



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013144613/02, 04.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.10.2013

(45) Опубликовано: 10.01.2015 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: КАРАВАЙКО Г. и др., Биотехнология металлов. Практическое руководство, М., ЦМП ГКНТ, 1989, с.193-196. RU 2468098 С1, 27.11.2012. SU 707985 А, 05.01.1980. US 4530763 А, 23.07.1985; . ЕА 3499 В1, 26.06.2003. WO 2013057557 А1, 25.04.2013

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для  
Ксенофонтова Б.С. (Э9)

(72) Автор(ы):

Ксенофонтов Борис Семенович (RU),  
Петрова Елена Владимировна (RU),  
Виноградов Максим Сергеевич (RU),  
Козодаев Алексей Станиславович (RU),  
Таранов Роман Александрович (RU),  
Балина Алена Антоновна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

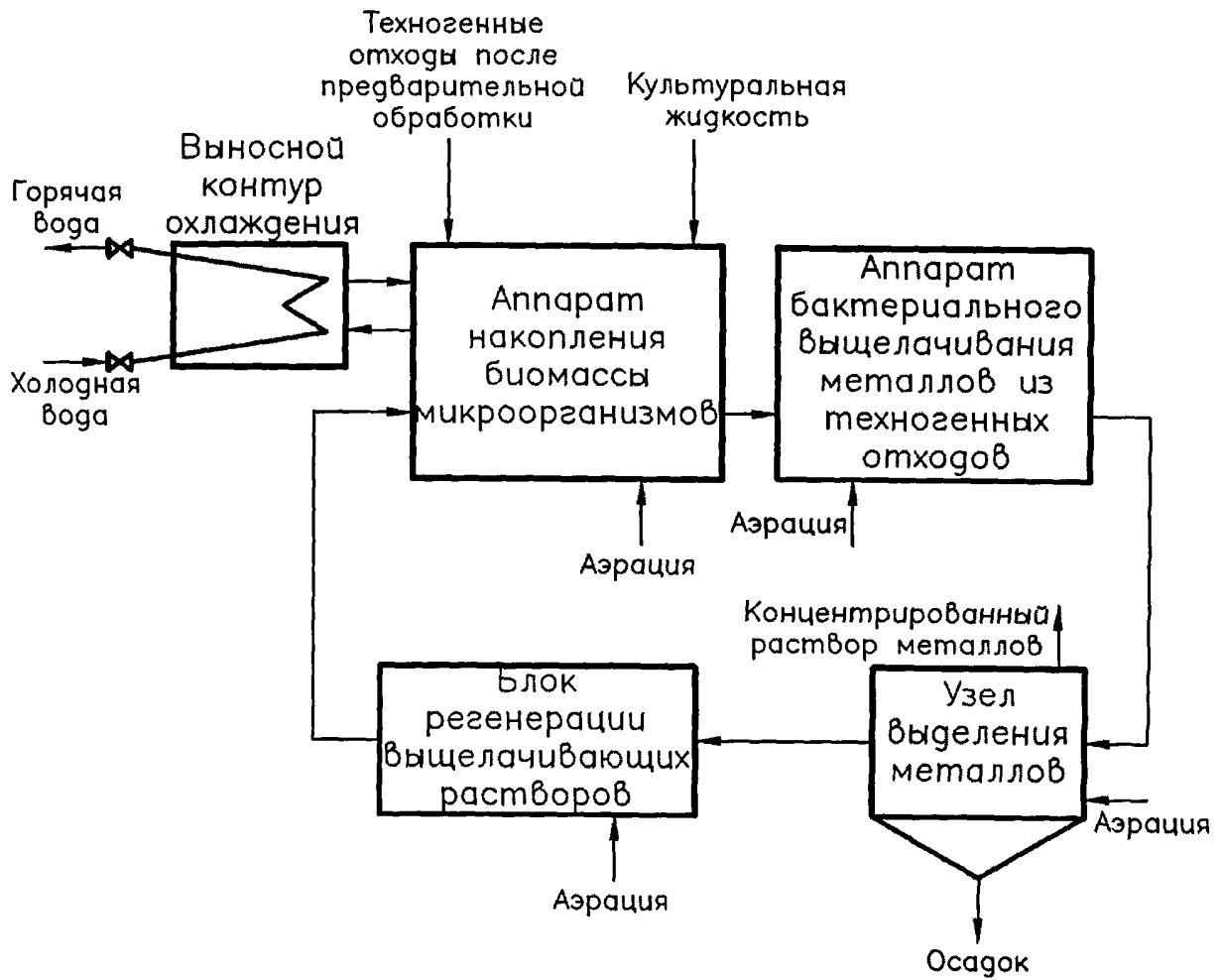
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ  
им. Н.Э. Баумана) (RU)

## (54) УСТАНОВКА БАКТЕРИАЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к бактериальному выщелачиванию металлов из техногенных отходов. Установка для бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов включает аппарат для накопления биомассы микроорганизмов в жидкой среде с техногенными отходами, аппарат для выщелачивания металлов из техногенных отходов, узел для выделения металлов из жидкой среды с техногенными отходами в виде аппарата для ионной флотации и блок регенерации выщелачивающих растворов в виде резервуара с пневматической системой

аэрации. Аппарат для накопления биомассы микроорганизмов оснащен турбинной мешалкой и выносным контуром охлаждения. В качестве аппарата для выщелачивания металлов использован многокамерный флотационный аппарат с устройствами перетока жидкой среды с техногенными отходами из камеры в камеру, выполненный с возможностью изменения условий аэрации и интенсивности перемешивания. Обеспечивается увеличение степени выщелачивания металлов из техногенных отходов. 4 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C22B 3/18* (2006.01)  
*C22B 7/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013144613/02, 04.10.2013

(24) Effective date for property rights:  
04.10.2013

Priority:

(22) Date of filing: 04.10.2013

(45) Date of publication: 10.01.2015 Bull. № 1

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, str. 1,  
MGTU im. N.Eh. Baumana, TsZIS, dlja  
Ksenofontova B.S. (Eh9)

(72) Inventor(s):

**Ksenofontov Boris Semenovich (RU),  
Petrova Elena Vladimirovna (RU),  
Vinogradov Maksim Sergeevich (RU),  
Kozodaev Aleksej Stanislavovich (RU),  
Taranov Roman Aleksandrovich (RU),  
Balina Alena Antonovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Moskovskij  
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni  
N.Eh. Baumana" (MGTU im. N.Eh. Baumana)  
(RU)**

(54) **INSTALLATION OF BACTERIAL LEACHING OF METALS FROM TECHNOGENIC WASTES**

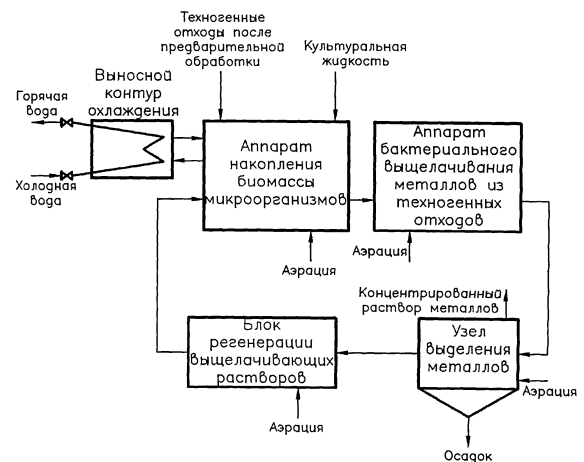
(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: installation for bacterial leaching of metals from technogenic wastes includes apparatus for accumulation of microorganism mass in liquid medium with technogenic wastes, apparatus for leaching metals from technogenic wastes, unit for separation of metals from liquid medium with technogenic wastes in form of apparatus for ionic floatation and unit for regeneration of leaching solutions in form of reservoir with pneumatic system of aeration. Apparatus for accumulation of microorganism biomass is equipped with turbine mixer and external cooling circuit. As apparatus for metal leaching, used is multi-chambered floatation apparatus with devices of flow of liquid medium with technogenic wastes from chamber to chamber, made with possibility of changing conditions of aeration and intensity of mixing.

EFFECT: increased degree of metal leaching from technogenic wastes.

5 cl, 5 dwg



Фиг. 1

RU 2 537 631 C1

RU 2 537 631 C1

## Область техники

Полезная модель относится к установкам для извлечения металлов из техногенных отходов (в том числе шлаков) путем бактериального выщелачивания мокрым способом с добавлением микроорганизмов.

### 5 Уровень техники

Известна установка для бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов, включающая корпус реактора, устройство для подачи пульпы, систему инъекции и диффузии воздуха для смешивания и подачи воздуха, необходимого для проведения процесса, а также патрубков вывода пульпы (Международная РСТ-заявка 10 WO 2013057557 A1. Bioleaching bioreactor with a system for injection and diffusion of air. МПК С22В 3/18 (2006.01), В01F 7/16 (2006.01), В01J 8/00 (2006.01). Опубликовано 25.04.2013.). Степень выщелачивания металлов из техногенных отходов, в частности редкоземельных, при ее использовании составляет от 20 до 30%.

15 Существенным недостатком известной установки является недостаточно высокая степень извлечения металлов, а также сложность установки и ее слабая управляемость.

Наиболее близким техническим решением является установка для бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов, включающая аппарат для накопления биомассы микроорганизмов в жидкой среде техногенных отходов и аппарат для выщелачивания металлов из техногенных отходов (Каравайко Г. и др. Биотехнология 20 металлов. Практическое руководство. - М.: Центр международных проектов ГКНТ - 1989, с.193-196). Аппараты этой установки выполнены в виде цилиндрических резервуаров, внутри которых размещены мешалки. Степень выщелачивания металлов, в частности редкоземельных, при осуществлении процесса в такой установке составляет от 30 до 45%.

25 Недостатками установки являются относительно невысокая степень выщелачивания, а также большие габариты установки.

### Раскрытие полезной модели

Задачей полезной модели является увеличение степени выщелачивания, повышение управляемости процесса и уменьшение габаритов установки.

30 Задача решается тем, что предложена установка для бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов, включающая аппарат для накопления биомассы микроорганизмов в жидкой среде техногенных отходов и аппарат для выщелачивания металлов из техногенных отходов, причем введены узел для выделения металлов из жидкой среды и блок регенерации выщелачивающих растворов, в качестве аппарата для накопления биомассы микроорганизмов используется аппарат с турбинной мешалкой и выносным контуром охлаждения, а в качестве аппарата для выщелачивания металлов использован многокамерный флотационный аппарат с регулируемыи 35 устройствами перетока жидкой среды с техногенными отходами из камеры в камеру и с изменяемыми условиями аэрации и интенсивностью перемешивания, и в качестве узла выделения металлов флотационный аппарат для ионной флотации, и в качестве блока регенерации выщелачивающих растворов резервуар с пневматической системой аэрации. В аппарате для накопления биомассы микроорганизмов турбинная мешалка установлена над днищем аппарата на уровне от 1:10 до 3:10 от высоты аппарата.

45 Устройства для перетока жидкой среды с отходами выполнены в виде, например, гибких трубок с регулируемым расположением по высоте. Флотационный аппарат для ионной флотации представляет собой флотоотстойник, выполненный в виде емкости с кондиционирующей камерой, рабочий объем которой составляет от 0,1 до 0,5 всего рабочего объема флотоотстойника, камерой флотации и выходной камерой. В блоке

регенерации выщелачивающих растворов установлены пневматические аэраторы с деформируемыми мембранами.

#### Перечень фигур

5 На фиг.1 изображена принципиальная схема установки бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов.

На фиг.2 изображен аппарат накопления биомассы микроорганизмов и бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов с совмещенными камерами накопления биомассы микроорганизмов и бактериального выщелачивания металлов.

10 На фиг.3 изображены аппарат накопления биомассы микроорганизмов и бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов с отдельными камерами накопления биомассы микроорганизмов и бактериального выщелачивания металлов.

На фиг.4 изображен узел выделения металлов из жидкой среды.

15 На фиг.5 изображен блок регенерации выщелачивающих растворов.

#### Осуществление полезной модели

Принципиальная схема установки бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов (фиг.1) включает в себя аппарат для накопления биомассы аборигенных микроорганизмов с выносным контуром охлаждения, аппарат для  
20 выщелачивания металлов из техногенных отходов, узел выделения металлов из жидкой среды и блок регенерации выщелачивающих растворов.

Аппарат для накопления биомассы микроорганизмов и бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов с совмещенными камерами  
25 накопления биомассы микроорганизмов и бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов (фиг.2) состоит из корпуса установки 11 с входным и выходным патрубками 2 и 9 соответственно. Установка разделена на несколько камер: одна камера накопления биомассы аборигенных микроорганизмов 3 с выносным контуром  
охлаждения 1, в которой установлена турбинная мешалка 4, и остальные камеры  
30 бактериального выщелачивания 8, в которых установлены аэраторы 10, например, в виде пропеллерных мешалок. Разделение камер осуществлено посредством перегородок с регулирующими устройствами перетока жидкой среды с отходами, представляющие собой, например, гибкие трубки 5, закрепленные хомутами 7. Для исключения перелива в перегородках предусмотрены окна 6.

Установка бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов  
35 работает следующим образом. В рабочее пространство аппарата накопления биомассы микроорганизмов 3 подают культуральную жидкость с аборигенными микроорганизмами через входной патрубок 2 и техногенные отходы, предварительно прошедшие подготовку, например, сепарацию золышлаков на концентрационных  
столах, при этом происходит их постоянное перемешивание и аэрирование посредством  
40 турбинной мешалки 4, установленной для наилучшего перемешивания над днищем аппарата на уровне от 1:10 до 3:10 от высоты аппарата. Охлаждение пульпы осуществляется с помощью выносного контура охлаждения 1 для поддержания оптимальных условий для жизнедеятельности микроорганизмов. После накопления достаточного количества микроорганизмов пульпа подается последовательно в камеры  
45 бактериального выщелачивания 8, где происходит постоянное перемешивание и аэрирование пульпы посредством, например, пропеллерных мешалок 10. Переток пульпы из одной камеры бактериального выщелачивания в другую осуществляется с помощью регулируемых устройств перетока жидкой среды с отходами, представляющих

собой, например, гибкие трубки 5 для регулирования положения выходных отверстий по высоте, что определяет производительность установки. Фиксация трубок осуществляется хомутами 7.

В зависимости от используемого сырья, в частности трудно выщелачиваемых техногенных отходов, аппарат может быть выполнен с отдельной камерой накопления биомассы микроорганизмов и камерой бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов (фиг.3).

После завершения процесса бактериального выщелачивания пульпа подается в узел выделения металлов (фиг.4), представляющий собой флотоотстойник, выполненный в виде емкости с кондиционирующей камерой, рабочий объем которой для улучшения подготовки пульпы к последующей ионной флотации составляет от 0,1 до 0,5 всего рабочего объема флотоотстойника, камерой флотации и выходной камерой. В узле выделения металлов происходит разделение пульпы на жидкую и твердую фазу, а также происходит концентрирование металлов посредством ионной флотации в пенном продукте.

Затем отделенная во флотоотстойнике жидкая фаза направляется в блок регенерации выщелачивающих растворов (фиг.5), в котором установлены пневматические аэраторы с деформируемыми мембранами для исключения забивания пор и выхода аэратора из строя. После регенерации раствор подают в аппарат накопления биомассы микроорганизмов.

Пример использования установки.

Бактериальное выщелачивание редкоземельных и благородных металлов из золошлаков Алексинской ТЭЦ проводили с использованием предлагаемой установки в следующей последовательности:

1. Предварительно обработали золошлаковые материалы на концентрационном столе.

2. Концентрат смешивали с выщелачивающим раствором и далее осуществляли процесс накопления биомассы аборигенных серо- и железooksисляющих микроорганизмов, содержащихся в исходных золошлаках, до концентрации клеток порядка  $10^6 \dots 10^7$  кл/мл в аппарате накопления биомассы микроорганизмов.

3. Пульпу подали в аппарат биовыщелачивания, в котором проводилось выщелачивание.

4. После завершения процесса бактериального выщелачивания пульпу подали в узел выделения металлов, где происходит разделение пульпы на жидкую и твердую фазы во флотоотстойнике, а также концентрирование ионов металлов в пенном продукте.

5. Жидкую фазу подали в блок регенерации выщелачивающих растворов, а затем направили в аппарат накопления биомассы микроорганизмов.

6. В результате по завершении процесса бактериального выщелачивания получили извлечение по редкоземельным металлам: скандий - 63,5%; иттрий - 61,9%; лантан - 59,8% и по благородным металлам: золото - 78,4%; серебро - 72,6%.

В случае использования ранее известной установки для бактериального извлечения (по прототипу) извлечение металлов составило соответственно: скандий - 35,8%; иттрий - 33,6%; лантан - 41,3%; золото - 59,7%; серебро - 61,2%.

Таким образом, предлагаемая установка бактериального выщелачивания металлов из отходов позволяет осуществить более эффективное извлечение металлов, в частности повысить степень извлечения редкоземельных металлов примерно на 10...35%, благородных металлов на 10...25%, а также уменьшить габариты, занимаемые установкой, за счет объединения камер на 15...25% и повысить управляемость процесса

за счет возможности изменять производительность установки.

#### Формула изобретения

5 1. Установка бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов, включающая аппарат для накопления биомассы микроорганизмов в жидкой среде с техногенными отходами и аппарат для выщелачивания металлов из техногенных отходов, отличающаяся тем, что она оснащена узлом для выделения металлов из жидкой среды в виде флотационного аппарата для ионной флотации и блоком регенерации выщелачивающих растворов в виде резервуара с пневматической системой аэрации, 10 при этом аппарат для накопления биомассы микроорганизмов оснащен турбинной мешалкой и выносным контуром охлаждения, а в качестве аппарата для выщелачивания металлов использован многокамерный флотационный аппарат с устройствами перетока жидкой среды с техногенными отходами из камеры в камеру, выполненный с возможностью изменения условий аэрации и интенсивности перемешивания.

15 2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что в аппарате для накопления биомассы микроорганизмов турбинная мешалка установлена над днищем аппарата на уровне 1:10 до 3:10 от высоты аппарата.

3. Установка по п.1, отличающаяся тем, что устройства для перетока жидкой среды с техногенными отходами из камеры в камеру выполнены в виде гибких трубок, с 20 возможностью регулировки расположения по высоте их входных и выходных отверстий.

4. Установка по п.1, отличающаяся тем, что флотационный аппарат для ионной флотации представляет собой флотоотстойник, выполненный в виде емкости с кондиционирующей камерой, рабочий объем которой для улучшения подготовки пульпы к последующей ионной флотации составляет от 0,1 до 0,5 всего рабочего объема флотоотстойника, камерой флотации и выходной камерой. 25

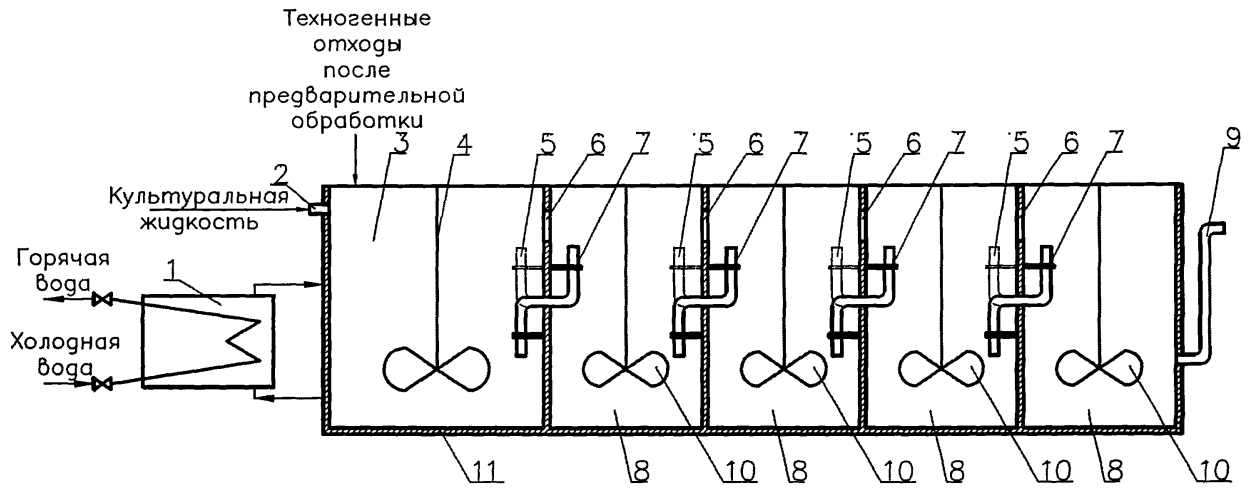
5. Установка по п.1, отличающаяся тем, что в блоке регенерации выщелачивающих растворов установлены пневматические аэраторы с деформируемыми мембранами.

30

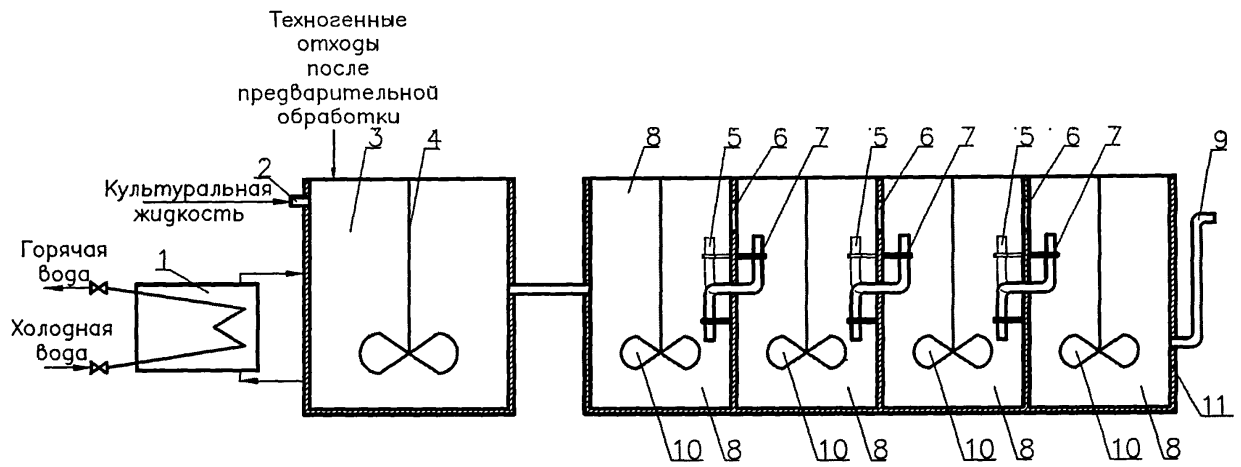
35

40

45

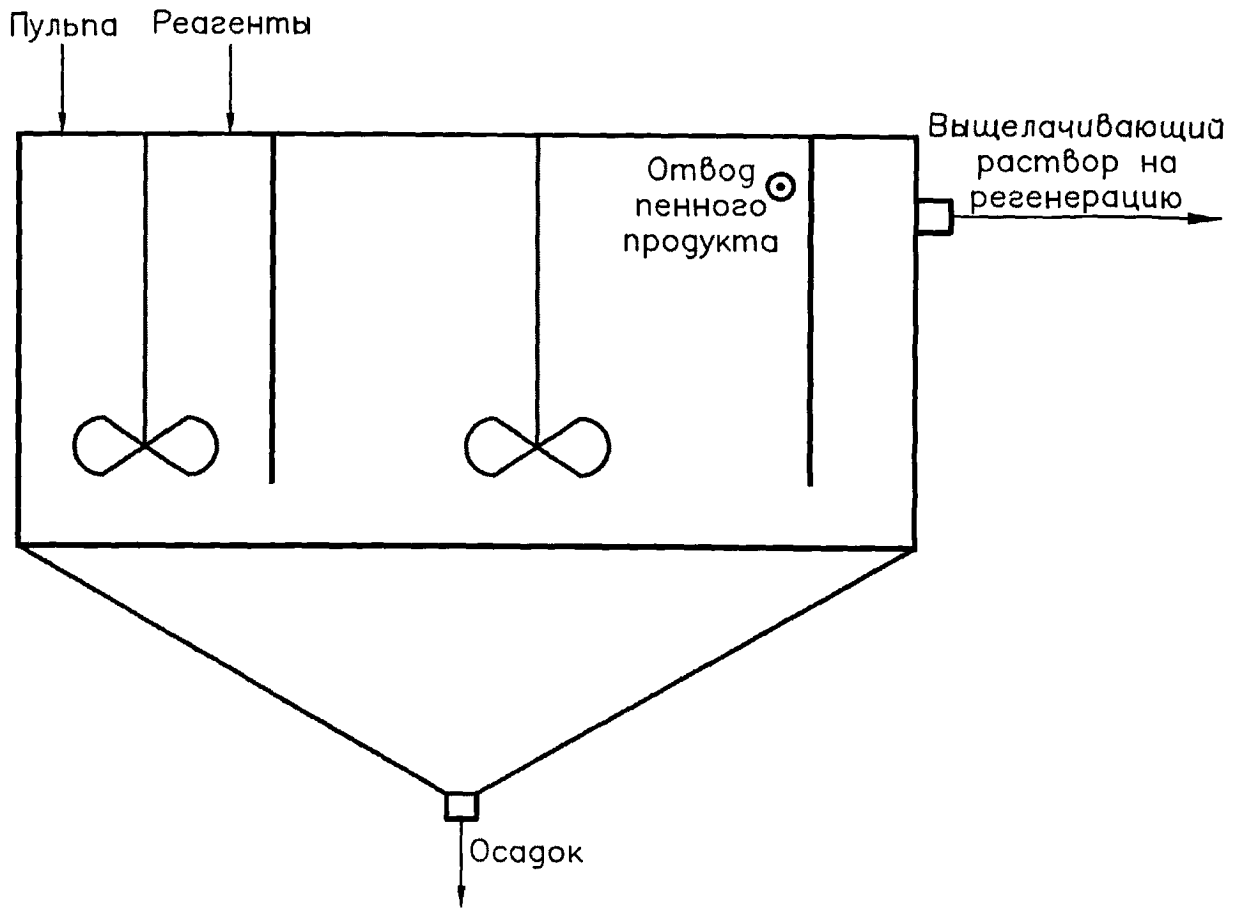


Фиг. 2

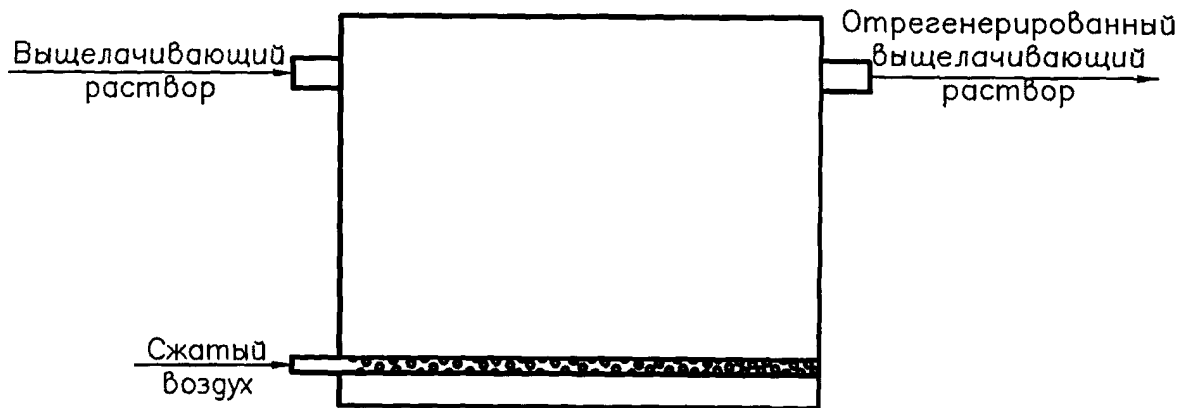


Фиг. 3





Фиг. 4



Фиг. 5