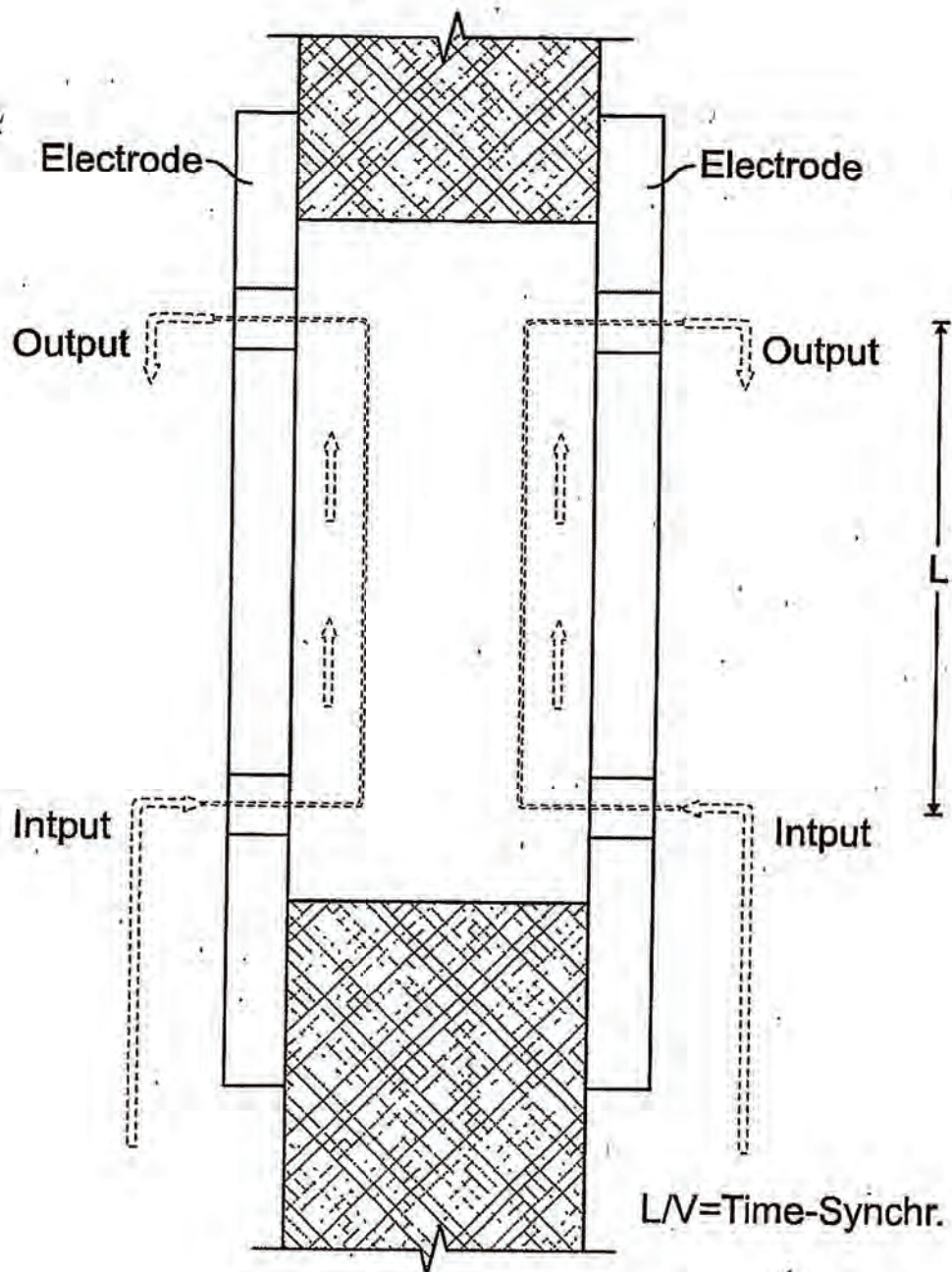


FIG. 13

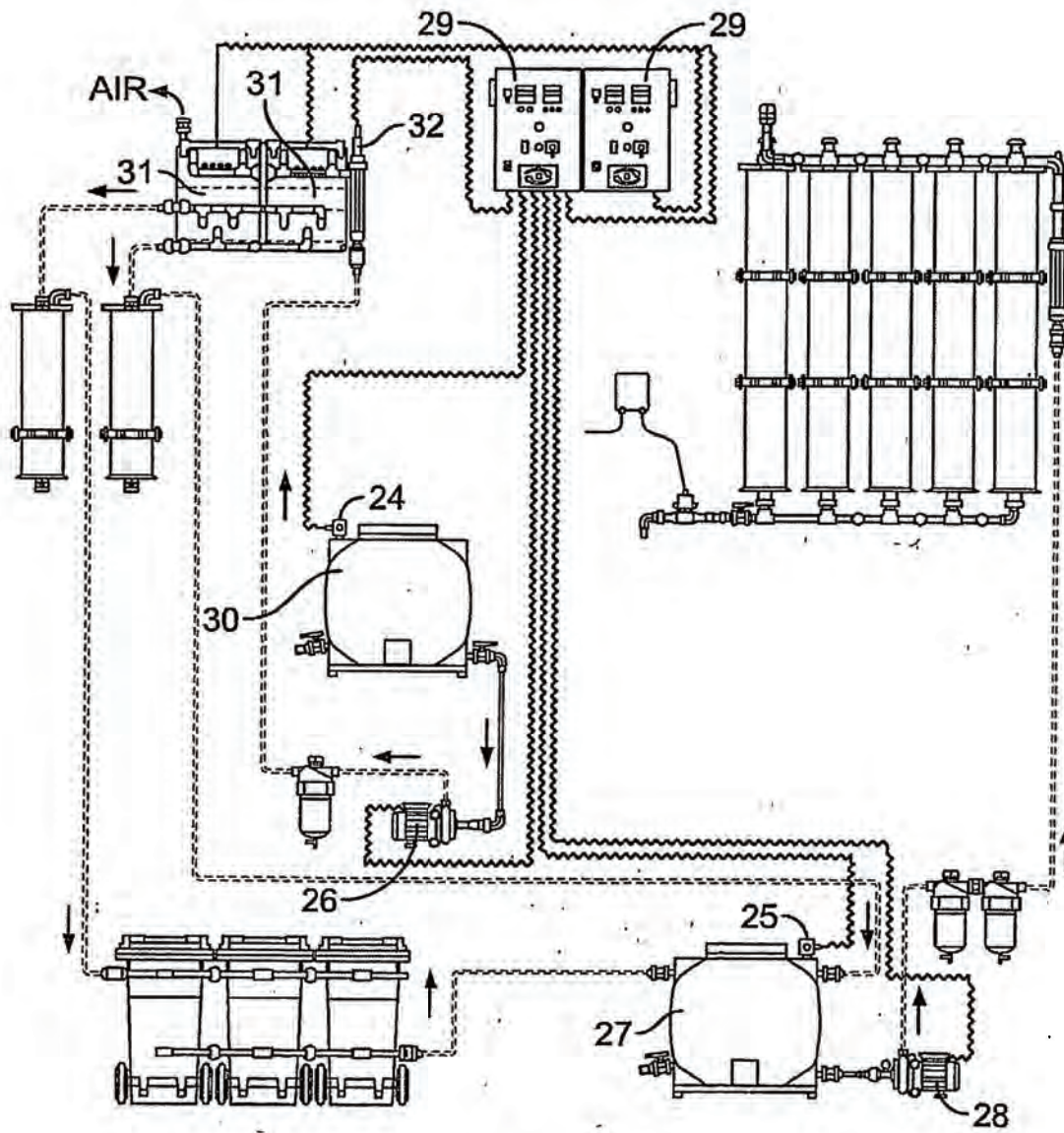


FIG. 14

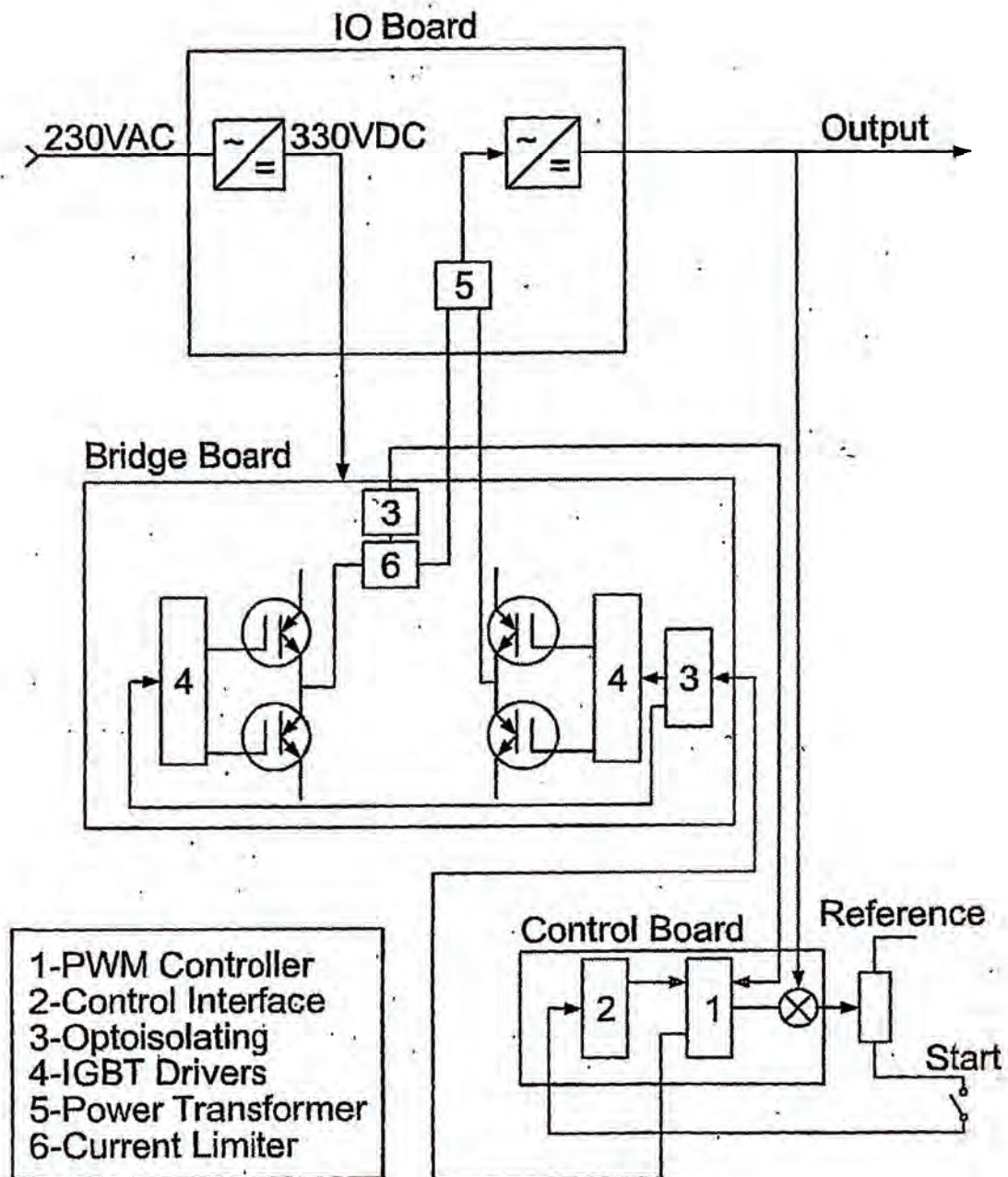


FIG. 15

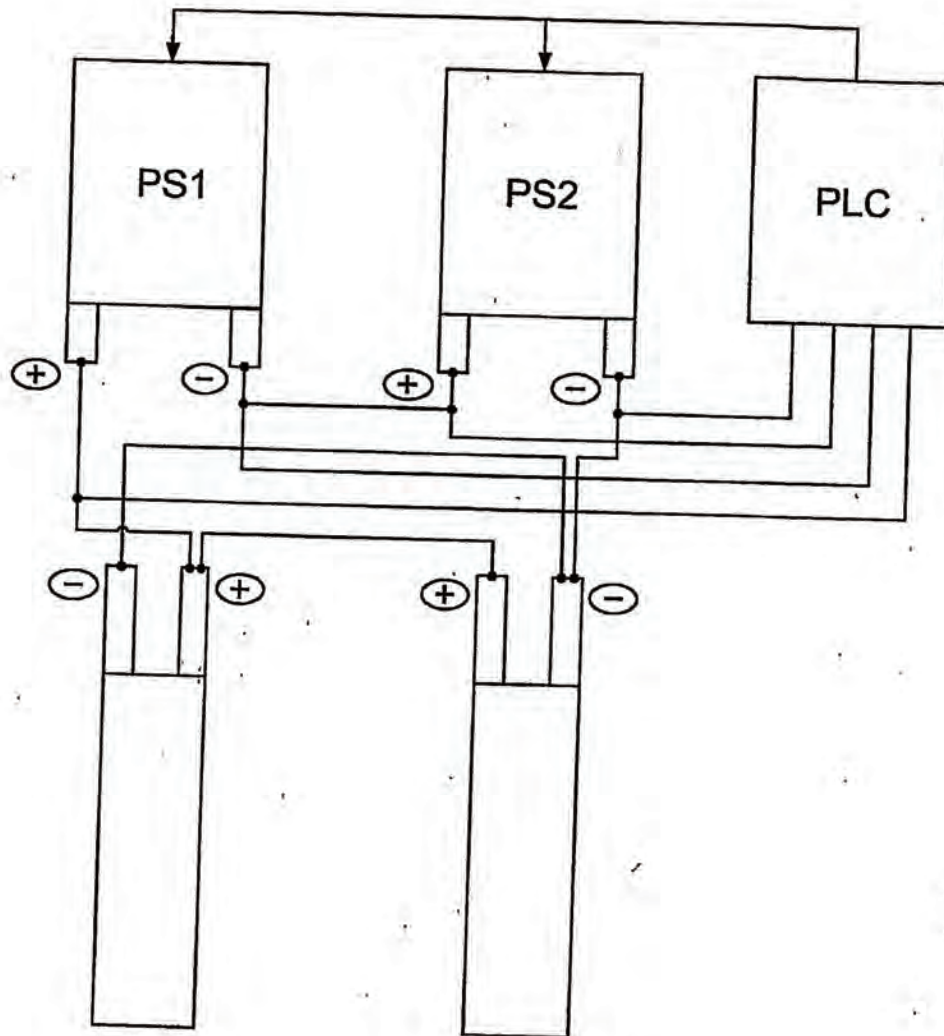


FIG. 16

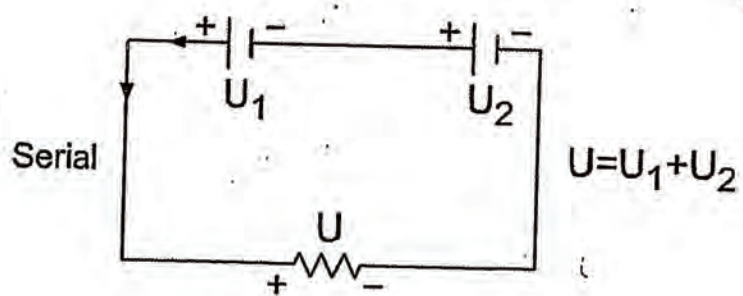
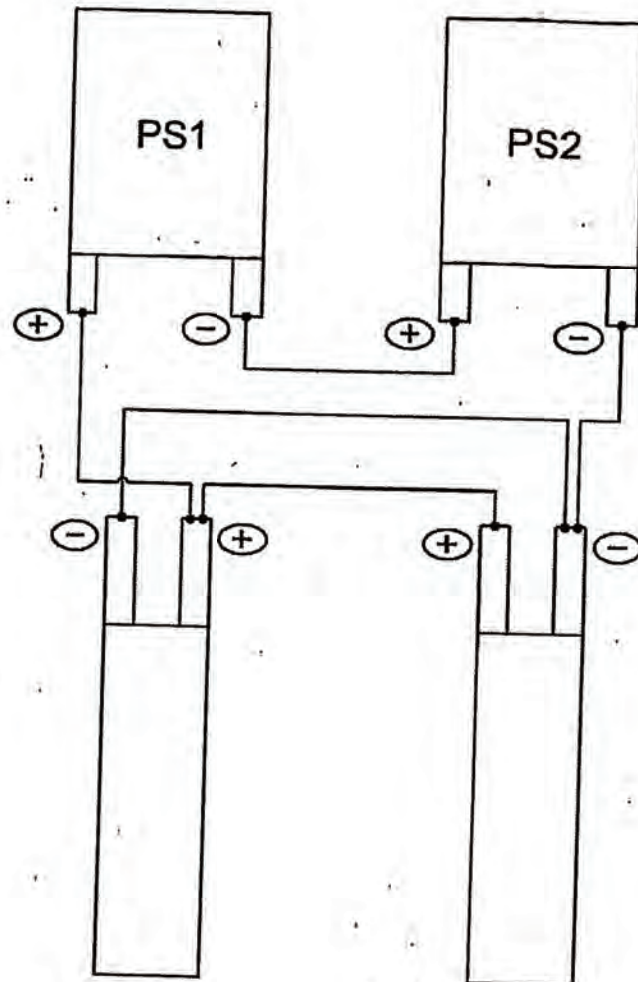


FIG. 17

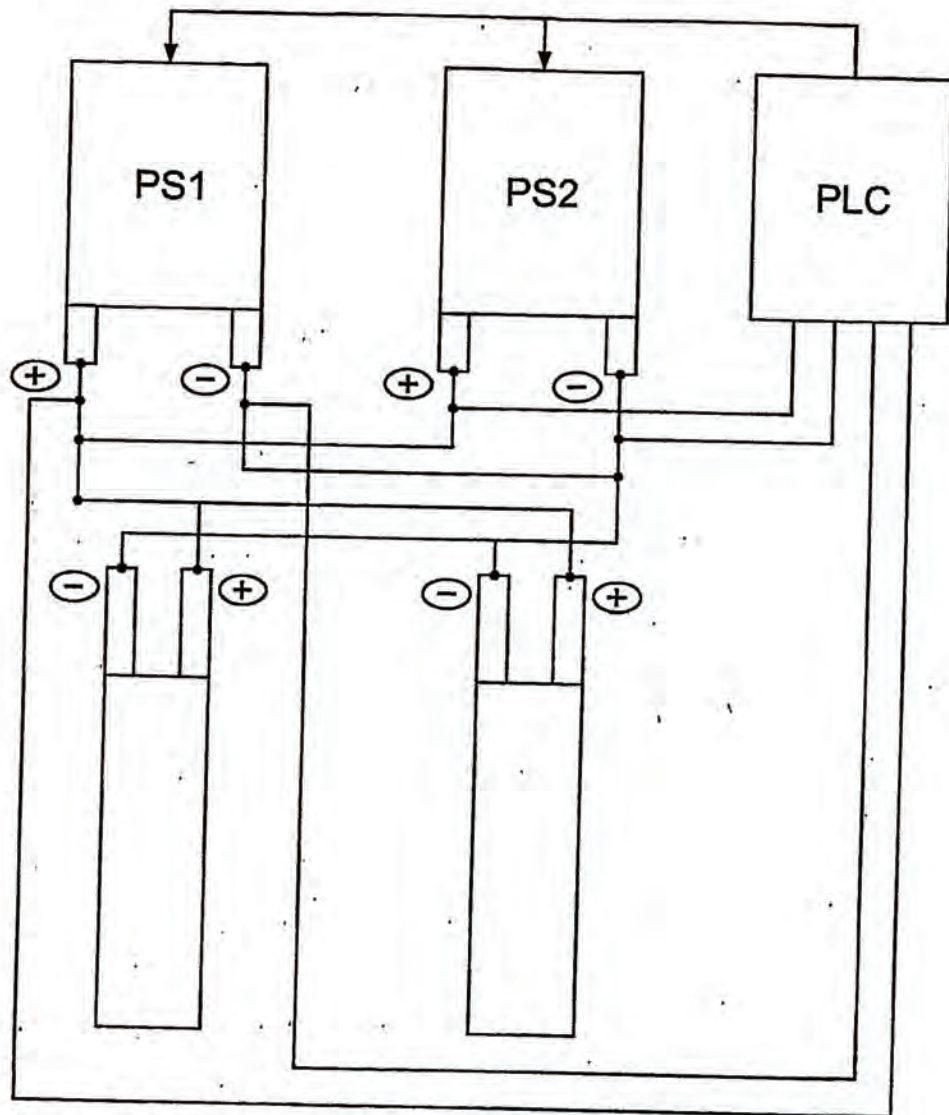


FIG. 18

21/34

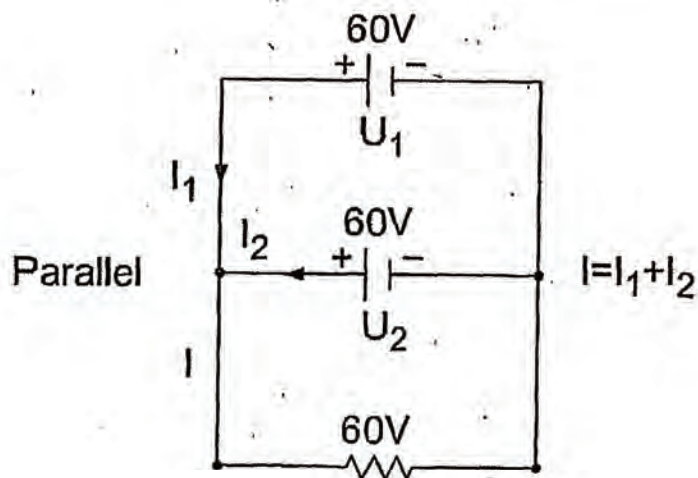
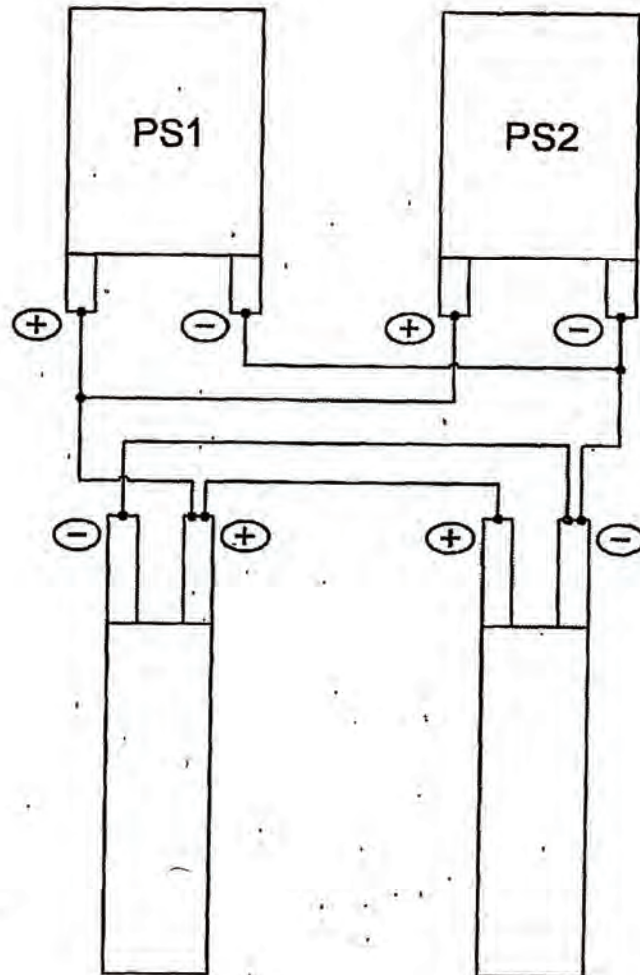


FIG. 19

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

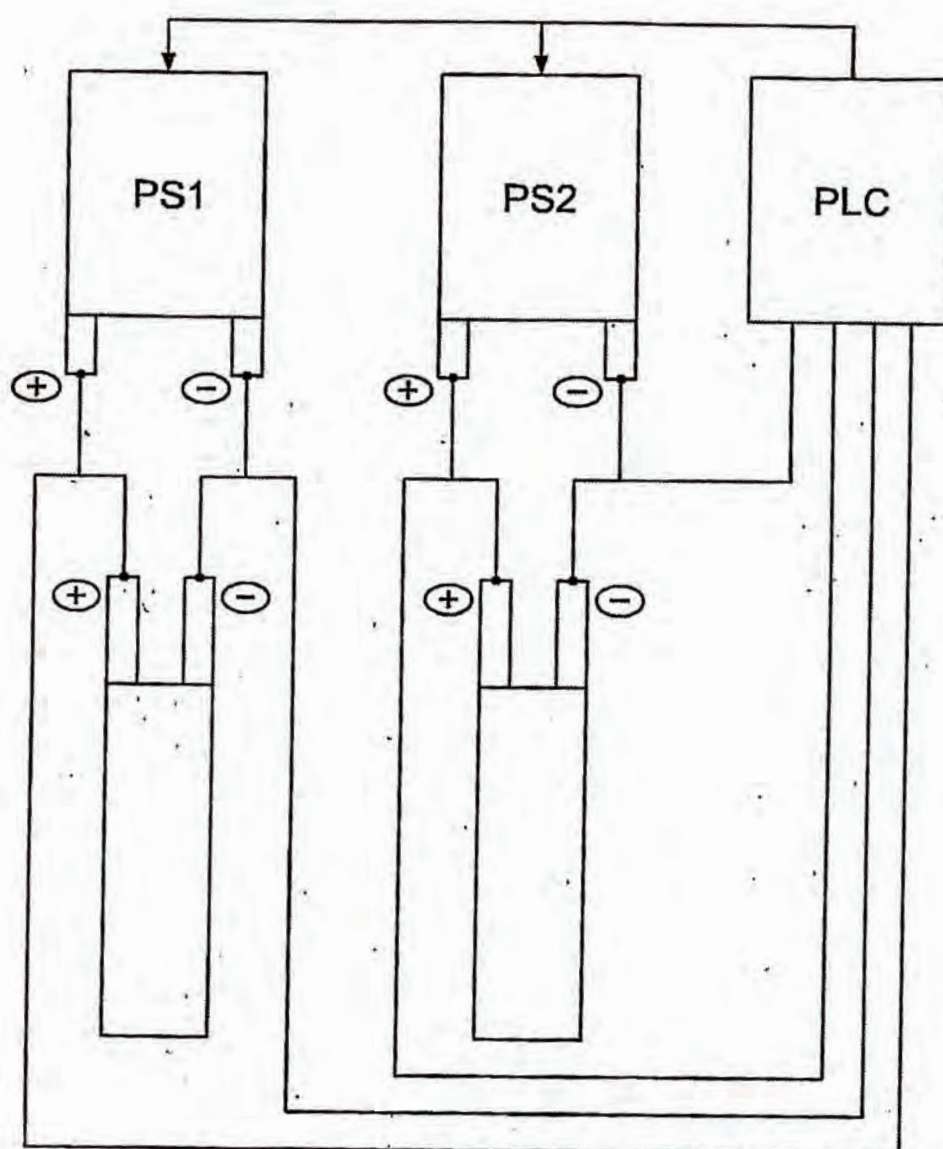


FIG. 20

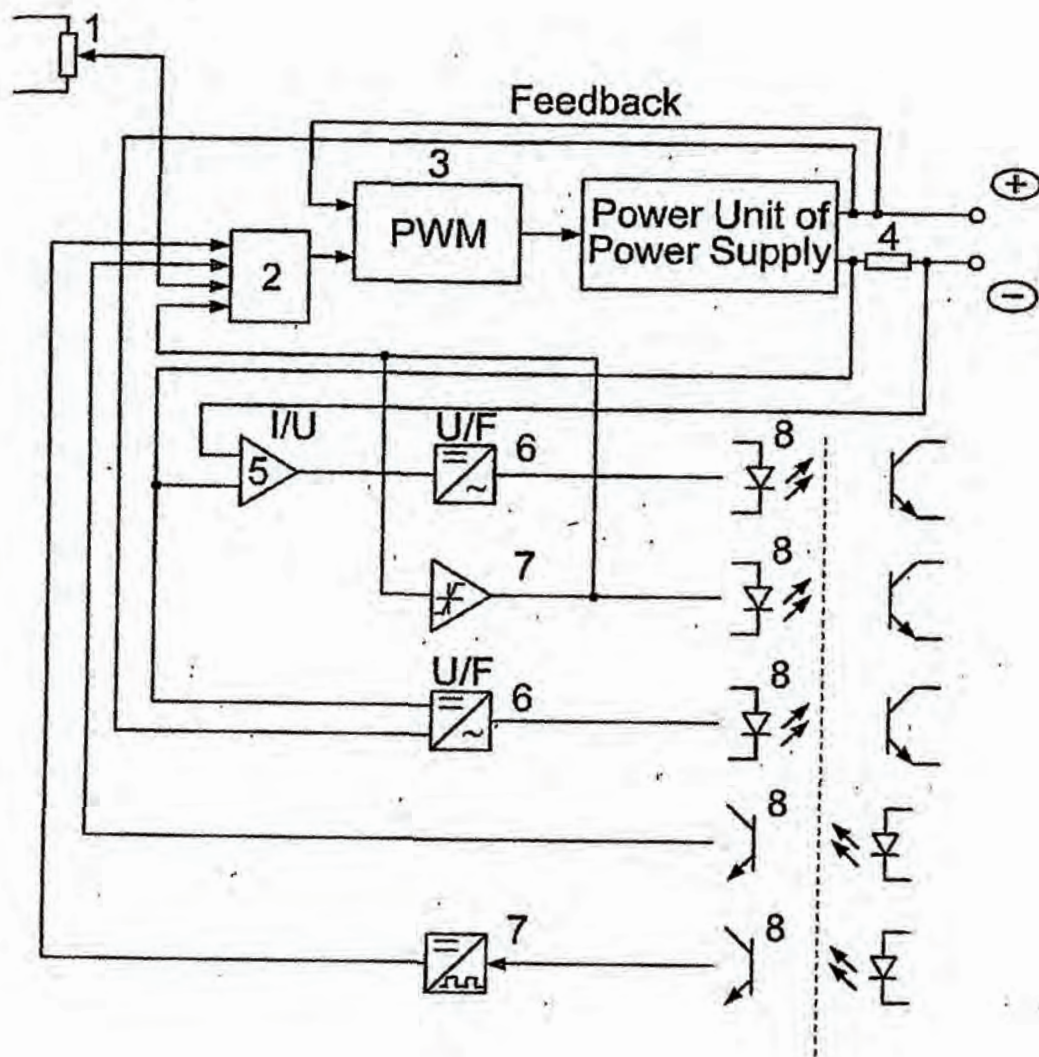


FIG. 21

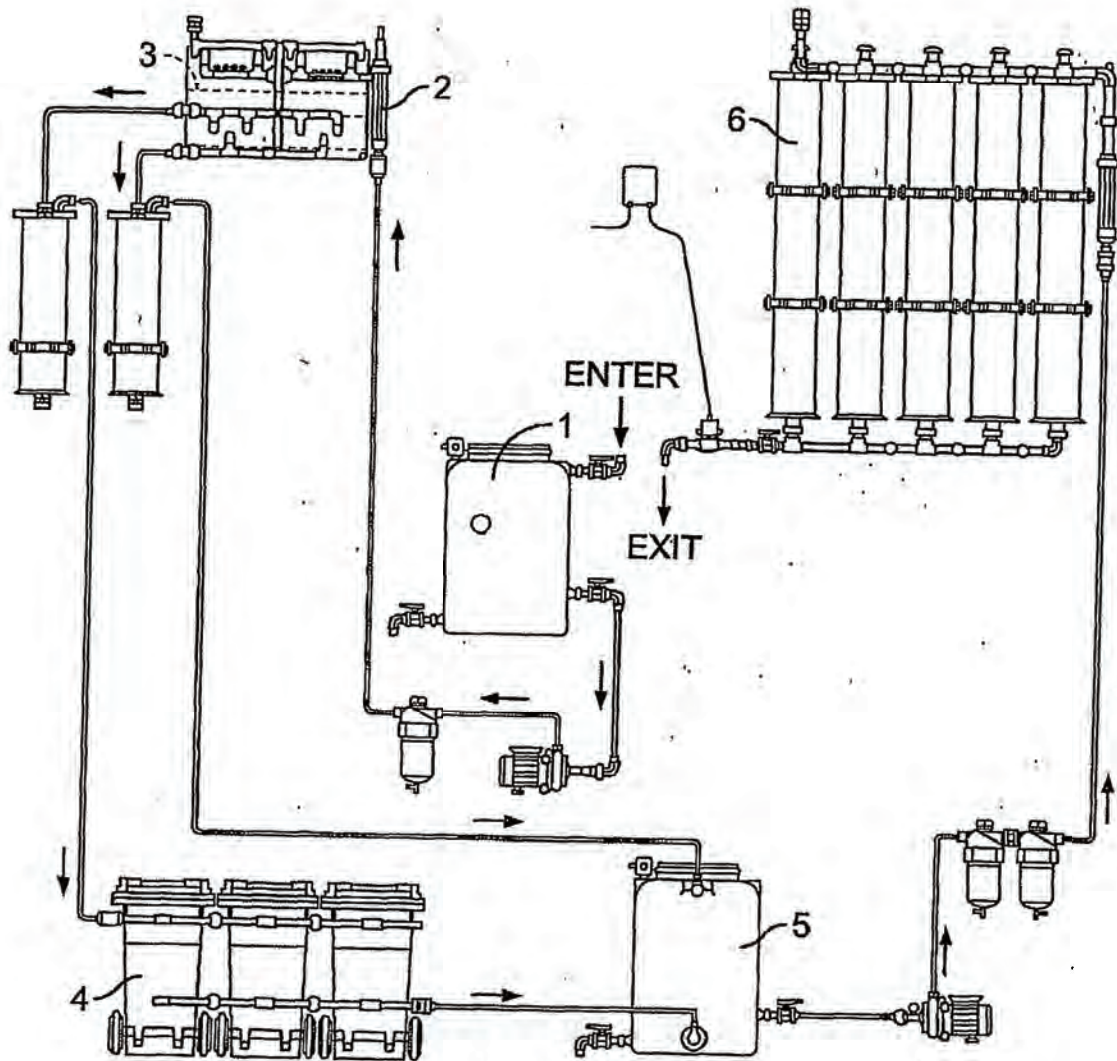


FIG. 22

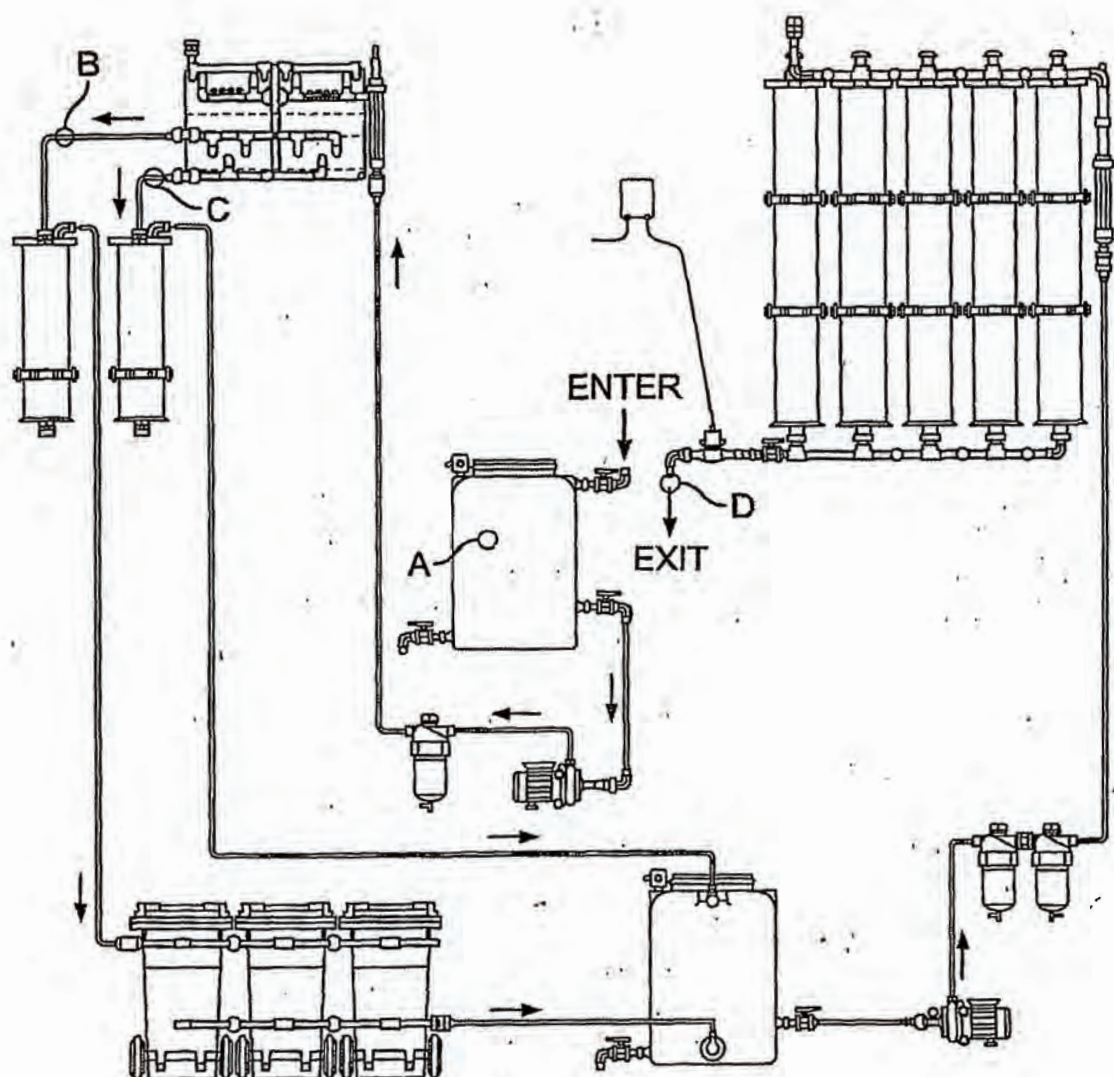


FIG. 23

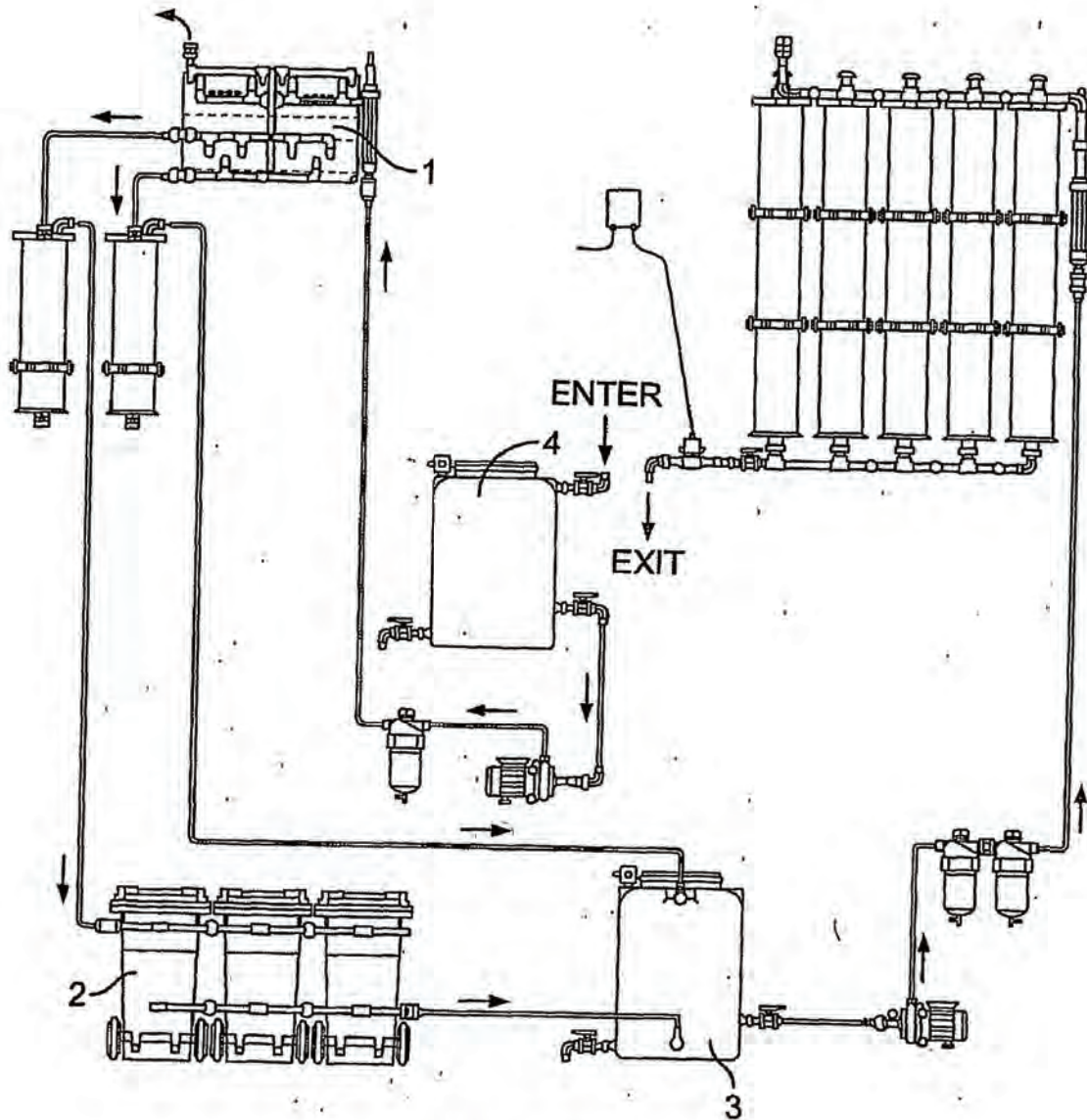


FIG. 24

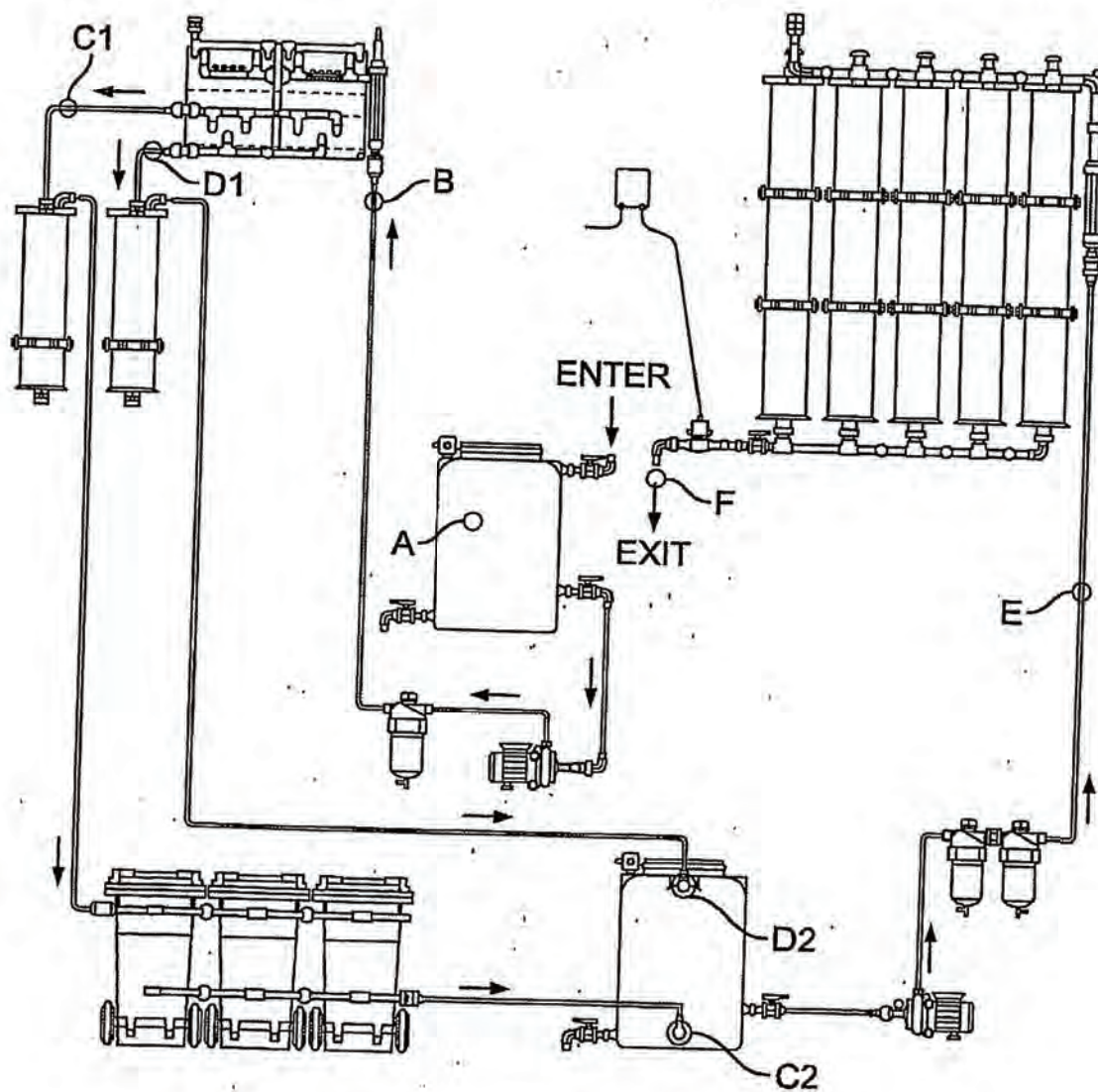


FIG. 25

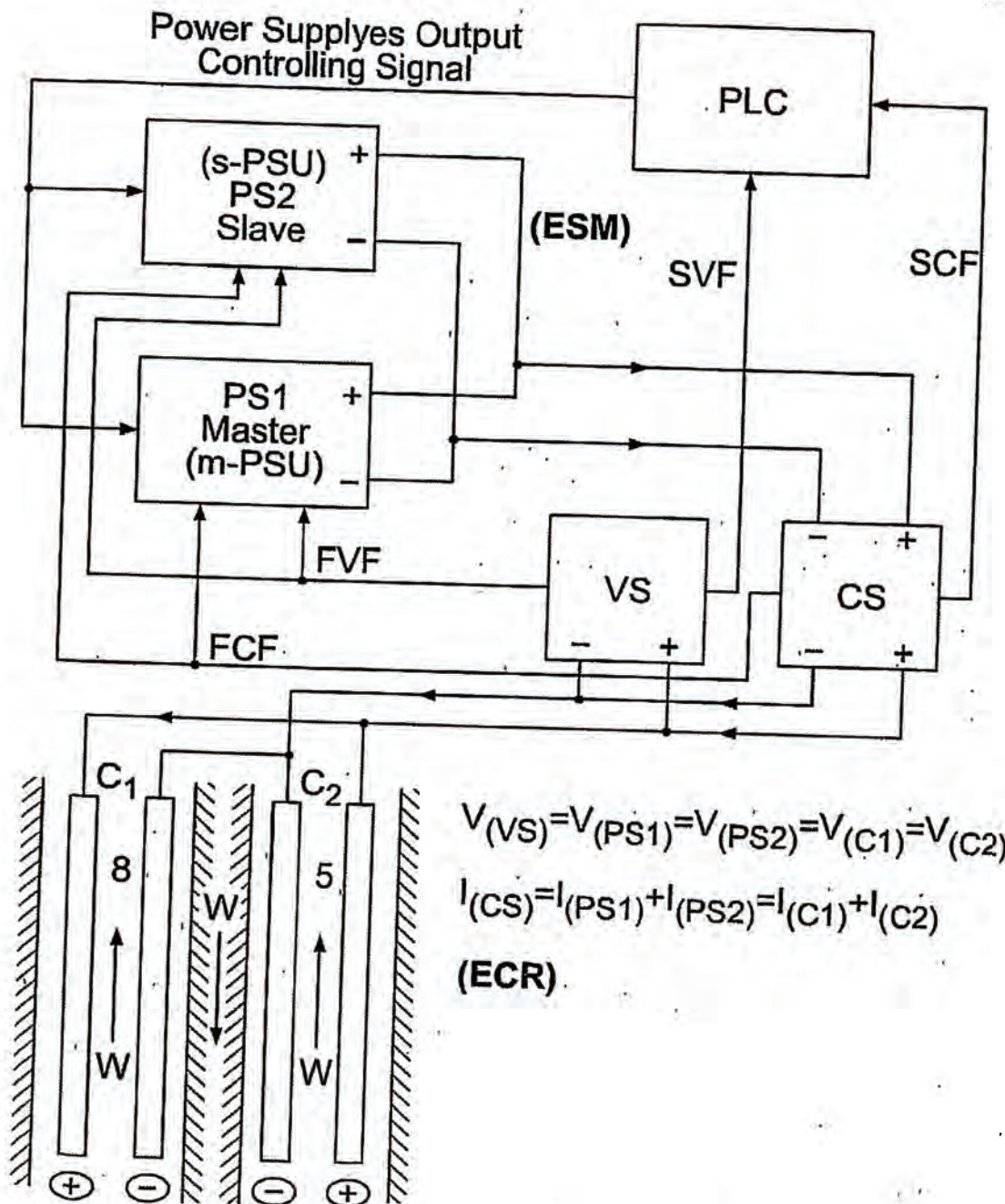


FIG. 27

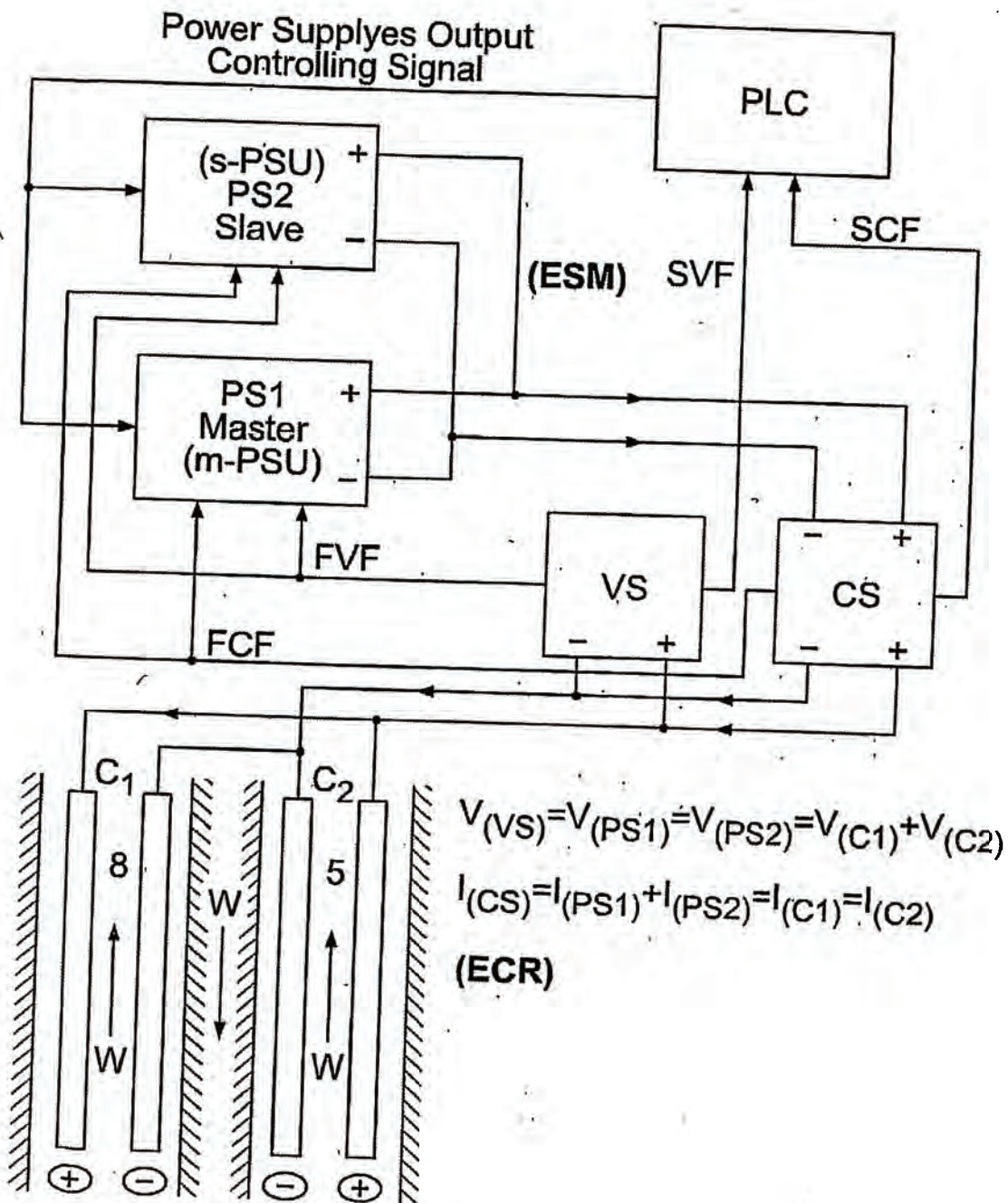


FIG. 28

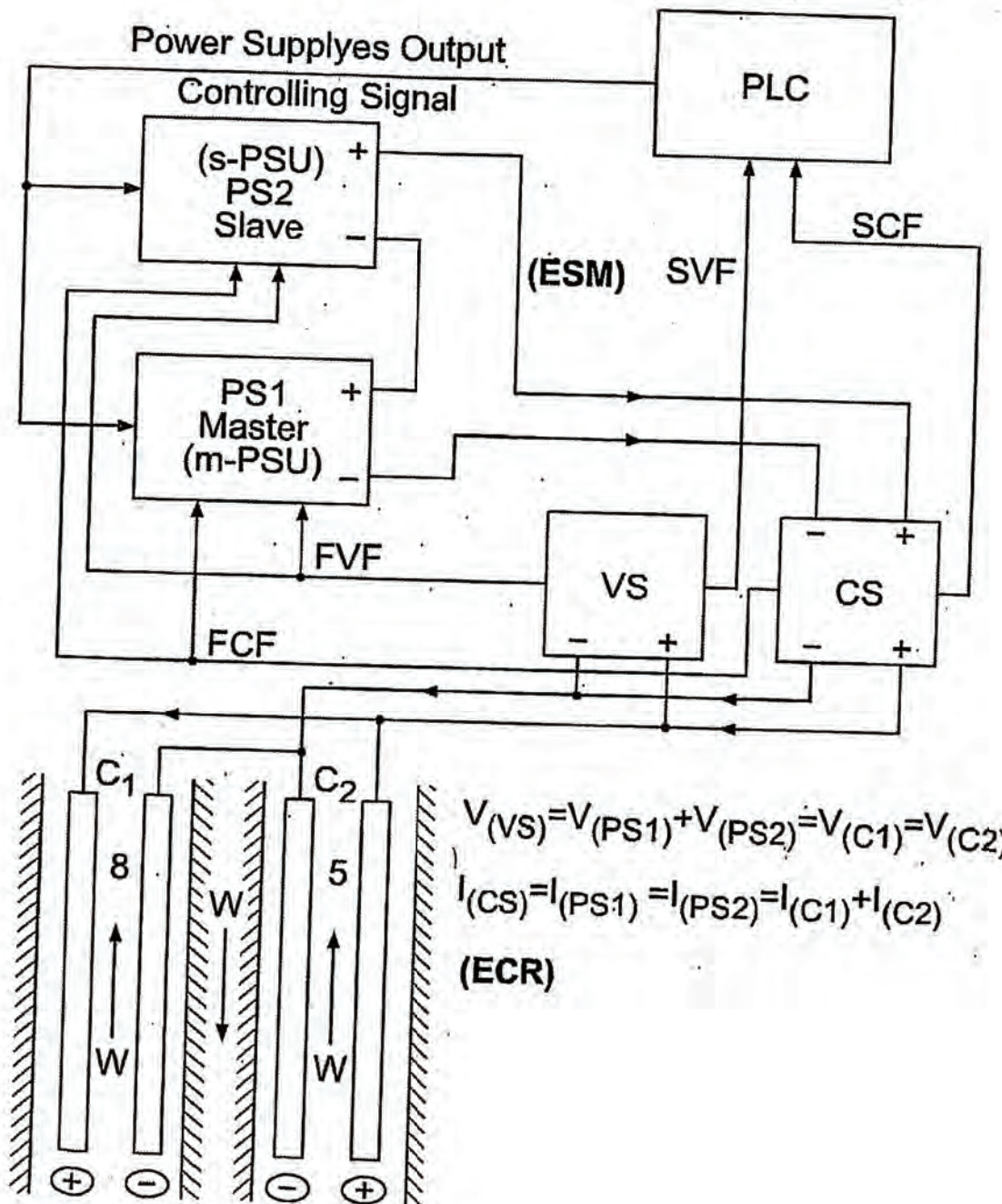


FIG. 29

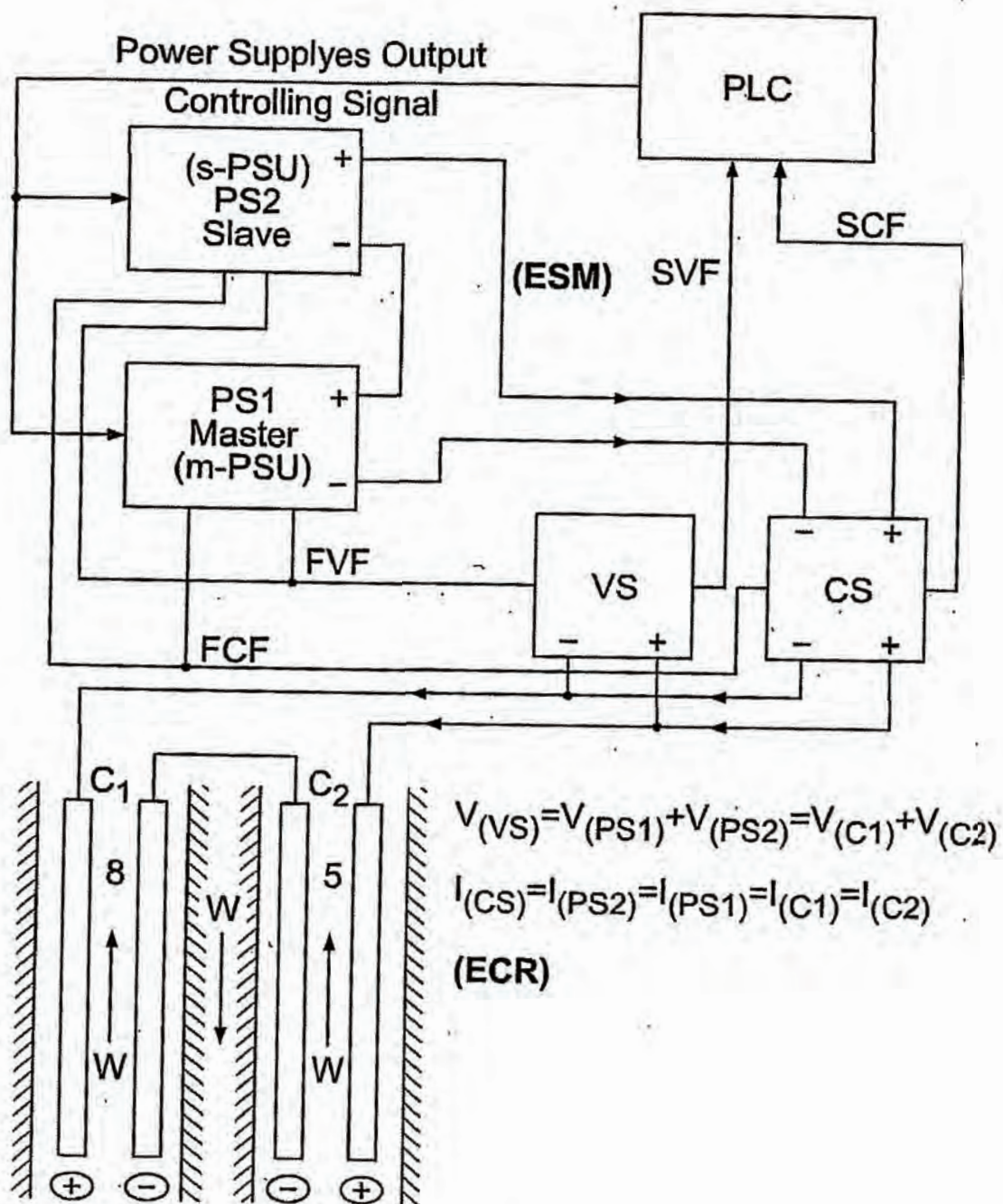


FIG. 30

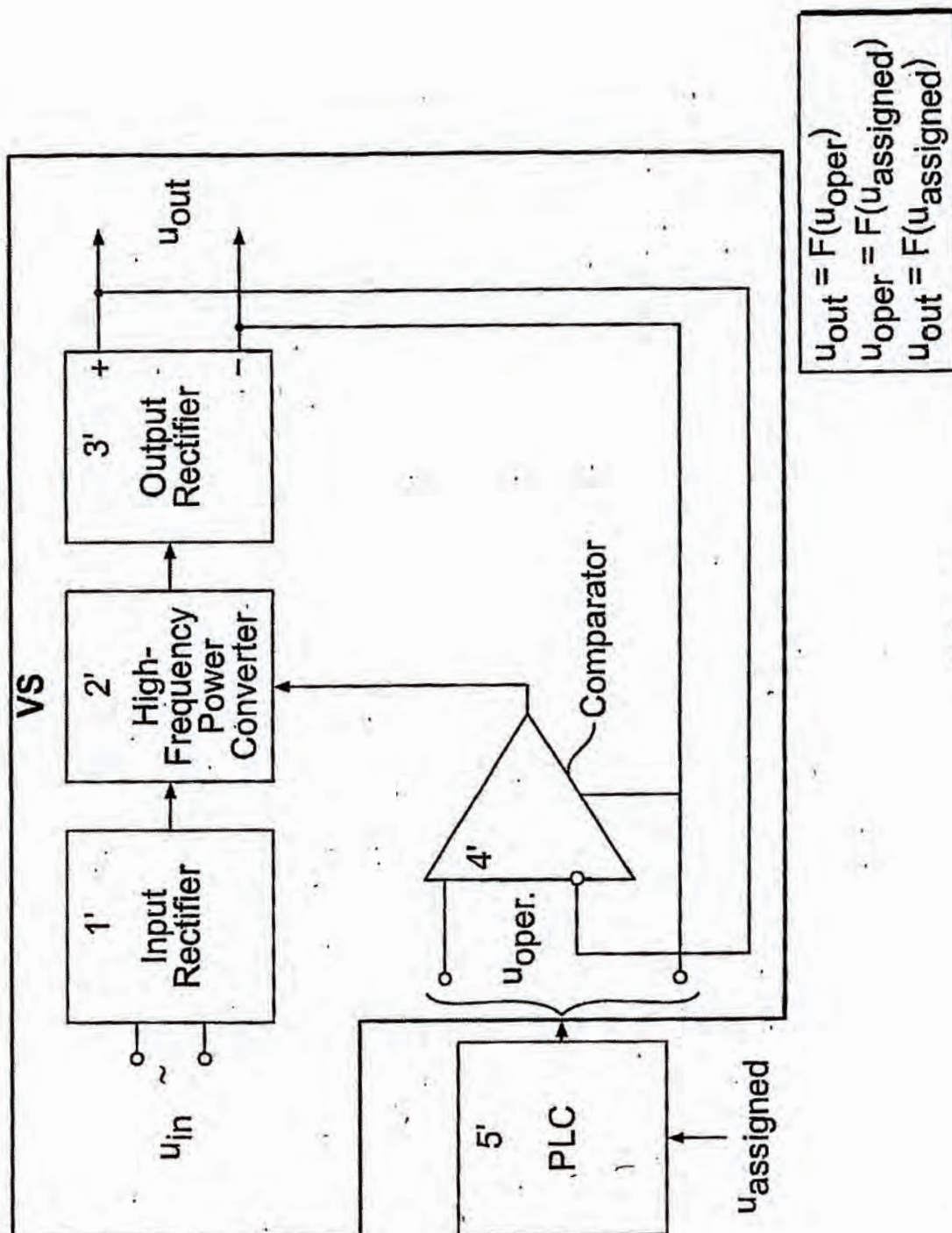


FIG. 31

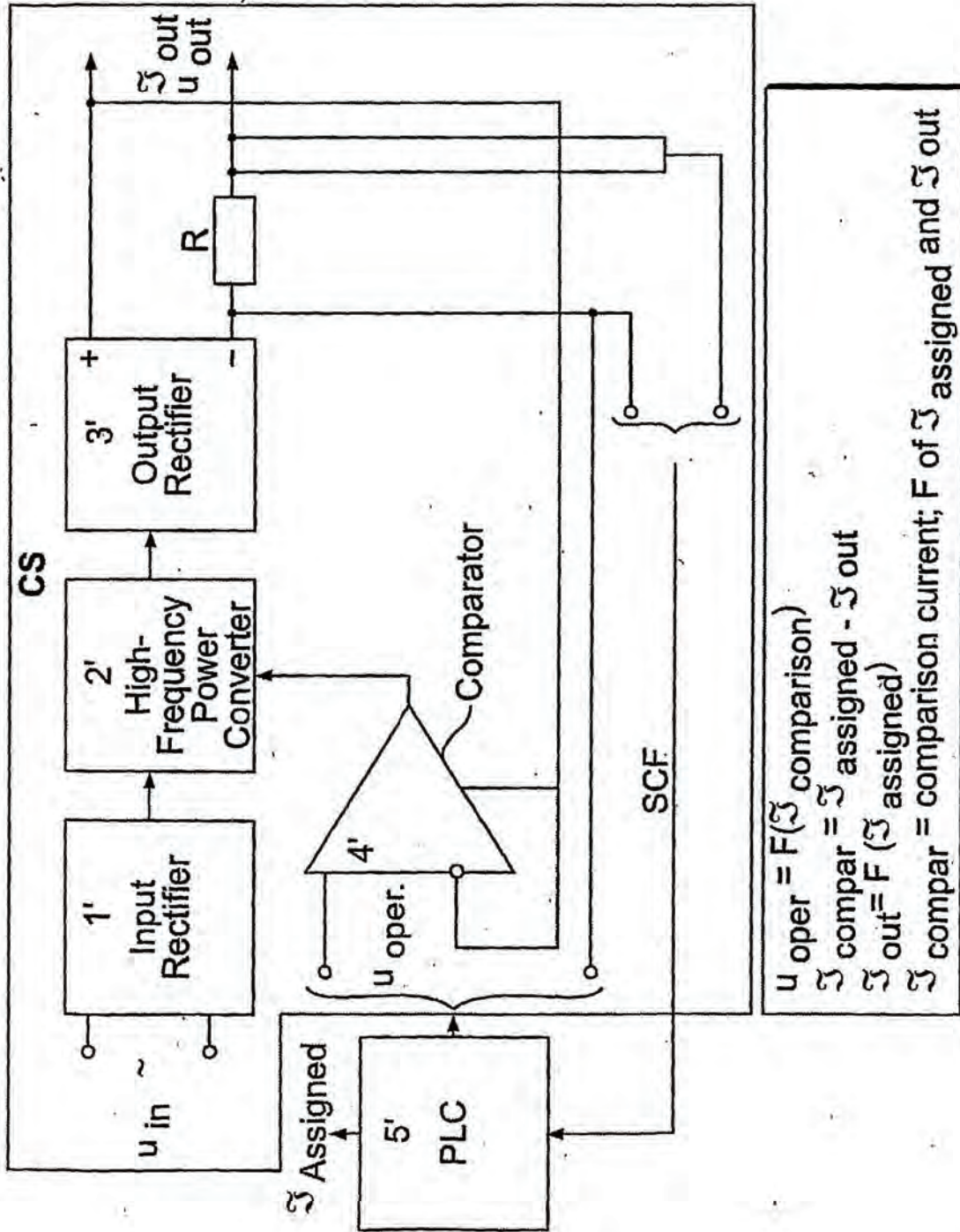


FIG. 32

Содержание

Подробное описание изобретения	5
Общее введение и общее описание	7
Структура, функции и работа	18
Примерная "фактическая" практика и приложения	42
Подробное описание того, как управление мощностью согласно настоящему изобретению синхронизирует источник питания с электрохимическим реактором W2W.	55
Гидравлика корпуса (корпуса) электрохимического реактора (ЭХР)	67