(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202192209 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.12.16

(22) Дата подачи заявки
2020.02.09

(51) Int. Cl. ***B09B 3/00*** (2006.01)
C08J 11/00 (2006.01)

(54) МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

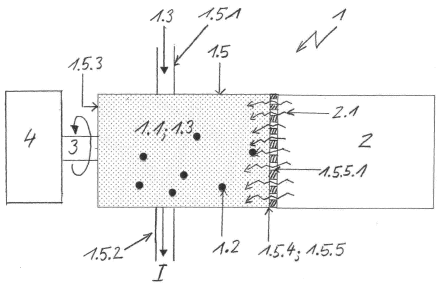
(31) **10 2019 000 987.8**
(32) **2019.02.12**
(33) **DE**
(86) **PCT/EP2020/000035**
(87) **WO 2020/164792 2020.08.20**
(88) **2020.10.08**

(71) Заявитель:
СМАРТ МАТЕРИАЛ ПРИНТИНГ Б.В. (NL); МЮНХ ЭЛЬКЕ (DE)

(72) Изобретатель:
Луте Грегор (DE)

(74) Представитель:
Мягкова Е.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к механохимическому процессу для дезактивации и/или для исключения проблемных, синтетических, биогенных и биологических материалов A; для разрушения фосфатов B; для иммобилизации металлов и их соединений C; для разделения диоксида углерода и монооксида углерода D на элементы и для извлечения ценных продуктов E. Способ предусматривает подачу материала F, который необходимо измельчить, содержащий по меньшей мере один материал A, B, C и/или D и по меньшей мере один тип углеродного или дающего углерод материала G, или, альтернативно, подачу компонентов F и G по отдельности друг от друга; заполнение материала F, который необходимо измельчить, в механическую мельницу (1), или, альтернативно, заполнение компонентов материала F, который необходимо измельчить, в механическую мельницу (1) и измельчение посредством мелющих тел (1.2), перемещаемых средствами (1.4) перемешивания, или посредством валиков (1.4.6); после чего полученный продукт I отделяют от мелющих тел (1.2) или валиков (1.4.6) и отводят из помольной камеры (1.1) и обрабатывают. Настоящее изобретение также относится к применению продуктов I в качестве ценных материалов E, применению самоохлаждающегося электродвигателя (4) для приведения в действие механохимической мельницы (1), и механохимическим мельницам (1) с новыми средствами (1.4) перемешивания.



202192209 A1

202192209 A1

МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Область техники, к которой относится настоящее изобретение

Настоящее изобретение относится к механохимическому процессу дезактивации и/или исключения проблемных, синтетических, биогенных и биологических материалов, для расщепления фосфатов, для иммобилизации металлов и их соединений, для разделения диоксида углерода и монооксида углерода на элементы и для извлечения ценных продуктов.

Настоящее изобретение также относится к использованию продуктов, полученных в ходе механохимического процесса.

Настоящее изобретение также относится к новым механическим мельницам для механохимических процессов.

Уровень техники

Конкретные физико-химические эффекты и механизмы механохимии являются объектом множества теоретических исследовании, например, в статьях

V. V. Boldyrev, Mechanochemistry and mechanical activation of solids, Russian Chemical Reviews, 75 (3) 177-189 (2006);

P. Yu. Butygain and A. N. Streletskii, The Kinetics and Energy Balance of Mechanochemical Transformations, Physics of the Solid State, Vol. 47, No. 5, 2005, 856-852

J. Fontaine et al. Tribochemistry between hydrogen and diamond-like carbon films, Surface Coatings Technology 146-147 (2001) 286-291;

L. Takacs, Mechanochemistry and the Other Branches of Chemistry: Similarities and Differences, Acta Physica Polonica A, Vol. 121 (2012), 3, 711-714;

S. A. Steiner III et al., Circumventing the Mechanochemical Origins of Strength Loess in the Synthesis of Hierarchical Carbon Fibers, Applied Materials & Interfaces, 2013, 4892-4903; или

Materialsgate Newsletter 9/12/2017, Tribology: Simulation shows previously unknown friction mechanisms at the molecular level.

Кроме того, обзорные статьи дают общее представление об историческом развитии и перспективах механохимии, например, в статьях

S. L. James et al., Mechanochemistry: opportunities for new and cleaner synthesis, Chem. Soc. Rev., 2012, 41, 413-447, в которой представлены синтез неорганических материалов, таких как сплавы, оксиды, галогениды, сульфиды, нитриды и композиты, сокристаллов, таких как сокристаллы с переносом заряда, кислотно-основные

сокристаллы, ионные сокристаллы и органический катализ при помощи сокристаллизации, новых форм лекарственных средств, таких как фармацевтические сокристаллы, и органические синтезы с образованием углерод-углеродной и углерод-X связью, такие как стехиометрические органические реакции, катализируемые металлами органические реакции, органокаталитические асимметричные реакции, синтезы лигандов и систем гость-хозяин, синтез металлических комплексов и синтез координационных полимеров (MOF);

P. Balaz et al., Hallmarks of mechanochemistry: from nanoparticles to technology, Chem. Soc. Rev., 42, 2013, 7571-7637; или

Tomislav Friscic, Supramolecular concepts and new techniques in mechanochemistry: cocrystals, cages, rotoxanes, open metal-organic frameworks, Chem. Soc.Rev., 2012, 41, 3493-3510.

Например, F. Cavalierie и F. Padella описывают в статье «Development of composite materials by mechanochemical treatment of post-consumer plastic waste» в Waste Management, 22 (2002) 913-916, смешивание полипропилена и полиэтилена путем измельчения в жидком диоксиде углерода, при котором можно получить композит, который больше не показывает никакой несовместимости между двумя полимерами и который имеет лучшие свойства, чем исходные полимеры.

Например, Haoliang Jia и соавт. в своей статье «Formation of nanocrystalline TiC from titanium and different carbon sources by alloying» в Journal of Alloys and Compounds, 472 (2009) 97-103, описали получение нанокристаллического карбида титана из порошков титана и различных источников углерода.

Tan Xing и соавт. описывают в своей статье «Ball milling: a green approach for synthesis of nitrogen doped carbon nanoparticles in Nanoscale», 2013, 5, 7970-7976, промышленно применимый процесс синтеза для получения легированных азотом углеродных наночастиц.

L. Borchardt и соавт. описывают в своей статье «Mechano-chemistry assisted synthesis of hierarchical porous carbon applied as supercapacitors» в Beilstein Journal of Organic Cemistry, 2017, 13, 1332, получение пористого углерода из растительных материалов для использования в конденсаторах и электродах.

В своей статье «Mechanochemical surface modification of carbon fibers using a simple rubbing method» в Journal of Composite Materials 0 (0) 1-8, S. Motozuka и соавт. описывают модификацию поверхности углеродных волокон на основе полиакрилонитрила путем механического трения.

В своей статье «Mechanochemical Polymerization - Controlling a polycondensation reaction between a diamine and a dialdehyde in a ball mill» в RCS Adv., 2016, 6, 64799-64802, S. Grätz и L. Borchardt описывают механохимическую поликонденсацию между диамином и диальдегидом, которая предлагает перспективную альтернативу обычным способам.

В отчете конференции AIP Conference Proceedings, Volumei 664, Issue 1, 150008 (2015), Recyclig and Processing of several typical crosslinked polymer scraps with enhanced mechanical properties based on solid state mechanochemical milling, авторы описывают измельчение частично девулканизованных или несшитых обломков шинного каучука, обрезков довулканизированного фторкаучука и обрезков сшитого полиэтилена от отходов кабелей, при котором они получают материал с улучшенной обрабатываемостью и лучшими механическими свойствами.

Дополнительные примеры пригодности механохимии в различных областях выявляются из следующих патентов.

Например, заявка на патент Германии DE 102014101766 A1 раскрывает способ извлечения и при необходимости разделения лантаноидов в виде хлоридов или оксидов из минеральных отходов и остатков. В этом способе сначала получают порошкообразные частицы, которые затем активируют механохимически.

Европейский патент EP 1830824 B1 раскрывает способ получения композиции наночастиц, которая содержит наночастицы терапевтического средства. При этом смесь соединения-предшественника и сореагента измельчают в устройстве для измельчения, используя мелющее тело.

Заявка на американский патент US 2017/0036967 A1 раскрывает способ получения удобрений на основе гуминовых кислот из лигнита и леонардита в механохимическом реакторе для высоковязкой среды.

Механохимическое получение цеолитов описано в международной патентной заявке WO2012/072527 A2.

Механохимическое получение не содержащих железо халькогенидов или арсенидов металлов из не содержащих железо металлических порошков и серы, селена, теллура или мышьяка выявляется из Европейской патентной заявки EP 1681270 A2.

Европейский патент EP 1303460 B1 описывает механохимический синтез литированного диоксида марганца из диоксида марганца и солей лития.

Перевод Европейского патента EP 0963825 B1, DE 69911502 T2, описывает механохимическую обработку пластиков, таких как полиэтилентерефталат, полистирол, полипропилен или полиэтилен, в присутствии жидкого диоксида углерода для придания

совместимости и повторного использования гетерогенных пластиков из городских или промышленных отходов.

Заявка на патент Германии DE 4240545 A1 описывает способ получения пептидов с помощью протеолитических ферментов, в котором амино-защищенные аминокислоты в качестве компонентов ацилирования реагируют с карбоксил-защищенными аминокислотами в присутствии вещества, содержащего воду кристаллизации, такого как Na_2CO_3x $10H_2O$, путем измельчения.

Механохимический процесс для получения термопластического композита из нетермопластического, природного полимера, такого как целлюлоза или хитин, и из 5-20 масс. % синтетических термопластических материалов выявляется из патента Японии JP 3099064 B2. Полученный композитный материал сам по себе является термопластическим.

В более ранней заявке на патент Германии с номером подачи 102018000418.0 и датой подачи 20 января 2017 г. описан механохимический способ получения ценных продуктов, которые не содержат стойких органических загрязняющих веществ и других галогенорганических соединений. Они получены из отходов пластмасс одного типа и не одного типа и слоистых пластиков, которые загрязнены стойкими органическими загрязняющими веществами и/или содержат другие галогенорганические соединения.

При этом в механохимическом способе (i) отходы дробят, так что распределение частиц по размерам является насколько возможно узким, (ii) раздробленные отходы помещают в мельницу, содержащую мелющие шары, и дополнительно измельчают путем размалывания, (iii) по меньшей мере одно средство дегалогенирования добавляют в мольном избытке относительно количеств присутствующих стойких органических загрязняющих веществ и/или других галогенорганических соединений, (iv) смесь измельченных размолотых отходов и средства дегалогенирования дополнительно измельчают, и измельчение заканчивается после заранее выбранного времени, (v) полученные ценные продукты, не содержащие стойкие органические загрязняющие вещества и другие галогенорганические соединения, отделяют от мелющих шаров и отделяют галогенсодержащие, растворимые в воде продукты, которые образуются путем промывания водными растворителями, и/или не вымывают галогенсодержащие, нерастворимые в воде продукты, а используют в качестве наполнителей в ценных продуктах, и (vi) промытые ценные продукты после сушки и непромытые ценные продукты проверяют для определения, содержат ли они все еще стойкие органические загрязняющие вещества и/или другие галогенорганические соединения, при этом (vii) добавляют по меньшей мере одну добавку перед и/или после процесса стадии (iv).

Другой проблемой с повторным использованием пластиков, в частности несмешивающихся пластиков и слоистых пластиков, является большое содержание в них органически связанных галогенов, если, например, PVC, PVDF, PTFE или хлорфторированные термопластические материалы содержатся в пластиковых отходах.

В своей публикации Mechanochemical conversion of brominated POPs into useful oxybromides: a greener approach, in Sci. Rep. 2016, 6:28394, G. Castagnetta и соавт. описывают разложение бромированных стойких органических загрязняющих веществ посредством реакции со стехиометрическими количествами оксида висмута или оксида лантана с образованием соответствующих оксибромидов и аморфного углерода.

В своей статье «Simultaneous treatment of PVC and oyster-shell wastes by mechanochemical means», в Waste Management 28 (2008) 484-488, W. Tonganmp и соавт. описывают дехлорирование PVC при помощи отходов устричных раковин, что дает хлорид кальция и органические продукты с двойными связями.

Механохимический способ для восстановительного дегалогенирования галогенорганических соединений выявляется из патента Германии DE 19742297 C2, вещество или смесь веществ с добавлением элементарного щелочного металла, щелочноземельного металла, алюминия или железа в качестве восстанавливающего средства и эфиров, полиэфиров, аммиака, аминов, амидов, триалкилсиланов, полиалкилгидросилоксанов или нитридов металлов по отдельности или в комбинации в качестве источника водорода измельчают за одну стадию. При этом пески или почвы, загрязненные PCB или хлофеном, можно механохимически очищать.

Однако не только высокое содержание галогенорганических соединений в пластиках, таких как PVC, но также более низкое содержание галогенорганических соединений может вызывать проблемы при повторном использовании пластиков и слоистых пластиков. Даже если отходы не содержат органически связанных галогенов, после длительного периода использования пластиков и ламинатов вне помещения повсеместные стойкие органические загрязняющие вещества, или стойкие органические загрязняющие вещества, или POP (стойкие органические загрязняющие вещества), такие как хлорорганические инсектициды 1ого поколения, такие как хлордан, DDT, диэльдрин или токсафен, промышленно изготавливаемые химикаты, таких как PCB, или побочные продукты изготовления и продукты сгорания, такие как хлорированные и бромированные диоксины и дибензофураны, будут неизбежно накапливаться с течением времени. Типичные представители этих классов соединений также известны как «грязная дюжина». POP представляют собой полулетучие вещества и могут возникать как в газовой фазе, так и связываться с частицами пыли и распространяются по миру посредством механизмов

переноса на дальние расстояния. Из-за их липофильности они бионакапливаются в жировых тканях животных и людей. Некоторые POP рассматриваются как эндокринные разрушители или являются канцерогенными и также связывались с бесплодием, нарушениями поведения и иммунодефицитом. Их следы загрязняют крупномасштабные продукты, такие как наночастицы диоксида титана, которые используются в качестве цветных пигментов в косметике, чернилах и пластиках. Количества могут показаться небольшими по отдельности, но из-за количества рассматриваемого диоксида титана ими нельзя пренебрегать.

(См. статья Georgios Ctistis, Peter Schön, Wouter Bakker and Gregor Luthe, PCDDs, PCDFs, and PCBs co-occurrence in TiO_2 nanoparticles, Environmental Science and Pollution Research, DOI 10.1007 / s1 1356-015-5628-7).

В статье «A mini-review on mechanochemical treatment of contaminated soil: From laboratory to large-scale» в Critical Reviews in Environmental Science and Technology, August 2018, pages 1 to 51, G. Cagnetta дает обзор механохимической очистки почв.

Из заявки на патент Германии DE 10261204 A1 известен способ для очистки или детоксикации твердых или жидких продуктов, продуктов, загрязненных токсинами из окружающей среды, такими как полигалогенированные соединения или хлорорганические вещества, такие как диоксины, дибензофураны и побочные продукты (конгенеры) или PCB, посредством высококинетического процесса, в котором загрязненные продукты подвергаются высококинетическому тонкому измельчению с использованием так называемых трибоматериалов путем множества эффектов ударных или сдвиговых усилий. Все типы стекла от Duran/Solidex для оконных стекол используют в качестве трибоматериалов. Кроме того, песчинки, частицы гранита или частицы кварцевого порфира, а также эмаль в качестве частиц стеклянного боя, или содалит, или керамику можно использовать, при необходимости, в смеси. В этих случаях частицы имеют размер до 5 мм. Но также оксиды, такие как диоксид кремния, оксид кальция, оксид магния, диоксид титана, оксиды железа, оксид циркония или оксид бора, сульфиды, такие как пирит, сульфид железа и сульфид сурьмы, нитриды, такие как нитрид бора и нитрид кремния, карбиды, такие как карбид бора, карбид кремния и карбид вольфрама, силициды, такие как силицид железа и силицид титана или силикон, и бор можно использовать как есть или в смесях при необходимости. Размеры частиц составляют от 10 мкм до 1 мм. В примере 3 патентной заявки 10 г активированного угля, на котором абсорбировались 0,17 г TCDD (2,3,7,8-тетрахлордибензо[1,4]диоксина) и 0,23 г конгенеров, измельчали с 200 г стеклянного жароупорного боя и 2 кг мелющих стальных шариков (CR 6). После измельчения токсины или летучие органические соединения не были обнаружены.

Процессы для удаления следовых веществ известны из публикации компании «HUBER Technology Waste Water Solution, Fourth Cleaning Level: HUBER Solutions for Eliminating Micropollutants», загруженной из Интернета 30 декабря 2018 г. В них используются фильтры на активированном угле, которые регенерируются путем их промывания. Однако поскольку фильтр продолжает работать, загрузка внутренней поверхности активированного угля микрозагрязнителями увеличивается. Способ с фильтром на активированном угле также можно объединять с озонированием или с песчаной фильтрацией воды из вторичного осветлительного бака.

Каждый год только в Германии накапливаются миллионы тонн жидкого навоза, высушенного жидкого навоза, жидкого навоза, сброженных остатков, сухих ферментов, шламов сточных вод, ферментов, биологических отходов, воды из вторичных осветлительных баков, сухих концентратов со стадий биологической очистки и отходов и остатков из химических промывателей, фильтров и электростатических осадителей, отходов и остатков от обработки выхлопных газов и из систем кондиционирования воздуха. Они содержат, помимо прочего, нитраты, нитриты, нитроазмины, соли аммония, аммиак, соединения серы, пестициды, лекарственные средства и их остатки и метаболиты, тяжелые металлы и радиоактивные металлы и их соединения, вирусы, бактерии и другие токсичные материалы.

Законодательные органы Германии и Европейского союза, таким образом, применяют еще более жесткие стандарты к выбросам этих загрязняющих веществ. Производители, установки по переработке отходов и потребители отходов должны приспосабливаться к этому.

Жидкий навоз и его традиционные и привычные методы утилизации, такие как его распределение в качестве сельскохозяйственного удобрения на поля и пастбища с помощью баков для жидкого навоза, которые распределяют жидкий навоз по поверхности или вводят непосредственно в почву, являются особенно проблемными. Если жидкий навоз используют в избытке или во время года, когда растительность не может поглотить питательные вещества, которые он содержит, например, зимой, риск выщелачивания питательных веществ в более глубокие слои почвы и просачивания или экранирования и эрозии в почвенные воды и поверхностную воду увеличивается. Соли аммония, нитраты и другие ингредиенты жидкого навоза могут, например, вызывать цветение водорослей и гибель рыбы из-за заболачивания водных объектов. Последнее, но не менее важное, внесение на поверхность почвы - особенно при использовании установок для широкого распределения - связано с потерями питательных веществ, поскольку легкорастворимые соединения азота и, прежде всего, соли аммония теряются в виде аммиака.

Навоз может также содержать остатки от ветеринарных лекарственных средств, в частности антибиотики. В частности, в больших животноводческих хозяйствах, в которых антибиотики используют в большом масштабе, животные выделяют большую часть веществ в фекалиях и моче неизмененными. Путем распределения такого навоза, лекарственные средства также попадают в окружающую среду, такую как почвенная вода. Удобрение навозом обычно запрещено для выращивания овощей и фруктов, поскольку опасные патогены, такие как штаммы бактерий EHEC, могут попадать в почву с экскрементами животных.

Жидкий или твердый остаток, который остается после ферментации биомассы на установке для получения биогаза называется сброженный органический осадок. Термины шлам биогазовой установки или продукт ферментации также используются. Из-за высокого содержания в них питательных веществ остатки ферментации главным образом используются в качестве сельскохозяйственного удобрения. В других способах использования сброженный органический осадок сначала сушат перед его распределением на земли сельскохозяйственного назначения. Системы сушки для остатков ферментации часто работают с использованием тепла от превращения биогаза в электричество. Поскольку остатки ферментации все еще могут содержать некоторую часть углеводов, которые сложно разрушать, такие как целлюлоза и лигноцеллюлоза, они также могут представлять интерес в качестве топлива после сушки. Однако высокое содержание минеральных веществ и соединения серы и азота в них вызывают высокие уровни шлака и коррозию.

Другой проблемной зоной являются шламы сточных вод. Это смесь твердых веществ и жидкостей, которые получаются осаждением при очистке сточных вод. Помимо воды, жидкая среда содержит большое количество растворенных химических соединений. В своем начальном состоянии шлам сточных вод является разжиженным и темным по цвету. Путем осаждения (под действием гравитации) достигается содержание твердых веществ приблизительно 2-5%.

Касательно шламов сточных вод различие делают между необработанным шламом и обработанным шламом сточных вод. Поля для шлама на установках обработки сточных вод возникают как первичный шлам на стадии механической очистки или как избыточный шлам на биологической стадии. Избыточный шлам состоит главным образом из микроорганизмов, таких как простейшие и бактерии. Путем аэробной и анаэробной стабилизации неочищенного шлама получается обработанный шлам сточных вод с меньшей интенсивностью запаха. Анаэробная обработка происходит на больших

установках обработки сточных вод в ферментационных колоннах и поставляет сброженный осадок сточных вод.

Путем флокуляции и осаждения с вспомогательными материалами, такими как хлорид железа (III) или известь, шлам сточных вод обрабатывается таким образом, что его можно осушить до содержания твердых веществ до 35% при помощи, например, центрифуг и систем ленточных сит. С помощью камерных фильтр-прессов можно достичь даже больших степеней осушения. Шлам сточных вод богат на питательные вещества, поскольку бактерии на биологической стадии используют составляющие сточной воды для наращивания биомассы. Нитраты, которые присутствуют в количестве до 1300 мг/л, фосфаты и другие питательные соли имеют особое значение в сельском хозяйстве.

Как и в случае навоза, нет известных рентабельных процессов, с помощью которых тяжелые металлы и другие токсичные вещества можно превратить в безвредные, и в то же время фосфаты и другие питательные соли можно было бы извлекать в биологически доступной форме.

Однако шлам сточных вод также содержит вещества, которые могут вызывать проблемы для окружающей среды и людей. В частности, эти вещества представляют собой тяжелые металлы, которые возникают, помимо прочего, посредством растворения из трубопроводов. Органические загрязняющие вещества также являются проблемой, которой нельзя пренебрегать. Шлам сточных вод может содержать большое количество органических соединений с различными свойствами и эффектами, которые приводят к сточным водам из-за вызванных деятельностью человека процессов. Например, эти вещества могут быть канцерогенными, мутагенными, токсичными или действующими на гормональную систему. Декрет о шламе сточных вод определяет граничные значения для итоговых параметров AOX (абсорбируемых органически связанных галогенов), PCB (полихлорированных бифенилов) и PCDD (полихлорированных диоксинов и дибензофуранов). Если такие вещества присутствуют в сточных водах, существует конкретная опасность, поскольку они могут накапливаться живыми организмами даже в низких концентрациях после сельскохозяйственного внесения и попадать в пищевую цепочку. Из-за юридических запретов на использование некоторых средств борьбы с сорняками и вредителями, некоторые из этих соединений в настоящее время больше не обнаруживаются в шламе сточных вод. Однако другие токсичные органические соединения все еще присутствуют в шламе сточных вод.

Другой проблемной зоной является фосфор. Фосфор представляет сбой ограниченный ресурс, легко извлекаемые минеральные резервы которого истощатся в течение 80-120 лет. Существует ежегодный потенциал в около 70000 т фосфора для

извлечения из сточных вод в Германии, тогда как около 120000 т в год используется только в Германии. В настоящее время переработка фосфора является обязательной для крупных водоочистных установок с эквивалентном населения 50000 человек и более. Поглощение фосфора и питательных микроэлементов, таких как калий и магний, также можно повысить при помощи ингибиторов нитрификации, которые удлиняют аммонийную фазу азота, вводимого в почву. Обработка жидкого навоза посредством сжигания или пиролиза жидкого навоза превращает фосфат, содержащийся в нем, путем стеклования, что означает, что он больше не является биологически доступным и теряется как удобрение.

Угли, как известно, связывают фосфаты и затем делают их снова биодоступными для растений. Биоуголь и торрефицированные пеллеты используют для этого, как и лигнит, который, однако, содержит множество токсичных полициклических ароматических углеводородов (PAH).

Другим вторичным источником фосфата являются строительные материалы, такие как фосфатсодержащие цементы, бетоны, кирпичи, искусственные декоративные камни и известковый раствор для кольцевых зазоров, а также фосфатсодержащие пищевые продукты, такие как молочные продукты, колбасные изделия и рыбные консервы. Однако только плохо работающие и, таким образом, нерентабельные процессы доступны для извлечения фосфата в биологически доступной форме.

Каждый год 200000000 т жидкого навоза и дополнительных остатков ферментации, сухих ферментов и концентратов из скрубберов выхлопных газов вносятся на поля в Германии. Это соответствует 34000000 т/год аммония, 36000000 т/год нитрата и 20000000 т/год фосфата только из жидкого навоза.

Аммонийная форма аммиака, однако, не теряется посредством газовой фазы, поскольку она нелетуча. Однако ее подвижность ниже, чем у нитрата, поскольку она может связываться ионно в виде катиона с отрицательно заряженными частицами почвы.

В почвах, насыщенных водой, и при высоких температурах предпочтительна денитрификация в закись азота (веселящий газ) и оксиды азота NOx, которые являются парниковыми газами.

Таким образом, в настоящее время делаются попытки для сжигания и/или пиролиза навоза, чтобы разрушать нитрат, связывать аммиак путем сушки, или использовать ингибиторы нитрификации, или стерилизовать навоз под давлением.

Пиролиз и сжигание навоза требуют высоких энергий, поскольку необходимо выпаривать воду. Кроме того, мелкую пыль необходимо улавливать фильтрами. Фосфаты теряются, поскольку они остекловываются и, таким образом, больше не являются

биологически доступными. Важные азотные удобрения теряются и превращаются в оксиды азота NOx, которые являются опасными для окружающей среды и образуют кислоты. Процедуры необходимо проводить централизовано, так что они могут осуществляться только на крупнотоннажных установках и включать большие капиталовложения. Это приводит к дополнительной стоимости транспортировки и выбросам. Потеря азотного удобрения должна компенсироваться искусственными удобрениями. Настоящая проблема заключается не в самих по себе нитратах и аммонии, а в их неравномерном распределении в течение года и неравномерном поглощении растениями и выщелачивании. Эти проблемы не решаются пиролизом и сжиганием.

Когда нитрат разрушается путем использования биологических и химических процессов, важные азотные удобрения теряются, причем эта потеря должна компенсироваться искусственными удобрениями. Процедуры являются очень дорогостоящими и не решают проблему длительного удобрения.

Связывание аммиака в сушилках водой и кислотами и последующее биологическое разложение также неэффективно. Правда, что аммиак связывается водой и/или кислотой при сушке жидкого навоза и биогаза и может затем окисляться до нитратов бактериями. Это жидкое удобрение также можно вносить в период роста и приспосабливать для потребностей растений. Недостаток, однако, состоит в огромном количестве энергии, требуемом для испарения 200000000 литров воды и конденсации ее снова и связывания кислоты. Простые расчеты показывают, что требования по энергии будут соответствовать количеству природного газа в двенадцать раз больше того, который производится в самой Германии. По этим причинам это решение не будет иметь смысла в отношении энергии, не говоря уже об углеродном следе, который будет с этим связан.

Восстановление потери удобрения посредством ингибиторов нитрификации представляет простой способ, который можно проводить децентрализованным образом. Фосфаты, калий и магний остаются биологически доступными, что гарантирует повышенный выход, и меньше нитратов попадает в грунтовые воды. Однако используемые ингибиторы нитрификации классифицируются как опасные для воды и растворимые в воде, поэтому они загрязняют грунтовые воды. Если нитраты можно было бы отводить из грунтовых вод посредством биологической обработки, ингибиторы нитрификации накапливались бы в грунтовых водах и в пищевой цепочке и, таким образом, представляли опасности в долгосрочной перспективе.

При фильтрации жидкого навоза с помощью CNF-фильтров нанопоры непосредственно закупориваются, так что они становятся непроницаемыми для жидкого навоза без предварительной микро- и нанофильтрации и тоже не могут связывать нитрат.

CNF связывает тяжелые металлы в анионной форме, но их необходимо удалять из суспензии вместе с CNF, иначе они будут снова высвобождаться в почву, когда CNF биоразлагается.

Угли связывают фосфаты и другие питательные вещества и высвобождают их с задержкой. Проблема, однако, состоит в высокой стоимости производства для активированного угля, например, около 2000,00 евро/тонну, или высоком уровне загрязнения лигнита.

Другими содержащими отходы экологически опасными органическими материалами является шлам от нефтедобычи. Здесь также не было найдено удовлетворительного решения для превращения этого типа отходов в ценные продукты.

Концентрация парникового диоксида углерода в атмосфере Земли непрерывно повышалась из-за промышленной революции и в настоящее время достигла критического значения, что приводит к заметному потеплению атмосферы Земли. В результате вечномерзлый грунт, например, тает, и ледники отступают в качестве резервов воды. Другим последствием может быть разработка метана - еще более эффективного парникового газа - из гидрата метана, отрицательные последствия чего являются непредвиденными. Таким образом, нет недостачи в попытках снижения образования диоксида углерода и/или отвода диоксида углерода, как только он образуется, из атмосферы. Однако соответствующие процессы являются дорогостоящими, времязатратными и их успех сомнительный. Таким образом, нет недостатка в попытках разделять диоксид углерода на кислород и углерод при сравнительно низких температурах, как можно увидеть в следующих публикациях:

H. Kato et al., JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE (1994), 29: 5689, «Decomposition of carbon dioxide to carbon by hydrogen-reduced Ni (II) -bearing ferrite»;

Kodama et al., Journal of Solid State Chemistry, 1995, «XRD and Mössbauer studies on oxygen deficient Ni (II) -bearing ferrite with a high reactivity for C02 decomposition to carbon»;

Kodama et al., Materials Research Bulletin, 1995, «CO_2 decomposition to carbon by ultrafine Ni (II) bearing ferrite at 300°C»;

Masamichi Tsuji et al., Applied Catalysis A: General, Vol.142 (1), 1996, 31-45, «Catalytic acceleration for C02 decomposition into carbon by Rh, Pt or Ce impregnation onto Ni (ii) - bearing ferrite»;

Chun-lei Zhang et al., Materials Chemistry and Physics, Vol. 62 (1), 2000, 52-61, «Studies on the decomposing carbon dioxide into carbon with oxygen deficient magnetite: II. The effects of magnetite on activity of decomposition CO_2 and mechanism of the reaction»; и

Dorna Esrafilzadeh et al., Nature Communications 10, Article number: 865 (2019), «Room temperature CO_2 reduction to solid carbon species on liquid metals featuring atomically thin ceria interfaces».

Однако эти процессы все еще требуют дополнительного усовершенствования, чтобы иметь возможность использования в промышленности.

Кроме того, отходы от армированных углеродными волокнами пластиков (CFRP) сложно повторно использовать для извлечения дорогих углеродных волокон для дальнейшего использования. Например, армированные углеродными волокнами полиэпоксиды обрабатывают водой или растворителями сверхкритического давления для высвобождения углеродных волокон. Из заявки на патент США 2019/0203013 A1 известен способ обработки, в котором CFRP аэробно деполимеризуют. Высвободившиеся углеродные волокна можно повторно использовать, и полученные мономеры можно снова полимеризовать. Однако это сравнительно сложно. В частности, разделение мономеров является проблемой в отношении безопасности. Способ, известный из заявки на патент США 2019/0039266 A1, и известное устройство обходят эту проблему путем пиролиза CFRP, что высвобождает углеродные волокна снова - но ценой исключения пластмассовой матрицы.

Таким образом, будет желательно, чтобы CFRP можно было превращать непосредственно в новые ценные продукты. Однако ранее известные способы и устройства не подходят для этого.

Катализируемый кислотой механохимический способ известен из статьи S. Amirjylayer et al., Understanding the Mechanocatalytic Conversion of Biomass: A Low-Energy One-Step Reaction Mechanism by Applying Mechanical Force, Angewandte Chemie International Edition, Vol. 58, Issue 16, в котором целлюлозы можно разрушать до низкомолекулярных сахаров. Неизвестно, в какой степени этот способ можно использовать для промышленного получения товарных ценных продуктов.

В общем, способы уровня техники, таким образом, являются только слабо или совсем неподходящими для удаления загрязнений или исключения проблемных синтетических, биогенных и биологических материалов, для иммобилизации металлов, для извлечения фосфатов, для разделения диоксида углерода и монооксида углерода на элементы и для извлечения подходящих ценных продуктов.

Настоящее изобретение основано на поиске широко применимого способа, который обеспечивает дезактивацию и/или исключение природных, синтетических, биологических и биогенных материалов простым способом, иммобилизацию металлов, так что они могут безопасно храниться, разрушение фосфатов и снова превращение их в

биологически доступные, разделение диоксида углерода и монооксида углерода на их элементы, так что создается поглотитель диоксида углерода, и извлечение ценных продуктов, таких как полноценные удобрения иди аллотропы углерода, такие как графен, нанотрубки углерода, наноконусы углерода и активированный уголь. В частности, однако, активированный уголь следует получать, который можно подавать снова в процесс или использовать для получения терра прета или в качестве поглотителя диоксида углерода.

Следовательно, цель настоящего изобретения решается с помощью механохимического способа для дезактивации и/или исключения природных, синтетических, биогенных и биологических материалов, для разрушения фосфатов, для иммобилизации металлов и их соединений, для разделения диоксида углерода и монооксида углерода на элементы и для извлечения ценных продуктов согласно независимому пункту 1 формулы изобретения и механохимической мельницы согласно независимому пункту 20 формулы изобретения. Преимущественные варианты осуществления и применения можно найти в зависимых пунктах формулы, ссылаясь на них.

С учетом предшествующего уровня техники неожиданно и непредвиденно для специалиста в данной области цели, на которой основано настоящее изобретение, можно достичь с помощью механохимического способа согласно настоящему изобретению. В частности, неожиданным является то, что механохимический способ согласно настоящему изобретению больше не имел недостатков уровня техники, но что он был очень широко применимым и делал возможным дезактивацию и/или исключение синтетических, биологических и биогенных материалов, металлов и их соединений простым образом иммобилизируя и обезвреживая, так что их можно безопасно хранить или использовать в качестве катализаторов, разрушение фосфатов и превращение их снова в биологически доступные, разделение диоксида углерода и монооксида углерода на кислород и элементарный углерод и получение ценных продуктов, таких как полноценные удобрения иди аллотропы углерода, такие как графен, нанотрубки углерода, выделение наноконусов углерода и активированного угля. В частности, однако, активированный уголь можно получать, который можно снова подавать в механохимический способ. Это делает возможным снижение следа диоксида углерода, поскольку биомасса может постоянно превращаться в уголь. Кроме того, из-за угля полученные удобрения способны интенсифицировать активацию микроорганизмов в почве. Кроме того, также можно было использовать лигнит для механохимического способа согласно настоящему изобретению.

В частности, было неожиданным, что в механохимическом способе больше не образовывались полициклические ароматические углеводороды (PAH; PAH),

нитрозамины, дегти и другие опасные вещества и бромированные и/или хлорированные диоксины, дибензофураны и токсичные липофильные соединения, которые генерируют радикальный окислительный стресс (ROS), не образовывались вследствие присутствия хлоридов и бромидов. Кроме того, остатки лекарственных средств, токсинов всех видов, биоцидов, вирусов, бактерий, водорослей, ядовитых растений и их частей, а также ядовитых животных и их частей, можно разрушать и исключать. Особым преимуществом было то, что механохимический способ согласно настоящему изобретению превращал органические материалы любого вида в углерод, в частности активированный уголь, который может, например, возвращаться на четвертую стадию очистки установок очистки сточных вод или может использоваться для хранения батарей. С пластиками и повышенными долями песка или цемента новый кладочный песок и кладочный цемент можно производить. В частности, цементы для стен больше не показывают никакого выцветания и/или вуали на цементе. Кроме того, цемент можно использовать как источник фосфата и в качестве сырьевого материала для изготовления удобрений. Анатаз и алмазы могут возникать как побочные продукты. Порошкообразные продукты механохимического способа согласно настоящему изобретению можно перерабатывать непосредственно в гранулы и пеллеты.

Порошкообразные продукты механохимического способа согласно настоящему изобретению можно использовать для получения антиадгезивов для пластического формования из мембран топливных элементов, для повторного использования пластиков из электронных материалов и получения чистых пластиков с помощью бактерий.

Кроме того, механохимический способ согласно настоящему изобретению может служить для превращения термореактивных материалов в термопластические материалы и/или активировать термореактивные материалы на их поверхности посредством образования реактивных радикальных центров и/или функциональных групп, так что они служат в качестве оснований для прививания для привитой сополимеризации.

Также было неожиданно, что взрывчатые вещества и пиротехнические материалы также можно утилизировать без проблем, используя механохимический способ согласно настоящему изобретению.

В общем, осуществление механохимического способа согласно настоящему изобретению требует сравнительно немного энергии, меньшие затраты и меньшие затраты на транспортировку и вносит вклад в защиту резервов фосфатов.

Раскрытие изобретения

Настоящее изобретение относится к механохимическому процесс, который осуществляют с помощью механических мельниц. Обычные и известные механические мельницы можно использовать для способа согласно настоящему изобретению. Примеры подходящих механических мельниц представляют собой шаровые мельницы, молотковые мельницы, штифтовые дисковые мельницы, струйные мельницы, вибромельницы, мельницы со встряхиванием, горизонтальные мельницы, истиратели и планетарные мельницы. Например, механическую мельницу, описанную в заявке на патент Германии DE 19504540 A1, фиг. 1a-4b, можно использовать.

Средства для перемешивания мелющих тел в обогащенном энергией массовом потоке вместе с перетираемой смесью, помимо дробилок согласно упомянутой выше заявке на патент Германии, могут иметь различные формы, которые предпочтительно являются симметричными относительно по меньшей мере одному, в частности одному, ведущему валу. Эти средства перемешивания предпочтительно изготовлены из металлов, сплавов, керамики и с керамикой и металлами или сплавами с покрытием.

Например, передача мощности может происходить посредством плоских ударных лопастей, которые имеют по меньшей мере два ударных конца, которые расположены симметрично ведущему валу, чтобы не возникал дисбаланс. Ударные лопасти можно располагать на ведущем валу в зазоре и/или совпадающими, и они предпочтительно имеют круглые отверстия в области их концов.

Однако плоские ударные диски также можно использовать, которые предпочтительно имеют круглый периметр и предпочтительно имеют круглые, овальные, эллиптические и/или вытянутые отверстия, проходящие параллельно окружности, которые предпочтительно расположены по кругу и предпочтительно на одинаковом расстоянии друг от друга. Ударные диски могут располагаться на ведущем валу таким образом, что отверстия находятся в зазоре и/или совпадают.

Однако, плоские ударные диски могут также иметь поднятые ребра на их поверхности, которые расположены симметрично и проходят по прямой линии и/или предпочтительно изогнуты в направлении вращения от ведущего вала к кромке круга. Начала и концы ребер предпочтительно расположены на одинаковом расстоянии друг от друга. По меньшей мере четыре таких ребра предпочтительно используют. В дополнительном варианте осуществления эти ребра расположены на двух противоположных сторонах плоских ударных дисков. Ребра могут иметь 4-угольное, 3-угольное или полукруглое поперечное сечение. Ударные диски могут располагаться на ведущем валу таким образом, что ребра находятся в зазоре и/или совпадают.

Передача мощности к мелющим телам может, однако, также происходить посредством ударных пропеллеров, расположенных симметрично на ведущем валу. Они образованы кольцом, которое окружает ведущий вал, и по меньшей мере две пропеллерообразных лопасти расходятся от этого кольца. В дополнительном варианте осуществления кольцо расширяется по меньшей мере на двух поверхностях, которые расположены симметрично ведущему валу, каждая из которых сливается по меньшей мере с двумя выступающими наружу ударными лопастями. Кромки предпочтительно изогнуты и лежат на воображаемом круге вокруг всего устройства. Таким образом, это может быть кратная n одинарная ударная лопасть или кратные n множество ударных лопастей, где n = по меньшей мере 2.

В дополнительном варианте осуществления ударные лопасти могут иметь поднятые ребра на одной стороне или на двух противоположных сторонах, которые расположены симметрично друг другу и проходят из ведущего вала к соответствующей кромке ударной лопасти. Ребра могут иметь треугольные, четырехугольные или полукруглые профили. В еще одном варианте осуществления эти ребра могут проходить параллельно изогнутым кромкам ударной лопасти.

Средства перемешивания, описанные выше, предпочтительно расположены на расстоянии, по меньшей мере, ширины мелющего тела. Ширина средств перемешивания в поперечном направлении относительно ведущего вала предпочтительно составляет в 0,1-8 раз больше ширины соответствующего мелющего тела. Средства перемешивания могут располагаться параллельно друг другу или со смещением на ведущем валу.

Вместо средств перемешивания, описанных выше, ударные биты также можно использовать, которые расположены симметрично ведущему валу и имеют ударные тела, которые соединены с кольцом, окружающим ведущий вал прямыми или изогнутыми стержнями равной длины или разной длины. Ударные тела могут быть кубовидными, в виде лопатки, сферическими или каплеобразными телами или эллипсоидами. Чтобы не было дисбаланса при вращении, они должны предпочтительно иметь одинаковую массу.

Ведущие валы сами по себе могут быть зубчатыми валами, полыми валами, валами отбора мощности, червячными валами, коническими валами, коническими валами или треугольными валами.

Вместо расположений ведущего вала и средств перемешивания, описанных выше, расположенных вокруг них, по меньшей мере два валика со встречным вращением, расположенных параллельно друг другу в продольном направлении помольной камеры, можно использовать. Измельчаемый материал измельчается в области, где валики соприкасаются.

В одном варианте осуществления валики расположены наискось к продольной оси помольной камеры, что дает дополнительное кручение продукта помола.

В еще одном варианте осуществления валик вращается относительно истираемой поверхности, так что истирание происходит в области контакта между валиком и истираемой поверхностью.

В дополнительных вариантах осуществления поверхности валиков и истираемых поверхностей могут иметь такие структуры, как, например, зубчики, бугры и/или впадины.

В еще одном варианте осуществления ударное действие и подходящая посадка могут быть улучшены путем упругости поверхности валика. Этого можно достичь посредством того факта, что валики в целом расположены упруго друг относительно друга. Однако отдельные точки на поверхности валика также могут быть разработаны отдельно упругими. Этого можно достичь, например, тем, что валики имеют углубления в области их поверхности, в которых расположены шарики, которые выпрессованы из углублений спиральными пружинами. Углубления могут иметь больший внутренний диаметр, чем радиус шарика, так что продукт помола, который входит в углубления, выходит из углублений снова, когда валики вращаются дальше.

Помольная камера, в которой расположены средства перемешивания, предпочтительно имеет трубчатую конструкцию и предпочтительно имеет круглый периметр. Если используют валики, описанные выше, пространство для размола может также быть ограничено двумя противоположными, параллельными, прямыми стенками, которые проходят на расстоянии по ширине валиков и которые соединены двумя противоположными изогнутыми стенками.

В продольном направлении, т.е. вдоль ведущего вала, окружность помольной камеры может сжиматься по меньшей мере один раз, так что образуются по меньшей мере две сферические помольные камеры, расположенные друг за другом и соединенные друг с другом круглым отверстием. Размеры средств перемешивания затем подгоняют к ходу стенок в отдельных помольных камерах, так что средства перемешивания также являются самыми большими на самом большем диаметре сферических помольных камер, причем их размеры снижаются налево и направо, следуя закруглению помольных камер.

Механические мельницы могут приводиться в действие непосредственно энергией, подаваемой ветряными турбинами, водяными турбинами и приливными электростанциями.

Репульсионные двигатели зарекомендовали себя как имеющие плавный запуск больших механических мельниц. В них можно затем регулировать расход их выходной мощности во время последующей непрерывной работы.

Комбинацию мощного двигателя для запуска, который выключается после запуска, и более слабого двигателя для непрерывной работы также можно использовать.

Кроме того, газовые турбины и двигатели внутреннего сгорания с приводом от ископаемых топлив или топлив, полученных биотехнологиями, можно использовать.

Асинхронные двигатели, двигатели постоянного тока (коллекторные двигатели), двигатели переменного тока и трехфазные двигатели, машины с вращающимся электромагнитом и с вращающимся индуктором, трехфазные асинхронные машины, двигатели с фазным ротором, трехфазные синхронные машины, каскадные машины, шаговые двигатели, бесщеточные двигатели постоянного тока, линейные двигатели, двигатели переменного тока, конденсаторные двигатели, синхронные двигатели, двигатели с экранированными полюсами также подходят. Реактивные двигатели, магнитные двигатели, двигатели с поперечной составляющей, коллекторы или коллекторные машины, двигатели постоянного тока, универсальные двигатели (для постоянного и переменного тока), двигатели постоянного тока с постоянным возбуждением, двигатели постоянного тока с электрическим возбуждением (с независимым возбуждением), двигатели последовательного возбуждения, шунтовые двигатели, двигатели со смешанным возбуждением, двигатели на шарикоподшипниках, униполярные машины, униполярные двигатели и колеса Барлоу.

Предпочтительно используют электродвигатели согласно международной патентной заявке WO 2017/055246A2. Они содержат по меньшей мере один компонент-электромашину по меньшей мере с одной намоткой для генерирования магнитного поля, который содержит по меньшей мере один волновод, который имеет кожух и внутреннюю полость, через которую хладагент может проходить, причем намотка имеет два конца, на которых электрическое рабочее напряжение подключается, и где

волноводы имеют круглую трубчатую форму и имеют наружный диаметр в диапазоне 3 мм,

каждый из концов намотки служит в качестве впускного отверстия для хладагента или выпускного отверстия для хладагента, и

концы намотки соединены с соединительным элементом, который содержит впускное отверстие для хладагента или выпускное отверстие для хладагента, множество соединительных элементов для волноводов для присоединения волноводов, распределительный канал, по которому хладагент подается по меньшей мере в один

волновод, и/или коллекторный канал, в котором хладагент, выходящий по меньшей мере из одного волновода, втекает и направляется в выпускное отверстие для хладагента соединительного элемента.

Электродвигатели этого типа продаются Dynamic E Flow GmbH, Кауфбойрен, Германия, под торговой маркой Capcooltech®. Типы HC и LC предпочтительно используют.

Однако, также можно использовать двигатели, приводимые в движение сжатым воздухом, которые особенно пригодны во взрывоустойчивых областях.

Измельчение может происходить при температуре мелющих тел и продукта помола от -273°C до +1200°C. Температуры в так называемых горячих точках и в плазме могут быть до 15000°C.

Длительность измельчения может изменяться в широких пределах и может, таким образом, превосходно подгоняться к решаемой задаче. Время измельчения составляет предпочтительно от 0,5 минуты до 1000 часов, более предпочтительно от 10 минут до 500 часов, особенно предпочтительно от 10 минут до 100 часов и в частности от 10 минут до 50 часов.

Измельчение можно проводить в присутствии по меньшей мере одного, в частности одного, инертного вещества. Примеры подходящих инертных веществ представляют газообразный, жидкий и твердый азот, газообразный, жидкий и твердый диоксид углерода при условиях, при которых он не расщепляется на элементы, и гексафторид серы и газообразные, жидкие и твердые благородные газы неон, аргон, криптон и ксенон и газообразный и жидкий гелий.

Предпочтительно плазма присутствует при измельчении внутри мельниц, т.е. в помольной камере. Плазма образуется путем образования трибоплазмы посредством газового разряда, горячих точек, электростатического заряда, выброса экзоэлектронов, триболюминесценции, дефектов кристаллической решетки, разрыва, смещений, колебаний кристаллической решетки, образования трещин, процессов резания, сжатия, шлифования, сверления, измельчения, истирания, высоких давлений, метастабильных состояний при трении и горячих точек из-за столкновения твердых тел и/или трения твердых тел друг о друга, а также из-за каталитически активных и/или пьезоэлектрических частиц и покрытий на мелющих телах, и/или стенках помольной камеры, и/или на средствах перемешивания, и/или в помольной камере механических мельниц, излучения фокусированного лазера, электронной эмиссии, радиоактивного излучения, рентгеновского излучения, УФ-излучения, ИК-излучения, микроволнового излучения, ультразвука, химических и ядерных реакций, электростатических полей,

электромагнитных полей, постоянного напряжения, емкостного электрического возбуждения, взрывов проводов, газовых разрядов, дуг, искровых разрядов, разрядов вакуумных искр, циклотронного резонанса, емкостный разряд в стеклянной трубке и пинч-эффекта.

Излучение может излучаться в помольную камеру через механически стабильные, стойкие к царапинам, проницаемые для излучения окна, посредством ведущего вала и/или средств перемешивания.

Кроме того, можно использовать ИК-излучение и УФ-излучение, предпочтительно с конкретными длинами волн, которые возбуждают связи. С помощью акустофореза или акустической агрегации, в частности с помощью стоячих ультразвуковых волн, продукт помола может быть изменен во время измельчения, чтобы открыть новые пути механохимического способа. Полученные наночастицы и микрочастицы продукта помола могут снова агрегироваться для механохимической реакции новым способом.

Плазма предпочтительно генерируется пьезоэлектрическими частицами. Пьезоэлектрические частицы из группы, состоящей из углерода, кварца, стекла, титаната бария (BTO), цирконата-титаната свинца (PZT), ниобата свинца-магния (PMN), ортофосфата галлия, берлинита, турмалина, сегнетовой соли, пьезоэлектрического тонкого слоя оксида цинка, нитрида алюминия, нитрида кремния, являются особенно предпочтительными. Оксид алюминия, оксид циркония и нитрид титана, поливинилиденфторид (PVDF) и ферроэлектрическая, поликристаллическая керамика. В частности используются углерод, кварц и стекло.

В конкретном варианте осуществления пьезоэлектрические частицы или материалы наносятся на поверхности мелющих тел, стенки, ведущие валы и/или средства перемешивания и/или вводятся в помольные камеры механических мельниц.

Каталитически активные частицы и/или покрытия также можно наносить на мелющие тела, ведущие валы, стенки помольной камеры и/или на средства перемешивания и/или можно вводить в помольную камеру механических мельниц.

Предпочтительно используют каталитически активные частицы из группы, состоящей из металлов, сплавов металлов, соединений металлов и микропористых материалов.

В качестве металлов можно использовать:

Актиний, символ: Ac, атомное число: 89

Алюминий, символ: Al, атомное число: 13

Америций, символ: Am, атомное число: 95

Сурьму, символ: Sb, атомное число: 51

Мышьяк, символ: As, атомное число: 33

Астат, символ: At, атомное число: 85

Барий, символ: Ba, атомное число: 56

Берклий, символ: Bk, атомное число: 97

Бериллий, символ: Be, атомное число: 4

Висмут, символ: Bi, атомное число: 83

Свинец, символ: Pb, атомное число: 82

Борий, символ: Bh, атомное число: 107

Бор, символ: B, атомное число: 5

Кадмий, символ: Cd, атомное число: 48

Цезий, символ: Cs, атомное число: 55

Кальций, символ: Ca, атомное число: 20

Калифорний, символ: Cf, атомное число: 98

Церий, символ: Ce, атомное число: 58

Хром, символ: Cr, атомное число: 24

Кобальт, символ: Co, атомное число: 27

Коперниций, символ: Cn, атомное число: 112

Кюрий, символ: Cm, атомное число: 96

Дармштадтий, символ: Ds, атомное число: 110

Дубний, символ: Db, атомное число: 105

Диспрозий, символ: Dy , атомное число: 66

Эйнштейний, символ: Es, атомное число: 99

Железо, символ: Fe, атомное число: 26

Эрбий, символ: Er, атомное число: 68

Европий, символ: Eu, атомное число: 63

Фермий, символ: Fm, атомное число: 100

Флеровий, символ: Fl, атомное число: 114

Франций, символ: Fr, атомное число: 87

Гадолиний, символ: Gd , атомное число: 64

Галлий, символ: Ga, атомное число: 31

Германий, символ: Ge, атомное число: 32

Золото, символ: Au, атомное число: 79

Гафний, символ: Hf, атомное число: 72

Хассий, символ: Hs, атомное число: 108

Гольмий, символ: Ho, атомное число: 67

Индий, символ: In, атомное число: 49

Йод, символ: I, атомное число: 53

Иридий, символ: Ir, атомное число: 77

Калий, символ: K, атомное число: 19

Углерод, символ: C, атомное число: 6

Медь, символ: Cu, атомное число: 29

Лантан, символ: La, атомное число: 57

Лоуренсий, символ: Lr, атомное число: 103

Литий, символ: Li, атомное число: 3

Ливерморий, символ: Lv, атомное число: 116

Лютеций, символ: Lu, атомное число: 71

Магний, символ: Mg, атомное число: 12

Марганец, символ: Mn, атомное число: 25

Мейтнерий, символ: Mt, атомное число: 109

Менделевий, символ: Md , атомное число: 101

Молибден, символ: Mo, атомное число: 42

Московий, символ: Mc, атомное число: 115

Натрий, символ: Na, атомное число: 11

Неодимий, символ: Nd, атомное число: 60

Нептуний, символ: Np, атомное число: 93

Никель, символ: Ni, атомное число: 28

Нихоний, символ: Nh, атомное число: 113

Ниобий, символ: Nb, атомное число: 41

Нобелий, символ: No, атомное число: 102

Оганесон, символ: Og, атомное число: 118

Осмий, символ: Os, атомное число: 76

Палладий, символ: Pd, атомное число: 46

Фосфор, символ: P, атомное число: 15

Платина, символ: Pt, атомное число: 78

Плутоний, символ: Pu, атомное число: 94

Полоний, символ: Po, атомное число: 84

Празеодимий, символ: Pr, атомное число: 59

Прометий, символ: Pm, атомное число: 61

Протактиний, символ: Pa, атомное число: 91

Ртуть, символ: Hg, атомное число: 80

Радий, символ: Ra, атомное число: 88

Рений, символ R, атомное число: 75

Родий, символ: Rh, атомное число: 45

Рентгений, символ: Rg, атомное число: 111

Рубидий, символ: Rb, атомное число: 37

Рутений, символ: Ru, атомное число: 44

Резерфордий, символ: Rf, атомное число: 104

Самарий, символ: Sm, атомное число: 62

Скандий, символ: Sc, атомное число: 21

Сиборгий, символ: Sg, атомное число: 106

Селен, символ: Se, атомное число: 34

Серебро, символ: Ag, атомное число: 47

Кремний, символ: Si, атомное число: 14

Стронций, символ: Sr, атомное число: 38

Тантал, символ: Ta, атомное число: 73

Технеций, символ: Tc, атомное число: 43

Теллур, символ: Te, атомное число: 52

Теннессин, символ: Ts, атомное число: 117

Тербий, символ: Tb, атомное число: 65

Таллий, символ: TI, атомное число: 81

Торий, символ: Th, атомное число: 90

Тулий, символ: Tm, атомное число: 69

Титан, символ: Ti, атомное число: 22

Уран, символ: U, атомное число: 92

Ванадий, символ: V, атомное число: 23

Водород, символ: H, атомное число: 1

Вольфрам, символ: W, атомное число: 74

Иттербий, символ: Yb, атомное число: 70

Иттрий, символ: Y, атомное число: 39

Цинк, символ: Zn, атомное число: 30

Олово, символ: Sn, атомное число: 50

Цирконий, символ: Zr, атомное число: 40.

При использовании реактивных металлов, таких как щелочные и щелочноземельные металлы и радиоактивные металлы, соответствующие обычные и известные меры предосторожности необходимо предпринимать.

В качестве сплавов металлов можно использовать следующие.

Сплавы алюминия:

Сплавы с медью, магнием, кремнием или марганцем в качестве основного легирующего элемента; дюралюминий представляет собой ковкий сплав, изготовленный из алюминия, меди, магния, марганца и кремния, партиний, сплав алюминия-марганца, сплав алюминия-магния, гидроналий: торговое название для литейного сплава алюминия с 3-12% магния, сплав алюминия-кремния, главным образом в качестве литейного сплава, силумин: торговое название для диапазона доэвтектического-эвтектического алюминия, литейных сплавов кремния, сплав алюминия-лития (которые являются особенно легкими), сплав алюминия-цинка-магния и титаналь.

Сплавы свинца:

Твердый свинец состоит из свинца и сурьмы; Shot представляет собой сплав свинца, мышьяка и сурьмы; оловянный припой представляет собой сплав свинца и олова. В течение некоторого последнего периода времени сплавы олова, содержащие медь или серебро, также использовались; сплавы натрия и свинца использовались в качестве осушающих средств и при изготовлении тетраэтилсвинца.

Сплавы висмута:

Сплав Розе изготовлен из висмута, свинца и олова; сплав Вуда изготовлен из висмута, свинца, олова и кадмия, сплав Липовича, металл Orion, быстрый припой, Darcotmetall.

Сплавы кобальта:

Стеллиты представляют твердые сплавы, изготовленные из 20-68% кобальта; другими важными компонентами в различных количествах являются хром, вольфрам, никель, молибден и в некоторых случаях до 2,5% углерода; виталлий представляет металлический сплав, изготовленный из кобальта, хрома и молибдена (см. сплав хрома-кобальта-молибдена).

Сплавы железа:

Сталь представляет собирательный термин для пластично деформируемых сплавов железа и углерода и максимум 2,06 процента углерода; литейный чугун представляет собирательный термин для непластично деформируемых сплавов железа и углерода и по меньшей мере 2,06% C (обычно около 4% углерода; сплав железа и никеля; инвар состоит из (главным образом) железа и никеля; ковар состоит (главным образом) из железа, никеля и кобальта; ферросплав.

Сплав алюминия:

Сплав Деварда.

Сплав галлия:

Галинстан представляет эвтектический сплав галлия, индия и олова.

Сплавы золота:

Титановое золото: сплав: 99% золота, 1% титана, главным образом используется при изготовлении обручальных колец и в медицинской технологии, в отношении цвета он сравним с 750 желтым золотом, но несколько серее; золотого цвета (обычный) представляет сплав золота, серебра (для осветления желтого и улучшения механической обрабатываемости) и меди (для «благородного» интенсивного золотого цвета или для красного оттенка); желтое золото: доля серебра соответствует доли меди; красное золото: доля серебра значительно ниже, чем меди (также местно известно как турецкое золото); русское золото: несколько более светлое красное золото с необычным содержанием золота 583; светло-желтое золото: доля серебра намного больше, чем меди; зеленое золото: золото с преимущественно или только серебром, небольшие количества кадмия часто добавляют для интенсификации зеленого тона, но это было запрещено в ЕС с 2011 г.; белое золото и серое золото представляют сплавы золота с платиной, палладием или серебром; но также есть сплавы белого золота с кобальтом, хромом, марганцем-германием и другими металлами; никель также использовали в прошлом; электрум представляет сплав золота и серебра, который был известен уже в древние времена, термин также используют для янтаря с 1920 г.; электрон был запатентованным названием для сплава магния от I.G. Fabrbenindustrie, завода в Грисхайме; Нормметалл или Норм-металл (в Швейцарии также: гарантийный металл) представляет сплав, содержащий золото с менее чем 333% содержанием золота; твердое золото: золото, получаемое электролитическим осаждением с небольшими долями (несколько атомных %) кобальта, никеля или железа.

Сплавы меди:

Бронзы или латуни, причем олово определяет бронзы, а цинк - латунь; бронза (настоящая бронза) представляет сплав, который состоит только из меди и олова; алюминиевая бронза представляет сплав, который может состоять из меди и алюминия, а также частей никеля и железа; латунь представляет сплав меди и цинка, широко используемый в качестве прокатного и ковкого материала с примесью свинца, включая алюминий; обогащенная медью латунь называется томпак; свинцовистая бронза представляет сплав меди, олова и свинца. Изабеллин представляет сплав меди, никеля и марганца, главным образом для термостойких проводов (сплавы для нагревателей сопротивления); константан представляет аналогичный сплав меди, никеля и марганца, никелин представляет аналогичный сплав меди, никеля и марганца; мельхиор (альпака, пакфонг) представляет сплав меди, никеля и цинка; пушечная бронза представляет сплав

меди, олова, цинка и свинца, используемый для фитингов; бериллиевая медь, изготовленная из меди и бериллия, особенно использовалась для взрывобезопасных инструментов в горном деле; нейзильбер представляет светлый сплав меди и мышьяка;

Сплав магния:

Электрон представляет обозначение, которое было запатентовано в 1920-е гг.

Сплавы на основе никеля:

Плессит состоит из проросшего камасита (железо для балок) и тэнита (полосовое железо) и возникает в никель-железных метеоритах; хронин относится к сплавам, полученным из никеля и хрома; монель представляет сплав никеля, меди, железа и марганца; инконель и инколой представляют сплавы, полученные из никеля, хрома и до 5% железа, которые являются термостойкими до 800°C; супермаллой представляет сплав никеля, железа и молибдена.

Сплавы ртути:

Серебряная амальгама; амальгама золота, в виде соединения ртути с золотом, не является специальным сплавом, а только экологически вредной промежуточной стадией при экстракции золота;

Сплавы серебра:

Монетное серебро: сплав с 925/1000 серебром, которое сплавляют с медью или другими материалами, этот сплав главным образом используют для получения монет, ювелирных украшений и столовых приборов; киноварь: серебро, которое было позолочено; чернь (тульское серебро): (главным образом использовалось в средние века для произведений искусства и столовой посуды) изготовлена из серебра, меди, свинца, серы и хлорида аммония; тибетское серебро: сплав с очень низким содержанием серебра 250/1000.

Сплавы или композиты вольфрама:

Вольфрам является одним из тугоплавких металлов, которые из-за их высокой температуры плавления (SMWungsten = 3422°C), могут быть расплавлены только с другими металлами со сложностями и таким образом спекаются с образованием композитных материалов, таких как твердые сплавы для механообрабатываемых материалов; Widia является запатентованным названием для твердого металла, состоящего из вольфрама, кобальта, углерода и титана; композит вольфрама-серебра также неправильно называется сплавом охлаждения выпотеванием; реальные сплавы, с другой стороны, включают сплавы вольфрама-молибдена, сплавы вольфрама с высокой плотностью с компонентами сплава никелем, медью, железом и молибденом в различных составах; в качестве легирующего элемента с участием нескольких массовых процентов,

вольфрам обычно является компонентом как высококачественных сталей (см. также список легирующих элементов) и сплавы для проволок, используемые для целей облегчения (например, Osram® торговая марка в качестве композиции осмия и вольфрама).

Сплав цинка:

Сплав замак; тонкий цинк - литейные сплавы главным образом используются для деталей, полученных литьем под давлением, включая такие при тонком литье; титановый цинк представляет сплав цинка, который предпочтителен для гальванизации и имеет очень низкое содержание меди и титана; альзен (ZnAl35), также Alzeen, являются торговыми названиями для сплавов цинка-алюминия.

Сплавы олова:

Британский металл представляет сплав 90-95% олова с до 9% сурьмы и одним процентом меди; согласно «Foundry Lexicon» (ранее), используемым для предметов домашнего обихода и декоративных объектов («фальшивая бронза»); твердое олово (пьютер) представляет сплав олова, меди и/или свинца; оловянный припой представляет сплав свинца и олова, в течение некоторого последнего времени сплавы олова, содержащие медь или серебро, также использовались; «Potin gris» представляет историческую французскую бронзу (сплав меди с долей олова).

Интерметаллические соединения:

Фазы Цинтля; фазы Лавеса; фазы Юма-Розери.

Магнитные и намагничивающиеся сплавы:

Сплавы железа по меньшей мере с одним металлом, выбранным из группы, состоящей из рутения, осмия, кобальта, родия, иридия, никеля, палладия, платины, меди, серебра, золота, цинка, кадмия, скандия, иттрия, лантана, церия, празеодимия, неодимия, самария, европия, гадолиния, оксида тербия, диспрозия, гольмия, эрбия, тулия, иттербия, лютеция, титана, циркония, гафния, ванадия, ниобия, тантала, хрома, молибдена, вольфрама, марганца, рения, алюминия, галлия, индия, таллия, германия, олова, свинца, сурьмы и висмута. Примеры подходящих сплавов металлов представляют мягкие магнитные сплавы металлов, такие как Permalloy® на основе никеля и железа, сплавы никеля-железа-цинка или сендаст на основе алюминия, кремния и железа; $RE_{1-y}Fe_{100-v-w-x-z}Co_wM_zB_x$, где RE представляет редкоземельный металл из группы, состоящей из церия, празеодимия, неодима, самария, европия, гадолиния, оксида тербия, диспрозия, гольмия, эрбия, тулия, иттербия и лютеция, а M для металла из группы титана, циркония, гафния, ванадия, ниобия, тантала, хрома, и M представляет молибден и вольфрам, и v = 5-15, w> 5, x = 9-30, y = 0,05-0,5 и z = 0,1-5; вышеуказанные металлы и сплавы металлов могут

содержать по меньшей мере один дополнительный металл и/или неметалл, который выбран из группы, состоящей из лития, натрия, калия, рубидия, цезия, бериллия, магния, кальция, стронция, бария, бора, углерода, кремния, азота, фосфора, мышьяка, кислорода, серы, селена, теллура, фтора, хрома, брома и йода, или содержится в нестехиометрических количествах. Особенно подходящим материалом этого типа является NdFeB.

Примеры подходящих каталитических соединений металлов представляют бориды, оксиды, сульфиды, селениды, теллуриды, карбиды, силициды, германиды, нитриды, фосфиды, арсениды, антимониды, фториды, хлориды, бромиды и йодиды, комплексные соединения с органическими и/или неорганическими лигандами, изополикислотами и гетерополикислотами (полиоксометалаты; POM), а также ковалентные органические металлические органилы, сэндвичевые соединения и карбены.

В частности, используют гематит, нестехиометрические гематиты, ферриты, никелевые ферриты, соли никеля и полиоксометалаты (POM).

Примеры подходящих POM известны из международной патентной заявки WO 2016/116259 A1, стр. 14, ст. 32 - стр. 23, ст. 17, и конкретно из таблицы 1, «Суммарные формулы подходящих POM».

Примеры подходящих микропористых материалов представляют цеолиты и металлоорганические каркасы (металлоорганические каркасы; MOF). В частности, используются модифицированные цинком цеолиты.

Путем измельчения каталитически активные частицы, наночастицы и микрочастицы получаются, и/или поверхности ведущих валов, стенки, мелющие тела, средства перемешивания и/или валики повторно активируются, что повышает каталитическое действие. Металлы и сплавы металлов также повторно получаются снова посредством восстановления с помощью присутствующих углеродсодержащих материалов. Это может давать новые активные центры на катализаторах из-за скручивания и дефектов решетки, и в них можно подавать электроны для окислительно-восстановительных реакций посредством пьезоэлектрических свойств.

Мелющие тела или мелющие шары состоят из стойкого к высоким и низким температурам, ударопрочного, износоустойчивого материала с высокой твердостью и очень высокой температурой плавления. Подходящие мелющие тела состоят, например, из оксида алюминия, стеатита, фарфора, оксида циркония, стекла, кремня, сталей, хромистых сталей, карбида вольфрама, карбида кремния, нитрида кремния, нитрида бора или карбида бора, или они содержат эти материалы.

Мелющие тела могут иметь любой диаметр, в зависимости, в частности, от размера и конструкции мельницы, типа ускорения, например, путем вращения стенки

мельницы, путем вращения или вибрации контейнера, окружающего помольную камеру, путем центробежных сил, путем сжатого воздуха, путем ударов или электростатического и/или магнитного притяжения, а также от материалов, которые необходимо измельчить. Диаметр, таким образом, может быть оптимально подогнан к конкретной задаче предпочтительным образом. Диаметры предпочтительно составляют от 0,5 см до 10 см.

Мелющие тела могут быть сферами или эллипсоидами или иметь неправильные формы, так что есть различные варианты контакта при столкновении. Кроме того, мелющие тела могут иметь гладкую или шероховатую поверхность или иметь чашевидные углубления, такие как мячик для гольфа, в случае чего продукт помола может накапливаться в чашах. Поверхность мелющих тел может иметь слой продукта помола или быть легирован им.

Мелющие шары предпочтительно используются в качестве мелющих тел.

Если, с другой стороны, валики, описанные выше, используются для измельчения материала, который необходимо измельчить, ни одно из мелющих тел, описанных выше, не используется. Валики, которые могут быть сплошными или полыми, предпочтительно сконструированы из тех же твердых материалов, что и мелющие тела.

Механохимический способ согласно настоящему изобретению используется для дезактивации, исключения, регенерации, иммобилизации, ферментации и/или превращения в ценные продукты природных, синтетических, биогенных и биологических материалов или измельченных материалов, для иммобилизации металлов и их соединений, для ферментации фосфатов, для разделения диоксида углерода и монооксида углерода на элементы и для получения ценных продуктов. Указанные материалы предпочтительно содержат фосфаты, в частности стекловидные фосфаты, которые можно снова извлечь в биологически доступной форме с помощью механохимического метода согласно настоящему изобретению.

На первой стадии способа механохимического способа согласно настоящему изобретению по меньшей мере одна, в частности, суспензия или пастообразная смесь, по меньшей мере одна, в частности, высокодисперсная смесь твердых веществ и/или по меньшей мере один, в частности один, газ подается в качестве продукта помола.

В контексте настоящего изобретения твердый материал или смесь твердых материалов рассматривается как высокодисперсная, если она состоит из частиц со средним размером частиц d_{50} 1 нм - 2 см.

По меньшей мере одна высокодисперсная смесь твердых веществ, которая или суспендирована, или находится в виде пасты или высокодисперсного твердого порошка,

предпочтительно содержит по меньшей мере один материал, который содержит или состоит из по меньшей мере одного, в частности одного, фосфата.

По меньшей мере один материал предпочтительно выбирают из группы, состоящей из натуральных, синтетических, биогенных и биологических материалов, которые загрязнены, экологически проблематичны и подозрительны, вредны, сильно пахнут, токсичны, воспламеняющиеся, окисляющиеся, радиоактивные и/или взрывчатые, смеси и отходы, а также загрязненный каменный уголь, биоуголь, активированный уголь и источники углерода.

Материалы из группы, состоящей из высушенной суспензии, жидкого навоза, остатков ферментации, сухих ферментов, шлама сточных вод, ферментов, компоста, биологических отходов, растительных отходов, листьев, пиломатериалов, строительной древесины, сусла, жмыха, отходов пищевой промышленности, биотехнологических отходов, отходов генной инженерии, отходов животноводчества, отходов от извлечения металлов, радиоактивных отходов, отходов от армированных углеродными волокнами пластиков (CFRP), целлюлоз, гемицеллюлоз, лигноцеллюлоз, целлюлоз, гемицеллюлоз и/или биомассы и отходов, содержащих лигноцеллюлозы, высокомолекулярные белки и структурные белки, сухих концентратов с биологической стадии установок для очистки сточных вод, химических промывных аппаратов и фильтров, сточных вод, остатков обработки выхлопных газов, азотсодержащих соединений, серосодержащих соединений, фосфорсодержащих соединений, полициклических ароматических углеводородов (PAH), летучих органических соединений (VOC), химически активных газов, лекарственных препаратов, гормонов, микрозагрязнителей, фосфатсодержащих строительных материалов фосфатсодержащие кузовных деталей, фосфатсодержащих пищевых продуктов и кормов, других источников фосфата, синтетических и натуральных, интенсивно пахнущих веществ, синтетических и натуральных токсинов, биоцидов, пиротехнических материалов, взрывчатых веществ, вирусов, бактерий, микоплазмы, прионов, водорослей, ядовитых растений и их частей и ядовитых животных и их частей.

В частности, азотсодержащие соединения из группы, состоящей из аммиака, алифатических аминов, циклоалифатических аминов, олефиново ненасыщенные аминов, ароматических аминов, насыщенных, ненасыщенных и ароматических гетероциклических аминов и их аммонийных соединений, амидов, аминоксидов, аминных комплексов, азосоединений, карбодиимидов, гидразинов, гидразонов, гидразид-гидразонов, гуанидинов, мочевин, биуретов, триуретов, семикарбазидов, карбодиазонов, производных карбазидовой кислоты, изосемикарбазидов, иминов, изоцианидов, N-гидроксисоединений, карбоксамидов, гидразидов карбоновой кислоты, имидов, гидразона, соединений

нитрозена, нитраминовых кислот, нитрозеновых кислот, нитрамовых кислот, нитрозена и нитрамовых кислот, соединений нитрозила, нитросоединений, тетразена и уретанов. В частности, азотсодержащие соединения представляют собой нитраты, нитриты и нитрозамины.

В частности, серосодержащие соединения выбирают из группы, состоящей из аллотропов серы, сероводорода, тиолов, сульфидов, галогенидов серы, сульфоксидов, сульфонов, сультонов, сложных эфиров серной кислоты, сульфоновых кислот, сложных эфиров сульфоновых кислот, соединений серы-азота и соединений сульфония.

В частности, фосфорсодержащие соединения выбирают из группы, состоящей из аллотропов фосфора, фосфинов, соединений фосфония, фосфитов, фосфатов, фосфонатов, галогенидов фосфора и фосфазенов, но, в частности, фосфатов.

В частности, жидкости выбирают из группы, состоящей из промышленных растворителей и остатков промышленных растворителей, в частности, растворителей лакокрасочной промышленности, автомобильной промышленности, кораблестроения и промышленного низко- и высокомолекулярного органического синтеза.

В частности, летучие органические соединения (VOC) из группы, состоящей из альдегидов и кетонов, такие как этаналь, пропиональдегид, тиоальдегид, бутиральдегид, гептаналь, метилэтилкетон, циклогексанон и формальдегид, алканы и циклоалканы, такие как гексан, гептан, октан, нонан, декан, циклогексанон и метилциклогексан, ароматические соединения, такие как бензол, толуол, этилбензол, ксилол, крезол и стирол, фенолы, такие как фенол и крезол, летучие галогенированные углеводороды (LHKW), такие как частично и полностью хлорированные углеводороды, фторированные углеводороды и хлорфторуглероды, хлорфторуглероды, хлорфторуглероды, хлорфторуглероды, трифтормонохлорметан, тетрахлорметан, хлорфторфторуглероды, тетрахлорэтан и дихлорбензол.

В частности, реакционные газы, которые не указаны выше, из группы, состоящей из метана, этана, пропана, бутана, этилена, пропилена, цианида водорода, дициана, фосгена, ацетилена, винилфторида, винилхлорида, винилиденхлорида, винилиденфторида, трехфтористого азота, тетрафторгидразина, цис- и транс-дифтордиазина, тетрафторида серы и монооксида углерода.

При правильных условиях диоксид углерода также является реакционным газом.

В частности, PAH из группы, состоящей из пенталена, индена, нафталина, азулена, гепталена, бифенилена, асимметричного индацена, симметричного индацена, аценафтилена, флуорена, феналей, фенантрена, антрацена, ацефенантрилена, ацеантрилена, трифенилена, пирена, хризена, нафтацена Плеяды, пицена, перилена,

пентафена, пентацена, тетрафенилена, гексафена, гексацена, рубицена, коронена, тринафтилена, гептафена, гептацена, октацена, овалов, суперфеналей, бензо[a]антарцена, бензо[b]флуорантена, бензо[k]флуорантена, бензо[a]пирена, дибензо[a,h]антрацена, индено[1,2,3-cd]пирена и бензо[ghi]перилена.

В частности, медицинские устройства из группы, состоящей из лекарственных средств, включая гормоны, которые указаны в «Желтом списке Pharmaindex» и «Красном списке», лекарственных средств, не одобренных для использования людьми, ветеринарных лекарственных средств, лекарственных средств на стадии исследования, разработки и клинических испытаний, а также их отходов и их метаболитов.

В частности, микрозагрязнители выбирают из группы, состоящей из медицинских устройств, промышленных химикатов и гормонов в концентрациях от пг/литр до нг/литр и микропластиков. В частности, фосфатсодержащие строительные материалы выбирают из группы, состоящей из фосфатсодержащих цементов, бетонов, кирпичей, искусственных декоративных камней, камней, досок, композитных материалов с деревом и известковым раствором для кольцевых зазоров.

В частности, другие источники фосфата выбирают из группы, состоящей из моющих средств, антикоррозионных средств, зубов, зубной муки, костей, костной муки, апатита и гидроксиапатита.

В частности, фосфатсодержащие пищевые продукты и корма выбирают из группы, состоящей из молочных продуктов, колбасных изделий, лимонадов, готовых продуктов, рыбных консервов и фосфатсодержащих кормов для животных.

В частности, интенсивно пахнущие вещества выбирают из группы, состоящей из синтетических, органических и неорганических соединений азота, серы, селена, теллура, фосфора и мышьяка, не оказывающих неблагоприятного воздействия на животных, и антипатических ароматов и растительных симпатических и антипатических ароматов.

В частности, синтетические токсины выбирают из группы, состоящей из боевых отравляющих веществ, цианида калия, бериллия, селена, теллура, таллия, белого фосфора, мышьяка, соединений мышьяка, кадмия, ртути, соединений ртути, полония, плутония и полигалогенированных ароматических веществ, диоксинов и дибензофуранов.

В частности, натуральные токсины выбирают из группы, состоящей из растительных, животных, грибковых и бактериальных токсинов и токсинов водорослей.

В частности, биоциды из группы, состоящей из пестицидов, гербицидов, вирицидов против вирусов, бактерицидов против бактерий, акарицидов против клещей, альгицидов, фугнгицидов против грибков, инсектицидов против насекомых, микробицидов против микробов, моллюскоцидов против улиток, нематоцидов против

круглых червей (нематод), родентициды против грызунов, авициды против птиц и вещества для истребления рыб.

В частности, пиротехнические материалы выбирают из группы, состоящей из фейерверков и сценических фейерверков и окисляющих средств, топлив и вспомогательных веществ, используемых в них.

В частности, взрывчатые вещества выбирают из группы, состоящей из хлоратов, перхлоратов, оксидов ксенона, органических и неорганических соединений галогенов азота, пероксидов, сложных эфиров азотной кислоты, нитросоединений, нитраминов, нитрозаминов, высокоэнергетических соединений азота, начальных взрывчатых веществ и малодымных порошков. Примеры таких взрывчатых веществ описаны, например, в пособии Thomas M. Klapötke, Chemistry of High-Energy Materials, Walter de Gruyter, Berlin / New York, 2011.

В частности, ядовитые растения и их части выбирают из группы, состоящей из растений аконита, кокорыша, арума, белладонны, бругмансии, брунфельсии, самшита, зеленой подкормки, цикуты, безвременника осеннего, болиголова, болиголова крапчатого, ландыша, цикламена, обычные голотурии, высокого дельфиниума, красной наперстянки, диффенбахии, хвощей, лаконосных растений, калифорнийского мака, павлиньего папоротника, пуансеттии, каучукового дерева, короны славы, плюща, морозника вонючего, морозника черного, амброзии, гиацинта, белены, остролиста, ириса, ракитника, табака, дицентры великолепной, олеандра обыкновенного, фасоли, папоротника-орляка, абрикоса, абрикоса, лавровишни лекарственной, лютика, ревеня, ели сизой, рододендрона, белой акации, бузины, горьковато-сладких пасленов, картофеля, арахиса Игнатия, пижмы, бигонии, онгаонги, белого гермера, вистарии, помидоров, баклажанов и тиса.

В частности, ядовитые животные и их части выбирают из группы, состоящей из губок, коралловых полипов, гидрозоев, зонтичных медуз, щеточников, улиток, головоногих, насекомых, паукообразных, рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих.

Примеры структурных белков представляют кератин волос, ногтей, копыт и рогов млекопитающих, перьев птиц и чешуи рептилий, коллаген соединительной ткани и внеклеточный матрикс всех тканей животных, эластин, фибриллярные (волокнистые) структурные белки, такие как миозин и тропомиозин, которые вызывают сокращение мышечных клеток (они обычно называются белками движения), фиброин белки шелка от насекомых (фиброин и серицин) или пауков (спидроин 1 и спидроин 2), артроподин и склеротин (таннированный фенолом артроподин), помимо хитина, основного компонента

оболочки тела (кожицы) членистоногих, центриоли и микротрубочки большинства живых организмов и микроволокна цитоскелета большинства живых организмов.

Поставляющие углерод материалы выбирают из группы, состоящей из вышеописанных растительных материалов, а также шелухи, деревянной стружки, древесных опилок, сена, травы, зерна, костры, силоса, скорлупы орехов, коры, сухих листьев и иголок и натуральных волокон, таких как волокна семян, таких как хлопок (CO), капок (KP), тополиный пух, акон, бамбуковые волокна, волокна крапивы, пеньковые волокна (HA), джут (JU), кенафу, лен (LI), хмель, рами (RA) и конопля, твердых волокон, таких как ананас, кароа, курауа, генекен, лен новозеландский прядильный, сизаль (Sl) и кокос (CC), и волокон, изготовленных из натуральных полимеров, таких как целлюлозные волокна, такие как вискоза (CV), модал (CMD), лиоцелл (CLY), купро (CUP), ацетат (CA) и триацетат (CTA).

Кроме того, по меньшей мере один предпочтительный фосфатсодержащий материал содержит по меньшей мере один тип углерода, выбранный из группы, состоящей из чистого, мелкодисперсного каменного угля, чистого, мелкодисперсного биоугля, чистого, мелкодисперсного активированного угля, загрязненного, мелкодисперсного каменного угля, загрязненного, мелкодисперсного биоугля, загрязненного, мелкодисперсного активированного угля, мелкодисперсного лигнита и чистого и загрязненного, мелкодисперсного источников углерода и из вышеуказанных увлажненных материалов.

По меньшей мере одна, в частности одна, мелкодисперсная смесь твердых веществ может, кроме того, содержать по меньшей мере один твердый, мелкодисперсный или, в случае по меньшей мере одной суспензии, по меньшей мере одну растворенную, эмульгированную или суспендированную добавку, которая отличается от материалов, описанных выше. Предпочтительно добавляется по меньшей мере одна добавка из группы, состоящей из неорганических и органических солей, кислот, оснований, оксидов, восстанавливающих средств, окисляющих средств, водяного пара, перегретого пара, цеолитов и слоистых силикатов. Примеры подходящих неорганических и органических солей представляют соли лития, натрия, калия, магния и кальция соляной кислоты, серной кислоты, азотной кислоты, азотистой кислоты, уксусной кислоты, пропионовой кислоты, масляной кислоты, бензойной кислоты, бензолсульфоновой кислоты и бензолфосфоновой кислоты. Примеры подходящих кислот являются такими, как указано выше. Примеры подходящих оснований представляют гидроксид лития, натрия, калия, магния и кальция. Примеры подходящих оксидов представляют оксиды железа, оксид алюминия, оксид галлия, оксид индия, оксид кремния, пески, оксид германия, оксид олова, оксид свинца,

оксид сурьмы и оксид висмута. Примеры подходящих восстанавливающих средств представляют водород, нитрид лития-алюминия, боргидрид натрия, сульфит натрия, дитионит натрия и тиосульфат натрия. Примеры подходящих окисляющих средств представляют кислород, пероксид водорода и органические пероксиды, перкарбонат натрия, перманганат калия, дихромат калия и галогены.

Упомянутые окисляющие средства имеют преимущества, заключающиеся в том, что они могут обеспечивать углероды с функциональными группами, которые улучшают адсорбцию и хемосорбцию и открывают новые пути реакций.

В частности, используются хлорид натрия, хлорид калия и слоистые силикаты.

Филлосиликат предпочтительно представляют собой наночастицы и/или микрочастицы со средним размером частиц d_{50} от 1 нм до <1000 мкм, предпочтительно от 10 нм до 900 мкм, в частности от 300 нм до 1000 нм, особенно конкретно 650 ± 200 нм, еще более конкретно 650 ± 150 нм и в частности 650 ± 100 нм.

Элементный состав и структура микро- и/или наночастиц слоистых силикатов может также меняться в очень широких пределах. Например, известна классификация силикатов по следующим структурам:

островные силикаты,

групповые силикаты,

кольцевые силикаты,

цепочечные и ленточные силикаты,

переходные структуры между цепочечными и слоистыми силикатами,

слоистые силикаты,

каркасные силикаты.

Слоистые силикаты представляют силикаты, ионы силиката которых состоят из слоев соединенных по углам тетраэдра SiO_4. Эти слои и/или двойные слои дополнительно не связаны друг с другом. Технически значимые глинистые минералы в осадочных породах также являются слоистыми силикатами. Слоистая структура этих минералов определяет форму и свойства кристаллов. Они обычно являются пластинчатыми-листообразными с хорошим-превосходным расщеплением параллельных слоев. Количество положений в кольцах, которые составляют слои силиката, часто определяют симметрию и форму кристаллов. Молекулы воды, большие катионы и/или липиды могут накапливаться между слоями.

Примеры подходящих слоистых силикатов показаны в таблице 1 ниже. Перечень является примерным и неисчерпывающим.

Таблица 1: Молекулярные формулы филлосиликатов [a)]

№	Тип	Молекулярная формула
1	Мартинит	$(Na,Ca)_{11}Ca_4(Si,S,B)_{14}B_2O_{40}F_2 \cdot 4(H_2O)$
2	Апофиллит-(NaF)	$NaCa_4Si_8O_{20}F \cdot 8H_2O$
3	Апофиллит-(KF)	$(K,Na)Ca_4Si_8O_{20}(F,OH) \cdot 8H_2O$
4	Апофиллит-(KOH)	$KCa_4Si_8O_{20}(OH,F) \cdot 8H_2O$
5	Купрориваит	$CaCuSi_4O_{10}$
6	Весселсит	$(Sr,Ba)Cu[Si_4O_{10}]$
7	Эффенбергерит	$BaCu[Si_4O_{10}]$
8	Джиллеспит	$BaFe^{2+}Si_4O_{10}$
9	Санборнит	$BaSi_2O_5$
10	Бигкрикит	$BaSi_2O_5 \cdot 4H_2O$
11	Даванит	$K_2TiSi_6O_{15}$
12	Далиит	$K_2ZrSi_6O_{15}$
13	Фенаксит	$KNaFe^{2+}Si_4O_{10}$
14	Манаксит	$KNaMn^{2+}[Si_4O_{10}]$
15	Ершовит	$K_3Na_4(Fe,Mn,Ti)_2[Si_8O_{20}(OH)_4] \cdot 4H_2O$
16	Параершовит	$Na_3K_3Fe^{3+}{}_2Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot 4H_2O$
17	Натросилит	$Na_2Si_2O_5$
18	Канемит	$NaSi_2O_5 \cdot 3H_2O$
19	Ревдит	$Na_{16}Si_{16}O_{27}(OH)_{26} \cdot 28H_2O$
20	Лациумит	$(Ca,K)_4(Si,Al)_5O_{11}(SO_4,CO_3)$
21	Тосканит	$K(Ca,Na)_6(Si,Al)_{10}O_{22}(SO_4,CO_3,(OH)_2) \cdot H_2O$
22	Карлетонит	$KNa_4Ca_4Si_8O_{18}(CO_3)_4(OH,F) \cdot H_2O$
23	Пирофиллит	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$
24	Феррипирофиллит	$Fe^{3+}Si_2O_5(OH)$
25	Макаулайит	$(Fe^{3+},Al)_{24}Si_4O_{43}(OH)_2$
26	Тальк	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
27	Миннесотаит	$Fe^{2+}{}_3Si_4O_{10}(OH)_2$
28	Виллемсеит	$(Ni,Mg)_3Si_4O_{10}(OH)_2$
29	Пимелит	$Ni_3Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_20$
30	Кегелит	$Pb_4Al_2Si_4O_{10}(SO_4)(CO_3)_2(OH)_4$
31	Алюминоселадонит	$K(Mg,Fe^{2+})Al[(OH)_2\|Si_4O_{10}]$
32	Ферроалюмино-	$K(Fe^{2+},Mg)(Al,Fe^{3+})[(OH)_2\|Si_4O_{10}]$

	селадонит	
33	Селадонит	$K(Mg,Fe^{2+})(Fe^{3+},Al)Si_4O_{10}(OH)_2$
34	Хромселадонит	$KMgCr[(OH)_2\|Si_4O_{10}]$
35	Ферроселадонит	$K(Fe^{2+},Mg)(Fe^{3}+,Al)[(OH)_2\|Si_4O_{10}]$
36	Парагонит	$NaAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$
37	Боромусковит	$KAl_2(Si_3B)O_{10}(OH,F)_2$
38	Мусковит	$KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH,F)_2$
39	Хромфиллит	$K(Cr,Al)_2[(OH,F)_2\|AlSi_3O_{10}]$
40	Роскоэлит	$K(V,Al,Mg)_2AlSi_3O_{10}(OH)_2$
41	Гантерит	$(Ba,Na,K)(Al,Mg)_2[(OH,F)_2\|(Al,Si)Si_2O_{10}]$
42	Тобелит	$(NH_4,K)Al_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$
43	Нанпингит	$CsAl_2(Si,Al)_4O_{10}(OH,F)_2$
44	Полилитионит	$KLi_2AlSi_4O_{10}(F,OH)_2$
45	Тайниолит	$KLiMg_2Si_4O_{10}F_2$
46	Норришит	$KLiMn^{3+}{}_2Si_4O_{12}$
47	Широкшинит	$KNaMg_2[F_2\|Si_4O_{10}]$
48	Монтдорит	$KMn_{0,5}{}^{2+}Fe_{1,5}{}^{2+}Mg_{0,5}[F_2\|Si_4O_{10}]$
49	Трилитионит	$KLi_{1,5}Al_{1,5}[F_2\|AlSi_3O_{10}]$
50	Масутомилит	$K(Li,Al,Mn^{2+})_3(Si,Al)_4O_{10}(F,OH)_2$
51	Аспидолит-1М	$NaMg_3(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$
52	Фторфлогопит	$KMg_3(AlSi_3)O_{10}F_2$
53	Флогопит	$KMg_3(Si_3Al)O_{10}(F,OH)_2$
54	Тетраферрифлогопит	$KMg_3[(F,OH)_2\|(Al,Fe^{3+})Si_3O_{10}]$
55	Хендриксит	$K(Zn,Mn)_3Si_3AlO_{10}(OH)_2$
56	Широзулит	$K(Mn^{2+},Mg)_3[(OH)_2\|AlSi_3O_{10}]$
57	Фтораннит	$KFe_3{}^{2+}[(F,OH)_2\|AlSi_3O_{10}]$
58	Аннит	$KFe^{2+}{}_3(Si_3Al)O_{10}(OH,F)_2$
59	Тетраферрианнит	$KFe^{2+}{}_3(Si_3Fe^{3+})O_{10}(OH)_2$
60	Эфезит	$NaLiAl_2(Al_2Si_2)O_{10}(OH)_2$
61	Прейсверкит	$NaMg_2Al_3Si_2O_{10}(OH)_2$
62	Истонит	$KMg_2Al[(OH)_2\|Al_2Si_2O_{10}]$
63	Сидерофиллит	$KFe_2{}^{2+}Al(Al_2Si_2)O_{10}(F,OH)_2$
64	Анандит	$(Ba,K)(Fe^{2+},Mg)_3(Si,Al,Fe)_4O_{10}(S,OH)_2$
65	Битиит	$CaLiAl_2(AlBeSi_2)O_{10}(OH)_2$
66	Оксикиношиталит	$(Ba,K)(Mg,Fe^{2+},Ti^{4+})_3(Si,Al)_4O_{10}O_2$

67	Киношиталит	$(Ba,K)(Mg,Mn,Al)_3Si_2Al_2O_{10}(OH)_2$
68	Феррокиношиталит	$Ba(Fe^{2+},Mg)_3[(OH,F)_2\|Al_2Si_2O_{10}]$
69	Маргарит	$CaAl_2(Al_2Si_2)O_{10}(OH)_2$
70	Черныхит	$BaV_2(Si_2Al_2)O_{10}(OH)_2$
71	Клинтонит	$Ca(Mg,Al)_3(Al_3Si)O_{10}(OH)_2$
72	Вонезит	$(Na,K,)(Mg,Fe,Al)_6(Si,Al)_8O_{20}(OH,F)_4$
73	Браммаллит	$(Na,H_3O)(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)_4O_{10}[(OH)_2,H_2O]$
74	Иллит	$(K,H_3O)Al_2(Si_3Al)O_{10}(H_2O,OH)_2$
75	Глауконит	$(K,Na)(Fe^{3+},Al,Mg)_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2$
76	Агреллит	$NaCa_2Si_4O_{10}F$
77	Глаголевит	$NaMg_6[(OH,O)_8\|AlSi_3O_{10}]\cdot H_2O$
78	Эрлианит	$Fe^{2+}{}_4Fe^{3+}{}_2Si_6O_{15}(OH)_8$
79	Баннистерит	$(Ca,K,Na)(Mn^{2+},Fe^{2+},Mg,Zn)_{10}(Si,Al)_{16}O_{38}(OH)_8\cdot nH_2O$
80	Бариумбанистерит	$(K,H_3O)(Ba,Ca)(Mn^{2+},Fe^{2+},Mg)_{21}(Si,Al)_{32}O_{80}(O,OH)_{16}\cdot 4\text{-}12\ H_2O$
81	Ленниленапеит	$K_{6\text{-}7}(Mg,Mn,Fe^{2+},Fe^{3+},Zn)_{48}(Si,Al)_{72}(O,OH)_{216}\cdot 16H_2O$
82	Стильпномелан	$K(Fe^{2+},Mg,Fe^{3+},Al)_8(Si,Al)_{12}(O,OH)_{27}\cdot 2H_2O$
83	Франклинфилит	$(K,Na)_{1-x}(Mn^{2+},Mg,Zn,Fe^{3+})_8(Si,Al)_{12}(O,OH)_{36}\cdot nH_2O$
84	Парсеттенсит	$(K,Na,Ca)_{7.5}(Mn,Mg)_{49}Si_{72}O_{168}(OH)_{50}\cdot nH_2O$
85	Миддендорфит	$K_3Na_2Mn_5Si_{12}(O,OH)_{36}\cdot 2H_2O$
86	Эгглтонит	$(Na,K,Ca)_2(Mn,Fe)_8(Si,Al)_{12}O_{29}(OH)_7\cdot 11H_2O$
87	Ганофиллит	$(K,Na)_xMn^{2+}{}_6(Si,Al)_{10}O_{24}(OH)_4\cdot nH_2O$ {x = 1-2}{n = 7-11}
88	Тамаит	$(Ca,K,Ba,Na)_{3\text{-}4}Mn^{2+}{}_{24}[(OH)_{12}\|\{(Si,Al)_4(O,OH)_{10}\}_{10}]\cdot 21H_2O$
89	Экманит	$(Fe^{2+},Mg,Mn,Fe^{3+})_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2\cdot 2H_2O$
90	Луниджианлайт	$Li_{0,7}Al_{6,2}(Si_7AlO_{20})(OH,O)_{10}$
91	Салиотит	$Na_{0,5}Li_{0,5}Al_3[(OH)_5\|AlSi_3O_{10}]$
92	Кулькеит	$Na_{0,35}Mg_8Al(AlSi_7)O_{20}(OH)_{10}$
93	Алиеттит	$Ca_{0,2}Mg_6(Si,Al)_8O_{20}(OH)_4\cdot 4H_2O$
94	Ректорит	$(Na,Ca)Al_4(Si,Al)_8O_{20}(OH)_4\cdot 2H_2O$
95	Тарасовит	$(Na,K,H_3O,Ca)_2Al_4[(OH)_2\|(Si,Al)_4O_{10}]_2\cdot H_2O$

96	Тосудит	$Na_{0,5}(Al,Mg)_6(Si,Al)_8O_{18}(OH)_{12}\cdot 5H_2O$
97	Корренсит	$(Ca,Na,K)(Mg,Fe,Al)_9(Si,Al)_8O_{20}(OH)_{10}\cdot nH_2O$
98	Бринроберцит	$(Na,K,Ca)_{0,3}(Al,Fe,Mg)_4(Si,Al)_8O_{20}(OH)_4\cdot 3,5H_2O$
99	Монтмориллонит	$(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2\cdot nH_2O$
100	Бейделлит	$(Na,Ca_{0,5})_{0,3}Al_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2\cdot 4H_2O$
101	Нонтронит	$Na_{0,3}Fe_2^{3+}(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2\cdot 4H_2O$
102	Волконскоит	$Ca_{0,3}(Cr^{3+},Mg,Fe^{3+})_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2\cdot 4H_2O$
103	Свинефордит	$(Ca,Na)_{0,3}(Al,Li,Mg)_2(Si,Al)_4O_{10}(OH,F)_2\cdot 2H_2O$
104	Яхонтовит	$(Ca,Na,K)_{0,3}(CuFe^{2+}Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2\cdot 3H_2O$
105	Гекторит	$Na_{0,3}(Mg,Li)_3Si_4O_{10}(F,OH)_2$
106	Сапонит	$(CaI_2,Na)_{0,3}(Mg,Fe^{2+})_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2\cdot 4H_2O$
107	Ферросапонит	$Ca_{0,3}(Fe^{2+},Mg,Fe^{3+})_3[(OH)_2I(Si,Al)Si_3O_{10}]\cdot 4H_2O$
108	Спадаит	$MgSiO_2(OH)_2\cdot H_2O$
109	Стивенсит	$(CaI_2)_{0,3}Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
110	Сауконит	$Na_{0,3}Zn_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2\cdot 4H_2O$
111	Цинксилит	$Zn_3Si_4O_{10}(OH)_2\cdot 4H_2O$
112	Вермикулит	$Mg_{0,7}(Mg,Fe,Al)_6(Si,Al)_8O_{20}(OH)_4\cdot 8H_2O$
113	Риландит	$(Cr^{3+},Al)_6SiO_{11}\cdot 5H_2O$
114	Донбассит	$Al_{2,3}[(OH)_8IAlSi_3O_{10}]$
115	Судоит	$Mg_2Al_3(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$
116	Клинохлор	$(Mg,Fe^{2+})_5Al(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$
117	Шамозит	$(Fe^{2+},Mg,Fe^{3+})_5Al(Si_3Al)O_{10}(OH,O)_8$
118	Ортошамозит	$(Fe^{2+},Mg,Fe^{3+})_5Al(Si_3Al)O_{10}(OH,O)_8$
119	Бейлейхлор	$(Zn,Fe^{2+},Al,Mg)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$
120	Пеннантит	$Mn^{2+}{}_5Al(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$
121	Нимит	$(Ni,Mg,Fe^{2+})_5Al(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$
122	Гониерит	$Mn^{2+}{}_5Fe^{3+}(Si_3Fe^{3+}O_{10})(OH)_8$
123	Кукеит	$LiAl_4(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$
124	Борокукеит	$Li_{1-1,5}Al_{4-3,5}[(OH,F)_8I(B,Al)Si_3O_{10}]$
125	Манандонит	$Li_2Al_4[(Si_2AlB)O_{10}](OH)_8$
126	Франклинфурнацеит	$Ca_2(Fe^{3+}Al)Mn^{3+}Mn_3{}^{2+}Zn_2Si_2O_{10}(OH)_8$
127	Каммererит (вариант клинохлора)	$Mg_5(Al,Cr)_2Si_3O_{10}(OH)_8$
128	Никсергиевит	$(Ba,Ca)_2Al_3[(OH)_6ICO_3I(Si,Al)_4O_{10}]\cdot 0.2\ H_2O$
129	Сурит	$Pb_2Ca(Al,Mg)_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2(CO_3,OH)_3\cdot 0.5\ H_2O$

130	Феррисурит	$(Pb,Ca)_{2-3}(Fe^{3+},Al)_2[(OH,F)_{2,5-3}\|(CO_3)_{1,5-2}\|Si_4O_{10}]\cdot 0,5\ H_2O$
131	Каолинит	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
132	Диккит	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
133	Галлуазит-7Å	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
134	Стуртит	$Fe^{3+}(Mn^{2+},Ca,Mg)Si_4O_{10}(OH)_3\cdot 10\ H_2O$
135	Аллофан	$Al_2O_3\cdot(SiO_2)_{1,3-2}\cdot(H_2O)_{2,5-3}$
136	Имоголит	$Al_2SiO_3(OH)_4$
137	Одинит	$(Fe^{3+},Mg,Al,Fe^{2+},Ti,Mn)_{2,4}(Si_{1,8}Al_{0,2})O_5(OH)_4$
138	Гизингерит	$Fe_2{}^{3+}Si_2O_5(OH)_4\cdot 2H_2O$
139	Неотокит	$(Mn,Fe^{2+})SiO_3\cdot H_2O$
140	Хризотил	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
141	Клинохризотил	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
142	Мауфит	$(Mg,Ni)Al_4Si_3O_{13}\cdot 4H_2O$
143	Ортохризотил	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
144	Парахризотил	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
145	Антигорит	$(Mg,Fe^{2+})_3Si_2O_5(OH)_4$
146	Лизардит	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
147	Кариопилит	$Mn^{2+}{}_3Si_2O_5(OH)_4$
148	Гриналит	$(Fe^{2+},Fe^{3+})_{2-3}Si_2O_5(OH)_4$
149	Бертьерин	$(Fe^{2+},Fe^{3+},Al)_3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$
150	Фрепонтит	$(Zn,Al)_3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$
151	Зиналсит	$Zn_7Al_4(SiO_4)_6(OH)_2\cdot 9H_2O$
152	Дозиит	$Mg_7(Al,Fe^{3+},Cr)_2[(OH)_{12}\|Al_2Si_4O_{15}]$
153	Амезит	$Mg_2Al(SiAl)O_5(OH)_4$
154	Келлиит	$(Mn^{2+},Mg,Al)_3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$
155	Кронстедтит	$Fe_2{}^{2+}Fe^{3+}(SiFe^{3+})O_5(OH)_4$
156	Карпинскит	$(Mg,Ni)_2Si_2O_5(OH)_2$
157	Непуит	$(Ni,Mg)_3Si_2O_5(OH)_4$
158	Пекораит	$Ni_3Si_2O_5(OH)_4$
159	Бриндлеит	$(Ni,Mg,Fe^{2+})_2Al(SiAl)O_5(OH)_4$
160	Карлостуранит	$(Mg,Fe^{2+},Ti)_{21}(Si,Al)_{12}O_{28}(OH)_{34}\cdot H_2O$
161	Пиросмалит-(Fe)	$(Fe^{2+},Mn)_8Si_6O_{15}(Cl,OH)_{10}$
162	Пиросмалит-(Mn)	$(Mn,Fe^{2+})_8Si_6O_{15}(OH,Cl)_{10}$
163	Брокенхиллит	$(Mn,Fe)_8Si_6O_{15}(OH,Cl)_{10}$

164	Неленит	$(Mn,Fe^{2+})_{16}Si_{12}As^{3+}{}_3O_{36}(OH)_{17}$
165	Шаллерит	$(Mn^{2+},Fe^{2+})_{16}Si_{12}As^{3+}{}_3O_{36}(OH)_{17}$
166	Фриделит	$Mn^{2+}{}_8Si_6O_{15}(OH,Cl)_{10}$
167	Макгиллит	$Mn^{2+}{}_8Si_6O_{15}(OH)_8Cl_2$
168	Бементит	$Mn_7Si_6O_{15}(OH)_8$
169	Вареннесит	$Na_8(Mn,Fe^{3+},Ti)_2[(OH,Cl)_2l(Si_2O_5)_5]\cdot 12H_2O$
170	Науяказит	$Na_6(Fe^{2+},Mn)Al_4Si_8O_{26}$
171	Манганонауяказит	$Na_6(Mn^{2+},Fe^{2+})Al_4[Si_8O_{26}]$
172	Сподиофиллит	$(Na,K)_4(Mg,Fe^{2+})_3(Fe^{3+},Al)_2(Si_8O_{24})$
173	Сажинит-(Ce)	$Na_2CeSi_6O_{14}(OH)\cdot nH_2O$
174	Сажинит-(La)	$Na_3La[Si_6O_{15}]\cdot 2H_2O$
175	Буркхардтит	$Pb_2(Fe^{3+}Te^{6+})[AlSi_3O_8]O_6$
176	Туперсуациаит	$Na_2(Fe^{3+},Mn^{2+})_3Si_8O_{20}(OH)_2\cdot 4H_2O$
177	Палыгорскит	$(Mg,Al)_2Si_4O_{10}(OH)\cdot 4H_2O$
178	Йофортьерит	$Mn^{2+}{}_5Si_8O_{20}(OH)_2\cdot 7H_2O$
179	Сепиолит	$Mg_4Si_6O_{15}(OH)_2\cdot 6H_2O$
180	Фалькондоит	$(Ni,Mg)_4Si_6O_{15}(OH)_2\cdot 6H_2O$
181	Лохлинит	$Na_2Mg_3Si_6O_{16}\cdot 8H_2O$
182	Калиферзит	$(K,Na)_5Fe_7{}^{3+}[(OH)_3lSi_{10}O_{25}]_2\cdot 12H_2O$
183	Минегиллит	$(K,Na)_{2\text{-}3}Ca_{28}(Zn_4Al_4Si_{40})O_{112}(OH)_{16}$
184	Трускоттит	$(Ca,Mn)_{14}Si_{24}O_{58}(OH)_8\cdot 2H_2O$
185	Орлиманит	$Ca_4Mn_3{}^{2+}Si_8O_{20}(OH)_6\cdot 2H_2O$
186	Федорит	$(Na,K)_{2\text{-}3}(Ca,Na)_7[Si_4O_8(F,Cl,OH)2l(Si_4O_{10})_3]\cdot 3{,}5H_2O$
187	Рейерит	$(Na,K)_4Ca_{14}Si_{22}Al_2O_{58}(OH)_8\cdot 6H_2O$
188	Гиролит	$NaCa_{16}Si_{23}AlO_{60}(OH)_8\cdot 14H_2O$
189	Тунгусит	$Ca_{14}Fe_9{}^{2+}[(OH)_{22}l(Si_4O_{10})_6]$
190	Цеофиллит	$Ca_4Si_3O_8(OH,F)_4\cdot 2H_2O$
191	Армстронгит	$CaZr(Si_6O_{15})\cdot\ 3\ H_2O$
192	Ягоит	$Pb_{18}Fe^{3+}{}_4[Si_4(Si,Fe^{3+})_6][Pb_4Si_{16}(Si,Fe)_4]O_{82}Cl_6$
193	Хиттсйоит	$Pb_{18}Ba_2Ca_5Mn_2{}^{2+}Fe_2{}^{3+}[Cll(Si_{15}O_{45})_2]\cdot 6H_20$
194	Марикопаит	$Ca_2Pb_7(Si_{36},Al_{12})(O,OH)_{99}\cdot n(H_2O,OH)$
195	Кавансит	$Ca(VO)Si_4O_{10}\cdot 4H_2O$
196	Пентагонит	$Ca(VO)Si_4O_{10}\cdot 4H_2O$
197	Виксит	$(K,Ba)_2[(UO_2)_2lSi_5O_{13}]\cdot 4H_2O$

198	Коутинхоит	$Th_{0,5}(UO_2)_2Si_5O_{13}\cdot 3H_2O$
199	Хейвиит	$Ca[(UO_2)_2\|Si_5O_{12}(OH)_2]\cdot 6H_2O$
200	Метахейвиит	$Ca(UO_2)_2Si_6O_{15}\cdot nH_2O$
201	Монтерегианит-(Y)	$KNa_2YSi_8O_{19}\cdot 5H_2O$
202	Маунтинит	$KNa_2Ca_2[Si_8O_{19}(OH)]\cdot 6H_2O$
203	Родезит	$KHCa_2Si_8O_{19}\cdot 5H_2O$
204	Дельхайелит	$K_7Na_3Ca_5Al_2Si_{14}O_{38}F_4Cl_2$
205	Гидродельхайелит	$KCa_2AlSi_7O_{17}(OH)_2\cdot 6H_2O$
206	Макдональдит	$BaCa_4Si_{16}O_{36}(OH)_2\cdot 10H_2O$
207	Кумрит	$Ba(Si,Al)_4(O,OH)_8\cdot H_2O$
208	Кампфит	$Ba_{12}(Si_{11}Al_5)O_{31}(CO_3)_8Cl_5$
209	Лоуренсвалсит	$(K,Ba)_2(Ti,Mg,Ca,Fe)_4(Si,Al,Fe)_6O_{14}(OH)_{12}$
210	Тяньшанит	$(Na,K)_{9\text{-}10}(Ca,Y)_2Ba_6(Mn^{2+},Fe^{2+},Ti^{4+},Zn)_6(Ti,Nb)$ $[(O,F,OH)_{11}\|B_2O_4\|Si_6O_{15}]_6$
211	Викенбургит	$Pb_3CaAl[Si_{10}O_{27}]\cdot 3H_2O$
212	Сильгидрит	$Si_3O_6\cdot H_2O$
213	Магадиит	$Na_2Si_{14}O_{29}\cdot 11H_2O$
214	Стретлингит	$Ca_2Al[(OH)_6AlSiO_2(OH)_4]\cdot 2.5\ H_2O$
215	Вертумнит	$Ca_4Al_4Si_4O_6(OH)_{24}\cdot 3H_2O$
216	Зусманит	$K(Fe^{2+},Mg,Mn)_{13}(Si,Al)_{18}O_{42}(OH)_{14}$
217	Кумбсит	$K(Mn^{2+},Fe^{2+},Mg)_{13}[(OH)_7\|(Si,Al)_3O_3\|Si_6O_{18}]_2$

a) см. Mineralienatlas, Mineralklasse VIII/H - Schichtsilikate (Phyllosilikate), Strunz 8 Systematik

В частности, используют бентонит из группы монтмориллонитов ($(Na, Ca)_{0,3}(Al, Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2\cdot nH_2O$). Бентонит представляет смесь различных глинистых минералов и содержит монтмориллонит в качестве основного компонента. Бентонит натрия может абсорбировать воду в количестве, несколько раз превышающем его собственную сухую массу. Бентонит кальция может также абсорбировать жиры и/или масла.

Микро- и/или наночастицы слоистых силикатов, описанные выше, являются функционализированными, нефункционализированными, агрегированными, неагрерированными, агломерированными, неагломерированными, с подложкой и/или без подложки. Например, они могут быть функционализированными, агломерированными и на подложке. Но они могут также быть нефункционализированными и неагрерированными.

Они могут быть каталитическими и/или поддерживать дегалогенирование.

Перетираемая смесь содержит по меньшей мере одну, в частности одну, жидкость, по меньшей мере один, в частности один, раствор, по меньшей мере одну, в частности одну, суспензию, по меньшей мере одну, в частности одну, высокодисперсную, смесь твердых веществ и/или по меньшей мере один, в частности один, реактивный газ. Вышеуказанные материалы содержат проблемные, синтетические, биогенные и биологические материалы, фосфаты, металлы и/или их соединения, и/или диоксид углерода, и/или монооксид углерода.

Кроме того, продукт помола содержит угли и/или источники угля, описанные выше.

По меньшей мере одна, в частности одна, суспензия также может быть в виде пасты, которая содержит по меньшей мере одну, в частности одну, высокодисперсную смесь твердых веществ и/или ее составляющие. Составляющие по меньшей мере одной, в частности одной, высокодисперсной смеси твердых веществ также могут предоставляться по отдельности друг от друга.

По меньшей мере одна, в частности одна, суспензия или паста может содержать непрерывную водную фазу и/или непрерывную фазу органической жидкости. Водная фаза предпочтительно используется, которая может содержать смешиваемые с водой, протонные и/или апротонные полярные органические растворители. В частности, водная фаза не содержит никаких органических растворителей.

По меньшей мере один из растворителей, описанных выше, используется в качестве по меньшей мере одной, в частности одной, жидкости.

По меньшей мере один растворитель, в котором по меньшей мере один из вышеуказанных материалов растворяется молекулярно диспергированным образом, используется в качестве по меньшей мере одного, в частности одного, раствора.

По меньшей мере один реактивный газ может присутствовать в виде газа, в виде конденсата и/или в виде замороженного твердого вещества.

На второй или третьей стадии способа продукт помола дозируется непрерывно или с перерывами по меньшей мере в одну, в частности одну, механическую мельницу. Альтернативно, составляющие продукта помола могут дозироваться последовательно или одновременно, непрерывно или с перерывами, по меньшей мере в одну, в частности одну, механическую мельницу.

На четвертой стадии способа продукт помола тонко размалывают при постоянной и/или переменной скорости с помощью мелющих тел, описанных выше, которые перемещаются с помощью средств перемешивания, описанных выше, после чего на пятой стадии способа по меньшей мере одна, в частности одна, полученная измельченная

суспензия по меньшей мере одного порошковидного продукта или по меньшей мере один, в частности один, порошковидный продукт непрерывно или с перерывами отделяется от мелющих тел на пятой стадии способа и выводится из помольной камеры.

«Переменная скорость вращения» означает, что скорость вращения в ходе измельчения повышается до граничного значения или снижается с заранее выбранного значения или повышается по меньшей мере один раз, а затем снова снижается.

Продукты для помола можно добавлять непрерывно или с перерывами по меньшей мере в одну дополнительную механическую мельницу или каскад мельниц.

На шестой стадии способа по меньшей мере один, в частности один, измельченный, высокодисперсный твердый продукт отделяется от по меньшей мере одной, в частности одной, измельченной суспензии, при этом по меньшей мере один ферментированный, биологически доступный, растворимый в воде материал, в частности по меньшей мере один фосфат, переносится в жидкость, в частности водную среду, предпочтительно в молекулярно диспергированном виде.

Альтернативно, по меньшей мере один ферментированный, биологически доступный, растворимый в воде материал, присутствующий или все еще присутствующий по меньшей мере в одном высокодисперсном твердом продукте, в частности по меньшей мере одном фосфате, остается по меньшей мере в одном продукте, пока он не используется, например, в качестве удобрения.

Кроме того, по меньшей мере один промытый, высокодисперсный, твердый продукт, полученный из активированного угля, возвращается на первую стадию способа и/или используется некоторым другим образом в качестве товара для продажи.

По меньшей мере один, в частности один, высокодисперсный твердый продукт можно промывать путем промывания, декантирования, дистилляции, хроматографии, экстракции, магнитного разделения, фильтрации, осаждения и/или центрифугирования.

По меньшей мере один, в частности один, высокодисперсный твердый продукт, который получается, как описано выше, также может содержать по меньшей мере один дополнительный, в частности по меньшей мере два дополнительных биологически доступных материала, растворимых в жидкостях, в частности в водной среде, причем материал(ы) остается по меньшей мере в одном продукте до дальнейшего использования или материал(ы) вымывается из по меньшей мере одного продукта. Эти биологически доступные материалы предпочтительно выбирают из группы, состоящей из солей лития, натрия и калия, а также солей магния и кальция, в частности сульфатов.

Кроме того, по меньшей мере один, в частности один, твердый, высокодисперсный продукт может содержать по меньшей мере один иммобилизированный металл,

выбранный из группы, состоящей из элементов основной группы, тяжелых металлов и радиоактивных металлов и их соединений. Элементы основной группы представляют, в частности, бериллий, мышьяк, сурьму, висмут, алюминий, галлий, германий, селен, теллур, таллий и свинец. Тяжелые металлы представляют переходные металлы, в частности благородные металлы, такие как родий, иридий, палладий, платину, серебро и золото, и лантаноиды. Радиоактивные металлы в частности представляют собой актиноиды. Соединения представляют оксиды, гидроксиды, кислоты, соли, комплексы или металлоорганические соединения этих элементов и металлов.

Особенным преимуществом способа согласно настоящему изобретению является то, что токсичные и/или канцерогенные соединения металлов, такие как хроматы или дихроматы, восстанавливаются в ходе способа согласно настоящему изобретению, например, до хрома (III) или до металлов с нулевой валентностью, таких как хром (0), и при этом обезвреживаются и иммобилизируются.

По меньшей мере один, в частности один, промытый, твердый, высокодисперсный продукт представляет ценный продукт-активированный уголь, который можно возвращать на первую стадию способа. Это особенное преимущество механохимического способа согласно настоящему изобретению, поскольку он позволяет минимизировать поставку дорогого свежего активированного угля.

Кроме того, по меньшей мере один твердый, высокодисперсный продукт, который не вымывался, может быть ценным фосфатсодержащим удобрением.

Кроме того, по меньшей мере один иммобилизированный металл и/или по меньшей мере одно иммобилизированное соединение металла может быть по меньшей мере одним материалом, который можно безопасно хранить или выбрасывать, или он может быть по меньшей мере одним гетерогенным катализатором.

Когда по меньшей мере один иммобилизированный металл представляет по меньшей мере один из благородных металлов, упомянутых выше, его можно легко извлекать сжиганием активированного угля.

В дополнительном особенно предпочтительном варианте осуществления механохимического способа согласно настоящему изобретению массовое отношение жидкостей, растворов, суспензий, высокодисперсных смесей твердых веществ и/или газов или упомянутых материалов плюс по меньшей мере одной добавки к чистому, высокодисперсному каменному углю, биоуглю или активированному углю, загрязненному, высокодисперсному каменному углю, биоуглю или активированному углю, высокодисперсному лигниту или чистым или загрязненным, высокодисперсным источникам угля, а также к вышеуказанным, увлажненным материалам составляет от 0,01

до 10^{12}, предпочтительно от 0,1 до 10^{8}, особенно предпочтительно от 1,0 до 10^{6} и, в частности, от 1,0 до 10^{4}.

Очень важным преимуществом механохимического способа согласно настоящему изобретению является то, что он служит для снижения количества или исключения аммиака, аммонийных солей, нитратов, нитритов и нитрозаминов и/или для одновременного получения биологически доступных фосфатов и активированных углей. Для этой цели механохимический способ согласно настоящему изобретению проводят, в частности, с высушенным жидким навозом, жидким навозом, остатками ферментации, сухими ферментами, шламом сточных вод, ферментами, биологическими отходами, растительными отходами, отходами животноводства, сухими концентратами стадий биологической очистки установок очистки сточных вод, химических промывных аппаратов и фильтров, сточных вод и остатков обработки выхлопных газов.

При этом проявляется конкретное преимущество механохимического способа согласно настоящему изобретению, а именно, что азотсодержащие соединения все превращаются в элементарный азот без получения NOx или закиси азота. Исключение происходит очень быстро, так что механохимический способ согласно настоящему изобретению может закончиться через сравнительно короткое время, например, через 100 минут.

В частности, механохимический способ согласно настоящему изобретению проводят в контексте, по меньшей мере, четвертой стадии очистки установок для очистки сточных вод.

Способ согласно настоящему изобретению может, однако, применяться намного шире, что показано следующими примерами.

Обработка жидкого навоза, биомассы с установок для получения биогаза, жидкого навоза и шлама сточных вод в механических мельницах с помощью активированного угля.

Научные исследования показали, что активированный уголь поглощает следующие вещества хорошо-очень хорошо:

частицы или суспендированные твердые вещества, которые большем, чем поры фильтра, такие как волокна, суспендированные твердые вещества,

бактерии и паразиты, которые большем, чем поры фильтра,

хлор и соединения хлора,

органические соединения (химические соединения на основе углерода), такие как пестициды и остатки пестицидов, гербициды, инсектициды, остатки лекарственных средств, гормоны и подобные гормонам вещества,

некоторые тяжелые металлы, такие как свинец и медь, селен, кадмий, следовые элементы от установок для получения биогаза, уран в качестве сопровождающего вещества фосфата,

озон, супероксид, окисляющие средства.

Вещества, которые блок-фильтры на основе активированного угля не могут или плохо абсорбирует, включают:

органические и неорганические частицы или суспендированные вещества в виде частиц, которые меньше, чем поры фильтра,

растворенные соли: природные минералы, такие как ионы кальция и магния, нитрат, нитрит, аммоний и пр.

Жидкий навоз, биомасса, жидкий навоз, шлам сточных вод содержит в различных концентрациях:

воду,

растворимые в воде катионы: калий, натрий, кальций, магний,

растворимые в воде ионы: хлорид, нитрат, нитрит, фосфат, сульфат, аммоний,

растворенные газы; аммиак, сероводород, метан, диоксид углерода, монооксид углерода,

органические соединения: гуминовые кислоты, пестициды, лекарственные средства и остатки, гормоны, PAH, амиды, белки,

твердые компоненты: суспендированные вещества, частицы, волокна, песок,

хлор и соединения хлора из очищающих средств и добавленных извне материалов,

бактерии, криптоспоридии, лямблии.

Существуют разные способы обработки жидкого навоза.

Разделение с помощью нажимных винтов

Нажимные винты имеют средние требования по энергии. В них навоз прессуется относительно окружающего сита с помощью винта. Жидкая фаза проходит через сито, а твердая фаза прессуется при помощи механического сопротивления. При изменении сопротивления - например, открытой площадки - степень разделения может изменяться. Нажимные винты могут разделять 25 масс. % 25 масс. % , 50 масс. % сухого вещества, 30 масс. % азота и до 40 масс. % фосфата.

Разделение с помощью центрифуг

Центрифуги имеют более высокие требования по энергии, но отделяют больше фосфата. Твердая и жидкая фаза разделяются в быстро вращающемся барабане. При помощи этой технологии, не только волокнистые материалы, как в нажимных винтах, но и мелкодисперсные материалы поступают в твердую фазу. Это означает, что эта фаза

обогащена питательными веществами. Разделяющие центрифуги могут разделять 15 масс. %, 60 масс. % сухого вещества, 20 масс. % азота и до 70 масс. % фосфата.

Многоступенчатые сепараторы навоза

Многоступенчатые сепараторы с двумя центрифугами не только очень дорогие, они также имеют очень высокое потребление энергии. Однако, они извлекают: 30 масс. %, 90 масс. % сухого вещества, 50 масс. % азота и до 95 масс. % фосфата

Мобильные сепараторы навоза

Помимо перманентно установленных сепараторов, доступны различные мобильные версии. Эти устройства могут придавать гибкость различным локациям при помощи вилочного погрузчика, на машине или тяжеловозах или на грузовиках. Это означает, что меньшие количества жидкого навоза от более мелких компаний, например, от подрядчиков, можно обрабатывать с помощью хорошо используемой технологии.

Механохимическая обработка

В зависимости от баланса питательных веществ твердые фазы можно обрабатывать дополнительно или механохимически обрабатывать. Механохимическая обработка преследует следующие цели:

превращение нитратов и аммиака, которые показаны как азот здесь, вместе с органическим азотом в атмосферный азот,

фосфат остается растворимым в воде или возвращается в нее и, таким образом, становится биодоступным,

сухое вещество, которое состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, гуминовой кислоты, белков, аминов, остатков тканей, бактерий, шлама, волокон и PAH, связанных с ними, перерабатывается в уголь или в зависимости от продолжительности работы механической мельницы сначала превращается в короткоцепочечные биомолекулы. Они имеют питательную ценность для грибков, бактерий и животных. Материал можно подавать в установку для получения биогаза для превращения питательных веществ в метан. В комбинации в то же время снижалось содержание азота.

Осветление активированного угля

При помощи блок-фильтра с активированным углем три различных принципа дополняют друг друга по своим действиям.

Механический эффект активированного угля

Подобно ситу, активированный уголь задерживает все частицы, которые больше чем его поры. Это механическое действие фильтрует, например, бактерии, криптоспоридии (одноклеточные паразиты), лямблии (паразиты тонкого кишечника), суспендированные частицы и песок, частицы ржавчины, асбестовые волокна и пр. Для

достижения еще более тонкодисперной и более надежной фильтрации частиц, чем это будет возможно с фильтрами на основе чистого активированного угля, некоторые вставки в фильтры также используют вторую стадию фильтрации в виде полой волоконной мембраны.

Каталитический эффект

Некоторые вещества, которые меньше, чем поры фильтра, могут превращаться под каталитическим действием активированного угля. Эти вещества затем больше не находятся в их исходном виде. Каталитическое действие исключает, например, неприятный вкус хлорированной воды. Активированный уголь очень эффективен в отношении его каталитического действия, поскольку он истощается только незначительно. При помощи каталитического действия, например, следующее удаляют из воды: хлор, CHC и FCHC.

Адсорбирующий эффект

Активированный уголь может абсорбировать некоторые вещества, которые меньше, чем поры фильтра, с помощью его адсорбирующего эффекта. При адсорбции вещества прикрепляются к активированному углю и прилипают к нему. Силы, которые вызывают это прилипание, не являются химическими связями, а «ван-дер-ваальсовскими силами», которые действуют подобно магнитным силам на различные вещества.

Активированный уголь имеет самую большую адсорбционную способность из всех известных веществ и, таким образом, является особенно подходящим в качестве фильтрующей среды.

«Ван-дер-ваальсовские силы» очень сильные, но действуют только на очень коротком расстоянии. Близость к поверхности контакта и скорость, с которой вода протекает, поэтому имеют решающее значение для адсорбирующего эффекта. Чем мельче фильтр на основе активированного угля и медленнее вода проникает через него, тем лучше адсорбирующее фильтрование. Именно здесь проявляется преимущество особо мелкого активированного угля, поскольку он имеет сравнительно мелкие поры и замедляет поток воды.

Обладая адсорбирующим эффектом, фильтр с активированным углем может связывать органические и неорганические вещества, которые нежелательны в воде для потребления человеком, такие как свинец, медь, пестициды, гербициды, фунгициды, остатки гормонов, остатки лекарств, а также вещества, ухудшающие запах и вкус.

Механохимическая обработка насыщенного активированного угля

Активированный уголь выдавливают, коротко предварительно сушат, а затем механохимически обрабатывают с помощью механической мельницы и рециркулируют,

так что его можно повторно использовать в цикле. Отделенную воду также можно повторно использовать. Механохимическая обработка нацелена на:

превращение нитратов и аммиака вместе с органическим азотом в атмосферный азот,

превращение небольших частиц фосфата, которые являются нерастворимыми в воде и, таким образом, недоступными для растений, снова в биодоступные,

обработку сухого вещества, которое состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, гуминовой кислоты, белков, аминов, остатков тканей, бактерий, шлама, волокон и PAH, снова в уголь или в зависимости от продолжительности работы механической мельницы для его превращения сначала в короткоцепочечные биомолекулы. Они имеют питательную ценность для грибков, бактерий и животных. Материал можно предпочтительно подавать в установку для получения биогаза для превращения питательных веществ в метан. При этом в то же время снижается содержание азота,

связывание тяжелых металлов и их повторное использование в качестве вспомогательных материалов в активированном угле для систем обработки биомассы. Таким образом они не оказываются на поле или в природной среде. В частности, тяжелые металлы, такие как уран, кадмий, свинец, медь и кобальт, больше не поступают в природную среду.

Гербициды, фунгициды, остатки гормонов и остатки лекарственных средств разрушаются в древесный уголь.

Хлор, CHC, CFC, PCB и диоксины превращаются в нетоксичные хлориды и углерод.

Воду, которая остается после фильтрации активированного угля, можно разделять на чистую воду и питательные вещества при помощи обычных систем обессоливания.

Активированный уголь всегда можно рециркулировать.

Механохимия при обессоливании воды

Во всех случаях обессоленная вода не подходит для прямого использования в качестве питьевой воды. Кроме того, такие воды с низким содержанием солей являются коррозионно активными для железосодержащих материалов, поскольку не может образовываться защитный слой извести-ржавчины. Последующее добавление гидрокарбоната кальция, таким образом, увеличивает снова жесткость воды - содержание карбоната в воде. Гидрокарбонат кальция получается реакцией гидроксида кальция (известковое молоко) с диоксидом углерода (CO_2).

Следующий раздел перечисляет обычные процессы в порядке их экономической важности. Процесс многоступенчатого мгновенного испарения (MSF) является наиболее

распространенным и используется в промышленном масштабе. Помимо этих процессов, процессы обессоливания морской воды под действием солнечного излучения также используются в меньшей степени.

Многоступенчатое мгновенное испарение

Это термический процесс с сокращением «MSF» (многоступенчатое мгновенное испарение). Он является наиболее часто используемым процессом для обессоливания морской воды. Предшествующая техника представляла многоярусную дистилляцию.

В этом процессе подаваемая соленая вода нагревается до температуры 115°C при помощи отбросного тепла от установки выработки тепловой энергии и в редких случаях также от атомных электростанций. Соленая вода, нагретая в так называемом подогревателе рассола, испаряется на последующих стадиях расширения под вакуумом. Водяной пар оседает в виде конденсата на стадиях на трубках, заполненных охлаждающей жидкостью и отводится в виде обессоленной воды. Вода, которую постепенно обогащают солью посредством процесса испарения, также называют рассолом (солевым раствором), и ее охлаждают до температуры конденсации (прибл. 40°C) пара подаваемой свежей воды. Она затем служит в качестве охлаждающей жидкости в трубопроводах. Сами трубы непрерывно очищаются от кристаллизующейся соли с помощью шариков из губчатой резины. Наконец, свежую соленую воду подают в рассол и смесь снова нагревают отбросным теплом от газовой турбины. Весь процесс, таким образом, представляет закрытый цикл. Избыток соли, концентрирующейся в цикле, возвращается в море.

Крупномасштабные установки, такие как электростанция Jabal Ali и установка обессоливания морской воды, самая большая в мире установка обессоливания морской воды, обессоливает 2135 миллиона кубических метров морской воды каждый день. Обычно до 500000 кубических метров питьевой воды получается из морской воды каждый день в ходе процесса. Подобные количества также получаются работающими на нефти электростанциями в области. Энергопотребление составляет 23-27 кВтч/м3.

Обратный осмос

При обратном осмосе раствор прессуют под повышенным давлением через полупроницаемую мембрану, изготовленную из полиамида, PTFE или сульфонированных сополимеров с диаметром пор 0,5-5 нм для преодоления осмотического давления. Это действует как фильтр и позволяет проходить только некоторым ионам и молекулам. Таким образом, получается разделение исходного раствора. Мембранный фильтр может задерживать соли, бактерии, вирусы, избыточную подачу извести и токсинов, таких как тяжелые металлы.

Осмотическое давление повышается с повышением концентрации соли, поэтому способ будет становиться бездейственным в некоторый момент. Для противодействия этому концентрат выгружают. Поскольку кристаллизация соли или минералов (осаждение) в мембранах следует предотвращать, использование обратного осмоса имеет смысл только до некоторой максимальной концентрации возвратного потока. В зависимости от концентрации соли, из-за высокого давления, даже в оптимальных системах, следует ожидать энергопотребления от 2 до 4 кВтч на кубический метр питьевой воды.

Мембраны системы обратного осмоса можно ремонтировать. Образование отложений, вызванных минеральными отложениями (накипь), биологических веществ (биозагрязнение) или коллоидных частиц, снижает проницаемость молекул воды через мембраны. Для противодействия этому мембраны следует промывать химическими очистителями. Средства против накипи, такие как полифосфорная кислота и полималеиновая кислота, а также биоциды и хлор против отложений бактерий, являются общеизвестными. Эти очищающие средства или промывающие воды не являются экологичными и должны разделяться или обрабатываться перед возвращением в море.

Системы очистки питьевой воды могут быть оборудованы дополнительными фильтрами предварительной очистки в зависимости от типа загрязнения воды. Крупный материал можно отделять до размера частиц 20 мкм. Дополнительные фильтры на активированном угле отделяют органические вещества, такие как пестициды. УФ-облучение можно также использовать ниже по потоку, что представляет дополнительный уровень безопасности против микробов. Система, которая работает согласно этому принципу, представляет установку обессоливания морской воды в Мосселбае в Южной Африке.

На каждой стадии обратного осмоса механохимическая обработка активированным углем предлагает решение, которое лучше, чем сам обратный осмос.

Перед микрофильтрацией активированный уголь используется в качестве предшественника для микрофильтрации для защиты мембраны от грязи и частиц. Это будет снижать накопление и закупоривание.

Обычные макромолекулы удерживаются на стадии ультрафильтрации. Большинство из этого уже произошло из-за активированного угля, так что ультрафильтрационная мембрана является защитной мембраной, которая меньше закупорена и работает намного дольше. Это относится, в частности, к целлюлозе, гемицеллюлозе, лигнину, гуминовым кислотам, белкам и метаболитам.

Нанофильтрация удерживает диссоциированные соли, двухвалентные и с большей валентностью соли, катионы и анионы, такие как сульфаты, фосфаты и щелочноземельные металлы, а также сахара. Особенно важным является то, что фосфаты можно здесь отделять и обрабатывать начисто вместе с щелочноземельными металлами.

При обратном осмосе одновалентные и недиссоциированные соли удерживаются. Это создает очень обогащенный раствор и суспензию, которая содержит много аммония и нитрата, а также хлоридов, бромидов и катионов щелочных металлов. Эти соли можно загущать по отдельности или продавать как концентрат удобрения или, если есть избыток, просто превращать механохимически в атмосферный азот после их сушки. Это затем будет повышать концентрацию катионов, которые не разрушились, такие как калий, в механической мельнице.

Активированный уголь в качестве фильтра предварительной очистки механохимически рециркулируется после сушки.

Мембранная дистилляция

В процессе мембранной дистилляции используется микропористая мембрана, которая только позволяет водяному пару проходить через нее, но удерживает жидкую воду. С одной стороны мембраны находится теплая соленая вода, а с другой стороны - более холодная поверхность. Противоточный процесс системы обеспечивает, что есть разница температур по всей длине мембраны. Полученная разница парциального давления водяного пара вызывает перемещение молекул воды от теплой к холодной стороне мембраны.

Экспериментальные техники

В следующем разделе перечислены различные тестовые способы обессоливания, некоторые из которых также используются на меньших установках.

Пластиковые шланги для испарения

Как часть европейского проекта CRAFT, французский исследовательский цент CEA/GRETH разработал установку обессоливания морской воды, в которой металлические компоненты были в большой степени заменены полимерами. Это имеет преимущество, заключающееся в том, что пластики корродируют намного меньше и таким образом более стойкие, чем металлы. При использовании пластика процесс может протекать при нормальных условиях при 100°C и 1 бар. Устройство достигает скорости получения питьевой воды 100 л/ч. Поскольку вода нагревается до 100°C, она очень стерильная и содержит только небольшие количества соли.

Процесс замораживания

Когда соленая вода охлаждается, образуются кристаллы льда, которые не содержат соли. Однако технические сложности по существу состоят в отделении кристаллов льда от маточной жидкости. Кристаллы льда следует отмывать от маточной жидкости. В свою очередь, существует значительная потребность в свежей воде, которая делает этот процесс провальным на практике.

Электродиализ

Электродиализ является только экономическим, когда содержание соли очень низкое. Стоимость энергии находится в линейной зависимости от содержания соли. Процедура, таким образом, часто целесообразна только для жесткой воды.

Ионная сила

Соленую воду подают в четыре бассейна. В бассейне 1 концентрация соли увеличивается (например, путем испарения под солнечным излучением). Полученный концентрированный рассол в бассейне 1 соединяется посредством селективных полистирольных мембран, которые блокируют Na^+, в направлении бассейна 2 и ионов Cl^- в направлении бассейна 3, что вызывает избыток ионов Na^+ и Cl^- в бассейнах 1 и 2 соответственно. Эти два бассейна соединяются с четвертым бассейном мембранами. Ионы диффундируют из этого четвертого бассейна для компенсации ионов в бассейнах 2 и 3. Вода в бассейне 4, таким образом, не содержит NaCl. Если другие соли не были удалены, другие ионные фильтры также следует использовать. Опытная установка с экологическими субсидиями была построена в Канаде. Компания Siemens group работает на опытной установке в Сингапуре.

Преимущество состоит в низком энергопотреблении, при условии, что испарение в бассейне 1 вызвано солнцем. За исключением натрия и хлора содержание минеральных веществ сохраняется, так что никаких других минералов не надо добавлять для использования питьевой воды. Дополнительные ионные фильтры требуются для других целей.

Биохимический топливный элемент

Исследования на биохимических топливных элементах для обессоливания слабосоленой воды проводятся в Университете Квинсленда, Университете Цинхуа и Национальной лаборатории Ок-Ридж, США, помимо прочих. Практическое применение также рассматривалось для жесткой воды.

Механохимическая обработка при обессоливании воды

Соли содержат щелочные катионы, щелочноземельные катионы, катионы, такие как аммоний, анионы, такие как хлорид и бромид, а также фторид, анионы азота, такие

как нитрит и нитрат, фосфаты и остатки тяжелых металлов. Механохимическая обработка имеет следующие цели.

Иммобилизация тяжелых металлов на активированном угле.

Превращение аммония, нитрата и нитрита частично или полностью в атмосферный азот в загущенной массе, которая содержит все их указанные выше катионы и анионы. Это дает удобрение, которое содержит много калия и фосфата, но мало азота или не содержит его.

Если нет потребности в чистом аммонии и нитрате как удобрении, можно дешево превращать эти вещества на месте в атмосферный азот.

Для конкретных версий см. объяснения для обратного осмоса.

Детоксикация канцерогенных соединений

Известно, что соединения шестивалентного хрома, такие как дихромат калия, являются канцерогенными. С помощью механохимического способа согласно настоящему изобретению можно восстанавливать шестивалентный хром до трехвалентного хрома и в некоторых случаях до металлического хрома. Хром тогда больше не является канцерогенным в этих степенях окисления.

Обработка нитрата и аммония из грунтовой воды и питьевой воды с помощью активированного угля

Из-за более низкой концентрации активированный уголь можно использовать для связывания нитрата.

Функционализированный активированный уголь также можно использовать с $CaCl_2$, железом, таким как металлическое железо и Fe (III), частицами магнитного железа, медью, палладием, оловом, индием и другими металлами.

Преимущества механохимической обработки

При механохимической обработке частицы дробятся, что способствует наноэффектам.

При использовании в качестве фильтра, железо можно вымывать, но если оно все еще присутствует, его можно реактивировать восстановлением.

То же относится к наночастицам и соединениям меди, палладия и пр. Их можно дополнительно измельчить и восстановить вместе с углем.

Это дает вариант, превращающий связанный нитрат в азот и активированный уголь, даже если активированный уголь нефункционализирован.

То же относится к множеству активированных и функционализированных активированных углей, что можно затем снова реактивировать, причем нитрат разрушается в то же время.

Таким образом активированный уголь можно механохимически снова функционализировать, или постфункционализировать, или восстанавливать и повторно использовать.

Механохимическое разрушение диоксида углерода и монооксида углерода на кислород и аллотропы углерода

Исходная точка представляет связывание диоксида углерода или монооксида углерода с активированным углем или микропористыми материалами, такими как цеолиты, в комбинации с активированным углем, и последующее механохимическое превращение диоксида углерода в углерод и кислород. Таким образом, целью недорогого источника диоксида углерода, который можно использовать перманентно и в большом масштабе и может быть мобильным, может достигаться где угодно. Эффект можно увеличивать, если основания, такие как аммиак или щелочные растворы, доступны для связывания. Тогда это вопрос хемосорбции. Соли диоксида углерода, такие как карбонат натрия или другие соли, которые получены из осаждения диоксида углерода, могут также разрушаться. Адсорбцию диоксида углерода можно интенсифицировать ОН-группами на углероде и при помощи остаточной влаги, которая может быть с ними связана. Частично пиролизованный активированный уголь или древесный уголь также доказал свою полезность, поскольку он имеет больше ОН-групп и, таким образом, легче связывает диоксид углерода. Трибохимические катализаторы, такие как стекло, кварц или порода, восстанавливающие катализаторы, окисляющие катализаторы, смешанные катализаторы или металлические катализаторы, как указано выше, можно использовать в качестве катализаторов.

Конкретные варианты осуществления представляют превращение диоксида углерода с помощью мембраны, в низкотемпературных системах с конденсацией диоксида углерода, с введением сухого льда или с низкотемпературным разделением диоксида углерода, с металлическими катализаторами и сплавами металлов с углеродом, с металлоорганическими катализаторами или с гомогенными катализаторами.

При превращении диоксида углерода с помощью мембраны, используется газопроницаемая мембрана, которая проницаема для кислорода и непроницаема для диоксида углерода. Путем отсасывания кислорода равновесие может сдвигаться, так что происходит постоянное превращение. AIRCO предлагает мембрану, которая разделяет вещества, когда они протекают через полые волокна из-за разных скоростей диффузии.

В низкотемпературной системе с конденсацией диоксида углерода, диоксид углерода конденсируется в реакторе при -78,5°C. Реактор охлаждается до температур ниже точки сублимации диоксида углерода -78,5°C. В результате количества диоксида

углерода в помольной камере выше, чем при адсорбции на угле отдельно. Реактор можно охлаждать, например, посредством двухстеночного реактора, который охлаждается жидким азотом или гелием. Охлаждающую жидкость можно объединять с расслаблением дросселя как в холодильнике. Термоэлектрический элемент или элементы Пельтье также можно использовать. Кислород остается газообразным, поскольку он становится жидким только при -183°C.

Сухой лед вводится кусками или как талый снег, необязательно смешанный с углем. Или уголь уже находится в помольной камере. Сухой лед может также присутствовать отдельно в помольной камере, а затем превращается в уголь в ходе измельчения. Однако присутствие активированного угля предпочтительно, поскольку он ускоряет реакцию.

В случае низкотемпературного разделения диоксида углерода, помольная камера содержит холодный палец, который предпочтительно разработан как отборный палец или сепаратор и на котором диоксид углерода отделяется сам при -78,5°C. Альтернативно, помольную камеру можно объединять с соответствующей разделительной системой. Кислород остается в газовой фазе и может выкачиваться или разделяться мембранами.

Таким же образом монооксид углерода можно разделить на элементы. Способ согласно настоящему изобретению, таким образом, также доступен для исключения этого токсичного газа.

В дополнительном варианте осуществления механохимического способа согласно настоящему изобретению диоксид углерода и монооксид углерода не только измельчаются с активированным углем, но и с любой биомассой и/или углеродсодержащими материалами. Например, сжатый газообразный диоксид углерода можно вводить в биомассу вместе с выхлопным газом от установок для получения биогаза, и полученную перетираемую смесь можно превращать механохимически в активированный уголь.

Это означает, что проскока метана в установках для получения биогаза и обычно в других системах, приводимых в действие метаном и/или природным газом, таких как двигатели внутреннего сгорания, можно также эффективно избегать, поскольку проскакивающие газы превращаются в углерод и больше не попадают в атмосферу, где они будут действовать как особенно сильные парниковые газы. Таким образом, выброс парниковых газов также можно эффективно предотвратить механохимическим способом согласно настоящему изобретению.

Связывание пагубных для здоровья веществ, таких как аммиак, амины, мелкая пыль, тончайшая пыль, ртуть, диоксид углерода, монооксид углерода, сероводород и

другие серосодержащие соединения из воздуха конюшен, установок для очистки сточных вод, установок для получения биогаза и закрытых свалок отходов с активированным углем становится возможным путем подходящей пропитки активированного угля, что значительно повышает его адсорбционную способность, так что его можно использовать с преимуществом для экономичного удаления плохо абсорбируемых примесей в газах. Пагубные для здоровья вещества тогда больше не связываются исключительно адсорбцией, а также хемосорбцией или каталитически. Активированные угли функционализированы йодидом калия, карбонатом калия, фосфорной кислотой, каустической содой, гидроксидом калия, серой, серной кислотой и серебром и равномерно и гомогенно пропитаны.

Активированный уголь, насыщенный пагубными для здоровья веществами, можно затем рециркулировать и реактивировать с помощью механохимического способа согласно настоящему изобретению.

Другое предпочтительное применение механохимического способа согласно настоящему изобретению представляет разделение и классификацию активированного угля с различными размерами зерен. Для этой цели газы, в частности воздух или инертные газы, такие как азот, продувают через первую трубу в помольную камеру механической мельницы с помощью воздуходувки, вентилятора или компрессора, а частицы высокодисперсного, порошкообразного активированного угля выводятся через вторую трубу из помольной камеры и агломерируются в газовой фазе акустофорезом, как известно, например, из международной патентной заявки WO 2017/153038. Частицы агломерированного активированного угля затем вдувают в циклон, в котором они отделяются из газовой фазы. Байпас, который соединяет по текучей среде первую и вторую трубу друг с другом, обеспечивает, чтобы более сильный поток газа протекал через циклон, чем через помольную камеру.

В особенно предпочтительном варианте осуществления механическая мельница для механохимических способов согласно настоящему изобретению содержит по меньшей мере один вращающийся или стационарный механохимический реактор, волновод или помольную камеру, которая имеет множество вышеописанных мелющих тел в барабане, по меньшей мере с одним впускным отверстием для материала для помола и по меньшей мере одним выпускным отверстием для измельченного продукта. Барабан вращающегося механохимического реактора и волновод имеет дискообразную вертикальную стенку барабана, которая в центре соединена с вращающимся ведущим валом, который может приводиться в движение двигателем.

В отличие от этого, барабан стационарного механохимического реактора и волновод имеют средства перемешивания для перемешивания мелющих тел и продукта помола. Средства перемешивания расположены так, чтобы вращаться вдоль продольной оси барабана, и вращаются вращающимся ведущим валом, который может приводиться в движение двигателем, и проходит через дискообразную вертикальную стенку барабана.

Вертикальная стенка барабана как стационарного, так и вращающегося механохимического реактора и волновод, который находится напротив дискообразной вертикальной стенки барабана, образован ударопрочной решеткой или окном, которое прозрачно для электромагнитного излучения и/или корпускулярного излучения, причем решетка или окно отделяет по меньшей мере один источник излучения и предотвращает повреждение мелющих тел и материала для помола по меньшей мере одним источником излучения.

Сфокусированное лазерное излучение, электронная эмиссия, радиоактивное излучение, такое как альфа-излучение, нейтронное излучение и гамма-излучение, рентгеновское излучение, УФ-излучение, ИК-излучение, микроволновое излучение и ультразвук и соответствующие источники излучения предпочтительно используют. В частности, используют микроволновое излучение.

Источники излучения могут быть подсоединены к механохимическому реактору, помольной камере или волноводу или могут быть расположены отдельно от них.

Материалы, из которых состоит механическая мельница, зависят, помимо прочего, от типа используемого излучения. В частности, при использовании микроволнового излучения, решетка, внутренние стенки механохимического реактора и волновод, мелющие тела и средства перемешивания должны быть изготовлены из материала, который не вызывает коротких замыканий. Примеры подходящих материалов для внутренних стенок и средств перемешивания представляют ударопрочные, стойкие к царапанию и стойкие к высоким температурам пластики и керамику. Мелющие тела предпочтительно также изготовлены из керамики, такой как фарфор. Для других частей механической мельницы, которые не облучаются, металлы, такие как нержавеющая сталь, можно использовать. Электродвигатель, в частности один из охлаждаемых изнутри электродвигателей, описанных выше, предпочтительно используется для приведения в действие.

Краткое описание чертежей

Механохимический способ согласно настоящему изобретению и механическая мельница согласно настоящему изобретению поясняются более подробно ниже с

помощью примеров и фигур. Примеры и фигуры являются неограничивающими, но предназначены определять механохимический процесс согласно настоящему изобретению и механохимическое устройство согласно настоящему изобретению.

На фиг. 1-24 представляют схематические изображения, которые предназначены показывать важные признаки механохимического способа согласно настоящему изобретению и его применение согласно настоящему изобретению. Некоторые из фигур представлены не в масштабе:

фиг. 1 показывает механическую мельницу 1 согласно настоящему изобретению с вращающимся барабаном 1.5 для измельчения материала для помола при облучении микроволновым излучением;

фиг. 2 показывает механическую мельницу 1 согласно настоящему изобретению с зафиксированным барабаном 1.5 и дробилкой 1.4 для измельчения материала для помола при облучении микроволновым излучением 2.1;

фиг. 3 показывает блок-схему механохимического процесса для дезактивации загрязненной, фосфатсодержащей биомассы и для извлечения фосфата в биологически доступной форме;

фиг. 4 представляет блок-схему механохимического процесса для получения регенерированного активированного угля из влажного и загрязненного активированного угля и шлама четвертой стадии очистки;

фиг. 5-1 (a) показывает вид сверху поверхности в масштабе ударного диска 1.4.2, (b) вид сбоку в масштабе ударного диска 1.4.2 и (c) вид в перспективе ударного диска 1.4.2;

фиг. 5-2 (a) показывает вид сверху в масштабе поверхности ударного диска 1.4.2, (b) вид сбоку в масштабе ударного диска 1.4.2 и (c) вид в перспективе ударного диска 1.4.2;

фиг. 6 (a) показывает вид сверху в масштабе поверхности ударного диска 1.4.2, (b) вид сбоку в масштабе ударного диска 1.4.2 и (c) вид в перспективе ударного диска 1.4.2;

фиг. 7 (a) показывает вид сверху в масштабе поверхности ударного диска 1.4.2 с ударными ребрами 1.4.2.4, (b) вид сбоку в масштабе ударного диска 1.4.2, (c) профиль ударного ребра 1.4.2.4 и (d) вид в перспективе ударного диска 1.4.2;

фиг. 8 (a) показывает вид сверху поверхности в масштабе ударного диска 1.4.2 с ударными ребрами 1.4.2.4, (b) вид сбоку в масштабе ударного диска 1.4.2, (c) профиль ударного ребра 1.4.2.4 и (d) вид в перспективе ударного диска 1.4.2;

фиг. 9 (a) показывает вид сверху в масштабе поверхности ударного диска 1.4.2 с ударными ребрами 1.4.2.4, (b) вид сбоку в масштабе ударного диска 1.4.2, (c) профиль ударного ребра 1.4.2.4 и (d) вид в перспективе ударного диска 1.4.2;

фиг. 10 (a) показывает вид сверху в масштабе поверхности пропеллера 1.4.3 с ударными ребрами 1.4.2.4, (b) вид сбоку в масштабе ударного пропеллера 1.4.2 и (c) вид в перспективе ударного пропеллера 1.4.2;

фиг. 11 (a) показывает вид сверху в масштабе поверхности пропеллера 1.4.2 с ударными ребрами 1.4.2.4, (b) вид сбоку в масштабе ударного пропеллера 1.4.2, (c) профиль ударного ребра 1.4.2.4 и (d) вид в перспективе ударного пропеллера 1.4.2;

фиг. 12 показывает вид сверху в масштабе поверхности пропеллера 1.4.3 с ударными ребрами 1.4.2.4, (a) и (b) вид сбоку в масштабе ударного пропеллера 1.4.2, (c) показывает профиль ударного ребра 1.4.2.4 и (d) вид в перспективе ударного пропеллера 1.4.2;

фиг. 13 (a) показывает вид сверху в масштабе поверхности двойного ударного пропеллера 1.4.3 с профилями выступов и впадин 1.4.3.2 и U-образными вырезами 1.4.3.3, (b) и (d) показывают вид сбоку в масштабе двойного ударного пропеллера 1.4. 3, (c) показывает сечение по профилю 1.4.3.2 выступов и впадин, а (e) вид в перспективе двойного ударного пропеллера 1.4.3;

фиг. 14 показывает вид сверху ударную биту 1.4.4 с симметрично расположенными ударными телами 1.4.4.3;

фиг. 15 показывает вид сверху ударной лопасти 1.4.5;

фиг. 16 показывает вид сверху дополнительного варианта осуществления ударной лопасти 1.4.5;

фиг. 17 показывает измельчение при помощи двух валиков 1.4.6 со встречным вращением;

фиг. 18 показывает измельчение при помощи двух валиков 1.4.6 со встречным вращением с поверхностными структурами 1.4.6.2;

фиг. 19 показывает измельчение с помощью валика 1.4.6 и абразивной поверхности 1.4.6.3;

фиг. 20 показывает измельчение с помощью двух наклонных валиков 1.4.6 со встречным вращением, вращающихся относительно друг друга под некоторым углом 1.4.6.5;

фиг. 21 показывает измельчение с помощью двух валиков 1.4.6 со встречным вращением с упругими поверхностями 1.4.6.6;

фиг. 22 показывает барабан 1.5, содержащий несколько помольных камер 1.1.1;

фиг. 23 представляет блок-схему системы обратного осмоса; и

фиг. 24 показывает классификатор KS по размеру зерен, содержащий механохимическую мельницу 1, устройство 7 для акустофореза для агломерации частиц активированного угля G и циклон 8 для отделения агломерированных частиц активированного угля G из газовой фазы.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

На фиг. 1-24 номера позиций имеют следующее значение:

1 Механическая мельница, блок измельчения

1.1 Механический реактор, волновод, помольная камера

1.1.1 Сферическая помольная камера

1.1.2 Круглое сужение

1.2 Мелющие тела

1.3 Продукт F помола

1.4 Средства перемешивания

1.4.1 Дробилка

1.4.2 Ударный диск

1.4.2.1 Втулка для ведущего вала 3

1.4.2.2 Ударное отверстие

1.4.2.3 Кромка

1.4.2.4 Ударное ребро

1.4.3 Ударный пропеллер

1.4.3.1 Кольцо вокруг ведущего вала 3

1.4.3.2 Профиль с выступами и впадинами

1.4.3.3 U-образный вырез

1.4.4 Ударная бита

1.4.4.1 Кольцо вокруг ведущего вала 3

1.4.4.2 Соединительное ребро

1.4.4.3 Ударное тело

1.4.5 Ударная лопасть

1.4.5.1 Ударный конец

1.4.6 Вращающийся валик, барабан

1.4.6.1 Направление вращения

1.4.6.2 Выступ

1.4.6.3 Абразивная поверхность

1.4.6.4 Ось вращения

1.4.6.5 Угол наклона

1.4.6.6 Поверхность валика

1.4.6.7 Углебление

1.4.6.8 Суспензия

1.4.6.9 Сфера

1.5 Барабан

1.5.1 Впускное отверстие для материала F для помола; 1.3

1.5.2 Впускное отверстие для продукта I помола

1.5.3 Дискообразная, вертикальная стенка барабана

1.5.3.1 Проход через 1.5.3

1.5.4 Стенка барабана, противоположная 1.5.3

1.5.5 Решетка, прозрачное для излучения окно

1.5.5.1 Отверстие

2 Электромагнитное излучение, корпускулярное излучение

2.1 Микроволновое излучение

3 Ведущий вал

3.1 Направление вращения

4 Двигатель

5 Пропеллер

5.0 Всасывание

5.1 Всасываемый газ

5.2 Поток газа, вдуваемый в помольную камеру 1.1 из 1

5.2.1 Поток газа, подаваемый в байпас BP

5.2.2 Регулирующий клапан на линии 5.5 для газа для потока 5.2 газа

5.2.3 Регулирующий клапан на линии 5.5.1 для газа на байпасе BP для потока 5.2.1 газа

5.3 Газовый поток, загруженный измельченным продуктом F помола

5.3.1 Регулирующий клапан на линии 5.6 для газа для потока 5.3 газа

5.4 Газовый поток с агломерированными частицами particles 9.1

5.5 Линия для газа от пропеллера 5 к механической мельнице 1

5.5.1 Линия для газа в байпас BP

5.6 Линия для газа от механической мельницы 1 к байпасу BP, установке 7 акустофореза и циклону 8

5.7 Выхлопной газ 8 циклона

6 Проницаемая защитная решетка

7 Установка акустофореза

7.1 Источник ультразвука

7.2 Стоячая волна

8 Циклон

8.1 Выхлопная труба

8.2 Выпускное отверстие для твердых веществ

9 Порошкообразное твердое вещество I

9.1 Агломерированные частицы

A-A Линия сечения

C-C Линия сечения

D Диаметр ударного диска 1.4.2

d Диаметр втулки 1.4.2.1 для ведущего вала 3

[05578] DS Диссоциированные кислоты, двухвалентные соли

EWS Одновалентные соли

F Материал для помола, измельчаемый материал, смесь для перетира

H_2O Вода

KS Грохот для разных размеров зерен

MF Микрофильтрация

MM Макромолекулы

NF Нанофильтрация

R Радиус

RO Обратный осмос

SP Суспендированные частицы

SW Соленая вода

T Толщина

UDS Недиссоциированные кислоты

UF Ультрафильтрация

UO Обратный осмос

X Увеличенный участок

ZU Сахар

В следующем тексте следующие сокращения, которые идут после терминов, имеют следующее значение:

A Проблемные, синтетические, биогенные и биологические материалы

B Фосфаты

C Металлы и их соединения

D Диоксид углерода, монооксид углерода

E Ценные продукты

F Продукт помола, жидкость, раствор, суспензия, высокодисперсная смесь твердых веществ, реакционный газ

G Уголь, источники углерода

H Суспензия порошкообразного продукта I

I Порошкообразный продукт, просеянный продукт I

K Каталитически активные частицы

Q Пьезоэлектрические частицы

Y Массовое отношение (A, B, C и/или D и возможно Z) к G

Z Добавка

Примеры 1-3 и сравнительный эксперимент V1

Блоки 1 измельчения с дробилками 1.4.1, описанные в немецком открытом описании DE 19504540 A1, использовали для экспериментов на измельчение примеров 1-3 и сравнительного эксперимента V1. 2000 стальных шариков массой 1 г каждый использовали в качестве мелющих тел 1.2. Массовое отношение масса материала F для помола: масса стальных шариков 1.2 составляло 1:10. Тесты на измельчение проводили в атмосферном воздухе под атмосферным давлением.

Электродвигатель 3 согласно международной патентной заявке WO 2017/055246A2 использовали для приведения в действие блока 1 измельчения с дробилками 1.4.1. Он содержит компонент-электродвигатель по меньшей мере с одной намоткой для генерирования магнитного поля, который содержит по меньшей мере один волновод, который имеет кожух и внутреннюю полость, через которую может проходить хладагент, причем намотка имеет два конца, на которых подключается электрическое рабочее напряжение, и где

волноводы разработаны в форме круглой трубки и имеют наружный диаметр в диапазоне 3 мм, каждый из концов намотки служит в качестве впускного отверстия для хладагента или выпускного отверстия для хладагента, и

концы намотки соединены с соединительным элементом, который содержит впускное отверстие для хладагента и/или выпускное отверстие для хладагента, множество соединительных элементов для волноводов для присоединения волноводов, канал

распределения, по которому хладагент подается по меньшей мере в один волновод, и/или коллекторный канал, в котором хладагент, выходящий по меньшей мере из одного волновода, втекает и направляется в выпускное отверстие для хладагента соединительного элемента.

Двигатели 3 этого типа продаются Dynamic E Flow GmbH, Кауфбойрен, Германия, под торговой маркой Capcooltech®. Типы HC и LC использовали.

Смеси, содержащие нитрат калия A, обеспечивали в качестве смеси F для перетира для примеров 1-3. Смесь сравнительного эксперимента V1 не содержала никакого нитрата калия A. Каждую из смесей F измельчали в течение 480 минут при скорости дробилки 1.4.1 1250 об/мин. Образцы массой 0,5 г брали в 0 минут (холостой образец), через 60 минут, через 120 минут и через 480 минут и элюировали с помощью 50 мл деионизированной воды. Соответствующее содержание нитрата A согласно DIN EN ISO 10304-1 и содержание аммония A согласно DIN EN ISO 11732 затем измеряли.

В таблице 1 дан обзор смесей F и результатов измерений.

Таблица 1: Примеры 1-3 и сравнительный эксперимент V1

№	Состав материала F для помола	Время размола ч	Аммоний A мг/л	Нитрат A мг/л
V1	2 масс. % хлорида аммония A 49 масс. % угля G 49 масс. % кварцевого песка Q	0	84,9	<1
„	„	60	20,7	<1
„	„	120	10,8	<1
„	„	480	9,5	<1
1	2 масс. % нитрата калия A 49 масс. % угля G 49 масс. % кварцевого песка Q	0	<1	163
„	„	60	<1	87,4
„	„	120	<1	29,6
„	„	480	<1	28,1
2	2 масс. % нитрата калия A 2 масс. % хлорида аммония A 48 масс. % угля G 48 масс. % кварцевого песка Q	0	67,1	129
„	„	60	19,7	67,5
„	„	120	7,9	31,4
„	„	480	5,8	26,5
3	2 масс. % нитрата калия A 2 масс. % хлорида аммония A 2 масс. % фосфата тринатрия B 47 масс. % угля G	0	91,8	177

	47 масс. % кварцевого песка Q			
„	„	60	22,7	78,5
„	„	120	8,5	36,2
„	„	480	8,1	43,5

Обнаружили, что основная масса аммония A и нитрата A уже была исключена через 60-120 минут измельчения.

Примеры 4-6 и сравнительный эксперимент V2

Измельчение остатков ферментации A - Влияние составов материала

Тесты на измельчение проводили главным образом, как описано в примерах 1-3 и сравнительном тесте C1. Таблица 2 дает обзор составов материалов материала F для помола. Массовое отношение мелющих тел 1.2 к материалу F для помола составляло 50:1 во всех случаях. Количество оборотов составляло 1250 об/мин во всех случаях. После времени измельчения 0, 1, 2 и 3 часа 0,5 г каждого из высокодисперсных порошкообразных продуктов I элюировали с 50 мл дистиллированной воды согласно DIN 38414-4 DIN EN 12457-4. Соответствующие концентрации ионов аммония A определяли в мг/л согласно DIN EN ISO 11732. Результаты можно также найти в таблице 2.

Таблица 2: Измельчение остатков ферментации A - Влияние составов материала

Пример Сравнит. пример V	Остаток ферментации F (г)	Кварцевый песок Q (г)	Активированный уголь G (г)	KCl Z (г)	Время размола в воздухе (часы)	Аммиак A
V2	25	25	–	–	0	21,1
„	25	25	–	–	1	10,8
„	25	25	–	–	2	11,6
„	25	25	–	–	3	9,1
4	25	25	25	–	0	25,1
„	25	25	25	–	1	3,12
„	25	25	25	–	2	4,43
„	25	25	25	–	3	2,6
5	25	–	25	–	0	11,3
„	25	–	25	–	1	4,19
„	25	–	25	–	2	3,25
„	25	–	25	–	3	1,55
6	25	25	25	25	0	11,3
„	25	25	25	25	1	4,19
„	25	25	25	25	2	3,25
„	25	25	25	25	3	1,55

Результаты тестов показали, что снижение количества ионов аммония A в образцах с активированным углем G или кварцем Q и активированным углем A был значительно больше, чем в образце без активированного угля.

Пример 7

Механохимическое разложение лекарственного средства A как модель для четвертой стадии очистки установок для очистки сточных вод

Кварцевый песок Q и активированный уголь G (пример 7, номера тестов 1-4 и 13-16), кварцевый песок Q отдельно (пример 7, номера тестов 9-12 и 21-24) и активированный уголь G отдельно (пример 7, тесты 5-8 и 17-20) смешивали со смесью A, состоящей из 2 таблеток пропофола, 1 таблетки лоратидина, 2 таблеток ибуфлама и одной таблетки АЦЦ. Полученные смеси F вытирали насухо один раз и часть вводили в 150 мл дистиллированной воды, затем позволяли промокнуть в течение 48 часов, а затем сушили при комнатной температуре при водоструйном вакууме в течение 2 часов. Образцы F затем измельчали в атмосфере воздуха и аргона. Тесты на измельчение проводили, как описано в примерах 4-6. В таблице 3 дан обзор используемых условий тестирования.

Таблица 3: Механохимическое разложение лекарственных средств

Пример 7 № испытания	Кварцевый песок Q (г)	Активированный уголь G (г)	Время измельчения (мин)	об/мин
1	20	20	30	1100
2	20	20	60	1100
3	20	20	120	1100
4	20	20	180	1100
5	0	40	30	1100
6	0	40	60	1100
7	0	40	120	1100
8	0	40	180	1100
9	40	0	30	1100
10	40	0	60	1100
11	40	0	120	1100
12	40	0	180	1100
13	20	20	30	800
14	20	20	60	800
15	20	20	120	800
16	20	20	180	800
17	0	40	30	800
18	0	40	60	800
19	0	40	120	800
20	0	40	180	800

21	40	0	30	800
22	40	0	60	800
23	40	0	120	800
24	40	0	180	800

Результаты тестов можно подытожить следующим образом:

1. Разложение лекарственного средства A с активированным углем G отдельно было быстрее, чем с кварцевым песком Q отдельно.

2. После более длительного времени измельчения (около 2 часов) эффект кварцевого песка Q был сильнее, чем у активированного угля G, поэтому добавление небольшого количества кварцевого песка Q является преимущественным.

3. Снижение следовало натуральному логарифму, причем все соединения разлагались через 60 минут.

4. Пропофол A разрушался намного более медленно, чем другие лекарственные средства A.

5. Значительную разницу между влитыми смесями F и смешанными в сухом виде смесями F нельзя обнаружить. Однако была некоторая тенденция, что влитые смеси F разлагались несколько быстрее.

6. Скорость вращения была решающим фактором. Разложение лекарственных средств F было вдвое быстрее при 1100 об/мин, чем разложение при 800 об/мин.

7. Нельзя было обнаружить разницу между измельчением в атмосфере инертного газа Z и воздуха.

Пример 8

Извлечение фосфата B с четвертой стадии очистки установки очистки сточных вод

Гранулированный насыщенный активированный уголь G из бассейна четвертой стадии очистки грубо очищали в водяной бане. Его затем сушили в коммерчески доступной системе сушки при повышенной температуре и при пониженном давлении. Затем высушенный активированный уголь G непрерывно подавали в механическую мельницу 1 с барабаном 1.5 объемом 900 литров. Механическая мельница 1 содержала 1000 стальных шариков 1.2 диаметром 5 мм, которые удерживались защитной решеткой 6 от выхода из барабана 1.5. Высушенный активированный уголь G вводили через защитную решетку 6 в верхнем отверстии (1.5.1, впускное отверстие для продукта F помола) и снова отделяли в центре посредством циклона 8. Около 100 кг угля G проходило через механохимическую мельницу 1 за 1 час. Альтернативно, процесс можно проводить с перерывами как периодический процесс с такими же количествами.

Количество оборотов мельницы 1 составляло 1100 об/мин. Измельченный продукт F помола с реактивированным активированным углем G прессовали с перерывами или непрерывно в гранулы G на коммерчески доступной системе гранулирования. Гранулы затем снова добавляли в бассейн четвертой стадии очистки. Потеря активированного угля G здесь не наблюдалась. Загрязнение песка не мешало процессу.

Присутствующие растворимые фосфаты B можно элюировать в отдельном промывном цикле перед или после гранулирования активированного угля G.

Пример 9

Переработка навоза A в активированный уголь G

1000 кг суспензии A, которая содержала нитраты A, аммоний A, фосфаты B и тяжелые металлы C, сушили с помощью коммерчески доступного сушилки сброженного органического осадка. Это давало 80 кг сухого вещества в качестве материала F для помола. Сушку проводили при повышенной температуре, и аммиак A, который выделялся, связывали серной кислотой, как описано в немецкой патентной заявке DE 102016004162 A1. Полученный сульфат аммония A можно обрабатывать дальше вместе с сухим веществом F. Сухое вещество F и сульфат аммония A предварительно измельчали в отдельной механической мельнице 1. Затем их непрерывно вводили в механическую мельницу 1 с барабаном 1.5 объемом 900 литров вместе с половиной количества активированного угля G сверху через защитную решетку 6, которая предотвращала выход мелющих тел 1.2. 1000 кг стальных шариков 1.2 с диаметром 5 мм использовали в качестве мелющих тел 1.2. Продукт F помола снова отделяли в центре посредством циклона 8. Около 100 кг сухого материала F проходило через механическую мельницу 1 за 1 час и измельчалось при постоянной скорости 1100 об/мин.

Полученный твердый, высокодисперсный продукт I содержал значительно меньше ионов нитрата A и ионов аммония A, чем исходные продукты F. Кроме того, тяжелые металлы C иммобилизировали.

Помимо или в качестве альтернативы углероду G, слоистые силикаты Z, такие как бентонит или монтмориллонит, можно вводить для иммобилизации тяжелых металлов C.

Твердый, высокодисперсный продукт I прессовали в коммерчески доступной установке гранулирования и использовали в качестве альтернативы E для терра прета в виде фосфатного удобрения E и угольного удобрения E, что активировало образование гумуса и рост микробов.

Альтернативно, фосфат B также можно удалять из гранул G. Оставшийся материал превосходно подходил в качестве заместителя активированного угля G для связывания

VOC (летучих органических соединений), в качестве наполнителя для получения панелей и в качестве заместителя для древесины и песка.

Пример 10

Извлечение иридия C из отработанных мембран Nafion A

500 кг использованных мембран Nafion A дробили и смешивали в сухом виде с 100 кг активированного угля G и 20 кг твердого раствора гидроксида натрия Z и предварительно измельчали. Смесь F затем вводили непрерывно в механохимическую мельницу 1, как описано в примерах 8 и 9, и измельчали в течение 2 часов со скоростью 1100 об/мин. Высокодисперсный твердый порошок I, отделенный с помощью циклона 8, элюировали водой, при этом полученный фторид натрия I вымывали. Оставшийся порошок I содержал иммобилизированный иридий C. Его извлекали сжиганием порошка I.

Пример 11-15

Механохимическая обработка биомассы A, исключение нитратов A и аммония A и извлечение фосфата B

Биомассу A, кварцевый песок Q и активированный уголь G смешивали вместе в различных количествах. Нитрат натрия A, хлорид аммония A и стекловидный ультрафосфат B добавляли в различных количествах в смеси. Полученные смеси F высушивали насухо. Часть каждой из них проливали один раз с помощью 150 мл дистиллированной воды, пропитывали в течение 48 часов, затем сушили при комнатной температуре под водоструйным вакуумом в течение 2 часов, а затем измельчали. Параллельно, смешанные в сухом виде смеси F измельчали. Все эксперименты проводили однократно в атмосфере воздуха и однократно аргона Z. Устройства 1, описанные в примерах 1-3, использовали для этой цели. Во всех случаях через 30 минут, 60 минут, 120 минут и 180 минут образцы I отбирали из полученных измельчаемых смесей F и элюировали дистиллированной водой. Растворы затем анализировали.

Таблицы 4-8 давали обзор используемых материалов и их пропорций.

Таблица 4: Механохимическое измельчение биомассы A с добавками нитрата натрия A, хлорида аммония A и ультрафосфата B в атмосфере воздуха и аргона Z

Пр. 11 № исп.	Кварцевый песок Q [г]	Активированный уголь G [г]	Биомасса A [г]	$NaNO_3$ A [г]	NH_4Cl A [г]	Ультрафосфат B [г]	Время размола [мин]	об/мин
1	30	30	30	5	5	5	30	1100

2	30	30	30	5	5	5	60	1100
3	30	30	30	5	5	5	120	1100
4	30	30	30	5	5	5	180	1100
5	0	45	45	5	5	5	30	1100
6	0	45	45	5	5	5	60	1100
7	0	45	45	5	5	5	120	1100
8	0	45	45	5	5	5	180	1100
9	45	0	45	5	5	5	30	1100
10	45	0	45	5	5	5	60	1100
11	45	0	45	5	5	5	120	1100
12	45	0	45	5	5	5	180	1100
13	30	30	30	5	5	5	30	800
14	30	30	30	5	5	5	60	800
15	30	30	30	5	5	5	120	800
16	30	30	30	5	5	5	180	800
17	0	45	45	5	5	5	30	800
18	0	45	45	5	5	5	60	800
19	0	45	45	5	5	5	120	800
20	0	45	45	5	5	5	180	800
21	45	0	45	5	5	5	30	800
22	45	0	45	5	5	5	60	800
23	45	0	45	5	5	5	120	800
24	45	0	45	5	5	5	180	800

Пр. = пример; Исп. = Испытание

Таблица 5: Механохимическое измельчение биомассы A с добавками нитрата натрия A, хлорида аммония A и ультрафосфата B в атмосфере воздуха и аргона Z

Пр. 12 № исп.	Кварцевый песок Q [г]	Активированный уголь G [г]	Биомасса A [г]	NH_4Cl A [г]	Ультрафосфат B [г]	Время размола [мин]	об/мин
1	30	30	30	7,5	7,5	30	1100
2	30	30	30	7,5	7,5	60	1100
3	30	30	30	7,5	7,5	120	1100
4	30	30	30	7,5	7,5	180	1100
5	0	45	45	7,5	7,5	30	1100
6	0	45	45	7,5	7,5	60	1100
7	0	45	45	7,5	7,5	120	1100
8	0	45	45	7,5	7,5	180	1100
9	45	0	45	7,5	7,5	30	1100
10	45	0	45	7,5	7,5	60	1100
11	45	0	45	7,5	7,5	120	1100
12	45	0	45	7,5	7,5	180	1100
13	30	30	30	7,5	7,5	30	800
14	30	30	30	7,5	7,5	60	800
15	30	30	30	7,5	7,5	120	800
16	30	30	30	7,5	7,5	180	800

17	0	45	45	7,5	7,5	30	800
18	0	45	45	7,5	7,5	60	800
19	0	45	45	7,5	7,5	120	800
20	0	45	45	7,5	7,5	180	800
21	45	0	45	7,5	7,5	30	800
22	45	0	45	7,5	7,5	60	800
23	45	0	45	7,5	7,5	120	800
24	45	0	45	7,5	7,5	180	800

Пр. = пример; Исп. = Испытание

Таблица 6: Механохимическое измельчение биомассы A с добавками нитрата натрия A, хлорида аммония A и ультрафосфата B в атмосфере воздуха и аргона Z

Пр. 13 № исп.	Кварцевый песок Q [г]	Активированный уголь G [г]	Биомасса A [г]	$NaNO_3$ A [г]	Ультрафосфат B [г]	Время размола [мин]	об/мин
1	30	30	30	7,5	7,5	30	1100
2	30	30	30	7,5	7,5	60	1100
3	30	30	30	7,5	7,5	120	1100
4	30	30	30	7,5	7,5	180	1100
5	0	45	45	7,5	7,5	30	1100
6	0	45	45	7,5	7,5	60	1100
7	0	45	45	7,5	7,5	120	1100
8	0	45	45	7,5	7,5	180	1100
9	45	0	45	7,5	7,5	30	1100
10	45	0	45	7,5	7,5	60	1100
11	45	0	45	7,5	7,5	120	1100
12	45	0	45	7,5	7,5	180	1100
13	30	30	30	7,5	7,5	30	800
14	30	30	30	7,5	7,5	60	800
15	30	30	30	7,5	7,5	120	800
16	30	30	30	7,5	7,5	180	800
17	0	45	45	7,5	7,5	30	800
18	0	45	45	7,5	7,5	60	800
19	0	45	45	7,5	7,5	120	800
20	0	45	45	7,5	7,5	180	800
21	45	0	45	7,5	7,5	30	800
22	45	0	45	7,5	7,5	60	800
23	45	0	45	7,5	7,5	120	800
24	45	0	45	7,5	7,5	180	800

Пр. = пример; Исп. = Испытание

Таблица 7: Механохимическое измельчение биомассы A с добавками нитрата натрия A и хлорида аммония A в атмосфере воздуха и аргона Z

Пр. 14 № исп.	Кварцевый песок Q [г]	Активированный уголь G [г]	Биомасса A [г]	$NaNO_3$ A [г]	NH_4Cl A [г]	Время размола [мин]	об/мин
1	30	30	30	7,5	7,5	30	1100
2	30	30	30	7,5	7,5	60	1100
3	30	30	30	7,5	7,5	120	1100
4	30	30	30	7,5	7,5	180	1100
5	0	45	45	7,5	7,5	30	1100
6	0	45	45	7,5	7,5	60	1100
7	0	45	45	7,5	7,5	120	1100
8	0	45	45	7,5	7,5	180	1100
9	45	0	45	7,5	7,5	30	1100

10	45	0	45	7,5	7,5	60	1100
11	45	0	45	7,5	7,5	120	1100
12	45	0	45	7,5	7,5	180	1100
13	30	30	30	7,5	7,5	30	800
14	30	30	30	7,5	7,5	60	800
15	30	30	30	7,5	7,5	120	800
16	30	30	30	7,5	7,5	180	800
17	0	45	45	7,5	7,5	30	800
18	0	45	45	7,5	7,5	60	800
19	0	45	45	7,5	7,5	120	800
20	0	45	45	7,5	7,5	180	800
21	45	0	45	7,5	7,5	30	800
22	45	0	45	7,5	7,5	60	800
23	45	0	45	7,5	7,5	120	800
24	45	0	45	7,5	7,5	180	800

Пр. = пример; Исп. = Испытание

Таблица 8: Механохимическое измельчение биомассы A с добавками нитрата натрия A и хлорида аммония A в атмосфере воздуха и аргона Z

Пр. 15 № исп.	Кварцевый песок Q [г]	Активированный уголь G [г]	Биомасса A [г]	$NaNO_3$ A [г]	NH_4Cl A [г]	Время размола [мин]	об/мин
1	30	30	30	7,5	7,5	30	1100
2	30	30	30	7,5	7,5	60	1100
3	30	30	30	7,5	7,5	120	1100
4	30	30	30	7,5	7,5	180	1100
5	0	45	45	7,5	7,5	30	1100
6	0	45	45	7,5	7,5	60	1100
7	0	45	45	7,5	7,5	120	1100
8	0	45	45	7,5	7,5	180	1100
9	45	0	45	7,5	7,5	30	1100
10	45	0	45	7,5	7,5	60	1100
11	45	0	45	7,5	7,5	120	1100
12	45	0	45	7,5	7,5	180	1100
13	30	30	30	7,5	7,5	30	800
14	30	30	30	7,5	7,5	60	800
15	30	30	30	7,5	7,5	120	800
16	30	30	30	7,5	7,5	180	800
17	0	45	45	7,5	7,5	30	800
18	0	45	45	7,5	7,5	60	800
19	0	45	45	7,5	7,5	120	800
20	0	45	45	7,5	7,5	180	800
21	45	0	45	7,5	7,5	30	800
22	45	0	45	7,5	7,5	60	800
23	45	0	45	7,5	7,5	120	800
24	45	0	45	7,5	7,5	180	800

Пр. = пример; Исп. = Испытание

Следующие общие тенденции можно получить из результатов тестов примеров 11-15.

1. Разложение биомассы A и азотсодержащих соединений A происходило быстрее с активированным углем G, чем с кварцевым песком Q.

2. Через приблизительно 2 часа, однако, эффект кварцевого песка Q был сильнее, чем активированного угля G, поэтому было целесообразно добавлять небольшие количества кварцевого песка Q в смеси.

3. Снижение содержания азотсодержащих соединений A следовало натуральному логарифму, причем все азотсодержащие соединения A разрушались через 60 минут.

4. Значительную разницу в разрушении азотсодержащих соединений A между влитыми смесями F и полученными в сухом виде смесями F нельзя обнаружить. Была только некоторая тенденция к тому, что влитые смеси F показывали более быстрое разложение.

5. Количество оборотов было решающим фактором. Например, разрушение азотсодержащих соединений A было вдвое быстрее при 1100 об/мин, чем при 800 об/мин.

6. Не обнаружили разницы между скоростью разложения при измельчении в атмосфере воздуха и скоростью разложения при измельчении в атмосфере аргона.

7. Ультрафосфат B может превращаться в биологически доступный, растворимый в воде фосфат B путем измельчения.

8. Различные количества нитрата натрия A и хлорида аммония A не имели влияния на скорости разложения.

Пример 16

Исключение нитратов A и аммония A и иммобилизация следовых элементов C в угле G и повторное использование угля G на установках для получения биогаза

10000 кг суспензии A, которая содержала нитраты A, аммоний A, фосфаты B и следы мышьяка C и тяжелых металлов C, постепенно сушили при помощи коммерчески доступной сушилки сброженного органического осадка. Всего 800 кг сухого вещества F оставалось. Сушку проводили при повышенной температуре, и аммиак A, который выделялся, связывали серной кислотой, как описано в немецкой патентной заявке DE 102016004162 A1. Полученный сульфат аммония A можно обрабатывать дальше вместе с сухим веществом F. Сухое вещество F и сульфат аммония A предварительно измельчали в отдельной механической мельнице 1. Затем их подавали сверху вместе с половиной количества активированного угля G, 50 кг бентонита Z и 10 кг N,N,N',N'-этилендиаминтетра-(метиленфосфоновой кислоты) Z непрерывно в механическую

мельницу 1 с барабаном 1.5 объемом 900 литров через защитную решетку 6, которая предотвращала выход мелющих тел 1.2. 1000 кг стальных шариков 1.2 с диаметром 5 мм использовали в качестве мелющих тел 1.2. Продукт F помола снова отделяли в центре посредством циклона 8. Около 100 кг сухого материала F проходило через механическую мельницу 1 за один час и измельчалось при постоянной скорости 1100 об/мин.

Полученный твердый, высокодисперсный продукт I содержал значительно меньше ионов нитрата A и ионов аммония A, чем исходное сухое вещество F. Кроме того, мышьяк C, тяжелые металлы C и их соединения C иммобилизировали в угле G, в бентоните Z и с хелатным комплексообразующим средством Z, и таким образом они больше не могли попадать в грунтовые воды, что было основной пользой.

Растворимый в воде фосфат B вымывали из твердого, высокодисперсного продукта I, и полученный раствор можно использовать как жидкое удобрение E.

Промытый продукт I можно возвращать в установку для получения биогаза в качестве сухого вещества или во влажном состоянии в любом виде для повышения образования метана.

Пример 17

Механохимическая обработка навоза A и исключение нитратов A в присутствии каталитически активных частиц железа K

Суспензию, содержащую 200 мг/л ионов нитрата, сушили обычным и известным способом. 100 массовых частей высушенного навоза A, 34 массовых частей кварцевого песка Q, 34 массовых частей активированного угля G и 2 массовые части каталитических частиц железа K смешивали друг с другом и измельчали, как описано в примерах 1-3. Через 30 минут, 60 минут, 90 минут, 120 минут, 180 минут и 240 минут образцы I удаляли из смеси F для перетира и элюировали дистиллированной водой. Соответствующее содержание нитрата A затем определяли. Он составляло 180 мг/л, 120 мг/л, 90 мг/л, 50 мг/л, 36 мг/л, 21 мг/л и 11 мг/л, соответственно.

Пример показал, что механохимический способ согласно настоящему изобретению был очень подходящим для исключения нитратов A из биомасс.

Пример 18

Механохимическая иммобилизация канцерогенного шестивалентного хрома A

Смесь F для перетира получали из 50 массовых частей активированного угля G, 50 массовых частей кварцевого песка и 10 массовых частей дихромата калия C и измельчали, как описано в примерах 1-3. Через 120 минут образцы отбирали из порошкообразного продукта I. Образцы I элюировали водой и их проверяли на то, присутствовали ли все еще водорастворимые соли хрома C. Однако концентрации были ниже пределов обнаружения

обычными и известными методами для определения хрома C. Для сравнения содержание хрома в порошкообразном продукте I анализировали обычным и известным способом. Практически все исходное количество хрома C было обнаружено. Таким образом, исходное количество шестивалентного хрома C было практически полностью иммобилизировано. Небольшие потерянные количества хрома C очевидно отбирались материалами в камере 1.1 механической мельницы 1.

Примеры 19 и 20

Механические мельницы для проведения механохимических процессов

Механическая мельница 1 для механохимических процессов содержала по меньшей мере один вращающийся (пример 18; фиг. 1) или зафиксированный (пример 19; фиг. 2) механохимический реактор и волновод 1.1, содержащий множество шариков, изготовленных из технической керамики в качестве мелющих тел 1.2 в барабане 1.5, изготовленном из нержавеющей стали и футерованном технической керамикой, по меньшей мере одно впускное отверстие 1.5.1 для продукта F помола; 1.3 и по меньшей мере одно выпускное отверстие 1.5.2 для измельченного продукта I.

Барабан 1.5 вращающегося механохимического реактора и волновод 1.1 примера 19 (фиг. 1) имел дискообразную вертикальную стенку 1.5.3 барабана, которая соединялась в центре с вращающимся ведущим валом 3, приводимым в движение двигателем 4.

Барабан 1.5 стационарного механохимического реактора и волновод 1.1 примера 20 (фиг. 2) имел дробилку 1.4, изготовленную из нержавеющей стали, покрытую технической керамикой, для перемешивания мелющих тел 1.2 и продукта 1.3 помола. Дробилка располагалась так, чтобы вращаться вдоль продольной оси барабана 1.5 при помощи вращающегося ведущего вала 3, который приводился в движение двигателем 4 и который проходил через дискообразную вертикальную стенку 1.5.3 барабана через втулку 1.5.3.1.

Как в механической мельнице 1 примера 19 (фиг. 1), так и в механической мельнице 1 примера 20 (фиг. 2) дискообразная вертикальная стенка 1.5.3 барабана и противоположна стенка 1.5.4 барабана состояли из проницаемой для электромагнитного излучения и/или корпускулярного излучения 2.1, удаляемой, стойкой к царапинам и ударопрочной решетки 1.5.5, изготовленной из керамики, которая отделяла механохимические реакторы и волноводы 1.1 от генераторов микроволнового излучения 2.

Генераторы микроволнового излучения 2 были жестко соединены с механохимическими реакторами и волноводами 1.1 посредством фланцев. Отверстия 1.5.5.1 в решетках 1.5.5 были круглыми и формировали рисунок. Решетки 1.5.5 с

круглыми отверстиями 1.5.5.1 можно заменить на решетки 1.5.5 с отверстиями 1.5.5.1 с 3-угольными, 4-угольными, 5-угольными, 6-угольными и щелеобразными контурами.

Барабан 1.5 примера 20 (фиг. 2) может также иметь форму, показанную на фиг. 1 a, 1 b, 2a и 3a немецкой патентной заявки DE 19504540 A1, отличающуюся только тем, что он имел по меньшей мере одну решетку 1.5.5 на двигателе 4; 3 и стенку 1.5.4 барабана противоположную стенке 1.5.3 барабана.

Используемые двигатели 4 были электродвигателями от Dynamic E Flow GmbH, Кауфбойрен, Германия, под торговым названием Capcooltech®, типа HC и типа LC.

Пример 21

Варианты осуществления средств 1.4 перемешивания в механохимических мельницах 1

Механохимические мельницы 1 согласно примеру 20 обеспечивались, которые вместо дробилок 1.4.1 содержали другие варианты осуществления средств 1.4 перемешивания.

Средства 1.4 перемешивания согласно фиг. 5-1 (a), (b) и (c) были ударными дисками 1.4.2, каждый с круглой кромкой 1.4.2.3. Каждый ударный диск 1.4.2 имел расположенную по центру втулку 1.4.2.1 для ведущего вала 3. Шесть расположенных на равном расстоянии ударных отверстий 1.4.2.2 располагались симметрично вокруг втулки 1.4.2.1. Ударные диски 1.4.2 согласно фиг. 5-2 (a), (b) и (c) отличаются от ударных дисков 1.4.2 согласно фиг. 5-1 a), (b) и (c) только тем, что они имели четыре, а не шесть ударных отверстий 1.4.2.2. Ударные диски 1.4.2 согласно фиг. 6 (a), (b) и (c) имели три ударных отверстия 1.4.2.2, которые были изогнутыми, вытянутыми и симметрично расположенными по кругу друг относительно друга и расположены параллельно кромке 1.2.4.3.

Ударные диски 1.4.2 могут располагаться на ведущем валу 3 таким образом, что ударные отверстия 1.4.2.2 совпадают или находятся в зазоре. Ударные диски 1.4.2.1 могут, однако, также располагаться таким образом, что два или более отверстий попеременно совпадают, а затем два или находятся в зазоре.

Ударные диски 1.4.2 фиг. 7 (a), (b) и (c) имели шесть симметрично расположенных ударных ребер с треугольным профилем, которые выпукло изгибались в направлении вращения на одной из их противоположных поверхностей 1.4.2.4. Каждое из ударных ребер 1.4.2.1 проходило от втулки 1.4.2.1 до кромки 1.4.2.3. В дополнительном варианте осуществления ударные ребра 1.4.2.4 могут располагаться на обеих поверхностях.

Ударные диски 1.4.2 фиг. 8 (a), (b) и (c) отличаются от ударных дисков 1.4.2 тем, что ударные ребра 1.4.2.4 располагались на прямой линии и имели квадратный профиль.

Ударные диски 1.4.2 фиг. 9 (a), (b) и (c) отличались от фиг. 8 (a), (b) и (c) только тем, что ударные ребра 1.4.2.4 имели треугольный профиль.

Эти ударные диски 1.4.2 могут также располагаться на ведущем валу 3 таким образом, что ударные ребра 1.4.2.4 совпадают или находятся в зазоре. Ударные диски 1.4.2.1 могут, однако, также располагаться таким образом, что два или более отверстий попеременно совпадают, а затем два или более находятся в зазоре.

Каждое из средств 1.4 перемешивания фиг. 10 (a), (b) и (c), которые расположены симметрично ведущим валам 3, имело два ударных пропеллера 1.4.3, выходящих из центра кольца 1.4.3.1, окружающего втулку 1.4.2. Два ударных ребра 1.4.2.4 с квадратным профилем располагались радиально на каждой поверхности двух ударных пропеллеров 1.4.3. Ударные пропеллеры 1.4.3 фиг. 11 (a), (b) и (c) отличались от фиг. 10 (a), (b) и (c) только тем, что ударные ребра 1.4.2.4 имели треугольный профиль.

Ударные пропеллеры 1.4.3 фиг. 12 (a), (b), (c) и (d) располагались симметрично ведущим валам 3 и каждый имел профиль 1.4.3.2 с выступами и впадинами, который состоял из двух впадин и двух выступов, каждый проходил параллельно кромкам 1.4.2.3.

В средствах 1.4 перемешивания фиг. 13 (a), (b), (c) и (e) кольцо 1.4.3.1 симметрично расширялось и сливалось в две пары двух расходящихся из центра ударных пропеллеров 1.4.3, каждый отделен U-образным вырезом 1.4.3.3 друг от друга. Каждое из четырех отделений также имело профиль с выступами и впадинами, проходящий параллельно кромкам 1.4.2.3.

Эти ударные пропеллеры 1.4.3 могут также располагаться на ведущем валу 3 таким образом, что они совпадают или находятся в зазоре. Ударные пропеллеры 1.4.3 могут также располагаться таким образом, что два или более попеременно совпадают, а затем два или более находятся в зазоре.

Ударная бита 1.4.4 фиг. 14 имела три соединительные ребра 1.4.2.4 с круглым сечением, выходящим из центра симметрично из кольца 1.4.4.1, охватывающего ведущий вал 3, на каждом из концов которого сферическое ударное тело 1.4.4.3 было прикреплено. Ударные биты 1.4.4 могут располагаться на ведущем валу 3 таким образом, что они совпадают или находятся в зазоре. Однако они могут также располагаться таким образом, что две или более попеременно совпадают, а затем две или более находятся в зазоре. В других вариантах осуществления соединительные ребра 1.4.2.4 могут также иметь четырехугольное, овальное или трапециевидное сечение или сплющенное сечение, как через призму.

Листовидная ударная лопасть 1.4.5 фиг. 15 имела S-образную форму, на двух ударных концах 1.4.5.1 которой располагались ударные отверстия 1.4.2.2. Плоский

ударный пропеллер 1.4.5 16 имел более явную S-образную форму без ударных отверстий 1.4.2.2. Ударные лопасти 1.4.5 могут располагаться на ведущем валу таким образом, что они совпадают или находятся в зазоре. Они могут, однако, также располагаться таким образом, что две или более попеременно совпадают, а затем две или более находятся в зазоре.

Вместо средств 1.4 перемешивания и мелющих тел 1.2, описанных выше, механические мельницы 1 могут также работать с валиками 1.4.6, вращающимися в противоположных направлениях 1.4.6.1 вращения. Измельчение тогда происходит в зазоре вальцов. В конструкции согласно фиг. 17 два параллельных валика располагались в помольной камере 1.1. В конструкции согласно фиг. 18 поверхности двух валиков 1.4.6 имели взаимно соединяющиеся выступы 1.4.6.2. В конструкции согласно фиг. 19 валик 1.4.6 вращался относительно абразивной стенки 1.4.6.3, измельчение происходило в зазоре между валиком 1.4.6 и абразивной стенкой 1.4.6.3. В конструкции фиг. 20 оси 1.4.6.4 вращения двух параллельных валиков 1.4.6 пересекаются под углом 1.4.6.5, который дает дополнительное вращение материала F для помола.

Валики 1.4.6 фиг. 21, вращающиеся в противоположном направлении 1.4.6.1 вращения, имели упругую поверхность 1.4.6.6. Это было образовано симметрично расположенными углублениями 1.4.6.7, в которых пружины 1.4.6.8 выталкивали сферы 1.4.6.9 из углублений 1.4.6.7. Измельчение материала F для помола затем происходило, когда валики 1.4.6 вращались в зоне контакта между двумя сферами 1.4.6.9. Сферы 1.4.6.9 имели меньший диаметр, чем внутренний диаметр углублений 1.4.6.7, так что продукт F помола, который проникал в углубления 1.4.6.7, мог снова выходить, когда валики 1.4.6 были в подходящем положении.

Пример 22

Варианты осуществления помольной камеры 1.1 механических мельниц 1

Вместо барабана 1.5, в котором помольная камера 1.1 имела форму прямого цилиндра, можно также использовать помольную камеру 1.1, содержащую по меньшей мере две сферические помольные камеры 1.1.1, расположенные одна за другой, которые сформированы по меньшей мере одним круглым сужением 1.1.2. Ведущий вал 3 проходит по центру через сечение сферических помольных камер 1.1.1 и круглые сужения 1.1.2. Размеры средств 1.4 перемешивания были приспособлены к периодически изменяющемуся диаметру помольных камер 1.1.1. Эта конструкция делала возможным улучшение перемешивания материала F для помола.

Пример 23

Механохимический процесс для дезактивации загрязненной, фосфатсодержащей биомассы A; B и для извлечения фосфата B в биодоступной форме

Механохимический процесс поясняется более подробно с помощью блок-схемы на фиг. 4.

Влажную, вредную для здоровья, фосфатсодержащую биомассу A; B сушили. Полученное сухое вещество A; B или твердые вещества биомассы A; B просеивали и предварительно измельчали. Воду, полученную при сушке, которая содержала аммиак A и аммоний A, подвергали осмосу или дистилляции, так что получались твердые соли аммония E. Их можно использовать в качестве аммонийных удобрений (ценный продукт E). Аммонийные соли A можно также вместе переносить с твердыми веществами биомассы A; B в механическую мельницу и подвергать там механохимическому измельчению в присутствии плазмы. Это давало иммобилизированные тяжелые металлы C без вредных веществ или со сниженным содержанием вредных веществ и разрушенные бактерии A и вирусы A, содержащиеся в биомассе A; B, а также уголь G и фосфаты B. Эту смесь I можно гранулировать и пеллетизировать и использовать в качестве фосфатного удобрения E с углем G и нетоксичными неорганическими и органическими компонентами Z. Смесь I также можно измельчать, так что порошкообразное фосфатное удобрение E с углем G и нетоксичные неорганические и органические компоненты Z получались. Растворимый в воде, биологически доступный фосфат B можно извлекать из порошка I и гранул I и использовать как жидкое удобрение E. Таким образом, углерод G с нетоксичными органическими и неорганическими компонентами Z остается.

Пример 23

Регенерация активированного угля G для возврата на четвертую стадию очистки

Влажный насыщенный активированный уголь G и шлам A четвертой стадии очистки промывали. Это давало промытый, влажный, насыщенный активированный уголь G; A. Его сушили так, что получался промытый, сухой, насыщенный активированный уголь G.

В дополнительном варианте осуществления влажный, насыщенный активированный уголь G; A и шлам A сушили непосредственно, так что получался сухой, насыщенный активированный уголь G; A с песком Q и органическими примесями A.

Две сухие массы можно просеивать по отдельности или объединять и просеивать так, что получался просеянный, сухой, насыщенный активированный уголь G; A.

Сухой, насыщенный активированный уголь G; A с песком Q и органическими примесями A, промытый, сухой, насыщенный активированный уголь G; A и просеянный, сухой, насыщенный активированный уголь G; A можно подвергать по отдельности или

вместе в механической мельнице 1 механохимической обработке с мелющими телами 1.2 и плазмой. Во всех случаях результатом был измельченный, регенерированный активированный уголь G, который также мог содержать примеси A; C из-за волокон и минеральных и металлических компонентов. Этот активированный уголь просеивали для отделения тяжелых металлов C. При необходимости тяжелые металлы C также можно отделять при помощи магнитов. Полученный измельченный, просеянный и регенерированный активированный уголь G можно гранулировать и пеллетизировать, и гранулы и пеллеты можно возвращать на четвертую стадию очистки.

Пример 24

Радикальная привитая сополимеризация смеси этилена и пропилена на механохимически обработанном, термореактивном Clearcoat - Эксперимент

Механическую мельницу 1 согласно примерам 1-3 использовали для измельчения. Ее металлические поверхности были покрыты слоем алюмоксидной керамики согласно примеру 17 (фиг. 2), и шарики, изготовленные из алюмоксидной керамики, использовали вместо стальных шариков 1.2 (см. Ulrike Wiech в брошюре компании Ceram Tec-ETEC GmbH, Ломар, think ceramics TECHNISCHE KERAMIK, стр. 211 и 212, 3.4.4.2 измельчение и разрушение). Массовое отношение мелющих тел 1.2 к материалу F для помола составляло 20:1. Впускное отверстие 1.5.1 для материала F для помола содержало перемещаемый шлюз, в который материал F для помола выливали. Шлюз затем убирали. После достижения 0,01 мбар, шлюз заполняли аргоном до давления 1,0 бар. Материал F для помола затем вываливали из шлюза в заполненную аргоном помольную камеру 1.1 механохимического реактора и волновода 1.1. Выпускное отверстие 1.5.2 для продукта P помола содержало тангенциальный циклон-сепаратор 8.

Смесь 70 г порошкообразного, термоотвержденного clearcoat A автомобильной серии согласно таблице II-2.5: Clearcoat автомобильной серии, стр. 142 пособия Bodo Mueller and Ulrich Poth, Lacquer formulations and lacquer recipies, the textbook for training and practice, Vincentz Verlag 2003, 3 г активированного угля G и 2 г кварцевого песка Q использовали как материал F для помола. Материал F для помола измельчали в атмосфере аргона в течение 2 часов при скорости дробилки 1100 об/мин до тонкости помола со средним размером частиц d_{50} = 500 нм. При измельчении волновод 1.1 облучали через решетку 1.5.5 микроволновым излучением 2.1, что генерировалось с помощью генератора 2 микроволнового излучения. В конце измельчения полученный продукт I продували аргоном из механохимического реактора 1.1 в тангенциальном циклоне-сепараторе 8 и отделяли там от газовой фазы в атмосфере аргона, переносили в инертных условиях в подходящего размера реактор с псевдоожиженным слоем обычной и известной

конструкции и псевдоожижали аргоном. Атмосферу инертного газа замещали газовой смесью этилена и пропилена в мольном отношении 1:1. Газовую смесь рециркулировали насосом снизу через реактор с псевдоожиженным слоем, и перепад давления, полученный из-за привитой сополимеризации на частицах продукта I помола, компенсировался дозированием в газовую смесь. Когда перепад давления нельзя больше наблюдать, привитая сополимеризация заканчивалась промыванием реактора с псевдоожиженным слоем аргоном, и полученный привитый сополимер выгружали. Это был высокодисперсный, свободнотекучий черный порошок со средним размером частиц d_{50} = 1,5 мкм.

Пример 25

Применение механохимического процесса согласно настоящему изобретению при получении питьевой воды H_2O

На фиг. 23 схематически показано получение питьевой воды H_2O из соленой воды и/или грязной воды SW обратным осмосом UO и мембранной фильтрацией.

Перед микрофильтрацией MF активированный уголь G использовался в качестве первичной стадии для микрофильтрации для защиты мембраны MF от грязи и частиц SP. Это снижало накопление и закупоривание.

Обычные макромолекулы MM удерживались на стадии ультрафильтрации. Однако большинство макромолекул MM уже было удалено активированным углем G, так что ульфтрафильтрационная мембрана UF была защитной мембраной, которая меньше закупоривалась и работала намного дольше. Это в частности правдиво для целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, гуминовых кислот, белков и метаболитов.

При последующей нанофильтрации нанофильтрационная мембрана NF удерживала диссоциированные соли, двухвалентные и с большей валентностью соли DS, а также катионы и анионы, такие как сульфаты DS, фосфаты B и щелочноземельные металлы C, а также сахара ZU. Особенно важным было то, что фосфаты B можно было здесь отделять и обрабатывать начисто вместе с щелочноземельными металлами C.

При окончательном обратном осмосе или обратном осмосе RO, одновалентные и недиссоциированные соли EWS; UDS удерживались. Это приводило к очень обогащенному раствору или суспензии, которая содержала много аммония A и нитрата A, а также хлоридов, бромидов и катионов щелочных металлов C. Эти соли C могли загущаться по отдельности или продаваться как концентрат удобрения E или, если был избыток, просто превращаться механохимически в атмосферный азот после сушки. Это делало возможным увеличение концентрации катионов C, таких как калий C, которые не разрушались, в механической мельнице. Активированный уголь в качестве фильтра

предварительной очистки механохимически рециркулировали после сушки и использовали снова в качестве фильтра предварительной очистки.

В общем, этот способ обеспечивал получение чистой воды эффективно и продуктивно из-за предварительной фильтрации и механохимической повторной обработки активированного угля.

Пример 26

Связывание пагубных для здоровья веществ A с помощью пропитанных активированных углей G и повторная обработка насыщенных пропитанных активированных углей G

Фильтры выхлопных газов помещений для скота, ферментационных колонн, установок для получения биогаза и закрытых мест размещения отходов оборудовали многослойными фильтрами из пропитанного активированного угля A. Отдельные слои пропитывали йодидом калия, диоксидом углерода, монооксидом углерода, сероводородом и другими серосодержащими соединениями. Это значительно повышало адсорбционную способность активированного угля G, поскольку пагубные для здоровья вещества A, такие как аммиак, амины, мелкая пыль, ультрамелкая пыль, мышьяк и ртуть, не только связывались адсорбцией, но также и хемосорбцией или катализируемыми реакциями. Активированные угли G, пропитанные йодидом калия, были особенно эффективными для этого.

Пропитанные активированные угли G, насыщенные пагубными для здоровья веществами A, можно было затем рециркулировать и реактивировать с помощью механохимического способа согласно настоящему изобретению.

Пример 27

Классификация частиц активированного угля G с размером частиц от 1 мкм до 3 мкм

Дополнительным предпочтительным применением механохимического способа согласно настоящему изобретению было просеивание, разделение и отсев частиц активированного угля G со средним размером частиц d_{50} от 1 мкм до 3 мкм на устройстве согласно фиг. 24. Для этого очищенный, сухой азот 5.1 всасывали через всасывающую трубу 5.0 с помощью воздуходувки 5 и продували как поток 5.2 газа через первую трубу 5.5 в помольную камеру 1.1 механической мельницы 1. Перед входом в помольную камеру 1.1 газ 5.2 протекал через газопроницаемую защитную решетку 6, которая предотвращала поступление мелющих шаров 1.2 в трубу 5.5 при работе механической мельницы 1. Поток газа 5.2, рассматриваемый в направлении потока, регулировали с

помощью регулирующего клапана 5.2.2 сразу перед поступлением в помольную камеру 1.1.

Высокодисперсныей, порошкообразные частицы активированного угля G выгружали из помольной камеры 1.1 потоком 5.3 газа со средним размером частиц <1 мкм через дополнительную защитную решетку 6 посредством второй трубы 5.6. Поток 5.3 газа регулировали регулирующим клапаном 5.3.1.

Поток 5.3 газа пропускали в дополнительный ход трубы 5.6 по байпасу BP с помощью трубы 5.5.1 и объединяли с потоком 5.2.1 газа, регулируемым с помощью регулирующего клапана 5.2.3. Объединенные потоки 5.3; 5.2.1 газа направляли в установку 7 акустофореза согласно международной патентной заявке WO 2017/153038, в которой высокодисперсные частицы активированного угля G агломерировались посредством стоячих ультразвуковых волн 7.2, которые генерировались взаимно противоположными источниками 7.1 ультразвука, так что они имели желаемый средний размер частиц d_{50}. Существующий поток 5.4 газа с агломерированными частицами активированного угля G вдували в циклон 8 посредством линии 5.6 подачи газа, в которой агломерированные частицы активированного угля G; 9.1 отделяли от газовой фазы (выхлопной газ 5.7), которую отводили посредством линии 8.1 выхлопного газа, и отводили как порошкообразное твердое вещество 9 посредством выпускного отверстия 8.2 для твердых веществ.

Основным преимуществом этого устройства было то, что байпас BP, который соединялся по текучей среде с линией 5.5 газа и линией 5.6 газа, обеспечивал, что более сильный поток 5.4 газа протекал через циклон 8, чем через помольную камеру 1.1.

Пример 28

Механохимическое исключение проскока органических газов и диоксида углерода в выхлопных газах от установок для получения биогаза и двигателей внутреннего сгорания

Проскок органических газов F и диоксида углерода D, в частности метановый сдвиг F в установках для получения биогаза и двигателях внутреннего сгорания, работающих на метане и/или природном газе, можно эффективно и продуктивно исключать путем механохимического превращения проскакивающих газов в углерод G при помощи механохимического способа согласно настоящему изобретению в присутствии активированного угля G, так что они больше не поступают в атмосферу, где они могли бы действовать как особенно сильные парниковые газы. Таким образом, может предотвращаться не только выброс парниковых газов при помощи механохимического

способа согласно настоящему изобретению, но и полученный уголь G можно использовать снова для измельчения.

Примеры 29 и 30

Разделение диоксида углерода на элементы - Эксперимент

Пример 29: Диоксид углерода, меченного C-13, на нормальном активированном угле

20 г активированного угля с типичным изотопным отношением 98,9% C-12 и 1,1% C-13 обрабатывали C-13-меченым диоксидом углерода (Sigma Aldrich 364592-1 л EU, 99 атом. % C-13) до насыщения в механической мельнице объемом 1 л в течение 12 часов при комнатной температуре. Активированный уголь сначала сушили при 110°C в течение 12 часов, а затем дегазировали под пониженным давлением. Пониженное давление было высоким вакуумом 10^{-3} гПа (мбар).

Затем уголь смешивали с 5 масс. % диоксида кремния и обрабатывали механохимически при комнатной температуре при 1200 об/мин в механической мельнице с 1 л помольной камерой с 1250 г шариков из хромистой стали диаметром 5 мм. Содержание C-13 в активированном угле затем определяли посредством масс-спектрометрии. Измерения показали, что присутствовало 3,4% C-13. Это означает, что 3,4 x 100 / 3,854 = 88,2% C-13 были включены в активированный уголь при измельчении.

Расчет:

1 литр C-13 CO_2 содержал 0,04461 моль C-13 CO_2

0,04461 моль с молярной массой M = 45 г/моль (O-16 = 99%) содержал n x M = m, m= 2,0076 г

Из этого 13/45 процентов будут превращаться в уголь с 100% степенью превращения. Это будет 0,579 г C-13.

Теоретическое воплощение 100% будет давать:

20 г активированного угля AK с 98,9% C-12 и 1,1% C-13

Что дает 0,006 г и 0,573 г

Выход 19,780 г активированного угля AK и 0,220 г с C-13 и 99% C-12

В общем: 19,786 г C-12 и 0,793 г C-13

В общем: 19,786 г + 0,793 г = 20,579 г

Что составляет 96,146% C-12 и 3,854% C-13

Ранее, массовое отношение в активированном угле AK = 98,9 C-12 / 1,1% C-13

После 100% адсорбции и превращения отношение в активированном угле AK будет 96,146% C-12 / 3,854% C-13.

Пример 30

Диоксид углерода, меченый 13-С на активированном угле, загруженном аммиаком

20 г активированного угля с типичным отношением изотопов 98,9% С-12 и 1,1% С-13 обрабатывали в механической мельнице с объемом 1 л в течение 12 часов при комнатной температуре с С-13-меченым диоксидом углерода (Sigma Aldrich 364592-1 л EU, 99 атом. % С-13) и таким же стехиометрическим количеством аммиака до насыщения. Активированный уголь сначала сушили при 110°С в течение 12 часов, а затем дегазировали под пониженным давлением. Пониженное давление было высоким вакуумом 10^{-3} гПа (мбар).

Затем уголь смешивали с 5 масс. % диоксида кремния и обрабатывали механохимически при комнатной температуре при 1200 об/мин в механической мельнице с 1 л помольной камерой с 1250 г шариков из хромистой стали диаметром 5 мм. Содержание С-13 в измельченном угле затем определяли посредством масс-спектрометрии. Измерения показали, что он содержал 3,4% С-13. Это означает, что 3,6 х 100 / 3,854 = 93,4% С-13 были включены в активированный уголь.

1 литр С-13 CO_2 содержал 0,04461 моль С-13 CO_2

0,04461 моль с молярной массой М = 45 г/моль (О-16 = 99%) содержал n x M = m, m= 2,0076 г

Из этого, 13/45 процентов будут превращаться в уголь с 100% степенью превращения. Это будет 0,579 г С-13.

Теоретическое воплощение 100% будет давать:

20 г активированного угля АК с 98,9% С-12 и 1,1% С-13

Что дает 0,006 г и 0,573 г

Выход 19,780 г активированного угля АК и 0,220 г с С-13 и 99% С-12

В общем: 19,786 г С-12 и 0,793 г С-13

В общем: 19,786 г + 0,793 г = 20,579 г

Что составляет 96,146% С-12 и 3,854% С-13

Ранее, массовое отношение в активированном угле АК = 98,9 С-12 / 1,1% С-13

После 100% адсорбции и превращения отношение в активированном угле АК будет 96,146% С-12 / 3,854% С-13.

Вывод:

В присутствии аммиака включение С-13 в активированный уголь значительно повышалось. Включение С-13 в активированный уголь было доказательством того, что диоксид углерода разделялся на элементы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Механохимический процесс дезактивации и/или исключения проблемных, синтетических, биогенных и биологических материалов (A), для расщепления фосфатов (B), для иммобилизации металлов и их соединений (C), для разделения диоксида углерода (D) на элементы и для извлечения ценных продуктов (E), отличающийся тем, что

(I) делают доступной в виде материала F для помола по меньшей мере одну жидкость F, по меньшей мере один раствор F, по меньшей мере одну суспензию F, по меньшей мере одну высокодисперсную смесь твердых веществ F и/или по меньшей мере один реактивный газ F, содержащий

- по меньшей мере один материал A, B, C и/или D и

- по меньшей мере один материал G, выбранный из группы, состоящей из чистого, высокодисперсного, каменного угля, частично пиролизованного угля, биоугля и активированного угля, загрязненного или пропитанного, высокодисперсного каменного угля, частично пиролизованного угля, биоугля и активированного угля, высокодисперсного лигнита и чистого и загрязненного или пропитанного, высокодисперсного источника угля, а также вышеуказанных, увлажненных материалов G, или, альтернативно, компоненты F и G делаются доступными отдельно друг от друга,

(II) подают по меньшей мере одну жидкость F, по меньшей мере один раствор F, по меньшей мере одну суспензию F, по меньшей мере одну высокодисперсную смесь твердых веществ F и/или по меньшей мере один реакционный газ F непрерывно или с перерывами в помольную камеру (1.1) по меньшей мере одной механической мельницы (1), или, альтернативно

(III) выливают компоненты A, B, C и/или D, а также G материала F для помола в помольную камеру (1.1) по меньшей мере одной механической мельницы (1) один за другим или одновременно, непрерывно или с перерывами, и

(IV) мелко измельчают их там с помощью средств (1.4) перемешивания, или перемещающихся мелющих тел (1.2), или валиков (1.4.6) при постоянной и/или переменной скорости вращения, после чего

(V) полученную по меньшей мере одну суспензию H по меньшей мере одного порошковидного продукта I и/или по меньшей мере одного порошковидного продукта I непрерывно или с перерывами отделяют от мелющих тел (1.2) или валиков (1.4.6) и отводят ее из помольной камеры (1.1), и

(VI) отделяют по меньшей мере один высокодисперсный, твердый продукт I от суспензии H, в результате чего по меньшей мере один перевариваемый, биологически доступный, растворимый материал проходит в жидкую среду как ценный продукт E, или

(VII) промывают по меньшей мере один перевариваемый, биологически доступный, растворимый материал E, присутствующий или все еще присутствующий в по меньшей мере одном высокодисперсном, твердом продукте I, с помощью по меньшей мере одной жидкой среды, или оставляют его по меньшей мере в одном продукте I в качестве продукта E до его дальнейшего использования, и/или

(VIII) рециркулируют по меньшей мере один промытый, высокодисперсный, твердый продукт I активированного угля G на стадию способа (I) и/или используют его как ценный продукт E где-нибудь в другом месте, и/или

(IX) хранят по меньшей мере один высокодисперсный, твердый продукт I, который содержит по меньшей мере один иммобилизированный металл C и/или по меньшей мере его одно соединение C, до его повторного использования в качестве ценного продукта E или удаляют его, и/или

(X) отделяют полученный элементарный азот и/или кислород.

2. Механохимический процесс по п. 1, отличающийся тем, что по меньшей мере один перевариваемый материал E, который растворим в жидкой среде, выбирают из группы, состоящей из солей лития, натрия и калия, и солей магния и кальция, и биологически доступных фосфатов B; и/или по меньшей мере один иммобилизированный материал C выбирают из группы, состоящей из элементов основной группы, переходных металлов, лантаноидов и актиноидов C и их соединений C.

3. Механохимический процесс по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что по меньшей мере один твердый, высокодисперсный продукт I представляет по меньшей мере один ценный продукт E, выбранный из группы, состоящей из активированных углей G, которые возвращают на стадию способа (I) или используют иным образом, по меньшей мере одного фосфатсодержащего удобрения E, которое вносят в земли сельскохозяйственного назначения, по меньшей мере одного безопасно хранящегося материала E, содержащего по меньшей мере один иммобилизированный металл C и/или по меньшей мере одно из его соединений C, или по меньшей мере одного гетерогенного катализатора E на основе по меньшей мере одного иммобилизированного металла C и/или по меньшей мере одного из его соединений C.

4. Механохимический процесс по любому из пп. 1-3, отличающийся тем, что плазма присутствует при измельчении в помольной камере (1.1) мельниц (1).

5. Механохимический процесс по п. 4, отличающийся тем, что плазмы генерируются путем образования трибоплазмы посредством газового разряда, горячих точек, электростатического заряда, выброса экзоэлектронов, триболюминесценции, дефектов кристаллической решетки, разрыва, смещений, колебаний кристаллической решетки, образования трещин, процессов резания, сжатия, шлифования, истирания, высоких давлений, трения, метастабильных состояний и горячих точек из-за столкновения твердых тел и/или трения твердых тел друг о друга, а также из-за каталитически активных и/или пьезоэлектрических частиц и покрытий на мелющих телах (1.2), и/или стенках помольной камеры (1.1), и/или на средствах перемешивания (1.4), и/или в помольной камере (1.1) механических мельниц (1), излучения фокусированного лазера, электронной эмиссии, радиоактивного излучения, рентгеновского излучения, УФ-излучения, ИК-излучения, микроволнового излучения, ультразвука, химических и ядерных реакций, электростатических полей, электромагнитных полей, постоянного напряжения, емкостного электрического возбуждения, взрывов проводов, газовых разрядов, дуг, искровых разрядов, разрядов вакуумных искр, циклотронного резонанса, емкостный разряд в стеклянной трубке и пинч-эффекта.

6. Механохимический процесс по п. 5, отличающийся тем, что пьезоэлектрические частицы и/или покрытия на мелющих телах (1.2), ведущих валах (3), стенках помольной камеры (1.1), и/или средствах (1.4) перемешивания, и/или в помольной камере (1.1) механических мельниц (1) выбирают из группы, состоящей из углерода, кварца, стекловидного титаната бария (BTO), цирконата-титаната свинца (PZT), ниобата свинца-магния (PMN), ортофосфата галлия, берлинита, турмалина, сегнетовой соли, пьезоэлектрических тонких слоев оксида цинка, нитрида алюминия, нитрида кремния, карбида кремния, оксида алюминия, оксида циркония и нитрида титана, поливинилиденфторида (PVDF) и ферроэлектрической, поликристаллической керамики, а каталитически активные частицы и/или покрытия на мелющих телах (1.2), стенках помольной камеры (1.1), ведущих валах (3), и/или на средствах (1.4) перемешивания, и/или в помольной камере (1.1) механических мельниц (1) выбирают из группы, состоящей из металлов, сплавов металлов, соединений металлов и микропористых материалов.

7. Механохимический процесс по любому из пп. 1-6, отличающийся тем, что по меньшей мере один материал A выбирают из группы, состоящей из натуральных, синтетических, биогенных и биологических материалов, которые являются экологически проблемными, сильно пахнущими, токсичными, легковоспламеняющимися, окисляющимися, радиоактивными, источниками углерода и/или взрывчатыми

материалами, их смесями и их отходами, а также загрязненными каменными углями, биоуглями, активированными углями и источниками углерода.

8. Механохимический процесс по любому из пп. 1-7, отличающийся тем, что измельчение по меньшей мере одного материала F для помола проводят при температуре мелющих тел (1.2) и по меньшей мере одного материала F для помола от -273°C до +1200°C.

9. Механохимический процесс по п. 8, отличающийся тем, что температуры в горячих точках и в плазме составляют до 15000°C.

10. Механохимический процесс по любому из пп. 1-9, отличающийся тем, что массовое отношение (Y) = (A, B, C и/или D):(G) в смеси F для перетира составляет от 0,01 до 1012.

11. Применение электродвигателя, содержащего компонент-электромашину по меньшей мере с одной намоткой для генерирования магнитного поля, который содержит по меньшей мере один волновод, который имеет кожух и внутреннюю полость, через которую может проходить хладагент, причем намотка имеет два конца, на которых подключается электрическое рабочее напряжение, и где

- волноводы являются круглыми трубками и имеют наружный диаметр в диапазоне от 1 мм до 4 мм,

- каждый из концов намотки служит в качестве впускного отверстия для хладагента или выпускного отверстия для хладагента, и

- концы намотки соединены с соединительным элементом, который имеет впускное отверстие для хладагента или выпускное отверстие для хладагента, несколько соединительных элементов для волноводов для присоединения волноводов, канал распределения, по которому хладагент подается по меньшей мере в один волновод, и/или содержит коллекторный канал, в котором хладагент, выходящий по меньшей мере из одного волновода, направляется в выпускное отверстие для хладагента соединительного элемента,

в качестве привода для механических мельниц для механохимических процессов.

12. Механическая мельница (1), содержащая по меньшей мере один вращающийся или стационарный механохимический реактор и волновод (1.1), содержащий вращающийся или стационарный барабан (1.5) с помольной камерой (1.1) с по меньшей мере одним впускным отверстием (1.5.1) для продукта (F; 1.3) помола, по меньшей мере одним выпускным отверстием (1.5.2) для продукта I помола и большим количеством стационарных или вращающихся средств перемешивания (1.4), где

- барабан (1.5) вращающегося механохимического реактора и волновода (1.1) имеет дискообразную вертикальную стенку (1.5.3) барабана, которая в центре соединена с вращающимся ведущим валом (3), который может приводиться в движение двигателем (4), и

- барабан (1.5) зафиксированного механохимического реактора и волновода (1.1) имеет средства (1.4) перемешивания, вращающиеся с помощью ведущего вала (3) для перемешивания мелющих тел (1.2) и материала (1.3) для помола или вращающихся валиков, выровненных в продольном направлении барабана (1.5) (1.4.6), причем ведущий вал (3) приводится в движение двигателем (4) и направляется через дискообразную вертикальную стенку (1.5.3) барабана через втулку (1.5.3.1),

- средства (1.4) перемешивания выбирают из группы, состоящей из ударных дисков (1.4.2), ударных отверстий (1.4.3), хлопающих или ударных бит (1.4.4) и хлопающих или ударных лопастей (1.4.5), имеющих ударные отверстия (1.4.2.2), хлопающие или ударные ребра (1.4.2.4), профили (1.4.3.2) с выступами и впадинами, соединительными ребрами (1.4.4.2) и ударными телами (1.4.4.3), симметрично расположенными на ведущем валу (3), и причем

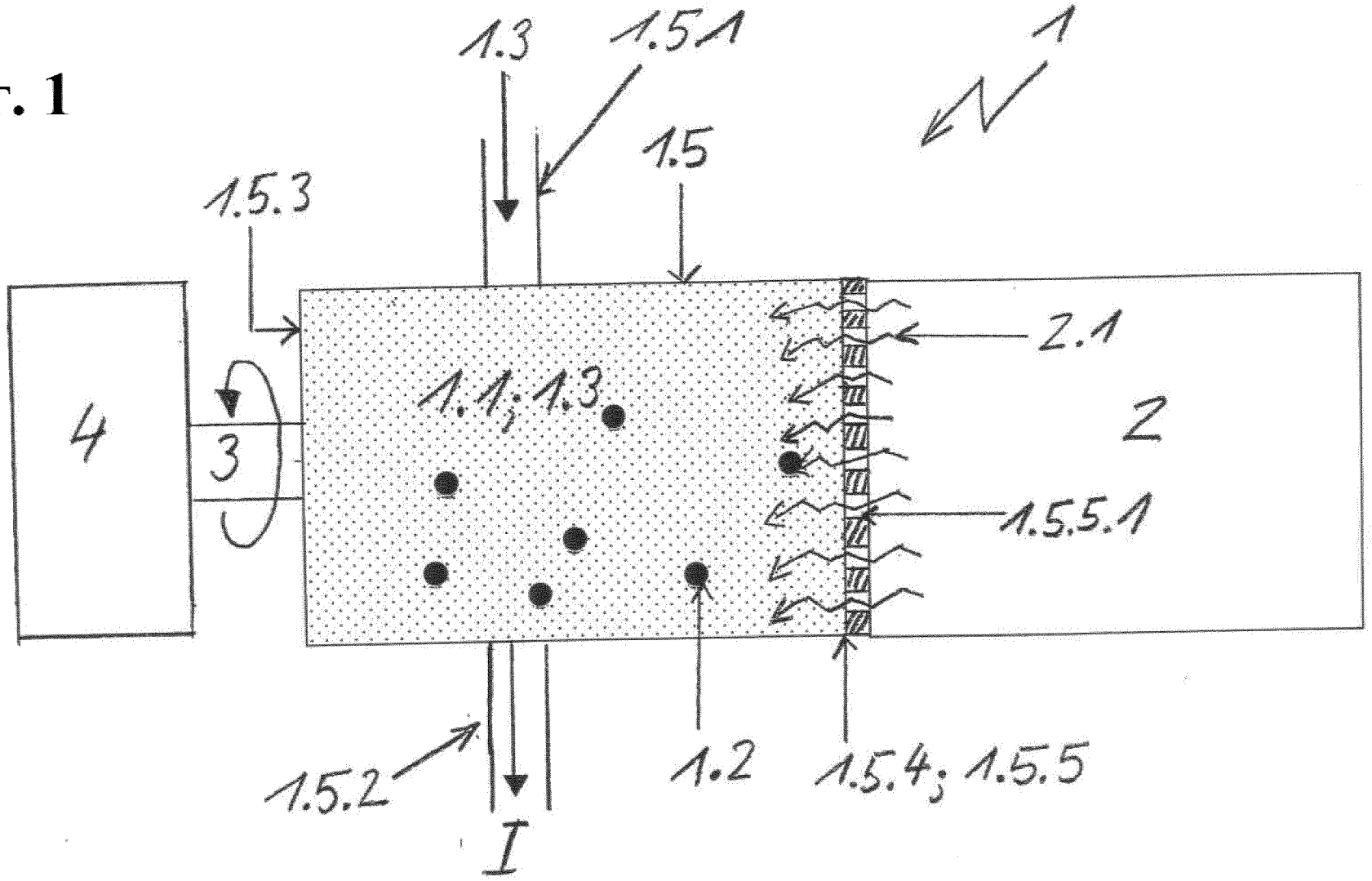
- вращающиеся валики (1.4.6) могут вращаться в противоположных направлениях (1.4.6.1) вращения, и их оси вращения (1.4.6.4) параллельны друг другу или имеют угол (1.4.6.5) наклона, или могут вращаться относительно абразивной поверхности (1.4.6.3).

13. Механохимическая мельница (1) по п. 12, отличающаяся тем, что мельница (1) имеет средства (1.4) перемешивания одинакового типа и/или по меньшей мере двух различных типов средств (1.4) перемешивания, причем средства (1.4) перемешивания выбраны из группы, состоящей из ударных дисков (1.4.2), ударных пропеллеров (1.4.3), ударных бит (1.4.4) и хлопающих или ударных ребер (1.4.5), причем ударные отверстия (1.4.2.2), хлопающие или ударные ребра (1.4.2.4), профили (1.4.3.2) с выступами и впадинами, соединительные ребра (1.4.4.2) и ударные тела (1.4.4.3) симметрично расположены на ведущем валу (3), причем средства (1.4) перемешивания, рассматриваемые в направлении ведущего вала (3), совпадают и/или находятся в зазоре.

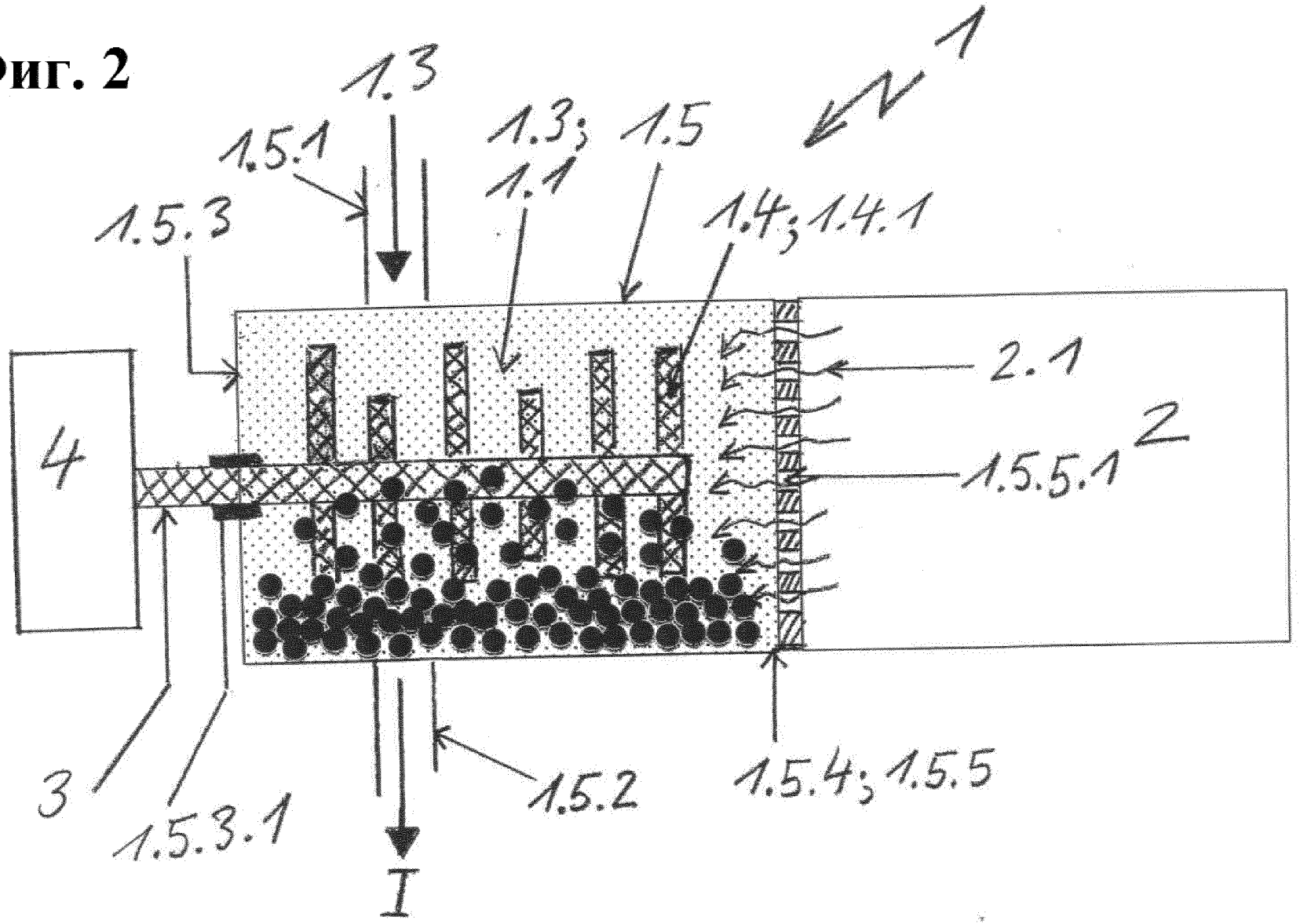
14. Механическая мельница (1) по п. 12 или п. 13, отличающаяся тем, что стенка (1.5.4) барабана как стационарного, так и вращающегося механохимического реактора и волновода (1.1), противоположная дискообразной вертикальной стенке (1.5.3) барабана, снабжается одним ударопрочной решеткой или окном (1.5.5), которое проницаемо для электромагнитного излучения и/или корпускулярного излучения (2.1) и которое отделяет механохимический реактор и волновод (1.1) по меньшей мере от одного источника (2) излучения.

15. Механохимическая мельница (1) по любому из пп. 12-14, отличающаяся тем, что помольная камера (1.1) имеет по меньшей мере две сферические помольные камеры (1.1.1), расположенные одна за другой, которые образованы по меньшей мере одним круглым сужением (1.1.2), причем ведущий вал (3) проходит по центру через сечение сферических помольных камер (1.1.1) и круглые сужения (1.1.2), и размеры средств (1.4) перемешивания приспособлены к периодически изменяющемуся диаметру помольных камер (1.1.1).

Фиг. 1

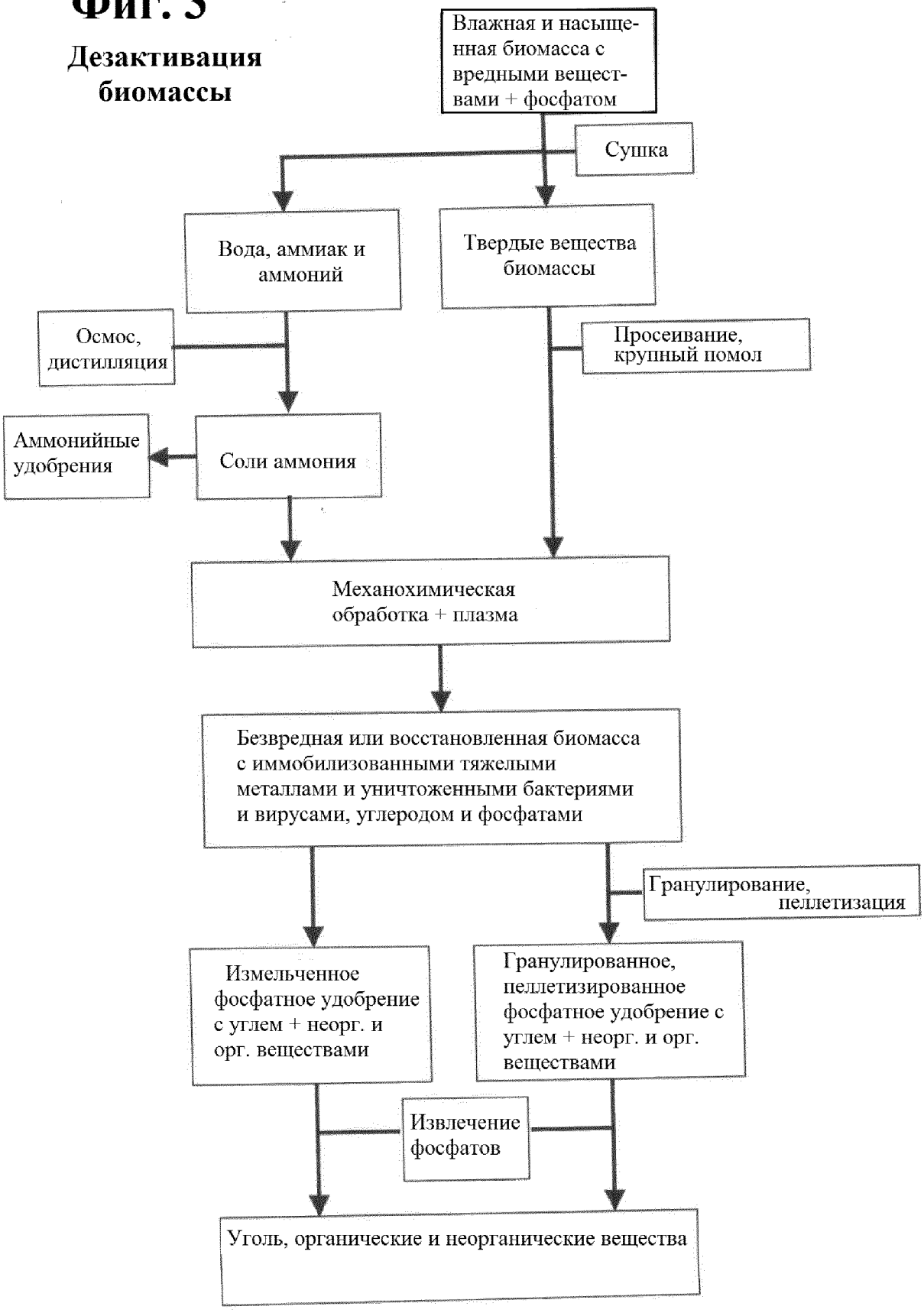


Фиг. 2



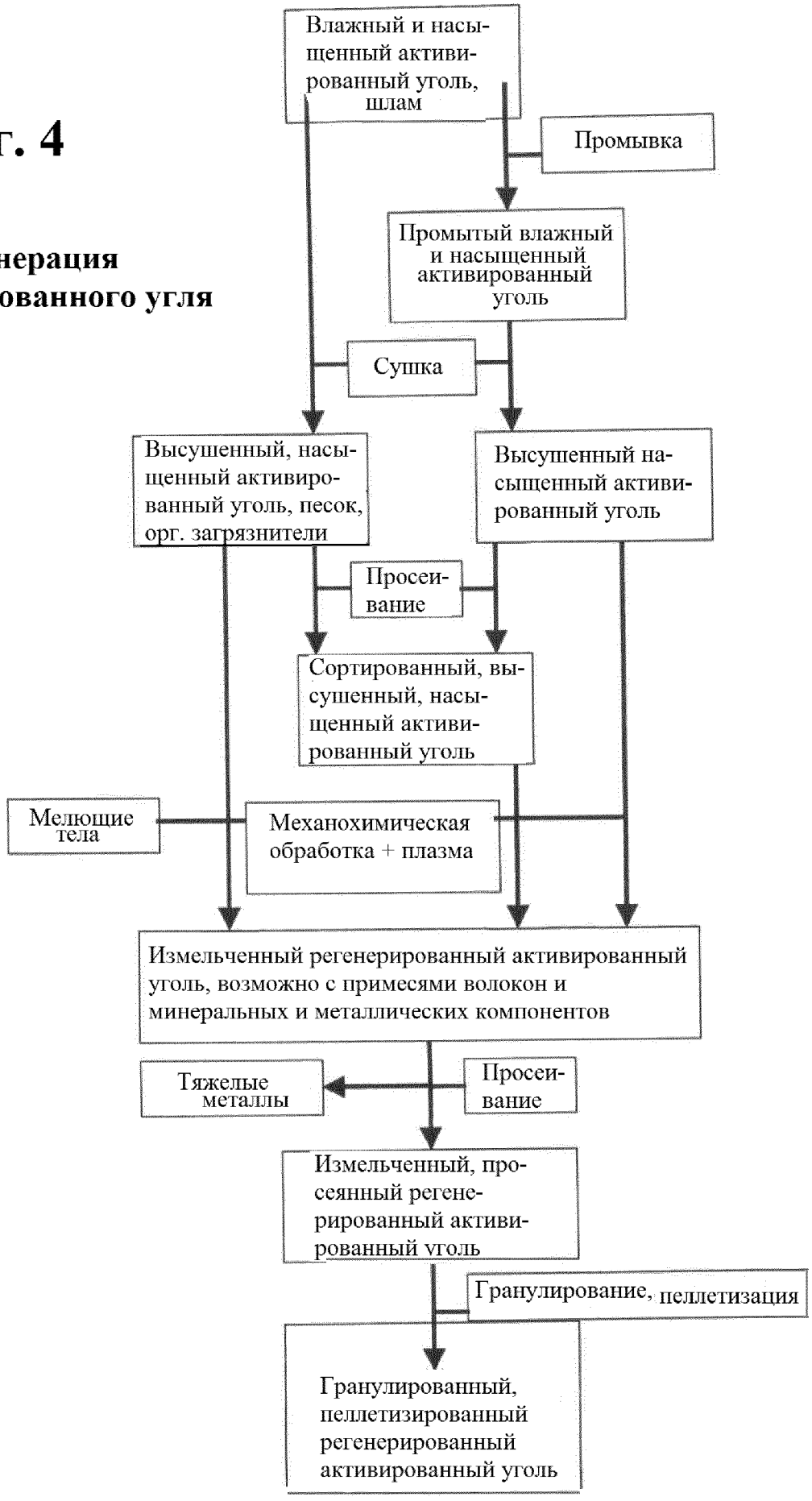
Фиг. 3

Дезактивация биомассы

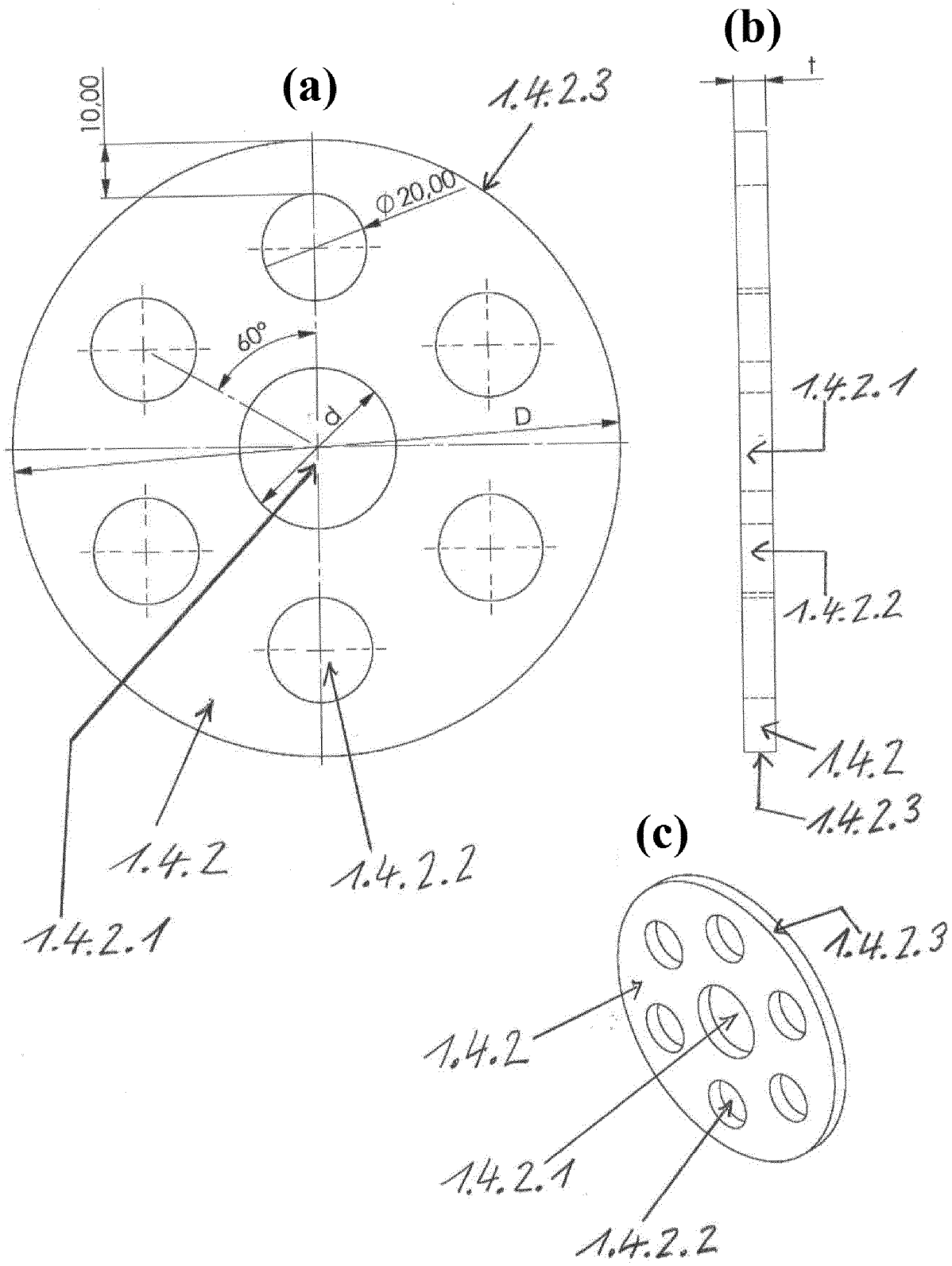


Фиг. 4

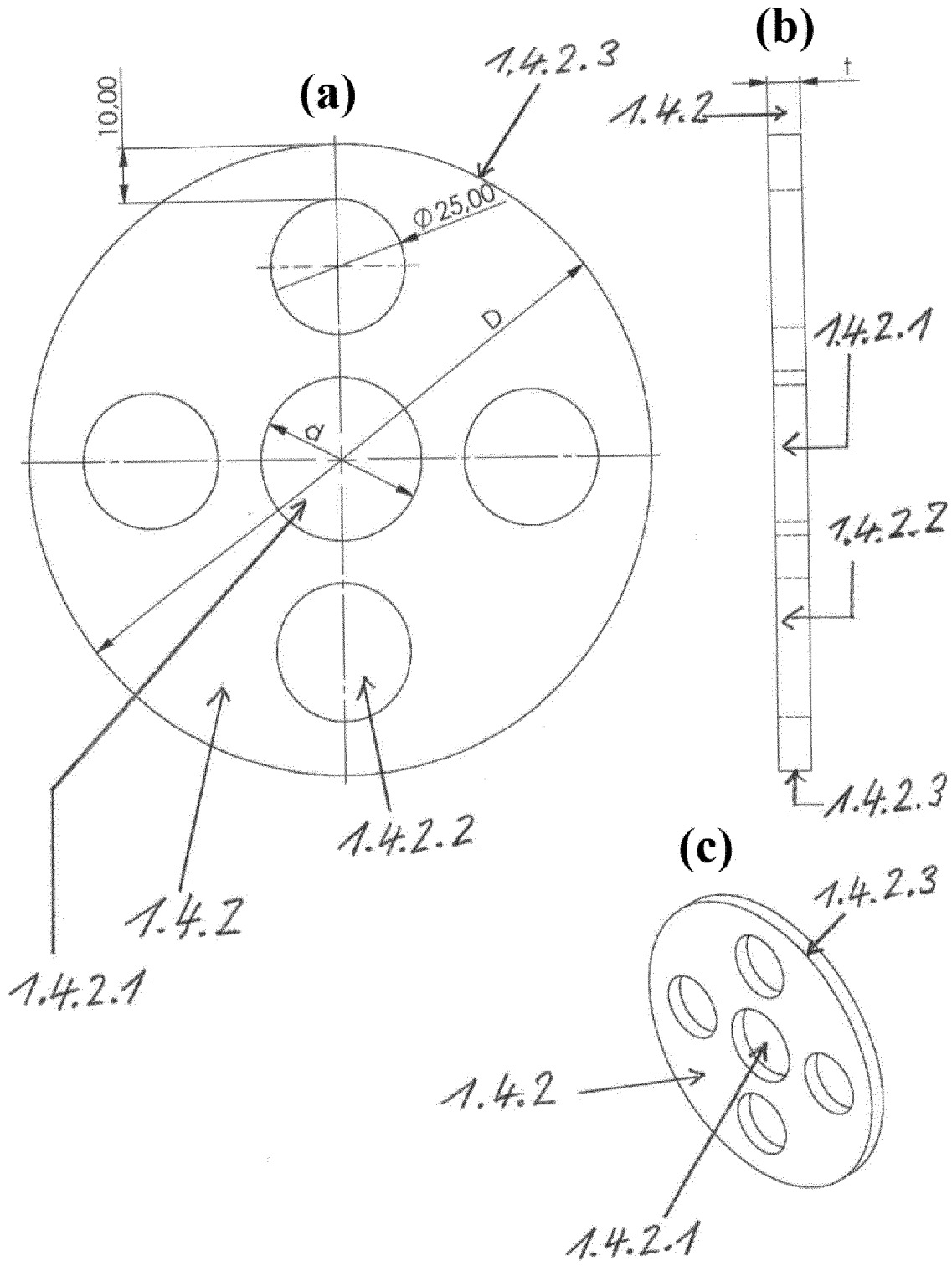
Регенерация активированного угля

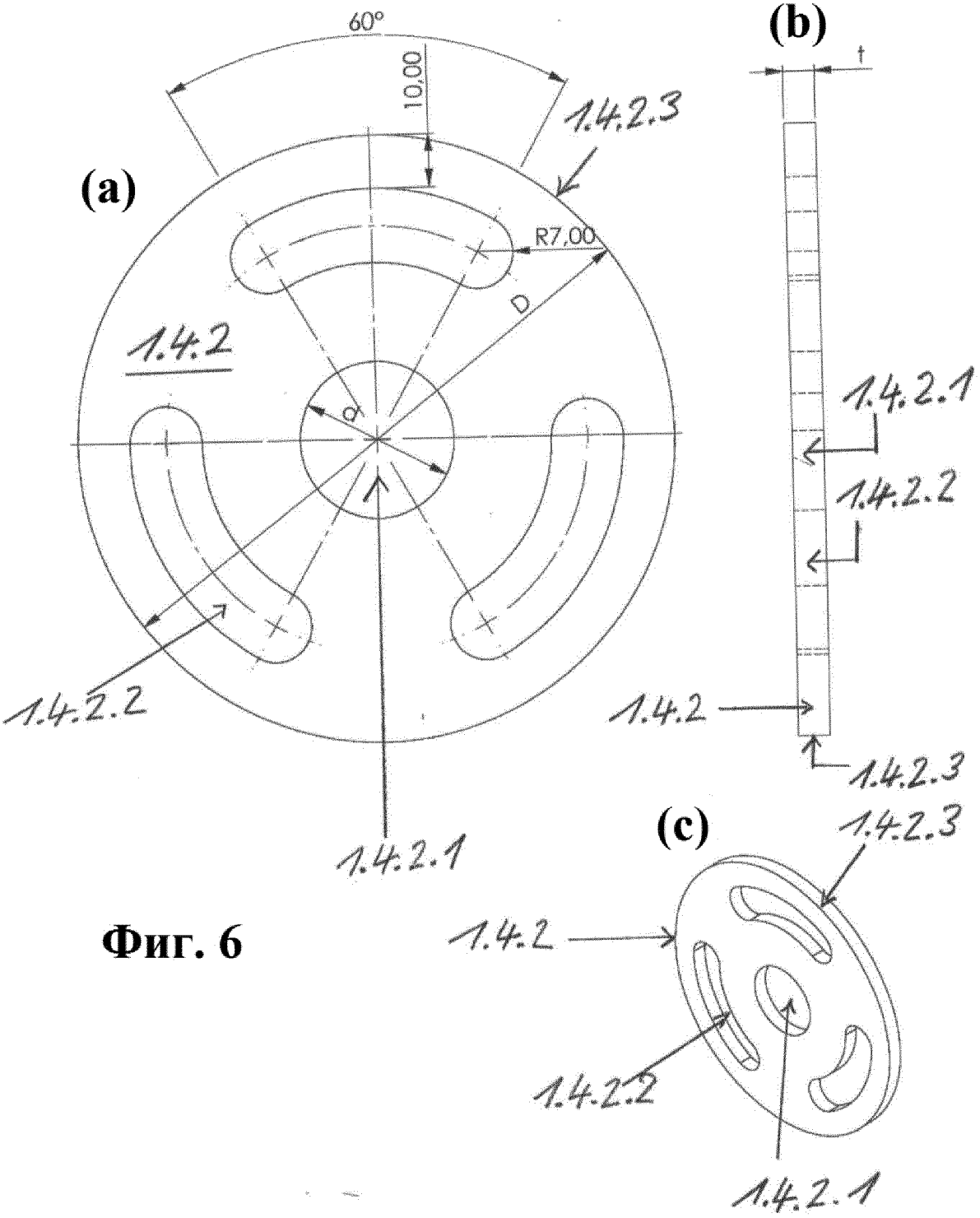


Фиг. 5-1


(a)
10,00
1.4.2.3
Ø20,00
60°
d
D
1.4.2
1.4.2.2
1.4.2.1
(b)
t
1.4.2.1
1.4.2.2
1.4.2
1.4.2.3
(c)
1.4.2.3
1.4.2
1.4.2.1
1.4.2.2

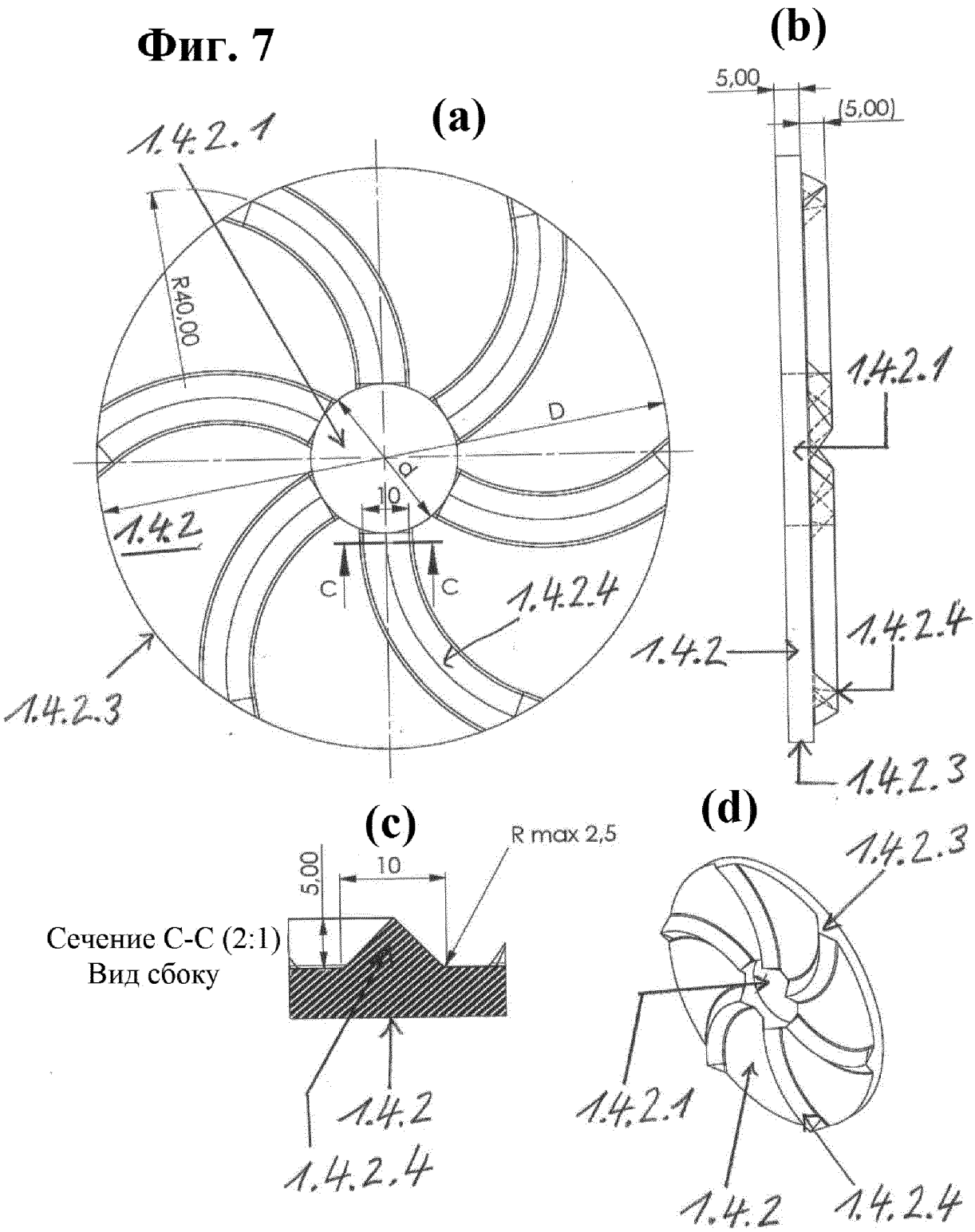
Фиг. 5-2


(a)
10,00
1.4.2.3
Ø25,00
D
d
1.4.2.2
1.4.2
1.4.2.1
(b)
t
1.4.2
1.4.2.1
1.4.2.2
1.4.2.3
(c)
1.4.2.3
1.4.2
1.4.2.1

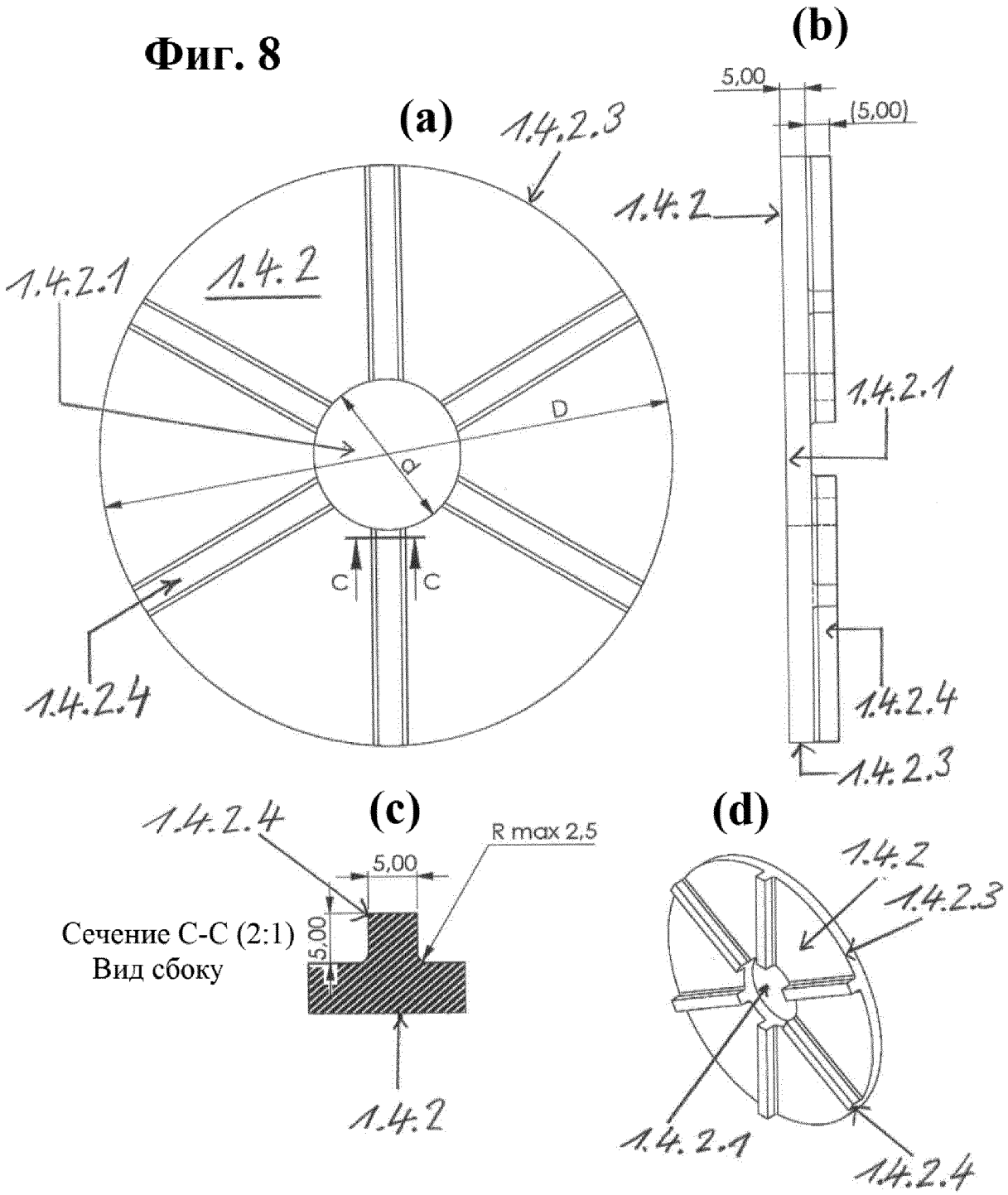

(a)
60°
10,00
1.4.2.3
R7,00
D
d
1.4.2
1.4.2.2
1.4.2.1
(b)
t
1.4.2.1
1.4.2.2
1.4.2
1.4.2.3
(c)
1.4.2.3
1.4.2
1.4.2.2
1.4.2.1

Фиг. 6

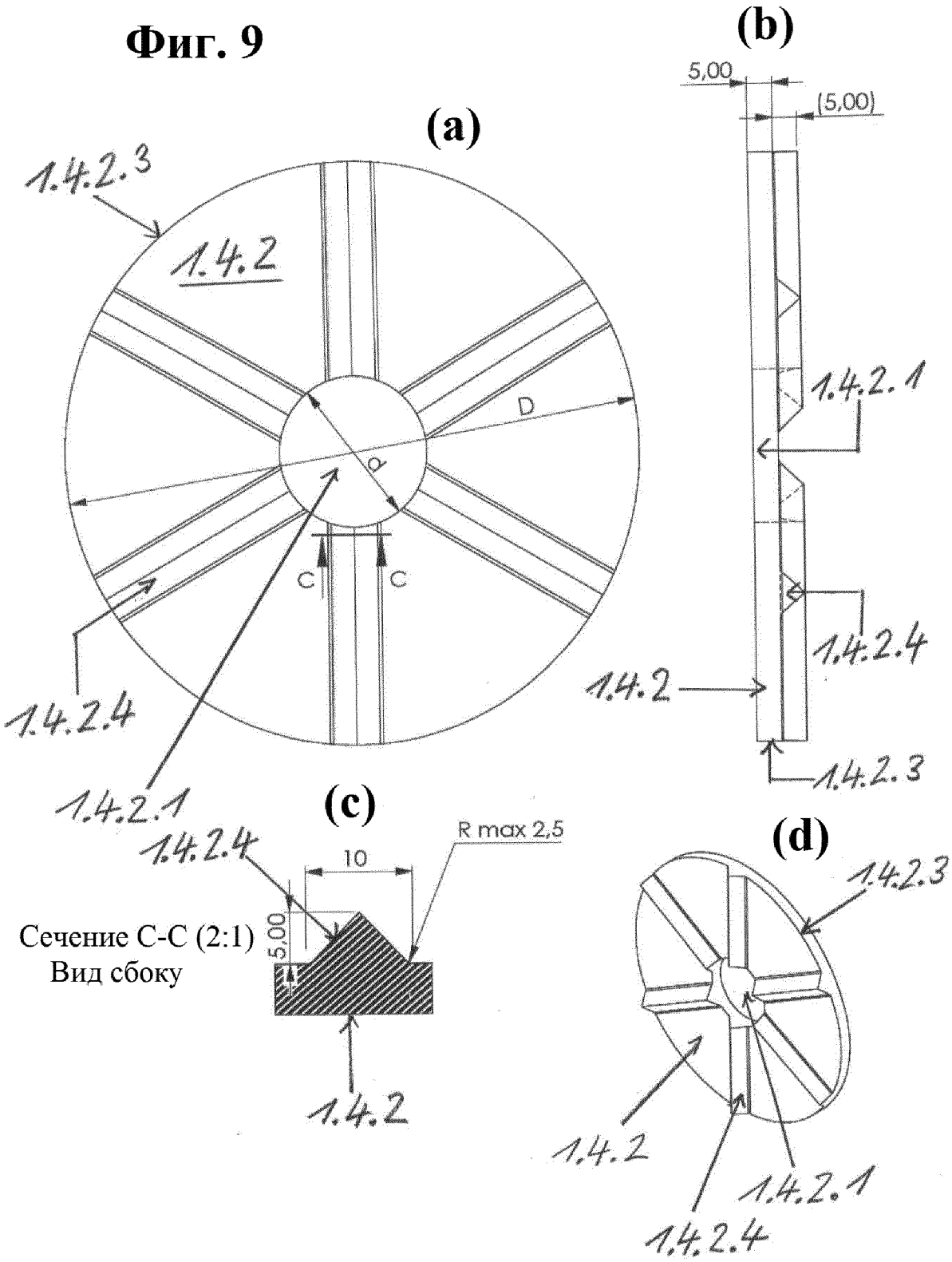
Фиг. 7


(a)
1.4.2.1
R40,00
D
a
10
1.4.2
C
C
1.4.2.4
1.4.2.3
(b)
5,00
(5,00)
1.4.2.1
1.4.2
1.4.2.4
1.4.2.3
(c)
R max 2,5
5,00
10
Сечение C-C (2:1)
Вид сбоку
1.4.2
1.4.2.4
(d)
1.4.2.3
1.4.2.1
1.4.2
1.4.2.4

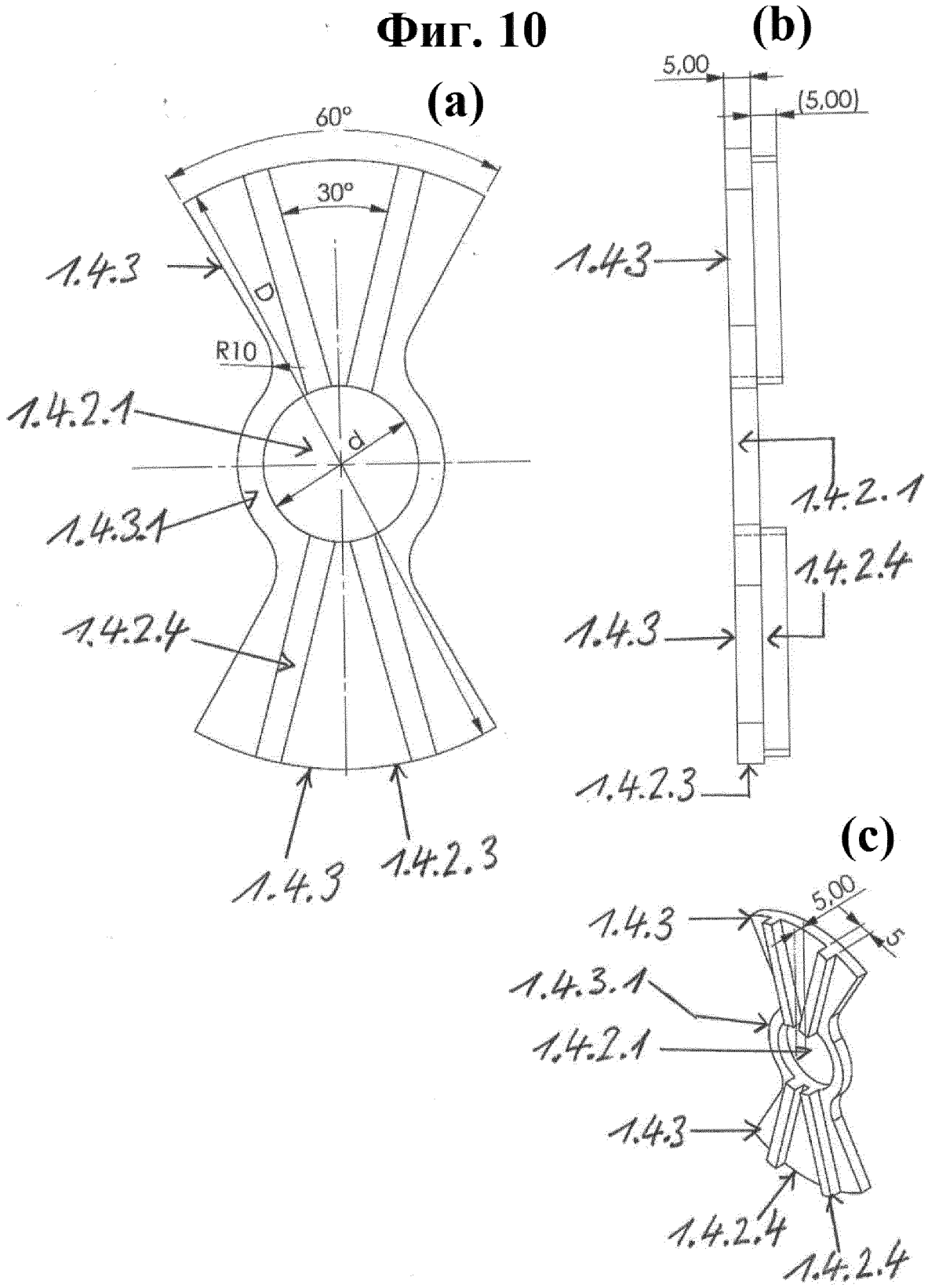
Фиг. 8


(a)
1.4.2.3
1.4.2.1
1.4.2
D
d
C
C
1.4.2.4
(b)
5,00
(5,00)
1.4.2
1.4.2.1
1.4.2.4
1.4.2.3
(c)
1.4.2.4
5,00
R max 2,5
5,00
Сечение C-C (2:1)
Вид сбоку
1.4.2
(d)
1.4.2
1.4.2.3
1.4.2.1
1.4.2.4

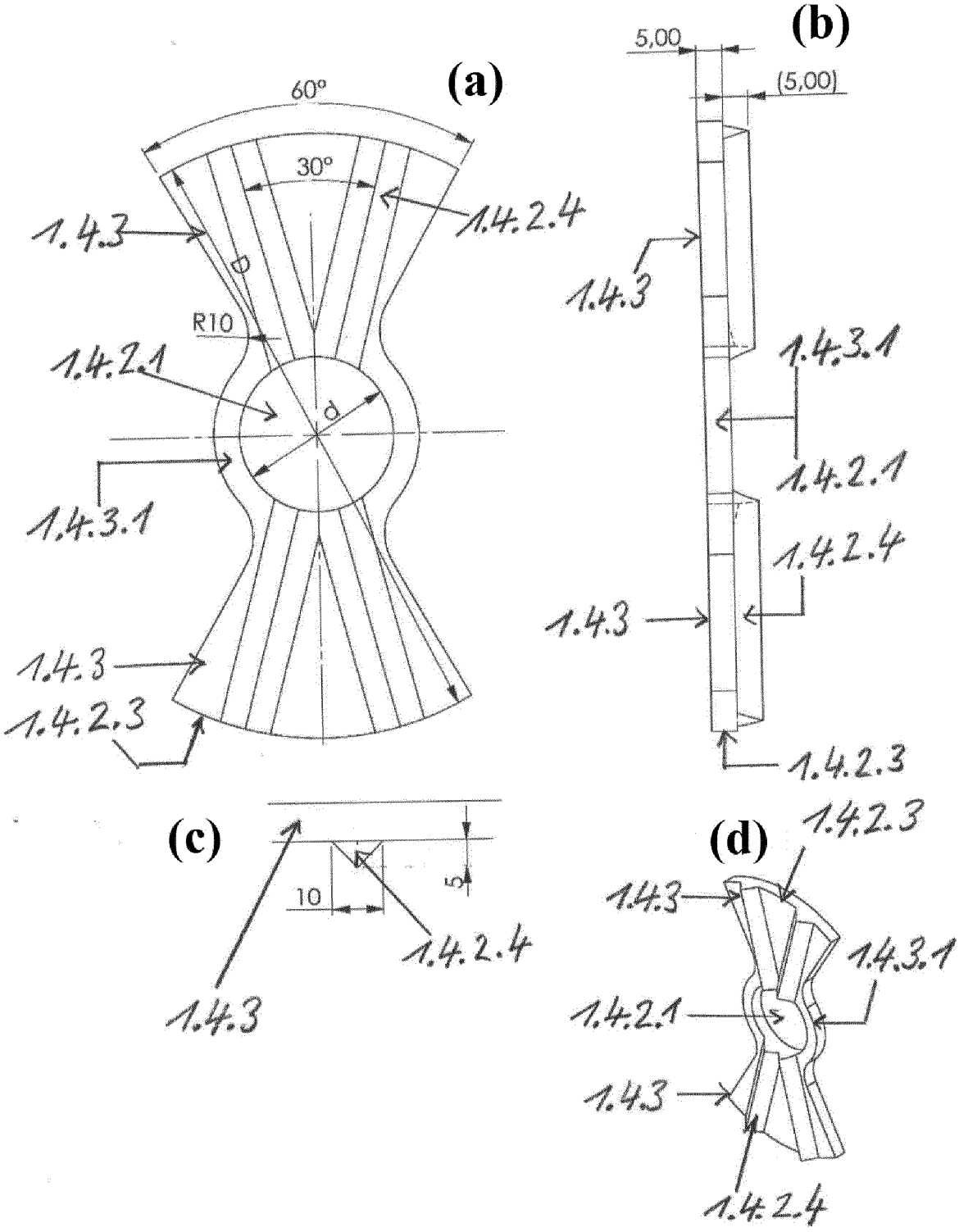
Фиг. 9


(a)
1.4.2.3
1.4.2
D
C
C
1.4.2.4
1.4.2.1
(b)
5,00
(5,00)
1.4.2.1
1.4.2.4
1.4.2
1.4.2.3
(c)
1.4.2.4
10
R max 2,5
5,00
Сечение C-C (2:1)
Вид сбоку
1.4.2
(d)
1.4.2.3
1.4.2
1.4.2.1
1.4.2.4

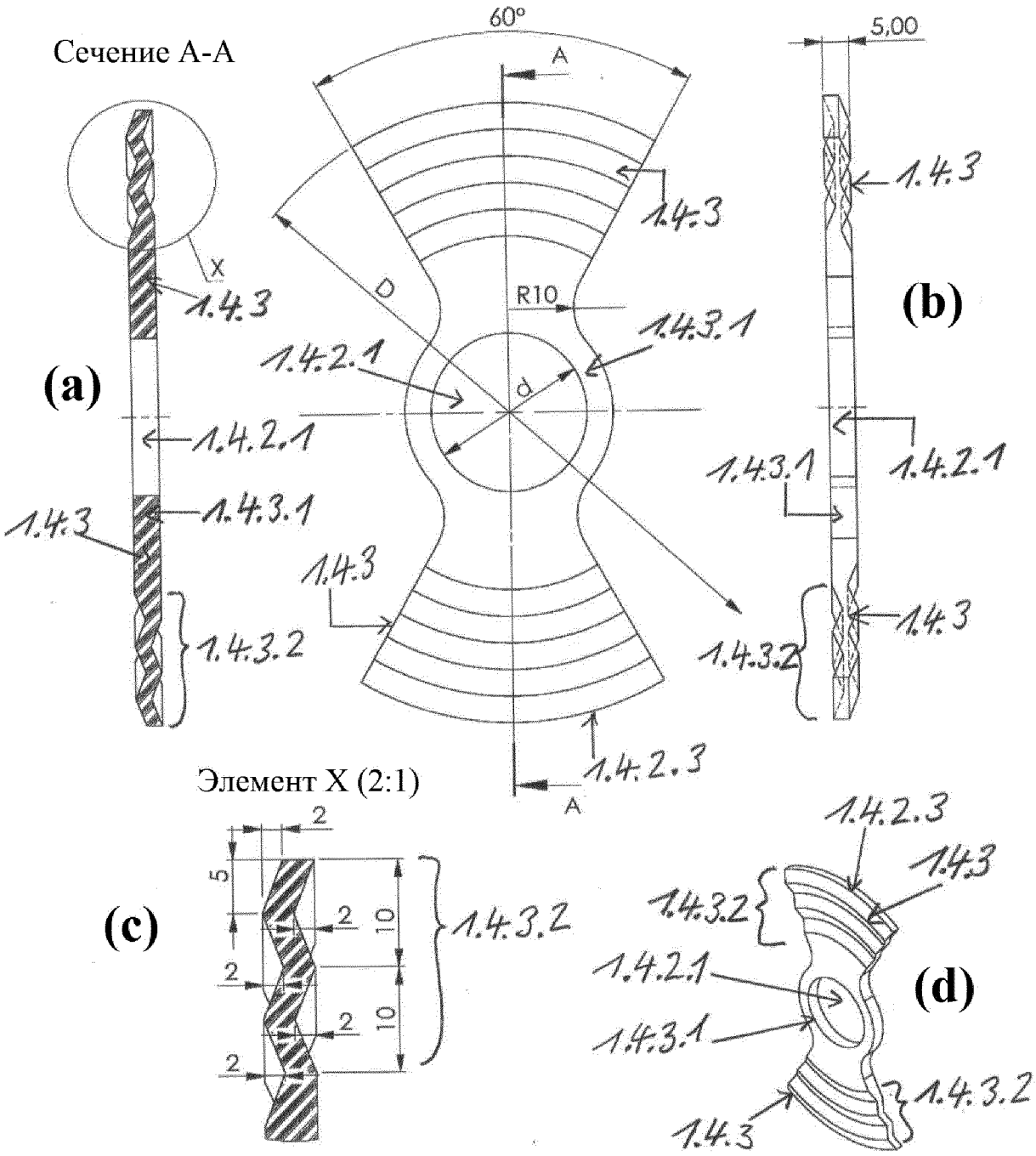
Фиг. 10


(a)
60°
30°
1.4.3
D
R10
1.4.2.1
d
1.4.3.1
1.4.2.4
1.4.3
1.4.2.3
(b)
5,00
(5,00)
1.4.3
1.4.2.1
1.4.2.4
1.4.3
1.4.2.3
(c)
1.4.3
5,00
5
1.4.3.1
1.4.2.1
1.4.3
1.4.2.4
1.4.2.4

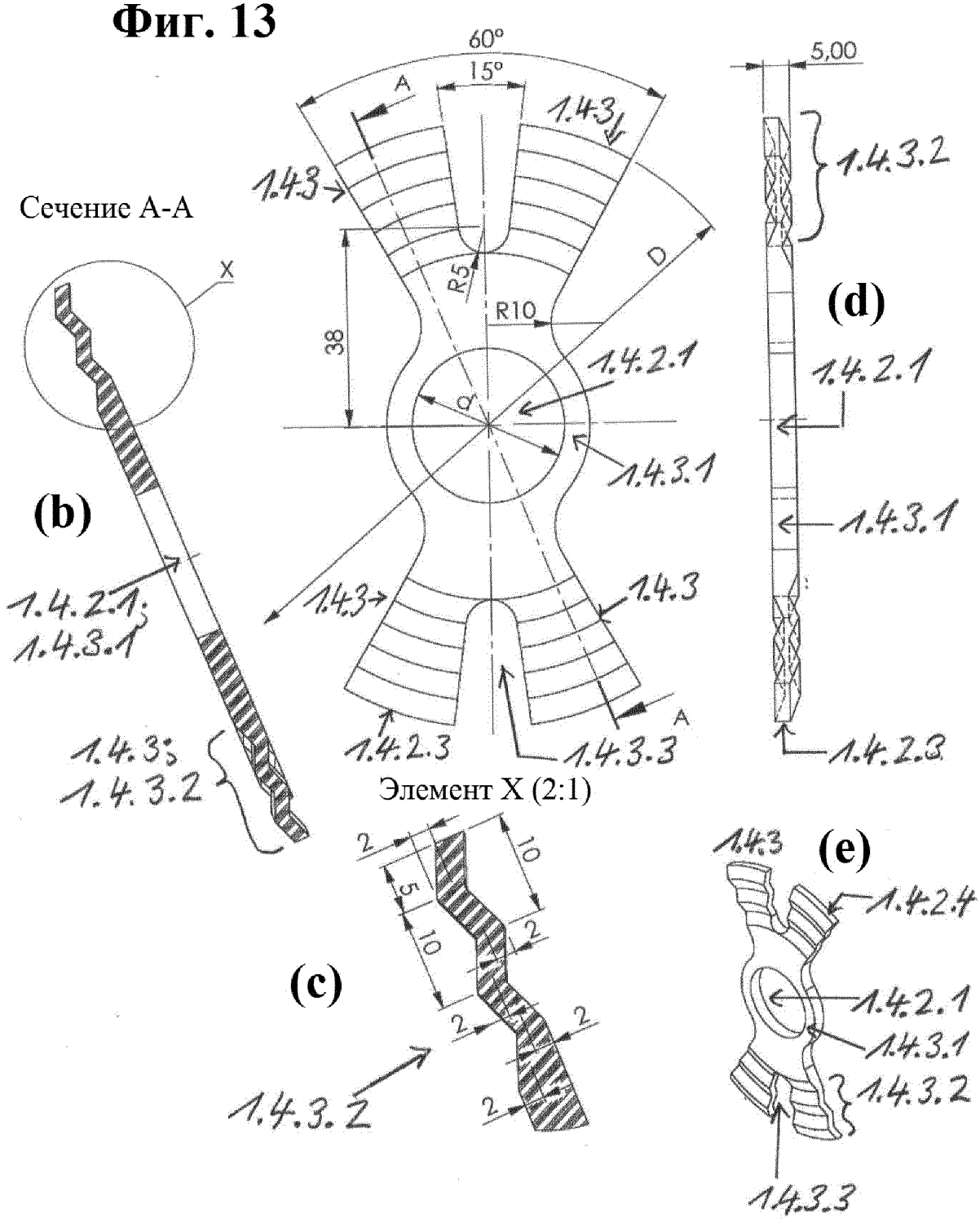
Фиг. 11


(a)
60°
30°
1.4.3
1.4.2.4
D
R10
1.4.2.1
d
1.4.3.1
1.4.3
1.4.2.3
(b)
5,00
(5,00)
1.4.3
1.4.3.1
1.4.2.1
1.4.2.4
1.4.3
1.4.2.3
(c)
10
5
1.4.2.4
1.4.3
(d)
1.4.2.3
1.4.3
1.4.3.1
1.4.2.1
1.4.3
1.4.2.4

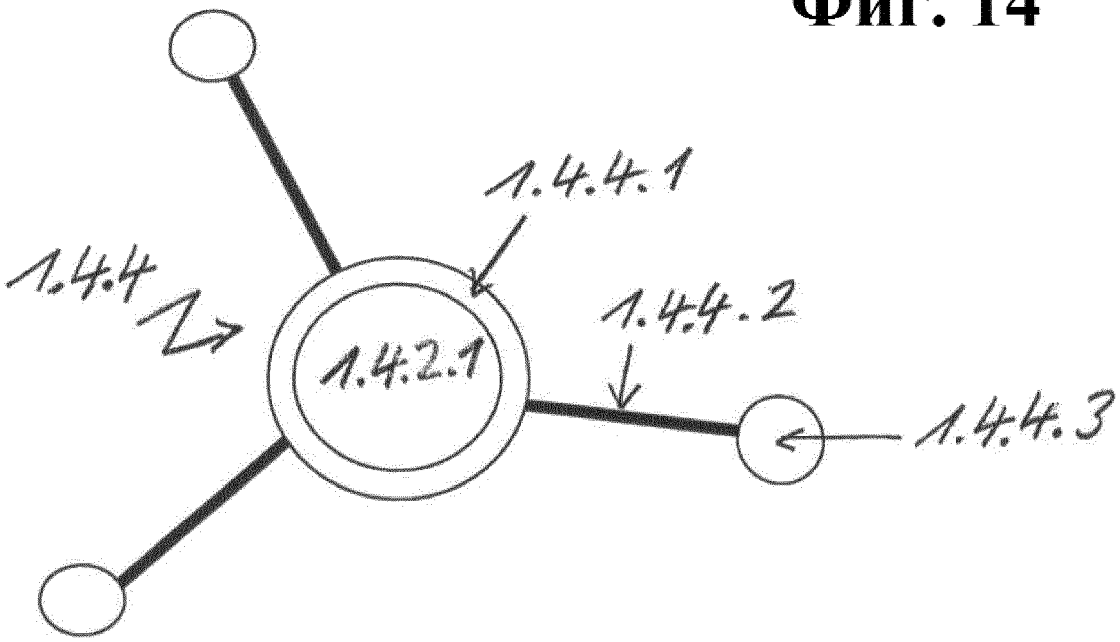
Фиг. 12


Сечение А-А
60°
A
1.4.3
X
1.4.3
D
R10
1.4.3.1
1.4.2.1
d
(a)
1.4.2.1
1.4.3.1
1.4.3
1.4.3.2
1.4.3
1.4.2.3
A
5,00
1.4.3
(b)
1.4.3.1
1.4.2.1
1.4.3.2
1.4.3
Элемент X (2:1)
(c)
2
5
2
10
2
10
2
2
1.4.3.2
1.4.2.3
1.4.3
1.4.3.2
1.4.2.1
(d)
1.4.3.1
1.4.3.2
1.4.3

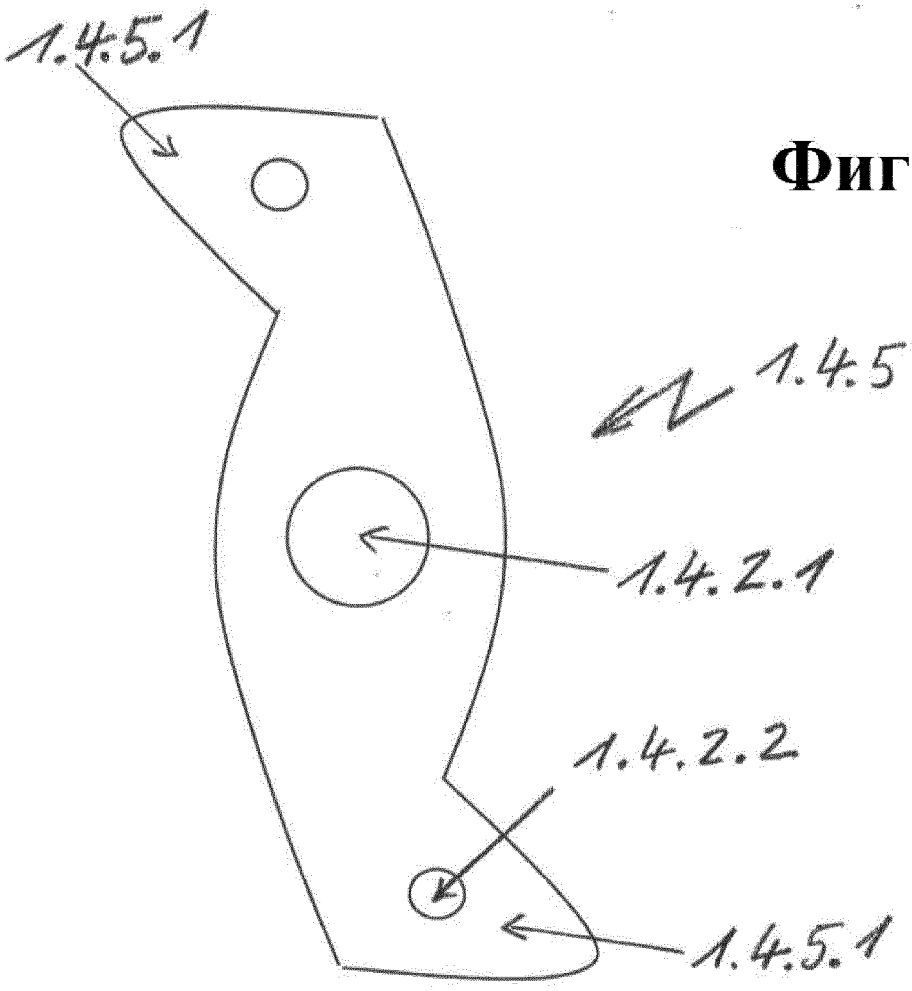
Фиг. 13

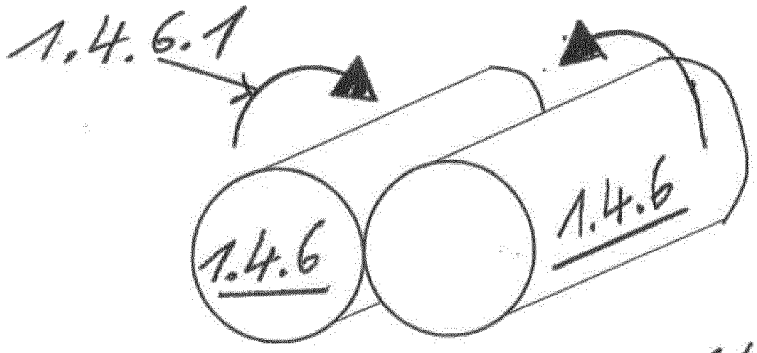

Сечение А-А
60°
15°
A
1.4.3
1.4.3
R5
R10
D
38
α
1.4.2.1
1.4.3.1
1.4.3
1.4.3
1.4.2.3
1.4.3.3
A
X
(b)
1.4.2.1;
1.4.3.1
1.4.3;
1.4.3.2
Элемент X (2:1)
(c)
2
10
5
10
2
2
2
2
2
1.4.3.2
5,00
(d)
1.4.3.2
1.4.2.1
1.4.3.1
1.4.2.3
1.4.3
(e)
1.4.2.4
1.4.2.1
1.4.3.1
1.4.3.2
1.4.3.3

Фиг. 14

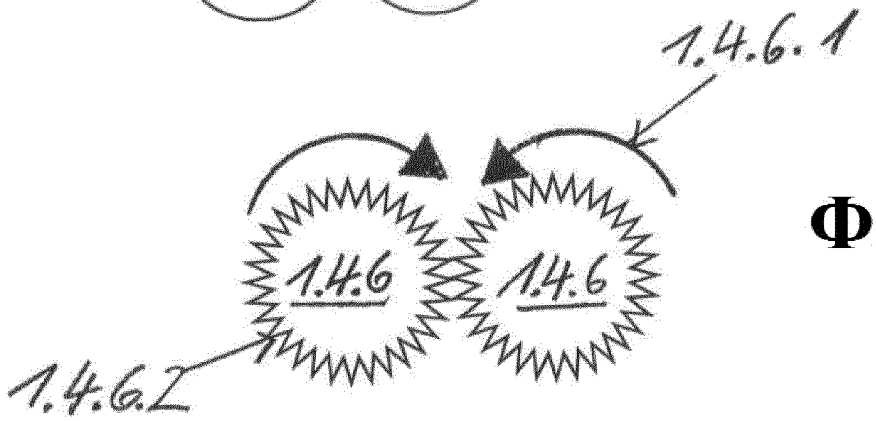


Фиг. 15

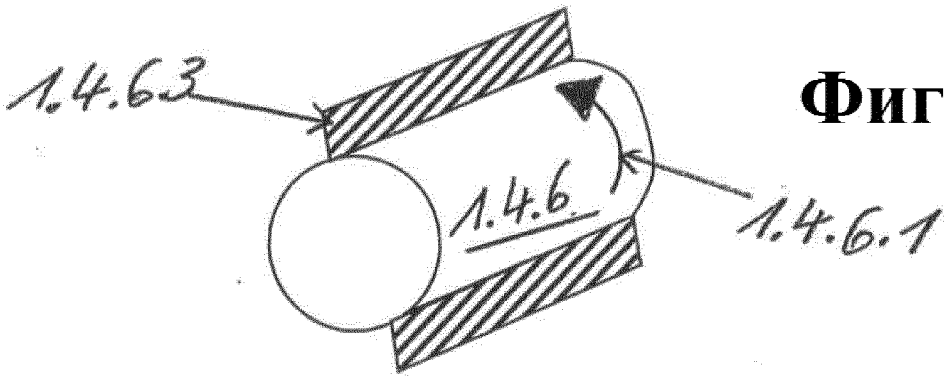




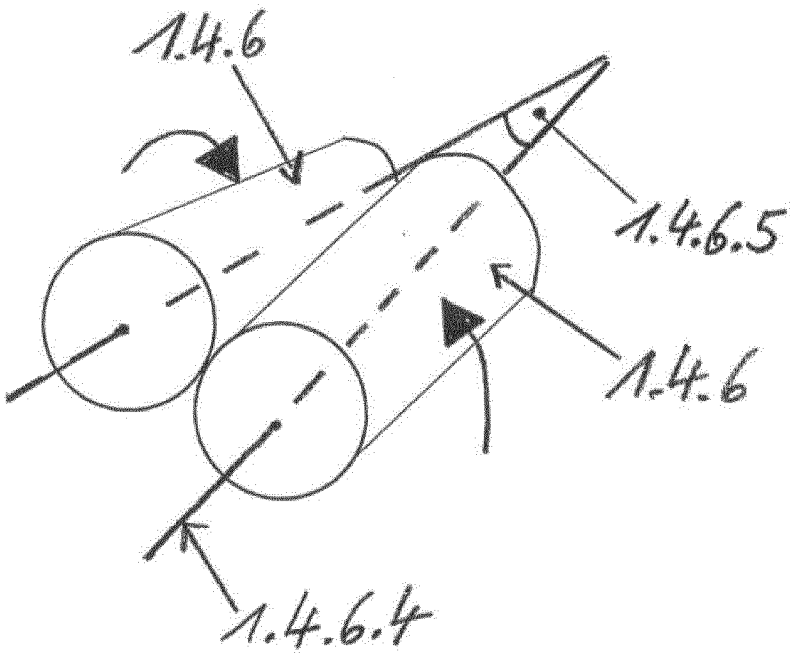
Фиг. 17



Фиг. 18

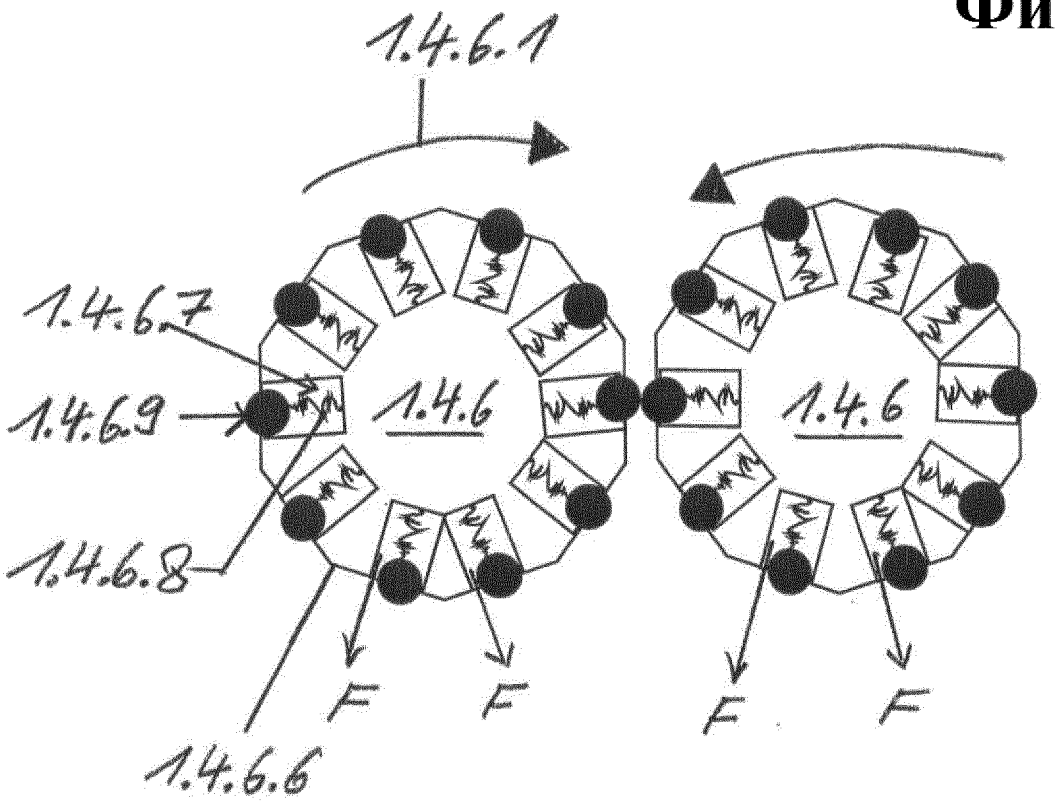


Фиг. 19

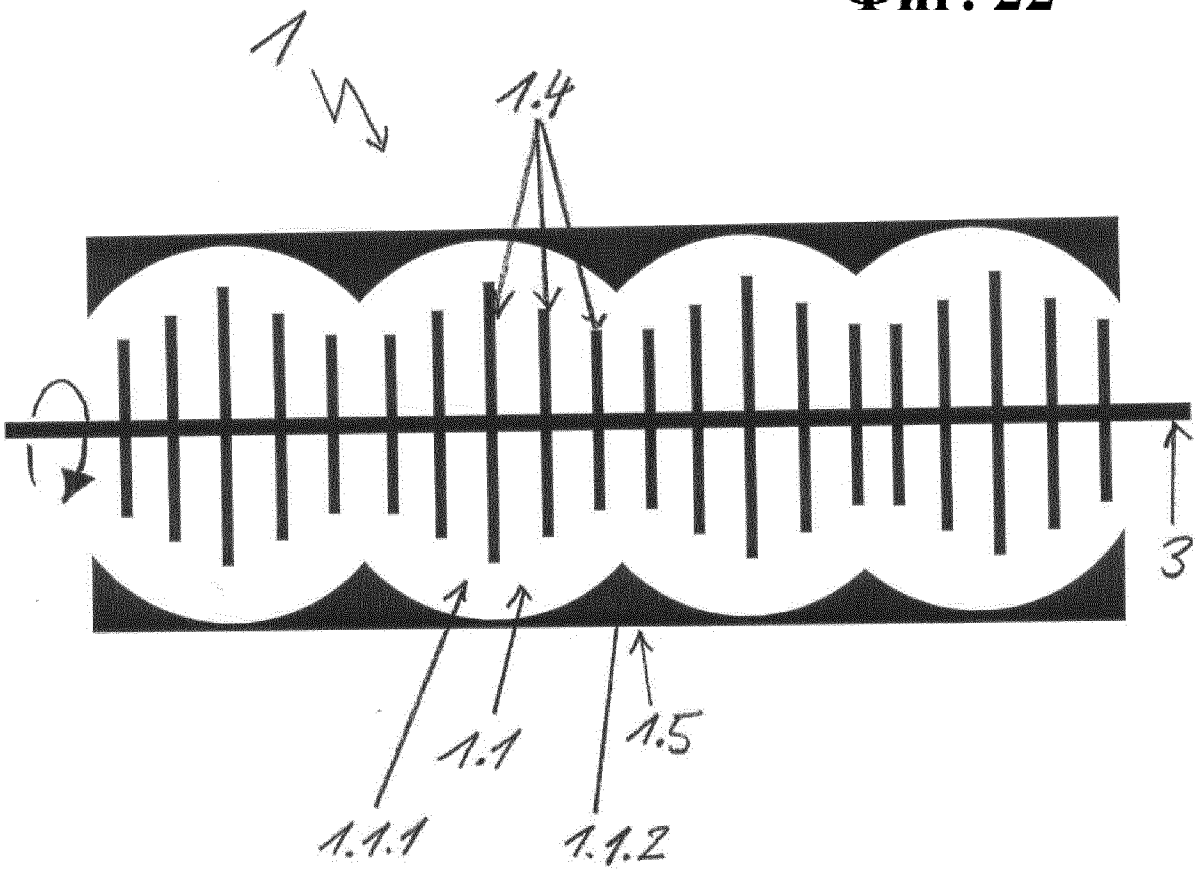


Фиг. 20

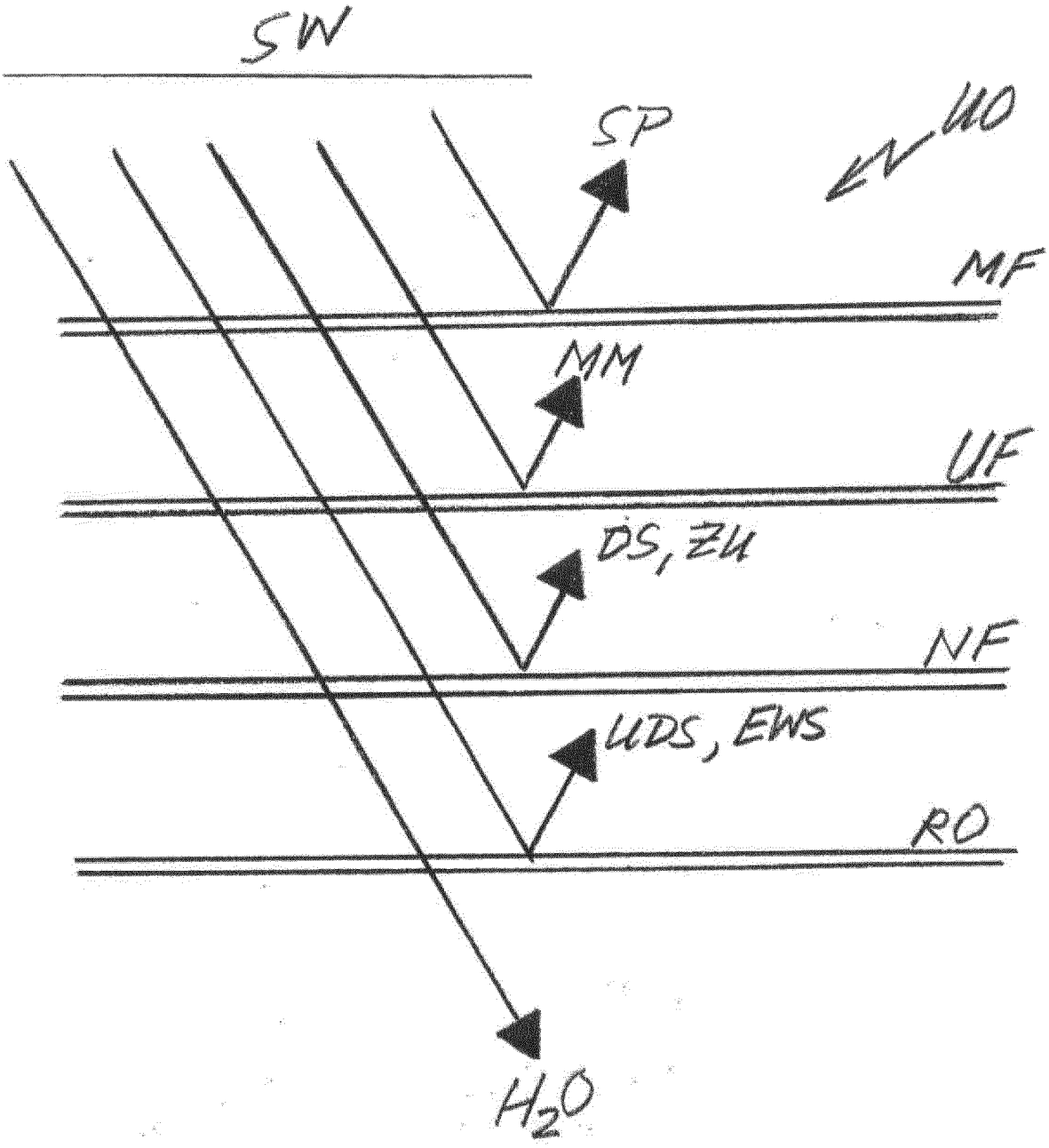
Фиг. 21



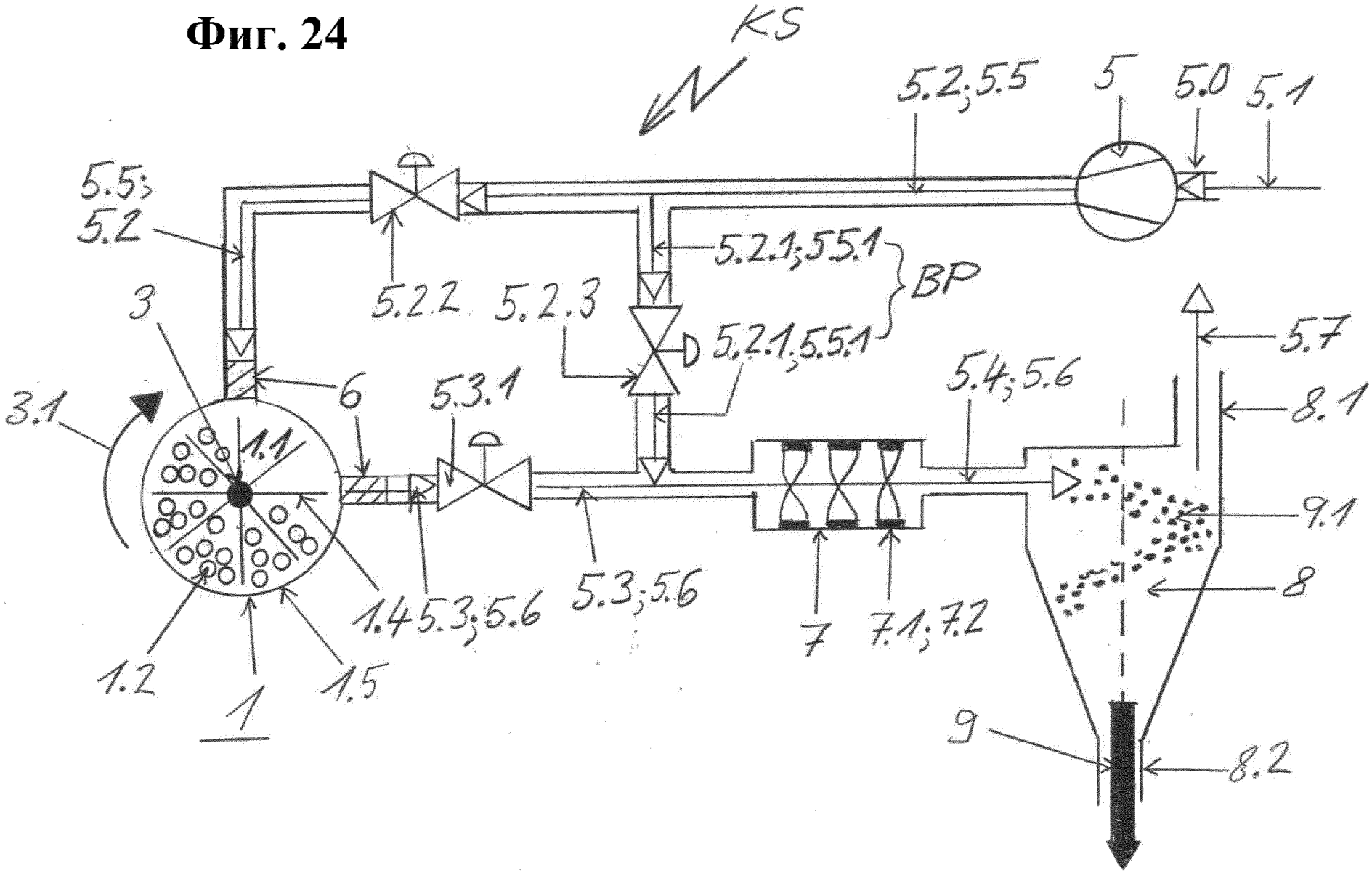
Фиг. 22



Фиг. 23



Фиг. 24


KS
5.2;5.5
5
5.0
5.1
5.5;
5.2
5.2.2
5.2.3
5.2.1;5.5.1
BP
5.2.1;5.5.1
3
6
5.3.1
3.1
1.1
5.7
8.1
5.4;5.6
9.1
8
1.4
5.3;5.6
5.3;5.6
7
7.1;7.2
1.2
1
1.5
9
8.2