

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18990

(13) С1

(46) 2015.02.28

(51) МПК

A 01B 35/32 (2006.01)

B 62D 49/00 (2006.01)

B 60K 17/32 (2006.01)

(54) ТРАКТОР ДЛЯ ГЛАДКОЙ ПАХОТЫ ОБОРОТНЫМ ОТВАЛЬНЫМ ПЛУГОМ

(21) Номер заявки: а 20120055

(22) 2012.01.16

(43) 2013.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Зелёный Пётр Васильевич;
Яцкевич Владимир Владимирович;
Щербакова Ольга Константиновна
(ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 14694 С1, 2011.

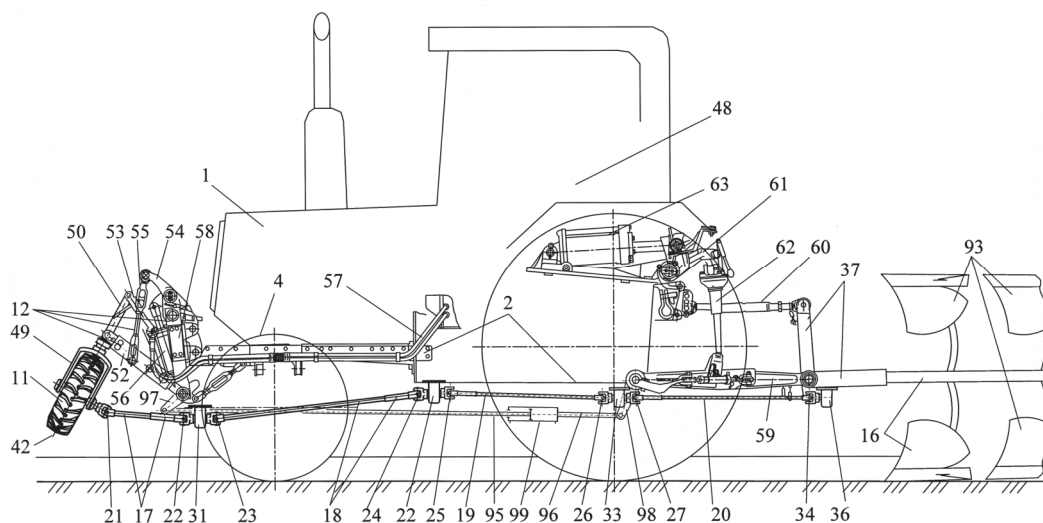
RU 2158067 С2, 2000.

SU 1083941 А, 1984.

SU 1024025 А, 1983.

(57)

Трактор для гладкой пахоты оборотным отвальным плугом, содержащий гидравлическую систему, двигатель, остов, несущую его ходовую систему, включающую расположенные попарно спереди и сзади остова четыре колесных движителя, причем задняя пара колесных движителей снабжена дифференциальным приводом вращения от двигателя и отдельными тормозами, установленные на остова основной, расположенный сзади, и дополнительный, расположенный спереди, механизмы навешивания технологических машин и орудий с гидравлическими управляемыми приводами их подъема и опускания, пятый колесный движитель, установленный на дополнительном механизме навешивания с возможностью вращения, и оборотный отвальный плуг, установленный на основном механизме навешивания, отличающийся тем, что содержит подключенный к гидравлической системе привод поворота оборотного отвального плуга, содержащий силовой гидравлический



Фиг. 1

ВУ 18990 С1 2015.02.28

цилиндр, кинематически связанный с осью, несущей оборотный отвальный плуг, пятый колесный движитель установлен на оси вращения поперек продольной плоскости трактора и кинематически связан с приводом поворота оборотного отвального плуга через гидравлическое мотор-колесо, смонтированное в пятый колесный движитель; или пятый колесный движитель кинематически связан с осью, несущей оборотный отвальный плуг, через повышающий редуктор, зубчатое колесо которого, установленное на оси, несущей оборотный отвальный плуг, связано с шестерней, установленной напрямую или через управляемую двухстороннюю муфту свободного хода на валу, кинематически связанном с осью вращения пятого колесного движителя, при этом повышающий редуктор выполнен с передаточным отношением, равным отношению расстояния от геометрической оси вращения задних колесных движителей до продольной плоскости пятого колесного движителя к радиусу пятого колесного движителя.

Изобретение относится к транспортным средствам, преимущественно к тракторам, агрегируемым с навесными сельскохозяйственными технологическими машинами и орудиями, в частности с оборотными отвальными плугами для выполнения технологической операции, называемой гладкой пахотой и осуществляемой в процессе челночных прямолинейных рабочих ходов, чередующихся с разворотами агрегата в конце каждого рабочего хода.

Известен трактор для агрегирования с сельскохозяйственными технологическими машинами и орудиями [1], содержащий двигатель, остов, ходовую систему, состоящую из четырех колес, расположенных попарно спереди и сзади трактора и кинематически связанных с двигателем, причем передняя пара колес установлена с возможностью поворота в горизонтальной плоскости для направления прямолинейного движения трактора и осуществления его разворотов.

Недостатком этого трактора является недостаточная поворачиваемость (поворотливость) из-за ограниченного угла поворота передних колес (не более $35-45^\circ$ относительно исходного нейтрального положения, что характерно для всех транспортных средств). Значительный радиус поворота трактора обуславливает большие непроизводительные затраты времени, например, при выполнении сельскохозяйственных технологических операций в полевых условиях. Как правило, трактор в агрегате с навешенной на него машиной или орудием совершает прямолинейные рабочие ходы от одного края поля до второго, чередующиеся переориентацией положения агрегата в конце гона (прямолинейного рабочего хода) на противоположное для выполнения рабочего хода в обратном направлении. Переориентация обеспечивается или путем движения трактора на разворотной полосе по грушевидной (петлевой) или иной сплошной траектории, что осуществляют, управляя положением передних направляющих колес, или, при необходимости, путем дополнительного маневрирования на узкой разворотной полосе в конце гона из-за невозможности вписать в нее сходу коридор движения агрегата. И то, и другое обуславливает большие непроизводительные затраты времени.

Известен тракторный агрегат для гладкой пахоты оборотным отвальным плугом [2] - прототип, содержащий остов, несущую его ходовую систему, включающую расположенные попарно спереди и сзади остова четыре колесных движителя, причем задняя пара колесных движителей снабжена дифференциальным приводом вращения от двигателя и отдельными тормозами, установленные на остова основной, расположенный сзади, и дополнительный, расположенный спереди, механизмы навешивания технологических машин и орудий с гидравлическими управляемыми приводами их подъема и опускания, пятый колесный движитель, установленный на дополнительном механизме навешивания с возможностью вращения, и оборотный отвальный плуг, установленный на основном механизме навешивания.

Недостатком этого тракторного агрегата является сложность обеспечения его поворота с минимальным радиусом в полевых условиях, где опорная не обладает достаточными сцепными свойствами с его колесными движителями, а сопротивление повороту велико на рыхлой неровной влажной поверхности. Этот агрегат, благодаря пятому колесному движителю, в состоянии поворачиваться с минимальным радиусом на гладкой поверхности с хорошими сцепными свойствами, так как поворот осуществляется только за счет силы тяги одного из колесных движителей задней пары при заторможенном втором колесном движителе. При этом пятый колесный движитель оказывает сопротивление повороту. Оно тем большее, чем рыхлее и неровнее опорная поверхность, то есть в реальных полевых условиях. Недостаточная поворачиваемость агрегата больше всего проявляется при выполнении сельскохозяйственной технологической операции, называемой гладкой пахотой, особенно когда для выполнения рабочего хода в обратном направлении тракторный агрегат сзади навешенным поворотным отвальным (лемешным) плугом должен оказаться в той борозде, которую только что проделал его последний рабочий орган - лемешной корпус (при условии, что ширина захвата плуга равна колею трактора - расстоянию между продольными плоскостями симметрии задней пары колесных движителей). При этом агрегат должен оказаться повернутым в противоположную сторону, то есть должен развернуться на месте вокруг точки опирания (центра пятна контакта) одного из колесных движителей задней пары. Если этого из-за плохих сцепных условий и большого сопротивления повороту совершить с первой попытки не удастся, непроизводительные затраты времени рабочей смены тракторного агрегата возрастут. Они также чрезмерны, если управляющие действия на переориентацию положения агрегата и оборотного плуга (оборачивание плуга) приходится выполнять последовательно, что и имеет место у прототипа.

Задачей, решаемой данным изобретением, является сокращение непроизводительных затрат времени на переориентацию положения оборотного плуга и всего тракторного агрегата для гладкой пахоты по завершении рабочего хода в одном направлении и для его продолжения в противоположном направлении и улучшение поворачиваемости (поворотливости) агрегата.

Указанная задача решается тем, что трактор для гладкой пахоты оборотным отвальным плугом, содержащий гидравлическую систему, двигатель, остов, несущую его ходовую систему, включающую расположенные попарно спереди и сзади остова четыре колесных движителя, причем задняя пара колесных движителей снабжена дифференциальным приводом вращения от двигателя и отдельными тормозами, установленные на остовах основной, расположенный сзади, и дополнительный, расположенный спереди, механизмы навешивания технологических машин и орудий с гидравлическими управляемыми приводами их подъема и опускания, пятый колесный движитель, установленный на дополнительном механизме навешивания с возможностью вращения, и оборотный отвальный плуг, установленный на основном механизме навешивания, содержит подключенный к гидравлической системе привод поворота оборотного отвального плуга, содержащий силовой гидравлический цилиндр, кинематически связанный с осью, несущей оборотный отвальный плуг, а пятый колесный движитель установлен на оси вращения поперек продольной плоскости трактора и кинематически связан с приводом поворота оборотного отвального плуга через гидравлическое мотор-колесо, смонтированное в пятый колесный движитель; или пятый колесный движитель кинематически связан с осью, несущей оборотный отвальный плуг, через повышающий редуктор, зубчатое колесо которого, установленное на оси, несущей оборотный отвальный плуг, связано с шестерней, установленной напрямую или через управляемую двухстороннюю муфту свободного хода на валу, кинематически связанном с осью вращения пятого колесного движителя, при этом повышающий редуктор выполнен с передаточным отношением, равным отношению расстояния от геометрической оси вращения задних колесных движителей до продольной плоскости пятого колесного движителя к радиусу пятого колесного движителя.

Перечисленная совокупность существенных признаков позволяет получить следующий технический результат. При выполнении гладкой пахоты отвальным лемешным плугом, тракторным агрегатом совершают прямолинейные рабочие ходы туда-сюда вдоль поля, всякий раз смещаясь по его ширине на рабочую ширину захвата плуга с целью изъездить всю поверхность поля (при условии, как указывалось, что ширина захвата плуга равна колее трактора - расстоянию между продольными плоскостями симметрии задней пары колесных движителей). В конце поля по завершении рабочего хода тракторный агрегат переориентируют на прямолинейное движение в обратном направлении. Для этого его останавливают, выглубляют плуг, обеспечивают опирание передней части на пятый дополнительный колесный движитель, совершают оборачивание плуга вокруг продольной оси, меняя местами верхний и нижний ряды его рабочих органов (переориентируют плуг), и переориентируют положение всего агрегата на противоположное.

У прототипа лишь подъем плуга совмещен с опиранием на пятый колесный движитель, то есть для этого выполняют только одно управляющее действие. Благодаря этому и на сам процесс уходит вдвое меньше времени, чем в том случае, если бы эти действия выполнялись последовательно.

В то же время, два других действия - оборачивание (переориентация) плуга и переориентация положения агрегата - у прототипа выполняются последовательно, что связано с увеличением непроизводительных затрат времени. Если его сократить, то производительное время рабочей смены, то есть время на пахоту поля, увеличится. Можно будет вспахать в течение одного и того же времени смены большую площадь.

Согласно изобретению, осуществление привода вращения пятого дополнительного колесного движителя от оборотного плуга позволит совместить оборот плуга с переориентацией положения агрегата, тем самым приблизительно вдвое уменьшив непроизводительные затраты времени на эти два действия.

Второй задачей, которая решается принудительным вращением пятого дополнительного колесного движителя, является повышение поворотливости (поворачиваемости) агрегата. У прототипа он сопротивляется повороту, так как является ведомым. Согласно же данному изобретению, этот движитель способствует повороту, так как приводится во вращение механизмом оборачивания плуга, то есть является ведущим.

Таким образом, изобретение позволяет максимально улучшить поворачиваемость тракторного агрегата для гладкой пахоты обратным отвальным плугом на загонах: выполнять повороты с минимальным радиусом и без излишних затрат времени, которые, естественно, являются непроизводительными. Особенно это необходимо при выполнении пахоты, называемой, как указывалось, гладкой, когда тракторный агрегат должен совершать рабочий ход в обратном направлении вплотную с только что выполненным рабочим ходом (должен двигаться по борозде от предшествующего рабочего хода и при этом пласты почвы должны оборачиваться рабочими органами плуга в том же направлении, в котором они оборачивались при предшествующем рабочем ходе). В результате поверхность поля остается ровной (гладкой, без свальных и развальных пластов), а непроизводительные переезды агрегата на разворотных полосах минимальны. Минимизировать радиус поворота агрегата настолько, чтобы он оказался в только что проделанной борозде от предшествующего рабочего хода, позволяет опирание его передней части при развороте не на передние колесные направляющие управляемые колесные движители, а на дополнительный, поперечно расположенный к направлению движения агрегата пятый колесный движитель. Приводя этот движитель во вращение при заторможенном одном из колесных движителей задней пары, расположенном с той стороны, в которую необходимо совершить поворот, обеспечивают поворот трактора с минимальным радиусом - практически на месте. При этом центр поворота находится под заторможенным задним колесным движителем (в середине его пятна контакта). Благодаря этому агрегат окажется при завершении разворота в крайней борозде от предшествующего рабочего хода, что и необходимо для гладкой пахоты, чтобы вплотную оборачивать пласты почвы к ранее обороченным пластикам.

Возможность реализации предлагаемого технического решения проиллюстрирована: на фиг. 1 приведены относящиеся к изобретению элементы конструкции тракторного агрегата для гладкой пахоты обратным отвальным плугом при виде сбоку при выполнении пахоты; на фиг. 2 - то же, что и на фиг. 1, но в положениях элементов его конструкции, необходимых для осуществления переориентации положений плуга и всего агрегата; на фиг. 3 - то же, что и на фиг. 1, но в положениях элементов его конструкции, необходимых для осуществления переездов агрегата; на фиг. 4 приведена кинематическая схема агрегата; на фиг. 5 приведены в трехмерном изображении основные элементы кинематической схемы, относящиеся к механизму оборачивания плуга; на фиг. 6 показано положение тракторного агрегата относительно борозд, образуемых рабочими органами плуга, до и после переориентации его положения.

Тракторный агрегат для гладкой пахоты обратным отвальным плугом содержит собственно трактор 1, остов 2, двигатель 3, колесные движители 4, 5, 6 и 7, расположенные на остова 2 попарно спереди и сзади трактора 1 и образующие его ходовую систему, причем задняя пара 6 и 7 колесных движителей кинематически связана с двигателем 3 через дифференциальный механизм, помещенный во вращающийся корпус 8, и снабжена отдельно управляемыми фрикционными тормозными механизмами 9 и 10. Спереди трактора 1 расположен пятый колесный движитель 11, установленный на переднем механизме навешивания 12 вместо сельхозмашины или орудия, являющемся дополнительным и не всегда задействованным по прямому назначению. Он позволяет осуществлять подъем и опускание пятого колесного движителя 11. Пятый колесный движитель 11 прикреплен к оси 13, установленной в опорах 14 с возможностью вращения (фиг. 1).

Пятый колесный движитель 11 расположен поперек продольной плоскости 15 трактора 1, кинематически связан с обратным отвальным плугом 16 посредством четырех телескопических валов 17, 18, 19 и 20. Первый вал 17 связан с осью 13 шарниром Кардана 21. Другие аналогичные шарниры 22, 23, 24, 25, 26 и 27 находятся на концах валов 28, 29, и 30, установленных в промежуточных опорах 31, 32 и 33, связывающих указанные телескопические валы между собой (фиг. 4).

Такое большое количество шарниров Кардана и телескопических валов необходимо для того, чтобы передать крутящий момент на большое расстояние между подвижными частями конструкции, расположенными на большом расстоянии друг от друга - на подвижных механизмах навешивания спереди и сзади трактора 1.

Шарнир Кардана 34 связывает последний телескопический вал 20 с валом 35 редуктора 36. Редуктор 36 установлен на корпусе 37, несущем обратный овальный плуг 16.

При этом, чтобы обеспечить возможность оборачивания (вращения) обратного овального плуга 16, его несущая, продольно расположенная ось 38 установлена в корпусе 37 с возможностью вращения.

На этой оси установлено ведущее зубчатое колесо 39, находящееся в зацеплении с шестерней 40, установленной на валу 35 с возможностью управляемого осевого перемещения. Это позволяет вводить шестерню в зацепление с колесом 39 для передачи вращения на пятый дополнительный колесный движитель 11 или, наоборот, выводить ее из зацепления, если в передаче вращения не будет необходимости.

Редуктор 36 имеет передаточное отношение $i = L/r$, где L - расстояние от геометрической оси 41 вращения задних колесных движителей 6 и 7 до продольной плоскости 42 пятого колесного движителя 11; r - радиус пятого колесного движителя 11. Редуктор 36 является повышающим и обеспечивает при заданном передаточном отношении такое количество оборотов пятого колесного движителя 11 за 1/2 оборота плуга, которого достаточно для разворота тракторного агрегата на 180° вокруг точки 43 - центра пятна контакта левого колесного движителя 6 задней пары (фиг. 6).

Оборачивание (поворот) обратного овального плуга 16 обеспечивают силовым гидравлическим цилиндром 44, кинематически связанным с осью 38, несущей плуг 16, по-

средством кривошипа 45 (коленчатого вала), установленного на нем зубчатого колеса 46 и шестерни 47, установленной на упомянутой оси 38. Силовой гидравлический цилиндр 44 подключен к управляемой с рабочего места 48 механизатора (водителя трактора) гидравлической системе трактора (не изображена).

Вторым вариантом конструкции для передачи вращения от оборачивания оборотного овального плуга 16 на пятый колесный движитель 11 является введение в кинематическую связь шестерни 40 с валом 35 управляемой двухсторонней муфты свободного хода (не изображена). Это позволит обеспечивать пятому колесному движителю 11 столько оборотов, сколько необходимо для переориентации агрегата за несколько циклов туда-сюда поворотов оборотного отвального плуга 16 силовым гидравлическим цилиндром 44. При этом в высоком передаточном отношении редуктора 36 необходимости не будет. Не изображенная муфта свободного хода является управляемой и двухстороннего действия. Поэтому в любой момент ее можно отключить и повернуть оборотный овальный плуг 16 в нужное положение, не влияя на пятый колесный движитель 11, если в этом не будет необходимости. Можно также, переключив муфту, поменять местами ее рабочий ход с холостым ходом и обеспечить вращение пятого колесного движителя 11 в другую (противоположную) сторону. Указанная муфта не изображена потому, что является стандартной, широко распространенной и ее устройство и принцип действия понятны по описанию.

Согласно изобретению передача вращения от оборотного плуга оборотного овального 16 на пятый колесный движитель 11 может быть реализована и еще одним конструктивным решением - через гидравлический привод, содержащий гидравлический насос, связанный с осью 38 поворота оборотного овального плуга 16, и гидравлическое мотор-колесо, вмонтированное в пятый колесный движитель 11 (этот вариант конструкции также не изображен, так как и так понятен).

Опоры 14, в которых установлена ось 13, несущая пятый дополнительный колесный движитель 11, прикреплены квилке 49, охватывающей движитель с двух сторон. Вилка 49 прикреплена к стойке 50, нижняя часть которой шарнирно связана поперечиной 51 с нижними тягами 52 переднего механизма навешивания 12, а верхняя - с его центральной тягой 53. Таким образом, пятый дополнительный колесный движитель 11 навешен спереди на остов 2 трактора 1 по так называемой трех точечной схеме присоединения (фиг. 1, 2, 3 и 5).

Механизм навешивания 12 подъема и опускания пятого колесного движителя 11 представляет собой так называемую навесную систему для агрегатирования сельскохозяйственных орудий и других технологических машин спереди трактора (используется не всегда и поэтому является дополнительной). Ее основными элементами являются упомянутые нижние тяги 52, центральная регулируемая по длине тяга 53, поворотные рычаги 54, связанные с нижними тягами 52, регулируемые по длине тягами 55. Для поворота рычагов 54, подъема или опускания нижних тяг 52 через тяги 55 предназначен силовой гидравлический цилиндр 56, подсоединенный к управляемой с рабочего места 48 механизатора (водителя трактора) гидравлической системе трактора (не изображена) посредством трубопроводов 57 (фиг. 1, 2 и 3).

Указанные элементы механизма навешивания 12 смонтированы на остова 2 спереди трактора 1 посредством рамы 58 (фиг. 1).

Сзади трактора 1 посредством аналогичного описанного механизма навешивания, установленного на остова 2, агрегируется (навешивается), оборотный лемешной (отвальный) плуг 16 (фиг. 1, 2, 3, 6).

Этот механизм навешивания также содержит нижние тяги 59, центральную регулируемую тягу 60, поворотные рычаги 61, связывающие их с нижними тягами 59, регулируемые тяги 62 и силовой гидравлический цилиндр 63 для перемещения нижних тяг 59 и подъема или опускания за счет этого оборотного отвального плуга 16 (фиг. 1, 2, 3, 5).

Колесные движители 6 и 7 задней пары установлены с возможностью вращения на остова 2 посредством полуосей 64 и 65 (фиг. 4).

Колесные движители 4 и 5 передней пары установлены с возможностью вращения на концах поперечной балки 66 посредством полуосей 67 и 68 (фиг. 4).

Поворот колесных движителей 4 и 5 в горизонтальной плоскости обеспечивают цилиндрические шарниры 69 и 70, посредством которых эти колеса установлены на концах балки 66 (фиг. 4).

Балка 66 связана с оловом 2 посредством продольного цилиндрического шарнира 71 для обеспечения ее качания в поперечной вертикальной плоскости и копирования колесными движителями 4, 5, 6 и 7 трактора неровностей микрорельефа естественной поверхности местности или поля (фиг. 4).

Для согласованного поворота колесных движителей 4 и 5 силовым гидравлическим цилиндром 72 при управлении движением трактора служит кинематически связывающая их рулевая трапеция 73 (фиг. 4).

Колесные движители 6 и 7 задней пары являются ведущими, но для отдельного вращения с разными угловыми скоростями на повороте и в других условиях они кинематически связаны между собой, как указывалось, через дифференциальный механизм, расположенный во вращающемся корпусе 8. Он состоит из промежуточных шестерен-сателлитов 74 (изображена одна) и находящихся с ними в зацеплении двух полуосевых конических шестерен 75 и 76. Эти шестерни через полуоси 77 и 78 связаны с планетарными бортовыми передачами, которые состоят из солнечных шестерен 79 и 80, сателлитов 81 и 82, коронных шестерен 83 и 84 и водил 85 и 86. Водила установлены на вышеупомянутых полуосях 64 и 65 колесных движителей 6 и 7 (фиг. 4).

Передача вращения на дифференциальный механизм, расположенный во вращающемся корпусе 8, от коробки перемены передач 87 осуществляется через конические шестерни 88 и 89, образующие так называемую центральную передачу трактора (фиг. 4).

Передача крутящего момента от двигателя 3 на входной вал 90 коробки перемены передач 87 осуществляется через управляемую фрикционную муфту 91 (главную муфту сцепления).

Фрикционная управляемая муфта 92 позволяет создавать регулируемое сопротивление относительно проворачиванию колесных движителей 6 и 7 задней пары, лишая их возможности свободного независимого вращения при необходимости (фиг. 4). Такая необходимость, как правило, может быть обусловлена стремлением повысить тяговое усилие трактора в полевых условиях при выполнении тяжелых сельскохозяйственных технологических операций, например, пахоты отвальным плугом.

На фигурах условно изображены также лемешные рабочие органы 93 (лемешные корпуса) для подрезания и оборота пластов почвы, расположенные на оборотном овальном плуге 16 двумя рядами - сверху и снизу и используемые поочередно при выполнении гладкой пахоты, чтобы обеспечить при прямых и при обратных рабочих ходах трактора оборот пластов в одном направлении (в одну сторону), и тогда не образуются ни свальные, ни развальные борозды. В этом суть пахоты, называемой гладкой и являющейся перспективной, но налагающей высокие требования к поворачиваемости (поворотливости) трактора с минимальным радиусом (фиг. 1, 2, 3, 4).

Если оборотный овальный плуг не оборачивать и не задействовать поочередно то один, то второй ряд рабочих органов, пласты почвы оборачивались бы рабочими органами плуга в разные стороны и пахота не была бы гладкой, что в конечном итоге отразилось бы на качестве возделывания сельскохозяйственных культур и снижении их урожайности.

На схеме (фиг. 6), иллюстрирующей геометрию поворота тракторного агрегата с плугом в конце гона, изображена борозда 94, оставляемая последним рабочим органом 93 оборотного овольного плуга 16, в которую должен попасть трактор 1 колесными движителями одного борта (4 и 6) после переориентации положения трактора 1 на противоположное путем поворота вокруг точки 43 - центра опирания этого колесного движителя 6 задней пары.

На упомянутой схеме (фиг. 6) указаны стрелками направления действия и обозначены: тяговое усилие P_{T5} , развиваемое пятым колесным движителем при подводе к нему крутящего момента от несущей оси 35 оборотного отвального плуга 16 на повороте; момент $M_{f3л}$ сопротивления повороту колесного движителя 6 вокруг центра поворота 43, находящегося в его пятне контакта с опорной поверхностью; сила сопротивления $P_{f3п}$ качению колесного движителя 7 задней пары на повороте; сила $P_{f3л}$ реакции почвы, удерживающая колесо 6 от смещения назад на повороте.

Там же обозначены буквами рабочие ширины захвата оборотного овального плуга: $V_{вп}$ - выполненного только что при прямом рабочем ходе; $V_{по}$ - предшествующего обратного рабочего хода и $V_{ппп}$ - предшествующего ему прямого рабочего хода; $V_{бо}$ - будущего обратного рабочего хода.

Установленные на остова 2 основной, расположенный сзади, и дополнительный, расположенный спереди, механизмы навешивания технологических машин и орудий с гидравлическими управляемыми приводами их подъема и опускания кинематически связаны в противофазе тягами 95 и 96, шарнирно присоединенными внешними концами к нижним тягам 52 и 59 механизмов навешивания посредством плеч 97 и 98. Тяги расположены соосно. Обращенные друг к другу их концы соединены силовым гидравлическим цилиндром 99, подсоединенным к гидравлической системе трактора (не изображена). Гидравлическая система позволяет: обе полости цилиндра 99 запереть, и тогда обе тяги 95 и 96 будут работать как одно целое; обеспечить свободное перетекание рабочей жидкости из полости в полость силового цилиндра 99 и независимую работу переднего и заднего механизмов навешивания; подавая рабочую жидкость в одну из полостей гидравлического цилиндра 99, увеличить или уменьшить общую длину обеих тяг 95 и 96, например, с целью регулирования кинематики поворота тяг 52 и 59, после чего обе полости вновь гидравлически запереть.

В запертом состоянии полостей гидравлического цилиндра 99 рассматриваемая кинематическая связь обеспечивает согласованное действие обоих механизмов - если тяги концы тяг одного из них, например, 52 опускаются, то второго 59 поднимаются и наоборот, то есть имеет место действие в противофазе (фиг. 1 и 2).

Это позволяет при опускании оборотного овального плуга 16 и заглоблении в почву его рабочих органов 93 одновременно поднимать пятый дополнительный колесный движитель 11 в транспортное положение (фиг. 1). При этом трактор 1 передней частью опирается на переднюю пару колесных движителей 4 и 5. С их помощью обеспечивают рабочий ход по прямолинейной траектории - по борозде, проделанной в почве при предшествующем рабочем ходе.

При выглублении рабочих органов 93 из почвы и подъеме оборотного овального плуга 16 в транспортное положение одновременно пятый колесный движитель 11 опустится, опираясь по почву и воспримет на себя вес тракторного агрегата, приходящийся на его переднюю часть. Передняя пара колесных движителей 4 и 5 в результате этого зависнет над поверхностью поля (фиг. 2). В таком положении она не будет мешать перемещению передней части тракторного агрегата пятым колесным движителем 11 по круговой траектории - вокруг точки 43 центра опирания одного из движителей задней пары (движителя 6, согласно схеме на фиг. 6, иллюстрирующей поворот влево).

На фиг. 5 изображена частично схематически в трехмерном изображении конструкция механизма оборачивания оборотного овального плуга 16 (рабочие органы плуга на этой схеме не изображены; изображена часть несущей их конструкции - рамы).

Оборотный овальный плуг 16, как видно, установлен на корпусе 37 посредством продольной несущей оси 38, позволяющей его поворачивать на 180° по часовой или против часовой стрелки.

На корпусе, представляющем собой пространственную конструкцию, предусмотрены оси 100 и 101 для его присоединения к центральной тяге 60 и нижним тягам 59 соответственно заднего механизма навешивания.

Работает устройство следующим образом.

Устройство рекомендуется использовать при выполнении такой сельскохозяйственной энергоемкой технологической операции, как гладкая пахота, выполняемой обратным отвальным (лемешным) плугом 16 и характеризующейся небольшой шириной захвата его рабочих органов и, следовательно, необходимостью в частых поворотах в конце гонов (прямолинейных рабочих ходов). Повороты осуществляются с минимальным радиусом на разворотных полосах, выполненных по краям поля, которые обрабатываются (пахутся) в последнюю очередь по завершении пахоты на основной части поля (фиг. 6).

Оборотный овальный плуг 16 при этом агрегируется с трактором 1 (навешивается) на две нижние тяги 59 и центральную тягу 60 сзади трактора по так называемой трехточечной схеме навешивания (фиг. 1). Передний механизм навешивания 12 трактора 1 при выполнении пахоты, как правило, не задействован для агрегатирования сельхозорудий или сельхозмашин и, согласно данному изобретению, используется для установки пятого дополнительного колесного движителя 11.

При выполнении гладкой пахоты лемешным плугом, ширина захвата рабочих органов которого равна ширине колеи колесных движителей 6 и 7 задней пары, трактор 1 должен совершить такой крутой поворот в конце рабочего хода, чтобы его левый колесный движитель 6 оказался в борозде 94, проделанной последним лемешным корпусом (рабочим органом 93) оборотного овального плуга 16, то есть вокруг точки 43 - центра опирания этого колесного движителя (фиг. 6).

В этом случае трактор 1 будет готов совершать рабочий ход в обратном направлении без дополнительного маневрирования на ограниченной по ширине разворотной полосе по краю поля. Это позволит сократить непроизводительные затраты времени в течение рабочей смены на развороты трактора, постоянно чередующиеся с его рабочими ходами. Кроме того, исключение необходимости в маневрировании при развороте трактора позволит снизить до минимума переуплотнение плодородного слоя поля (почвы) на разворотных полосах ходовой системой трактора, истирание почвы, нарушение ее структуры и ухудшение воздухопроницаемости и, как следствие, позволит повысить урожайность возделываемых культур на разворотных полосах до среднего уровня всего поля.

При этом также необходимо совершить до минимума и непроизводительное время смены, затрачиваемое на выполнение действий, связанных с оборачиванием оборотного овального плуга и разворотом трактора путем их выполнения не последовательно, а одновременно.

Перед выполнением прямолинейного рабочего хода рабочие органы 93 оборотного отвального (лемешного) плуга 16 заглубляют в почву, опуская вниз внешние концы тяг 59. Для этого тяги 59 поворачивают силовым гидравлическим цилиндром 63 через поворотные рычаги 61 и регулируемые по длине тяги 62 по часовой стрелке (фиг. 1).

Пятый колесный движитель 11 при этом удерживают механизмом навешивания 12, на котором он установлен, в поднятом транспортном положении (фиг. 1).

Направление трактора 1 по прямолинейной траектории рабочего хода обеспечивают управляемыми направляющими колесными движителями 4 и 5 передней пары, которые поворачивают или удерживают в нужном положении силовым гидравлическим цилиндром 72 через рулевую трапецию 73 (фиг. 4).

Вращение колесных движителей 6 и 7 задней пары для приведения трактора 1 в движение и развитие ими необходимых тяговых усилий обеспечивает двигатель 3, как правило, внутреннего сгорания с воспламенением топливной смеси от сжатия - дизельный.

Обеспечиваемый им крутящий момент через муфту сцепления 91 передается на коробку перемены передач 87 и далее на ведущую шестерню 88 центральной передачи (фиг. 4). Приводимая этим во вращение ведомая шестерня 89 центральной передачи вращает корпус 8 дифференциального механизма. Вместе с ним вращаются как одно целое шестерни-сателлиты 74 и находящиеся с ним в зацеплении полуосевые шестерни 75 и 76 и

полуоси 77 и 78 с солнечными шестернями 79 и 80 планетарных зубчатых передач. Оба фрикциона тормозных механизмов 9 и 10 при этом отключены и не препятствуют описанному вращению. Далее вращение передается на сдвоенные шестерни-сателлиты 81 и 82. При вращении шестерни-сателлиты 81 и 82 обегают вокруг солнечных шестерен 79 и 80, что обеспечивается благодаря нахождению с ними в зацеплении также коренных шестерен 83 и 84 планетарных механизмов. Совершая указанное так называемое планетарное движение, шестерни-сателлиты 81 и 82 вращают водила 85 и 86, а через полуоси 64 и 65 колеса 6 и 7 с гораздо меньшей скоростью, чем вращаются полуосевые шестерни 75 и 76, но с возросшим в той же мере крутящим моментом для обеспечения развития колесными движителями 6 и 7 высоких тяговых усилий при сцеплении с опорной поверхностью - грунтом (почвой).

Регулирование скорости передвижения трактора 1 обеспечивается при помощи коробки перемены передач 87, которая для этого и предназначена. Для осуществления перемены передачи коробку 87 кратковременно отключают от двигателя 3 посредством муфты сцепления 91.

Так, привод колесных движителей 6 и 7 работает при совершении трактором 1 прямолинейных рабочих ходов.

На фиг. 6 схематически проиллюстрирован поворот трактора с использованием дополнительного пятого колесного движителя 11.

В конце гона, когда необходимо совершить крутой разворот трактора 1, для его переориентации и последующего движения в обратном направлении временно посредством муфты сцепления 91 и коробки перемены передач 87 отключают передачу крутящего момента на заднюю пару колесных движителей 6 и 7, выглубляют рабочие органы 93 оборотного овального плуга 16 из почвы и переводят плуг в верхнее транспортное положение, повернув тяги 59 силовым цилиндром 63 против часовой стрелки (фиг. 2).

Одновременно дополнительный пятый колесный движитель 11 будет опускаться вниз в результате поворота нижних тяг 52 переднего механизма навешивания 12 против часовой стрелки посредством плеч 97 и 98, шарнирно связанных с ними своими внешними концами тяг 95 и 96, заблокированными в одну длинную тягу силовым гидравлическим цилиндром 99. Опускание движителя 11 будет иметь место до тех пор, пока он не опрется на поверхность поля и воспримет на себя всю нагрузку от массы тракторного агрегата, приходящуюся на передние колесные движители 4 и 5. Они в результате этого потеряют контакт с поверхностью поля и зависнут над ним на некоторой высоте (фиг. 2). В таком положении движители 4 и 5 не будут препятствовать перемещению передней части трактора 1 влево или вправо дополнительным пятым колесным движителем 11 по указанной выше круговой траектории.

Затем затормаживают один из колесных движителей задней пары. В рассматриваемом примере поворота влево (фиг. 6) при выполнении гладкой пахоты затормаживают левый колесный движитель 6 посредством фрикционного тормозного механизма 9. Силовым цилиндром 44 через кривошип 45, сидящее на нем зубчатое колесо 56 и находящуюся в зацеплении с последним шестерню 47, образующие повышающий редуктор, поворачивают ось 38 и несомый ею оборотный овальный плуг 16 на 180° относительно корпуса 37.

Одновременно с этим поворотом (оборачиванием) оборотного овального плуга 16 во вращение приводится и пятый колесный движитель 11. Вращение на него передается через зубчатое колесо 39, находящуюся с ним в зацеплении шестерню 40, вал 35 и систему телескопических валов и шарниров Кардана, описанную выше.

Редуктор 36, в котором находятся зубчатое колесо 39 и шестерня 40, является повышающим, а его передаточное отношение $i = L/r$ обеспечивает такое количество оборотов пятого колесного движителя 11 за пол-оборота оборотного овального плуга 16 на несущей его оси 38, которого достаточно, чтобы развернуть агрегат на 180° , то есть поменять его положение в конце гона на противоположное.

В зависимости от необходимого по условиям гладкой пахоты направления поворота тракторного агрегата, оборотный овальный плуг 16 оборачивают силовым гидравлическим цилиндром в одном или в другом (противоположном) направлении.

В результате принудительного вращения дополнительного колесного движителя 11 при заторможенном заднем колесном движителе 6 трактор 1 будет совершать поворот вокруг точки 43 - центра опирания этого колесного движителя. Поворот обеспечивается тяговым усилием P_{T5} , развиваемым пятым колесным движителем 11, которое должно быть достаточным, чтобы преодолеть момент $M_{f3л}$ сопротивления повороту на месте (вокруг точки 43) заднего колесного движителя 6, силу $P_{f3л}$ сопротивления качению заднего колесного движителя 7 и других факторов. Сила реакции $P_{f3л}$ под левым заторможенным колесным движителем 6 задней пары не позволит трактору 1 сместиться назад под действием боковой составляющей от силы тяги P_{T5} , которая будет иметь место из-за того, что ее направление не совпадает с касательной линией 102 к круговой траектории 103 качения пятого колесного движителя 11 при развороте трактора (она будет направлена под небольшим углом δ внутрь этой траектории).

Как только трактор 1 окажется переориентированным - повернутым на 180° (штриховое изображение на схеме поворота на фиг. 6), а нижний ряд рабочих органов 93 окажется вверху, а верхний, соответственно, внизу, прекращают затормаживание левого заднего колесного движителя 6.

Трактор 1 окажется готовым совершать прямолинейный рабочий ход в обратном направлении и будет находиться в борозде 94, по которой ему необходимо двигаться, то есть дополнительного маневрирования, чтобы въехать в эту борозду, что имеет место при выполнении пахоты обычными тракторами (не оборудованными дополнительным пятым колесным движителем), не требуется.

Для выполнения рабочего хода в обратном направлении оказавшиеся внизу рабочие органы 93 заглубляют в почву на требуемую для данного вида ее обработки глубину (обычно это на 18...20 см), опуская оборотный овальный плуг 16 силовым цилиндром 63. При этом нижние тяги 59 через рычаги 61 и тяги 62 будут поворачиваться по часовой стрелке (фиг. 1). В свою очередь, в результате воздействия через плечо 98 на тяги 96 и 95 и на плечо 97 это движение будет передано на нижние тяги 52 переднего механизма навешивания 12. Также, поворачиваясь по часовой стрелке, тяги 52 обеспечат подъем пятого колесного движителя 11 в транспортное нерабочее положение. Трактор 1 обопрется, как и прежде, передней частью на направляющие его движение колесные движители 4 и 5 передней пары.

Силовым гидравлическим цилиндром 56 переднего механизма навешивания 12 при этом может не использоваться, если его рабочие полости будут сообщены друг с другом для свободного перетекания рабочей жидкости, а может работать параллельно с силовым гидравлическим цилиндром 63, если в этом будет необходимость (для создания большего усилия на описанные перемещения плуга и пятого колесного движителя 11).

Как только агрегат будет готов к выполнению рабочего хода в обратном направлении, то есть будет переориентирован, оборотный овальный плуг 16 опущен, а пятый колесный движитель 11 поднят, посредством муфты сцепления 91 и коробки перемены передач 87 трактор 1 приводят в движение.

В конце обратного рабочего хода трактор 1 таким же образом поворачивают вправо при заторможенном фрикционным тормозом 10 правым задним колесным движителем 7.

Для транспортных переездов и пятый колесный движитель 11, и плуг 52 переводят в верхние транспортные положения, для чего силовым цилиндром 99 тяги 95 и 96 расталкивают в стороны, увеличивая их общую длину (фиг. 3). Этому способствуют и силовыми цилиндрами 56 и 63, поднимая ими нижние тяги 52 и 59 механизмов навешивания вверх.

Для вывода указанной зависимости, определяющей передаточное отношение повышающего редуктора 36, рассмотрим схему на фиг. 6. Путь, проходимый пятым колесным

ВУ 18990 С1 2015.02.28

движителем 11 за один оборот с учетом его качения под углом δ к круговой траектории вокруг точки 43, равен $2\pi r \cos \delta$. Длина дуги круговой траектории, то есть пути, который должен пройти движитель 11 для разворота трактора на 180° , равна

$$\pi \sqrt{L^2 + \frac{B^2}{4}},$$

где B - расстояние между плоскостями симметрии движителей задней пары - коля согласно фиг. 6.

Это половина окружности круговой траектории 103.

Таким образом, передаточное отношение повышающего редуктора 36, необходимое, чтобы за $1/2$ оборота оборотного овалного плуга 16 пятый колесный движитель прошел этот путь, должно составлять

$$i = \frac{\pi \sqrt{L^2 + \frac{B^2}{4}}}{0,5 (2 \pi r \cos \delta)}.$$

Однако из геометрических соображений

$$\cos \delta = \frac{L}{\sqrt{L^2 + \frac{B^2}{4}}},$$

откуда

$$i = \frac{\pi \sqrt{L^2 + \frac{B^2}{4}}}{0,5 \left(\frac{2 \pi r L}{\sqrt{L^2 + \frac{B^2}{4}}} \right)} = \frac{L^2 + \frac{B^2}{4}}{rL} = \frac{L}{r} + \frac{B^2}{4 rL}.$$

Анализ полученного выражения позволяет заключить, что для типичных параметров сельскохозяйственных тракторов вторая составляющая полученного выражения ничтожно мала по сравнению с первой, и ею можно пренебречь.

Произведем расчет для конкретного трактора, к примеру, для универсально пропашного трактора класса 2,0 типа МТЗ "Беларус 1025", агрегатируемого с четырехкорпусными плугами с шириной захвата одного корпуса (рабочего органа 93) 0,35 м.

Его коля $B = 1,4$ м (расстояние между плоскостями симметрии движителей задней пары согласно фиг. 6).

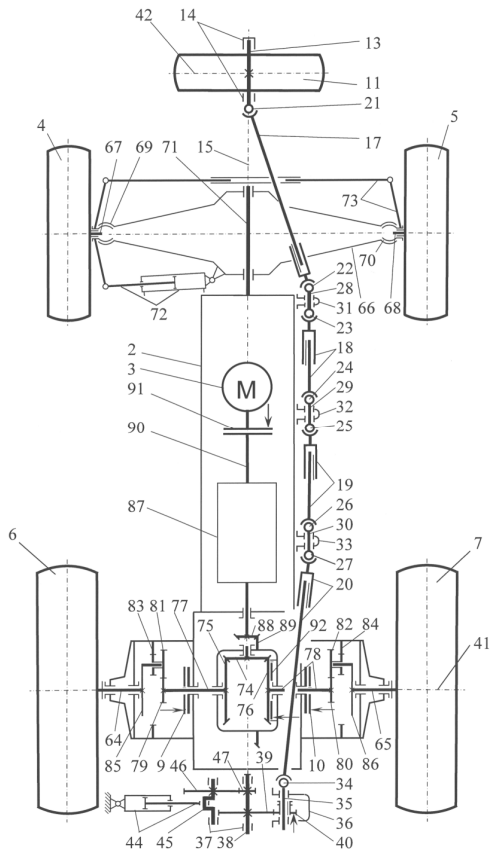
Колесная база этого трактора - 2,57 м, так что можно принять для расчета параметр $L \approx 3,5$ м.

Радиус качения пятого колесного движителя $r = 0,5$ м.

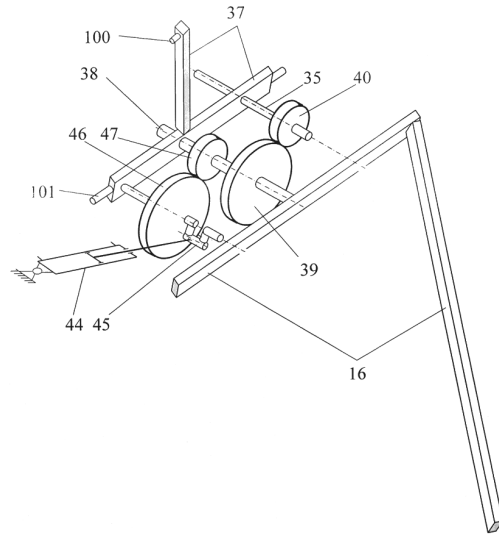
Расчет по полученному выражению

$$i = \frac{L}{r} + \frac{B^2}{4 rL} = \frac{3,5}{0,5} + \frac{0,7^2}{4 \times 0,5 \times 3,5} = 7 + \frac{0,49}{7} = 7 + 0,07 \approx 7$$

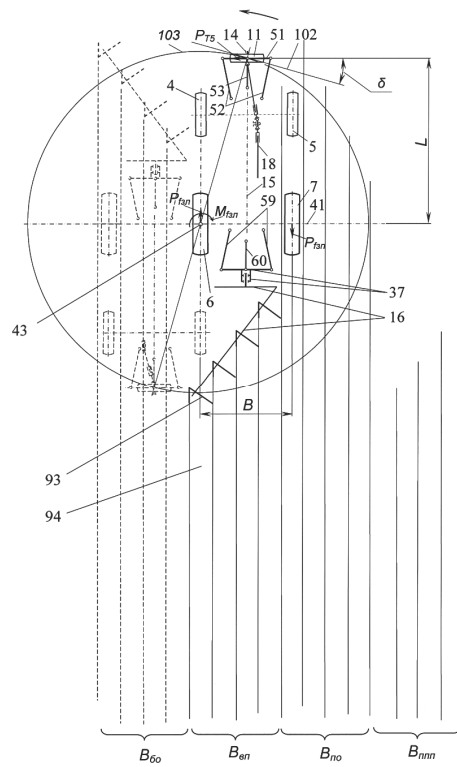
показывает, что, действительно, вторая составляющая может не учитываться, так как составляет лишь одну сотую от первой, и для определения передаточного отношения кинематической связи пятого колесного движителя 11 от оборотного овалного плуга 16 может быть принято ранее указанное соотношение $i = L/r$.



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6