(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 201991496 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.02.04

(22) Дата подачи заявки
2018.01.16

(51) Int. Cl. ***C05F 9/00*** (2006.01)

(54) БИОГЕННАЯ ДОБАВКА

(31) **1700713.9**
(32) **2017.01.16**
(33) **GB**
(86) **PCT/GB2018/050115**
(87) **WO 2018/130858 2018.07.19**

(71) Заявитель:
ЭЛЕМЕНТАЛ ДАЙДЖЕСТ ЛИМИТЕД (GB)

(72) Изобретатель:
Гай Эдриен Джеймс (GB)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к способу получения биогенной добавки из электронных отходов, включающему стадии a) добавления электронных отходов в реакционный сосуд; b) смешивания электронных отходов и необязательно одного или более металлических катализаторов с одной или более кислотами, причем один или более металлов в электронных отходах растворяются под действием кислоты с образованием биогенной добавки; и родственных продуктов, таких как удобрения и почвоулучшающие средства.

201991496 A1

201991496 A1

БИОГЕННАЯ ДОБАВКА

Настоящее изобретение относится к способу получения удобрений и почвоулучшающих добавок посредством растворения электронных отходов в сильной кислоте; который включает катализируемую металлом реакцию между электронными отходами и кислотой. Настоящее изобретение также относится к удобрению или почвоулучшающей добавке, полученной способами согласно настоящему изобретению, для увеличения количества минеральных биогенных веществ, извлекаемых из электронных отходов.

Батарейки, лом электроприборов и электронные отходы (в данном контексте упоминаемые как «электронные отходы»), такие как печатные платы, традиционно считают проблематичными для захоронения, поскольку они содержат различные металлы и кислоты, которые могут быть токсичными для окружающей среды. Ранее большую часть электронных отходов, включая батарейки, направляли на захоронение на полигонах или сжигали, что может вызывать загрязнение почвы, воздуха или воды. В последние годы многие страны приняли законы или меры по обеспечению повторной переработки таких электронных отходов.

Электронные отходы, такие как батарейки, содержат множество металлов, включая марганец, кобальт, железо, цинк, медь, серебро и калий, ценность которых постоянно растет. Это приводит к увеличению повторной переработки электронных отходов для выделения металлов с целью их повторного использования.

Переработку электронных отходов зачастую осуществляют многостадийным способом, включающим сортировку и демонтаж электронных отходов, таких как батарейки, механическую переработку, магнитное отделение черных металлов, вихретоковое отделение цветных металлов и отделение пластика. Металлические компоненты зачастую отделяют с помощью гидрометаллургических и пирометаллургических технологий, за которым могут следовать химические процессы выделения и очистки металлов. Пирометаллургические технологии требуют высоких температур и могут быть осуществлены только на специализированных мощностях, таких как доменные печи и плавильные печи. Такие процессы являются сложными, затратными по времени, дорогостоящими, и в них часто используют токсичные химические вещества. Кроме того, при осуществлении таких технологий технически сложно обеспечить отсутствие выбросов загрязнений в окружающую среду.

Биогенные вещества в сельскохозяйственных почвах истощаются в результате использования современных, интенсивных методов ведения сельского хозяйства.

Восстановление уровня биогенных веществ в почве является для фермеров дорогостоящим и трудоемким занятием, которое требует использования специальных удобрений и/или питательных веществ и/или внесения микроэлементов.

Здоровье почвы имеет жизненно важное значение для выращивания кормовых культур и домашнего скота, из которого производят пищевые продукты. Современное западное питание становится все более калорийным, но в то же время имеет недостаток питательных веществ вследствие низкого содержания биогенных веществ в почве.

Преимуществом станет обеспечение быстрого, эффективного, дешевого и удобного источника биогенных веществ, в частности, металлов и ионов металлов, который можно использовать для обогащения сельскохозяйственных почв, истощенных вследствие интенсивного ведения сельского хозяйства. Преимуществом станет также обеспечение дешевого и удобного способа переработки электронных отходов, например, батареек, электронных отходов и лома электроприборов.

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, предложен способ получения биогенной добавки из электронных отходов, включающий стадии:

a) добавления электронных отходов в реакционный сосуд;
b) смешивания электронных отходов с одной или более кислотами и необязательно с одним или более металлическими катализаторами,
причем один или более металлов в электронных отходах растворяются под действием кислоты с образованием биогенной добавки.

В одном варианте реализации металлический катализатор смешивают с электронными отходами и с одной или более кислотами. Катализатор может увеличивать скорость реакции, а также может способствовать увеличению содержания ионов металла и соединений металлов в биогенной добавке.

Предложенный способ может дополнительно включать одну или более, или все следующие стадии:

c) стадия разделения для удаления не растворимого в кислотах пластика;
d) стадия регулирования кислотности посредством дополнительного добавления кислот или щелочей, если это необходимо;
e) разбавление смеси;
f) концентрирование смеси, например, выпариванием;
g) добавление биогенной добавки к жидким ингредиентам, например, для получения добавки для шлама, добавки для удобрения или почвоулучшающей добавки;

h) добавление биогенной добавки к сухим ингредиентам, например, для получения добавки для шлама, добавки для удобрения или почвоулучшающей добавки;

i) добавление биогенной добавки к жидким ингредиентам, например, для получения удобрения или почвоулучшающей добавки;

j) добавление биогенной добавки к сухим ингредиентам, например, для получения удобрения или почвоулучшающей добавки;

k) сгущение биогенной добавки и необязательно дополнительных ингредиентов посредством добавления агента схватывания. Агент схватывания может быть выбран из желатина, агара, гипса и извести или их комбинаций.

Биогенная добавка согласно настоящему изобретению может представлять собой добавку для шлама, добавку для удобрений или почвоулучшающую добавку. Биогенную добавку согласно настоящему изобретению также можно использовать для введения биогенных веществ в шламохранилище или другие органические отходы, такие как фермерский навоз, вода со свиноферм, компостированные отходы, куриный помет, навозные кучи, канализационные стоки, побочные продукты животноводства, бытовые пищевые отходы, твердые отходы очистки воды, пакеты для экскрементов собак, например, посредством введения их отмеренного количества в ямы или баки для хранения; перед их внесением в почву в качестве удобрений и/или почвоулучшающих добавок.

Способ согласно настоящему изобретению может обеспечивать получение биогенной добавки, например, добавки для шлама, удобрения, добавки для удобрения, почвоулучшающей добавки или добавки для почвоулучшающего средства, полученной способом согласно настоящему изобретению. Биогенная добавка может быть в форме раствора, геля или высушенного препарата, такого как порошок, гранулы или пеллеты. Биогенную добавку можно добавлять к дополнительным ингредиентом с получением обогащенного удобрения или почвоулучшающего средства, которое может быть в форме раствора, суспензии ионов металлов, геля, например, с использованием гелеобразующего агента, или высушенного препарата, такого как порошок, гранулы или пеллеты.

Биогенную добавку согласно настоящему изобретению можно вводить в удобрения для пополнения содержания питательных веществ. Добавки, удобрения или почвоулучшающие средства согласно настоящему изобретению особенно преимущественны для введения ионов металлов и соединений металлов и/или микроэлементов в препараты, например, удобрения, средства для улучшения шлама и почвы, которые будут внесены в почву, и, следовательно, биогенная добавка согласно настоящему изобретению особенно преимущественна для повышения содержания ионов металлов, соединений металлов и/или микроэлементов в почве. Это является особенно

преимущественным, поскольку многие сельскохозяйственные почвы обеднены ионами металлов, соединениями металлов и микроэлементами вследствие интенсивного ведения сельского хозяйства, и указанные соединения зачастую не входят в достаточно высоких количествах в удобрения, известные в данной области техники, для повышения содержания питательных веществ в почве.

Электронные отходы согласно настоящему изобретению могут содержать или состоять из батареек, печатных плат из электронного оборудования, провода и/или другие электронные детали, содержащие подходящие металлы. Подходящие металлы могут включать металлы, необходимые для здоровья растений и/или животных: например, главным образом, N,P и K, во-вторых, Ca, Mg и S, микроэлементы, такие как Co, Mn, Cu, Zn, Mn, Se, B и F и other другие микроэлементы. Электронные отходы также могут быть упомянуты как e-отходы.

Электронные отходы могут представлять собой любые отходы электрических или электронных приборов, включая батарейки, которые содержат металлы, необходимые для удобрений или обедненных сельскохозяйственных почв, такие как N,P, K, Ca, Mg, S, Co, Mn, Cu, Zn, Mn, Se, B и F или их комбинации. В одном варианте реализации электронные отходы содержат металл, состоящий или содержащий любой из Zn, Mn, Co, Fe, Mo и Cu или их комбинации. Например, электронные отходы могут содержать или состоять из любых использованных или не использованных батареек или деталей батареек. Электронные отходы могут содержать батарейки любого размера, например: фонарные, 6-вольтные, 4,5-вольтные, D, C, AA, AAA, AAAA, A23, 9-вольтные, CR2032 и LR44, PP и/или устаревших размеров A и B. Электронные отходы могут содержать батарейки любого типа, например, щелочные, литиево-ионные, никель-кадмиевые, никель-металлогидридные и/или литий-полимерные. В одном варианте реализации электронные отходы содержат или состоят из типов батарее, выбранных из щелочных батареек, литиево-ионных батареек, никель-кадмиевых батареек, никель-металлогидридных батареек и литий-полимерных батареек или их комбинаций. Батарейка может представлять собой целую батарейку или ее части.

Электронные отходы могут содержать печатные платы из электронного оборудования, провода, батарейки и/или другие компоненты, содержащие подходящие металлы (например, описанные в настоящем документе). Преимущественно, электронное оборудование может содержать или состоять из батареек.

Электронные отходы могут не содержать высокие концентрации токсичных металлов, таких как кадмий, ртуть, олово и свинец. Например, электронные отходы могут не

содержать никель-кадмиевые батарейки. Дополнительно или альтернативно, электронные отходы могут не содержать свинцово-кислотные батарейки. Высокие концентрации токсичных металлов означают такое количество токсичных металлов, например, кадмия, олова, ртути и/или свинца, которое приводит к получению добавки с такой концентрацией токсичных металлов, которая может быть вредна для жизни растения или животного в случае внесения в сельскохозяйственную почву. Возможно наличие в электронных отходах небольшого количества токсичных металлов, таких как кадмий, олово, ртуть и/или свинец, при условии, что количество других металлов и микроэлементов является достаточно высоким, чтобы токсичные металлы составляли лишь следовое количество в готовом продукте. Следовое количество может составлять менее 10 м.д. после разбавления любой конечной средой для применения, например, шламом или удобрением. Например, токсичные металлы, такие как свинец, кадмий, олово и/или ртуть, могут составлять менее 0,1% мас./мас. добавки или менее 0,01% мас./мас. добавки. Содержание токсичных элементов в электронных отходах (до переработки) может представлять собой такое количество, которое обеспечивает несущественную/незначительную концентрацию (например, менее 10 м.д.) в готовом препарате/продукте, например, после разбавления.

Если электронные отходы содержат нежелательные металлы, такие как токсичные металлы, их можно удалять после растворения электронных отходов в кислоте, посредством добавления соединений, которые взаимодействуют с токсичными металлами с образованием нерастворимых соединений, и с последующим отделением нерастворимых соединений от жидкой добавки. Нерастворимые соединения можно отделять от жидкой добавки любым подходящим способом, например, фильтрованием, центрифугированием или седиментацией. Таким образом, в одном варианте реализации предложенный способ может дополнительно включать стадию выделения из раствора одного или более металлов, таких как токсичные металлы.

Например, если биогенная добавка содержит больше свинца, чем это необходимо, то предложенный способ получения биогенной добавки может включать дополнительную стадию осаждения избытка свинца посредством добавления достаточного количества йодидных солей или йодид-содержащего соединения к указанной добавке для превращения свинца в йодид свинца. Поскольку йодид свинца по существу нерастворим, его можно удалять из добавки любым подходящим способом, например, фильтрованием, центрифугированием или седиментацией.

Электронные отходы могут не представлять собой электронные отходы, содержащие металлы, которые вредны для сельскохозяйственных почв или считаются загрязнителями.

Электронные отходы могут не содержать соединения, которые растворимы в кислоте и являются вредными при внесении в сельскохозяйственные почвы, или которые считаются загрязнителями. Примеры вредных соединений включают свинец, кадмий и мышьяк. Термин «вредный» может включать существенный негативный эффект на одно или более из дикой природы, растений, таких как выращиваемые и дикорастущие растения, людей, домашних или сельскохозяйственных животных, структуры почвы, горизонта грунтовых вод, воздуха или их комбинаций. Электронные отходы можно сортировать, чтобы содержание некоторых металлов в готовом растворе было подходящим для внесения в сельскохозяйственные почвы. Например, можно выбрать смесь различных типов электронных отходов для обеспечения подходящего соотношения конкретных элементов или низкого содержания определенных элементов. Например, электронные отходы могут содержать смесь щелочных батареек (по содержанию цинка и марганца) и литиево-ионных батареек (по содержанию кобальта).

Электронные отходы можно демонтировать для получения подходящих/требуемых деталей, содержащих металлы, для применения в предложенном способе. Например, можно удалять избыток пластика, стекла, ткани и/или шерсти до или после указанного процесса, и электронные отходы можно использовать в способах согласно настоящему изобретению. Электронные отходы можно измельчать на куски или перерабатывать целиком. Электронные отходы можно измельчать на куски до добавления в реакционный сосуд или до смешивания с одной или более кислотами. Измельчение электронных отходов является преимущественным для обеспечения возможности взаимодействия кислоты со всеми частями лома, а также для ускорения реакции. Электронные отходы можно измельчать на куски размером менее 5 см, менее 4 см, менее 3 см, менее 2 см, менее 1 см, менее 0,5 см, менее 0,2 см или менее 0,1 см.

Кислота, используемая для растворения электрического лома, может содержать любую сильную кислоту или комбинацию сильных кислот, или их смеси. Сильную кислоту следует понимать как кислоту, которая полностью ионизируется (диссоциирует) в растворе воды. Кислота может представлять собой, например, азотную кислоту, соляную кислоту или серную кислоту, или комбинации указанных кислот. В одном варианте реализации кислота представляет собой азотную кислоту.

Одну или более кислот можно добавлять к электронным отходам в соотношении от 1:1 до 10000:1, от 1:1 до 500:1, от 1:1 до 50:1 или от 1:1 до 6:1. В одном варианте реализации кислоты можно добавлять к электронным отходам в соотношении примерно 5:1. Кислота может представлять собой любую сильную кислоту или комбинацию кислот, способных растворять металлы. Например, кислота может представлять собой одну или более из

соляной кислоты (HCl), йодистоводородной кислоты (HI), бромистоводородной кислоты (HBr), перхлорной кислоты ($HClO_4$), азотной кислоты (HNO_3) и серной кислоты (H_2SO_4). В одном варианте реализации кислота может быть азотной кислотой. Азотная кислота является преимущественной, поскольку она вносит азот, имеющий преимущество для удобрений, в добавку, удобрение или почвоулучшающее средство. В одном варианте реализации азотную кислоту можно добавлять к электронным отходам в соотношении примерно 5:1. Указанные выше соотношения измерены в мас./мас.

Концентрация используемой кислоты может составлять концентрацию от 10% до 100% мас./мас., например, от 30% до 90% или примерно 50% мас./мас. В одном варианте реализации можно использовать 50% мас./мас. азотную кислоту.

Реакционная смесь, содержащая кислоты и электронные отходы, может также содержать металлический катализатор. В качестве катализатора можно использовать любой металл, расположенный после железа в электрохимическом ряду напряжения металлов. Например, металлический катализатор может представлять собой свинец, серебро, золото, ртуть или медь. Медь является преимущественным катализатором благодаря ее низкой токсичности и пользой для почв, а также для здоровья растений и животных. Может быть выгодно использовать медь в качестве катализатора, поскольку она вносит медные соединения в указанную добавку.

Металлический катализатор, используемый в реакции, может представлять собой любой подходящий металл, металлический сплав или соединение, содержащее медь, свинец, золото или серебро. Подходящий металлический катализатор можно добавлять в реакционную смесь для повышения скорости реакции. Подходящее количество катализатора может быть достаточным для увеличения скорости реакции, например, металлические катализаторы можно использовать в реакционной смеси в количестве примерно 0,01 – 25% мас./мас. относительно электронных отходов. Катализатор можно использовать в реакционной смеси в количестве примерно 1 – 10% мас./мас. относительно электронных отходов, или в количестве 2 – 3% мас./мас. относительно электронных отходов в реакционной смеси.

В одном варианте реализации металлический катализатор содержит или состоит из водного раствора катализатора меди II. Металлический катализатор может содержать нитрат меди (II). В одном варианте реализации указанная реакция включает использование азотной кислоты и нитрата меди (II) в качестве катализатора.

Преимущественно, водная азотная кислота растворяет металлическую медь или растворяет растворимые соединения меди с образованием $Cu^{2+}_{(водн.)}$. Водный ион меди II

вытесняет железо, например, в стальном корпусе батарейки, по следующей реакции: $Cu^{2+}_{(водн.)}$ + $Fe_{(тв.)}$ -> $Cu_{(тв.)}$ + $Fe^{2+}_{(водн.)}$. Такая реакция вытеснения обеспечивает возможность растворения стальных корпусов батареек, обнажая содержимое для растворения под действием кислоты. Твердый медный катализатор можно использовать с азотной кислотой, поскольку медь взаимодействует с азотной кислотой, в отличие от серной или большинства других кислот. В частности, использование азотной кислоты с медными катализаторами обеспечивает возможность полного растворения батарейки, включая стальной корпус (а не только содержимого). Стальной корпус содержит ценные элементы для улучшения здоровья почвы, такие как железо, молибден, никель и хром, а также при растворении оболочки не образуются отходы. Преимущественно, предложенный способ можно использовать для любых батареек, будь то литиево-ионные, цинковые/марганцевые.

Реакцию между электронными отходами и кислотами можно проводить при температуре, которая достаточно высока для поддержания достаточно большой скорости реакции, например, по меньшей мере примерно 65 °C или по меньшей мере примерно 70 °C. Например, при температуре, которая является достаточно высокой для обеспечения возможности завершения реакции, т.е. растворения металлов, в течение менее 20 минут, 30 минут, 1 часа, 2 часов, 4 часов, 8 часов, 12 часов, 24 часов или 48 часов. Реакцию можно проводить при температуре, при которой кислота является жидкой. Например, температура может составлять от -10 °C до 130 °C. В одном варианте реализации реакцию можно проводить при температуре примерно 60 °C. В одном варианте реализации реакцию можно проводить при температуре примерно 70 °C. Реакцию можно проводить при температуре по меньшей мере 65 °C или по меньшей мере 70 °C. Реакцию можно проводить при температуре от примерно 65 °C до примерно 150 °C. Реакцию можно проводить при температуре от 65 °C до 130 °C. Реакцию можно проводить при температуре от 65 °C до 120 °C. Реакцию можно проводить при температуре от 70 °C до 120 °C.

Во время реакции, например, на стадии b, реакционную смесь можно нагревать до температуры от 0 °C до 100 °C для увеличения скорости реакции, или предпочтительно можно нагревать до 60 °C. Растворяемая смесь может не нуждаться в нагревании, поскольку экзотермические реакции могут выделять достаточно тепла для растворения электронных отходов и доведения реакции до конца.

Стадию реакции, например, стадию b можно осуществлять в течение от 1 минуты до 24 часов, в течение от 1 часа до 12 часов или в течение примерно 2 часов. Металлические катализаторы, кислоты и электронные отходы можно добавлять в любом порядке.

Реакцию можно считать завершенной, когда растворено большинство растворимых в кислотах металлов в электронных отходах. Например, когда растворено более 80%, более 90%, более 95%, более 99% или 100% растворимых в кислотах металлов в электронных отходах.

Во время реакции, например, на стадии b реакционную смесь можно встряхивать или перемешивать. Перемешивание может включать, например, механическое перемешивание или перемешивание с помощью рециркуляционного насоса. В другом варианте реализации реакционную смесь можно не перемешивать, поскольку экзотермическая энергия, выделяемая в ходе реакции, создает достаточные конвективные потоки для циркуляции кислоты и растворенного катализатора.

Во время стадии реакции, например, на стадии b в реакционную смесь можно добавлять дополнительные металлические или минеральные отходы для дополнения раствора, например, можно добавлять селен, бор или соединения указанных элементов. Подходящие дополнительные металлы или минералы можно добавлять для увеличения концентрации определенных металлов или минералов в готовой добавке или для выравнивания количества одного металла или минерала в готовой добавке.

Предложенный способ может включать стадию разделения для отделения нерастворимого материала от реакционной смеси. Стадия разделения может включать фильтрование для удаления твердых частиц, например, частиц нерастворимого пластика, и/или стадия разделения может включать снятие верхнего слоя для удаления плавучих нерастворимых обломков и пластика. Нерастворимый материал, выделенный из реакционной смеси на стадии разделения, можно подвергать дополнительной обработке кислотой для растворения оставшихся металлов или можно подавать на дальнейшую переработку, например, рециклинг или сжигание.

После стадии растворения и необязательно удаления нерастворимого материала жидкость можно рассматривать как биогенную добавку, которую можно продавать или использовать напрямую, например, посредством ее внесения в сельскохозяйственную почву, шлам, удобрения, почвоулучшающие добавки, органические отходы, такие как фермерский навоз, вода со свиноферм, компостированные отходы, куриный помет, навозные кучи, канализационные стоки, побочные продукты животноводства, бытовые пищевые отходы, твердые отходы очистки воды и/или экскременты собак.

Альтернативно, в биогенную добавку можно добавлять один или более дополнительных ингредиентов для изменения свойств биогенной добавки для различных применений или

для превращения биогенной добавки в другой продукт, такой как удобрение. Можно добавлять различные дополнительные ингредиенты для превращения биогенной добавки в добавку для различных применений, например, в добавку для удобрения, в добавку для шлама или в добавку для почвоулучшающего средства. Можно добавлять различные ингредиенты для превращения биогенной добавки в удобрение или почвоулучшающее средство.

В биогенную добавку можно добавлять один или более твердых или жидких ингредиентов для изменения ее свойств или для ее превращения в другой продукт. Например, можно добавлять дополнительные кислоты для понижения pH. Можно добавлять щелочные ингредиенты для повышения pH. В некоторых применениях pH можно доводить до почти нейтрального. Для некоторых применений преимущественном может быть, если добавка имеет высокий или низкий pH. Высоким pH можно считать pH>9, а низким pH можно считать pH<3. Биогенную добавку можно разбавлять водой для уменьшения концентрации металлов и микроэлементов в биогенной добавке. Биогенную добавку можно концентрировать, например, выпариванием, для увеличения концентрации металлов и микроэлементов в биогенной добавке.

К биогенной добавке можно добавлять жидкие ингредиенты для изменения свойств биогенной добавки или для ее превращения в жидкое удобрение или жидкое почвоулучшающее средство. Жидкие ингредиенты могут представлять собой, например, растворы соединений калия, натрия, серы, магния, азота и/или фосфора, органические соединения углерода или органические отходы, или их комбинации. Жидкими ингредиентами также может быть вода, кислоты, серная кислота, соли, загустители, отбеливатели, окрашивающие агенты, дезодоранты, удобрения, консерванты или другие ингредиенты, которые обычно используют в удобрениях и почвоулучшающих средствах, или их комбинации.

К биогенной добавке можно добавлять твердые ингредиенты для изменения свойств биогенной добавки или для ее превращения в твердое удобрение или твердое почвоулучшающее средство. Твердые ингредиенты могут представлять собой порошки, гранулы, пеллеты и т.д. Твердые ингредиенты могут представлять собой порошки, гранулы, пеллеты соединения, такого как карбонат металла, оксид металла или гидроксид металла, для нейтрализации и схватывания, например, оксида кальция, гидроксида кальция или карбоната кальция. Дополнительно или альтернативно, можно добавлять такое соединение, как полугидрат сульфата кальция (строительный гипс для схватывания) или цемент.

К биогенной добавке можно добавлять один или более агентов схватывания. Они могут представлять собой желирующие агенты, такие как пектин, агар или желатин. Перед добавлением желирующих агентов может потребоваться регулирование pH добавки. Желирующие агенты можно добавлять для превращения биогенной добавки в гель или гранулы геля. К биогенной добавке можно добавлять агент схватывания, такой как строительный гипс ($CaSO4 \cdot 0,5H2O$), мел, доломит или другое карбонатное соединение металла, или известь (гидроксид кальция и/или оксид лития) для ее схватывания для обеспечения гранулирования или формования в порошок. Биогенную добавку можно добавлять в удобрение или к другим ингредиентам удобрения, а затем добавляют агент схватывания, например, гипс, строительный гипс или известь (гидроксид кальция и/или оксид кальция) с получением порошкообразного или гранулированного удобрения или почвоулучшающего средства.

Небольшое количество биогенной добавки можно добавлять в удобрение во время процесса получения удобрения, или добавку можно добавлять в готовое удобрение. Удобрение, содержащее биогенную добавку, может схватываться. Биогенную добавку можно добавлять в удобрение в начале процесса получения удобрения или во время указанного процесса, например, до схватывания удобрения, так что указанная добавка схватывается внутри удобрения.

Биогенную добавку можно использовать в качестве добавки для шлама. Биогенную добавку можно разбавлять водой или серной кислотой для некоторого снижения кислотности до ее использования в качестве добавки для шлама. Это является преимущественным, поскольку делает работу с препаратом более безопасной.

Реакционная смесь может выделять газообразный водород и оксиды азота, и их можно улавливать для дальнейшего использования или переработки.

После завершения химической реакции кислотный раствор ионов металлов можно дополнительно подкислять посредством добавления сильных кислот, например, серной, азотной или соляной кислоты.

Биогенная добавка согласно настоящему изобретению может иметь высокое/существенное содержание соединений цинка, марганца, калия, меди, кобальта и железа или их комбинаций. Например, раствор добавки может содержать примерно 1-30%, или 1-10%, или 3%-6% мас./об. растворенных солей металлов.

Предложенный способ получения биогенной добавки может дополнительно включать любой один или более признаков вариантов реализации изобретения, описанных в настоящем документе.

Реакционный сосуд может быть реакционным сосудом любого типа, подходящим для выдерживания кислотной стадии растворения без повреждения. Реакционный сосуд может быть изготовлен из пластика, кислотостойкой стали или другого кислотостойкого металла/сплава. Подходят некоторые марки нержавеющей стали, такие как нержавеющая сталь, содержащая медь и молибден, или цирконий, или тантал. Реакционный сосуд может быть эмалированным. Реакционный сосуд может быть открытым или закрытым. Закрытый реакционный сосуд может быть расположен так, что он содержит перемешивающий механизм и/или фильтрующий механизм, и/или может иметь средства для удаления отходящих газов, так чтобы их можно повторно использовать или безопасно подвергать захоронению.

Предложенный способ преимущественно обеспечивает быстрый и эффективный способ получения добавок, удобрений и почвоулучшающих средств с высоким содержанием биогенных веществ, который позволяет извлекать все минералы из отработанных батареек или других электронных отходов и обеспечивает весьма доступный источник растворимых минералов для фитобиома. При этом сохраняется преимущество переработки для уничтожения потенциально опасных батареек или других электронных отходов из других систем захоронения.

Предложенный способ преимущественно обеспечивает экономичный способ дополнения удобрений и других средств для обработки почвы. Вторичная переработка батареек или других электронных отходов также прерывает обычный способ захоронения с социальными, экологическими и моральными преимуществами; превращая их в ценные биогенные добавки для удобрений и снижая количество отходов.

Во втором аспекте настоящего изобретения предложена биогенная добавка, полученная способом согласно настоящему изобретению.

В третьем аспекте настоящего изобретения предложено применение электронного оборудования для получения добавки, удобрения или почвоулучшающего средства. Преимущественно, электронное оборудование может представлять собой батарейки.

«Биогенную добавку» можно иначе понимать как удобрение, добавку для удобрения, почвоулучшающее средство или добавку для почвоулучшающего средства.

Специалистам в данной области техники понятно, что необязательные признаки одного варианта реализации или аспекта настоящего изобретения можно применять, где это уместно, к другим вариантам реализации или аспектам изобретения.

Далее настоящее изобретение описано со ссылкой на следующие конкретные варианты реализации и сопровождающие фигуры, среди которых:

На фигуре 1: представлен пример реакционного сосуда, в котором может протекать реакция растворения батареек в кислоте,

На фигуре 2: представлены примеры батареек, которые можно растворять согласно настоящему изобретению,

На фигуре 3: представлен пример металлического катализатора, который можно использовать в предложенном способе, в данном случае металлический катализатор представляет собой медные стружки, которые являются отходом промышленности,

На фигуре 4: представлена жидкая добавка после стадии растворения и фильтрования для удаления нерастворенных твердых частиц, таких как пластик. Ее можно напрямую использовать в качестве удобрения и/или почвоулучшающего средства, и/или раствора добавки,

На фигуре 5: представлен пример конструкции батарейки; сверху слева показан ортогональный вид батарейки с небольшим количеством отслоенной внешней пластиковой оболочки; сверху справа представлен увеличенный вид батарейки, демонстрирующий стальной выход анодного колпачка, анодный коллектор из луженой бронзы, изолятор и стальной катодный коллектор, покрытый никелем; снизу слева представлен увеличенный вид батарейки, демонстрирующий металлический разделитель, пластиковую шайбу, анод и стальной катодный коллектор, покрытый никелем; снизу справа представлены разделители со внутренней стороны батарейки.

На фигуре 6: представлено содержимое раствора биогенной добавки, содержащего ряд металлов и микроэлементов, полученных из батареек и добавленных в шлам.

Растворение батареек в кислотах с использованием металлического катализатора обеспечивает получение раствора с высоким содержанием минеральных веществ для введения в удобрения и почвоулучшающие средства.

Способ

Батарейки добавляют в реакционный сосуд с предварительно смешанным медным катализатором

К батарейкам в реакционном сосуде добавляют кислоту

При необходимости добавляют дополнительные минералы

Окончательная обработка продукта

Биогенную добавку можно нейтрализовать подходящей нейтрализующей средой до ее внесения в почву.

Пример 1

500 г батареек смешивали с 3000 мл 50% азотной кислоты и 2-5% медного катализатора относительно массы батареек (10-25 г металлической меди). Их можно смешивать в любом порядке. Смесь оставляли на 120 минут без перемешивания. Смесь можно перемешивать для повышения скорости реакции. Нерастворимые примеси пластика и бумаги отделяли фильтрованием. Полученную жидкость, содержащую металлы, растворенные в азотной кислоте, помещали в бутылку.

Полученная жидкость была сильнокислотной и содержала высокую концентрацию ионов металлов. Жидкость напрямую использовали в качестве удобрения или почвоулучшающего средства посредством внесения в почву и добавления в шлам.

Пример 2

Жидкость из примера 1 добавляли к серной кислоте с получением добавки для шлама. Серная кислота представляет собой дешевую добавку, которую используют для увеличения объем жидкости с получением добавки для шлама, которая является сильнокислотной, но имеет более низкую концентрацию металлов, чем жидкость, полученная в примере 1.

Пример 3

Жидкость из примера 1 нейтрализовали до примерно pH 6 посредством добавления гранул пероксида водорода перед внесением в почву в качестве почвоулучшающего средства или удобрения. Раствор также можно нейтрализовать мелом или известью. Нейтрализованный раствор может иметь преимущество, поскольку он менее опасен при непосредственном контакте с растениями, чем кислотный раствор. С ним также проще работать, поскольку он менее кислотный.

Пример 4

Жидкость из примера 1 разбавляли в 1000 раз и в 10000 раз посредством ее добавления к удобрению для обогащения удобрения.

Пример 5

Способ из примера 1 осуществляли с использованием печатных плат и электронного скрапа вместо батареек. Это имеет преимущество, поскольку печатные платы и другой электронный скрап содержат минералы и металлы, отличные от тех, которые содержатся в батарейках. Можно также смешивать жидкости, полученные растворением различных типов электронных отходов, с получением удобрения или добавки для почвы с более широким спектром минералов, металлов или микроэлементов, или с определенным соотношением минералов, металлов или микроэлементов для конкретного назначения.

Пример 5

На стадии растворения в кислоте можно добавлять дополнительные соединения или металлы для увеличения и обеспечения биодоступности посредством растворения элементов, таких как селен, бор, кобальт и т.д.

Пример 6

Окисление меди азотной кислотой:

Окисление: $Cu_{(тв.)} \xrightarrow{\text{Медный катализатор}} Cu^{2+}_{(водн.)} + 2e^-$

Восстановление: $4H^+_{(водн.)} + 2NO_{3\,(водн.)}^- + 2e^- \longrightarrow 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(ж.)}$

Сумма: $4H^+_{(водн.)} + 2NO_{3\,(водн.)}^- + Cu_{(тв.)} \longrightarrow 2NO_{2\,(г.)} + 2H_2O_{(ж.)} + Cu^{2+}_{(водн.)}$

Вытеснение железа водными ионами меди II:

Окисление: $Fe_{(тв.)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(водн.)} + 2e^-$

Восстановление: $Cu^{2+}_{(водн.)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(тв.)}$

Сумма: $Cu^{2+}_{(водн.)} + Fe_{(тв.)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(водн.)} + Cu_{(тв.)}$

Восстановление медного катализатора

5

Растворение металлов и соединений металлов в азотной кислоте:

$MnO_{2(тв.)} + 2HNO_{3\,(водн.)} \longrightarrow Mn(NO_3)_{2(водн.)} + 2H_2O$

$Mn_2O_3 + 4HNO_{3(водн.)} \longrightarrow 2Mn(NO_3)_{2(водн.)} + 2H_2O$

$KOH_{(водн.)} + HNO_{3(водн.)} \longrightarrow KNO_{3(водн.)} + H_2O_{(водн.)}$

$Zn(OH)_{2(водн.)} + HNO_{3(водн.)} \longrightarrow Zn(NO_3)_{2\,(водн.)} + 2H_2O_{(водн.)}$

$Zn_{(тв.)} + HNO_{3(водн.)} \longrightarrow Zn(NO_3)_{2(водн.)} + H_{2(г.)}$

$Fe_{(тв.)} + HNO_{3(водн.)} \longrightarrow Fe(NO_3)_{2(водн.)} + H_{2(г.)}$

$Ni_{(тв.)} + HNO_{3(водн.)} \longrightarrow Ni(NO_3)_{2(водн.)} + H_{2(г.)}$

$Co_{(тв.)} + HNO_{3(водн.)} \longrightarrow Co(NO_3)_{2(водн.)} + H_{2(г.)}$

Пример 7

Испытание батареек

14/10/16

3 литра 50% азотной кислоты

20 щелочных батареек AA Duracell 25,42 г x 20 = 508,4 г

10 г Cu для электрохимического вытеснения Fe из корпуса батареек

Нагревание для начала реакции, затем самопроизвольное поддержание реакции.

2,9 литра раствора, содержащего ряд металлов и микропримесей. Полученный раствор анализировали, и его описание представлено в таблице 3.

Осталось 7 г пластика (1,4% отходов)

Состав батареек, по данным научно-исследовательских работ

Вторая партия (бутылки с белыми крышками) содержала также магний, селен, бор, цинк, кобальт.

Таблица 1. Анализ батареек

Компоненты	Основной материал	Средняя сухая масса[b] (г на батарейку)	Содержание влаги[b] (%, в пересчете на сухое вещество)	Содержание золы[b] (%, в пересчете на сухое вещество)	Наибольшая теплотворная способность[b] (кДж·кг$^{-1}$, в пересчете на сухое вещество)	Наименьшая теплотворная способность[b] (кДж·кг$^{-1}$, в пересчете на сухое вещество)
Анодный колпачок	Сталь	0,288 ± 0,003	-	-	-	-
Изолятор	Картон	0,060 ± 0,002	6,4 ± 0,1	9,3 ± 0,5	23,8 x 10^3 ± 0,4 x 10^3	22675
Пластиковая шайба	Полиамид (ПА)	0,215 ± 0,005	1,4 ± 0,2	1,0 ± 0,3	35 x 10^3 ± 2 x 10^3	33041
Металлический разделитель	Сталь	0,377 ± 0,005	-	-	-	-
Анодный коллектор	Луженая бронза	0,438 ± 0,004	-	-	-	-
Анод	Zn + ZnO + KOH	3,86 ± 0,05	1,8–28,7	99 ± 1	6,1 x 10^3 ± 0,7 x 10^3	6142
Разделитель	Бумага	0,107 ± 0,009	5 ± 1	2,4 ± 0,2	26 x 10^3 ± 2 x 10^3	25008
	Целлофан	0,045 ± 0,003	10 ± 1	2,4 ± 0,2	26 x 10^3 ± 0,7 x 10^3	20857
Катод	MnO_2 + C + KOH	11,9 ± 0,9	8 ± 2	88,3 ± 0,4	6,8 x 10^3 ± 0,8 x 10^3	6799
Катодный коллектор	Сталь	4,01 ± 0,05	-	-	-	-
Пластиковая оболочка	Поливинилхлорид (ПВХ)	0,23 ± 0,01	1,7 ± 0,2	5,28 ± 0,08	20,4 x 10^3 ± 0,9 x 10^3	19455
Вся батарейка	-	23,5[a] ± 0,4	-	98,1 ± 0,2	-	-

- не определяли.
[a] В собранном состоянии
[b] Доверительный интервал 95%

Таблица 2.

Таблица 4

Концентрация тяжелых металлов в компонентах батареек (мг·г$^{-1}$ сухого компонента, за исключением содержания Hg и As, выраженного в мкг·г$^{-1}$)

Металлы/компоненты	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Si	Tl	V	Zn	Всего (мг на батарейку)
Анодный колпачок	4,7	<0,011	0,11	0,96	0,10	-	2,1	14,3	0,16	<ПО	-	<ПО	<ПО	0,009	5,5
	6,3	0,017	0,12	1,1	0,47	2,3	16,4	0,18						0,20	
Изолятор	<ПО	<ПО	<ПО	<0,082	<ПО	-	<0,050	<0,11	0,22	<ПО	-	<ПО	<ПО	<0,022	0,065

				0,11			0,092	1,4	0,44					0,40	
Пластиковая шайба	<ПО	<ПО	<ПО	0,028	<ПО	-	<0,013	<0,029	0,079	<ПО	-	<ПО	<ПО	0,051	0,19
				0,035			0,38	0,086	0,096					1,1	
Металлический разделитель	3,7		0,087	2,4	0,072	-	2,2	0,19	0,15	<ПО	-	<ПО	<ПО	0,005	2,1
	7,1	0,012	0,12	2,6	0,14		2,5	0,23	0,17					0,045	
Анодный коллектор	<ПО	<ПО	<ПО	<0,012	589	-	<ПО	<0,015	0,046	<ПО	-	<ПО	<ПО	317	428
				0,022	692			0,048	0,069					365	
Анод	<0,033	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	0,011	<ПО	0,042	<ПО	-	<ПО	<ПО	792	3154
	0,11						0,025		0,049					830	
Разделительная бумага	<ПО	<ПО	<ПО	<0,053	<ПО	-	0,73	<ПО	0,14	<ПО	-	<ПО	<ПО	13,6	2,4
				0,30			2,87		0,63					38,8	
Целлофан	<ПО	<ПО	<ПО	<0,14	<ПО	-	0,16	<ПО	<0,26	<ПО	-	<ПО	<ПО	13,8	2,0
				0,44			0,57		0,83					58,0	
Катод	0,065	<ПО	0,027	0,007	<ПО	<0,11	453[a]	0,018	<0,011	<ПО	-	0,084	<ПО	9,0	5487
	0,11		0,029	0,008		0,43		0,030	0,052			0,097		10,1	
Катодный коллектор	2,8	0,010	0,099	2,0	0,065	-	2,0	13,9	0,087	0,095	<0,096	0,076	<ПО	0,034	80
	5,0	0,015	0,12	2,1	0,097		2,3	16,2	0,094	0,12	0,41	0,093		0,075	
Пластиковая оболочка	<ПО	<ПО	<ПО	<0,050	<0,043	-	<0,030	0,070	<0,10	<ПО	-	<ПО	<ПО	<0,013	0,19
				0,40	0,060		0,10	0,18	0,12					0,47	
Вся батарейка	0,021	0,060	0,84	9,5	281	0,038	5383	65	1,2	0,44	0,84	1,4	0,0	3418	9163

<ПО Ниже предела обнаружения

- Не определяли

[a] Определяли потенциометрическим титрованием.

Таблица 3

ПАРТИЯ РАСТВОРОВ В АЗОТНОЙ КИСЛОТЕ 290 MB/RD ДЛЯ АНАЛИЗА СЛЕДОВЫХ МЕТАЛЛОВ
ОБРАЗЦЫ ТЕСТИРОВАЛИ 26.10.2016, ДАННЫЕ ЗАПИСАНЫ В LN 7007
РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЖЕНЫ В М.Д. В РАСТВОРЕ **(С ПОПРАВКОЙ НА 100Х РАЗБАВЛЕНИЕ)**

	Al 396.153	As 188.979	Ca 315.887	Cd 228.802	Co 228.616	Cr 267.716	Cu 327.393	Fe 238.204	K 766.490	Mg 279.077	Mn 257.610	Mo 202.031	Na 589.592	Ni 231.604	P 213.617	Pb 220.353	S 181.975	Se 196.026	Ti 334.940	Zn 206.200
290/1	3.585	8.437	7.505	-0.095	111.709	1.960	2260.336	3223.445	541.408	-15.651	2741.747	-0.492	9.053	842.017	60.927	1.739	12.029	2.090	0.158	2862.354
290/2	2.820	8.515	7.747	-0.114	112.529	1.984	2292.923	3308.522	551.593	-16.831	2811.855	-0.503	1.564	860.193	71.359	1.595	12.044	0.670	0.123	2968.696
290/3	3.528	8.997	7.378	-0.132	113.666	1.979	2308.214	3287.549	549.631	-17.020	2824.696	-0.422	-2.885	865.315	70.256	1.816	12.634	2.635	0.170	2948.690

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПОПРАВКА НА 10Х РАЗБАВЛЕНИЕ

Исходный раствор	**Al 396.153**	**As 188.979**	**Ca 315.887**	**Cd 228.802**	**Co 228.616**	**Cr 267.716**	**Cu 327.393**	**Fe 238.204**	**K 766.490**	**Mg 279.077**	**Mn 257.610**	**Mo 202.031**	**Na 589.592**	**Ni 231.604**	**P 213.617**	**Pb 220.353**	**S 181.975**	**Se 196.026**	**Ti 334.940**	**Zn 206.200**
290/1	35.9	84.4	75.0	-0.9	1117.1	19.6	22603.4	32234.5	5414.1	-156.5	27417.5	-4.9	90.5	8420.2	609.3	17.4	120.3	20.9	1.6	28623.5
290/2	28.2	85.1	77.5	-1.1	1125.3	19.8	22929.2	33085.2	5515.9	-168.3	28118.5	-5.0	15.6	8601.9	713.6	15.9	120.4	6.7	1.2	29687.0
290/3	35.3	90.0	73.8	-1.3	1136.7	19.8	23082.1	32875.5	5496.3	-170.2	28247.0	-4.2	-28.8	8653.1	702.6	18.2	126.3	26.3	1.7	29486.9
Средняя м.д.	**33.1**	**86.5**	**75.4**	**-1.1**	**1126.3**	**19.7**	**22871.6**	**32731.7**	**5475.4**	**-165.0**	**27927.7**	**-4.7**	**25.8**	**8558.4**	**675.1**	**17.2**	**122.4**	**18.0**	**1.5**	**29265.8**
%	0.003	0.009	0.008	0.000	0.113	0.002	2.287	3.273	0.548	-0.017	2.793	0.000	0.003	0.856	0.068	0.002	0.012	0.002	0.000	2.927
Полученный раствор	Разбавляли 10х дополнительным добавлением к 50% серной кислоте (1,41sg) простым растворением																			
290/1	3.59	8.44	7.50	-0.09	111.71	1.96	2260.34	3223.45	541.41	-15.65	2741.75	-0.49	9.05	842.02	60.93	1.74	207195.70	2.09	0.16	2862.35
290/2	2.82	8.51	7.75	-0.11	112.53	1.98	2292.92	3308.52	551.59	-16.83	2811.85	-0.50	1.56	860.19	71.36	1.59	146950.82	0.67	0.12	2968.70
290/3	3.53	9.00	7.38	-0.13	113.67	1.98	2308.21	3287.55	549.63	-17.02	2824.70	-0.42	-2.88	865.31	70.26	1.82	146951.41	2.63	0.17	2948.69
Средняя м.д.	**3.31**	**8.65**	**7.54**	**-0.11**	**112.63**	**1.97**	**2287.16**	**3273.17**	**547.54**	**-16.50**	**2792.77**	**-0.47**	**2.58**	**855.84**	**67.51**	**1.72**	**167032.64**	**1.80**	**0.15**	**2926.58**

Затем разбавляли *1000 при добавлении в количестве 1 кг на тонну шлама

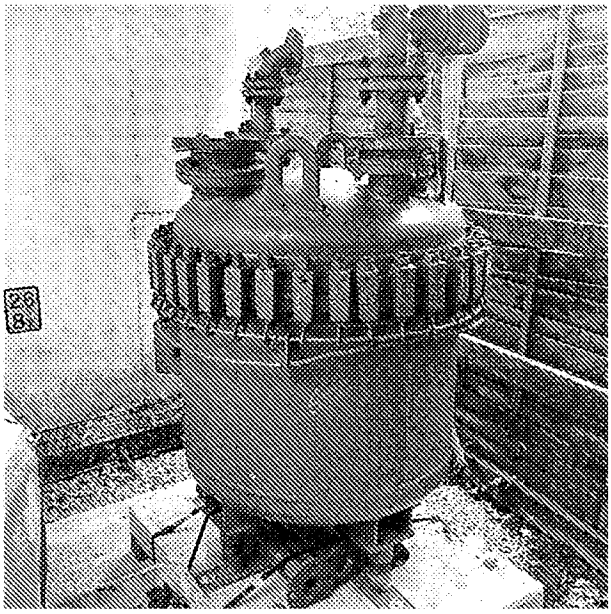
	Al	As	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Se	Ti	Zn
290/1	0.004	0.008	0.008	0.000	0.112	0.002	2.260	3.223	0.541	-0.016	2.742	0.000	0.009	0.842	0.061	0.002	207.196	0.002	0.000	2.862
290/2	0.003	0.009	0.008	0.000	0.113	0.002	2.293	3.309	0.552	-0.017	2.812	-0.001	0.002	0.860	0.071	0.002	146.951	0.001	0.000	2.969
290/3	0.004	0.009	0.007	0.000	0.114	0.002	2.308	3.288	0.550	-0.017	2.825	0.000	-0.003	0.865	0.070	0.002	146.951	0.003	0.000	2.949
Средняя м.д.	**0.003**	**0.009**	**0.008**	**0.000**	**0.113**	**0.002**	**2.287**	**3.273**	**0.548**	**-0.017**	**2.793**	**0.000**	**0.003**	**0.856**	**0.068**	**0.002**	**167.033**	**0.002**	**0.000**	**2.927**
%																				

Формула изобретения

1. Способ получения биогенной добавки из электронных отходов, включающий стадии:
   a) добавления электронных отходов в реакционный сосуд;
   b) смешивания электронных отходов и необязательно одного или более металлических катализаторов с одной или более кислотами,

   причем один или более металлов в электронных отходах растворяются под действием кислоты с образованием биогенной добавки.
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что катализатор представляет собой один или более металлов, расположенных после железа в электрохимическом ряду напряжения металлов, или их соединения или сплавы.
3. Способ по п. 1 или п. 2, дополнительно включающий стадию разделения, после стадии b, на которой удаляют нерастворимый материал, такой как пластик.
4. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий стадию, после стадии b, регулирования кислотности посредством дополнительного добавления кислот или щелочей.
5. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий стадию, после стадии b, разбавления биогенной добавки.
6. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий стадию, после стадии b, концентрирования биогенной добавки.
7. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий стадию, после стадии b, добавления к биогенной добавке дополнительных жидких ингредиентов.
8. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий стадию, после стадии b, добавления к биогенной добавке дополнительных жидких ингредиентов.
9. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий стадию, после стадии b, добавления одного или более агентов схватывания для сгущения биогенной добавки, так чтобы ее можно было превращать в порошок или гранулировать.
10. Способ по п. 9, отличающийся тем, что агент схватывания содержит или состоит из одного или более агентов, выбранных из: строительного гипса ($CaSO4 \cdot 0,5H2O$), мела, доломита или другого карбонатного соединения металла, гидроксида кальция и оксида кальция.
11. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что биогенную добавку добавляют в удобрение в процессе производства удобрения, и указанное удобрение затем сгущают с помощью строительного гипса.

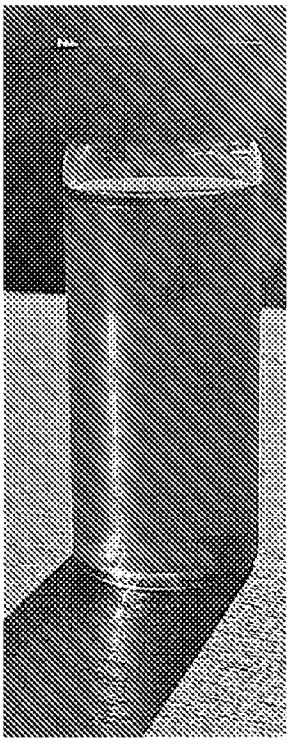
12. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что катализатор представляет собой металлический свинец, медь, золото или серебро, или соединения или сплавы, содержащие указанные металлы.
13. Применение электронных отходов в способе по любому из предшествующих пунктов для получения биогенной добавки.
14. Биогенная добавка, полученная способом по любому из пп. 1-12.
15. Удобрение или почвоулучшающее средство, содержащее биогенную добавку, которая получена или может быть получена способом по любому из пп. 1-12.
16. Способ внесения удобрения или улучшения почвы, включающий внесение биогенной добавки, которая получена или может быть получена способом по любому из пп. 1-12.
17. Способ получения биогенной добавки из электронных отходов, описанный в настоящей заявке со ссылкой на фигуры.
18. Биогенная добавка, описанная в настоящей заявке со ссылкой на фигуры.
19. Применение электронных отходов, описанных в настоящей заявке со ссылкой на фигуры.



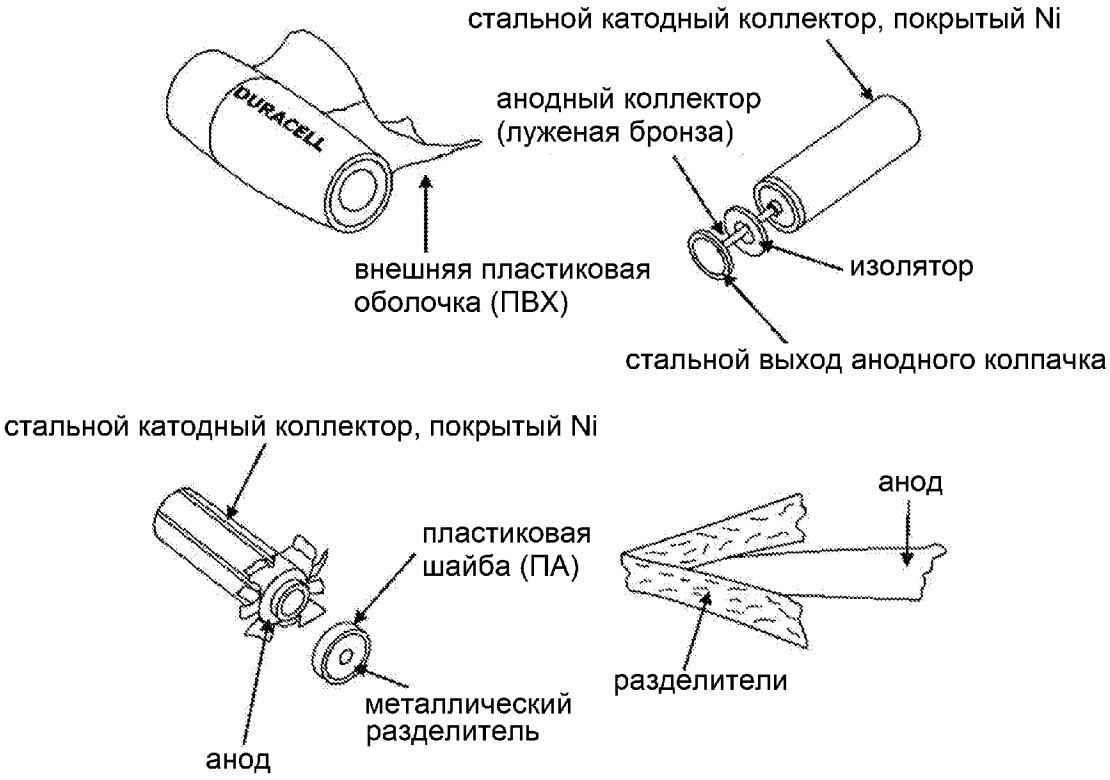
Фигура 1

Фигура 2

Фигура 3



Фигура 4


стальной катодный коллектор, покрытый Ni
анодный коллектор
(луженая бронза)
DURACELL
внешняя пластиковая
оболочка (ПВХ)
изолятор
стальной выход анодного колпачка
стальной катодный коллектор, покрытый Ni
пластиковая
шайба (ПА)
анод
металлический
разделитель
анод
разделители

Фигура 5

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Sn	Tl	V	Zn	Всего
мг/батарейка	0.021	0.06	0.84	9.5	281	0.0038	5383	65	1.2	0.44	0.84	1.4	0	3418	9161.305
% состава батарейки Duracell AA 25,42 г	8.26121E-05	0.000236	0.003304	0.037372	1.105429	1.49E-05	21.17624	0.255704	0.004721	0.001731	0.003304	0.005507	0	13.44611	36.03975
м.д. в батарейке	0.826121164	2.360346	33.04485	373.7215	11054.29	0.149489	211762.4	2557.042	47.20692	17.30921	33.04485	55.07474	0	134461.1	360397.5
масса в 20 батарейках/г	0.00042	0.0012	0.0168	0.19	5.62	0.000076	107.66	1.3	0.024	0.0088	0.0168	0.028	0	68.36	183.2261
г/л при растворении 20 батареек в 3 л кислоты	0.00014	0.0004	0.0056	0.063333	1.873333	2.53E-05	35.88667	0.433333	0.008	0.002933	0.0056	0.009333	0	22.78667	61.07537
мг/л	0.14	0.4	5.6	63.33333	1873.333	0.025333	35886.67	433.3333	8	2.933333	5.6	9.333333	0	22786.67	61075.37
м.д. в полученном растворе	140	400	5600	63333.33	1873333	25.33333	35886667	433333.3	8000	2933.333	5600	9333.333	0	22786667	61075365
м.д. при добавлении 1 кг к 10000 кг шлама	0.014	0.04	0.56	6.333333	187.3333	0.002533	3588.667	43.33333	0.8	0.293333	0.56	0.933333	0	2278.667	6107.537

Фигура 6