



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39102 (13) C2

(51) 7 B01D11/00, C01B7/00,
C01B17/56, C01G33/00,
C01G35/00, C01G56/00,
C01G43/00, C22B34/20МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИДОБУВАННЯ МЕТАЛІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ З ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ

(21) 95018016

(22) 09.07.1993

(24) 15.06.2001

(31) 07/911.435

(32) 10.07.1992

(33) US

(86) PCT/US93/06539, 09.07.1993

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Хард Роберт А., US

(73) КЕБОТ КОРПОРЕЙШН, US

(56) Патент США № 5023059, МПК⁵ B01D11/00,
опубл. 11.06.91 г.

(57) 1. Способ извлечения металлических компонентов из исходного материала, содержащего фториды тантала и/или ниобия, включающий выпаривание исходного материала в кислоте с образованием шлама, **отличающийся** тем, что кислота содержит серную кислоту и способ дополнительно включает разделение шлама с образованием первой водной жидкой фазы, содержащей тантал и/или ниобий и радиоактивный металл, и твердой фазы, контактирование первой водной жидкой фазы с несмешивающимся с водой жидким органическим экстрагентом, пригодным для экстракции тантала и/или ниобия с образованием первой органической водной фазы, содержащей тантал и/или ниобий, и второй жидкой фазы, содержащей радиоактивный металл, и извлечение тантала и/или ниобия из первой органической водной фазы.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что осуществляют пиролиз гидролиз отделенной твердой фазы путем повышения температуры твердого вещества до, по крайней мере, около 700°C в присутствии водяного пара для выделения газообразных серной кислоты и плавиковой кислоты и получения твердого остатка с низким радиоактивным уровнем.

3. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что дополнительно осуществляют орошение выделенных газов в скруббере разбавленным раствором серной кислоты для извлечения серной кислоты и

разбавленным раствором плавиковой кислоты для извлечения плавиковой кислоты.

4. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что тантал извлекают из первой органической жидкой фазы путем контактирования первой органической жидкой фазы с водной фазой с образованием третьей водной жидкой фазы, содержащей тантал.

5. Способ по п. 4, **отличающийся** тем, что в качестве несмешивающегося с водой жидкого органического экстрагента используют метил-изобутилкетон.

6. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что упомянутый исходный радиоактивный материал содержит уран, при этом уран, по крайней мере, частично извлекают из второй водной жидкой фазы путем контактирования с ионообменной смолой для извлечения урана из второй водной жидкой фазы с образованием фазы, обедненной ураном и путем десорбирования урана из ионообменной смолы.

7. Способ по п. 6, **отличающийся** тем, что уран десорбируют из ионообменной смолы посредством водного раствора бикарбоната аммония.

8. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что исходный радиоактивный материал содержит уран, при этом уран, по крайней мере, частично извлекают из второй водной жидкой фазы посредством несмешивающегося с водой раствора экстрагента, содержащего фосфорорганический экстрагент в органическом растворителе с образованием обедненной ураном жидкой водной фазы и органической жидкой фазы, содержащей извлеченный уран.

9. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что шлам выдерживают при температуре в диапазоне от 70°C до около 100°C в течение промежутка времени более чем 5 минут.

10. Способ по п. 6, **отличающийся** тем, что дополнительно осуществляют добавление достаточного количества оксида кальция в обедненную ураном фазу для поддержания значения pH на уровне около 5 и отделение полученных влажных твердых веществ от жидкостей.

Настоящее изобретение касается главным образом извлечения металлических компонентов, в частности извлечения тантала и извлечения металлических компонентов и кислотных компонентов из некоторых отходов, которые могут содержать природные радиоактивные элементы, такие как уран.

Известно большое количество схем, с помощью которых природные руды, концентраты и шлаки могут быть переработаны с целью извлечения металлических компонентов. Промышленные схемы экстракции и разделения для извлечения соединений тантала и ниобия (который известен также под названием колумбий) из обогащенных руд, а также из имеющихся в большом количестве шлаков после переработки олова детально описываются в Патентах США 2767047, 2953453; 2962372; 3117833; 3300297; 3658511; 3712939 и 4164417.

Известен по патенту США 5023059, кл. В 01 D 11/00 улучшенный способ, в соответствии с которым для вторичного извлечения тантала используют плавиковую кислоту, описывается в Патенте. Указанный способ заключается в извлечении металлических компонентов из исходного материала, содержащего фториды тантала и/или ниобия, включающий выпаривание исходного материала в кислоте с образованием шлама.

Однако, недостатком указанного известного способа является то, что поступающие на переработку твердые вещества вначале подвергают выпариванию горячей концентрированной плавиковой кислотой, превращая большую часть соединений тантала и ниобия в растворимые фториды. Маточник, содержащий растворенные металлические компоненты, отделяют от не растворившихся твердых веществ и подвергают обработке в многостадийном каскаде операции экстракции жидкость-жидкость, во время которой металлические компоненты извлекаются метил-изо-бутилкетон (МИБК). Остаток после первичного процесса содержит нерастворенные металлы, такие как уран и торий, а также абсорбированное твердым веществом некоторое количество растворимых соединений тантала и ниобия. Отправка в отвал остатков после первичного процесса очистки - это прямая упущенная выгода вследствие неполного извлечения металлических компонентов.

Задачей настоящего изобретения является разработка способа извлечения металлических компонентов из остатков, получаемых после растворения руд и концентратов.

Ещё одной задачей настоящего изобретения является усовершенствование способа извлечения металлических компонентов из разбавленных водных промышленных растворов.

Следующей задачей настоящего изобретения является рекуперация части потоков серной кислоты и плавиковой кислоты.

Ещё одной задачей настоящего изобретения является разработка способа извлечения металлических компонентов, который был бы пригоден для переработки разбавленных растворов, в результате которого образовывались бы твердые вещества и жидкие отходы, которые не были бы вредными в соответствии с методикой выщелачивания токсичных веществ и перечнями и

спецификациями Агентства по защите окружающей среды (EPA), которые поэтому можно открыто сбрасывать, в зависимости от остаточного содержания соединений урана и тория, как отходы с низким уровнем содержания радиоактивных соединений или как безвредные нерадиоактивные отходы.

Наконец, еще одной задачей настоящего изобретения является эффективный процесс извлечения металлических компонентов из остатков растворов и концентратов, который приводит к уменьшению количества твердых и жидких отходов.

Поставленные задачи решаются предложенным способом извлечения металлических компонентов из исходного материала, содержащего фториды тантала и/или ниобия, включающим выпаривание исходного материала в кислоте с образованием шлама, и в соответствии с изобретением, кислота содержит серную кислоту и способ дополнительно включает разделение шлама с образованием первой водной жидкой фазы, содержащей тантал и/или ниобий и радиоактивный металл, и твердой фазы, контактирование первой водной жидкой фазы с несмешивающимся с водой жидким органическим экстрагентом, пригодным для экстракции тантала и/или ниобия с образованием первой органической водной фазы, содержащей тантал и/или ниобий, и второй жидкой фазы, содержащей радиоактивный металл, и извлечение тантала и/или ниобия из первой органической водной фазы.

В ещё одном варианте осуществления изобретения предусмотрено, что осуществляют пиролиз отделившейся твердой фазы путем повышения температуры твердого вещества до, по крайней мере, около 700°C в присутствии водяного пара для выделения газообразных серной кислоты и плавиковой кислоты и получения твердого остатка с низким радиоактивным уровнем.

Кроме того, в соответствии с изобретением дополнительно осуществляют орошение выделенных газов в скруббере разбавленным раствором серной кислоты для извлечения серной кислоты и разбавленным раствором плавиковой кислоты для извлечения плавиковой кислоты.

Далее на решение поставленной задачи направлено и то, что в соответствии с предложенным способом тантал извлекают из первой органической жидкой фазы путем контактирования первой органической жидкой фазы с водной фазой с образованием третьей водной жидкой фазы, содержащей тантал.

Кроме того, в качестве несмешивающегося с водой жидкого органического экстрагента используют метил-изо-бутилкетон.

Также предложенный способ предусматривает, что упомянутый исходный радиоактивный материал содержит уран, при этом уран, по крайней мере, частично извлекают из второй водной жидкой фазы путем контактирования с ионообменной смолой для извлечения урана из второй водной жидкой фазы с образованием фазы, обедненной ураном и путем десорбирования урана из ионообменной смолы. И кроме того, уран десорбируют из ионообменной смолы посредством водного раствора бикарбоната аммония.

В ещё одном варианте осуществления изобретения предусмотрено, что исходный радиоактивный материал содержит уран, при этом уран, по крайней мере, частично извлекают из второй водной жидкой фазы посредством несмешивающегося с водой раствора экстрагента, содержащего фосфорорганический экстрагент в органическом растворителе с образованием обедненной ураном жидкой водной фазы и органической жидкой фазы, содержащей извлеченный уран, а шлам выдерживают при температуре в диапазоне от 70°C до около 100°C в течение промежутка времени более чем 5 минут.

Кроме того, в соответствии со способом дополнительно осуществляют добавление достаточного количества оксида кальция в обедненную ураном фазу для поддержания значения pH на уровне около 5 и отделение полученных влажных твердых веществ от жидкостей.

Этот способ направлен на извлечение из твердых веществ серной и плавиковой кислот и делает остатки твердых отходов безвредными в соответствии с перечнями и методами испытаний Агентства по защите окружающей среды, т.е. позволяет отправлять их в отвал в виде отходов с низким уровнем радиоактивности.

Ещё в одном варианте осуществления изобретения вторая водная фаза, содержащая уран, контактирует с ионообменной смолой с образованием обедненной ураном фазы.

Таким образом предложенный способ позволяет извлекать дополнительное количество металлических компонентов из остатков, содержащих металлические компоненты в виде комплексных фторидов, при этом из остатков извлекаются кислоты и в результате получают твердые отходы, не представляющие опасности в соответствии с перечнями и методами испытаний Агентства по защите окружающей среды (EPA) и содержащие достаточно небольшие количества урана и тория, поэтому их можно отправлять в отвал как отходы с

низким уровнем радиоактивности и следовательно предложенный способ является весьма полезным достижением в данной области техники.

Более подробно изобретение поясняется ниже ссылками на прилагаемые чертежи.

На фиг. 1 схематично представлена блок-схема, на которой изображена общая система извлечения металлических компонентов из вторичных отходов в соответствии со способом по настоящему изобретению.

На фиг. 2 схематично представлена блок-схема, показывающая процесс экстракции для удаления урана из одного из потоков в способе извлечения металлических компонентов.

Как хорошо видно на фиг. 1, способ по настоящему изобретению осуществляется в рамках системы, которая включает стадию выпаривания 10, стадию разделения 12, стадии экстракции и концентрирования 16, и стадию извлечения 17. Стадия пирогидализа 14 предназначена для извлечения серной и плавиковой кислот, в результате чего твердые вещества превращаются в отходы с низким уровнем радиоактивности, которые можно отправить в отвал. Стадия выпаривания позволяет снизить содержание пустой породы в радиоактивных отходах. Для удаления урана могут быть использованы как стадия ионного обмена 18, так и экстракция растворителем, показанная на фиг. 2, за которыми может последовать стадия обработки известью, которая превращает оставшиеся жидкости и твердые вещества в безвредные отходы.

В настоящем изобретении заявляется эффективный способ извлечения металлических компонентов, в частности тантала из твердых веществ, содержащих фториды металлов, таких как вторичные отходы, получаемые после переработки руд и концентратов.

Типичный пример вторичных отходов, которые могут перерабатываться в соответствии с настоящим изобретением, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Типичные отходы (% вес.)

Образец, №	1	2	3	4
Ta (растворимый в воде)	4,15%	2,63%	1,75%	2,11%
Cb (растворимый в воде)	2,55	1,92	2,47	2,53
Ta (не растворимый в воде)	0,17	0,64	0,43	1,50
Cb (не растворимый в воде)	0,17	0,63	0,43	1,50
Ca	13,30	13,20	7,40	21,70
Al	13,30	11,10	6,50	5,70
Fe	1,70	4,60	1,70	0,90
Ti	0,30	0,70	0,30	0,80
F	42,50	46,00	39,20	35,10
SO ₄	0,30	0,20	0,30	0,50
C	1,00	0,60	1,30	1,20
Cr	0,10	0,30	0,50	1,20
Pb	0,01	0,02	0,00	9,30
Mg	2,10	2,30	2,10	1,30
Ba	0,30	1,00	2,00	1,70
Zr	5,40	6,40	5,30	2,70
Sn	0,50	0,50	0,30	2,40
Th	0,50	0,70	0,50	0,30
U	0,20	0,20	0,10	0,20

В частности, в соответствии с фиг. 1, на первой стадии способа по настоящему изобретению серная кислота 20 тщательно смешивается со вторичными отходами 22, обычно в соотношении приблизительно от 0,3 до приблизительно 0,5 вес. частей промышленной концентрированной серной кислоты на 1 вес. часть твердых веществ, содержащихся в шламе. Шлам выдерживают при температуре приблизительно от 70 до 100°C в течение по крайней мере 5 мин, преимущественно 30 мин. Хотя могут использоваться и более низкие температуры, такие как комнатная температура, однако в этом случае время выпаривания увеличивается. При более высоких температурах усиливается выделение дыма.

Шлам 24 на стадии 12 разделяют известными способами, например с помощью фильтр-пресса, с образованием первой жидкой фазы 26, содержащей металлические компоненты, и твердой фазы.

В процессе переработки отходов, приведенных в таблице 1, полученная жидкая фаза 26 обычно содержит от 3 до 8 грамм тантала на литр. Первая водная жидкая фаза 26 в экстракторе 16 вступает в контакт с несмешивающимся с водой жидким органическим экстрагентом, пригодным для экстракции тантала, таким как МИБК. Образуются первая органическая жидкая фаза 28, содержащая соединения тантала, и вторая жидкая водная фаза 32. Разделение осуществляют обычными способами разделения не смешивающихся друг с другом жидкостей. Концентрация соединений тантала и/или ниобия в первой органической фазе 28 приблизительно в 5 раз больше их концентрации в первой водной фазе 26. Объемы фаз подбирают таким образом, чтобы фаза экстрагирующей жидкости составляла одну пятую от объема водной фазы, поступающей на переработку. Могут использоваться и другие известные из данной области техники способы увеличения концентрации и извлечения металлических компонентов. С целью полного удаления по крайней мере соединений тантала и ниобия желательно, чтобы нормальность свободной кислоты составляла более 4. Предпочтительными являются сильные кислоты, такие как соляная кислота или серная кислота. Комплексные фториды тантала и фторид могут быть извлечены из первой органической фазы 28 с помощью методов, известных из данной области техники, таких как промывка водой 29. Раствор, содержащий тантал, может быть подвергнут обычному процессу переработки тантала, с целью получения тантала коммерческой чистоты. Ниобий, если он имеется, также может быть выделен с помощью экстрагента по обычным методикам, известным специалистам в данной области техники.

Вторая жидкая фаза 32, выделяемая из узла экстракции тантала 16, может быть подвергнута обработке на ионообменной смоле 18, с целью извлечения урана. Вторая жидкая фаза

обычно содержит уран в количестве приблизительно от 0,05 до приблизительно 0,3 грамм на литр. Ионообменную смолу предпочтительно промывают серной кислотой 33. Могут использоваться другие средства для промывки, известные специалистам в данной области техники. После стадии промывки получают водный раствор 24, содержащий приблизительно от 10 г на литр до приблизительно 30 г урана на литр. Раствор можно затем переработать с целью выделения урана. Обедненная ураном фаза 35 может быть направлена в отстойник 50 для обработки известью, фильтрации в узле 58 и, наконец, в отвал.

По другому варианту вторая жидкая водная фаза 32, содержащая вышеупомянутый концентрат урана, может быть переработана путем экстракции растворителем в соответствии с процессом, приведенным на фиг. 2. Обычно для практически полного извлечения урана используют не смешивающийся с водой органический экстрагент 60, который обычно включает фосфорорганическое соединение в несмешивающемся с водой растворителе. Предпочтительным экстрагентом является смесь ди-2-этилгексилфосфорной кислоты (ДЭФК) и триоктилфосфиноксида (ТОФО). Хотя могут использоваться различные концентрации указанных экстрагентов, предпочтительной является смесь 0,9 М раствора ДЭФК и 0,13 М раствора ТОФО в подходящем органическом растворителе, таком как керосин. Указанный органический раствор для экстракции контактирует со второй водной фазой 32 в смесителе-отстойнике 61, при этом получается органическая фаза 62, содержащая практически весь уран, и водная фаза 54, содержащая лишь небольшое количество урана. После расслоения фазы 54 и 62 разделяют. Органическую фазу 62 направляют в десорбер 64. Для извлечения урана из экстракта используют раствор, например, водный раствор бикарбоната аммония 65, при этом образуется водный раствор 66, содержащий концентрат урана в количестве от 2 до 20 г на литр, который может быть переработан с применением методик, известных специалистам в данной области техники, для извлечения урана, таких как приведенные в Encyclopedia of Chemical Technology (см. выше), Vol. 23, pp. 520 - 526. Хотя бикарбонат аммония является предпочтительным, могут использоваться и другие агенты для промывки, такие как фосфорная кислота, содержащая необходимое количество ионов двухвалентного железа, чтобы перевести уран в состояние U (+4). Обедненную ураном водную фазу 54 обрабатывают известью 66, разделяют, например, с помощью фильтрации и получают поток очищенных сточных вод 69, который практически не содержит урана. Осадок на фильтре может быть направлен в отвал как безвредные и нерадиоактивные промышленные отходы. Типичный анализ твердых веществ 70 после обработки известью по процессу, изображенному на фиг. 2, представлен ниже в таблице 2.

Анализ твердых веществ после переработки

Элемент	Предел, ч/млн	Образец до обработки	Образец		
			А	В	С
ч/млн.					
Ag	5,0	и	0,7	и	и
Ag	5,0	5,2	0,6	и	и
Ba	10,0	и	и	1,77	1,33
Cd	1,0	и	и	и	и
Cr	5,0	29,5	и	и	и
Hg	0,2	и	и	и	и
Pb	5,0	19,3	1,5	и	и
Se	1,0	и	и	и	и

и = не обнаружено при использовании методики удельного выщелачивания токсичных веществ, метод 1311, EPA 40CFR 261.

В соответствии с фиг.1 твердая фаза 39, содержащая сульфат-ионы и фторид-ионы, отделяется от жидкой фазы и подвергается пирогидролу в следующих условиях: прежде всего твердую фазу загружают в печь 14 и нагревают в присутствии водяного пара приблизительно от комнатной температуры до повышенной температуры, составляющей по крайней мере 700°C. Хотя может использоваться и низкая температура, такая как 700°C, предпочтительнее однако применять более высокие температуры, такие как температура порядка 1200°C, с целью уменьшения объема продукта. Предпочтительно применяют водяной пар, образовавшийся при сгорании газов, которые используют для подвода тепла на стадии пирогидролу 14. Можно использовать и другой источник водяного пара. Образуются пары серной кислоты 40 и газообразный фтористый водород 42. Пары серной кислоты 40 конденсируются в первом скруббере 44, орошаемом разбавленной серной кислотой 46, а пары фтористого водорода 42 конденсируются во втором скруббере, орошаемом разбавленной плавиковой кислотой 55. Твердые вещества 52, образующиеся в результате применения способа по настоящему изобретению, являются химически инертными. Термин "химически инертный" означает в данном описании остатки, не вредные в соответствии с перечнями и спецификациями Агентства по защите окружающей среды, которые могут направляться в отвал в виде отходов с низким уровнем радиоактивности. Средний показатель извлечения в твердых отходах 52 с низким уровнем радиоактивности составляет при использовании способа по настоящему изобретению приблизительно от 30 до 50 процентов от веса остаточных твердых веществ на кварту в отходах 22. Извлеченная серная кислота 20 может рециклироваться и использоваться в случае необходимости для обработки поступающего на переработку шлама. Далее, если в остатках, содержащих фториды металлов, содержатся соединения металлов, отличные от тантала, то их можно перевести в растворимое состояние с помощью серной кислоты. Водный раствор отделяют от твердых веществ и первую водную фазу обрабатывают с целью извлечения конкретного нуж-

ного металла в соответствии с хорошо известными из данной области техники способами, такими как ионный обмен или экстракция. В этом случае твердые вещества затем подвергают дальнейшей переработке с целью выделения кислоты, как это описано ранее.

Для более подробного разъяснения предпочтительного варианта осуществления изобретения предлагается следующий не ограничивающий настоящее изобретение пример. Все доли, пропорции и проценты являются весовыми, если специально не оговаривается.

Пример.

Используя процесс, изображенный на фиг. 1, приблизительно 65000 частей вторичных отходов, содержащих 40% воды, выпаривают приблизительно с 13650 частями концентрированной серной кислоты и 26000 частями воды при температуре около 75 °C в течение 30 мин. Далее полученную двухфазную смесь разделяют, используя пластинчатые и рамковые фильтр-прессы, под большим давлением.

После фильтрации на фильтр-прессе большого давления получают осадок твердых веществ, содержащих около 35% влаги.

Его помещают на ленту конвейера, который питает камерную печь. Осадок, полученный после фильтрации, дробят и с помощью шнека подают в камерную печь с диаметром около 3 футов и длиной около 25 футов, которая футерована огнеупором на основе оксида алюминия. Осадок 2 нагревают до температуры около 1200°C, при этом выделяется большая часть фтористого водорода и серной кислоты в виде газов. Эти газы на выходе из печи орошаются водой для удаления захваченных частичек твердого вещества, а затем поступают в два скруббера, в которых вначале извлекается серная кислота путем орошения разбавленным раствором серной кислоты, а затем извлекается плавиковая кислота в виде 40%-ного раствора путем орошения разбавленной плавиковой кислотой до тех пор, пока ее концентрация не достигнет 40%. Газы, из которых извлечена большая часть кислот, перед выбросом в атмосферу направляются в конечный скруббер, орошаемый раствором едкого натра, с целью практически полного удаления остатков фтористого водорода. Из

39000 частей вторичных отходов извлекают приблизительно 1170 частей фтористого водорода. Из печи выгружают приблизительно 25000 частей твердых веществ.

Концентрация металлических компонентов в фильтрате из фильтра-пресса составляет в пересчете на оксид тантала и оксид ниобия приблизительно от 3 до 8 г на литр каждого. Фильтрат также содержит оксид урана в количестве приблизительно от 0,02 до приблизительно 0,06 г на литр. Тантал и ниобий экстрагируют из фильтрата с помощью МИБК. После вымывания водой из экстракта извлекают приблизительно 680 частей оксида тантала и 710 частей оксида ниобия.

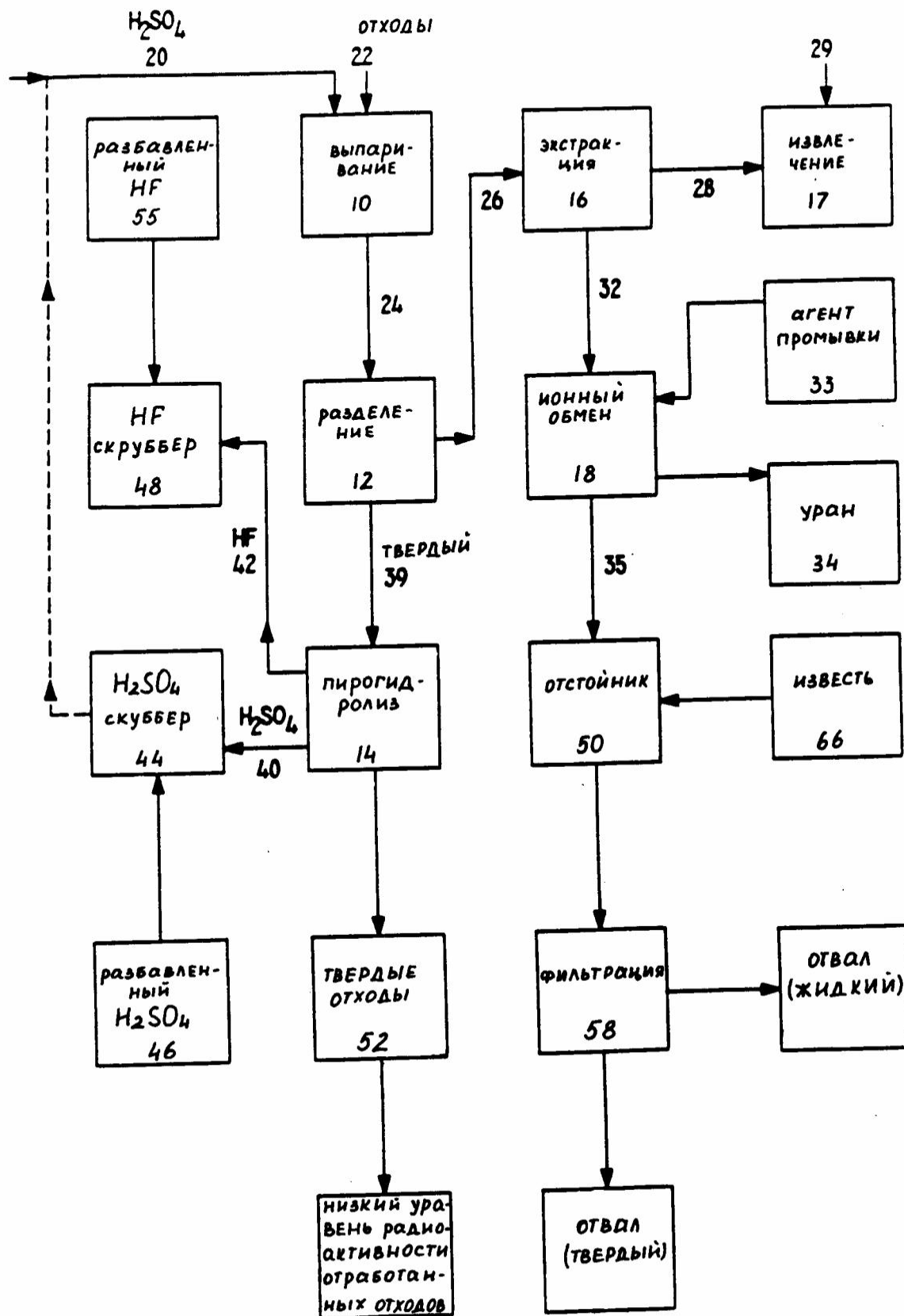
После извлечения тантала, используя ионный обмен или экстракцию растворителем, можно выделить около 25 частей урана.

Если применяют ионный обмен, то фаза после извлечения тантала контактирует с ионообменной смолой, а соединения урана вымывают из ионообменной смолы с помощью серной кислоты.

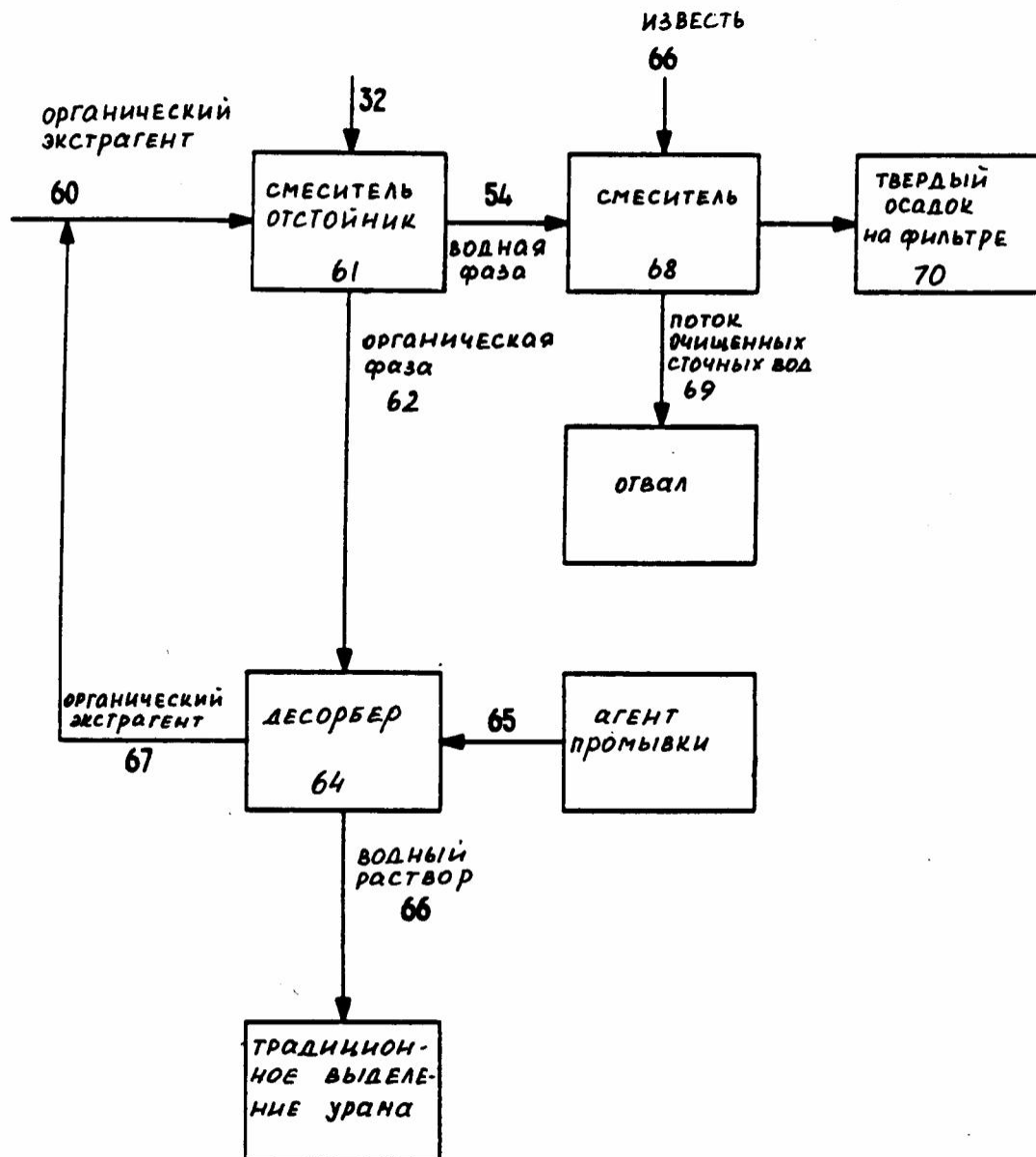
Если применяют экстракцию растворителем, то фаза после извлечения тантала контактирует с органическим экстрагентом, который, как известно из данной области техники, является селективным по отношению к урану. Предпочтительным экстрагентом, как уже указывалось ранее, является смесь 0,9 М раствора ДЭФК и 0,13 М раствора ТО-ФО в керосине. Для вымывания соединений урана из экстракта применяют раствор бикарбоната ам-

мония. Для этого в органический экстрагент добавляют раствор бикарбоната аммония с концентрацией 0,5 моль на литр. Получают раствор бикарбоната аммония, содержащий приблизительно от 2 до 20 г урана на литр, который может далее подвергаться обычным способам, применяемым для переработки урана. Обычным образом поддерживают pH в интервале от 8,4 до 8,65. Для скорости потока экстракта (органической фазы), составляющей 3 галлона в минуту, скорость подачи вымывающего раствора составляет приблизительно 0,04 галлона в минуту. Органический экстракт после промывки рециклируется в смеситель-отстойник. Поток жидкости, из которой извлечен уран, обрабатывают водным раствором извести с концентрацией приблизительно 200 г на литр и отфильтровывают. Поток очищенных сточных вод, практически не содержащих уран, может направляться в линию сброса неопасных и не радиоактивных отходов. Осадок на фильтре представляет собой фторид кальция и сульфат кальция и является химически инертным.

Хотя был представлен и описан способ, который следует рассматривать как предпочтительный вариант осуществления способа по настоящему изобретению, специалистами в данной области техники могут быть внесены в него различные очевидные изменения. Указанные варианты не ограничивают настоящее изобретение, а приводятся лишь для пояснения сущности изобретения, которое определяется прилагаемой далее формулой.



Фиг. 1



Фиг. 2

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
 (03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03