

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042250**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.01.26

(51) Int. Cl. **G06K 9/32 (2006.01)**
G06K 9/46 (2006.01)

(21) Номер заявки
202191204

(22) Дата подачи заявки
2019.11.05

(54) **СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ
КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ**

(31) **10 2018 127 844.6**

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

(32) **2018.11.07**

(33) **DE**

(43) **2021.09.28**

(86) **PCT/EP2019/080263**

(87) **WO 2020/094654 2020.05.14**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ГРИММЕ
ЛАНДМАШИНЕНФАБРИК ГМБХ
УНД КО. КГ (DE)**

(72) Изобретатель:
**Штротман Вольфрам, Бёзенберг
Даниэль (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) В изобретении описан способ регулирования работы машины (2) для уборки корнеклубнеплодов (4), при осуществлении которого по меньшей мере одним оптическим съемочным устройством (6) снимают по меньшей мере одно контрольное изображение (8) содержащего корнеклубнеплоды (4) вороха, перемещаемого посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа (10) относительно рамы (12) машины, и на основании контрольного набора данных, сгенерированного с использованием контрольного изображения (8) или образованного им, регулируют интенсивность подачи вороха транспортирующим органом (10), причем на основании контрольного набора данных устройство анализа данных вырабатывает не зависящий от скорости движения вороха сигнал интенсивности подачи для регулирования интенсивности подачи вороха. В изобретении также описана вышеупомянутая машина.

042250
B1

042250
B1

Изобретение относится к способу регулирования работы машины для уборки корнеклубнеплодов, а также к соответствующей машине. Согласно предлагаемому в изобретении способу по меньшей мере одним оптическим съемочным устройством снимают (регистрируют) по меньшей мере одно контрольное изображение вороха, перемещаемого посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа относительно рамы машины. Ворох содержит корнеклубнеплоды. На основании контрольного набора данных, сгенерированного с использованием контрольного изображения или образованного им, регулируют скорость движения транспортирующего органа.

На контрольном изображении отображается ворох, который перед этим был захвачен (подобран) машиной для уборки корнеклубнеплодов. При этом транспортирующий орган как часть машины служит для перемещения вороха в пределах машины, причем по меньшей мере часть вороха при его перемещении находится в непосредственном контакте с транспортирующим органом. При помощи контрольного набора данных регулируют скорость движения транспортирующего органа.

В публикации US 2018/0047177 A1 раскрывается способ, при осуществлении которого посредством контрольного изображения определяют скорость транспортирующего органа. На основании этой определяемой скорости корректируют скорость движения транспортирующего органа.

Недостатком этого известного способа, имеющего аналогичное назначение, является то, что в зависимости от условий уборки урожая применяемые в машине сепарирующие агрегаты могут причинять корнеклубнеплодам значительные повреждения, или среди выгружаемых из машины корнеклубнеплодов может содержаться большое количество примесей. Поэтому дополнительно в US 2018/0047177 A1 в общих чертах предлагается в зависимости от результатов проводимого средствами сервера анализа трехмерных данных вороха, получаемых датчиками машины, изменять скорость уборки урожая либо одну или несколько конфигураций машины.

Задача настоящего изобретения заключается в разработке способа оптимизации загрузки транспортирующего органа в целях более бережного обращения с корнеклубнеплодами.

В соответствии с изобретением эта задача решается в способе указанного выше назначения, в котором на основании контрольного набора данных устройство анализа данных вырабатывает не зависящий от скорости движения вороха сигнал скорости, обеспечивающий увеличение или уменьшение скорости движения транспортирующего органа. Посредством устройства анализа данных контрольный набор или наборы данных подвергают вычислительной обработке, вычисляя сигнал скорости, на который не влияет скорость движения отображаемого контрольным изображением вороха, а также, в частности, скорость движения транспортирующего органа. Под скоростью движения вороха понимается не зависящее от направления значение скорости вороха, перемещаемого посредством транспортирующего органа. Соответственно под скоростью транспортирующего органа понимается не зависящее от направления значение его скорости, например скорости вращения или циркуляции просеивающего транспортера, просеивающей звезды или вальца.

Машина представляет собой самоходное или прицепное транспортное средство для уборки корнеклубнеплодов, в частности картофеля, свеклы, моркови или салатного цикория. При осуществлении предлагаемого в изобретении способа машина движется, в частности, в направлении рядков, в частности рядок убираемых корнеклубнеплодов, и непрерывно захватывает ворох корнеклубнеплодов, извлекая его из грунта. После захвата вороха он по меньшей мере частично перемещается по меньшей мере одним транспортирующим органом относительно рамы машины. При этом транспортирующий орган также предпочтительно служит для отделения корнеклубнеплодов от примесей и является, в частности, частью сепарирующего устройства, содержащего по меньшей мере один сепарирующий орган для отделения находящихся на транспортирующем органе корнеклубнеплодов от находящихся на транспортирующем органе примесей.

В качестве альтернативы, машиной также может быть машина для отделения корнеклубнеплодов от содержащихся в их ворохе примесей, например от комков, камней или почвы.

В частности, транспортирующий орган является циркулирующим или вращающимся. Транспортирующий орган предпочтительно выполнен в виде просеивающей звезды, просеивающего транспортера, игольчатого транспортера, кольцевого элеватора или в виде транспортирующего вальца, в частности в составе вальцового стола. Скорость транспортирующего органа представляет собой, в частности, продольную или окружную скорость контактирующего с ворохом участка транспортирующего органа, скорость циркуляции или вращения. Изменением скорости транспортирующего органа варьируют плотность или высоту слоя вороха, в частности корнеклубнеплодов, на транспортирующем органе.

Оптическое съемочное устройство неподвижно установлено на машине, в частности над транспортирующим органом. Съемочное устройство направлено на транспортирующий орган, а соответственно - на поток вороха, подаваемого во время работы транспортирующим органом. Предлагаемый в изобретении способ осуществляется, в частности, исключительно во время уборки урожая машиной и при этом повторяется, предпочтительно - циклически. В частности, под наблюдением съемочных устройств находятся переходы между отдельными транспортирующими органами, выполненные, например, в виде ступеней падения, а также подводящие и отводящие транспортирующие органы, расположенные перед и за сепарирующими органами сепарирующих устройств.

Контрольное изображение является, в частности, многомерным, предпочтительно - двумерным, изображением, на котором отображается по меньшей мере одна часть вороха с корнеклубнеплодами и примесями и/или транспортирующий орган. На основании снятого съемочным устройством контрольного изображения либо уже само съемочное устройство, либо устройство анализа данных генерирует контрольный набор данных. В качестве альтернативы, контрольный набор данных может быть образован самим контрольным изображением. Это касается, в частности, съемочных устройств, регистрирующих контрольные изображения сразу в формате, пригодном для последующего анализа в устройстве анализа данных. Контрольным набором данных является, в частности, полученный путем обработки, например фильтрацией и/или другими видами отображения, и по меньшей мере временно находящийся в системе набор данных, представляемая которым информация, например цветовые характеристики, анализируется в устройстве анализа данных. Такой набор данных может содержаться, например, в виде графического файла, таблицы, матрицы или векторного поля. Контрольное изображение, или контрольный набор данных, передается из съемочного устройства в устройство анализа данных. Оптическое съемочное устройство выполнено, в частности, в виде цифровой фото- или видеокамеры для двумерной съемки контрольного изображения или в виде однострочной камеры. Если в дальнейшем в связи с обработкой графической информации в устройстве анализа данных говорится о контрольном изображении, в этом контексте может подразумеваться контрольный набор данных.

Устройство анализа данных служит для анализа (оценки) контрольного набора данных. Устройство анализа данных содержит по меньшей мере один процессор и выполнено либо в виде центрального процессорного устройства, либо в виде децентрализованной системы, включающей в себя по меньшей мере один процессор и по меньшей мере одно запоминающее устройство, находящиеся в различных местах на компонентах машины. Таким образом, речь идет о локальной системе, что позволяет обрабатывать данные непосредственно на месте их получения и сразу (напрямую) предоставлять результаты такой обработки для их использования.

Сигнал скорости для регулирования скорости движения транспортирующего органа посылается устройством анализа данных, в частности, в блок управления скоростью движения транспортирующего органа машины или в сам транспортирующий орган. Сигнал скорости предпочтительно представляет собой набор цифровых данных, передаваемый посредством проводной или беспроводной связи. Этот сигнал предпочтительно является командой на увеличение, уменьшение или сохранение текущей скорости движения транспортирующего органа. Сигнал скорости соответствует, в частности, параметру загрузки, вычисляемому посредством контрольного набора данных, характеризующему степени загрузки транспортирующего органа и интерпретируемому, в частности, блоком управления скоростью движения транспортирующего органа. Блоком управления скоростью движения транспортирующего органа, который в предпочтительном варианте осуществления изобретения содержится в том же процессорном устройстве, что и устройство анализа данных, выдается, в частности, электрический сигнал. Блоком управления скоростью движения транспортирующего органа, в частности посредством выдаваемого им электрического сигнала, корректируется, в частности, давление в гидравлической системе, давление в пневматической системе, ток, напряжение, сила и/или момент, используемые для привода транспортирующего органа. В частности, наряду с сигналом скорости, блок управления скоростью движения транспортирующего органа принимает и другие сигналы, в частности сигналы с более высоким приоритетом, на основании которых он корректирует скорость движения транспортирующего органа.

Преимущество использования сигнала скорости, не зависящего от скорости движущихся потоком объектов в составе вороха, заключается в том, что это позволяет избежать ошибок, вносимых определением скорости перемещения вороха или скорости движения транспортирующего органа и затрудняющих либо вообще не допускающих распознавание слишком малой или слишком плотной загрузки транспортирующего органа. Напротив, сигнал скорости зависит от других динамических, т.е. находящихся во взаимосвязи с движением вороха или транспортирующего органа, или стационарных, т.е. не зависящих от движения вороха или транспортирующего органа, величин. При использовании нескольких таких величин удалось установить существенную корреляцию со степенью загрузки транспортирующего органа, что позволяет теперь надежно регулировать степень загрузки посредством сигнала скорости. Кроме того, уменьшается необходимая производительность вычислительных средств, необходимая для выработки сигнала скорости. Таким образом, в частности, обеспечивается возможность практически не зависящего от скорости движения машины и/или собираемого машиной вороха регулирования загрузки транспортирующего органа, т.е. плотности расположения вороха на или в транспортирующем органе. Благодаря этому корнеклубнеплоды перемещаются при оптимальных условиях транспортирования, при этом оптимально очищаются и не испытывают повреждений.

Регулирование скорости движения транспортирующего органа производится, в частности, автоматически и независимо от скорости движения самоходной или прицепной машины, что позволяет меньше отвлекать возможно задействованный обслуживающий персонал.

Устройство анализа данных предпочтительно сравнивает контрольный набор данных с исходным набором данных, сгенерированным на основании исходного изображения или образованным им. Особенно предпочтительно, если сгенерированный на основании исходного изображения или образованный

им исходный набор данных был зарегистрирован тем же самым оптическим съемочным устройством до съемки контрольного изображения во временном измерении. Исходный набор данных генерируют путем такой же обработки изображения, что используется при генерировании контрольного набора данных. В частности, при сравнении контрольного и исходного наборов данных сравнивают значения яркости, контрастности или цветовые характеристики. Благодаря сравнению контрольного набора данных с исходным набором данных упрощается оценка динамических свойств вороха, т.е. его поведения в динамике, и/или можно выявлять тенденции в изменении состава вороха, что позволяет получать дополнительную информацию о рабочем состоянии машины и его изменении. На основании этой информации может выдаваться более обоснованный сигнал скорости и может достигаться улучшение загруженности во времени. Сравнение значений яркости, контрастности или цветовых характеристик также может включать в себя статистическую оценку этих соответствующих показателей.

Сигнал скорости, вырабатываемый на основании контрольного набора данных и исходного набора данных для регулирования скорости движения транспортирующего органа, предпочтительно не зависит от скорости движения вороха и/или транспортирующего органа либо зависит от них по меньшей мере только в дополнение (к другим факторам). Благодаря дополнительному учету скорости можно выявлять различающиеся и значимые в случае определенных корнеклубнеплодов факторы, оказывающие влияние на загруженность транспортирующего органа, а значит - выдавать в этих случаях оптимизированный сигнал скорости.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения контрольный набор данных, сгенерированный при первом осуществлении способа, служит исходным набором данных при последующем осуществлении способа. Таким образом, контрольный набор данных, сгенерированный при первом осуществлении способа, становится исходным набором данных при последующем осуществлении способа. В качестве альтернативы этому варианту, при каждом осуществлении способа снимают как контрольное изображение, так и исходное изображение. В частности, оптическое съемочное устройство снимает изображения с частотой от 0,1 до 1000 Гц, причем сравнение контрольного набора данных с исходным набором данных предпочтительно осуществляют с меньшей частотой, в частности от 0,1 до 10 Гц. Благодаря этим признакам способа сигнал скорости получают на основе данных, имеющих особенно высокое разрешение, что делает осуществление самого способа эффективным.

В частности, предлагаемый в изобретении способ отличается тем, что устройство анализа данных определяет сигнал скорости на основании анализа оптического потока вороха, полученного из контрольного и исходного наборов данных. Оптический поток, получаемый из контрольного и исходного наборов данных, представляет собой набор данных с информацией о движении одного или нескольких объектов, видимых на контрольном изображении, в частности в системе координат изображающей оптической системы съемочного устройства.

Устройство анализа данных предпочтительно вычисляет, в частности для определения оптического потока, по меньшей мере один набор данных движения. Набор данных движения характеризует движение, в частности направление движения, по меньшей мере одного объекта, по меньшей мере частично отображаемого контрольным изображением, в частности частью контрольного изображения. В частности, по меньшей мере на одной части контрольного изображения одновременно могут отображаться несколько объектов, так что набор данных движения по меньшей мере опосредованно указывает направление их движения. На основании набора данных движения вырабатывают сигнал скорости.

Набор данных движения предпочтительно содержит только один элемент информации или одно численное значение либо множество элементов информации или численных значений. Набор данных движения вычисляют, в частности, как на основании контрольного набора данных, так и на основании исходного набора данных, т.е. на основании результата их сравнения, а в качестве альтернативы - только на основании контрольного набора данных.

Набор данных движения содержит показатель, по меньшей мере частично характеризующий движение по меньшей мере частично отображаемого (отображаемых) объекта или объектов. В частности, набор данных движения содержит информацию о направлении. В случае нескольких объектов, возможно, отображаемых лишь частично, набор данных движения может содержать информацию о нескольких направлениях или об общем направлении движения. При этом объектом может быть любое по меньшей мере частично изображение отображаемого тела, имеющего физическую протяженность, в частности по меньшей мере одной части корнеклубнеплода, стебля ботвы, комка, почвы, транспортирующего органа или их комбинаций.

Информацию о движении тех или иных объектов или комбинаций объектов в контрольном изображении и в исходном изображении получают при определении оптического потока путем сравнения, выполняемого по меньшей мере в частях областей, повторно найденных на обоих изображениях. Такие повторно найденные области могут, например, иметь размер одного пикселя, или могут характеризоваться одним пикселем, что делает необязательным распознавание объектов в смысле обнаружения объектов в виде корнеклубнеплодов, камней и т.п.

Благодаря учету набора данных движения, характеризующего движение отображаемого объекта, в результате вычислений можно сделать детальный вывод о ситуации с движением отображаемого вороха.

В частности, ситуация с движением проявляется уже в результате наблюдения за направлением движения, предпочтительно без наблюдения за скоростью.

В частности, благодаря использованию сигнала скорости и инициируемому им изменению скорости движения транспортирующего органа на ситуацию с движением можно влиять особенно неподверженным ошибкам и непрерывным образом и таким образом достигать оптимальной производительности транспортирования вороха.

Набор данных движения предпочтительно содержит два численных значения, на основе которых может быть построен вектор. Набор данных движения предпочтительно содержит два отрезка, ориентированных в различных направлениях или, в качестве альтернативы, угол, а также один отрезок. Это позволяет построить по меньшей мере один вектор, предпочтительно отображаемый для пользователя с контрольным изображением на визуализирующем устройстве. Тем самым пользователь получает изображение ситуации с движением и по желанию может проверить предпринятое устройством анализа данных изменение скорости движения транспортирующего органа в отношении его успешности.

Для вычисления по меньшей мере одного набора данных движения предпочтительно сравнивают контрольный поднабор данных, созданный на основании первой частичной области контрольного изображения, с несколькими исходными поднаборами данных, созданными на основании других частичных областей исходного изображения. В качестве альтернативы, исходный поднабор данных, созданный на основании первой частичной области исходного изображения, сравнивают с несколькими контрольными поднаборами данных, созданными на основании других частичных областей контрольного изображения. При каждом таком сравнении оценивают соответствие сравниваемых контрольных и исходных поднаборов данных. В частности, при каждом таком сравнении ровно один контрольный поднабор данных сравнивают с ровно одним исходным поднабором данных. Соответствие контрольных и исходных поднаборов данных считают особенно хорошим, в частности, тогда, когда описываемые ими частичные области изображения имеют оптически высокое подобие. Для определения подобия можно сравнивать значения яркости, контрастности и/или цветовые характеристики.

Соответствие поднаборов данных оценивают, в частности, только на основании соответствующих контрольных и исходных наборов данных, в качестве альтернативы - на основании дополнительных данных контрольных и исходных наборов данных. В другом предпочтительном варианте соответствие поднаборов данных также оценивают на основании дополнительной информации, не являющейся частью контрольных и исходных наборов данных и, в частности, регистрируемых датчиками машины. В частности, для оценивания соответствия поднаборов данных учитывают вспомогательную величину, такую, например, как скорость циркуляции транспортирующего органа. За счет этого предпочтительно предварительно определяют, например, ожидаемое различие положений двух частичных областей изображения из контрольного и исходного наборов данных и используют его при оценивании соответствия поднаборов данных.

Соответствие поднаборов данных предпочтительно оценивают на основании контрастности компонентов контрольных и исходных поднаборов данных, лежащих в основе частичных областей изображений. В частности, установленную контрастность первой области изображения сравнивают с по меньшей мере частично соответствующими контрастностями других частичных областей изображений и соответствие контрастностей оценивают, в частности, на основании градиента яркости или цвета или пространственной протяженности контрастности. Такая форма оценивания соответствия различных частичных областей изображений позволяет особенно надежно соотнести друг с другом частичные области изображений, по меньшей мере частично показывающие один и тот же объект, и тем самым проследить движение вороха независимо от того, отображаются ли на изображениях цельные части вороха, такие, например, как картофелины, камни и т.п. Благодаря этому сигнал скорости можно вычислять на основании большего количества информации и тем самым особенно точно управлять скоростью уборочной машины в зависимости от ситуации с движением вороха.

Особенно предпочтителен вариант, в котором набор данных движения для объекта, представленного первой частичной областью изображения, в частности содержащееся в этом наборе данных направление движения, вычисляют на основании параметров положения в контрольном наборе данных и исходном наборе данных, соотнесенных с соответствующими друг другу наилучшим образом контрольными и исходными поднаборами данных. Таким образом, как контрольный набор данных, так и исходный набор данных содержат параметры положения, воспроизводящие положение различных областей контрольного изображения и исходного изображения, выраженное относительно других областей изображения или опорных меток изображения, либо в абсолютном выражении. Направление движения вычисляют, в частности, посредством путем совместной вычислительной обработки двух различающихся параметров положения, для чего параметры положения включают в себя, в частности, данные о положении по меньшей мере в двух различных измерениях. Направление движения, таким образом, указывает, откуда и куда область изображения, отображенная на контрольном изображении или исходном изображении, или объект, представленный контрольным изображением или исходным изображением, переместилась/переместился между съемкой исходного изображения и съемкой контрольного изображения, и направление движения задано, в частности, двумя участками пути перемещения, проходящими в разных

координатных направлениях. Это позволяет сделать особенно точный вывод в отношении ситуации с движением вихря на транспортирующем органе, в частности о возникновении затора или о беспрепятственном движении вихря.

В частности, устройство анализа данных делит как контрольное, так и исходное изображение на множество областей изображения, предпочтительно одинакового размера, причем с каждой областью контрольного изображения соотносят соответствующую ей наилучшим образом область исходного изображения, а с каждой областью исходного изображения соотносят соответствующую ей наилучшим образом область контрольного изображения. В основе каждой области изображения лежит, в частности, контрольный или исходный поднабор данных. Это позволяет определять множество наборов данных движения, в частности направлений движения, и определять ситуацию с движением с более высоким разрешением.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения на сигнал скорости оказывает влияние параметр соответствия, характеризующий степень соответствия контрольного поднабора данных и исходного поднабора данных. В зависимости от того, насколько велика степень соответствия соответствующих друг другу наилучшим образом контрольных и исходных поднаборов данных, направлению движения, вычисляемому на их основании при вычислении сигнала скорости, придается, в частности, различное значение. Таким образом, однозначно прослеживаемое движение объекта оказывает на сигнал скорости большее влияние, чем движение, которое удалось предположительно проследить только на основании двух относительно различных контрольных и исходных поднаборов данных. Это повышает в целом информативность наборов данных движения, а значит и ценность сигнала скорости.

Устройство анализа данных предпочтительно вырабатывает набор данных движения для каждого из различных объектов, по меньшей мере частично отображаемых контрольным изображением, или различных первых областей изображения, содержащих, в частности, ровно один пиксель контрольного и/или исходного изображения. В частности, по одному набору данных движения для множества контрольных и/или исходных поднаборов данных получают независимо от объектов, показываемых соответствующими изображениями. Особенно предпочтительно вырабатывать по одному набору данных движения, в частности содержащему направление движения, для нескольких пикселей контрольного и/или исходного изображения. В частности, набор данных движения вырабатывают для каждого пикселя контрольного и/или исходного изображения или, в качестве альтернативы, предпочтительно по меньшей мере для каждого пикселя выбранного связного участка контрольного и/или исходного изображения. Использование такого числа наборов данных движения и такого разрешения при их получении позволяет особенно точно прослеживать ситуацию с движением вихря на транспортирующем органе и соответственно позволяет регулировать скорость движения транспортирующего органа в особенно тесной связи с фактической ситуацией. Это еще более повышает эффективность эксплуатации машины.

На первом вычислительном шаге устройство анализа данных предпочтительно вычисляет для множества областей изображения, содержащих по меньшей мере первое число пикселей, по одному набору данных движения, а на последующем вычислительном шаге и с учетом дополненных на первом вычислительном шаге наборов данных движения - вычисляет по одному дополнительному набору данных движения для большего числа отличающихся областей изображения, содержащих меньшее число пикселей. В частности, на первом вычислительном шаге устройство анализа данных вычисляет по одному набору данных движения для меньшего числа больших областей изображения, а на последующем вычислительном шаге - большее число наборов данных движения для меньших областей изображения, которые в совокупности составляют то же общее изображение, что и большие области изображения. Таким образом, наборы данных движения, вычисленные на последнем вычислительном шаге, соотносятся, в частности, с одним пикселем, получают путем итерационного приближения, и тем самым сводится к минимуму вероятность получения ошибочных наборов данных движения, включающих в себя, в частности, направления движения, не соответствующие реальным направлениям движения объектов на транспортирующем органе.

По меньшей мере один набор данных движения предпочтительно содержит, по меньшей мере в течение некоторого времени, первый путь движения в первом направлении и второй путь движения во втором направлении, отличающемся от первого, в частности, отличающийся на 90° в плоскости изображения, и/или содержит указание направления и/или содержит не зависящий от направления общий путь движения. В частности, на основании первого и второго путей движения вычисляют указание направления, а значит - направление движения, входящее в набор данных движения. При этом пути движения и/или общий путь движения указывают, в частности, в виде относительных значений, зависящих от положения, в частности от ориентации съемочного устройства, и не требуют отдельной калибровки.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения устройство анализа данных вычисляет параметр загруженности на основании по меньшей мере одного характеризующего направление движения параметра движения, входящего в по меньшей мере один набор данных движения, и, в частности, на основании по меньшей мере одного соотносенного с параметром движения опорного (референсного) параметра. В частности, для вычисления наборов данных движения используют исключительно параметры движения, характеризующие направление движения, и, в частности, не используют никаких других дан-

ных, основывающихся на контрольном и/или исходном наборе данных. Параметр движения характеризует, в частности, исключительно направление движения. В частности, параметр загруженности вычисляется на основании своего множества параметров движения, причем каждый параметр движения является частью своего набора данных движения. Параметр движения указывает, в частности, меру движения в поперечном направлении, отличном от направления перемещения вороха транспортирующим органом, или указывает направление движения, например угол. Параметры движения либо как таковые совместно подвергаются вычислительной обработке для вычисления параметра загруженности, либо сначала подвергаются вычислительной обработке совместно с соответствующим опорным параметром. Опорный параметр указывает, в частности, идеальное, или глобальное, направление, в котором должен двигаться ворох. Таким образом, для вычисления параметра загруженности предпочтительно используют отклонения параметров движения от опорного(ых) параметра(ов).

Все опорные параметры предпочтительно равны и характеризуют то направление, в котором должен двигаться ворох в целом, и/или опорные параметры имеют различные значения, назначающие каждую область изображения, т.е. контрольному или исходному поднабору данных, собственное используемое при сравнении направление движения.

В случае использования единого опорного параметра для нескольких параметров движения при отсутствии вычислительного исправления обусловленного ракурсом съемки искажения контрольного изображения, создаваемого объективом съемочного устройства, появляется, в частности, базовое (основное) отклонение между опорным параметром и по меньшей мере большинством параметров движения, даже если урожай, например в виде свеклы или картофеля не отображается, или если он не имеет компоненты движения в отличном от опорного направления поперечном направлении.

В особенно предпочтительном варианте устройство анализа данных для вычисления параметра загруженности статистически анализирует несколько параметров движения, содержащихся в различных наборах данных движения. Предпочтительно речь идет о параметрах движения пикселей по меньшей мере одной части контрольного изображения. В частности, устройство анализа данных вычисляет стандартное отклонение параметров движения, характеризующих, в частности, направление движения, от соответствующих опорных параметров или от единого опорного параметра. Для этого, в частности, значения отклонения параметров движения от опорного(ых) параметра(ов) сначала используют для того, чтобы вычислить среднее отклонение по модулю (абсолютное отклонение). Статистический анализ параметров движения, а соответственно и определение параметра загруженности, предпочтительно осуществляют независимо от значения скорости отображаемого на контрольном изображении вороха.

Затем, в предпочтительном примере осуществления изобретения, находят разности между значениями отклонения и полученным средним отклонением, после чего эти разности возводят в квадрат. Возведенные в квадрат разности складывают, делят на число параметров движения, и из полученного частного берут корень квадратный. Благодаря использованию такого рода статистического анализа параметр загруженности особенно хорошо коррелирует с опасностью возникновения затора на участке транспортирующего органа, что позволяет особенно надежно использовать сигнал скорости для регулирования загруженности, когда фактическая загруженность близка к максимально возможной.

В качестве альтернативы вычислению стандартного отклонения, параметр загруженности вычисляют как среднее значение параметров движения, указывающих направление движения, или как их значения, или как их отклонение по модулю от опорного(ых) параметра(ов). Опять же в качестве альтернативы, вычисляют среднее значение параметров движения, указывающих общий путь движения, или вычисляют среднее квадратическое отклонение этих параметров движения. В этих случаях параметр загруженности также имеет значительную корреляцию с фактической вероятностью возникновения затора в машине.

В соответствии с изобретением для определения сигнала скорости в общем случае особенно хорошо подходит статистический анализ одних лишь направлений движения объектов, по меньшей мере частично отображаемых на контрольных изображениях, в частности с применением стандартного отклонения направления движения от опорного направления, заданного главным(и) направлением(ми) подачи вороха соответствующим транспортирующим органом.

В качестве альтернативы или же в дополнение к вычислению стандартного отклонения, параметр загруженности вычисляют как среднее значение параметров движения, указывающих направление движения, или как их значения, или как их отклонение по модулю от опорного(ых) параметра(ов). Опять же в качестве альтернативы, вычисляют среднее значение параметров движения, указывающих общий путь движения, или вычисляют среднее квадратическое отклонение этих параметров движения. В этих случаях параметр загруженности также показывает значительную корреляцию с фактической склонностью машины к образованию затора. В качестве дополнительных статистических признаков, которые могут описывать поведение потока и таким образом могут в отдельности или вместе с другими значениями служить входными величинами для регулирования скорости движения транспортирующего органа, могут использоваться процентиля по длине или ориентациям потока, статистические, абсолютные или центральные моменты 1-го, 2-го, ... k-го порядка, или, в частности, результаты сравнения фактических гистограмм с предварительно настроенными нормальными гистограммами.

В качестве альтернативы или в дополнение к описанным выше вариантам осуществления предлагаемого в изобретении способа, устройство анализа данных вычисляет по меньшей мере одну первую долю контрольного изображения, образованную по меньшей мере одной областью изображения. По меньшей мере одна область изображения по меньшей мере частично отображает заданный компонент вороха или машины. На основании первой доли вычисляют, в частности, параметр загруженности или дополнительный параметр загруженности. Во многих примерах осуществления изобретения параметр загруженности может отождествляться с вышеупомянутой долей.

Перед вычислением первой доли задают компонент, статистически представляемый первой долей. Контрольное изображение и/или контрольный набор данных делят, в частности, на множество областей изображения, предпочтительно областей одинакового размера. Области изображения, которые по меньшей мере частично показывают компонент, совместно образуют первую долю. Указанной долей является, в частности, доля этих областей изображения, по меньшей мере частично показывающих компонент, среди всех областей изображения, причем первую долю получают посредством отношения чисел областей изображения или их общих площадей.

Первая доля является мерой величины областей изображения, отображающих компонент, а соответственно - мерой плотности (густоты) этого компонента в поле обзора съемочного устройства или рассматриваемой части контрольного изображения. Компонентом, в частности, по меньшей мере частично является составляющая вороха, приходящаяся на корнеклубнеплоды, вследствие чего первая доля по меньшей мере приблизительно указывает концентрацию корнеклубнеплодов. Область изображения рассматривают как отображающую компонент и относят к первой доле, в частности, тогда, когда компонент виден на по меньшей мере от 50 до 100% ее площади. В частности, по меньшей мере одну область изображения также можно относить к первой доле только в некоторой пропорции (пропорционально), или предпочтительно можно относить соответственно частично к различным долям. Это выгодно, в частности, если в рамках метода классификации, предпочтительно основанного на модели, однозначное отношение области изображения к одному соответствующему компоненту невозможно. В этом случае предпочтительно определяют вероятности отнесения области изображения к различным долям. В особенно предпочтительном случае соответственно этим вероятностям области изображения относят к различным долям пропорционально или частично. Благодаря этому отношения компонентов друг к другу отображаются еще точнее.

Путем вычисления первой доли вычисляют параметр, характеризующий, в частности, состав вороха. Скорость движения транспортирующего органа регулируется на этой основе особенно выгодно, поскольку эффективность очистки, осуществляемой транспортирующим органом или содержащим транспортирующий орган сепарирующим устройством, сильно зависит от состава вороха. В случае, если первая доля характеризует концентрацию примесей в ворохе, с увеличением первой доли скорость движения транспортирующего органа предпочтительно увеличивать для получения меньшей загруженности в пользу большего сепарирующего эффекта, в частности просеивающего эффекта. Параметр загруженности предпочтительно вычисляется по меньшей мере с использованием первой доли или равен первой доле.

Сигнал скорости предпочтительно зависит от скорости движения вороха или транспортирующего органа. Посредством параметра скорости, представляющего эту скорость, можно, в частности, вычислять параметр загруженности, который по этой причине имеет отличающуюся информативность.

По меньшей мере одну область изображения, образующую первую долю, предпочтительно идентифицируют как показывающую заданный компонент, в частности на основании сгенерированного с использованием этой области изображения контрольного поднабора данных. В частности, эту область изображения идентифицируют на основании содержащегося в контрольном изображении и/или входящего в контрольный поднабор данных контрольного значения, предпочтительно цветовой информации. Цветовая информация включает в себя, в частности, значения черно-белого, серого и/или цветных каналов цветового пространства.

Контрольный поднабор данных, контрольное значение или цветовую информацию предпочтительно классифицируют статистическим методом классификации, в частности основанным на модели. Соответственно этому область изображения относят к первой доле, в частности, тогда, когда результат выполнения метода классификации соотносится с заданным компонентом вороха или машины. Метод классификации использует, в частности, нейронную сеть, алгоритм "случайный лес", байесовский классификатор, метод опорных векторов и/или дерево решений. Благодаря применению метода классификации результат вычисления первой доли, в частности различных долей, является особенно робастным и информативным в отношении состава вороха.

В особенно предпочтительном варианте контрольное значение, или цветовую информацию, сопоставляют с одним или несколькими опорными значениями или опорными диапазонами, и на этом основании область изображения либо относят, либо не относят к первой доле. Опорное изображение предпочтительно снимают (регистрируют), как и контрольное изображение, оптическим съемочным устройством, причем пользователь должен пометить, в частности, различные части опорного изображения как показывающие различные компоненты. Такая форма проведения различий обеспечивает возможность особенно надежной идентификации соответствующего компонента на контрольном изображении. Осо-

бенно предпочтительно сравнивать по меньшей мере одно из контрольных значений контрольного поднабора данных, которое включает в себя, в частности, цветовую информацию, по меньшей мере с одним опорным значением, и область изображения относят к первой доле, в частности, тогда, когда как минимум по меньшей мере одно контрольное значение контрольного поднабора данных находится в пределах соответствующего диапазона опорных значений. Этот диапазон опорных значений ограничен, в частности, крайними верхним и нижним значениями, причем для отнесения области изображения к первой доле различные контрольные значения должны находиться в соответствующих им диапазонах опорных значений.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения при вводе образцовых областей опорного изображения, подлежащих отнесению к первой доле, устройство анализа данных автоматически строит или автоматически усовершенствует модель, положенную в основу метода классификации. В качестве альтернативы или в дополнение, при вводе образцовых областей опорного изображения, подлежащих отнесению к первой доле, устройство анализа данных автоматически вычисляет или изменяет по меньшей мере один диапазон опорных значений. Таким образом, в частности, опорные значения, диапазоны опорных значений или модель либо ее параметры могут, по меньшей мере неполностью, задаваться пользователем вручную. Вместо этого для запуска устройства анализа данных достаточно ввести по меньшей мере одну образцовую область изображения, показывающую компонент. Используя эту область изображения, устройство анализа данных автоматически определяет по меньшей мере одно опорное значение, по меньшей мере один диапазон опорных значений или модель либо ее параметры. Таким образом, устройство анализа данных практически автономно настраивается на различные случаи применения. При этом чем больше число введенных областей изображения, тем точнее можно определять опорные значения, диапазоны опорных значений или модель либо ее параметры.

Предлагаемый в изобретении способ является особенно робастным в случае, если введенные области изображения показывают компонент в различных условиях яркости и/или почвы. Таким образом, этот способ также может надежно использоваться в различных условиях применения. Особенно предпочтительно, чтобы во время повторного осуществления способа устройство анализа данных адаптировало по меньшей мере одно опорное значение или диапазоны опорных значений, при необходимости с идентификацией релевантных компонентов оператором в качестве соответствующих примеров или образцов, на основании чего могут отображаться данные для обучения алгоритма.

В частности, при помощи дополнительных датчиков, таких как датчики яркости для измерения яркости окружающей среды, которую устройство анализа данных присваивает контрольным наборам данных практически одновременно со съемкой соответствующих изображений, устройство анализа данных автоматически расширяет объем опорных данных. В качестве альтернативы или в дополнение, пользователь способа, т.е., в частности, водитель или оператор уборочной машины или связанной с ней машины, имеет возможность вручную пометить по меньшей мере один компонент на визуализированных контрольных изображениях для расширения объема опорных данных устройства анализа данных. Так, на основании сведений, единожды введенных пользователем, или данных, сохраненных в устройстве анализа данных, указанное устройство может проводить различие, например, между картофелем, ботвой, камнями и комками и может вычислять соответствующие доли.

Предлагаемый в изобретении способ после его запуска предпочтительно осуществляется автоматически, за исключением ввода возможно имеющихся данных обучения в форме отметок компонентов. Это облегчает управление водителю или оператору машины.

Области изображения, образующие первую долю, предпочтительно распознают, или идентифицируют, на основании поднаборов данных изображения, созданных посредством соответственно соседних областей изображения или образованных ими. Для этого опять же используют, в частности, содержащуюся в контрольных поднаборах данных цветовую информацию, предпочтительно также включающую в себя значения черно-белого и/или серого. Таким образом, области изображения оценивают не посредством одних лишь относящихся к этим областям данных, а для этого дополнительно используют другие данные, относящиеся к окружающим областям изображения. Это позволяет строить распределения показателей яркости и/или цвета и тем самым осуществлять распознавание областей изображения на основе более широкой информационной базы.

При вычислении первой доли различным областям изображения предпочтительно присваивают различные веса (весовые коэффициенты), т.е. различные области изображения по-разному "взвешивают". Таким образом, вклад областей изображения, образующих первую долю, является различным. Это позволяет не просто вычислять первую долю посредством контрольного изображения в перспективе, а, в частности, присваивать областям изображения, на которых показан более удаленный от съемочного устройства компонент вороха, более высокие веса, чем областям изображения, на которых показан компонент, находящийся ближе к съемочному устройству. Таким образом можно определять первую долю с коррекцией перспективы, т.е. очищением от влияния перспективы съемки, и тем самым получать особенно близкую к реальности картину состава вороха, находящегося на транспортирующем органе.

Все контрольное изображение или связанная часть контрольного изображения предпочтительно разделено(а) на частичные области изображения, например описанные выше. Такие частичные области изображения содержат, в частности, одинаковое число пикселей контрольного изображения, предпочти-

тельно -ровно по одному пикселю. Вышеупомянутой частью контрольного изображения является его часть или фрагмент, содержащая (содержащий) множество частичных областей изображения. Для вычисления первой доли учитывают, в частности, только те показывающие эту долю области изображения, которые принадлежат указанной части контрольного изображения. Для этого часть контрольного изображения задана, в частности, так, чтобы отображать важные и подлежащие наблюдению зоны в пределах машины. Таким образом, образующая первую долю область изображения содержит, в частности, несколько частичных областей изображения одной части контрольного изображения.

Контрольное изображение или часть контрольного изображения, в частности, является растрованным(ой), или поделенным(ой) в рамках сетки, на множество частичных областей изображения, каждая из которых предпочтительно является прямоугольной. В случае если частичные области изображения образованы ровно одним пикселем, это позволяет создать особенно крупную базу данных для анализа состояния вороха в отношении его отдельных компонентов и таким образом обеспечить особенно чувствительное регулирование рабочего параметра. В то же время это позволяет без проблем обрабатывать объемы данных, выдаваемые обычными двумерными цифровыми камерами и составляющие, как правило, максимум несколько миллионов пикселей, для устройства анализа данных, снабженного одним или несколькими современными процессорами, в условиях, приближенных к режиму реального времени.

Контрольное изображение предпочтительно содержит несколько частей, для каждой из которых устройство анализа данных вычисляет первую долю, в частности несколько долей в областях изображения. Эти части контрольного изображения показывают, в частности, различные участки одного и того же транспортирующего органа или различные транспортирующие органы. В частности, части контрольного изображения показывают участки транспортирующего органа, один из которых расположен в направлении подачи перед сепарирующим устройством или его сепарирующим органом, а еще один - за сепарирующим устройством или его сепарирующим органом. В качестве альтернативы, части контрольного изображения показывают различные транспортирующие органы, представляющие альтернативные пути подачи различных компонентов вороха (например, транспортирующий орган для очищенных корнеклубнеплодов, транспортирующий орган для отсортированных примесей). Вычисление первой доли для этих различных частей контрольного изображения позволяет особенно всесторонне оценивать эффективность очистки корнеклубнеплодов или сепарации компонентов вороха соответствующим сепарирующим устройством. В частности, первую долю потока вороха, движущегося к сепарирующему устройству, можно сравнивать с первой долей отводимого потока вороха корнеклубнеплодов, движущегося от сепарирующего органа или сепарирующего устройства, и тем самым можно определять эффективность сепарирующего устройства. В зависимости от этой эффективности скорость движения транспортирующего органа регулируют, в частности, так, чтобы устранять кратковременно возникающие заторы, например, за счет более медленного подвода или более быстрого отвода. Определение различных частей контрольного изображения перед сепарирующим или отклоняющим устройством позволяет особенно хорошо оценивать скапливание вороха. Так, например, для части контрольного изображения, расположенной непосредственно перед отклоняющим устройством, загруженность ворохом можно соотносить с загруженностью перед этой областью и, например, повышать скорость движения транспортирующего органа, если загруженность перед отклоняющим устройством слишком низка.

Равным образом части контрольного изображения, отображаемые или имеющиеся в соответствующих контрольных наборах данных, могут показывать часть транспортирующего органа, расположенную перед сепарирующим или отклоняющим органом сепарирующего устройства, и часть транспортирующего органа, расположенную за сепарирующим или отклоняющим органом. Если в результате анализа изображений установлено, что за отклоняющим органом в нежелательной области появляются слишком большие доли, например корнеклубнеплоды, что может быть признаком отсутствия сепарации компонентов вследствие затора, скорость движения транспортирующего органа может быть скорректирована соответственно.

В еще одном варианте осуществления изобретения части контрольного изображения предпочтительно показывают различные транспортирующие органы за сепарирующим устройством, в частности один транспортирующий орган для отвода вороха корнеклубнеплодов и один транспортирующий орган для отвода примесей, расположенные за одним и тем же сепарирующим устройством. В этом случае для обеих частей контрольного изображения предпочтительно определяют первую долю компонента, например корнеклубнеплодов. В качестве альтернативы, для различных частей контрольного изображения вычисляют различные доли. Это позволяет, например, сравнивать долю примесей в отводимом потоке вороха корнеклубнеплодов с примесями с долей корнеклубнеплодов в потоке отсортированных примесей и на основе этого сравнения регулировать работу приданного сепарирующему устройству транспортирующего органа в отношении его скорости.

Области изображения, образующие первую долю, предпочтительно показывают корнеклубнеплоды или их части, а области изображения, образующие вторую долю, - примеси или их части. Таким образом устройство анализа данных вычисляет по меньшей мере две различные доли. В особенно предпочтительном варианте устройство анализа данных вычисляет по меньшей мере четыре доли, в том числе одну долю для компонентов машины, одну долю для корнеклубнеплодов, одну долю для растительных при-

месей, в частности ботвы, одну долю для почвы или комков, одну долю для камней и/или одну долю для поврежденных корнеклубнеплодов. В зависимости от конкретного случая применения, в частности, вычисляют только часть вышеназванных долей и/или комбинируют несколько вышеназванных долей. Сумма долей составляет, в частности, менее единицы (<1).

Использование нескольких долей при выполнении вычисления устройством анализа данных позволяет получить более точную картину состава вороха или загруженности транспортирующего органа. В качестве альтернативы идентификации областей изображения посредством граничных значений, все области контрольного изображения или части контрольного изображения при необходимости соотносят с определенной долей. При этом предпочтительно оценивают степень соответствия контрольных поднаборов данных, вычисленных посредством областей изображения, и опорных поднаборов данных, и каждую область изображения относят к той доле, для которой это соответствие является наибольшим.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения параметр загруженности основывается на отклонении первой доли от порогового значения, вычисляемом устройством анализа данных. В частности, пороговое значение характеризует оптимальную загруженность транспортирующего органа, причем отклонение от ее заданного значения вызывает, или инициирует, увеличение или уменьшение скорости движения транспортирующего органа. Параметр загруженности основывается, в частности, на нескольких долях, а также предпочтительно дополнительных данных, в частности данных от датчиков.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения сигнал скорости вычисляют с использованием множества параметров загруженности, в частности вычисляемых последовательно во времени, или при вычислении параметра загруженности используют по меньшей мере один ранее вычисленный параметр загруженности. В частности, вычисляют скользящее среднее значение параметра загруженности, которое берут за основу при определении сигнала скорости, или выполняют сглаживание кривой (профиля изменения) параметра загруженности, в частности при помощи фильтра нижних частот. Благодаря этим мероприятиям предлагаемый в изобретении способ становится особенно помехоустойчивым и поэтому может осуществляться особенно робастным образом.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения используют по меньшей мере один датчик, передающий в устройство анализа данных данные, используемые при вычислении сигнала скорости. Таким датчиком может быть, в частности, датчик, предпочтительно тактильный или ультразвуковой, для измерения толщины слоя вороха на транспортирующем органе и/или датчик частоты вращения, в частности для измерения частоты вращения привода транспортирующего органа. Предпочтительно речь может идти о датчике для измерения мощности привода, выполненном, например, в виде датчика давления для измерения давления гидравлической жидкости. В частности, посредством датчика частоты вращения определяют проскальзывание транспортирующего органа, передаваемое в устройство анализа данных в виде соответствующих данных от датчика. Применение датчика влажности также позволяет использовать соответствующую информацию при вычислении сигнала скорости.

Благодаря этой дополнительной информации, имеющейся в получаемых от датчиков данных и входящей за рамки информации, получаемой на основе контрольного изображения, устройство анализа данных располагает гораздо более точной картиной, описывающей ситуацию с загруженностью на участке транспортирующего органа, что, в свою очередь, позволяет оказывать влияние на скорость движения транспортирующего органа в еще лучшем соответствии с этой ситуацией.

Как было указано выше, посредством различных сигналов скорости устройство анализа данных задачи предпочтительно инициирует либо увеличение, либо уменьшение скорости движения по меньшей мере отдельных транспортирующих органов уборочной машины, т.е. ускорение или замедление этого движения. В частности, устройство анализа данных или блок управления скоростью движения транспортирующего органа содержит трехпозиционный регулятор, который взаимоисключающим образом инициирует либо ускорение, либо замедление движения транспортирующего органа, либо сохранение его текущей скорости. Ускорение движения транспортирующего органа инициируется, в частности, если параметр загруженности находится выше заданного первого порогового значения, а замедление движения транспортирующего органа соответственно инициируется, если параметр загруженности находится ниже заданного второго порогового значения. При вычислении фактического увеличения или уменьшения скорости движения транспортирующего органа, обусловленного сигналом скорости, может снова учитываться текущее абсолютное значение.

В особенно предпочтительном варианте обеспечиваемый (обеспечиваемая) сигналом скорости градиент скорости движения транспортирующего органа и/или разность значений скорости движения транспортирующего органа до и после его ускорения или замедления зависит от параметра загруженности. В частности, при замедлении движения транспортирующего органа значение градиента скорости больше, чем при ускорении движения транспортирующего органа, чтобы как можно более надежно исключить возникновение заторов и одновременно избегать встряхивания вороха на транспортирующем органе. Кроме того, инкремент (положительное приращение) скорости тем больше, чем меньше параметр загруженности, и/или тем меньше, чем больше параметр загруженности. В качестве альтернативы, с каждым параметром загруженности соотносят ровно одну скорость движения транспортирующего органа, которую непрерывно регулируют в соответствии с этим параметром загруженности.

После инициирования изменения скорости движения транспортирующего органа в течение заданного периода времени и/или для заданного участка транспортировочного тракта дальнейшее изменение скорости движения транспортирующего органа предпочтительно не инициируется. Благодаря этому после инициированного (вызванного) сигналом скорости изменения скорости движения транспортирующего органа, в частности после ускорения или замедления этого движения, дальнейшего изменения скорости движения транспортирующего органа не происходит, пока не удастся сделать вывод об эффекте (результате) инициированного изменения скорости движения транспортирующего органа. Одновременно с этим машина работает, обращаясь с собираемым материалом более бережно. Для определения периода времени между изменением скорости движения транспортирующего органа и моментом времени, в который ворох, находившийся при изменении скорости движения транспортирующего органа перед транспортирующим органом, попадает в контрольное изображение, в устройство анализа данных поступает, в частности, сигнал от датчика скорости или частоты вращения, используемый для контроля скорости циркуляции транспортирующего органа. Посредством этого сигнала, или сообщаемой им скорости циркуляции, можно вычислять то, насколько долгим теоретически является этот период времени. Этот вариант осуществления способа позволяет избегать перерегулирования скорости движения транспортирующего органа и учитывать возможно имеющуюся инерционность изменения ситуации с движением вороха, а значит и параметра загруженности.

Сигнал скорости предпочтительно передают в блок управления скоростью движения транспортирующего органа посредством проводной связи, в частности посредством шины CAN или по технологии Ethernet, или посредством беспроводной связи, причем предпочтительно разрешение регулирования транспортирующего органа предварительно вводится оператором посредством интерфейса. Эта форма передачи данных позволяет особенно просто интегрировать сигнал скорости в существующие информационные инфраструктуры и тем самым позволяет простым образом изменять скорость движения транспортирующего органа на основании сигнала скорости. При этом надежность осуществления способа повышается, в частности, за счет того, что вместо автоматического регулирования работы транспортирующего органа предусмотрена индикация оператору, в частности в водительской кабине, расчетного или потребного регулирующего воздействия на работу транспортирующего органа, которое он должен санкционировать, введя соответствующее указание при помощи интерфейса (выполненного, например, в виде устройства человеко-машинного интерфейса).

Поставленная задача также решается в машине для уборки корнеклубнеплодов. Машина содержит раму машины, по меньшей мере один транспортирующий орган, по меньшей мере одно оптическое съемочное устройство и устройство анализа данных, причем по меньшей мере одно оптическое съемочное устройство выполнено с возможностью съемки по меньшей мере одного контрольного изображения содержащего корнеклубнеплоды вороха, перемещаемого посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа, и передачи контрольного изображения в устройство анализа данных для осуществления описанного выше способа. Съемочное устройство представляет собой, в частности, камеру для двумерной или трехмерной съемки, предпочтительно фото- или видеокамеру для съемки цветных или черно-белых изображений. Съемочному устройству предпочтительно придан по меньшей мере один источник света, который во время работы освещает объекты, отображаемые на контрольном изображении. Это позволяет вычислять наборы данных движения, в частности на основании определяемых контрастностей, проще и надежнее.

Устройство анализа данных предпочтительно содержит графическое процессорное устройство, в частности графический процессор или графический процессор общего назначения, и/или процессорное устройство на базе программируемой пользователем вентильной матрицы. Такое исполнение устройства анализа данных позволяет анализировать контрольный набор данных особенно ресурсосберегающим образом.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения машина имеет по меньшей мере один датчик, связанный с устройством анализа данных, в частности тактильный или ультразвуковой датчик для измерения толщины слоя вороха на транспортирующем органе, датчик для измерения мощности привода, например, датчик давления для измерения давления гидравлической жидкости, датчик влажности и/или расположенный на транспортирующем органе датчик частоты вращения. Благодаря этому датчику сигнал скорости можно вычислять на основании не только наборов данных движения, но и измеряемых физических величин, что значительно повышает информативность параметров, вычисляемых устройством анализа данных, и уменьшает их подверженность ошибкам.

Предлагаемая в изобретении машина предпочтительно имеет несколько съемочных устройств, каждое из которых во время работы снимает по меньшей мере одно контрольное изображение одного и того же транспортирующего органа. В качестве альтернативы, предлагаемая в изобретении машина предпочтительно имеет несколько съемочных устройств, каждое из которых во время работы снимает по меньшей мере одно контрольное изображение различных транспортирующих органов. Наличие нескольких съемочных устройств позволяет отслеживать состав вороха, в частности характер изменения первой доли вдоль транспортировочного тракта машины. Таким образом, в частности, на основании различных первых долей можно регулировать скорость движения различных транспортирующих органов.

Транспортирующий орган предпочтительно выполнен в виде просеивающего транспортера или игольчатого транспортера. Во время работы машины ворох лежит на таком транспортирующем органе по меньшей мере в течение некоторого времени. При этом во время работы транспортирующий орган проходит, в частности, под по меньшей мере одним отклоняющим вальцом, простирающимся поперек транспортирующего органа и отклоняющим с него ворох. Отклоняющий валец во время работы вращается, в частности, вокруг оси вращения, которая при виде сверху на транспортирующий орган проходит под углом $<90^\circ$ к направлению перемещения вороха транспортирующим органом. В этом случае транспортирующий орган и отклоняющий валец совместно образуют сепарирующее устройство, контролируемое посредством предлагаемого в изобретении способа. В качестве альтернативы транспортирующий орган выполнен в виде просеивающей звезды или транспортирующего вальца, причем скорость транспортирования является скоростью их вращения. При этом просеивающая звезда перемещает ворох, в частности, за счет того, что ворох, лежа на просеивающей звезде, совершает с ней вращение по меньшей мере на 135° , в частности по меньшей мере на 180° , причем ось вращения просеивающей звезды проходит по существу вертикально. При выполнении транспортирующего органа в виде транспортирующего вальца он, в частности, входит в состав вальцового стола, причем ось вращения транспортирующего вальца расположена, в частности, по существу горизонтально.

Съемочное устройство предпочтительно расположено таким образом, что контрольное изображение показывает по меньшей мере два альтернативных пути подачи для различных компонентов вороха. Благодаря этому посредством одного съемочного устройства можно контролировать два транспортирующих органа, причем разные части контрольного изображения отображают соответствующие участки различных транспортирующих органов или перемещаемого на них вороха. В частности, один из транспортирующих органов выполнен для подачи отсортированных примесей, а еще один транспортирующий орган - для подачи очищенных корнеклубнеплодов. Это позволяет получать особенно всестороннюю картину эффективности очистки, а значит и загруженности транспортирующего органа и/или содержащего транспортирующий орган сепарирующего устройства.

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

- на фиг. 1 - блок-схема осуществления предлагаемого в изобретении способа,
- на фиг. 2 - подробности определения компонентов вороха на контролируемом участке транспортно-рочного тракта,
- на фиг. 3 - блок-схема вычисления сигнала скорости,
- на фиг. 4 - блок-схема анализа сигнала скорости,
- на фиг. 5 - вид контрольного изображения и его частичный анализ,
- на фиг. 6 - контрольное изображение, показанное на фиг. 5, и его возможный дополнительный частичный анализ,
- на фиг. 7 - объект настоящего изобретения,
- на фиг. 8 и 9 - объект изобретения, показанный на фиг. 7, в различных боковых проекциях,
- на фиг. 10 - фрагмент объекта изобретения, показанного на фиг. 7, с транспортирующим органом,
- на фиг. 11 - местный вид частично показанной на фиг. 10 области устройства, изображенного на фиг. 7,
- на фиг. 12 - вид показанной на фиг. 11 области в другом ракурсе,
- на фиг. 13 - вид контрольного изображения, снимаемого съемочным устройством, показанным на фиг. 11,
- на фиг. 14 - сепарирующее устройство машины, показанной на фиг. 7, со съемочным устройством,
- на фиг. 15 - схематический вид контрольного изображения, снимаемого с точки зрения показанного на фиг. 14 съемочного устройства,
- на фиг. 16 - еще одно сепарирующее устройство машины, показанной на фиг. 7, со съемочным устройством,
- на фиг. 17 - схематический вид контрольного изображения, снимаемого с точки зрения показанного на фиг. 16 съемочного устройства,
- на фиг. 18 - вид еще одного фрагмента машины, показанной на фиг. 7, с еще одним съемочным устройством,
- на фиг. 19 - схематический вид контрольного изображения, наблюдаемого с точки зрения съемочного устройства, показанного на фиг. 18,
- на фиг. 20 - отдельный вид еще одного предлагаемого в изобретении устройства.

Функционально идентичные или аналогичные элементы обозначены, насколько это целесообразно, одинаковыми ссылочными номерами. Отдельные технические признаки описываемых ниже примеров осуществления изобретения также в сочетании с признаками описанных выше примеров могут характеризовать частные варианты осуществления настоящего изобретения, но всегда, по меньшей мере, в комбинации с признаками одного из независимых пунктов формулы изобретения. Объекты, приведенные в перечне чертежей, в некоторых случаях показаны на отдельных чертежах лишь частично.

Предлагаемый в изобретении способ применяется для регулирования работы машины 2 для уборки корнеклубнеплодов 4 (см. фиг. 6-8). При осуществлении этого способа по меньшей мере одним оптиче-

ским съемочным устройством 6 снимают (регистрируют) по меньшей мере одно контрольное изображение 8, показывающее ворох, содержащий корнеклубнеплоды 4 и перемещаемый относительно рамы 12 машины 2 посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа, обобщенно обозначенного номером 10.

Контрольное изображение 8 передают в устройство анализа данных, которое на основании контрольного набора данных, сгенерированного с использованием контрольного изображения 8 или образованного им, вырабатывает сигнал регулирования сепарирующего устройства для настройки по меньшей мере одного рабочего параметра сепарирующего устройства машины 2. Изображения, иллюстрирующие на чертежах контрольные или исходные изображения, лишь схематически показывают значимые в контексте изобретения части без каких-либо окантовок или границ. Снимаемые камерой изображения, в частности цифровые изображения, могут содержать и другую информацию, не представленную на чертежах. Такая информация может маскироваться или отфильтровываться, например, еще в самой камере либо при построении или обработке контрольного набора данных.

В одном примере осуществления настоящего изобретения посредством первого съемочного устройства 6 регистрируют поток вороха 1.1 в сепарирующем устройстве (блок 1.2 на фиг. 1). Кроме того, этот поток вороха дополнительно контролируют двумя другими оптическими съемочными устройствами (блоки 1.3 и 1.4), например, за выходом сепарирующего устройства и в области отводного транспортера для отвода примесей 5, отделяемых посредством сепарирующего устройства. Предлагаемый в изобретении способ предусматривает определение параметров загрузки $LS_1...LS_3$ для соответствующих мест измерения, или для снимаемых съемочными устройствами 6 областей (блоки 1.5, 1.6, 1.7). Эти параметры загрузки совместно подвергают вычислительной обработке в блоке 1.8, в результате чего вырабатывается сигнал скорости для по меньшей мере одного транспортирующего органа 10 сепарирующего устройства. Таким образом регулируют скорость движения транспортирующего органа (блок 1.9), за счет чего оптимизируется поток вороха 1.1 в сепарирующем устройстве.

Определение сигнала скорости более детально представлено блок-схемой на фиг. 2. Согласно этой схеме сначала съемочным устройством снимают (регистрируют) контрольное изображение 8, содержащее находящийся на транспортирующем органе 10 ворох (блок 3, соответствует блоку 1.1). После съемки контрольного изображения 8 согласно первому пути осуществления предлагаемого в изобретении способа извлекают релевантный участок или часть контрольного изображения 8 посредством соответствующей фильтрации или маскирования. Для этого, исходя из положения съемочного устройства, предварительно задана маска или интересующая область (ROI), при помощи которых проводят различие между учитываемыми и неучитываемыми участками контрольного изображения 8 (блок 13.1). На основании релевантного участка контрольного изображения 8 и соответствующего контрольного набора данных для множества областей изображения, в частности для каждого пикселя участка изображения, вычисляют параметр движения (блок 13.2). Параметр движения включает в себя, в частности, направление движения. Затем множество параметров движения подвергают статистическому анализу (блок 13.3). Для этого параметры движения сравнивают с соответствующими опорными параметрами, которые предпочтительно берут из собственной базы данных машины, в частности обновляемой базы данных (блок 13.4), и вычисляют их разность, или параметры движения сравнивают с единым опорным параметром и вычисляют отклонение от него. Параметры движения или вычисленные отклонения подвергаются устройством анализа данных статистическому анализу, в частности устройством анализа данных вычисляется стандартное отклонение параметров движения от опорных параметров.

Затем для сглаживания полученных значений непрерывно анализируемую статистику пропускают через фильтр нижних частот (блок 13.5). Для этого используют заданную, в частности, задаваемую постоянной времени фильтра (блок 13.6), указывающую степень сглаживания.

На основании отфильтрованной или сглаженной статистики описанных выше отклонений определяют параметр загрузки отображаемой на контрольном изображении участка транспортировочного тракта (блок 13.7), причем параметр загрузки обобщенно обозначен как LS. Этот параметр загрузки представляет ситуацию с движением вороха, или его потока, в вышеупомянутой области сепарирующего устройства, в частности на транспортирующем органе или в области перехода между двумя транспортирующими органами.

Что касается второго пути осуществления способа, который может быть дополнительным к первому или альтернативным ему, здесь также сначала извлекают из контрольного изображения релевантные части (блок 2.1). Для этого, исходя из положения съемочного устройства 6, может быть предварительно задана маска или интересующая область (ROI) (блок 2.2), при помощи которой проводят различие между учитываемыми и неучитываемыми участками контрольного изображения 8. Теперь на основании релевантного участка контрольного изображения 8 и располагаемого для обработки контрольного набора данных выполняют вычисление долей областей изображения, показывающих отдельные компоненты вороха (блок 2.3). Для этого, в частности, можно анализировать цветовую информацию. Эти значения можно брать из справочной таблицы, или же их может задавать обслуживающий персонал (блок 2.4).

На основании определения порогового значения (блок 2.5) вычисляют отклонения вычисленных долей от порогового значения (блок 2.6). Пороговым значением является, например, идеальное значение

для рассматриваемой в соответствующем случае доли (например, корнеклубнеплод, 1-я примесь, 2-я примесь). Затем полученные отклонения пропускают через фильтр нижних частот (блок 2.7) для сглаживания. При этом используют заданную согласно блоку 2.8 постоянную времени фильтра. Затем на основе сглаженных значений отклонений для отдельных положений вдоль транспортировочного тракта и соответствующих долей вычисляют дополнительный параметр загруженности LS или параметр загруженности LS (блок 2.9).

Далее на основании параметра или параметров загруженности LS будет выработан, например посредством описываемого ниже трехпозиционного регулятора, сигнал скорости (блок 2.10).

На фиг. 3 показана блок-схема вычисления сигнала скорости на основании параметра загруженности LS, т.е. пересчета параметра загруженности LS в сигнал скорости. В этом варианте параметр загруженности LS имеет значение -1, 0 или 1 и был получен так, как описано выше. После запуска осуществления способа ожидает нового параметра загруженности LS (блок 14.1). Разумеется, что соответствующие параметры загруженности, которые здесь также обобщенно обозначаются как просто "LS", в целях программирования нужно дифференцировать, и поэтому на фиг. 3 они обозначены как LS_x. После передачи параметра загруженности дальнейшие действия совершают в зависимости от его величины. Параметр загруженности LS_x, равный 0, характеризует желательную загруженность сепарирующего устройства, равный -1 - недогруженность, т.е. слишком низкую загруженность сепарирующего устройства, а равный 1 - перегруженность, т.е. слишком высокую загруженность с опасностью возникновения затора. Если параметр загруженности равен 0, его вносят в память 14.2 последних параметров загруженности (блок 14.3), не выдавая сигнала скорости для изменения скорости движения транспортирующего органа. Если параметр загруженности равен 1, запрашивают прежний хранящийся в памяти 14.2 параметр загруженности (блок 14.4), после чего определяют, была ли после последнего сохраненного параметра загруженности, равного 0, установлена перегруженность (блок 14.5). Если нет, то устройство анализа данных выдает сигнал скорости для уменьшения скорости движения транспортирующего органа (сигнал замедления, блок 14.6). Если да, то в память 14.2 вносят новый параметр загруженности, а сигнал скорости (дополнительный, уменьшающий скорость движения транспортирующего органа) не выдают. На основании сигнала скорости, выданного согласно блоку 14.6, осуществляют предлагаемое в изобретении регулирование скорости движения транспортирующего органа (блок 14.7), т.е. согласование скорости движения транспортирующего органа с загруженностью отдельных контролируемых областей транспортировочного тракта или сепарирующего устройства.

Если параметр загруженности имеет значение -1, опять же запрашивают внесенный в память 14.2 параметр загруженности (блок 14.8) и соответственно описанной выше дифференциации решают, выдается ли сигнал скорости для ускорения движения транспортирующего органа или такой сигнал уже был выдан. Как возможный вариант, выполнение способа здесь можно оптимизировать за счет того, чтобы ускорение движения транспортирующего органа инициировалось только после прохождения определенной последовательности из нескольких параметров загруженности, указывающих на недогруженность, или недогрузку. Таким образом, например, соответствующие участки транспортировочного тракта контролируют на предмет того, имеется ли в них недогруженность (блок 14.9), и только затем посылают импульс ускорения (блок 14.10).

На фиг. 4 показана блок-схема анализа сигнала скорости. При осуществлении способа по иллюстрируемой схеме на основании сигнала скорости 17.1 вычисляют инкремент (положительное приращение) или декремент (отрицательное приращение) скорости движения транспортирующего органа для изменения этой скорости (блок 17.2). На основании имеющейся, в частности задаваемой и варьируемой, базы правил (блок 17.3) при этом вычислении могут использоваться такие значения, как величина параметра загруженности. Кроме того, при вычислении инкремента или декремента скорости движения транспортирующего органа может учитываться то, находится ли машина в диапазоне точного регулирования скорости движения транспортирующего органа, например вблизи предела загруженности (при отличии фактической загруженности от этого предела, например, менее чем на 10%) или она еще находится в диапазоне грубого регулирования скорости движения транспортирующего органа, более отдаленном (например более чем на 50%) от предела загруженности. Предел загруженности может быть задан в устройстве анализа данных как предпочтительно то значение, начиная с которого появляется слишком большое отклонение, сигнализирующее о накоплении материала.

Инкремент или декремент скорости движения транспортирующего органа преобразуется устройством анализа данных в уставку скорости для привода сепарирующего устройства (блок 17.5). Получаемый в результате сигнал скорости посылается в привод сепарирующего устройства (блок 17.6). В результате устанавливается заданная скорость движения сепарирующего устройства (17.4).

На фиг. 5 и 6 в качестве примера показан анализ отдельных контрольных изображений. На фиг. 5 схематически показано исходное 9 и контрольное 8 изображения, на которых изображены корнеклубнеплоды 4, находящиеся на транспортировочном тракте, содержащем два транспортирующих органа 10А и 10В. В дальнейшем для упрощения изложения транспортирующие органы обобщенно обозначаются номером "10". Тогда под транспортирующим органом 10 понимается один или несколько из группы транспортирующих органов (10А, 10В, 10С, 10D, ...).

В предпочтительном варианте осуществления предлагаемого в изобретении способа устройство анализа данных сравнивает исходное изображение 9 с контрольным изображением 8 в той мере, чтобы определять направления движения отображенных на изображениях объектов. Понятие "объект" не обязательно означает связное тело, а лишь представляет в контрольном изображении 8 идентифицируемую в отношении своего движения область, которая, в частности, имеет размер области, воспроизводимой одним пикселем контрольного изображения 8. Таким образом, устройство анализа данных вычисляет, в частности, направление движения для каждого пикселя контрольного изображения 8, оценивает его отклонение от известного для каждой области, в частности для каждого пикселя, опорного направления и подвергает эти отклонения статистическому анализу. На фиг. 5 в качестве примера показаны, независимо от рассмотрения движения на пиксельном уровне, вычисленные направления движения, представленные на чертеже для каждого корнеклубнеплода 4 соответствующими векторами. Каждая стрелка представляет параметр 20 движения.

Для вычисления параметра загруженности LS параметры 20 движения подвергают статистическому анализу. При этом параметры 20 движения содержат лишь направление движения, но не путь движения, например показываемый длиной стрелки. На фиг. 5 также показана гистограмма, содержащая один столбик на каждый параметр 20 движения. При этом каждый столбик характеризует абсолютное, т.е. взятое по модулю, отклонение соответствующего параметра 20 движения от единого опорного параметра 22.

Для вычисления параметра загруженности LS, обозначенного линией 14, находят, в частности, стандартное отклонение этих отклонений параметров движения от опорного параметра 22. Для этого, в частности, вышеупомянутые отклонения можно возвести в степень, в частности в квадрат, и затем сложить. Эту сумму затем делят на число параметров 20 движения, и из полученного частного берут корень квадратный. Получаемое в результате значение является параметром загруженности LS, который в качестве примера указан на приведенной гистограмме.

Для вычисления параметров 20 движения предпочтительно сравнивают первые области 16 контрольного изображения 8 с другими областями изображениями 18 исходного изображения 9, причем все области 16, 18 изображения содержат одинаковое число пикселей и являются, в частности, прямоугольными. Для упрощенного представления на фиг. 5 показаны только некоторые характерные области 16, 18 изображения. Таким образом, для каждой области 16 изображения, в частности для каждого пикселя контрольного изображения 8, получают параметр 20 движения.

В зависимости от конкретного участка транспортировочного тракта в устройстве анализа данных может устанавливаться, какая загруженность ведет к уменьшению или увеличению скорости движения транспортирующего органа. Так, например, при стандартном отклонении, меньшем 10° , может предприниматься увеличение скорости, при стандартном отклонении от 10° до 20° скорость может сохраняться неизменной, а при большем стандартном отклонении скорость может уменьшаться. Соответственно для перехода между двумя выполненными в виде просеивающих транспортеров транспортирующими органами 10А и 10В, образованного в данном случае ступенью падения, посредством анализа одних лишь распознанных направлений и их стандартного отклонения можно установить, возникает ли на нижерасположенном транспортирующем органе 10В затор вороха. При выявлении соответствующего состояния, обусловленного, например, превышением порогового значения R, указывающего на затор, устройством анализа данных выдается сигнал скорости для ускорения транспортирующего органа 10В, что выполняется в качестве альтернативы уменьшению скорости движения подводящего к нему вороху транспортирующего органа 10А или в дополнение к этому уменьшению.

На фиг. 6 сверху в качестве примера приведено контрольное изображение 8, также отображающее переход от транспортирующего органа 10А к транспортирующему органу 10В. На этой участке транспортировочного тракта находятся корнеклубнеплоды 4 и примеси 5, которые могут включать в себя камни и растительные примеси (ботву). В соответствии с классификаторами, определенными при обучении алгоритма или заданными посредством базы данных, например таблицы с характеристиками цвета в формате HSV, отдельные частичные области 16 изображения проверяют на наличие одинаковых компонентов. Так, в результате соотнесения соответствующих областей изображения с отдельными долями, показанными в качестве примера внизу слева на фиг. 5, получают распределение отдельных долей корнеклубнеплодов 4 и примесей 5 в контрольном изображении 8. Таким образом, А1 показывает долю корнеклубнеплодов 4 в контрольном изображении 8 или в соответствующем контрольном наборе данных, А2 - долю ботвы и А3 - долю камней. Такое соотнесение предпочтительно выполняют на основании цветовой информации, предпочтительно также содержащей значения черно-белого и/или серого, отдельных пикселей, т.е. область 19 изображения, соотнесенная с определенной долей, соответствует, в частности, площади пикселя. Параметр загруженности, обобщенно обозначенный как LS, основан, в качестве примера, опять же предпочтительно, на отклонении первой доли А1 от опять же обобщенно обозначенного как R порогового значения, которое указывает оптимальное распределение долей корнеклубнеплодов в наблюдаемом месте транспортировочного тракта. Например, при отклонении от порога очистки, большим или равном 50%, параметр загруженности LS устанавливается равным единице (LS=1), а при отклонении от порога очистки, меньшем 50%, его устанавливают равным нулю (LS=0). Затем эти значения соответственно сохраняют или обрабатывают в рамках дальнейшего осуществления способа согласно

фиг. 1-4.

Расположение оптических съемочных устройств 6 показано на фиг. 8. Предлагаемая в изобретении машина 2 выполнена в виде прицепного картофелекопателя, в котором посредством лишь частично обозначенной рамы 12 закреплено несколько транспортирующих органов 10, а также относящихся к ним сепарирующих устройств. Вдоль транспортировочного тракта имеется несколько съемочных устройств 6, снимающих перемещаемый на транспортирующих органах 10 ворох, содержащий корнеклубнеплоды 4. Оптические съемочные устройства 6 образуют отдельные места измерения для контроля соответствующих сепарирующих устройств.

Обозначенными на фиг. 7 положениями установки съемочных устройств 6 являются область, находящаяся сразу за выкапывающим устройством 29 (место измерения MS1), переход от первого транспортирующего органа 10А, выполненного в виде просеивающего транспортера, ко второму транспортирующему органу 10В, выполненному в виде просеивающего транспортера и дополнительно окруженному транспортером для крупной ботвы (место измерения MS2), переход от этого второго просеивающего транспортера 10В к дополнительному транспортирующему органу 10С, содержащему дополнительное сепарирующее устройство (место измерения MS3). Кроме того, на выходе этого сепарирующего устройства ведущий к сортировочному столу транспортирующий орган 10Е контролируется еще одним съемочным устройством 6 (место измерения MS4), которым одновременно снимается дополнительный транспортирующий орган 10F, предусмотренный для перемещения остатков примесей 5, в частности камней. Наконец, еще одно оптическое съемочное устройство 6 имеется у сортировочного стола 45 (место измерения MS5).

Устройство анализа данных может быть расположено в любом централизованно доступном месте, но предпочтительно находящемся вблизи сортировочного стола. Данные, касающиеся регулирования сепарирующих устройств, могут передаваться устройством анализа данных находящемуся на тракторе оператору, например посредством показанного на фиг. 7 кабеля 12.1.

Расположение оптических съемочных устройств 6 поясняется на фиг. 8 и 9, где машина 2 изображена в боковых проекциях. В частности, съемочное устройство 6, находящееся у сортировочного стола 45, может быть расположено прямо у ведущей к бункеру 33 ступени падения.

На фиг. 10 и 11 показана установка оптического съемочного устройства 6, которое расположено на раме над первой ступенью падения между транспортирующим органом 10А и транспортирующим органом 10В и поле обзора которого направлено вниз (место измерения MS2). Освещение этого поля обзора с целью регистрации достаточно подсвеченного контрольного изображения 8 обеспечивается источником 7 света. Транспортирующий орган 10А представляет собой просеивающий транспортер, который уже отсеивает часть примесей 5, в частности почву, от поступающего из выкапывающего устройства 29 вороха, и через ступень падения передает ворох на другой транспортирующий орган 10В, выполненный в виде просеивающего транспортера. Этот транспортирующий орган 10В дополнительно имеет транспортер для крупной ботвы, предусмотренный для отделения ботвы, имеющейся на клубнях картофеля или в ворохе. Соответственно по ширине транспортирующего органа 10В расположены очищающие устройства 32.

Высота Н очищающего устройства 32 над плоскостью подачи транспортирующего органа 10В также является регулируемой. Предлагаемый в изобретении способ позволяет регулировать скорость движения транспортирующих органов 10А и 10В. На фиг. 11 для наглядности показан лишь транспортер 43 для крупной ботвы, тогда как собственно транспортирующий орган 10В, выполненный в виде просеивающего транспортера (см. фиг. 13), не показан.

На фиг. 13 в деталях (без вороха) показано контрольное изображение 8, получаемое посредством оптического съемочного устройства 6 с полем обзора, которое пунктиром обозначено на фиг. 12. На основании созданного из этого контрольного изображения 8 контрольного набора данных выполняют описанные выше операции анализа, осуществляемые на основе распознанных направлений движения вороха и/или на основе соответствующих долей компонентов вороха, и при необходимости корректируют скорость движения транспортирующих органов.

С транспортирующего органа 10В еще имеющийся ворох передается на дополнительный транспортирующий орган 10С, имеющий направление 1С подачи. Ему придано сепарирующее устройство в виде нескольких расположенных друг над другом вращающихся отклоняющих вальцов 24.

Создаваемым им импульсом ворох перемещается в направлении транспортирующего органа 10D (фиг. 14).

Расстояние Н между транспортирующим органом 10С и нижним отклоняющим вальцом 24 может регулироваться обслуживающим персоналом с целью варьирования эффективности сепарации компонентов вороха. Посредством предлагаемого в изобретении способа можно варьировать скорости по меньшей мере подводящих и отводящих транспортирующих органов 10С и 10D, выполненных в виде просеивающих транспортеров. Дополнительно в предпочтительном варианте осуществления изобретения за счет возможности регулирования скоростей вращения отклоняющих вальцов 24 может обеспечиваться варьирование эффективности сепарации компонентов вороха и отклонения потока вороха.

Показанное на фиг. 14 съемочное устройство 6 создает показанное на фиг. 15 контрольное изображение, в котором посредством фильтрации или маскирования задается часть 8А контрольного изображе-

ния. Дополнительно путем фильтрации задается еще одна часть 8В контрольного изображения, которая, глядя в направлении 1С подачи, находится за отклоняющими вальцами 24. Таким образом, для регулирования скорости движения транспортирующего органа контролируют участки транспортирующего органа 10С, находящиеся перед и за сепарирующим органом, образованным отклоняющими вальцами 24. Для обеих областей 8А и 8В изображения можно создавать соответствующие контрольные наборы данных, т.е. соответствующий анализ для обеих областей 8А и 8В изображения можно проводить на основании соответствующих частичных областей контрольного набора данных.

Если соответствующее заданное значение для части 8А контрольного изображения указывает на скапливание материала перед отклоняющими вальцами 24, скорость движения транспортирующего органа 10С повышают.

В качестве альтернативы, при выполнении анализа можно ориентироваться только на очерченные пунктирными линиями области 8А и 8С, находящиеся перед отклоняющими вальцами 24. Для обеих этих областей можно задавать, например посредством соответствующих пороговых значений R, допустимые плотности долей. После превышения доли компонента, например корнеклубнеплодов 4, связанного, например, со слишком большим накоплением непосредственно перед отклоняющими вальцами, можно ускорить подводящий транспортер 10С, а в качестве альтернативы или в дополнение - ускорить отводящий транспортер.

Высота Н нижних концов пальцев 26 сепарирующего устройства, выполненного в виде пальцевого транспортера 26.1, также может регулироваться, или настраиваться, обслуживающим персоналом в качестве одного из нескольких рабочих параметров. Эта высота Н описывает расстояние между пальцами 26 и верхней кромкой транспортирующего органа, выполненного в виде игольчатого транспортера. Кроме того, регулируемым может быть угол установки пальцевого транспортера 26.1 относительно нормали к плоскости подачи транспортирующего органа. То же касается скорости циркуляции пальцевого транспортера 26.1.

Еще одно оптическое съемочное устройство 6, расположенное в области ленточных транспортеров 10С и 10D, показано на фиг. 16. Это съемочное устройство 6 может использоваться в дополнение к съемочному устройству, показанному на фиг. 14, для контроля транспортирования вороха в области 8D контрольного изображения. В частности, оно служит для того, чтобы контролировать действие сепарирующего и отклоняющего устройства, образованного отклоняющими вальцами 24. В частности, в зависимости от результатов анализа контрольных изображений 8 от оптического видеоконтрольного устройства 6, показанного на фиг. 14, может корректироваться скорость движения транспортирующего органа 10D. Оптическому видеоконтрольному устройству 6, показанному на фиг. 16, также придан источник 7 света для лучшего освещения контролируемой области 8D.

Еще одно оптическое съемочное устройство 6 с приданным ему источником 7 света расположено над сортировочным столом и обращено своим полем обзора к транспортирующему органу 10Е и транспортирующему органу 10F (фиг. 18). При этом за счет использования в съемочном устройстве 6 широкоугольного объектива (типа "рыбий глаз") при обработке изображения выполняют описанную выше коррекцию перспективы. Посредством маскирования в показанном на фиг. 19 контрольном изображении 8 выбирают части 8А и 8В контрольного изображения, при помощи которых контролируют, с одной стороны, образованный транспортирующим органом 10Е путь подачи с направлением 1Е подачи для отвода корнеклубнеплодов, а с другой стороны - образованный транспортирующим органом 10F еще один путь подачи с направлением 1F подачи для отвода примесей 5 в виде камней. Посредством выполнения описанных выше операций анализа проверяют, не слишком ли велики доли корнеклубнеплодов 4 на транспортирующем органе 10F. Если да, то посредством предлагаемого в изобретении способа на расположенный перед ним транспортирующий орган 10D посредством устройства анализа данных оказывают замедляющее регулирующее воздействие. Дополнительно в частном варианте осуществления изобретения в зависимости от соответствующих уставок регулирования можно корректировать сепарирующий эффект пальцевого транспортера 26.1, расположенного над выполненным в виде игольчатого транспортера 10D транспортирующим органом, показанного в качестве примера с представленными пунктирными линиями пальцами 26 и расположенного за находящимся перед ним козырьком 40. Например, чтобы отводить больше урожая в виде корнеклубнеплодов 4 к транспортирующему органу 10Е по соответствующему спуску 41, расстояние между пальцами 26 и транспортирующим органом 10D уменьшают.

На фиг. 20 показано расположение мест измерения MS1...MS5 с оптическими съемочными устройствами 6 на схематически показанном транспортировочном тракте машины 2, выполненной в виде свеклокопателя. Съемочные устройства 6 расположены за выкапывающим устройством 29 над вальцовым столом 10M и в конце транспортирующего органа 10N, выполненного в виде просеивающего транспортера (места измерения MS1 и MS2). Еще одно оптическое съемочное устройство 6 контролирует транспортирующий орган 10P, выполненный, в частности, в виде просеивающей звезды (место измерения MS3). Примыкающий к нему транспортирующий орган 10Q, выполненный в виде просеивающей звезды контролируют так же, как и транспортирующий орган 10R, который выполнен в виде кольцевого элеватора (места измерения MS4 и MS5). Если, например, на одном из транспортирующих органов 10M, 10N, 10P, 10Q, 10S обнаружен затор, этот транспортирующий орган может быть ускорен по команде устрой-

ства анализа данных. Это можно делать согласно одному из нескольких возможных сценариев регулирования только вначале в течение определенного времени до следующей проверки или до тех пор, пока контроль не покажет устранение критического состояния.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ регулирования работы машины (2) для уборки корнеклубнеплодов (4), при осуществлении которого по меньшей мере одним оптическим съемочным устройством (6) снимают по меньшей мере одно контрольное изображение (8) содержащего корнеклубнеплоды (4) вороха, перемещаемого посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа (10) относительно рамы (12) машины, и на основании контрольного набора данных, сгенерированного с использованием контрольного изображения (8) или образованного им, регулируют скорость движения транспортирующего органа (10), отличающийся тем, что на основании контрольного набора данных устройство анализа данных вырабатывает не зависящий от скорости движения вороха сигнал скорости, обеспечивающий увеличение или уменьшение скорости движения транспортирующего органа.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что сигнал скорости определяют также независимо от скорости движения транспортирующего органа (10).

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что устройство анализа данных сравнивает контрольный набор данных с исходным набором данных, сгенерированным на основании исходного изображения (9) или образованным им.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что контрольный набор данных, сгенерированный при первом осуществлении способа, служит исходным набором данных при последующем осуществлении способа.

5. Способ по п.3 или 4, отличающийся тем, что устройство анализа данных определяет сигнал скорости на основании анализа оптического потока вороха, полученного из контрольного и исходного наборов данных.

6. Способ по одному из пп.3-5, отличающийся тем, что устройство анализа данных вычисляет по меньшей мере один набор данных движения, характеризующий движение, в частности направление движения, по меньшей мере одного объекта, по меньшей мере частично отображаемого контрольным изображением (8), причем на основании набора данных движения вырабатывают сигнал скорости.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что устройство анализа данных вырабатывает набор данных движения для каждого из различных объектов, отображаемых контрольным изображением (8), или различных первых частичных областей (16) изображения, содержащих, в частности, ровно один пиксель контрольного (8) и/или исходного (9) изображения.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что на первом вычислительном шаге устройство анализа данных вычисляет для множества частичных областей (16, 18) изображения, содержащих, по меньшей мере, первое число пикселей, по одному набору данных движения, а на последующем вычислительном шаге и с учетом вычисленных на первом вычислительном шаге наборов данных движения вычисляет по одному дополнительному набору данных движения для большего числа отличающихся частичных областей (16, 18) изображения, содержащих меньшее число пикселей.

9. Способ по одному из пп.6-8, отличающийся тем, что устройство анализа данных вычисляет параметр загруженности (LS), в частности исключительно, на основании по меньшей мере одного характеризующего направление движения параметра (20) движения, входящего по меньшей мере в один набор данных движения, и в частности на основании по меньшей мере одного соотнесенного с параметром (20) движения опорного параметра (22).

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что для вычисления параметра загруженности (LS) устройство анализа данных статистически анализирует несколько параметров (20) движения, входящих в различные наборы данных движения, в частности вычисляет стандартное отклонение параметров (20) движения от соотнесенного опорного параметра (22) или соотнесенных опорных параметров (22), и в частности параметр загруженности (LS) не зависит от значения скорости движения вороха, отображаемого контрольным изображением (8).

11. Способ по п.9 или 10, отличающийся тем, что параметр загруженности (LS) определяют посредством вычисляемого устройством анализа данных отличия первой доли (A1) от порогового значения (R).

12. Способ по одному из пп.9-11, отличающийся тем, что сигнал скорости вычисляют с использованием множества параметров загруженности (LS), в частности вычисляемых последовательно во времени, или при вычислении параметра загруженности (LS) используют по меньшей мере один ранее вычисленный параметр загруженности (LS).

13. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что устройство анализа данных вычисляет по меньшей мере одну первую долю (A1) контрольного изображения (8), образованную по меньшей мере одной областью (19) изображения, по меньшей мере частично отображающей заданный компонент вороха или машины (2), причем на основании первой доли (A1) вычисляют, в частности, параметр загруженности (LS) или дополнительный параметр загруженности (LS).

14. Способ по п.13, отличающийся тем, что по меньшей мере одну область (19) изображения, обра-

зующую первую долю (A1), идентифицируют как показывающую заданный компонент вороха или машины (2) на основании сгенерированного с использованием этой области (19) изображения контрольного поднабора данных, в частности по меньшей мере одного содержащегося в нем элемента цветовой информации.

15. Способ по п.13 или 14, отличающийся тем, что контрольный поднабор данных, в частности по меньшей мере одно входящее в него контрольное значение, предпочтительно цветовую информацию, классифицируют статистическим методом классификации, в частности основанным на модели, и область (19) изображения относят к первой доле (A1), в частности тогда, когда результат выполнения метода классификации соотносится с заданным компонентом вороха или машины (2).

16. Способ по одному из пп.13-15, отличающийся тем, что по меньшей мере одно контрольное значение контрольного поднабора данных, в частности цветовую информацию, сравнивают по меньшей мере с одним опорным значением и область (19) изображения относят к первой доле (A1), в частности тогда, когда как минимум по меньшей мере одно контрольное значение контрольного поднабора данных находится в пределах соответствующего диапазона опорных значений.

17. Способ по п.15 или 16, отличающийся тем, что при вводе образцовых областей (19) опорного изображения, подлежащих отнесению к первой доле (A1), устройство анализа данных автоматически усовершенствует модель, положенную в основу метода классификации, и/или автоматически вычисляет или изменяет по меньшей мере один диапазон опорных значений.

18. Способ по одному из пп.13-17, отличающийся тем, что при вычислении первой доли (A1) различным областям (19) изображения присваивают различные веса.

19. Способ по одному из пп.13-18, отличающийся тем, что все контрольное изображение (8) или связная часть (8A) контрольного изображения разделено(а) на частичные области (16) изображения, содержащие, в частности, одинаковое число пикселей контрольного изображения (8) предпочтительно ровно по одному пикселю.

20. Способ по одному из пп.13-19, отличающийся тем, что контрольное изображение (8) содержит несколько частей (8A, 8B), для каждой из которых устройство анализа данных вычисляет первую долю (A1), в частности несколько долей в областях (19) изображения, причем части (8A, 8B) контрольного изображения предпочтительно отображают ворох в различных областях транспортирующего органа (10), находящихся перед сепарирующим или отклоняющим устройством.

21. Способ по одному из пп.13-20, отличающийся тем, что области (19) изображения, образующие первую долю (A1), показывают корнеклубнеплоды (4) или их части, а области изображения, образующие вторую долю, показывают примеси (5) или их части.

22. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что используют по меньшей мере один датчик, в частности датчик для измерения мощности привода, ультразвуковой или тактильный датчик для измерения толщины слоя вороха на транспортирующем органе, датчик влажности и/или датчик частоты вращения, передающий в устройство анализа данных данные, используемые при вычислении сигнала скорости.

23. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что обеспечиваемый (обеспечиваемая) сигналом скорости градиент скорости движения транспортирующего органа и/или разность значений скорости движения транспортирующего органа до и после его ускорения или замедления зависит от параметра загруженности (LS).

24. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что после инициирования изменения скорости движения транспортирующего органа в течение заданного периода времени или для заданного участка транспортировочного тракта дальнейшее изменение скорости движения транспортирующего органа не иницируется.

25. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что сигнал скорости передают в блок управления скоростью движения транспортирующего органа посредством проводной связи, в частности посредством шины CAN или по технологии Ethernet, или посредством беспроводной связи, причем предпочтительно разрешение регулирования транспортирующего органа (10) предварительно вводится оператором посредством интерфейса.

26. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что устройство анализа данных анализирует контрольные наборы данных локально в машине или в непосредственно сцепленном с ней тракторе.

27. Машина для уборки корнеклубнеплодов (4), содержащая раму (12) машины, по меньшей мере один транспортирующий орган (10), по меньшей мере одно оптическое съемочное устройство (6) и устройство анализа данных, причем по меньшей мере одно оптическое съемочное устройство (6) выполнено с возможностью съемки по меньшей мере одного контрольного изображения (8) содержащего корнеклубнеплоды (4) вороха, перемещаемого посредством по меньшей мере одного транспортирующего органа (10), и передачи контрольного изображения (8) в устройство анализа данных для осуществления способа по одному из предыдущих пунктов.

28. Машина по п.27, отличающаяся тем, что устройство анализа данных содержит графическое процессорное устройство, в частности графический процессор общего назначения, и/или процессорное

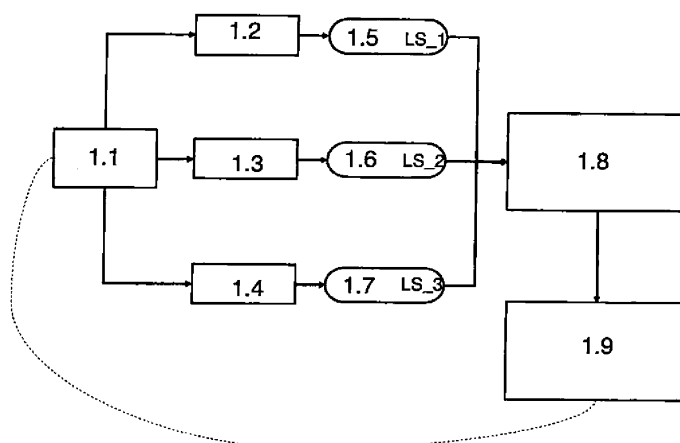
устройство на базе программируемой пользователем вентильной матрицы.

29. Машина по п.27 или 28, отличающаяся тем, что она содержит по меньшей мере один датчик, связанный с устройством анализа данных, в частности ультразвуковой или тактильный датчик для измерения толщины слоя вороха на транспортирующем органе (10), датчик для измерения мощности привода и/или расположенный на транспортирующем органе (10) датчик частоты вращения.

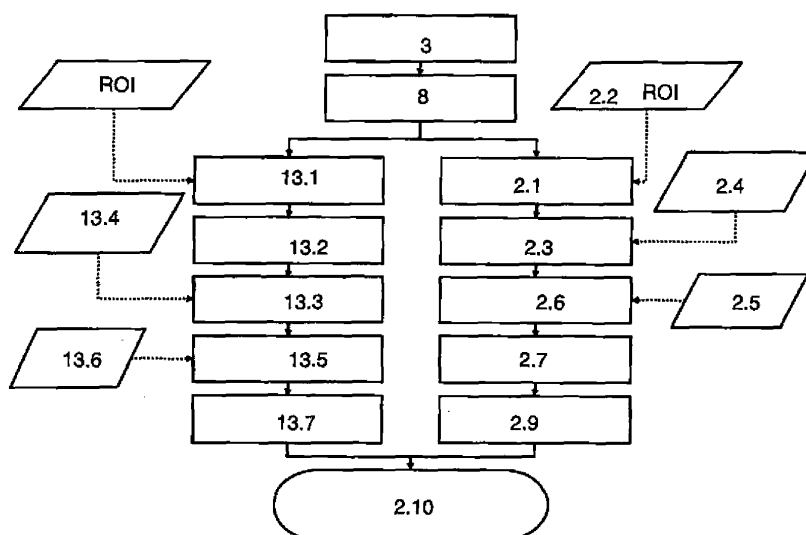
30. Машина по одному из пп.27-29, отличающаяся тем, что она содержит несколько съемочных устройств (6), каждое из которых во время работы снимает по меньшей мере одно контрольное изображение (8) одного и того же транспортирующего органа (10) или различных транспортирующих органов (10).

31. Машина по одному из пп.27-30, отличающаяся тем, что транспортирующий орган (10) выполнен в виде просеивающего транспортера (10А, 10В, 10Е), или в виде игольчатого транспортера (10С, 10D), который во время работы проходит, в частности, под по меньшей мере одним отклоняющим вальцом (24), простирающимся поперек транспортирующего органа (10) и отклоняющим с него ворох, или в виде просеивающей звезды (10Р, 10Q, 10S), или в виде транспортирующего вальца, в частности в составе вальцового стола.

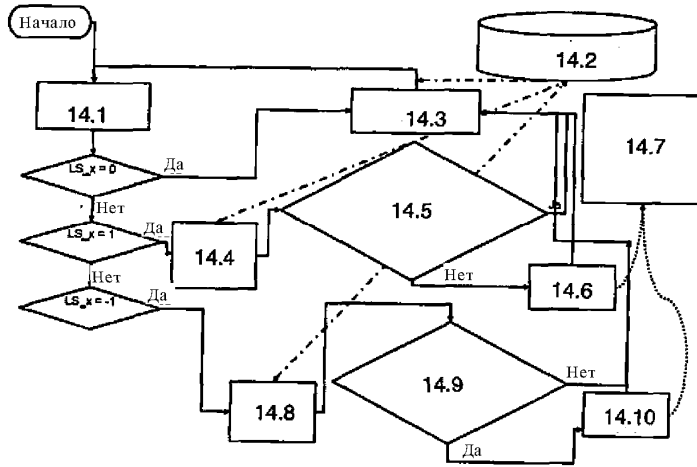
32. Машина по одному из пп.27-31, отличающаяся тем, что съемочное устройство (6) расположено таким образом, что контрольное изображение (8) показывает по меньшей мере два альтернативных пути подачи для различных компонентов вороха, в частности один путь подачи по меньшей мере для корнеклубнеплодов (4) и один путь подачи для примесей (5).



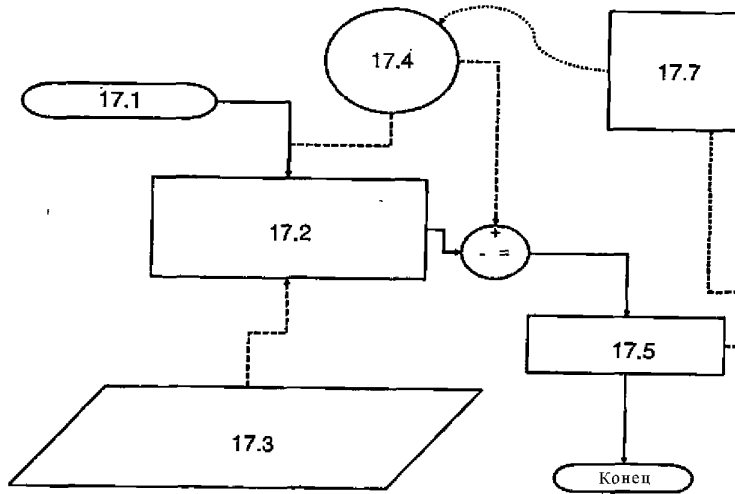
Фиг. 1



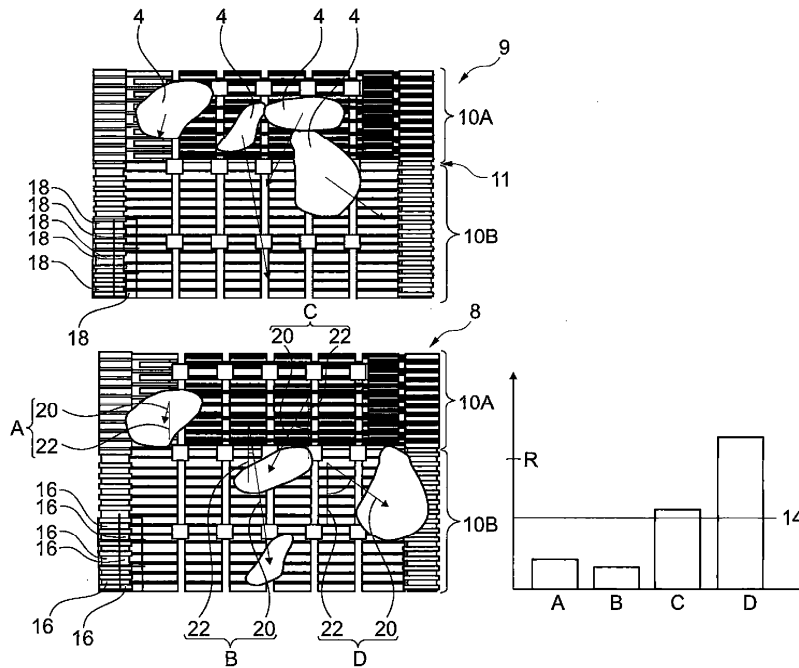
Фиг. 2



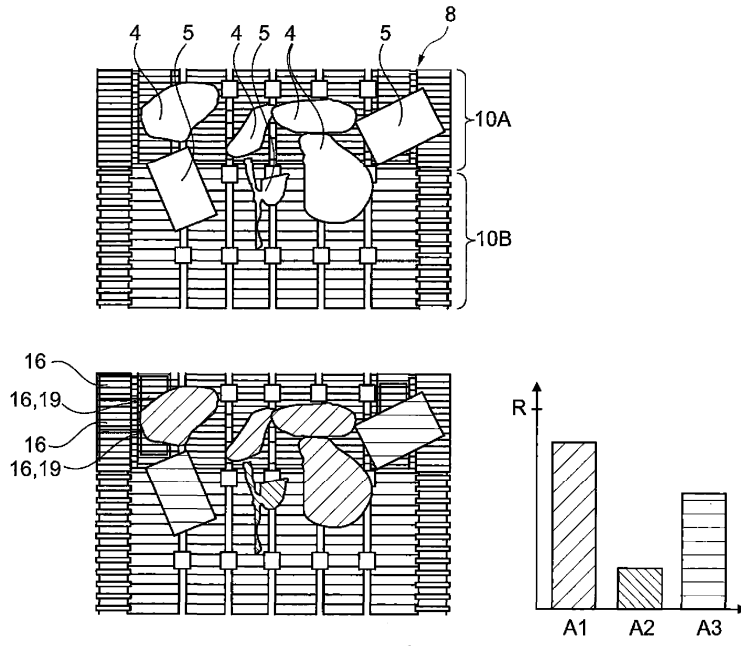
Фиг. 3



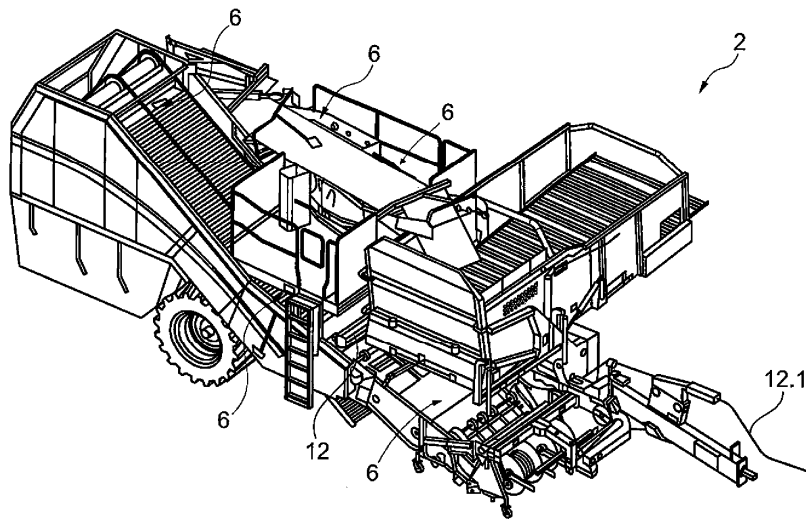
Фиг. 4



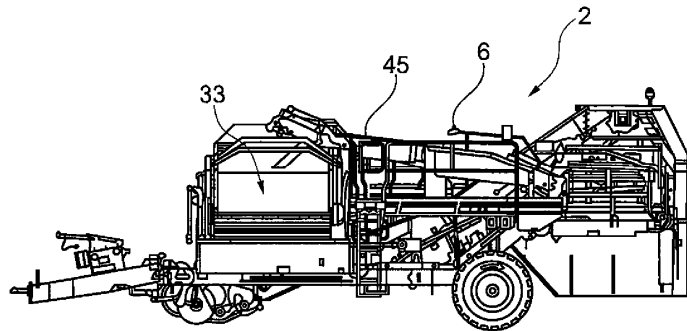
Фиг. 5



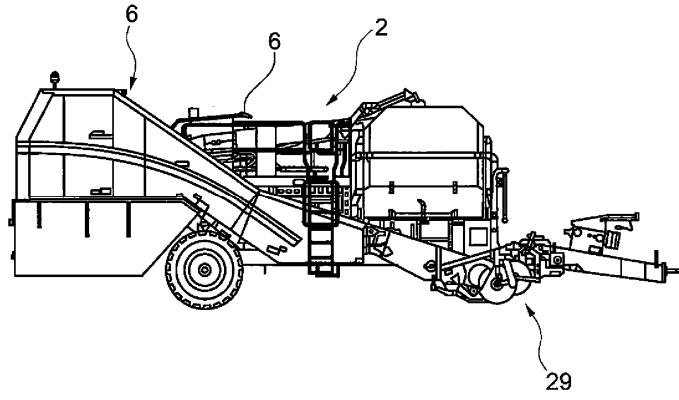
Фиг. 6



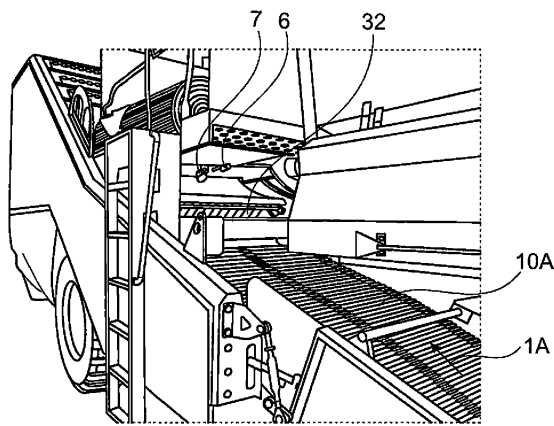
Фиг. 7



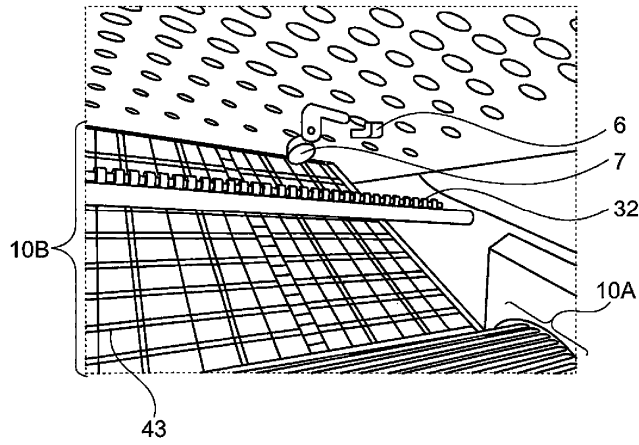
Фиг. 8



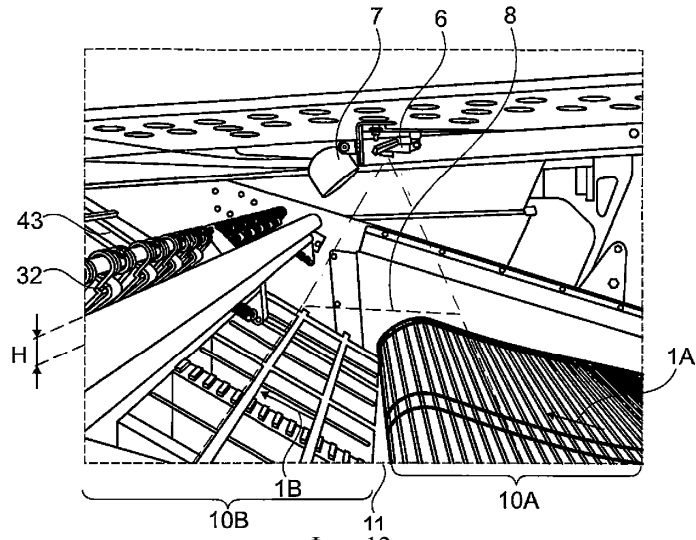
Фиг. 9



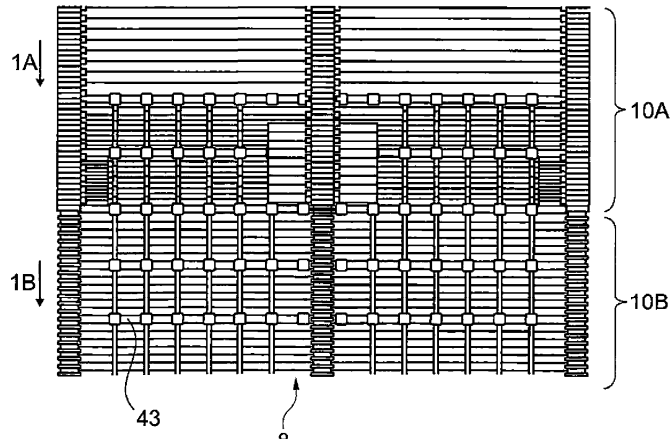
Фиг. 10



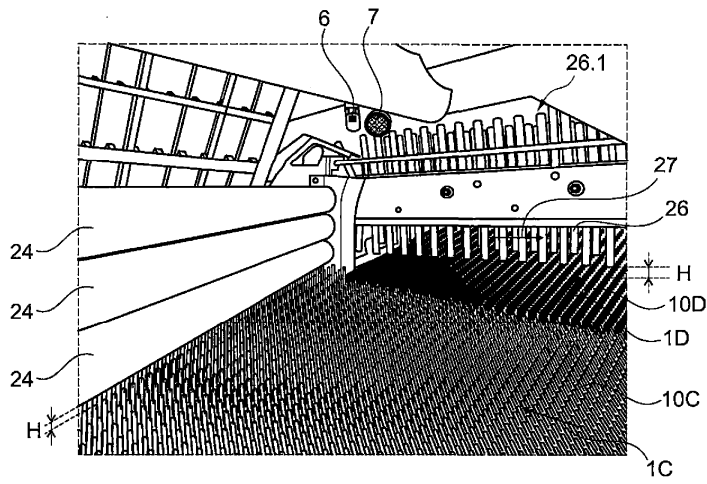
Фиг. 11



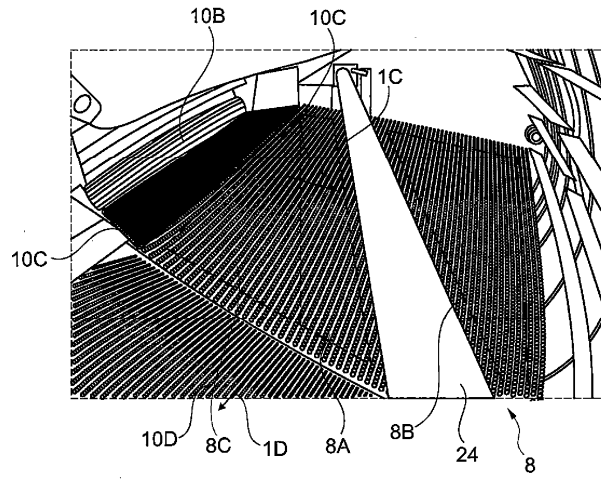
Фиг. 12



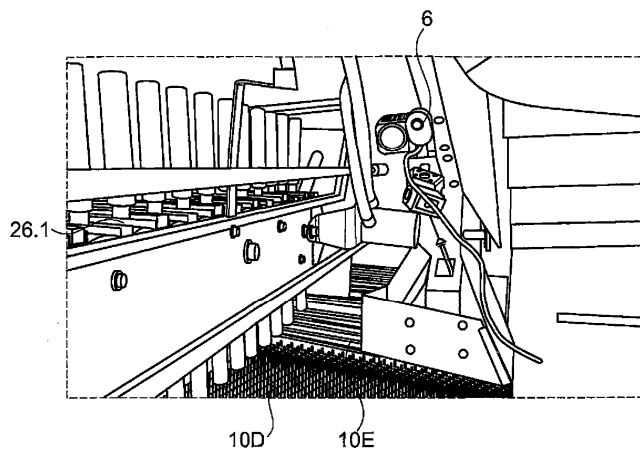
Фиг. 13



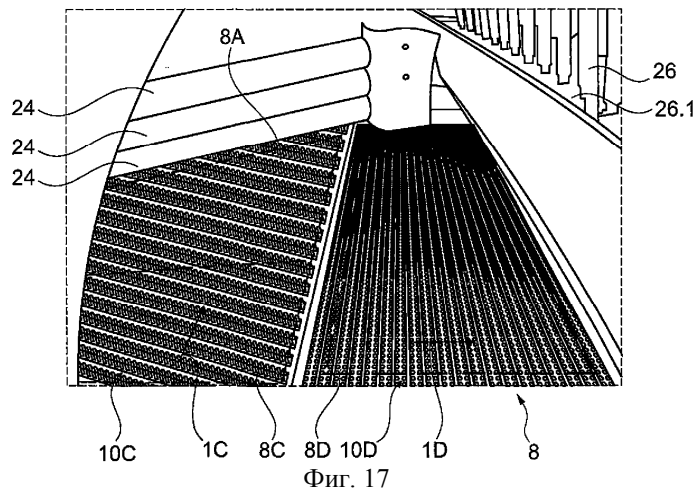
Фиг. 14



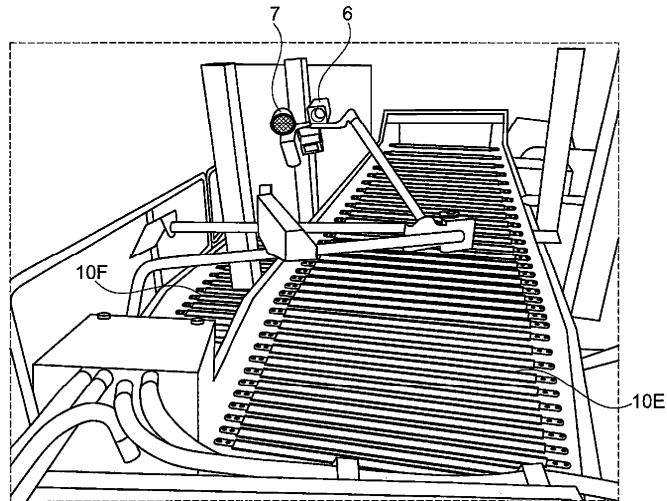
Фиг. 15



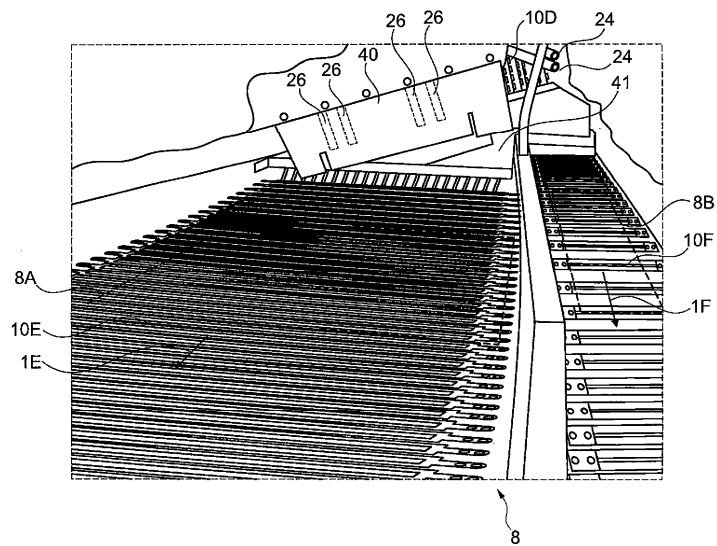
Фиг. 16



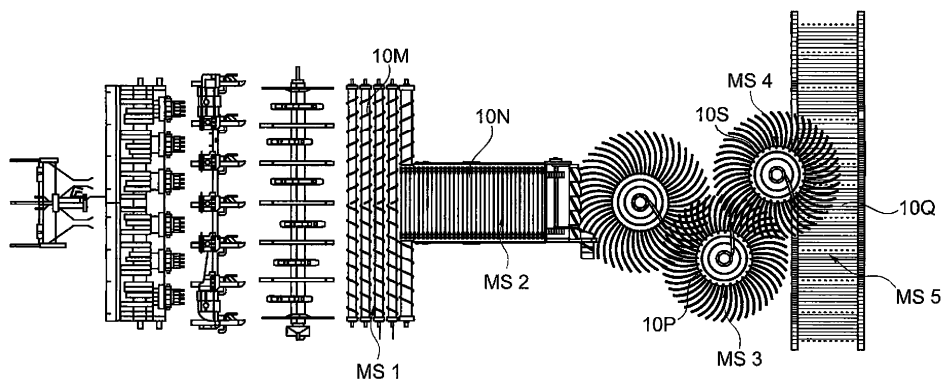
Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20