



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005119976/06, 25.11.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.11.2003

(30) Конвенционный приоритет:
25.11.2002 DE 10255064.6

(43) Дата публикации заявки: 20.01.2006

(45) Опубликовано: 20.06.2007 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO 01/44115 A, 21.06.2001. RU 2112289
C1, 27.05.1998. RU 2066493 C1, 10.09.1996. RU
2134458 C1, 10.08.1999. WO 92/03829 A,
05.03.1992. EP 0819649 A, 21.01.1998.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
27.06.2005

(86) Заявка РСТ:
EP 03/13242 (25.11.2003)

(87) Публикация РСТ:
WO 2004/049352 (10.06.2004)

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Г.Б. Егоровой, рег.№ 513

(72) Автор(ы):

РОЗЕНБЕРГЕР Штефан (DE),
ХЕССЕ Клаус (DE)

(73) Патентообладатель(и):

PVE НУКЕМ ГМБХ (DE)

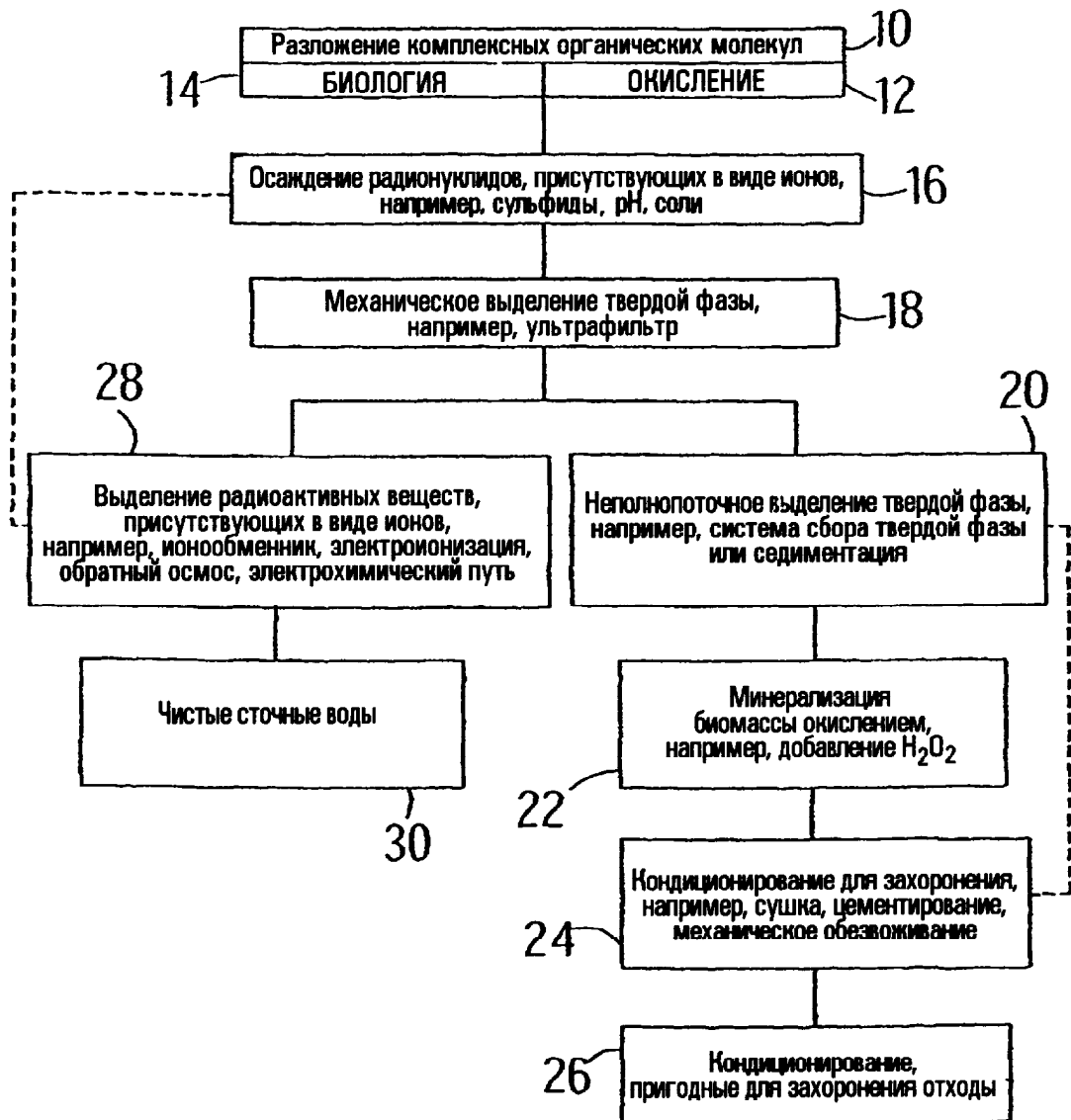
(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ РАДИОАКТИВНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу обработки радиоактивных сточных вод и вод, насыщенных твердой фазой. В первом реакторе долю органической фракции сокращают путем биологической аэробной обработки. Фильтрат/пермеат, отобранный с устройства тангенциальной фильтрации, либо непосредственно используют, либо подают в первый или следующий реактор. В устройстве неполнопоточной фильтрации твердая фаза

выделяется гравитационно в резервуаре, в нижней области она уплотняется, в следующей, проходящей над первой зоной, зоной седиментации или над ней через приемный канал подают сконцентрированные сточные воды, идущие от тангенциальной фильтрации, и выше или сбоку от зоны седиментации сточные воды отводят через отводной канал. Изобретение позволяет выбирать и технологически оптимизировать отдельные модули. 33 з.п. ф-лы, 5 ил.

МОДУЛИ ОБРАБОТКИ



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2005119976/06, 25.11.2003

(24) Effective date for property rights: 25.11.2003

(30) Priority:
25.11.2002 DE 10255064.6

(43) Application published: 20.01.2006

(45) Date of publication: 20.06.2007 Bull. 17

(85) Commencement of national phase: 27.06.2005

(86) PCT application:
EP 03/13242 (25.11.2003)(87) PCT publication:
WO 2004/049352 (10.06.2004)

Mail address:
129010, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. G.B. Egorovoj, reg.№ 513

(72) Inventor(s):
ROZENBERGER Shtefan (DE),
Khesse Klaus (DE)

(73) Proprietor(s):
RVE NUKEM GMBKh (DE)

(54) RADIOACTIVE EFFLUENTS TREATMENT METHOD

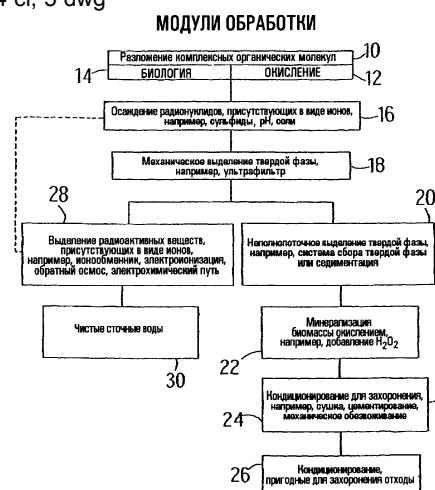
(57) Abstract:

FIELD: treatment of radioactive effluents and solid-phase saturated waters.

SUBSTANCE: some portion of organic fraction is reduced in first reactor by way of biological aerobic treatment. Filtrate/permeate taken from tangential filtering device is either directly used or supplied to first or next reactor. Solid phase is gravitationally extracted within tank of partial-flow filtering device and compacted in bottom region; concentrated effluents flowing from tangential filtering device are fed in next sedimentation region which is above first sedimentation region or above next one through intake channel; then effluents flowing above or from one side of sedimentation region are discharged through branch channel.

EFFECT: ability of selecting and technically optimizing separate modules.

34 cl, 5 dwg



ФИГ.1

Изобретение относится к способу обработки радиоактивных сточных вод.

Из документа WO 01/44115 A2 известен способ обработки радиоактивных сточных вод, в котором сточные воды, идущие из первого резервуара, подаются на стадию обработки тангенциальной фильтрацией, а также на идущую параллельно ей неполнопоточную
5 фильтрацию, а также при необходимости протекают через ионообменник, причем на неполнопоточную фильтрацию подается часть сточных вод, сконцентрированных путем тангенциальной фильтрации. При этом в резервуаре может происходить уменьшение объема путем добавления химических веществ, таких как сульфиды. В известном способе существует также возможность таким образом эксплуатировать установки
10 ультрафильтрации в комбинации с неполнопоточной фильтрацией с использованием микрофильтра, чтобы другие жидкие отходы, которые должны были кондиционироваться в дополнительном процессе, в основном больше не возникали.

Жидкие отходы, в частности, из атомных установок содержат суспендированные и растворенные вещества с радионуклидами, которые не должны попадать в окружающую
15 среду. Соответствующие жидкие отходы поступают, например, через воду, как, например, промывочные воды для компонентов, лабораторная вода, с очистки конденсата, дезактивации, вода отстойников, воды для очистки смол, очистные воды, сточные воды прачечных или им подобные. При этом согласно уровню техники существуют различные разработанные способы, с помощью которых жидкие отходы обрабатываются с
20 максимально возможным уменьшением объема, а образующийся таким образом осадок кондиционируется для захоронения.

Относительно большие объемы отходов обычно концентрируют с помощью больших выпарных аппаратов, часто также выпарных аппаратов, соединенных параллельно друг другу, до концентраций твердой фазы от 20% до 30%. Этот концентрат содержит как
25 растворенные, так и суспендированные вещества. Для кондиционирования этот концентрат, как правило, дополнительно сушат в специальных осушителях концентрата (блок соли или сухой порошок) или с использованием добавок (например, цемент или другие упрочнители) переводят в стабильные формы. Отделения нуклидов от смеси твердых веществ, которая часто содержит большую долю неактивных веществ (например,
30 солей), не происходит. Испарители часто поддерживаются или дополняются фильтрами смешанного действия (анионо- и катионообменные смолы для растворенных веществ), а также центрифугами (суспендированные вещества).

Воды из спецпрачечных или других зон с органическими компонентами могут предварительно биологически обрабатываться с помощью бактерий, и суспендированные
35 твердые вещества частично выделяют с помощью центрифуг.

В известных способах суспендированные вещества отделяют без предварительного концентрирования с помощью различных фильтров с разными размерами пор. Пригодными для применения фильтрами являются намывные фильтры (кизельгур), односторонние
40 фильтр-патроны, фильтр-патроны с обратной продувкой и установки тангенциальной фильтрации, например нанофильтрация или ультрафильтрация.

Растворенные вещества (ионы) выделяют обычно с помощью обратного осмоса, ионообменников или других сред.

Органические вещества, как масла, могут, например, быть выделены активированным углем.

Некоторые способы комбинируют выделение суспендированных веществ (с помощью
45 фильтров) и растворенных веществ (с помощью ионообменников), и для помощи выделению применяют вспомогательные коагулянты.

Чтобы уменьшить объем отходов, были разработаны другие способы, которые химико-термическим путем отделяют неактивные соли (например, бораты) от радионуклидов в
50 концентратах (например, рекуперация борной кислоты) и возвращают в цикл, или доходят до применения способов, в которых разрушаются отработанные ионообменники (например, пиролиз). Все эти известные способы имеют существенные недостатки.

Концентрирование радиоактивных и нерадиоактивных веществ (выпарные аппараты)

дает относительно высокий объем отходов по сравнению с фактическим объемом радиоактивных веществ и требует тем самым больших контейнеров для отходов, большего хранилища, дорогостоящего транспорта и повышенных затрат на захоронение. Разумеется, часто неактивные соли в готовых кондиционированных отходах образуют твердую

5 (растворимую) матрицу, которая блокирует радионуклиды и, тем самым, иммобилизует их в емкостях для захоронения.

10 Сточные воды из спецпрачечных, а также душей и умывальников очищают преимущественно с помощью фильтр-пальцев и частично ионообменников. В некоторых применениях содержимое резервуаров моечной воды осаждается также хлопьями при добавлении, например, ионообменников Rowex. Таким образом осаждаются относительно большие объемы отходов. Они могут быть минимизированы путем биологической

15 Однако односторонние фильтры и фильтры с обратной продувкой имеют, из-за размера пор, недостаточные скорости осаждения мелких коллоидных частиц. Кроме того, в известных случаях фильтры очень быстро засоряются из-за образования осадка на фильтре. Так, например, при фильтрации биологически обработанных смывных вод фильтры с размером пор 10 мкм забиваются в течение нескольких минут. В то же время через фильтр проходит более 50% твердых веществ, так как их размер составляет менее 20 10 мкм. В случае односторонних загрузок фильтров больших количеств достигают вторичные отходы. В год на одну атомную электростанцию требуются многие сотни расходуемых загрузок фильтров.

Установки тангенциальной фильтрации (нанофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос) в состоянии выделить твердые вещества, однако они имеют тот недостаток, что 25 будет произведен относительно высокий объем концентрата, который требуется еще кондиционировать. При объемах концентрата соответствующих установок тангенциальной фильтрации до нескольких сотен кубических метров в год на атомную станцию это создает значительные проблемы.

Известны также способы, которые комбинируют описанные ранее меры. К примеру, 30 обычно выпарными аппаратами обрабатываются потоки сточных вод, которые не могут быть очищены другими способами, а другие стоки очищают с помощью разных процессов фильтрации. Так, например, односторонние фильтры и фильтры с обратной продувкой комбинируют с ионообменниками. Для повышения эффективности фильтрации более мелких частиц добавляют вспомогательные коагулянты, как, например, полиакриламиды. 35 Из-за этого существует проблема, что наряду с частичными обычными вторичными отходами почти невозможна точная дозировка вспомогательных коагулянтов. Следствием является пропускание мелких частиц и/или вспомогательных коагулянтов через фильтр. Эти твердые вещества откладываются на поверхности последующих ионообменников и представляют собой барьер для эффективного ионного обмена. Ионообменники 40 вырабатываются раньше. Тем самым образуются дополнительные вторичные отходы.

Из документа DE 19521959 C2 известен способ подготовки радиоактивной моечной воды с атомно-технических установок, содержащей ПАВы и органические соединения. При этом моечные воды подвергаются в аэробных условиях микробному разложению способных к разложению компонентов. Затем полученные твердые вещества выделяют. Это может 45 проводиться в комбинированной установке декантатор/сепаратор.

В основе настоящего изобретения лежит задача, так усовершенствовать способ указанного ранее типа, чтобы стало возможным максимально полное отделение жидкости и других безвредных компонентов, как, например, неактивные соли, от радионуклидов, так, чтобы получение веществ, требующих утилизации, было сведено до минимума.

50 Согласно изобретению проблема в основном решена следующими стадиями процесса:

- подача сточных вод в первый резервуар,
- снижение доли органической фазы в сточных водах в первом резервуаре путем окисления или аэробной обработки,

- такая тангенциальная фильтрация содержащей твердую фазу воды, чтобы один из отобранных с тангенциальной фильтрации фильтрат/пермеат либо непосредственно использовался, либо подавался к первому или дальнейшему резервуару, а другие выделенные и/или удержанные тангенциальной фильтрацией твердые вещества

5 подавались на неполнопоточную фильтрацию во второй резервуар, в котором твердые вещества осаждаются гравитационно, и

- повторная подача сточных вод, взятых из второго резервуара и частично очищенных от твердой фазы, на тангенциальную фильтрацию.

10 При этом за тангенциальной фильтрацией при необходимости идет ионообменник или стадия электродеионизации, чтобы собранные там ионные радионуклиды снова подать на первый резервуар или на резервуар или реактор.

В частности, предусмотрено, чтобы твердая фаза, обогащенная радионуклидами, осаждалась в неполнопоточной фильтрации гравитационно.

15 Неполнопоточная фильтрация проводится во втором резервуаре, в котором твердая фаза осаждается гравитационно в нижней первой зоне, в следующей, проходящей над первой, второй зоне концентрированные сточные воды, полученные с тангенциальной фильтрации, втекают через приемный канал и выше второй зоны вытекают через сливной канал в третьей зоне или за третьей зоной. При этом вертикальная скорость и форма резервуара между приемным каналом и сливным каналом устанавливаются так, чтобы

20 была возможной седиментация и частично агломерация частиц. В частности, вертикальная скорость V составляет от примерно 0,1 см/мин до примерно 5,5 см/мин, в частности примерно 2 см/мин.

Твердые вещества, отобранные из первой зоны второго резервуара в виде жидкого шлама, затем при выделении бактериями окисляются H_2O_2 и при необходимости

25 обезвоживаются, а затем сушатся. Добавлением H_2O_2 жидкий шлам минерализуется перед сушкой, и именно тогда, когда в реакторе происходит аэробное разложение органических веществ, и образуется обогащенная радионуклидами биомасса, которая была выделена путем тангенциальной фильтрации.

Между первой зоной и приемным каналом сформирована стадия седиментации, которая

30 может являться второй зоной. Область между приемным каналом и сливным каналом выполнена как вихревая зона и может представлять собой третью зону или ее участок.

Далее, изобретение предусматривает, что сконцентрированные сточные воды с неполнопоточной фильтрации подавались через идущий параллельно тангенциальной

35 фильтрации и имеющий при необходимости транспортирующее устройство обходной канал, в котором часть сконцентрированных сточных вод течет назад непосредственно на тангенциальную фильтрацию.

Согласно изобретению предлагается модульный способ, который может быть рассчитан на соответствующие задачи очистки в их совокупности путем использования всех модулей или избранных, разумно скомбинированных, отдельных модулей. При этом один из

40 модулей является реактором, в котором происходит уменьшение объема обрабатываемых сточных вод, а именно, либо путем так называемого холодного окисления, например, озоном или другим подходящим средством окисления, а также осаждением или биологическим разложением. Дальнейший модуль может быть ионизированием фильтрата/пермеата, выходящего с тангенциальной фильтрации, все еще содержащего

45 радионуклиды, так как доктрина изобретения стремится принципиально к тому, чтобы получить полностью очищенный и пригодный для непосредственного использования фильтрат или пермеат через первый и второй модуль и при необходимости через каскадирование модулей или по меньшей мере одного из модулей.

Согласно изобретению предлагается последовательная комбинация биологических,

50 химических и физических эффектов, благодаря чему модульность делает возможным ясное целенаправленное технологическое решение для почти всех жидких радиоактивных отходов.

Существенным преимуществом модульного способа является технологическая

приспособляемость отдельных модулей без влияния на другие. Это достигается путем концентрации на технологических частных задачах (например, отделение суспендированных частиц) для отдельных модулей. Объединение нескольких технологических задач (например, отделение суспендированных веществ и растворенных веществ) в одном модуле осознанно избегается.

В частности, путем усовершенствования известной из документа WO 01/44115 неполнопоточной фильтрации из контура установки тангенциальной фильтрации становится возможным технико-экономическое объединение отдельных биологических, химических и физических модулей, и становятся возможными многие преимущества, которые еще будут прокомментированы.

Отдельные модули, которые должны быть комбинированы последовательно, и их функции будут объяснены чисто схематично посредством фиг.1.

В первом модуле 10 проводится расщепление или разложение органических компонентов радиоактивной жидкости, причем альтернативно может проходить окисление 12 или биологическая обработка 14. Так, например, в случае концентратов выпарного аппарата проводится озонирование или другие методы холодного окисления, или биологическая обработка в случае прочих сточных вод, как, например, дезактивирующих жидкостей или моечной воды из спецпрачечных. Соответствующая обработка сточных вод происходит при этом в приемном резервуаре, который будет обозначен так же как реактор. Согласно способу в первом модуле 10, соответственно 12 или 14, достигается уменьшение объема твердой фазы в сточных водах, и органическую массу, так как она могла бы гнить и бродить в емкостях захоронения, удаляют. Разложением органических компонентов или сложных молекулярных цепей подготавливается лучшее выделение радионуклидов в следующих модулях, в частности, на механической стадии и, при необходимости, на следующей за ней стадии ионного осаждения.

Также при биологической обработке радионуклиды, присутствующие в растворенном виде, путем биосорбции связывают с биомассой и переводят в способную к осаждению форму.

В случае, когда органические компоненты разрушают окислением, осаждение радионуклидов, присутствующих в виде ионов, возможно при добавлении соответствующих химикатов, таких как сульфиды и/или неактивные соли металлов, для повышения концентрации специфических нуклидов (например, кобальта) и/или при смещении pH (например, с pH 8 до pH 9). Если стадия аэробной биологической обработки предусмотрена как модуль 14, этот этап, который на фиг.1 обозначен номером 16, при необходимости не проводят, так как в предварительной биологической обработке описанными подходящими технологическими режимами биореактора преобладающая часть растворенной радиоактивности поглощается посредством биосорбции в бактериальную матрицу и, тем самым, может быть выделена в следующих модулях.

В случае окисления идущие последовательно друг за другом этапы процесса 12 и 16 могут также быть объединены настолько, что они проводятся в одном и том же реакторе. Так что окисление и осаждение должны рассматриваться как один модуль. Альтернативно существует также возможность, что осаждение происходит вне реактора, а именно при продвижении сточных вод к следующим модулям, которые будут пояснены далее.

Чтобы увеличить скорость преобразования/сорбции радиоактивных ионов при аэробной биосорбции, может применяться ультразвук.

В следующем модуле 18 происходит механическое выделение твердых веществ из суспензии, а именно, предпочтительным образом, посредством установки тангенциальной фильтрации. При этом качество выделения определяется размером пор фильтра, причем предпочтительно применяется ультрафильтр. При этом размер пор должен составлять примерно 0,03 мкм, так чтобы пропустить растворенные вещества, а твердые, в частности, бактерии, которые связывают радиоактивные вещества, задержать.

Твердые вещества, выделенные или удержанные на стадии тангенциальной фильтрации или модуля 18, обрабатываются затем посредством выделения в неполном

потоке 20, причем по существу выделение для определенных сточных вод может проводиться с помощью микрофилтра, как это было описано в документе WO 01/44115, на публикацию которого сделана отдельная ссылка, или же, предпочтительнее, путем фракционированной седиментации.

5 Поскольку подготовка сточных вод к механическому выделению осуществляется предварительной обработкой в биореакторе, проводится соответствующее захоронению кондиционирование выделенных неполнопоточной фильтрацией твердых веществ путем холодного окисления, например, с помощью H_2O_2 для разрушения массы бактерий и соответствующая захоронению минерализация концентрата. Соответствующие стадии

10 процесса осуществляются также тогда, когда требуется разложение прочих выделенных органических компонентов (например, масел, жиров, волос и т.д.). Минерализованную суспензию сушат для складирования.

Если предварительная обработка проводилась окислением, то твердые вещества, выделенные неполнопоточной фильтрацией потока, подаются непосредственно на идущую

15 далее сушку, чтобы установить пригодную для захоронения остаточную влажность.

Альтернативно сушке возможно механическое обезвоживание до допустимой остаточной влажности или до отверждения (например, цементирование). Соответствующие этапы способа и их последовательность обозначены на фиг.1 номерами 22 и 24. В результате получают кондиционированные, пригодные для захоронения отходы, которые

20 состоят в основном из радионуклидов и минеральных веществ (номер 26). Гниль и брожение предотвращаются, так как в отходах не содержится никаких органических веществ.

Поскольку фильтрат/пермеат, отобранный с тангенциальной фильтрации, предпочтительно ультрафильтрации, все еще может быть радиоактивным, подходящими

25 способами, как ионообменники, электродеионизация, электролитическое выделение, обратный осмос или нанофильтрация (этап процесса 28), возможно выделение радиоактивных веществ, присутствующих затем почти на 100% в виде ионов. Осажденные в этом процессе концентраты, обогащенные ионами, могут при необходимости снова быть возвращены на модуль 10 или на стадию осаждения 16, в соответствии с уже сделанным

30 разъяснением.

Если проводится биологическая обработка сточных вод, то пермеат с радионуклидами подается прямо в реактор. Альтернативно пермеат может подаваться также на дальнейший реактор, такой как биореактор. Независимо от этого при переправке в тот же или другой биореактор могут быть добавлены дополнительные, например, моющие или другие

35 вещества, которые захватывают радиоактивные ионы и затем служат бактериям пищей или для колонизации. При разложении этих веществ радионуклиды поглощаются или захватываются бактериями и могут выделяться механически путем тангенциальной фильтрации. Таким каскадом осаждение/рецикл можно достичь высоких скоростей осаждения без дополнительных компонентов.

40 Жидкость, выходящая из ионообменника, установки электродеионизации и т.д., в нормальном случае не содержит радионуклидов до технического предела обнаружения, например 2,5 Бк/л для CO_{60} , и может поэтому возвращаться как промышленные сточные воды.

Способ согласно изобретению или образ действий согласно изобретению имеют

45 следующие существенные преимущества. Происходит устранение всех органических компонентов, которые затрудняют или предотвращают механическую фильтрацию и могли бы присоединяться к объемам для захоронения или микробиологическому разложению в емкостях для захоронения (инертизация). Способ, то есть произведенная комбинация отдельных этапов способа, позволяет провести разделение радионуклидов или других

50 неорганических веществ, а также минимизирующее объем, пригодное для захоронения кондиционирование концентратов выпарного аппарата, для которых до настоящего времени не было известно методов обработки. Удержания неактивных солей в системе, что повышает объемы захоронения, не происходит. Образуется минимальный объем отходов

для захоронения, так как способ согласно изобретению в основном рассчитан на выделение металлов (радионуклидов). Изобретение отличается модульной системой, которая, в зависимости от постановки задачи, может быть составлена или дополнена как целое или как отдельные модули. Их можно технологически оптимально подобрать для

5 соответствующей задачи путем ясного распределения задач отдельных функциональных блоков, без того, чтобы отрицательно влиять на другие задачи. Способ или комбинирование этапов способа может применяться, приведем только несколько примеров, как для производственных сточных вод, так и для шлама или воды из оборотных сооружений атомных установок. Если требуется, неактивные соли могут быть возвращены,

10 при необходимости также, например, рециркулированы как ценные вещества. Так, например, борная кислота как неактивная среда извлекается из жидкой фазы известным способом.

Способ согласно изобретению, в отношении дополненного модуля для механического выделения тангенциальной фильтрацией и неполнопоточной фильтрацией согласно

15 этапам способа 18 и 20 фиг.1, подробнее объясняется фигурами со 2 по 4.

Суспензия, содержащая, например, от 0,1 до 1 об.% твердой фазы со стадии аэробной биологической очистки моечной воды, частично осаждается в течение нескольких часов. Однако остается еще высокая доля мелкой фракции, которая не осаждается и через много дней. Эта высокая доля коллоидов препятствует достаточному выделению твердых

20 веществ/радионуклидов и, тем самым, очистке жидкости в одном еще приемлемо большом резервуаре седиментации. Согласно уровню техники выделение твердой фазы обычно производится посредством центрифуги с применением повышенных центробежных сил, причем, например, возникает нормальное ускорение от 30000 м/с^2 до 60000 м/с^2 . Хотя при этом могут быть получены высокие скорости осаждения, установлено, что особенно

25 мелкие твердые частицы (скорость осаждения зависит от размера и плотности твердой фазы) проходят сквозь центрифугу. Высокие тангенциальные напряжения и силы вызывают также расслаивание в мелких, плохо выделяемых частицах или разрушение оболочек бактерий и, следовательно, новое высвобождение ионных радионуклидов, поглощенных или захваченных бактериями путем биосорбции. Тем самым в случае радиоактивных

30 сточных вод в известных случаях недопустимо высокая радиоактивность выводится или это предотвращается тем, что высокорadioактивная вода может быть обработана таким образом.

Путем применяющейся согласно изобретению тангенциальной фильтрации 18 концентрации соответствующих суспензий после аэробной обработки, например, с

35 содержанием твердой фазы от 0,1 до 1 об.% могут быть повышены до более высоких концентраций, например 4 об.% твердой фазы. С помощью механизмов коагуляции, как, например, сил ван дер Ваальса, броуновского движения молекул, электростатического притяжения и/или химической связи, мелкие коллоидные частицы коагулируют до больших агломератов. Затем неполный поток, например 20% от производительности установки

40 тангенциальной фильтрации, отводится из главного циркуляционного потока установки тангенциальной фильтрации на неполнопоточную фильтрацию, при низком тангенциальном напряжении очищает жидкость и твердую фазу и после частичного выделения твердой фазы седиментацией снова подается на первый. Это также чисто схематически показано на фиг.2.

45 Так, трубопровод 32, выходящий из непоказанного реактора, в котором может проводиться предварительная биологическая подготовка сточных вод или холодное окисление, идет к фильтру 34 с поперечным потоком, такому как ультрафильтр, фильтрат/пермеат с которого отводится по трубопроводу 36. С грязной стороны фильтра 34 с поперечным потоком сконцентрированные таким образом сточные воды отводятся

50 через трубопровод 36 и насосом 42 или другим транспортирующим устройством передаются через один из трубопроводов 36, 40, 52, 32, образующих главный контур, для продувки фильтра с поперечным потоком, как, в частности, ультрафильтра. Скорость в главном контуре может составлять 3 м/с или больше. В точке разветвления 48 через

ответвление 50 отбирается парциальный поток на неполнопоточную фильтрацию и подается на фильтр 46 неполного потока и по трубопроводу 44 в точке разветвления 38 снова подается в главный контур. В трубопроводе 50 или трубопроводе 44 может дополнительно быть встроено транспортирующее устройство. Кроме того, в точке

5 разветвления 48 дополнительно может быть предусмотрен центробежный сепаратор, чтобы направлять в обход более крупные твердые вещества в приемный резервуар секции выделения неполным потоком.

Путем изъятия части возникают достаточно малые скорости потока во втором резервуаре, обозначенном как приемный резервуар, который на фиг.3 снабжен номером 54

10 и показан схематически, тогда как на фиг.4 воспроизведен предпочтительный вариант исполнения. Он обозначен номером 56.

Жидкость, подаваемая через подводящую линию 58, 60 во второй резервуар как приемный резервуар 54, 56, течет, как было упомянуто, с достаточно низкой скоростью потока в приемный резервуар 54, 56, так что скоагулированные в достаточной степени

15 твердые вещества, например, с размером зерна $>0,01$ мм выделяются посредством гравитационной седиментации.

Образуется зона седиментации 62, 63, которая переходит в зону твердой фазы 64, 66. Мелкая, неседиментирующая фракция суспензии через возвратный трубопровод 68, 70 возвращается в главный контур, т.е. по трубопроводу 44 согласно фиг.2. Таким образом,

20 может происходить дальнейший рост этой мелкой фракции путем оседания новых твердых частиц, выделенных тангенциальной фильтрацией 34. Затем они осаждаются при последующем протекании через неполнопоточную фильтрацию 46.

При этом приемный резервуар 54, 56 геометрически выполнен предпочтительно таким образом, чтобы первая идущая снизу воронкообразная область 72 являлась зоной твердой

25 фазы или зоной уплотнения 64, 66, что в примыкающую к ней зону 74 входит приемный канал 58, 60, и что выше из второй зоны 76 выходит отводной канал 68, 70.

При этом, в частности, подача жидкости, то есть входное отверстие линии 58, 60 находится в верхней трети. Длина соответствующего приемного резервуара 54, 56 должна, кроме того, быть такой, чтобы расстояние между приемным каналом 58, 60 и отводным

30 каналом 68, 70 составляло по меньшей мере примерно 30 см. В соответствии с этим зона седиментации 62, 63 образована ниже приемного канала 58, 60. Согласно изобретению возможно также горизонтальное течение на седиментацию, т.е. приемный и отводной каналы находятся в одной или в почти одной общей горизонтальной плоскости. Важным является снижение скорости потока.

Ниже подачи жидкости 58, 60, которая не зависит или несущественно зависит от процесса течения, возможна невозмущенная гравитационная седиментация. Подходящей геометрией резервуара можно также снизить влияние конвекции внутри зоны седиментации

35 62.

Подача жидкости осуществляется предпочтительно к центру резервуара, то есть в зоне его продольной оси 78, и ко дну. Допустима также другая, например, боковая подача. Этим, в особенности для мелких твердых частиц, создается такой вектор скоростей, который улучшает выделение и делает возможными дополнительные эффекты коагуляции непосредственно после выхода из зоны седиментации 62.

Между приемным каналом 58, 60 и отводным каналом 68, 70 образуется так называемая

45 вихревая зона (зона 78), в которой жидкость, подводимая через приточный трубопровод 58, 60, течет к отводному каналу 68, 70. В этой вихревой зоне 78 находятся по большей части твердые частицы, которые могут быть перенесены потоком вверх. В зависимости от целенаправленно низкого рассчитанного тангенциального напряжения течения жидкости в зоне 78 могут коагулировать другие коллоиды из-за уже описанных сил присоединения и

50 последовательно соединяться в агломераты. Вследствие этого гравитационное реверсирование действует вниз и тем самым вызывает седиментацию. Искусственные препятствия потоку и замедлители способствуют образованию соответствующих центров агломерации. Эта седиментация, направленная против общего потока коллоидов,

вызывает дальнейшее отложение коллоидов и переносимых течением твердых частиц на агломератах и, тем самым, дополнительное выделение или транспортирование в зону твердой фазы.

5 Вещества, которые легче, чем суспензия, проходят зону седиментации 62, 63 против силы тяжести, вихревую зону 78, собираются в области 80 резервуара 56 и оттуда время от времени удаляются. В верхней зоне собираются также масла и другие среды, которые легче, чем жидкость. Разумеется, вещества, перемещающиеся в верхнюю зону, благодаря дополнительному контакту с концентратом бактерий могут преобразовываться и вследствие этого могут агломерировать, так что они частично опускаются ниже на стадию 10 седиментации или в зону твердой фазы 64.

Твердые вещества, которые седиментируют быстрее, чем заданная скорость направленного вверх потока в вихревой зоне 78, могут благодаря выбранной конструкции резервуара 54, 56 без помех достигать и выделяться в зоне седиментации 62, 63. Так как при увеличении расстояния до выхода подводящего трубопровода 58, 60 суспензия 15 диффузно разрушается, в каждый момент времени на стадии седиментации 63 выделяются также самые мелкие частицы. При этом возникают также такие эффекты, как описанные для вихревой зоны.

Ниже зоны седиментации 62, 63 образуется зона твердой фазы 64, 66, в которой твердые вещества из-за вновь и вновь приходящих сверху слоев наслаиваются далее и тем самым уплотняются. Уплотнение может быть усилено подходящими мерами, как, 20 например, встряхиванием или низкочастотным ультразвуком с собственной частотой частиц. Согласно изобретению из зоны твердой фазы 64, 66 можно периодически или непрерывно отбирать часть для дальнейшей обработки, например сушки, без того, чтобы нарушалась неполнопоточная фильтрация.

25 При выделении бактерий образуются газы. Они, как правило, растворены в жидкости и выносятся через установку тангенциальной фильтрации.

Равным образом возможно, чтобы при соответствующем расчете и режиме в зоне твердой фазы 64, 66 все еще присутствующая бактериальная активность использовалась для полной минерализации еще ранее имевшейся питательной среды и, тем самым, для 30 уменьшения объема. Образующиеся продукты жизнедеятельности бактерий, такие как CO, SO и т.д., вымываются из системы с жидкостью. Возможно также, чтобы в этой зоне, в которой происходит переход от аэробной к анаэробной бактериальной активности, радионуклиды и тяжелые металлы, снова переходящие в раствор, взаимодействовали, например, с ионами серы, высвобожденными бактериальной активностью, с образованием 35 нерастворимых частиц и тем самым выпадали как твердая фаза.

Твердая фаза или слои аэробных бактерий и твердой фазы, вновь и вновь наслаивающиеся в зоне твердой фазы 64, 66, действуют как барьеры, так что радионуклиды и тяжелые металлы, растворенные анаэробными процессами, не могут быть 40 вымыты вверх на стадию седиментации 62, 63.

В зоне твердой фазы 64, 66 при соответствующей продолжительности пребывания и подходящих для концентрата бактерий условиях жизни возможна почти полная минерализация, которая способствует установленному для захоронения кондиционированию и уменьшению объема.

Коагуляцию можно, если требуется, улучшить другими физическими (например, 45 расстоянием от приемного резервуара неполнопоточной фильтрации до установки тангенциальной фильтрации) или химическими механизмами, как, например, электрической ионизацией, вспомогательными коагулянтами и т.д. Допустимо также часть или все устройство тангенциальной фильтрации делать из материала, создающего носители заряда (например, ПВХ), или подавать их в поле течения.

50 Благодаря становящейся все больше зоне твердой фазы можно из установки с поперечным потоком, дополненной неполнопоточной фильтрацией, выделить концентрат (отходы или ценные вещества) с относительно высоким содержанием твердой фазы и, следовательно, с меньшими затратами при последующем кондиционировании или

использовании.

Благодаря принципу периодического отбора и подачи неполного потока из главного потока не требуется достижение высокой скорости осаждения при седиментации в приемном резервуаре. Пока имеется хоть какая-то скорость осаждения, контур тангенциальной фильтрации стабилизируется сам собой и принимает определенное значение.

Если, к примеру, в установке с поперечным потоком предварительно биологически обработанная твердая фаза обогащается до примерно 2,6 об.%, а в соответствующим образом осуществленной неполнопоточной фильтрации снижается до примерно 0,8 об.%, при неполнопоточной фильтрации выделяется примерно 70 об.% твердой фазы. Около 30 об.% твердой фазы возвращается в виде коллоидных частиц назад в контур тангенциальной фильтрации для дальнейшей коагуляции и последующего разделения. Этим способом стал возможен недостижимый ранее выход >99%.

Сходный принцип известен из документа WO 01/44115. Однако согласно этому способу для выделения предложены механический фильтр (микрофильтр) и образующийся осадок на фильтре для выделения твердой фазы в неполном потоке. Если согласно данному способу можно достичь более высоких скоростей осаждения, то по доктрине изобретения могут быть экономически выгодно сконцентрированы и другие твердые вещества из установки тангенциальной фильтрации.

В случае твердых веществ, которые получают, например, на стадиях аэробной биологической обработки, могут образовываться водонепроницаемые осадки на фильтре, которые согласно изобретению могут быть выделены только седиментацией путем описанной ранее неполнопоточной фильтрации.

Известны варианты исполнения установок ультрафильтрации, также в комбинации с предварительной биологической обработкой, которым предшествует приемный резервуар, в который подают неочищенные сточные воды. Данные установки ультрафильтрации непрерывно возвращают свой концентрат назад в этот резервуар. В частности, в комбинации с предварительной биологической обработкой в приемном резервуаре (реакторе) при длительном времени пребывания биомассы в реакторе могут образоваться оптимально согласованные штаммы бактерий, которые могут замечательно минерализовать вредные вещества. Конечно, из этой системы отводится избыточный шлам, чтобы предотвратить блокаду фильтра с поперечным потоком. В таких реакторах, часто нагреваемых и вентилируемых, имеют место интенсивные процессы перемешивания и конвекции, которые препятствуют описанным выше седиментации и выделению мелких частиц.

Общий принцип доктрины изобретения пояснен также схематично фиг.5. В обозначенный как реактор первый резервуар 82 поступают радиоактивные сточные воды. В резервуаре 82 происходит либо биологическая обработка, то есть аэробное разложение, либо холодное окисление, например, с помощью O_3 , чтобы, с одной стороны, достичь уменьшения объема жидкости и, с другой стороны, разрушить, в частности, длинноцепочечные органические молекулы. Если в резервуаре или реакторе 82 проводится биологическая обработка, по линии 84 может подаваться воздух или кислород. В случае холодного окисления подводится O_3 .

По линии 85 предварительно обработанные сточные воды подаются из резервуара 82 на тангенциальную фильтрацию 86 описанного ранее типа. Соединение между тангенциальной фильтрацией 86 и идущей за ней, расположенной параллельно неполнопоточной фильтрацией происходит описанным ранее образом, так что используются соответствующие обозначения для соединительных блоков.

Неполнопоточная фильтрация 90 имеет при этом резервуар, как тот, что был прокомментирован на фиг.3 и 4. Из соответствующей зоны твердой фазы или уплотнения 64, 66 твердые вещества, под которыми предпочтительно имеется в виду жидкий шлам, подаются в следующий резервуар 92, в котором, если это необходимо, окислением осуществляется минерализация. Это, в основном, имеет место в случае, когда

производилась предварительная биологическая обработка. Если, однако, проводилась только предварительная обработка путем холодного окисления, без резервуара 92 можно обойтись. Затем твердые вещества, минерализованные при необходимости путем окисления, подаются в устройство сушки и при необходимости предварительно в

устройство обезвоживания 94, чтобы получить высококонцентрированные пригодные для захоронения отходы.

Фильтрат или пермеат, покидающий тангенциальную фильтрацию 86 по линии 96, может или отбираться напрямую как чистая вода по линии 98, или, если растворенные ионы радионуклидов присутствуют в недопустимой концентрации, подаваться на ионообменник, электродеионизацию, электролитический сепаратор или обратный осмос. Это символически показано на фиг.5 квадратом 100, нарисованным пунктиром.

Выделенные ионные радионуклиды затем по линии 102 подаются или в первый резервуар 82, или в следующий резервуар или реактор, чтобы соответствующим, ранее описанным способом подвергнуться тангенциальной фильтрации и неполнопоточной фильтрации. Соответственно может проводиться каскадирование.

Существует также возможность возвращать вещества, происходящие из сепаратора 100 и возвращаемые в цикл, непосредственно в линию 84, что показано соединением 104.

В случае, когда требуется концентрирование осаждением, в частности при холодном окислении сточных вод, к реактору 82 напрямую или по линии 84 перед ультрафильтрацией 86 добавляют осадитель.

Достоинства и существенные отличительные признаки доктрины согласно изобретению выявляются из следующего, разумеется, расположенного не по порядку важности:

- модульный способ с модулями, которые комбинируют определенные биологические, химические и физические эффекты. В идеальном случае модули связаны в последовательной комбинации: холодное окисление, осаждение или биологическая обработка; механическое выделение тангенциальной фильтрацией, а также неполнопоточной фильтрацией; при необходимости ионное разделение; кондиционирование концентрата;
- выбор и технологическая оптимизация отдельных модулей без влияния на соседние модули;
- холодное окисление посредством O_3 для разрушения комплексных органических молекул;
- аэробная биологическая обработка для разрушения органических молекул и биосорбция радионуклидов;
- ускорение разрушения и биосорбции радионуклидов обработкой реактора ультразвуком;
- рециркуляция и/или последовательное включение нескольких биореакторов, чтобы выделить все ионные растворенные радиоактивные вещества;
- отсутствие ионоселективных методов при достаточных биосорбции и механическом выделении твердых веществ, в частности коллоидных частиц, посредством тангенциальной фильтрации, предпочтительно ультрафильтрации;
- эффективность и защита последующего механического выделения окислением или предварительной биологической обработкой комплексных молекул;
- механическое выделение твердых веществ сепарированием из вод, включая предварительно биологически обработанные радиоактивные промывочные воды из прачечных, почвы и других задач очистки, путем тангенциальной фильтрации, как ультрафильтрация, чтобы избежать существенно более дорогих центрифуг;
- щадящее выделение/концентрирование бактериальной массы с помощью установки с поперечным потоком, чем избегается применение центрифуги, которая из-за высоких сил разрушает клеточную мембрану и тем самым снова высвобождает биосорбированные радионуклиды;
- концентрирование бактерий и биологически активных масс путем комбинирования биореактора и тангенциальной фильтрации (без того, чтобы обязательно задействовать

неполнопоточную фильтрацию), в результате более быстрое поглощение радиоактивных веществ в биомассу;

- разрушение бактериальной матрицы, например, с помощью H_2O_2 и тем самым минерализация концентрата для безопасного хранения;

5 - путем применения тангенциальной фильтрации, в частности ультрафильтрации, можно удалить из системы неактивный бор (борат натрия), который присутствует растворенным в сточных водах, и, следовательно, он не вносит вклад в объем захоронения, тогда как при применении выпарных аппаратов он удерживается; возможен рецикл/извлечение;

10 - комбинирование тангенциальной фильтрации (ультрафильтрации) и ионообменника позволяет полностью (ниже предела обнаружения) освободить радиоактивные сточные воды от радиоактивных веществ. Это удастся, в частности, путем строгого разделения твердых веществ (ультрафильтрация) и растворенных веществ (ионообменник) и их сепарирования;

15 - возврат пермеата/фильтрата с установки тангенциальной фильтрации в биореактор для дальнейшего разделения радиоактивных ионов путем биосорбции;

- возврат до тех пор, пока после установки тангенциальной фильтрации не будет измерена достаточно малая радиоактивность в растворе;

20 - в контур установки тангенциальной фильтрации могут добавляться осадители, предпочтительно в подводящую линию. Следовательно, путем внутреннего смешения в турбулентном потоке и при предварительной обработке согласно изобретению путем холодного окисления можно достичь достаточно хорошей реакции осаждения и, следовательно, хорошей скорости осаждения радионуклидов;

25 - так как фильтрат/пермеат с установки ультрафильтрации, если не было достигнуто достаточной биосорбции радиоактивных веществ, содержит исключительно растворенные (ионные) вещества и, следовательно, не засоряет поверхность следующих частей установки, эффективность ионообменника или установки электродеионизации повышается. Тем самым при соответствующей предварительной обработке радиоактивных сточных вод можно отказаться от дорогих ионоселективных ионообменников;

30 - присутствие радионуклидов только в ионном виде делает возможным выделять их на основании электрохимического ряда напряжений посредством анодов или катодов протекторной защиты. Для этого поток, выходящий с ультрафильтрации, проводится достаточно близко над поверхностями, которые находятся под постоянным напряжением. Возникает оседание и концентрирование радиоактивных металлических ионов. Оседание ограничено только выбранной геометрией и образующимся уровнем радиации. После

35 исчерпания поверхностей для оседания они могут быть перемещены в резервуар для захоронения без дальнейшего кондиционирования захоронения. Этот метод разрешает высокую концентрацию активности в тесном пространстве и вносит тем самым вклад в дальнейшее уменьшение объема;

40 - концентрирование неполного потока, т.е. концентрирование твердой фазы, удержанной установкой тангенциальной фильтрации, в одном осадительном резервуаре или в осадительном резервуаре, выполненном как каскад, через который проводятся коагулируемые твердые вещества, путем неполнопоточной фильтрации. В осадительном резервуаре может происходить или механическое выделение, или седиментационное выделение, причем предпочтительно последнее. Механизм выделения при седиментации

45 возможен на основании мелких твердых частиц, концентрируемых и коагулируемых путем тангенциальной фильтрации;

50 - поддержка коагуляции в установке тангенциальной фильтрации электрическими полями, магнитными полями, выбором подходящих активных веществ, например синтетических материалов, таких как трубопроводной системы из ПВХ, для образования зарядов на твердых частицах, или им подобными;

- поддержка коагуляции достаточно длинным участком подачи от установки тангенциальной фильтрации до приемного резервуара установки неполнопоточной фильтрации;

- образование центров коагуляции, например, путем искусственных барьеров потока, в частности, в вихревой зоне приемного резервуара;

- седиментация коагулированных частиц как единственный механизм выделения твердых веществ из установок с фильтром поперечного потока, в частности, в случае

5 твердых веществ, которые образуют водонепроницаемый остаток на фильтре;

- образование не пересекающихся потоком зон седиментации в резервуаре неполнопоточной фильтрации после тангенциальной фильтрации (например, ультрафильтрации);

- создание невозмущенной зоны твердой фазы в резервуаре седиментации;

10 - поддержка уплотнения выделенной твердой фазы механическими средствами, как, например, встряхиванием или низкочастотным ультразвуком;

- седиментация для нетермического концентрирования нерадиоактивных твердых веществ, как, например, опасных веществ, или также для добычи и рецикла ценных веществ из растворов, таких как, например, бактерии для получения фармацевтических

15 активных веществ, керамики, благородных металлов, полимеров и т.п., как этап концентрирования перед дальнейшей обработкой;

- подготовка и функционирование резервуара седиментации как сепаратора масел и других веществ, плотность которых меньше, чем у воды;

- частичный или полный отбор осадка для подачи на холодное окисление,

20 обезвоживание, сушку, цементирование или другие возможности кондиционирования;

- сознательное оставление твердых веществ в зоне твердой фазы в качестве пищи для вновь развивающихся штаммов бактерий (от анаэробных в нижней части к аэробным в верхней части зоны твердой фазы резервуара). Эти бактерии разлагают с образованием минеральных соединений, таких как углеродсодержащие, серосодержащие (например,

25 происходящие из дезактивирующих агентов) и другие соединения. В нижней зоне твердой фазы остаются исключительно металлические нуклиды и минеральные твердые вещества;

- защита следующих стадий ионного осаждения путем полного механического выделения твердых веществ механической тангенциальной фильтрацией;

- ионное осаждение путем использования электрохимического потенциала

30 радионуклидов перед или, предпочтительно, после полного разделения твердой фазы тангенциальной фильтрацией (предпочтительно ультрафильтрацией);

- возврат ионов, выделенных обратным осмосом или электродеионизацией, в модуль осаждения и повышение скорости осаждения;

- каскадного типа комбинирование процесса с рециклом концентрированных нуклидов на

35 идущие ранее этапы способа;

- дублирование отдельных модулей процесса для повышения скорости осаждения;

- концентрирование неполного потока для неполнопоточной фильтрации путем оформления места отбора с использованием центробежных сил;

- выход ультрафильтрации может благодаря доктрине изобретения быть повышен

40 до >99%. По сравнению с этим значение согласно уровню техники составляет от 90% до 95%;

- ультрафильтрацией и неполнопоточной фильтрацией можно выделить не только бактерии, но и все твердые вещества;

- обеднение минералов путем непрерывного вывода биомассы из биореактора приводит

45 к изменению жизненного пространства и адаптации и захвату, например, растворенного Cs-137 бактериями;

- пропускание растворенных солей, которые освобождены от твердой фазы, позволяет их возврат или извлечение как ценного вещества;

- непрерывное выделение бактерий или биомассы из биореактора путем тангенциальной

50 фильтрации, в частности ультрафильтрации, в комбинации с неполнопоточной фильтрацией согласно изобретению изменяет условия жизни в биореакторе и приводит к тому, что растворенные ионы, в частности ионы металлов и радиоактивные ионы, сильно связаны с биомассой и могут выделяться исключительно с твердой фазой в

неполнопоточной фильтрации.

Формула изобретения

1. Способ обработки сточных вод в виде радиоактивных сточных вод, вод электростанций или вод, насыщенных твердой фазой, со следующими этапами способа: подача сточных вод в первый реактор и обработка в нем сточных вод, отбор сточных вод из первого реактора и подача сточных вод к устройству тангенциальной фильтрации, подача твердой фазы, выделенной и/или удержанной устройством тангенциальной фильтрации, к устройству неполнопоточной фильтрации и повторная подача сточных вод, полученных с устройства неполнопоточной фильтрации и очищенных от твердых веществ, в устройство тангенциальной фильтрации, отличающийся тем, что в первом реакторе долю органической фракции в сточных водах сокращают путем биологической аэробной обработки тем, что фильтрат/пермеат, отобранный с устройства тангенциальной фильтрации, либо непосредственно используют, либо подают в первый или следующий реактор, и тем, что в устройстве неполнопоточной фильтрации твердая фаза выделяется гравитационно в резервуаре, причем в нижней области резервуара твердая фаза уплотняется, в следующей, проходящей над первой зоной, зоной седиментации или над ней, через приемный канал подают сконцентрированные сточные воды, идущие от тангенциальной фильтрации, и выше или сбоку от зоны седиментации сточные воды отводят через отводной канал.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что за тангенциальной фильтрацией следует ионообменник и/или стадия электродеионизации, откуда ионные радионуклиды подают в первый резервуар или следующие резервуары.
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что вертикальную скорость V жидкости между приемным каналом и отводным каналом устанавливают таким образом, чтобы была возможной седиментация частиц.
4. Способ по п.3, отличающийся тем, что вертикальную скорость V устанавливают от примерно 0,1 до примерно ≤ 5 см/мин, в частности, примерно 2 см/мин.
5. Способ по п.1, отличающийся тем, что из зоны твердой фазы резервуара отбирают твердые вещества в виде жидкого шлама и затем сушат.
6. Способ по п.5, отличающийся тем, что перед осушением жидкого шлама его инертизируют путем окисления при бактериальном выделении.
7. Способ по п.1, отличающийся тем, что сконцентрированные на неполнопоточной фильтрации сточные воды проводят через контур неполного потока, имеющий при необходимости транспортирующее устройство, идущий параллельно основному контуру или промывочному потоку тангенциальной фильтрации, в котором часть сконцентрированных сточных вод течет непосредственно на неполнопоточную фильтрацию.
8. Способ по п.1, отличающийся тем, что при неполнопоточной фильтрации резервуар, через который протекают обрабатываемые сточные воды, включает нижнюю зону твердой фазы, примыкающую к ней зону седиментации, а также проходящую над ней вихревую зону.
9. Способ по п.8, отличающийся тем, что для осуществления способа в резервуаре достаточна скорость осаждения >0 .
10. Способ по п.8, отличающийся тем, что очищаемые сточные воды подают в зоне седиментации или между зоной седиментации и вихревой зоной.
11. Способ по п.8, отличающийся тем, что жидкость в вихревой зоне течет при минимальном воздействии тангенциальных сил на имеющиеся в жидкости частицы.
12. Способ по п.1, отличающийся тем, что выделение захваченных биосорбцией радиоактивных веществ из предварительно аэробно обработанных сточных вод осуществляют ультрафильтрацией и неполнопоточной фильтрацией.
13. Способ по п.1, отличающийся тем, что биологическую аэробную обработку ускоряют обработкой ультразвуком.

14. Способ по п.1, отличающийся тем, что неактивные соли и компоненты, присутствующие растворенными в сточных водах, извлекают из пермеата путем тангенциальной фильтрации, в частности ультрафильтрацией.

15. Способ по п.1, отличающийся тем, что радиоактивные сточные воды полностью или почти полностью ниже предела обнаружения освобождают от радиоактивных веществ, и тем, что твердые вещества посредством тангенциальной фильтрации или ультрафильтрации, а растворенные вещества посредством ионообменников удаляют из сточных вод.

16. Способ по п.1, отличающийся тем, что следующий реактор является биореактором, в котором радиоактивные ионы из пермеата/фильтрата, отобранного с тангенциальной фильтрации, удаляют посредством биосорбции.

17. Способ по п.1, отличающийся тем, что в контур тангенциальной фильтрации, в частности в подводящую линию, добавляют осадитель и средство, облегчающее коагуляцию.

18. Способ по п.1, отличающийся тем, что с тангенциальной фильтрации или с ультрафильтрации отбирают фильтрат/пермеат, который содержит исключительно или почти исключительно растворенные (ионные) вещества.

19. Способ по п.1, отличающийся тем, что в резервуаре осаждения или в выполненном как каскад резервуаров осаждения осуществляют концентрирование удержанных тангенциальной фильтрацией твердых веществ.

20. Способ по п.1, отличающийся тем, что в резервуаре осаждения концентрирование твердых веществ осуществляют путем механического выделения или седиментации.

21. Способ по п.1, отличающийся тем, что при тангенциальной фильтрации коагуляция поддерживается электрическими полями, магнитными полями, выбором подходящих материалов, как, например, синтетические материалы, такие как системы трубопроводов из ПВХ, для образования зарядов на твердых частицах.

22. Способ по п.1, отличающийся тем, что коагуляция поддерживается со стороны концентрата достаточно длинным участком подвода от тангенциальной фильтрации или устройства тангенциальной фильтрации ко второму резервуару или приемному резервуару неполнопоточной фильтрации.

23. Способ по п.22, отличающийся тем, что центры коагуляции образованы, например, искусственными гидродинамическими барьерами, в частности, в вихревой зоне резервуара неполнопоточной фильтрации.

24. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве единственного механизма выделения твердых веществ с тангенциальной фильтрации осуществляется седиментация коагулированных частиц.

25. Способ по п.1, отличающийся тем, что в резервуаре неполнопоточной фильтрации образованы не пересекающиеся потоком зоны седиментации.

26. Способ по п.1, отличающийся тем, что в резервуаре неполнопоточной фильтрации образованы невозмущенные зоны твердой фазы.

27. Способ по п.1, отличающийся тем, что выделенные твердые вещества уплотняют механическими вспомогательными средствами, как, например, встряхиванием или обработкой низкочастотным ультразвуком, и/или их уплотнение поддерживается этими средствами.

28. Способ по п.1, отличающийся тем, что резервуар неполнопоточной фильтрации выполнен как сепаратор масел или сепаратор веществ, плотность которых меньше, чем у воды.

29. Способ по п.1, отличающийся тем, что седимент, по меньшей мере, частично отбирают из резервуара и подают на холодное окисление, обезвоживание, осушение, цементирование или другое кондиционирование.

30. Способ по п.1, отличающийся тем, что перед, а предпочтительно после полного отделения твердой фазы тангенциальной фильтрацией, такой как ультрафильтрация, проводят ионное выделение посредством использования электрохимического потенциала

радионуклидов.

31. Способ по п.1, отличающийся тем, что ионы, выделенные посредством обратного осмоса и/или электродеионизацией, возвращают в модуль осаждения.

32. Способ по п.1, отличающийся тем, что неполный поток неполнопоточной фильтрации
5 концентрируют путем устройства пункта отбора и/или использованием центробежных сил.

33. Способ по п.1, отличающийся тем, что седиментацию для нетермического
концентрирования нерадиоактивных твердых веществ и/или добычу и рецикл ценных
веществ из растворов, как, например, бактерий для получения фармацевтических активных
веществ, керамики, благородных металлов, полимеров, осуществляют как этап
10 концентрирования перед дальнейшей обработкой.

34. Способ по п.1, отличающийся тем, что повторную подачу частично очищенных
сточных вод на тангенциальную фильтрацию осуществляют периодически или непрерывно.

15

20

25

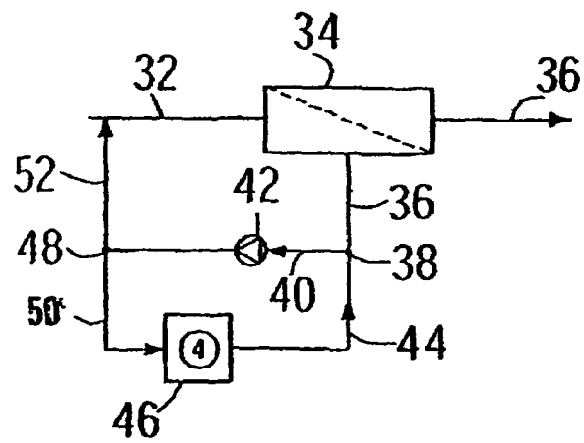
30

35

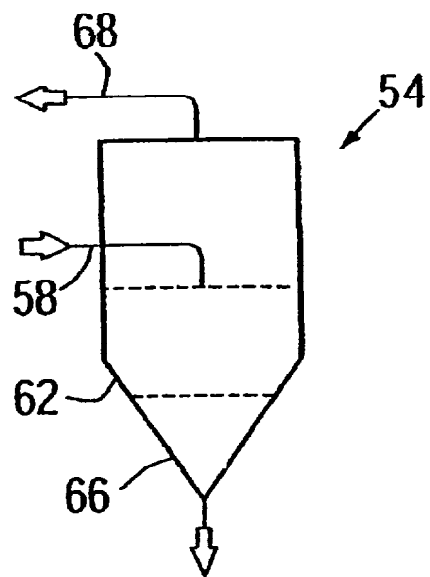
40

45

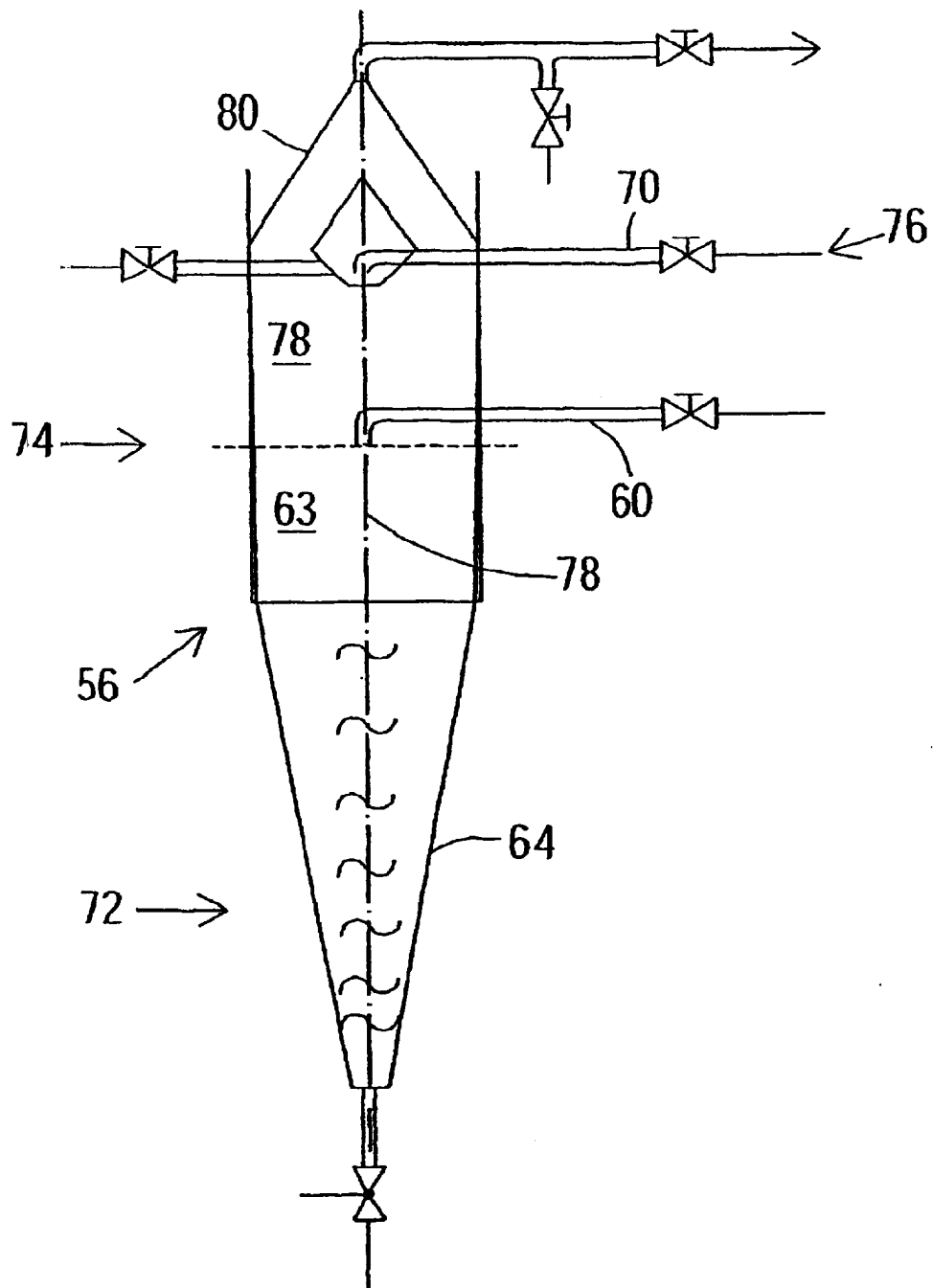
50



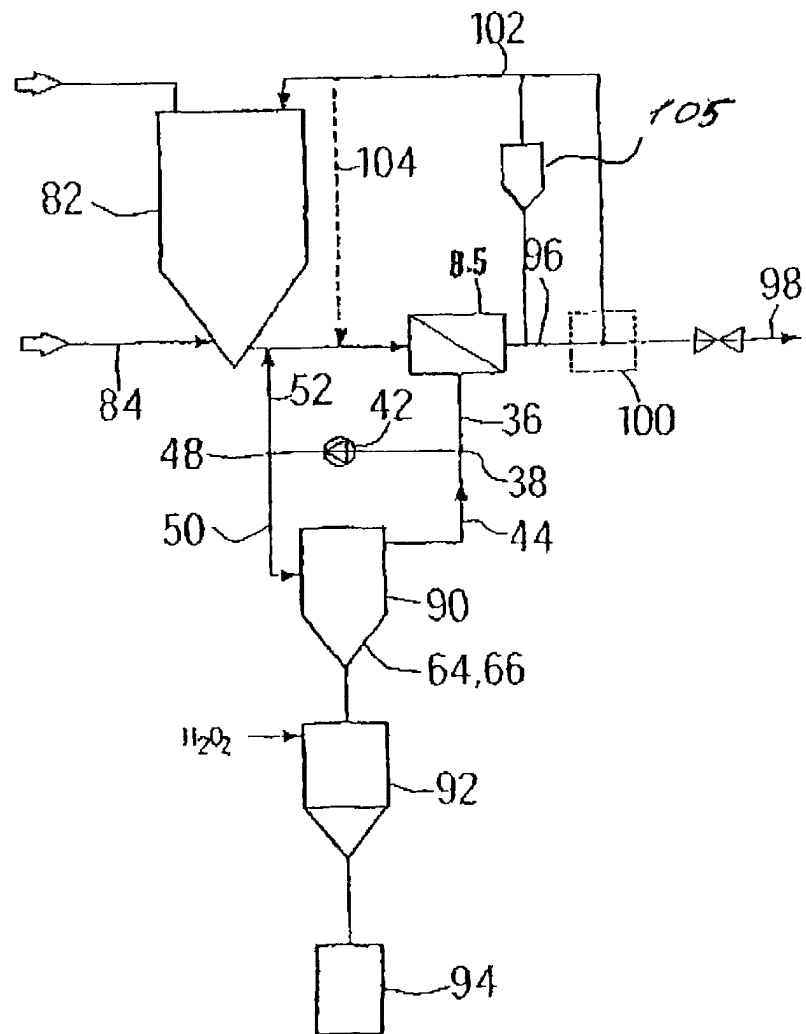
ФИГ.2



ФИГ.3



ФИГ.4



ФИГ.5