

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034318**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.01.28

(21) Номер заявки
201691183

(22) Дата подачи заявки
2014.12.19

(51) Int. Cl. *F23J 1/00* (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)
C05F 7/00 (2006.01)
C05F 9/00 (2006.01)
C05B 9/00 (2006.01)
C05B 11/10 (2006.01)
C22B 7/02 (2006.01)

(54) СПОСОБ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ ОТХОДОВ

(31) **13199070.7**

(32) **2013.12.20**

(33) **EP**

(43) **2016.11.30**

(86) **PCT/EP2014/078736**

(87) **WO 2015/091946 2015.06.25**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЭКОФОС С.А. (BE)

(72) Изобретатель:
Тахим Мохамед (BE)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) JP-A-H1133594
JP-A-H1192122
EP-A2-0811580
WO-A1-2008115121
EP-A1-0586910

(57) Изобретение относится к способу обработки золы от сжигания отходов, включающему: а) выщелачивание золы раствором, содержащим растворенные фосфат-ионы, с получением первой твердой фазы, содержащей примеси, и первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, б) разделение указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, и указанной первой твердой фазы. Стадию а) предпочтительно осуществляют в течение периода времени меньше 1 ч и при температуре выше 40°C.

B1
034318

034318

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к валоризации золы от сжигания отходов. В частности, настоящее изобретение относится к валоризации золы от сжигания ила с очистных станций, костей, навозной жижи или бытового мусора.

Уровень техники в области изобретения

Учитывая все более и более суровые ограничения, накладываемые окружающими условиями и экологией, особый интерес приобретает валоризация отходов или остатков любого происхождения. Отходы обычно сжигают, получая два типа остатков: твердые негорючие материалы, называемые шлаками или окалиной, которые могут накапливать такие загрязняющие вещества, как тяжелые металлы, способные высвобождаться под действием воды, и остатки от очистки дымовых газов, состоящие из золы с пылеулавливания и остатков от удаления токсических веществ из дымовых газов, получаемых при очистке газов. Валоризация этих типов отходов может быть затруднительным вследствие их состава. Некоторые из них применяются в строительстве или для получения битумных смесей.

Патент US 5521132 описывает, например, валоризацию золы в целях ее вторичного использования для производства керамических материалов. Зола приводят в контакт с бурой и соединением, содержащим кальций, затем нагревают до очень высоких температур, около 1000°C, чтобы образовать керамику.

EP 0743079 также описывает обработку золы с установок для сжигания отходов для стабилизации тяжелых металлов, содержащихся в золе. Зола подвергают реакции фосфатирования при высокой температуре от 500 до 1200°C, чтобы превратить хлориды токсичных металлов в фосфатную соль.

Из документа WO 97/31874 известен также способ инертизации золы путем ее реакции с фосфатной смесью с образованием пасты, которую полностью обжигают при температуре выше 600°C. Полученный остаток смешивают с водой и гидравлическим вяжущим, таким как цемент.

Эти разные способы предназначены главным образом для инкапсуляции или удержания тяжелых металлов, присутствующих в золе, керамикой или цементом, чтобы предотвратить в конечном счете их распространение в окружающую среду. Таким образом, эти способы приводят к значительному увеличению массы отходов без валоризации их составляющих, которые лишь улавливаются в цементе или керамике перед захоронением на специальных сыпных пунктах.

Из патента JP H11-33594 известен также способ обработки ила с очистных установок раствором фосфорной кислоты при температуре 40°C. Этот способ не позволяет оптимально очистить ил с очистных установок.

Настоящее изобретение направлено на устранение этих недостатков и валоризации по меньшей мере части компонентов золы от сжигания отходов.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение относится к способу валоризации золы, получаемой от сжигания отходов, мокрым методом. Зола поступает в основном от сжигания ила с очистных станций, костей, навозной жижи или бытового мусора.

Настоящее изобретение предлагает способ обработки золы от сжигания отходов, включающий:

- a) выщелачивание золы выщелачивающим раствором, содержащим растворенные фосфат-ионы, чтобы образовать первую твердую фазу, содержащую примеси, и первую жидкую фазу, содержащую фосфат-ионы,
- b) разделение указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, и указанной первой твердой фазы.

Таким образом, указанную первую жидкую фазу отделяют от указанной первой твердой фазы, и ее позднейшая валоризация облегчается. Указанная первая жидкая фаза содержит фосфат-ионы, получаемые из указанного выщелачивающего раствора, а также содержит металлы в виде ионов металлов или других элементов, получаемых из золы. Растворение этих металлов, изначально присутствующих в золе, облегчит их обработку и их последующее повторное использование. Таким образом, способ по настоящему изобретению позволяет повторно использовать многие металлы, присутствующие в золе, благодаря их особому извлечению, по меньшей мере частичному. Кроме того, последний остаток, т.е. указанную первую твердую фазу, можно использовать в качестве сырья в области строительства. Настоящее изобретение предлагает более экологичный способ обработки золы, чем способы, известные из уровня техники. Действительно, способ по настоящему изобретению расходует меньше энергии, так как он не включает стадию обработки при очень высокой температуре или стадию обжига. Кроме того, способ по настоящему изобретению создает намного меньше отходов, так как он позволяет экстрагировать компоненты золы, чтобы применять их позднее на конкретных предприятиях по утилизации отходов или напрямую в качестве раствора, предназначенного для продажи, для различных и разнообразных применений (сельское хозяйство, пищевая промышленность, строительство, стабилизация почв и т.д.).

Стадию a) можно осуществлять при температуре от 20 до 95°C, благоприятно от 20 до 80°C, предпочтительно от 50 до 80°C, в частности от 50 до 65°C.

Предпочтительно указанный выщелачивающий раствор, содержащий растворенные фосфат-ионы, имеет весовое содержание фосфат-ионов в интервале от 1 до 85%, благоприятно от 7 до 55%, предпочтительно от 7 до 50%, в частности от 7 до 40%, более предпочтительно от 13 до 28% от полного веса выще-

лачивающего раствора. Фосфат-ионы, учитываемые выше при определении весового процентного содержания фосфат-ионов, являются ионами фосфатов в форме H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} и PO_4^{3-} .

Предпочтительно указанный выщелачивающий раствор, содержащий растворенные фосфат-ионы, является раствором фосфорной кислоты, предпочтительно водным раствором фосфорной кислоты. Использование выщелачивающего раствора, содержащего фосфат-ионы, предпочтительно водного раствора фосфорной кислоты, позволяет повысить степень экстрагирования различных элементов (в частности, фосфора, кальция, магния, алюминия или железа), присутствующих в золе, и уменьшить число стадий, осуществляемых в способе. Предпочтительно, чтобы выщелачивающий раствор не содержал другой кислоты в дополнение к фосфорной кислоте. Действительно, присутствие другой кислоты способствует образованию других солей, растворимых или не растворимых в воде. Удаление этих солей и их отделение от фосфатных солей потребовало бы дополнительных этапов жидкофазной экстракции, химического осаждения или механического разделения. Таким образом, использование на стадии а) раствора фосфорной кислоты в качестве выщелачивающего раствора позволяет оптимизировать число стадий в способе и сделать его более экономически жизнеспособным.

Указанное разделение, проводимое на стадии b), может быть осуществлено фильтрацией. Фильтрат, собранный после фильтрации, соответствует указанной первой жидкой фазе, содержащей фосфат-ионы и лишенной примесей, оставшихся в твердой форме в указанной первой твердой фазе. Таким образом, примеси, не растворившиеся в выщелачивающем растворе, собираются в указанной первой твердой фазе и могут вторично использоваться как сырье для получения строительных материалов или материалов для стабилизации почв или в любой другой области, требующей такого состава, содержащего в основном песок и гипс. Преимуществом остатка является то, что он стабилен, т.е. стабилен в условиях выщелачивания, и, таким образом, может использоваться без вреда для окружающей среды, например, в качестве удобрения для почвы.

Чертеж показывает блок-схему способа согласно одному частному варианту осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

Настоящее изобретение относится к способу обработки золы от сжигания отходов. Как упоминалось выше, зола может происходить от сжигания различных отходов. Тем не менее, изобретение особенно хорошо подходит для золы, получаемой при сжигании ила с очистных станций, костей, навозной жижи или бытовых отходов, предпочтительно золы от сжигания ила с очистных станций, костей или навозной жижи. Зола может содержать соли или оксиды металлов, таких как металлы групп 1-16 Периодической системы элементов, в том числе редкоземельные элементы, лантаноиды и актиноиды, а также соли или оксиды следующих элементов: Si, P, S, As. Предпочтительно в качестве металлов вышеупомянутых групп 1-16 могут содержаться Na, K, Li, Rb, Mg, Ca, Sr, Ba, Se, Y, Ti, Zr, V, Nb, Cr, Mo, Mn, Fe, Ru, Co, Rh, Ni, Pd, Cu, Ag, Zn, Cd, Al, Ge, Sn, In, Sb, Pb или Bi. Способ согласно настоящему изобретению позволяет извлечь все или часть этих различных металлов или элементов в виде фосфатных солей, растворимых в воде. Эти соли можно затем разделить и использовать как сырье независимо друг от друга. Благодаря способу по настоящему изобретению даже указанную первую твердую фазу, выделенную на стадии b), можно валоризовать и использовать как сырье для других применений. Таким образом, золу, обработанную способом по настоящему изобретению, не нужно больше размещать на хранение, но можно валоризовать, сохраняя окружающую среду и уменьшая количество отходов на хранении или на свалке.

Способ по настоящему изобретению включает следующие стадии:

а) выщелачивание золы выщелачивающим раствором, содержащим растворенные фосфат-ионы, чтобы образовать первую твердую фазу, содержащую примеси, и первую жидкую фазу, содержащую фосфат-ионы,

б) разделение указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, и указанной первой твердой фазы.

После разделения указанную первую жидкую фазу, содержащую фосфат-ионы, можно собрать и/или выделить. Первая жидкая фаза может содержать, помимо фосфат-ионов, ионы металлов, происходящие из солей или оксидов таких металлов, как металлы групп 1-16 Периодической системы элементов, в том числе редкоземельные элементы, лантаноиды и актиноиды, или может содержать ионы следующих элементов: Si, P, S, As. Ионы металлов могут быть ионами следующих металлов: Na, K, Li, Rb, Mg, Ca, Sr, Ba, Se, Y, Ti, Zr, V, Nb, Cr, Mo, Mn, Fe, Ru, Co, Rh, Ni, Pd, Cu, Ag, Zn, Cd, Al, Ge, Sn, In, Sb, Pb или Bi. В частности, способ по настоящему изобретению позволяет экстрагировать и, таким образом, валоризовать весь или часть алюминия, кальция, магния, железа, натрия, калия, цинка, редкоземельных элементов, меди, ртути, свинца, фосфора или любого из названных выше металлов, содержащихся в золе.

Указанный выщелачивающий раствор, содержащий растворенные фосфат-ионы, может иметь весовое содержание фосфат-ионов в интервале от 1 до 85%, благоприятно от 7 до 55%, предпочтительно от 7 до 50%, в частности от 7 до 40%, более предпочтительно от 13 до 28% от полного веса выщелачивающего раствора. Неожиданно оказалось, что способ по настоящему изобретению имеет хорошую степень экстрагирования (выше 80%) одного или нескольких компонентов золы, например фосфора, алюминия, кальция, магния или железа, когда выщелачивающий раствор, содержащий растворенные фосфат-ионы,

имеет весовое содержание фосфат-ионов в интервале от 7 до 50%, в частности от 7 до 40%, более предпочтительно от 13 до 28% от полного веса выщелачивающего раствора.

Предпочтительно выщелачивающий раствор, содержащий растворенные фосфат-ионы, является раствором, предпочтительно водным, фосфорной кислоты. Указанный раствор фосфорной кислоты при применении можно разбавить, предпочтительно водой, чтобы получить выщелачивающий раствор с весовым содержанием фосфат-ионов в интервале от 1 до 85%, благоприятно от 7 до 55%, предпочтительно от 7 до 50%, в частности от 7 до 40%, более предпочтительно от 13 до 28% от полного веса выщелачивающего раствора. Разбавление раствора фосфорной кислоты можно осуществить до, одновременно или после приведения его в контакт с указанной золой, обработанной на стадии а). Так, раствор фосфорной кислоты (например, 85 вес.% H_3PO_4) можно привести в контакт с золой, а затем добавить достаточное количество воды, чтобы получить выщелачивающий раствор, имеющий указанное выше весовое содержание фосфат-ионов. Альтернативно, раствор фосфорной кислоты (например, 85 вес.% H_3PO_4) можно привести в контакт с золой одновременно с количеством воды, необходимым для получения выщелачивающего раствора, имеющего вышеупомянутое весовое содержание фосфат-ионов. Альтернативно, раствор фосфорной кислоты (например, 85 вес.% H_3PO_4) можно разбавить водой, чтобы получить выщелачивающий раствор с указанным выше весовым содержанием фосфат-ионов, а затем указанный выщелачивающий раствор добавить на золу, чтобы осуществить стадию а) способа по настоящему изобретению.

Предпочтительно выщелачивающий раствор, содержащий растворенные фосфат-ионы, содержит по меньшей мере 50 вес.% фосфорной кислоты, благоприятно по меньшей мере 75 вес.% фосфорной кислоты, предпочтительно по меньшей мере 90 вес.% фосфорной кислоты, в частности по меньшей мере 98,5 вес.% фосфорной кислоты, более конкретно по меньшей мере 99 вес.% фосфорной кислоты.

Предпочтительно весовое соотношение между указанным выщелачивающим раствором, содержащим растворенные фосфат-ионы, и золой больше или равно 2, благоприятно больше 4, предпочтительно больше 5, в частности больше 5,5. Весовое соотношение между указанным выщелачивающим раствором, содержащим растворенные фосфат-ионы, и золой может также составлять от 2 до 100, благоприятно от 4 до 50, предпочтительно от 5 до 50, в частности от 5 до 25. Рассматриваемый вес золы относится к весу золы перед выщелачиванием, т.е. до контакта с выщелачивающим раствором. Это выгодно тем, что на стадии а) образуется маловязкая реакционная среда, в которой зола или остатки от выщелачивания находятся в суспензии. Когда выщелачивающий раствор является раствором фосфорной кислоты, вес выщелачивающего раствора определяют из веса раствора фосфорной кислоты, использующегося на стадии а), и, факультативно, веса добавленной воды, если раствор фосфорной кислоты разбавляют. Благодаря этому предотвращают затвердевание или образование вязкой пасты, сложной в обращении. В результате облегчается разделение на стадии б).

Предпочтительно, чтобы перед осуществлением стадии б) весовое соотношение между указанной первой жидкой фазой, содержащей фосфат-ионы, и золой было больше или равно 2, благоприятно больше 4, предпочтительно больше 5, в частности больше 5,5. Весовое соотношение между указанной первой жидкой фазой и золой может также лежать в интервале от 2 до 100, благоприятно от 4 до 50, предпочтительно от 5 до 25. Рассматриваемый вес золы относится к весу золы перед выщелачиванием, т.е. до контакта с выщелачивающим раствором. Таким образом, выщелачивающий раствор и зола могут в промежутке образовывать пасту или пульпу, но перед осуществлением стадии б) способа по настоящему изобретению добавляют достаточное количество воды, чтобы получить весовое соотношение между указанной первой жидкой фазой и золой в указанных выше пределах. В результате облегчается разделение, проводимое на стадии б), и улучшается использование золы.

Стадия а) способа по настоящему изобретению может быть осуществлена при температуре в интервале от 20 до 95°C, благоприятно от 20 до 80°C, предпочтительно от 50 до 80°C, в частности от 50 до 65°C. Проведение выщелачивания золы при температуре от 50 до 80°C позволяет контролировать вязкость реакционной среды и избежать технологических проблем, связанных с выщелачиванием золы, в первую очередь затвердевания реакционной среды.

Стадия б) способа по настоящему изобретению может быть осуществлена при температуре в интервале от 20 до 95°C, благоприятно от 20 до 80°C. Стадия б) способа по настоящему изобретению может быть осуществлена при температуре выше 40°C, предпочтительно в интервале от 50 до 80°C, в частности от 50 до 65°C. Осуществление стадии б) способа по настоящему изобретению при температуре в интервале от 50 до 80°C позволяет также улучшить качество разделения фаз и повысить эффективность способа в целом.

Выщелачивание золы выщелачивающим раствором, содержащим растворенные фосфат-ионы, осуществляют в течение периода от 5 мин до 8 ч, благоприятно от 5 мин до 4 ч, предпочтительно от 5 мин до 2 ч. Предпочтительно выщелачивание золы выщелачивающим раствором, содержащим растворенные фосфат-ионы, длится меньше 1 ч, в частности от 5 до 45 мин, более конкретно от 30 до 45 мин. Хорошая степень экстрагирования, например >90% для фосфора, наблюдается, даже когда продолжительность стадии выщелачивания составляет от 5 мин до 2 ч, предпочтительно от 5 до 45 мин. Это позволяет улучшить экономическую и промышленную жизнеспособность способа по настоящему изобретению.

Предпочтительно способ по настоящему изобретению применим к обработке золы от сжигания ила

с очистных станций, костей или навозной жижи. Предпочтительно зола, подлежащая обработке заявленным способом по настоящему изобретению, имеет содержание фосфора, выраженное в весовых процентах фосфатов PO_4 в золе, по меньшей мере 1%, благоприятно по меньшей мере 7%, предпочтительно от 7 до 67,5%, в частности от 7 до 47%, более конкретно от 20 до 47%. В частности, в золе, полученной от сжигания ила с очистных станций, костей или навозной жижи, фосфор может присутствовать в весовом содержании (выраженном в расчете на фосфат) по меньшей мере 7 вес.%, предпочтительно от 7 до 67,5%, в частности от 7 до 47%, более конкретно от 20 до 47%.

Когда зола содержит фосфор, предпочтительно, чтобы абсолютная масса фосфора, выраженная в граммах PO_4 , в указанной первой жидкой фазе, содержащей фосфат-ионы, полученной на стадии b), была больше абсолютной массы фосфора, выраженной в г PO_4 , в указанном выщелачивающем растворе, содержащем растворенные фосфат-ионы, использовавшемся первоначально на стадии a) способа по настоящему изобретению для выщелачивания золы. Таким образом, фосфор, содержащийся в золе, экстрагируется и растворяется выщелачивающим раствором, что позволяет обогатить указанную первую жидкую фазу фосфатом. Предпочтительно, когда выщелачивающий раствор является раствором фосфорной кислоты, указанная первая жидкая фаза, полученная на стадии b), представляет собой раствор фосфорной кислоты, обогащенный фосфатом.

Способ по настоящему изобретению имеет хорошую степень экстрагирования по меньшей мере части металлов, содержащихся в золе, главным образом в виде фосфатных солей, растворимых в воде. Например, по меньшей мере 80%, благоприятно по меньшей мере 90%, предпочтительно по меньшей мере 95% кальция или магния, присутствовавших в золе, выщелочено на стадии a) и собрано в указанной первой жидкой фазе, содержащей фосфат-ионы, полученной на стадии b). Близкие значения получают также для алюминия или железа или других металлов, присутствующих в золе. В частности, способ по настоящему изобретению имеет хорошую степень экстрагирования содержащегося в золе фосфора, если она таковой содержит. По меньшей мере 85% фосфора, присутствовавшего в золе, выщелачивается на стадии a) и собирается в указанной первой жидкой фазе в виде фосфат-ионов, благоприятно по меньшей мере 90%, предпочтительно по меньшей мере 95%, в частности по меньшей мере 98%.

Указанную первую жидкую фазу, содержащую фосфат-ионы и полученную на стадии b), можно собрать и образовать раствор фосфорной кислоты. Указанную первую жидкую фазу можно использовать как сырье для получения удобрений. Это удобрение может содержать также фосфатные соли металлов, такие как фосфат алюминия, фосфат кальция, фосфат железа или фосфат магния. Раствор фосфорной кислоты, полученный на стадии b), можно также использовать как есть, т.е. без дополнительной обработки. В зависимости от состава золы указанная первая жидкая фаза может также содержать сульфатные соли, такие как сульфат алюминия, сульфат кальция, сульфат железа или сульфат магния.

Согласно одному предпочтительному варианту осуществления стадия a) способа по настоящему изобретению может быть реализована в первом прямоточном реакторе, имеющем одно или несколько отделений, благоприятно от 2 до 12 отделений, предпочтительно от 2 до 5 отделений, в частности от 3 до 5 отделений. Отделения располагаются последовательно и сообщаются между собой снизу. Зола и выщелачивающий раствор, содержащий фосфат-ионы, можно вводить, например, в первое отделение. Образованный в результате шлам проходит затем через каждое из других отделений, которые, таким образом, могут использоваться для подстройки или контроля времени реакции и оптимизации смеси соединений. Последнее отделение указанного первого прямоточного реактора на стадии a) соединено с устройством разделения на первую жидкую фазу и первую твердую фазу, выходящие со стадии. Предпочтительно разделение на первую жидкую фазу и первую твердую фазу осуществляют фильтрацией. Так, последнее отделение указанного первого прямоточного реактора стадии a) соединено с фильтром посредством трубопровода, позволяющего доставить реакционную смесь, полученную в конце стадии a), к фильтру, где будет реализована стадия b) способа по настоящему изобретению. Факультативно, между последним отделением первого прямоточного реактора, используемого для осуществления стадии a), и фильтром, используемым для осуществления стадии b), можно разместить буферную емкость-хранилище. В этом случае реакционную смесь, полученную в конце стадии a), переносят из буферной емкости к фильтру на стадии b).

Способ по настоящему изобретению может также включать стадию c) очистки указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, полученной на стадии b), чтобы образовать вторую жидкую фазу, содержащую фосфат-ионы. Очистка указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, позволяет заметно снизить содержание одного или нескольких ионов металлов, присутствующих в указанной первой жидкой фазе и указанных выше, т.е. ионов металлов, происходящих из металлов групп 1-16 Периодической системы элементов, предпочтительно Na, K, Li, Rb, Mg, Ca, Sr, Ba, Se, Y, Ti, Zr, V, Nb, Cr, Mo, Mn, Fe, Ru, Co, Rh, Ni, Pd, Cu, Ag, Zn, Cd, Al, Ge, Sn, In, Sb, Pb или Bi, или ионов следующих элементов: Si, S, As, в частности Ca, Mg, Fe, Al. Очистка может также позволить разделить различные ионы металлов, присутствующие в указанной первой жидкой фазе, чтобы валоризовать их независимо друг от друга. Таким образом, согласно одному частному варианту осуществления указанная вторая жидкая фаза может быть очищенным раствором фосфорной кислоты, т.е. раствором, в котором содержатся различные ионы металлов, таких как кальций, магний, алюминий, железо или ионы других метал-

лов, может быть снижено по сравнению с содержаниями этих ионов в указанной первой жидкой фазе, причем эта последняя согласно одному частному варианту осуществления также может быть раствором фосфорной кислоты.

Стадия с) очистки может быть осуществлена посредством жидкофазной экстракции. Так, стадия с) указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, включает:

(i) экстракцию фосфат-ионов, содержащихся в указанной первой жидкой фазе, органическим растворителем, чтобы образовать органическую экстрагированную фазу, содержащую фосфат-ионы, и водную экстрагированную фазу, содержащую примеси;

(ii) вторичную экстракцию указанной органической экстрагированной фазы, водным агентом вторичной экстракции, чтобы образовать водную фазу вторичной экстракции и органическую фазу, обедненную фосфат-ионами;

(iii) разделение водной фазы вторичной экстракции, содержащей фосфат-ионы, и органической фазы, причем указанная водная фаза вторичной экстракции, содержащая фосфат-ионы, представляет собой указанную вторую жидкую фазу.

Органический растворитель предпочтительно выбран из группы, состоящей из метилизобутилкетона, бутанола, петанола, органических растворителей C_4 - C_7 и их смесей. Кроме того, стадия очистки может включать предпочтительно перед экстракцией или вторичной экстракцией органической экстрагированной фазы, содержащей фосфат-ионы, следующие этапы:

промывка указанной органической экстрагированной фазы, содержащей фосфат-ионы, водным раствором, чтобы получить промытую органическую фазу, содержащую фосфат-ионы, и водную фазу, содержащую примеси и некоторое количество фосфат-ионов;

выделение полученной промытой органической фазы, содержащей фосфат-ионы.

Эта органическая фаза подходит для указанной вторичной экстракции. Очистка посредством жидкофазной экстракции может включать в себя, кроме того, увлечение паром следовых количеств органического экстрагирующего агента из указанной второй жидкой фазы. Стадия с) очистки посредством жидкофазной экстракции может также включать добавление сильной кислоты к указанной первой жидкой фазе, содержащей фосфат-ионы, полученной на стадии b), перед вышеуказанным этапом (i). Это позволяет повысить степень экстрагирования.

Альтернативно, очистка указанной первой жидкой фазы, осуществляемая на стадии с), включает применение ионного обмена для получения указанной второй жидкой фазы. По сравнению с жидкофазной экстракцией очистка с применением ионного обмена позволяет получить лучший выход фосфат-ионов в указанной второй жидкой фазе. Ионный обмен можно осуществить с помощью одной или нескольких ионообменных смол, благоприятно катионообменных или анионообменных или их смеси, предпочтительно катионообменных. Предпочтительно ионообменные смолы содержат кислотные функциональные группы. В частности, кислотные функциональные группы, содержащиеся в ионообменных смолах, имеют pK_a меньше, чем значение pK_a пары кислота-основание, в которой сопряженное основание образовано фосфат-ионами, полученными на стадии b). Предпочтительно ионообменные смолы, предпочтительно катионообменные, содержат кислотные функциональные группы с pK_a меньше, чем pK_a пары $H_3PO_4/H_2PO_4^-$. Применение ионного обмена может включать использование ионообменной смолы, чтобы получить оксиды мышьяка, возможно образующиеся при осуществлении способа по настоящему изобретению.

Указанные одну или несколько катионообменных смол можно регенерировать независимо друг от друга раствором кислоты, предпочтительно соляной кислоты, азотной кислоты или серной кислоты. Указанная кислота может быть сильной кислотой. Регенерация ионообменных смол дает водный раствор, содержащий соли металлов, уловленных смолами. Это могут быть хлоридные, нитратные или сульфатные соли. Предпочтительно указанные одну или несколько катионообменных смол можно регенерировать независимо друг от друга раствором соляной кислоты или раствором серной кислоты или их смесью. Может образоваться водный раствор, содержащий одну или несколько хлоридных солей или одну или несколько сульфатных солей или их смесь. Соли могут быть хлоридными солями металлов, выбранных из металлов групп 1-16 Периодической системы элементов (металлы и переходные металлы, редкоземельные элементы, As), или сульфатными солями металлов, выбранных из металлов групп 1-16 Периодической системы элементов (металлы и переходные металлы, редкоземельные элементы, As).

Вообще говоря, зола, применяющаяся в способе по настоящему изобретению, содержит в основном кальций, магний, алюминий, железо, кремний или фосфор в содержаниях, меняющихся в зависимости от происхождения золы. Кремний собирается главным образом в указанной первой твердой фазе. Предпочтительно, фосфор собирается в указанной первой жидкой фазе или указанной второй жидкой фазе в виде фосфорной кислоты. Когда указанные одну или несколько катионообменных смол регенерируют независимо друг от друга раствором соляной кислоты, для каждой катионообменной смолы образуется водный раствор, содержащий хлорид кальция, хлорид магния, хлорид алюминия или хлорид железа или их смеси. Эти водные растворы можно собрать и выделить для последующего вторичного использования в качестве сырья в различных областях техники, таких, например, как строительство и очистка сточных вод на очистных станциях. Эти водные растворы можно также высушить, сгустить, чтобы получить коммер-

ческий продукт. Соли можно также осадить способами, известными специалисту. Способ по настоящему изобретению применим также для извлечения всех или части других металлов, присутствующих в золе. Это становится возможным при увеличении числа ионообменных смол. Так, при регенерации указанных ионообменных смол можно получить водные растворы, содержащие соли таких металлов, как Na, K, Li, Rb, Mg, Ca, Sr, Ba, Se, Y, Ti, Zr, V, Nb, Cr, Mo, Mn, Fe, Ru, Co, Rh, Ni, Pd, Cu, Ag, Zn, Cd, Al, Ge, Sn, In, Sb, Pb или Bi. Таким образом, способ по настоящему изобретению позволяет экстрагировать все или часть количества различных металлов, содержащихся в золе, и собрать их предпочтительно в виде растворов хлоридных солей. Альтернативно, если указанные ионообменные смолы регенерируют раствором серной или азотной кислоты, вместо водных растворов хлоридных солей получают водные растворы нитратных или сульфатных солей.

Таким образом, способ по настоящему изобретению позволяет валоризовать золу, которая описана в настоящем изобретении, путем удаления, в частности, всего или части присутствовавшего в ней алюминия, кальция, магния, железа или фосфора. В зависимости от исходного состава золы можно экстрагировать и собрать и другие металлы. Предпочтительно фосфор собирают в виде водного раствора фосфорной кислоты. Как указывалось выше, все или часть количества алюминия, кальция, магния или железа может быть собрано в виде водного раствора хлорида кальция, алюминия, магния или железа.

Способ по настоящему изобретению может также содержать стадию сгущения указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, или указанной второй жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы.

Кроме того, способ по настоящему изобретению может также включать стадию обработки активированным углем указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, полученной на стадии b), или указанной второй жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, полученной на стадии c). Эта обработка позволяет удалить, полностью или частично, диоксин или ртуть, возможно присутствующие в указанной первой жидкой фазе, содержащей фосфат-ионы, полученной на стадии b), или указанной второй жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, полученной на стадии c).

Согласно одному частному варианту осуществления изобретения указанная вторая жидкая фаза, содержащая фосфат-ионы, полученная на стадии c), является раствором фосфорной кислоты. Его можно получить, используя на стадии a) в качестве выщелачивающего раствора, содержащего растворенные фосфат-ионы, раствор фосфорной кислоты.

Согласно одному предпочтительному варианту осуществления часть указанной первой жидкой фазы или указанной второй жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, возвращают в цикл, чтобы использовать на стадии a) в качестве выщелачивающего раствора, содержащего растворенные фосфат-ионы. Таким образом, способ можно осуществлять в непрерывном режиме.

Согласно одному частному варианту осуществления изобретения выщелачивающий раствор является раствором фосфорной кислоты, и способ по настоящему изобретению может включать в себя:

a) выщелачивание золы с содержанием фосфора, выраженном в весовых процентах PO_4 в золе, по меньшей мере 1% первым раствором фосфорной кислоты, чтобы образовать первую твердую фазу, содержащую примеси, и первую жидкую фазу, содержащую фосфат-ионы, причем весовое соотношение между указанным первым раствором фосфорной кислоты и золой больше или равно 2, благоприятно больше 4, предпочтительно больше 5;

b) разделение указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, и указанной первой твердой фазы,

b') факультативно, обработка первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, активированным углем,

c) очистка указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, предпочтительно с применением ионного обмена или путем жидкофазной экстракции, чтобы получить второй раствор фосфорной кислоты,

c') факультативно, обработка указанного раствора фосфорной кислоты активированным углем.

Вес указанного первого раствора фосфорной кислоты определяется через вес раствора фосфорной кислоты и вес добавленной воды, если указанный первый раствор фосфорной кислоты разбавляют перед, во время или после контакта с золой.

Выщелачивание предпочтительно проводят при температуре от 20 до 95°C, благоприятно от 20 до 80°C, предпочтительно от 50 до 80°C, в частности от 50 до 80°C, благоприятно в течение периода от 5 мин до 8 ч, предпочтительно от 5 мин до 4 ч, предпочтительно от 5 мин до 2 ч, в частности от 15 до 45 мин, более предпочтительно от 30 до 45 мин. Предпочтительно первый раствор фосфорной кислоты имеет весовое содержание фосфат-ионов от 7 до 50%, в частности от 7 до 40%, более предпочтительно от 13 до 28% от полного веса первого раствора фосфорной кислоты. Фосфат-ионы, учитываемые при определении указанного выше весового содержания фосфат-ионов, являются фосфат-ионами в виде H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} и PO_4^{3-} .

Согласно другому аспекту изобретения, когда зола содержит фосфор, ее можно применять для увеличения абсолютной массы фосфата в водном растворе фосфорной кислоты. Действительно, при применении способа по настоящему изобретению, согласно которому выщелачивающий раствор, содержащий растворенные фосфат-ионы, является раствором фосфорной кислоты, полученные первая жидкая фаза,

содержащая фосфат-ионы, или вторая жидкая фаза, содержащая фосфат-ионы, является раствором фосфорной кислоты, в котором абсолютная масса фосфата (в г PO_4) является более высокой по сравнению с абсолютной массой фосфата (в г PO_4) в выщелачивающем растворе.

Способ по настоящему изобретению применим для золы, содержащей в основном алюминий, железо, кальций или магний или их смеси и мало фосфора (менее 1 вес.% PO_4). В этом случае указанная первая жидкая фаза будет содержать фосфатные соли алюминия, кальция, железа или магния или их смеси. Осуществление стадии с) очистки, например, с применением ионного обмена или жидкофазной экстракции позволит собрать вторую жидкую фазу, содержащую растворенные фосфат-ионы, например раствор фосфорной кислоты, если выщелачивающий раствор, использованный на стадии а), был раствором фосфорной кислоты. Кроме того, регенерация ионообменных смол позволит получить в основном водные растворы солей алюминия, кальция, магния или железа или их смесей и, возможно, другие водные растворы солей металлов, образованных из металлов, возможно присутствующих в золе, таких как Na, K, Li, Rb, Sr, Ba, Se, Y, Ti, Zr, V, Nb, Cr, Mo, Mn, Ru, Co, Rh, Ni, Pd, Cu, Ag, Zn, Cd, Ge, Sn, In, Sb, Pb или Bi.

Чертеж показывает блок-схему способа по одному частному варианту осуществления настоящего изобретения. В реактор выщелачивания 3 подают золу 1 и раствор фосфорной кислоты 2. После выщелачивания золы 1 в условиях способа по настоящему изобретению реакционную среду подвергают фильтрации через фильтр-пресс 4, чтобы отделить первую твердую фазу 5 от первой жидкой фазы 6, содержащей растворенные фосфат-ионы. Первую жидкую фазу обрабатывают 7 активированным углем 8. Твердый остаток от этой обработки удаляют 8', а жидкую фазу 9, полученную при этой обработке, обрабатывают тремя катионообменными смолами 10, 10' и 10'', размещенными последовательно. В данном примере для ясности и краткости число катионообменных смол ограничено тремя, но в промышленной практике число катионообменных смол может быть больше, например может использоваться от 20 до 100 катионообменных смол в зависимости от степени чистоты указанной второй жидкой фазы и от числа металлов, которые требуется извлечь. Жидкие фазы 9', 9'' и 9''' соответствуют жидким фазам на выходе из соответствующей катионообменной смолы. Жидкие фазы 9', 9'' и 9''' представляют собой растворы фосфорной кислоты, чистота которых повышается по мере прохождения через катионообменные смолы. Весь или часть раствора фосфорной кислоты, полученного на шаге 9'', можно собрать или отправить на хранение на шаге 14 или вернуть в цикл для питания реактора выщелачивания 3. Ионообменные смолы 10, 10', 10'' регенерируют независимо друг от друга раствором соляной кислоты 11, 11' или 11''. Водный раствор 12, собранный после регенерации ионообменной смолы 10, содержит главным образом хлорид кальция или хлорид магния или их смесь. Водные растворы 12' и 12'', собранные после регенерации ионообменной смолы 10' и 10'', содержат в основном хлорид алюминия или хлорид железа или их смесь.

Способ определения содержания металлов

Содержания металлов в образце определяют на оптическом эмиссионном спектрометре (ICP-OES: оптическая эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой), используя ICP-OES спектрометр Agilent серии 710 Axial, оборудованный пульверизатором (One Neb, концентрическая вставка в ICP) и плазменной горелкой (низкочастотная, кварц, всасывающая трубка, осевая). Образцы и стандарты готовят в сосудах, предварительно очищенных разбавленным раствором азотной кислоты (193 г 96%-й азотной кислоты, разбавленной до 1000 мл дистиллированной водой). Прибор калибруют согласно следующему протоколу, используя стандартные растворы $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией свинца 100 мг/л, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией кадмия 100 мг/л, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией ртути 100 мг/л, H_3AsO_4 с концентрацией мышьяка 100 мг/л и $\text{Y}(\text{NO}_3)_3$ с концентрацией иттрия 100 мг/л. Исходя из каждого из растворов $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ и H_3AsO_4 , была приготовлена серия из 7 калибровочных образцов с концентрацией 0,01 в.ч./млн, 0,05 в.ч./млн, 0,1 в.ч./млн, 0,5 в.ч./млн, 1 в.ч./млн и 5 в.ч./млн. В каждый образец добавляли 200 мкл стандартного раствора $\text{Y}(\text{NO}_3)_3$, затем каждый образец разбавляли вышеуказанным разбавленным раствором азотной кислоты, чтобы достичь объема 100 мл. Образцы для анализа методом ICP-OES готовили, добавляя в колбу на 100 мл, содержащую 50 мл разбавленного раствора азотной кислоты, какой приготовлен выше, 10 г анализируемого образца, затем 200 мкл стандартного раствора $\text{Y}(\text{NO}_3)_3$. Затем объем доводили до 100 мл, добавляя разбавленный раствор азотной кислоты. Полученный в результате раствор интенсивно перемешивали.

Пример 1.

Готовят выщелачивающий раствор, содержащий раствор фосфорной кислоты с концентрацией фосфат-ионов 20,7 вес.%, исходя из 481,1 г раствора фосфорной кислоты с концентрацией H_3PO_4 85 вес.% и 1510,1 г воды. В реакторе выщелачивания 100 г золы, полученной от сжигания ила с очистных станций, приводят в контакт с полученным выше раствором фосфорной кислоты с концентрацией фосфат-ионов 20,7 вес.%. Зола содержит 36,2% фосфора (выражено в вес.% в виде PO_4). Выщелачивание золы осуществляют в течение 30 мин при 60°C. Реакционную смесь фильтруют через фильтр-пресс. Фильтрат очищают, используя 6 катионообменных смол (Lewatit® S2568H от Lanxess), размещенных последовательно. Водный раствор фосфорной кислоты, собранный на выходе из шестой катионообменной смолы, содержит 98% фосфата, присутствовавшего изначально в реакторе выщелачивания, т.е. фосфата, имевшегося исходно в золе и в выщелачивающем растворе. Этот раствор фосфорной кислоты сгущают, чтобы получить раствор с концентрацией P_2O_5 54 вес.%. Применение катионообменных смол по-

звolyет очистить раствор фосфорной кислоты. Ниже в табл. 1 приведены содержания различных металлов в растворе фосфорной кислоты перед очисткой и на выходе из каждой ионообменной смолы.

Таблица 1

Содержание металлов (в.ч./млн) в растворе фосфорной кислоты

Металл	Зола	До очистки	1-ая колонка	2-ая колонка	3-ая колонка	4-ая колонка	5-ая колонка	6-ая колонка
Al	39000	1101	915	426	152	73	н.д.	41
As	32	1,6	1,56	1,73	1,67	1,75	1,64	1,78
Ca	78000	4048	275	39	<	<	<	<
Cd	2	0,5	<	<	<	<	<	<
Cr	90	4,2	3,74	3,81	3,23	2,96	2,53	2,5
Fe	110000	2144	1942	1758	1588	1475	1143	1009
K	13200	897	92	43	10	2	н.д.	н.д.
Mg	14100	1012	193	8	1	<	<	<
Mn	1456	73	15	1	0,1	<	<	<
Mo	17	1,4	1,35	1,5	1,43	1,48	1,49	1,61
Na	3600	229	45	<	<	<	<	<
Ni	126	4,9	0,6	<	<	<	<	<
Pb	169	12	1	0,35	<	<	<	<
Sr	454	29	1,45	0,12	<	<	<	<
Zn	1598	100	14,5	0,1	<	<	<	<
Si	140000	<250	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.

* знак < означает, что содержание ниже предела обнаружения

н.д. - нет данных.

Применение ионообменных смол, предпочтительно катионообменных, позволяет удалить часть металлов, присутствующих в растворе фосфорной кислоты, полученном после стадии b) способа по настоящему изобретению. Содержания магния, кальция, алюминия или железа заметно снижены. Разные колонки регенерировали независимо друг от друга 5%-м раствором соляной кислоты. Водные растворы, собранные после регенерации колонок 1 и 2, содержат хлорид магния, хлорид кальция, хлорид железа и хлорид алюминия. Водные растворы, собранные после регенерации колонок 3-6, содержат в основном хлорид железа и хлорид алюминия.

Пример 2.

Повторяли пример 1, используя для выщелачивания золы растворы фосфорной кислоты разной концентрации. Исходя из раствора фосфорной кислоты с концентрацией H_3PO_4 85 вес.%, было приготовлено четыре раствора фосфорной кислоты с концентрациями фосфат-ионов соответственно 9,9, 13,8, 27,6 и 34,5 вес.%.

Таблица 2

Результаты выщелачивания золы растворами фосфорной кислоты разной концентрации

Пример	Зола (г)	вес.% фосфат-ионов в выщелачивающем растворе	вес.% фосфат- ионов в фильтрате	Выход (%)
2A	100	9,9	11,1	90
2B	100	13,8	15,4	95,5
2C	100	20,7	22,2	96
2D	100	27,6	29,0	99
2E	100	34,5	36,6	98

Как показывают результаты, представленные в табл. 2, содержание фосфата в растворе, полученном после фильтрации (после стадии b) способа по настоящему изобретению) выше содержания фосфата в выщелачивающем растворе. Фосфор, присутствующий в золе, был экстрагирован и валоризован в виде раствора фосфорной кислоты. Выход, указанный в табл. 2, соответствует количеству фосфата, собранного в фильтрате со стадии b) способа по настоящему изобретению, отнесенному к количеству фосфата, имевшемуся изначально, т.е. в золе и в выщелачивающем растворе. Этот выход является очень хорошим, когда выщелачивание осуществляют выщелачивающим раствором, использованном в примерах 2C, 2D или 2E.

Пример 3.

Золу (100 г), содержащую, в частности, 18,1 вес.% кремния, 8,7 вес.% алюминия, 15,7 вес.% кальция, 2,3% железа, 1,5 вес.% магния, обрабатывали 1992 г раствора фосфорной кислоты (20,7 вес.% фосфат-ионов) при 60°C в течение 45 мин. Зола содержала менее 1 вес.% фосфора (выраженного в вес.% PO_4). Реакционную среду фильтровали через фильтр-пресс. Жидкую фазу очищали с применением 5 ионообменных смол, размещенных последовательно (Lewatit® S2568H от Lanxess). После этой очистки собрали раствор фосфорной кислоты, имеющий низкое содержание ионов металлов. Ионообменные смолы регенерировали 5%-м раствором соляной кислоты, было получено 5 растворов. Степень экстрагирования алюминия, кальция, магния и железа составила, соответственно, 95, 98, 98 и 81%.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ выщелачивания золы от сжигания ила с очистных станций, костей или навозной жижи, включающий следующие стадии:

а) обработка золы выщелачивающим раствором, содержащим фосфат-ионы, с формированием первой твердой фазы, содержащей примеси, и первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, указанный раствор имеет массовое содержание фосфат-ионов в интервале от 1 до 85%, и

б) разделение указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, и указанной первой твердой фазы,

где зола содержит фосфор в количестве, выраженном в массовых процентах фосфатов в форме PO_4 , по меньшей мере 7%, и стадию а) осуществляют в течение 5-45 мин при температуре выше 40°C.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно включает стадию с) очистки указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, с формированием второй жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, причем указанную очистку осуществляют методом жидкофазной экстракции или с применением ионного обмена.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что массовое отношение между указанным раствором, содержащим растворенные фосфат-ионы, и золой больше или равно 2, предпочтительно больше 4, более предпочтительно больше 5.

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что указанный раствор, содержащий фосфат-ионы, имеет массовое содержание фосфат-ионов в интервале от 7 до 55%, предпочтительно от 7 до 50%, в частности от 7 до 40% от общей массы выщелачивающего раствора.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что раствор, содержащий фосфат-ионы, является раствором фосфорной кислоты.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что обработку золы на стадии а) осуществляют в течение 30-45 мин.

7. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что обработку золы на стадии а) осуществляют при температуре от 50 до 80°C, предпочтительно от 50 до 65°C.

8. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что раствор, содержащий фосфат-ионы, содержит по меньшей мере 98,5 вес.% фосфорной кислоты.

9. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что зола содержит фосфор в количестве, выраженном в массовых процентах фосфатов в форме PO_4 , от 7 до 67,5%.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что по меньшей мере 85%, благоприятно по меньшей мере 90%, предпочтительно по меньшей мере 95%, в частности по меньшей мере 98% фосфора, присутствующего в золе, направляют на стадию а) и собирают в указанной первой жидкой фазе, содержащей фосфат-ионы и полученной на стадии б).

11. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что стадию а) реализуют в прямом реакторе, содержащим от 2 до 12 отделений, предпочтительно от 2 до 5 отделений, в частности от 3 до 5 отделений.

12. Способ по любому из предыдущих пп.2-11, отличающийся тем, что стадию с) осуществляют с применением ионного обмена, используя одну или несколько ионообменных смол.

13. Способ по предыдущему пункту, отличающийся тем, что указанные одну или несколько ионообменных смол регенерируют независимо друг от друга раствором кислоты.

14. Способ по п.13, отличающийся тем, что кислота является соляной кислотой или серной кислотой или их смесью, и при регенерации указанных ионообменных смол собирают один или несколько водных растворов, содержащих хлоридные соли или сульфатные соли или их смесь.

15. Способ по любому из предыдущих пп.2-14, отличающийся тем, что указанная вторая жидкая фаза, содержащая фосфат-ионы и полученная на стадии с), является раствором фосфорной кислоты.

16. Способ по любому из предыдущих пп.2-15, отличающийся тем, что часть указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, или указанной второй жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, возвращают для повторного использования на стадии а) в качестве раствора, содержащего растворенные фосфат-ионы.

17. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он включает следующие

стадии:

а) обработка золы, полученной от сжигания ила с очистных станций, костей или навозной жижи, имеющей содержание фосфора, выраженное в весовых процентах PO_4 в золе, по меньшей мере 7%, первым раствором фосфорной кислоты с формированием первой твердой фазы, содержащей примеси, и первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, где массовое соотношение между указанным первым раствором фосфорной кислоты и золой больше или равно 2, благоприятно больше 4, предпочтительно больше 5; причем предпочтительно количество по массе фосфат-ионов в указанном первом растворе фосфорной кислоты составляет от 7 до 55% от общего веса указанного раствора; а выщелачивание осуществляют в течение 5-45 мин при температуре от 50 до 65°C;

б) разделение указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, и указанной первой твердой фазы,

б') необязательно, обработка первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, активированным углем,

с) очистка указанной первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, предпочтительно с применением ионного обмена или путем жидкофазной экстракции с получением второго раствора фосфорной кислоты,

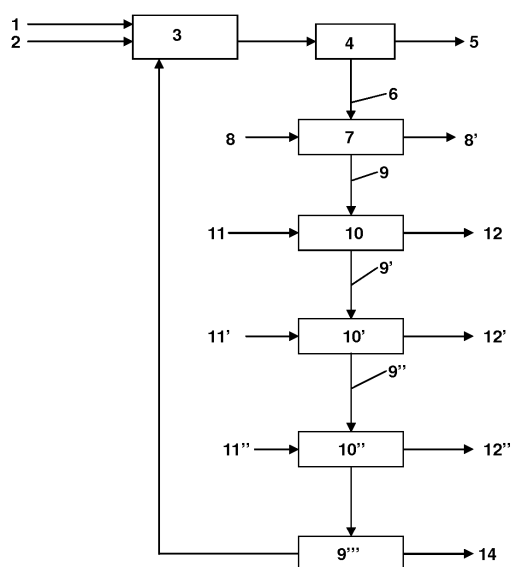
с') необязательно, обработка указанного раствора фосфорной кислоты активированным углем.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что он дополнительно включает:

б') обработку первой жидкой фазы, содержащей фосфат-ионы, активированным углем и/или

с') обработку указанного раствора фосфорной кислоты активированным углем.

19. Способ по п.17 или 18, отличающийся тем, что стадию а) реализуют в прямоточном реакторе, содержащем от 2 до 12 отделений, предпочтительно от 2 до 5 отделений, в частности от 3 до 5 отделений.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2