

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042658**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.03.09

(51) Int. Cl. *A01D 33/04* (2006.01)
G06K 9/32 (2006.01)

(21) Номер заявки
202292299

(22) Дата подачи заявки
2021.02.09

(54) **СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ И/ИЛИ СЕПАРАЦИИ
КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ МАШИНА И
ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

(31) **10 2020 103 941.7**

(56) US-A1-2018047177
EP-A1-1763988
US-A-6119442
US-A1-2017013773

(32) **2020.02.14**

(33) **DE**

(43) **2022.10.13**

(86) **PCT/EP2021/053070**

(87) **WO 2021/160607 2021.08.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

ГРИММЕ

ЛАНДМАШИНЕНФАБРИК ГМБХ

УНД КО. КГ (DE)

(72) Изобретатель:

Штротман Вольфрам (DE)

(74) Представитель:

**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,
Кузнецова Т.В. (RU)**

(57) Предложен способ эксплуатации машины (2) для уборки корнеклубнеплодов и/или для отделения корнеклубнеплодов (24) от остальной транспортируемой вместе с ними части вороха, содержащей по меньшей мере почву в виде рыхлой земли и/или почвенных агрегатов (28), а в некоторых случаях также растительные примеси и/или камни, характеризующийся тем, что по меньшей мере одним электромагнитным, в частности оптическим, или акустическим съемочным устройством (12) снимают по меньшей мере одно контрольное изображение по меньшей мере одной части вороха, перемещаемой посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа, в частности просеивающего транспортера (10), относительно рамы (6) машины (2), и на основе по меньшей мере одного контрольного набора данных, сгенерированного при помощи контрольного изображения и/или образованного им, посредством устройства анализа данных вырабатывают регулирующий сигнал для настройки по меньшей мере одного рабочего параметра указанного транспортирующего органа и/или другого транспортирующего органа машины (2), причем устройство анализа данных определяет и применяет для настройки рабочего параметра по меньшей мере один признак, используемый для описания просеиваемости транспортируемой вместе с корнеклубнеплодами почвы. Также предложены машина для уборки корнеклубнеплодов и компьютерный программный продукт.

042658
B1

042658
B1

Изобретение относится к способу эксплуатации машины для уборки корнеклубнеплодов и/или для отделения (очистки) корнеклубнеплодов от остальной транспортируемой вместе с ними части вороха, содержащей по меньшей мере почву в виде рыхлой земли и/или почвенных агрегатов, а в некоторых случаях также растительные примеси и/или камни. Предлагаемый в изобретении способ характеризуется тем, что по меньшей мере одним электромагнитным, в частности оптическим, или акустическим съемочным устройством снимают по меньшей мере одно контрольное изображение по меньшей мере одной части вороха, перемещаемой посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа, в частности просеивающего транспортера, относительно рамы машины. Далее посредством устройства анализа данных настраивают рабочий параметр машины.

В публикации US 2017/013773 A1 описано решение, согласно которому посредством датчика, например оптического или акустического датчика, регистрируют текстуру почвы и/или ее растираемость с целью коррекции глубины хода подкапывающих органов в зависимости информации о состоянии почвы. В основе этого решения лежит осознание того, что при переходе от мягкой к твердой почве без изменения настроек глубина хода подкапывающих органов уменьшается, что может повлечь за собой потери корнеклубнеплодов. Таким образом, регулируя в зависимости от состояния почвы глубину, на которой подкапывающий орган уборочной машины находится перед выемкой корнеклубнеплодов, добиваются сокращения потерь продукции и повышения урожайности.

Задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы использовать информацию о состоянии почвы для обработки вороха в машине.

Эта задача решается в способе по п.1 формулы изобретения. Целесообразные варианты осуществления изобретения приведены в зависимых пунктах формулы изобретения, а также в описании. Кроме того, поставленная задача решается в машине по п.15 формулы изобретения, а также в компьютерном программном продукте по п.16 формулы изобретения.

Согласно изобретению при осуществлении способа эксплуатации машины для уборки и/или отделения (сепарации), т.е. очистки, корнеклубнеплодов от остальной транспортируемой вместе с ними части вороха, содержащей по меньшей мере почву в виде рыхлой земли и/или почвенных агрегатов, а в некоторых случаях также растительные примеси и/или камни, сначала по меньшей мере одним электромагнитным, в частности оптическим, или акустическим съемочным устройством снимают, т.е. получают, по меньшей мере одно контрольное изображение по меньшей мере одной части вороха, перемещаемой посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа, в частности просеивающего транспортера, относительно рамы машины, и на основе по меньшей мере одного контрольного набора данных, сгенерированного при помощи контрольного изображения и/или образованного им, посредством устройства анализа данных вырабатывают регулирующий сигнал для настройки по меньшей мере одного рабочего параметра указанного транспортирующего органа и/или другого транспортирующего органа машины, причем устройство анализа данных определяет и применяет для настройки рабочего параметра по меньшей мере один признак, используемый для описания просеиваемости транспортируемой вместе с корнеклубнеплодами почвы.

Регулирующий сигнал обеспечивает изменение управляющего воздействия на одно или несколько исполнительных или приводных устройств транспортирующего органа для варьирования просеивания почвы. Таким образом, изобретение относится к транспортирующим органам, выполненным в виде сепарирующих устройств, предназначенных для просеивания почвы, при этом, в частности, речь идет о просеивающих транспортерах, игольчатых транспортерах и/или вальцовых системах.

В частности, съемочное устройство направлено своим датчиком на выполненный в виде просеивающего транспортера транспортирующий орган, который, выступая в качестве первого или второго просеивающего транспортера, перемещает через машину ворох корнеклубнеплодов после его приема, т.е. извлечения из земли. Благодаря этому при такой реализации предлагаемого в изобретении способа анализ почвы происходит очень скоро после приема вороха, в частности при его регистрации, или съемки, на первой половине или на первой трети просеивающего транспортера, что позволяет очень быстро реагировать на изменения состояния почвы путем коррекции рабочего параметра и тем самым немедленно или даже превентивно (на упреждение) адаптировать по меньшей мере одну часть, в частности преобладающую часть, просеивающего тракта, содержащего один или предпочтительно несколько просеивающих транспортеров. Настройка рабочего параметра предпочтительно выполняется в пределах временного окна, составляющего не более одной минуты, предпочтительно не более 30 с, после съемки контрольного изображения, т.е. устройство анализа данных выполнено таким образом, чтобы осуществлять анализ контрольного изображения в пределах этого времени. Кроме того, в частности, в пределах этого времени по меньшей мере инициируется или осуществляется коррекция, или адаптация, рабочего параметра.

В качестве почвенных агрегатов рассматриваются такие агрегаты из компонентов почвы, или земли, минимальный диаметр которых составляет не менее 5 мм. В случае, например, несферических агрегатов за диаметр можно принимать эквивалентный диаметр. Почвенный агрегат всегда состоит из множества связанных друг с другом зерен, включающих в себя, в частности, песок, пыль и/или глину. К рыхлой земле относятся фракции зерен с размером зерна до 2 мм, а также - согласно приведенному выше

определению - связанные между собой зерна диаметром менее 5 мм.

Аналогичным образом, оптическое либо акустическое съемочное устройство или же другое такое съемочное устройство может быть направлено своим датчиком на область, находящуюся за транспортирующим органом, чтобы можно было реагировать на возможные оставшиеся после просеивания почвенные агрегаты. Так, например, если обнаруживается слишком мало более мелких агрегатов и слишком много крупных агрегатов, можно уменьшить ширину просвета просеивающего органа и, например, увеличить мощность воздействия встряхивателя (подбивальщика) на просеивающий транспортер для измельчения крупных агрегатов.

Предпочтительно можно определять, в частности при помощи метода классификации, присутствующие в контрольном изображении компоненты вороха, включающие в себя рыхлую землю и/или почвенные агрегаты, в частности комки, причем комки в общем случае рассматриваются как более крупные агрегаты, т.е. как куски земли диаметром выше 5 см. Термин "глыбы" в соответствующих случаях синонимично употребляется в отношении комков продолговатой формы. Посредством такой классификации можно идентифицировать отдельные компоненты наблюдаемого транспортируемого вороха, например, анализируя значения цвета в контрольном наборе данных. Так, для рассматривания почвенных агрегатов можно простым образом ориентироваться на контрольное изображение или его фрагмент, содержащее(ий) исключительно или, по меньшей мере, в преобладающей части (см. ниже) почвенные агрегаты.

Вышеупомянутый признак, используемый для описания просеиваемости, предпочтительно включает в себя одно или несколько значений, которое или которые описывает(ют) размер, форму, влажность, прочность или цвет одного или нескольких почвенных агрегатов и/или одно или несколько распределений, в частности статистических распределений, размера, формы, прочности или цвета множества почвенных агрегатов. Например, посредством подобного значения можно присваивать всем почвенным агрегатам, имеющимся в контрольном изображении или контрольном наборе данных, определенный класс крупности (т.е. размера), что позволяет для улучшения автоматизированной обработки данных обходиться без необходимости рассмотрения отдельных почвенных агрегатов.

Предпочтительно ориентируются на размер рассматриваемых почвенных агрегатов, в частности комков. При этом, например, речь может идти о диаметрах, эквивалентных диаметрах, площадях проекций или объемах. В еще одном альтернативном или дополняющем варианте осуществления изобретения можно извлекать параметры формы или цвета агрегатов, поскольку при различных типах почвы и ее переменной влажности, представляющих собой главные факторы влияния на просеиваемость, цвет и форма изменяются соответственно. То же самое касается прочности, которую можно вывести из цвета, формы и размера. В качестве меры прочности почвенного агрегата может использоваться, например, разрушающая его нагрузка.

В еще одном альтернативном или дополнительном варианте осуществления предлагаемого в изобретении способа признаками просеиваемости служит один/одно или несколько, в частности статистически объединяющих, признаков или распределений, образованных значениями размера, цвета, прочности и/или формы множества почвенных агрегатов, в частности различных почвенных агрегатов.

Подобные статистические признаки, объединяющие в себе распределение множества отдельных признаков, могут представлять собой, например, средние значения, стандартные отклонения/дисперсии, медиану, процентиля или моменты первого, второго, k-го порядка.

В частном варианте осуществления изобретения размеры, формы или цвета относят к заданному числу классов, предпочтительно к пяти классам, причем от первого к последнему классу соответствующие значения монотонно возрастают или убывают. Тогда признаком, используемым для описания просеиваемости, служит определяемая в среднем принадлежность множества рассматриваемых в контрольном наборе данных почвенных агрегатов к тому или иному классу или их наиболее вероятная относительность к нему. Если, например, почвенные агрегаты в среднем относятся к классу агрегатов малого размера, поскольку, например, корнеклубнеплоды выкапывают преимущественно в сухой песчаной почве, производительность просеивания (просеивающую способность) можно понизить, например путем установки малого расстояния между прутками просеивающего транспортера или между вальцами.

В еще одном варианте осуществления предлагаемого в изобретении способа признаки просеиваемости, полученные в нескольких следующих друг за другом во времени циклах анализа, целесообразно подвергать временной фильтрации или использовать в совместных вычислениях перед определением на их основе рабочего(их) параметра(ов) либо настройки рабочего(их) параметра(ов). В частности, для сглаживания возможных выбросов здесь подходит применение фильтров нижних частот или скользящих средних значений.

Контрольный набор данных представлен либо контрольным изображением, либо его частью. Также речь может идти о наборе данных, получаемом путем обработки и/или анализа контрольного изображения либо его части. Далее, контрольный набор данных может включать в себя как само контрольное изображение, так и подвергнутое обработке контрольное изображение и/или набор данных, получаемый в результате анализа контрольного изображения. То же самое касается соответствующих частей контрольного изображения, подвергнутого обработке контрольного изображения, а также набора данных, сформированного на основе результатов анализа по меньшей мере одной части контрольного изображения.

По меньшей мере один признак для определения просеиваемости, полученный на основе контрольного набора данных, используется для настройки рабочего параметра транспортирующего органа или одного из транспортирующих органов, в частности просеивающих транспортеров, предусмотренных для просеивания почвы. После определения качественного состава вороха, т.е. имеющихся в ворохе компонентов, например по значениям цвета, как это описано в публикации DE 102018127844 A1, выполняется количественное определение признака или признаков просеиваемости. Предлагаемый в изобретении способ обеспечивает возможность улучшенного регулирования работы транспортирующего органа в том смысле, чтобы в следующей за приемным транспортером области транспортировочного тракта присутствовало желательное количество почвенных агрегатов, например комков, или присутствовали комки желательного размера, и тем самым обеспечивалась оптимальная очистка (отделение от примесей) полезной продукции в виде корнеклубнеплодов в зависимости от желательных почвенных агрегатов, в частности размеров почвенных агрегатов, и одновременно обеспечивалась бережная транспортировка продукции через устройство. Таким образом, предлагаемый в изобретении способ позволяет повысить производительность эксплуатируемой машины при одновременном уменьшении опасности повреждения корнеклубнеплодов, что ведет к повышению рентабельности эксплуатации машины.

Электромагнитными съемочными устройствами являются такие съемочные устройства, используемые для получения изображений вороха, перемещаемого на транспортирующем органе, которые содержат датчики, обеспечивающие регистрацию электромагнитных волн, в частности волн в оптическом диапазоне. При этом речь может идти о датчиках, используемых для регистрации одномерных или многомерных изображений. Например, речь идет об одном или нескольких радарных датчиках, способных принимать отражаемые ворохом волны, частота которых находится в диапазоне от 10 до 150 ГГц. Оптическое съемочное устройство выполнено с возможностью регистрации света, в частности в видимой, ультрафиолетовой и/или инфракрасной области.

В качестве оптических съемочных устройств используются, в частности, камеры, используемые для съемки двумерных, псевдотрехмерных (2,5D) или трехмерных изображений, например камеры для съемки в цветовом пространстве RGB (RGB-камеры), времяпролетные камеры, камеры для съемки черно-белых изображений или изображений в градациях серого либо стереокамеры. Также для регистрации вороха могут использоваться методы, использующие световое сечение или структурированный свет, пленочные камеры и т.п. Акустические съемочные устройства могут быть представлены, в частности, массивами, или решетками, измеряющих расстояния звуковых датчиков, в частности ультразвуковых датчиков, которые за счет непрерывного движения потока вороха вдоль смонтированного на раме машины сенсорного устройства также подходят для формирования визуализирующих этот поток входных данных, т.е. контрольного изображения, для устройства анализа данных. То же самое касается выполненных по типу решетки систем оптических датчиков расстояния или выполненных по типу решетки систем механических зондов (щупов). Камеры для съемки в цветовом пространстве RGB часто имеют двумерные датчики изображения, выполненные в виде датчиков на приборах с зарядовой связью (ПЗС) или датчиков на комплементарных структурах "металл-оксид-полупроводник", т.е. КМОП-датчиков.

Разумеется, что при осуществлении предлагаемого в изобретении способа и в предлагаемом в изобретении устройстве возможны как комбинации электромагнитного и акустического съемочных устройств, так выполнение одного съемочного устройства с одним или несколькими электромагнитными и/или акустическими датчиками.

Вышеупомянутый признак предпочтительно определяют на основе входного набора данных, произведенного контрольным набором данных или образованного им, посредством нейросетевого анализа, гистограммного анализа и/или анализа методом построения структуры из движения (Structure-from-Motion, сокр. SfM). Эти виды анализа особенно хорошо подходят для больших массивов данных, производимых при наблюдении за потоком вороха во время движения корнеклубнеуборочной машины, в частности картофелеуборочной или свеклоуборочной машины в процессе сбора урожая.

В частности, в целесообразном варианте осуществления предлагаемого в изобретении способа нейронная сеть представляет собой сверточную нейронную сеть, относящую каждый входной набор данных к одному из нескольких классов, представляющих значения различных признаков просеиваемости. Этот вид нейронных сетей особенно хорошо зарекомендовал себя в отношении идентификации почвенных агрегатов, а также присваиваемых им признаков просеиваемости при движении машины в процессе уборки урожая.

В частности, устройство анализа данных включает в себя одно или несколько центральных процессорных устройств и/или одно или несколько графических процессорных устройств, в частности выполненных в виде графического процессора (GPU) или графического процессора общего назначения (GPGPU), и/или процессорных устройств на базе программируемой пользователем вентильной матрицы (FPGA). Такое исполнение устройства анализа данных позволяет анализировать контрольный набор данных особенно ресурсосберегающим образом и, в частности, локально. Разумеется, что устройство анализа данных, выполненное в виде электронно-вычислительной машины или подобного ей устройства, содержит и другие типичные средства, например средства электропитания, интерфейсы, оперативные запоминающие устройства, а также энергонезависимые запоминающие устройства для хранения программ

и данных.

Согласно изобретению, особенно в тяжелых условиях уборки урожая, в которых захватываемая почва, или земля, распадается на довольно небольшое количество крупных агрегатов, для улучшения производительности просеивания примесей транспортирующим органом, в частности игольчатым или просеивающим транспортером, можно, например, регулировать встряхиватель, выполненный в виде роторного встряхивателя или вибрационного встряхивателя. За счет этого транспортирующему органу сообщается дополнительное колебательное движение, и таким образом повышается производительность просеивания, поскольку почвенные агрегаты, например в виде глыбы, разрушаются соответствующими толчками. Другими или дополняющими рабочими параметрами транспортирующего органа, выполненного в виде просеивающего транспортера, являются, в частности, скорость просеивающего транспортера, скорость приемно-просеивающего транспортера, регулируемая высота установки по меньшей мере одного треугольного ролика, регулируемая высота установки возможно имеющейся ступени падения, частота движения одного или нескольких встряхивателей, амплитуда движения встряхивателя, например вибрационного встряхивателя, положение встряхивателя или исполнительного органа, действующего на просеивающий транспортер, относительно просеивающего транспортера и/или ширина просвета между элементами просеивающего транспортера. Таким образом, рабочими параметрами просеивающего транспортера являются настраиваемые, т.е. регулируемые, рабочие величины возможных воздействующих на просеивающий транспортер устройств, такие как скорости, частоты, амплитуды или положения. Тогда регулирующим сигналом соответственно является обеспечивающий настройку этих величин сигнал, который выдается, или выдача которого инициируется, устройством анализа данных. При выполнении транспортирующих органов в виде игольчатых транспортеров также частично предусмотрены вышеназванные средства регулирования, в частности для настройки скоростей транспортера. При выполнении транспортирующих органов в виде вальцовых систем регулироваться могут скорости вращения вальцов или расстояния между ними.

Анализ потока вороха на транспортирующем органе, в частности просеивающем транспортере, выполняемый, в частности, на основе данных от камеры, обеспечивает возможность регистрации признаков, по которым можно оценивать средний размер агрегатов, что позволяет на основании этой информации в зависимости от потребности автоматически активировать (включать) или деактивировать (выключать) встряхиватель или другое средство воздействия на производительность просеивания просеивающим транспортером, а также регулировать его функцию. Так, например, можно вариативно приводить в действие несколько регулирующих средств, расположенных друг за другом по направлению транспортировки вороха в просеивающем тракте, в частности параллельно этому направлению.

Съемочное устройство предпочтительно захватывает, в частности, по меньшей мере переднюю треть просеивающего транспортера. В зависимости от положения угла обзора камеры, оптически искаженное изображение интересующего фрагмента целесообразно переводить в прямоугольное изображение.

Для достижения особенно высокого качества и точности съемки вороха, в частности независимо от условий окружающей среды, наблюдаемый участок просеивающего транспортера, т.е. транспортируемый по нему ворох, можно освещать посредством осветительного устройства.

Для определения размера земляных, или почвенных, агрегатов, например размера комков, посредством устройства анализа данных предпочтительно выбирают область контрольного изображения или контрольного набора данных, содержащую, по меньшей мере на 75%, предпочтительно - на 90%, более предпочтительно - на 95% и еще предпочтительнее - исключительно, землю или комки, в частности связную область предпочтительно прямоугольной формы. Хотя в процессе уборки урожая именно при высоких скоростях движения машины такие области появляются не в каждом изображении, было установлено, что область соответственно ограниченного размера дает особенно хорошие результаты в отношении определения размера комков, и даже малые области, размер которых составляет, в частности, по меньшей мере 15×15 сантиметров, оказываются достаточно репрезентативными для настройки, т.е. изменения возможных рабочих параметров.

Такая область выбирается, в частности, автоматизированным образом. Это делается, в частности, посредством исследования содержащейся в контрольном наборе данных цветовой информации, кромок и градиентов возможных двумерных или трехмерных изображений, а при необходимости - и с применением методов статистического анализа. В частности, для этого используют попиксельную классификацию на основании цветовой информации.

Для определения по меньшей мере одного размера комков часть контрольного набора данных, представляющая эту связную, предпочтительно прямоугольную, область изображения, по меньшей мере в основном заполненную землей, непосредственно или после обработки подвергают в качестве входного набора данных нейросетевому анализу, гистограммному анализу и/или анализу методом построения структуры из движения, в результате которого с этой областью изображения соотносят по меньшей мере один размер комков, который применяют для настройки рабочего параметра.

В частности, для применения нейронных сетей, предпочтительно сверточных нейронных сетей (СНС), содержащих сверточные слои, входной набор данных можно преобразовывать, например, в век-

торную форму. В топологическом отношении в случае сверточных нейронных сетей речь может идти о последовательных или рекуррентных сетях. В такой сети сверточные слои являются обрабатывающими слоями, применяющими к входной матрице сверточный фильтр. Как и другие слои, сверточный фильтр также имеет степени свободы в виде весов. При этом сверточные фильтры служат для извлечения признаков изображения, на основе которых затем, например, выполняется классификация. Однако для того чтобы сделать применение сверточной нейронной сети реально работающим при осуществлении изобретения, при ее разработке нужно предпринять некоторые усовершенствования. Для уменьшения потребности сетей в ресурсах памяти, при допущении того, что признаки изображения представляют равный интерес независимо от их местоположения в изображении, для нейронов сверточного фильтра используют разделенные веса. К тому же разделенные веса также устойчивы в отношении дисперсии поступательного перемещения, вращения, масштаба и яркости. Дополнительно между сверточными слоями могут использоваться, в частности, слои объединения (Pooling), которые отбрасывают значения в отдельных областях. Предпочтительно использовать слой объединения максимумов (MaxPooling), посредством которого в малой области (например 2×2 или 4×4) отбрасываются все значения за исключением наибольших, а значит наиболее значимых.

Для как можно большего упрощения вычисления в сверточной нейронной сети в качестве функции активации предпочтительно использовать блок линейной ректификации (ReLU - сокр. от англ. "rectified linear unit"). В области отрицательных значений он всегда дает ноль, а в положительной области - линейно возрастающие значения. При таком усовершенствовании сверточная нейронная сеть особенно хорошо подходит для поддержки работы предлагаемой в изобретении машины в масштабе реального времени. В дополнение к этому выгодна вычислительная архитектура, используемая для параллельного вычисления. Нейроны в пределах одного слоя могут осуществлять вычисления независимо друг от друга и тем самым, в частности, параллельно. Таким образом, для сверточной нейронной сети хорошо подходит архитектура с множеством параллельных вычислительных блоков, например в виде графического процессорного устройства.

Фрагмент изображения предпочтительно выбирают так, чтобы он содержал максимум распределения плотности заполнения изображения землей, т.е. фрагмент изображения автоматизированным образом выбирают таким образом, чтобы он содержал максимум соответствующего распределения плотности заполнения изображения, содержащий в основном комки, или землю. Такое распределение получают, в частности, на основе попиксельной классификации, при которой все пиксели рассматриваемой области изображения классифицируют в отношении вероятности их отнесения к следующим группам объектов: корнеклубнеплод, земля/комки, а возможно также - камень и/или ботва. Еще один параметр классификации также может означать "пустой просеивающий транспортер", т.е. отсутствие возможного вороха. Таким образом для выбора фрагмента изображения предпочтительно использовать область с наибольшим числом изображающих землю пикселей. При этом максимальное значение "плотности заполнения изображения землей" представляет собой оптимальную область, используемую в качестве входной величины для осуществления метода анализа, предпочтительно работающего на основе нейронных сетей, в частности сверточной нейронной сети, и предназначенного для регистрации признака или признаков просеиваемости. Фрагменты изображения с плотностью их заполнения землей, или почвой, составляющей менее 75%, предпочтительно не используют для определения описывающих просеиваемость признаков, чтобы на качестве определения по меньшей мере одного признака просеиваемости отрицательно не сказывалось присутствие слишком большого количества возможно имеющихся посторонних объектов, таких как камни, растительные примеси или же корнеклубнеплоды. Так, например, фрагмент изображения можно автоматизированным образом задавать в зависимости от нижнего порогового значения, соответствующего минимальной плотности заполнения изображения землей.

Разумеется, что нейронную сеть заранее обучают на множестве контрольных изображений, или контрольных наборов данных, соответствующих подходящему фрагменту изображения по размеру. У изображений похожего размера краевые области меньших изображений можно заполнять методом так называемого дополнения нулями, или нулевого заполнения (Zero Padding). При отклонениях размера изображения в пределах максимум 10-15% это не ведет к значительным ухудшениям результата анализа изображения. Например, для этого множеству контрольных наборов данных вручную присваивают один из пяти классов крупности.

При использовании, в частности, сверточной нейронной сети области контрольного изображения, или контрольного набора данных, можно относить к одной или нескольким категориям, что касается крупности (размера) почвенных агрегатов. Так, например, каждому изображению можно присваивать соответствующее значение по шкале от 1 до 5. В фазе обучения сверточной нейронной сети это значение просеиваемости задается человеком-экспертом для репрезентативного количества образцовых изображений, на основе которых сверточная нейронная сеть может выучивать свои внутренние веса (весовые коэффициенты). Тогда в фазе прогнозирования, происходящей в режиме реального времени, это значение, автоматически оцениваемое сверточной нейронной сетью, служит для регулирования, или настройки, рабочего(их) параметра(ов).

С учетом имеющихся технологий в рамках обширных экспериментов, проводившихся для множе-

ства условий уборки урожая, было установлено, что для нейронной сети целесообразно задавать входной набор данных в виде массива пикселей, в частности прямоугольного массива, с длиной границ от 100 до 400 пикселей, предпочтительно - от 150 до 250 пикселей. Такой размер массива при преобладающих дисперсиях представляет собой весьма хороший компромисс между потребной производительностью и длительностью вычислений, чтобы в процессе работы машины обеспечивать настройку рабочих параметров в пределах менее чем 30 с, предпочтительно менее чем 3 с, после съемки изображения.

Кроме того, при использовании в процессе работы машины входных изображений такого размера можно в достаточно высокой (большей, чем примерно 75%) доле снимаемых камерой изображений находить на изображениях достаточно большие области, занятые практически исключительно почвой или почвенными агрегатами. Такие размеры изображений рассматриваются как практичные и в отношении разрешения используемых датчиков изображения, например камер, которое находится, в частности, в пределах диапазона от 0,5 до 10 мегапикселей, предпочтительно - от 1,0 до 1,5 мегапикселей.

Устройство анализа данных предпочтительно анализирует, по меньшей мере частично, контрольные наборы данных локально в машине или в непосредственно сцепленном с ней тракторе. Если с учетом множества регулируемых параметров требуются, в частности, большие банки данных, устройство анализа данных также может по меньшей мере частично, а предпочтительно - и полностью, анализировать контрольные наборы данных в связанном с ним посредством беспроводного соединения сервере, но при этом для работы в режиме реального времени требуется соответственно быстрое и устойчивое информационное соединение.

Возможны также смешанные формы выполнения таких видов анализа, когда одна часть используемого для анализа программного обеспечения может быть предусмотрена в локальной машине, а другая часть - в удаленном месте.

В еще одном примере осуществления изобретения посредством возможных датчиков параметров окружающей среды, например датчика параметров почвы, в частности посредством датчика влажности, можно дополнительно определять влажность почвенных агрегатов, которая может дополнительно применяться в устройстве анализа данных для настройки рабочего параметра. При этом датчик влажности может работать на основе электрического или оптического метода измерения. Кроме того, может использоваться датчик, предназначенный для регистрации электрической проводимости и дающий дополнительную информацию о состоянии почвы, которую можно использовать при настройке рабочих параметров просеивающего тракта.

В еще одном примере осуществления изобретения предлагаемого в изобретении способа машина оснащена датчиком местоположения, например приемником сигналов глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), и располагает картографической информацией о площадях проведения уборки урожая, либо хранящейся непосредственно в памяти машины, либо предоставляемой через удаленный сервер при помощи мобильного сетевого соединения. В этом случае включенный в картографическую информацию местный тип почвы может использоваться в сочетании с местоположением машины как вспомогательная величина для настройки рабочих параметров просеивающего тракта.

Также при осуществлении способа машина может быть связана с удаленным сервером и через него может дополнительно запрашивать метеорологические данные, т.е. информацию о влажности и температуре. Такие данные могут дополнительно учитываться при определении рабочих параметров просеивающего тракта.

Определение рабочего параметра предпочтительно является частью функционирования контура автоматического регулирования машины, в котором, в частности, в качестве входных или опорных параметров дополнительно применяют показатели погоды, т.е. влажность и температуры, и/или тип почвы, и/или стратегию выкапывания. В таком контуре автоматического регулирования, могут использоваться и другие регистрируемые с высокой частотой и, как правило, одномерные входные величины, такие как уровни заполнения транспортирующих органов или показатели загруженности приводных элементов, такие как давление, крутящий момент или потребление тока. Посредством таких входных величин можно осуществлять высокочастотное регулирование рабочих параметров машины, в частности рабочих параметров просеивающего тракта. Посредством такого контура автоматического регулирования предпочтительно можно дополнительно регулировать глубину подкопа и/или скорость движения машины.

При этом опорные параметры, такие как показатели погоды, т.е. влажность и температуры, и/или тип почвы, и/или стратегия выкапывания, а в частности и определяемый(ые) согласно изобретению признак(и) для описания просеиваемости почвы, служат в смысле каскадного регулирования для оптимизации параметров контура автоматического регулирования, который в этом случае имеет, в частности, каскадную структуру, и тем самым служат для компенсации возмущающих воздействий, таких как переменчивость типа почвы, которые не поддаются восприятию на основании входных величин высокочастотного контура автоматического регулирования. При этом длительность цикла работы высокочастотного контура автоматического регулирования предпочтительно находится в диапазоне от 1 до 100 миллисекунд, тогда как регистрация признака или признаков просеиваемости по контрольному набору данных осуществляется со значениями длительности цикла от 100 миллисекунд до 30 с.

В частности, все входные параметры, которые могут быть релевантны для настройки рабочего па-

раметра, связаны между собой в соответствующей базе данных, в частности имеющей вид банка данных, поддерживаемого локально или во внешнем устройстве, причем дополнительно между признаками просеиваемости и значениями рабочих параметров, а также, в частности, параметрами окружающей среды может быть установлена эмпирическая, а при необходимости и аналитическая взаимосвязь. При этом настройка рабочего параметра также может осуществляться посредством базы данных при самых различных условиях.

В одном варианте осуществления предлагаемого в изобретении способа устройство анализа, выполненное в виде электронно-вычислительной машины, сконфигурировано так, чтобы наряду с выполнением вычислений также записывать, т.е. регистрировать, графические данные (данные изображений), и/или данные от иных датчиков, и/или признаки просеиваемости, и/или прочие промежуточные результаты вычислений, и/или рабочие параметры, и/или параметры окружающей среды, в частности во взаимосвязи с информацией о местоположении машины. Эти данные могут как сохраняться в памяти устройства анализа данных, установленного локально в машине, так и передаваться в центральный сервер посредством мобильных соединений. Эти данные могут служить для картографического отображения того, как осуществлялось просеивание на обработанном поле. Кроме того, эти данные, в частности, если они записываются множеством машин и централизованно объединяются, могут служить для улучшения алгоритмической логики для регистрации признаки просеиваемости, а также возможных логик регулирования для нахождения рабочих параметров.

Поставленная выше задача также решается в машине для уборки корнеклубнеплодов и/или для отделения корнеклубнеплодов от остального вороха, содержащей по меньшей мере одно электромагнитное, в частности оптическое, или акустическое съемочное устройство, подвижный относительно рамы машины транспортирующий орган, в частности выполненный в виде просеивающего транспортера, и устройство анализа данных, а также средства для регулирования работы указанного транспортирующего органа или другого транспортирующего органа, причем машина выполнена с возможностью выполнения шагов способа по п.1 формулы изобретения, а также предлагаемого в изобретении способа в других рассмотренных выше или описываемых ниже вариантах его осуществления. В частности, средством для регулирования работы транспортирующего органа (транспортера) является средство для регулирования работы просеивающего транспортера, как это рассмотрено выше или описывается ниже.

Поставленная выше задача также решается в компьютерном программном продукте, содержащем команды, обеспечивающие выполнение рассмотренной выше или описываемой ниже предлагаемой в изобретении машиной для уборки корнеклубнеплодов и/или для отделения корнеклубнеплодов от остального вороха рассмотренных выше или описываемых ниже шагов способа.

Другие преимущества и подробности изобретения раскрываются в приведенных ниже примерах его осуществления, схематически поясняемых чертежами, на которых показано:

- на фиг. 1 - вид сбоку предлагаемой в изобретении машины,
- на фиг. 2 - перспективное изображение части показанной на фиг. 1 машины,
- на фиг. 3 - часть показанной на фиг. 1 машины, захватываемая оптическим съемочным устройством, т.е. находящаяся в его поле зрения,
- на фиг. 4 - выбор области контрольного изображения,
- на фиг. 5 - возможности классификации показанной на фиг. 4 области изображения,
- на фиг. 6 - средство для воздействия на просеивающий транспортер,
- на фиг. 7 - еще одно средство для воздействия на просеивающий транспортер,
- на фиг. 8 - еще одно средство для воздействия на просеивающий транспортер,
- на фиг. 9 - еще одно средство для воздействия на просеивающий транспортер,
- на фиг. 10 - блок-схема осуществления предлагаемого в изобретении способа,
- на фиг. 11 - блок-схема осуществления предлагаемого в изобретении способа в другом варианте.

Отдельные технические признаки описываемых ниже примеров осуществления изобретения могут характеризовать, также в сочетании с признаками описанных выше примеров, а также признаками независимых пунктов и возможных других пунктов формулы, варианты осуществления настоящего изобретения. Функционально аналогичные элементы обозначены, насколько это целесообразно, одинаковыми ссылочными номерами.

Предлагаемая в изобретении машина 2 в рассматриваемом случае предназначена для уборки корнеклубнеплодов в виде клубней картофеля, и соответственно выполнена в виде картофелеуборочной машины. Ворох, принимаемый машиной в области приемного устройства 4 и содержащий почву или почвенные агрегаты, корнеклубнеплоды, растительные примеси и/или камни, транспортируется в направлении 1А подачи транспортирующими органами, установленными на раме 6 машины, а также других элементах 8 рамы, и выполненными в виде просеивающих транспортеров 10. Просеивающий транспортер 10 примыкает непосредственно к приемному устройству 4 (фиг. 2). Ворох, транспортируемый, т.е. перемещаемый, просеивающим транспортером 10 в направлении 1А, снимается первым оптическим съемочным устройством 12, выполненным в виде камеры для съемки в цветовом пространстве RGB, наклонно закрепленной на части 9 рамы машины и направленной на просеивающий транспортер 10 в направлении приемного устройства 4. Предусмотрено осветительное средство 14, освещающее просеивающий транс-

портер в области второго съемочного устройства 12, расположенного в направлении 1А подачи за первым съемочным устройством 12.

Область машины 2, захватываемая первым съемочным устройством 12, расположенным на фиг. 2 справа, т.е. находящаяся в его поле зрения, показана на фиг. 3, в данном случае без находящейся в ней земли. На этом чертеже видны, в частности, отдельные прутки 16 просеивающего (пруткового) транспортера 10, установленного сразу за горизонтальными подкапывающими лемехами 18 приемного устройства 4. Под просеивающим транспортером 10 на раме 6 машины расположены регулирующие средства для настройки рабочих параметров просеивающего транспортера 10, т.е. для регулирования его работы. При этом такими регулируемыми средствами могут быть изображенные на фиг. 3 ролики 20, которые в зависимости от исполнения предлагаемой в изобретении машины 2 могут входить в состав других регулирующих средств. Посредством устройства анализа данных автоматизированным образом выбирается фрагмент 22 изображения (фиг. 4), в котором содержится как можно меньше корнеклубнеплодов 24, а также примесей 26 (в данном случае растительных примесей, в частности ботвы). Фрагмент 22 изображения в рассматриваемом случае по меньшей мере на 90% содержит почвенные агрегаты 28 и ориентирован (к оптической оси) под прямым углом, тогда как остальная часть изображения представлена слегка искаженной из-за перспективы.

Распознавание растительных примесей и почвенных агрегатов осуществляется посредством попиксельной классификации, например на основании зарегистрированных оптическим съемочным устройством 12 значений цвета, включающих в себя значения градаций серого и/или значения, представляющие реальные цвета. Эти значения сравнивают с эталонными значениями или диапазонами эталонных значений. Подобное проведение различия между компонентами вороха, т.е. их дифференциация, позволяет определить качественный состав вороха, т.е. идентифицировать компоненты вороха, на контрольном изображении, и пиксели этого изображения относят, в частности в пределах задаваемых или заданных пороговых значений, к тому или иному классу компонентов вороха (почва/почвенные агрегаты, растительные примеси, корнеклубнеплоды, камни).

Как только область 22 изображения идентифицирована, представляющий эту область контрольный набор данных или часть такого контрольного набора данных передается в нейронную сеть, при необходимости в форме, адаптированной к требованиям, предъявляемым к вводимым в эту нейронную сеть данным. Нейронная сеть, в частности сверточная нейронная сеть (СНС), соотносит с этой областью изображения по меньшей мере один размер, т.е. меру крупности, почвенных агрегатов, а в еще одном варианте осуществления изобретения - также имеющиеся в изображении доли различных распределений размера (почвенных агрегатов) на участке просеивающего транспортера. На приведенном на фиг. 4 фрагменте изображения размер комков представлен особенно крупными комками, как их можно видеть на правой из приведенных на фиг. 5 картинок. На других картинках, по мере их удаления влево от этой правой картинки, показаны другие классы крупности почвенных агрегатов, которые распознаются нейронной сетью и на которых нейронная сеть была предварительно обучена.

В зависимости от определенного таким образом размера агрегатов можно, например, изменять (варьировать) рабочий параметр, например амплитуду или частоту движения показанного на фиг. 6 вибрационного встряхивателя (подбивальщика) 30. В результате вибрирующего движения этого встряхивателя на просеивающий транспортер 10 передаются импульсы, что приводит к измельчению почвенных агрегатов, в частности комков. В качестве альтернативы или дополнения, изменяют частоту движения показанного на фиг. 7 роторного встряхивателя (подбивальщика) 32 или положение показанного на фиг. 8 треугольного ролика 34 относительно рамы 6 машины, несущей просеивающий транспортер. Также можно изменять расстояние от установочной рейки 30 (фиг. 9) до ремня 3 просеивающего транспортера 10, двигая прутковые узлы, каждый из которых образован двумя прутками 16, соединенными посредством соединителей 38, и тем самым изменяя ширину просвета между следующими друг за другом прутками следующих друг за другом прутковых узлов.

Осуществление предлагаемого в изобретении способа, представленное на фиг. 10, начинают с первого шага 40, на котором посредством съемочного устройства 12 генерируют контрольный набор данных 42, который затем на шаге 43 подвергают посредством попиксельной классификации качественному разбиению, чтобы на шаге 44 можно было выполнить отнесение отдельных областей изображения, или пикселей контрольного набора данных, к картофельным клубням, растительным примесям (в частности ботве), земле, или почве, и т.д. Затем на шаге 46 выбирают область 22, или фрагмент, изображения, содержащую(ий) только землю и соответственно почвенные агрегаты. Эту область 22 изображения на шаге 50 анализируют при помощи сверточной нейронной сети, и в результате 52 этого анализа с этим фрагментом изображения соотносят один из показанных на фиг. 5 классов крупности. Затем на шаге 54 при необходимости изменяют рабочие параметры, для чего выдают регулирующие сигналы или иницируют их выдачу, вследствие чего корректируется производительность просеивания примесей просеивающим транспортером 10.

Выполняемое на шаге 54 регулирование производительности просеивания примесей просеивающим транспортером 10, а значит и просеивающим трактором, предпочтительно является частью функционирования контура 60 автоматического регулирования (фиг. 11), входящий в который и содержащий устрой-

ство анализа данных блок 62 управления машиной имеет доступ, т.е. возможность обращения, к банку 64 данных, который хранится локально (в машине) или на внешнем устройстве и из которого блок управления машиной получает, с одной стороны, основанные на соответствии элементов банка данных инструкции по настройкам рабочих параметров просеивающего транспортера согласно шагу 54, настройкам 66 глубины подкопа и/или регулировании скорости движения машины 68. Кроме того, в блоке 62 управления машиной может обрабатываться множество других видов информации. К ним относится информация 70 об обнаружении уровня заполнения в начале просеивающего транспортера, и/или информация 72 об обнаружении уровня заполнения в конце просеивающего транспортера, и/или информация 74 о давлении в возможных сепарирующих устройствах, и/или информация 76 об обнаружении затора в возможных сепарирующих устройствах. В заключение, на шаге 78 могут регистрироваться фактические значения отдельных рабочих параметров отдельных функциональных агрегатов, которые могут обрабатываться в качестве входной информации для блока 62 управления машиной.

Устройство 80 анализа данных обычно является частью блока 62 управления машиной. К дополнительной входной информации, поступающей в блок 62 управления машиной, относятся, помимо результата 52 оценки размера почвенных агрегатов, задаваемые обслуживающим персоналом стратегии 82 выкапывания корнеклубнеплодов и/или информация об окружающей среде, касающаяся погоды и типа почвы и поступающая из средства 84 учета параметров. Круг 86 символизирует воздействие выполняемого устройством анализа данных результата 52 определения класса крупности, учета стратегии 82 выкапывания и результата 84 регистрации параметров окружающей среды на производительность выкапывания корнеклубнеплодов машиной 2, отображаемую шагами 70-78. Например, в случае стратегии выкапывания, ориентированной на получение максимальной урожайности, при распознавании максимального класса крупности почвенных агрегатов амплитуду движения вибрационного встряхивателя, расстояние между прутками просеивающего транспортера и скорость транспортера доводят до максимальных значений, тогда как при более бережной стратегии вышеупомянутую амплитуду устанавливают меньшей и одновременно уменьшают скорость транспортера.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ эксплуатации машины (2) для уборки корнеклубнеплодов и/или для отделения корнеклубнеплодов (24) от остальной транспортируемой вместе с ними части вороха, содержащей по меньшей мере почву в виде рыхлой земли и/или почвенных агрегатов (28), а в некоторых случаях также растительные примеси и/или камни, характеризующийся тем, что по меньшей мере одним электромагнитным, в частности оптическим, или акустическим съемочным устройством (12) снимают по меньшей мере одно контрольное изображение по меньшей мере одной части вороха, перемещаемой посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа, в частности просеивающего транспортера (10), относительно рамы (6) машины (2), и на основе по меньшей мере одного контрольного набора данных, сгенерированного при помощи контрольного изображения и/или образованного им, посредством устройства анализа данных вырабатывают регулирующий сигнал для настройки по меньшей мере одного рабочего параметра указанного транспортирующего органа и/или другого транспортирующего органа машины (2), причем устройство анализа данных определяет и применяет для настройки рабочего параметра по меньшей мере один признак, используемый для описания просеиваемости транспортируемой вместе с корнеклубнеплодами почвы.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанный признак включает в себя одно или несколько значений, которое или которые описывает(ют) размер, форму, прочность или цвет одного или нескольких почвенных агрегатов (28) и/или одно или несколько распределений, в частности статистических распределений, размера, формы, прочности или цвета множества почвенных агрегатов (28).

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что указанный признак определяют посредством устройства анализа данных на основе входного набора данных, произведенного контрольным набором данных или образованного им, посредством нейросетевого анализа, гистограммного анализа и/или анализа методом построения структуры из движения.

4. Способ по п.2, отличающийся тем, что указанный признак определяют посредством устройства анализа данных на основе входного набора данных, произведенного контрольным набором данных или образованного им, посредством нейросетевого анализа, гистограммного анализа и/или анализа методом построения структуры из движения, причем нейронная сеть выполнена в виде сверточной нейронной сети, относящей каждый входной набор данных к одному из нескольких классов, представляющих значения различных признаков просеиваемости.

5. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что при помощи метода классификации определяют присутствующие в контрольном изображении компоненты вороха.

6. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что для определения указанного признака посредством устройства анализа данных выбирают область (22) контрольного изображения или контрольного набора данных, содержащую по меньшей мере на 75%, предпочтительно на 90%, более предпочтительно на 95% и еще предпочтительнее - исключительно, почвенные агрегаты (28), в частно-

сти связную область (22) предпочтительно прямоугольной формы.

7. Способ по п.3, отличающийся тем, что для определения указанного признака посредством устройства анализа данных выбирают область (22) контрольного изображения или контрольного набора данных, содержащую по меньшей мере на 75%, предпочтительно на 90%, более предпочтительно на 95% и еще предпочтительнее - исключительно, почвенные агрегаты (28), в частности связную область (22) предпочтительно прямоугольной формы, причем представляющую эту область (22) часть контрольного набора данных непосредственно или после обработки подвергают в качестве входного набора данных нейросетевому анализу, гистограммному анализу и/или анализу методом построения структуры из движения, в результате которого с областью (22) соотносят признак, который применяют для настройки рабочего параметра.

8. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что устройство анализа данных анализирует контрольные наборы данных, по меньшей мере частично, локально в машине (2) или в непосредственно сцепленном с ней тракторе.

9. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что устройство анализа данных анализирует контрольные наборы данных в связанном с ним посредством беспроводного соединения сервере.

10. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что рабочим параметром транспортирующего органа, выполненного в виде просеивающего транспортера (10), является скорость просеивающего транспортера, скорость приемно-просеивающего транспортера, регулируемая высота установки по меньшей мере одного треугольного ролика, регулируемая высота установки ступени падения, частота движения встряхивателя, амплитуда движения встряхивателя, положение встряхивателя и/или ширина просвета между элементами просеивающего транспортера.

11. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что посредством датчика влажности определяют влажность почвенных агрегатов (28) и применяют ее в устройстве анализа данных для настройки рабочего параметра.

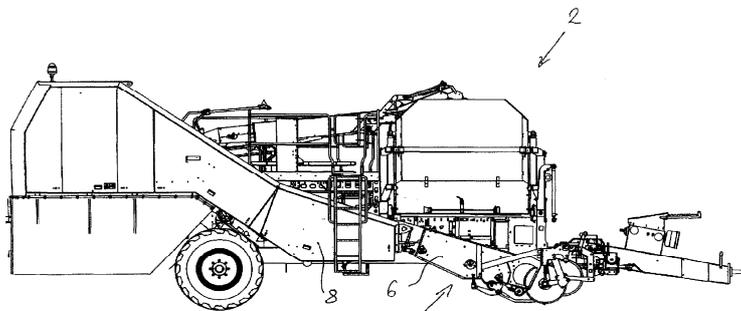
12. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что определение рабочего параметра является частью функционирования контура автоматического регулирования машины (2), в котором, в частности, в качестве входных параметров дополнительно используют показатели погоды, и/или тип почвы, и/или стратегию выкапывания.

13. Способ по п.12, отличающийся тем, что посредством контура автоматического регулирования дополнительно регулируют глубину подкопа и/или скорость движения машины.

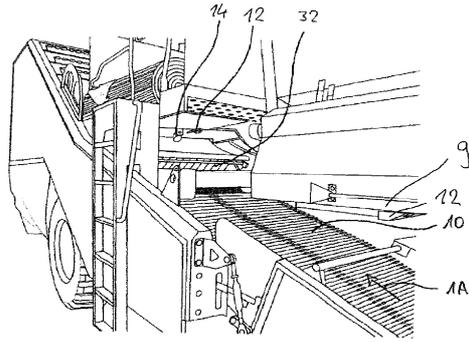
14. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что настройку рабочего параметра осуществляют посредством базы данных, которая выполнена, в частности, в виде банка данных и в которой заложены связанные между собой признаки и значения рабочих параметров, а также, в частности, параметры окружающей среды.

15. Машина (2) для уборки корнеклубнеплодов (4) и/или для отделения корнеклубнеплодов (4) от остального вороха, содержащая по меньшей мере одно электромагнитное, в частности оптическое, или акустическое съемочное устройство (12), подвижный относительно рамы машины (2) транспортирующий орган, в частности выполненный в виде просеивающего транспортера (10), и устройство анализа данных, а также средства для регулирования работы указанного транспортирующего органа или другого транспортирующего органа, причем машина выполнена с возможностью осуществления шагов способа по одному из предыдущих пунктов.

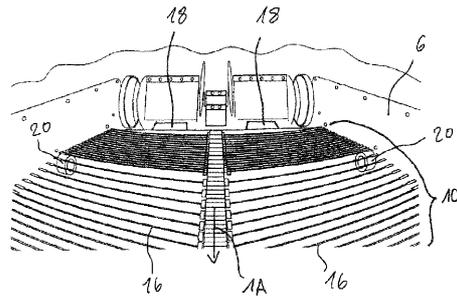
16. Энергонезависимое запоминающее устройство для устройства анализа данных машины по п.15, содержащее компьютерный программный продукт, включающий в себя команды, обеспечивающие выполнение шагов способа по одному из пп.1-14.



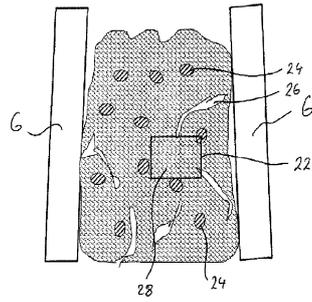
Фиг. 1



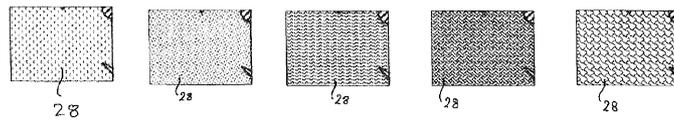
Фиг. 2



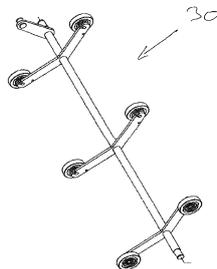
Фиг. 3



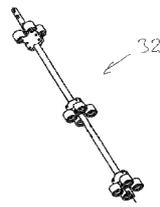
Фиг. 4



Фиг. 5



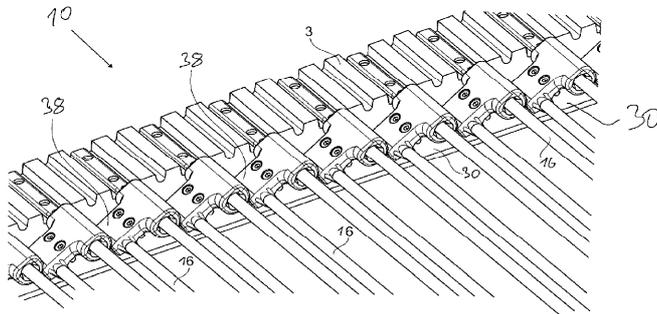
Фиг. 6



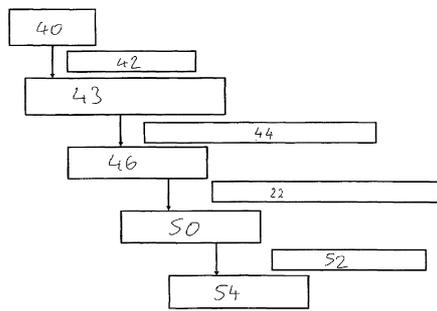
Фиг. 7



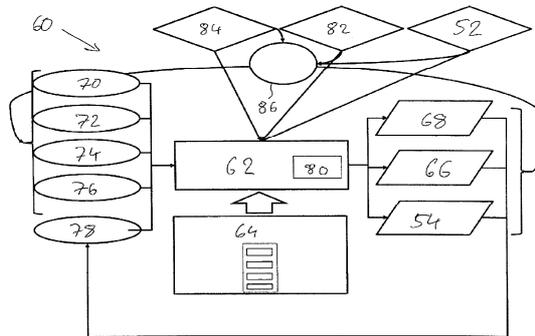
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

