

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**Кафедра тракторов, автомобилей и
машин для природообустройства**

В. А. Белоусов, А. В. Гордеенко

ГИДРОПРИВОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

ГИДРООБЪЕМНОЕ РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Методические указания по изучению дисциплины и выполнению лабораторной работы для студентов, обучающихся по специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства

**Горки
БГСХА
2018**

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие сельскохозяйственного машиностроения все большее внимание уделяет производству базовых машин на пневмоколенном ходу.

Причина этого явления связана с тем, что применение на самоходных машинах в качестве движителя пневматических шин позволяет получить удачное сочетание качеств автономного быстроходного транспортного средства и высоких тяговодинамических возможностей, необходимых для выполнения технологических операций. За последние годы появились и получили широкое распространение новые типы машин, признание которых во многом определяется этими положительными особенностями. Возможность получения высокой транспортной скорости, маневренности и, как следствие, высокой производительности делает такие машины особенно предпочтительными при современном интенсивном сельскохозяйственном производстве.

Условие выполнения сельскохозяйственных операций с высокой точностью, скоростью и производительностью выдвигает перед конструкторами тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин определенный круг задач, связанных с обеспечением удовлетворительной управляемости и устойчивости движения. Эти задачи также привлекают все большее внимание исследователей в связи с тем, что вождение представляет собой наиболее тяжелый процесс управления машиной, обуславливающей основную часть психофизической нагрузки тракториста. Качество вождения влияет на производительность и экономичность работы в процессе эксплуатации.

Повышению качества управления способствует применение гидрообъемного рулевого управления как наиболее перспективной системы рулевого управления для колесных тракторов. Обладая высокими компоновочными свойствами, широким диапазоном варьирования выходной мощности, возможностью унификации, плавностью изменения передаточных отношений, гидрообъемное рулевое управление нашло широкое применение на современных колесных тракторах и самоходных сельскохозяйственных машинах.

1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО, КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ГИДРООБЪЕМНОГО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рулевое управление предназначено для поддержания и изменения направления движения колесного трактора в соответствии с действиями тракториста. Оно представляет собой часть комплекса механизмов и агрегатов системы управления движением трактора.

Рулевое управление состоит из рулевого привода и рулевого механизма (в большинстве случаев с усилителем).

Рулевой привод служит для установки управляемых поворотных колес или полурам остова с неповоротными колесами в положения для их качения без бокового скольжения при повороте и прямолинейном движении трактора.

Рулевой механизм преобразует повороты рулевого колеса в необходимые перемещения элементов рулевого привода для выполнения заданного направления движения трактора.

По принципу действия рулевые управления применяемые на тракторах можно классифицировать в основном на механические, механические с усилителями и гидрообъемные.

В *механических рулевых управлениях*, применяемых на легких колесных тракторах класса 0,6 и ниже, рулевой привод кинематически связан с рулевым механизмом и поворот управляемых колес осуществляется только мускульной силой тракториста, приложенной к рулевому колесу.

Механическое рулевое управление с усилителем – это такое устройство, в котором рулевой привод также кинематически связан с рулевым механизмом, но поворот управляемых колес или полурам остова тракторов производится, в основном, не мускульной силой человека, а специальным усилителем, управляемым трактористом.

При отказе от работы усилителя поворот трактора в большинстве случаев совершается механической частью рулевого управления, но при больших затратах времени и усилия на вращение рулевого колеса. Подобные рулевые управления установлены на большинстве отечественных колесных тракторов класса 0,9 и выше.

При проектировании рулевого управления ограничивается как минимальное (30 Н), так и максимальное (120 Н) усилие на рулевом колесе при движении трактора. Ограничение минимального усилия необходимо, чтобы тракторист не терял “чувства дороги”. При выходе из строя усилителя для поворота управляемых колес трактора на месте на

бетонной дороге усилие на рулевом колесе не должно превышать 400 Н.

В *гидрообъемном рулевом управлении* (ГОРУ) отсутствует механическая связь рулевого привода с рулевым механизмом. Исполнительным элементом рулевого привода является один (выполняет роль поперечной рулевой тяги) или два гидроцилиндра двойного действия, соединенных трубопроводами с управляющим элементом рулевого управления – насосом-дозатором. Последний вместе с рулевым колесом представляет собой рулевой механизм, который может быть установлен в любом месте, наиболее удобном для тракториста.

Таким образом ГОРУ дает возможность свободной компоновки основных агрегатов, упрощает их конструкцию и эксплуатацию, снижает материалоемкость колесного трактора и улучшает условия труда тракториста.

При значительном разнообразии схемных и конструктивных решений гидрообъемных рулевых управлений наиболее распространенными являются схемы, основанные на базе управляющих устройств, называемых насосами-дозаторами. Из большого множества конструкций последних можно выделить устройства, имеющие в контуре гидравлической обратной связи гидромотор, обеспечивающий дозированную подачу рабочей жидкости к исполнительным гидроцилиндрам. В качестве гидромотора обратной связи широкое распространение получили появившиеся в конце 50-х гг. гидроагрегаты фирмы «Chag Lynn Motors» (США). Они представляют собой гидромотор, имеющий шестерни с внутренним циклоидальным зацеплением, – героторную пару (рис. 1). Наружная шестерня (статор) 1 имеет семь зубьев, внутренняя (ротор) 2 – шесть. Ротор при соответствующем эксцентриситете e может вращаться внутри статора (в частности при вращении рулевого колеса). Между статором и ротором образуются камеры, одна половина которых связана с напорной магистралью, другая – со сливной. За один оборот ротора, благодаря тому, что у статора имеется семь зубьев, а у ротора шесть, ее центр совершает шесть оборотов по окружности диаметром, равным эксцентриситету, а число вытесненных объемов жидкости составляет их произведение, т.е. сорок два. Такая конструкция дозирующего устройства обеспечивает его компактность.

В связи с тем, что дозирование потока рабочей жидкости (масла) осуществляется объемным способом, эти устройства (рулевые управления) получили название гидрообъемное рулевое управление.

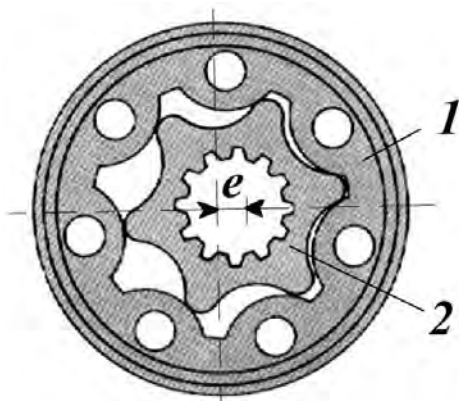


Рис. 1. Конструкция героторной пары.

Как отмечалось выше в ГОРУ отсутствует механическая связь рулевого привода с рулевым механизмом. Вместе с тем, учитывая, что ГОРУ представляет собой чисто гидравлическую передачу с гибкими соединительными трубопроводами (шлангами) относительно высокого давления, менее надежными в эксплуатации, чем механические тяги, это требует повышенного внимания к надежности и безопасности ее эксплуатации. Так, ГОРУ не рекомендуется применять на тракторах, транспортные скорости движения которых выше 55 км/ч.

Для повышения надежности и безопасности работы ГОРУ соединительные шланги имеют четырех-пятикратный запас прочности, а остальные агрегаты гидросистемы выполняются с достаточно высокой степенью точности. В гидравлических схемах ГОРУ часто предусматривается применение противоударных и противовакуумных предохранительных клапанов. Противоударные клапаны предохраняют шланги от пиковых нагрузок, возникающих при резких, ударных наездах управляемых колес на препятствия. Их давление обычно превышает расчетное максимальное в системе на 3...6 МПа. Противовакуумные клапаны предотвращают возможность разрыва циркуляции потока масла из-за попадания в него воздуха.

К ГОРУ предъявляются следующие специальные требования:

- усилие на рулевом колесе при работающем гидронасосе должно быть в пределах 30...60 Н, а при неработающем не должны превышать 300...500 Н;

- свободный ход рулевого колеса (люфт) должен быть не более $15...25^{\circ}$;

- поворот управляемых колес или полурам шарнирного остова из одного крайнего положения в другое должен совершаться не более чем за пять оборотов рулевого колеса;

- работоспособность должна быть в интервале температур окружающей среды от минус 40 до плюс 50°C ;

- частота вращения рулевого колеса должна быть обеспечена не менее 90 мин^{-1} при частоте вращения вала двигателя 60... 100% номинальной.

Схемы ГОРУ можно классифицировать по следующим признакам:

- по количеству контуров управления (одно и двухконтурные);

- по способу регулирования (с механическим регулированием и с гидравлическим);

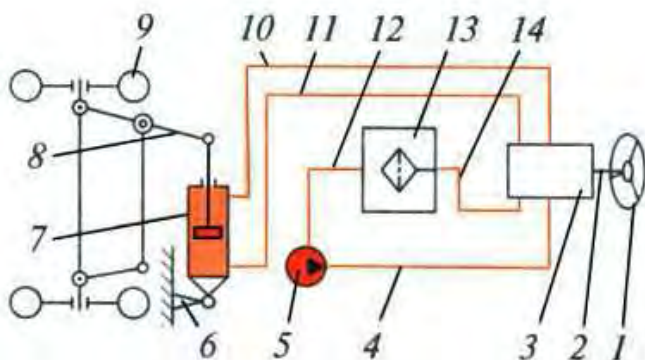
- по наличию усиления мощности (с усилителем и без усилителя).

Одноконтурные схемы ГОРУ. Наиболее распространенной схемой ГОРУ является одноконтурная, применяемая на большинстве тракторов 4К2 и 4К4, включая новые отечественные модели. Она характеризуется тем, что весь поток масла, поступающего от гидронасоса в исполнительный гидроцилиндр привода рулевой трапеции (или другого рулевого привода), проходит по одной последовательной гидравлической цепи.

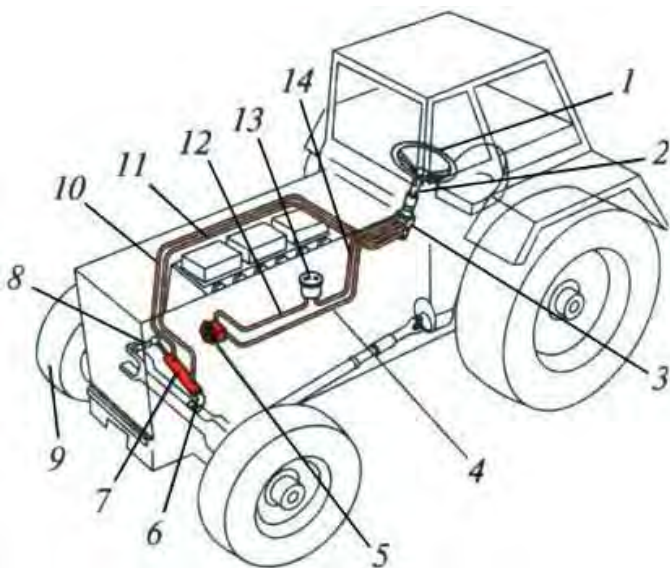
Принципиальная кинематическая и гидравлическая схема одноконтурного ГОРУ применительно к трактору и его компоновка на тракторе показаны на рис. 2.

При прямолинейном движении трактора гидронасос 5 подает масло по нагнетательному трубопроводу 4 к насосу-дозатору 3 и его распределительному устройству (не показано) и далее на выход к сливному трубопроводу 14. По нему масло сливается в бачок 13 с фильтром, откуда оно вновь поступает по всасывающему трубопроводу 12 к насосу 5 и цикл движения масла повторяется. Верхний 10 и нижний 11 трубопроводы находятся под давлением масла запертого в обеих полостях гидроцилиндра 7 посредством золотника распределителя насоса-дозатора 3.

Корпус гидроцилиндра 7 шарнирно закреплен в кронштейне 6 корпуса передней ведущей оси трактора, а конец штока его поршня шарнирно закреплен на поворотном рычаге 8 рулевой трапеции. В рассматриваемом случае последняя удерживает управляемые колеса 9 в положении прямолинейного движения.



a



b

Рис. 2. Одноконтурное ГОРУ:
a – схема; *b* – компоновка на тракторе.

При повороте трактора золотник распределителя направляет масло по трубопроводу 10 или 11 в рабочую полость гидроцилиндра в количестве пропорциональном углу поворота рулевого колеса 1, закрепленного на приводном валу 2 насоса-дозатора 3, а упругая система их соединения при этом осуществляет обратную связь. Из противоположной полости гидроцилиндра 7 масло идет на слив в бак 13. Поэтому при прекращении вращения рулевого колеса 1 управляемые колеса 9 трактора остаются в повернутом положении, а золотник распределителя возвратится в нейтральное положение, запирая полости гидроцилиндра 7.

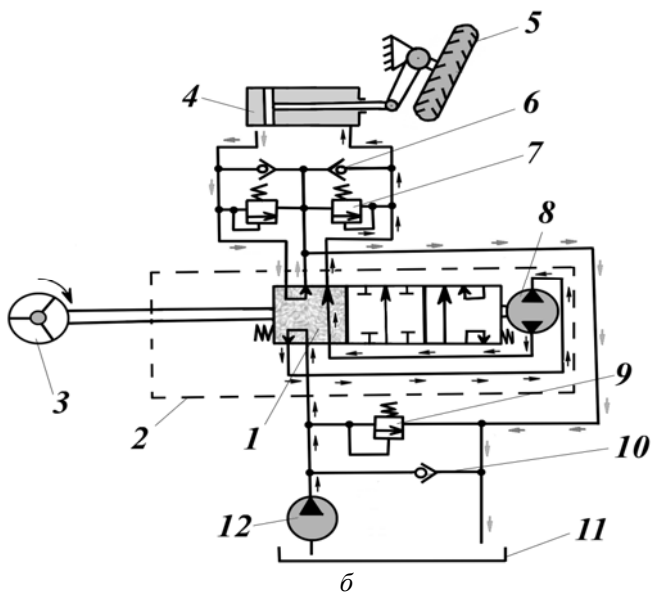
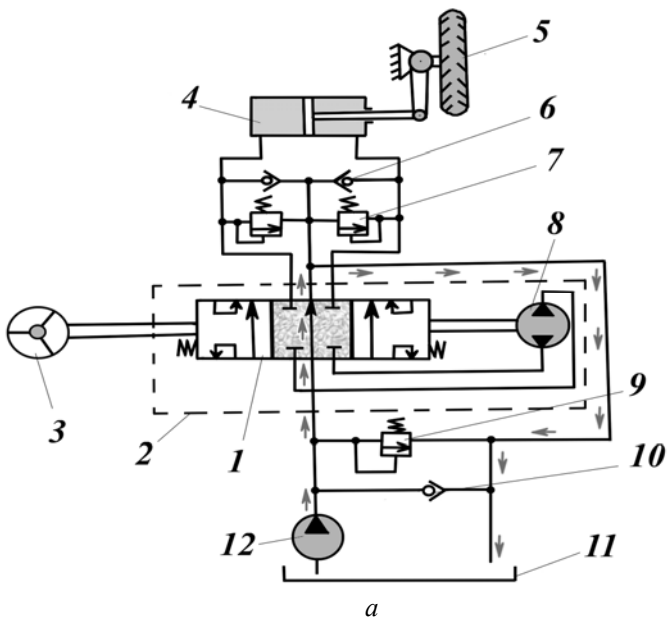
На рис. 3 показана наиболее распространенная схема ГОРУ с механически управляемым распределителем 1, в которой регулирование происходит посредством насоса-дозатора 2, состоящего из дозирующего узла 8 (мотор-насоса) механически связанного с гидрораспределителем 1.

При прямолинейном движении трактора рис. 3,а золотник гидрораспределителя 1 находится в нейтральном положении. В результате масло из бака 11 подается насосом 12 в гидрораспределитель 1 и из него обратно сливается в бак 11.

При повороте рулевого колеса 3 по часовой стрелке вправо (рис. 3,б) золотник гидрораспределителя 1 смещается из нейтрального положения вперед вправо и масло от насоса 12 под давлением поступает через дозатор 8 в штоковую правую полость гидроцилиндра 4. Из другой полости гидроцилиндра масло поступает на слив в бак 11. В результате происходит перемещение штока гидроцилиндра 4 влево и соответствующий поворот управляемых колес 5 трактора.

При повороте рулевого колеса 3 против часовой стрелки влево (рис. 3,в) золотник гидрораспределителя 1 смещается из нейтрального положения назад влево и масло от насоса 12 под давлением поступает через дозатор 8 в безштоковую левую полость гидроцилиндра 4. Из другой полости гидроцилиндра масло поступает на слив в бак 11. В результате происходит перемещение штока гидроцилиндра 4 вправо и соответствующий поворот управляемых колес 5 трактора.

Вместе с тем дозатор 8 соединен с валом рулевого колеса 3 и золотником гидрораспределителя 1 через упругий дифференциальный механизм (не показан). Поэтому при остановке поворота рулевого колеса 3 золотник распределителя 1 начинает смещаться в сторону, противоположную заданной поворотом рулевого колеса 3, тем самым согласовывая систему и возвращая золотник в нейтральное положение.



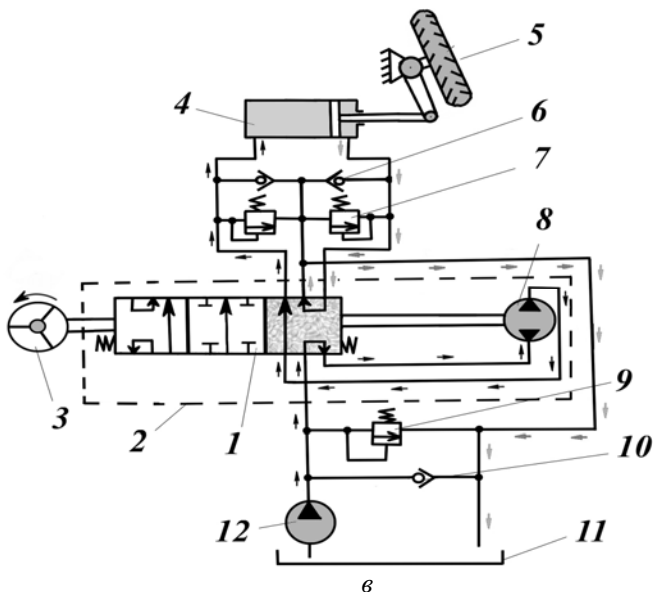


Рис. 3. Схема работы одноконтурного ГОРУ с механически управляемым распределителем: *а* – при движении по прямой; *б* – при повороте на право; *в* – при повороте на лево.

При такой связи рулевого колеса 3 с золотником гидрораспределителя 1 и дозатором 8 обеспечивается пропорциональность между подачей масла в гидроцилиндр 4 для поворота управляемых колес 5 на заданный угол и углом поворота рулевого колеса 3. Таким образом, дозатор 8 в данной схеме выполняет роль обратной связи.

При отказе в работе насоса 12 ГОРУ работает от дозатора 8 с ручным приводом от рулевого колеса 3 (аварийное управление). При этом всасывание масла производится из сливного трубопровода через обратный клапан 10.

В схеме имеется предохранительный клапан 9, ограничивающий верхний уровень давления масла в гидросистеме при повороте трактора. Противовакуумные 6 и противоударные 7 клапаны способствуют повышению уровня надежности и безопасности работы данной схемы ГОРУ.

Противовакуумные клапаны связывают полости гидроцилиндра 4 с насосом 12, что исключает возникновения в них зон разрежения. Противоударные клапаны 7 срабатывают при резком изменении давления

масла в гидроцилиндре 4 за счет изменения момента сопротивления повороту управляемых колес 5 при боковом ударе.

На рис. 4 представлена схема ГОРУ с гидравлически управляемым распределителем, в которой дозатор 5 (мотор-насос) и гидрораспределитель 1 имеют между собой только гидравлическую связь. Вследствие этого компоновка насоса-дозатора 3 может быть как моноблочной (показано на схеме), так и раздельной. Принцип действия системы состоит в следующем.

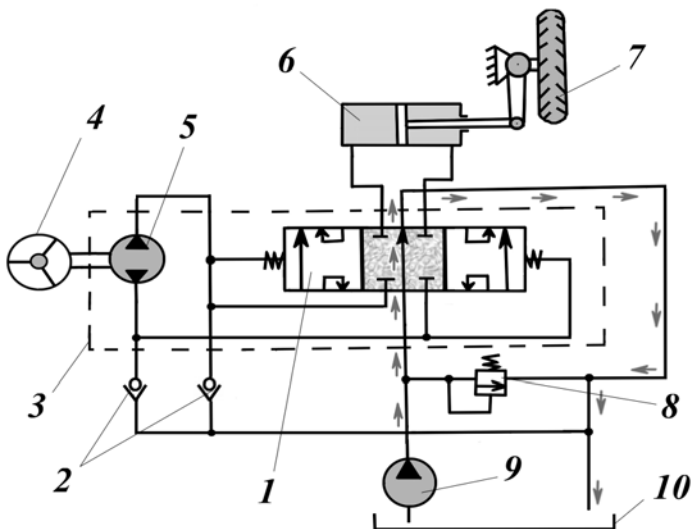


Рис. 4. Схема одноконтурного ГОРУ с гидравлически управляемым распределителем.

При вращении рулевого колеса 4 создается перепад давлений масла в бустерных полостях распределителя 1. Вследствие этого его золотник, преодолевая сопротивление центрирующих пружин, смещается от нейтрального положения. При этом поток масла под давлением от насоса 9 начинает поступать к дозатору 5, в направлении соответствующем направлению вращения рулевого колеса 4.

Это уменьшает перепад давления в дозаторе 5 и вызывает возврат золотника в обратную сторону. Поток масла при этом ограничивается до величины, соответствующей частоте вращения дозатора 5. От последнего масло через гидрораспределитель 1 поступает в соответ-

вующую рабочую полость гидроцилиндра 6, для поворота управляемых колес 7, а из противоположной полости – на слив в бак 10.

Для лучшего заполнения маслом трубопроводов дозатора 5, как правило, устанавливают два обратных подпиточных клапана 2. Предохранительный клапан 8 ограничивает в данной схеме максимальное давление масла при повороте трактора.

Аварийное управление ГОРУ при отказе в работе насоса 9 аналогично рассмотренному в предыдущей схеме.

Данная схема имеет некоторые недостатки, ограничивающие ее применение:

- достаточно большие усилия на рулевом колесе 4, что связано с преодолением сопротивления давления масла в бустерах гидрораспределителя 1 и при вращении дозатора 5;

- менее надежное гидравлическое управление, чем механическое.

ГОРУ, выполненные по одноконтурной схеме наиболее просты по конструкции, но требуют насосов-дозаторов с увеличивающимися рабочими объемами в зависимости от повышения тягового класса и назначения трактора.

Двухконтурные схемы ГОРУ. Они обычно применяются для колесных тракторов тягового класса 5 и выше. В них масло от гидронасоса к исполнительному гидроцилиндру поступает по двум гидравлическим цепям, что позволяет не увеличивать типоразмеры насосов-дозаторов, применяемых в одноконтурных схемах. Из достаточно большого количества разнообразных двухконтурных схем наибольший интерес представляет схема ГОРУ с усилителем потока для колесных тракторов изображенная на рис. 5.

Усилитель потока управляет потоком масла, поступающим от насоса к гидроцилиндру в соответствии с направлением и величиной управляющего потока, задаваемого насосом-дозатором. Необходимое соотношение между величинами рабочего и управляющего потоков (коэффициентом усиления K_y) обеспечивается подбором проходных сечений специальных дросселей в усилителе потока:

$$K_y = f_2 / f_1 + 1,$$

где f_1 и f_2 — площадь проходного сечения дросселя соответственно управляющего и рабочего потока.

В представленной схеме (рис. 5) усилитель потока состоит из распределительного золотника 8, регулятора давления 11, малого 7 и большого 10 дросселей, регулятора потока 13 и обратного клапана 14. Порядок работы рассматриваемой системы при повороте трактора состоит в следующем. При повороте рулевого колеса 4 золотник 5 насо-

10, можно в достаточно широких пределах менять величину расхода масла, т.е. коэффициент усиления K_y .

При прекращении подачи масла от насоса-дозатора 6 золотник 8 усилителя потока под действием пружин возвращается в нейтральное положение и запирает полости гидроцилиндра 9. Разгрузка гидронасоса 1 на слив масла в бак 2 происходит через регулятор потока 13 и насос-дозатор 6.

При неработающем гидронасосе 1 дозатор 12 работает от рулевого колеса 4, а всасывание масла производится через два обратных клапана 3 и 14. При этом усилие на рулевом колесе существенно не возрастает, но значительно увеличивается число оборотов рулевого колеса для выполнения поворота трактора. Предохранительный клапан 15 рассчитывается на максимальное давление в системе с учетом возможных пиковых нагрузок.

2. НАСОСЫ-ДОЗАТОРЫ

Как видно из рассмотренных схем ГОРУ, их основным управляющим гидроагрегатом является насос-дозатор. Это комбинированный агрегат, состоящий из двух основных узлов – гидрораспределителя с золотником и дозатора (мотор-насоса). При отказе в работе основного нагнетательного гидронасоса системы, дозатор выполняет роль аварийного насоса, обеспечивающего работу ГОРУ. На рис. 6 показан общий вид насос-дозатора и его основные узлы. Поворотный гидрораспределитель насос-дозатора состоит из гильзы 7, золотника 6 и пластинчатых центрирующих пружин 8. Устройство и работа качающегося узла (мотор-насоса) 2 была описана выше.

Различают насосы-дозаторы с механической или с гидравлической связью между гидрораспределителем и дозатором. По надежности более предпочтительны насосы-дозаторы с механической связью с гидрораспределителем.

Насосы-дозаторы могут быть классифицированы по следующим основным признакам:

- по способу связи гидрораспределителя и дозатора (с механической связью и с гидравлической связью);
- по способу подключения дозатора (дозирование нагнетания, дозирование в сливе и несимметричное подключение);
- по типу гидрораспределителя (дресселирующий и направляющий).

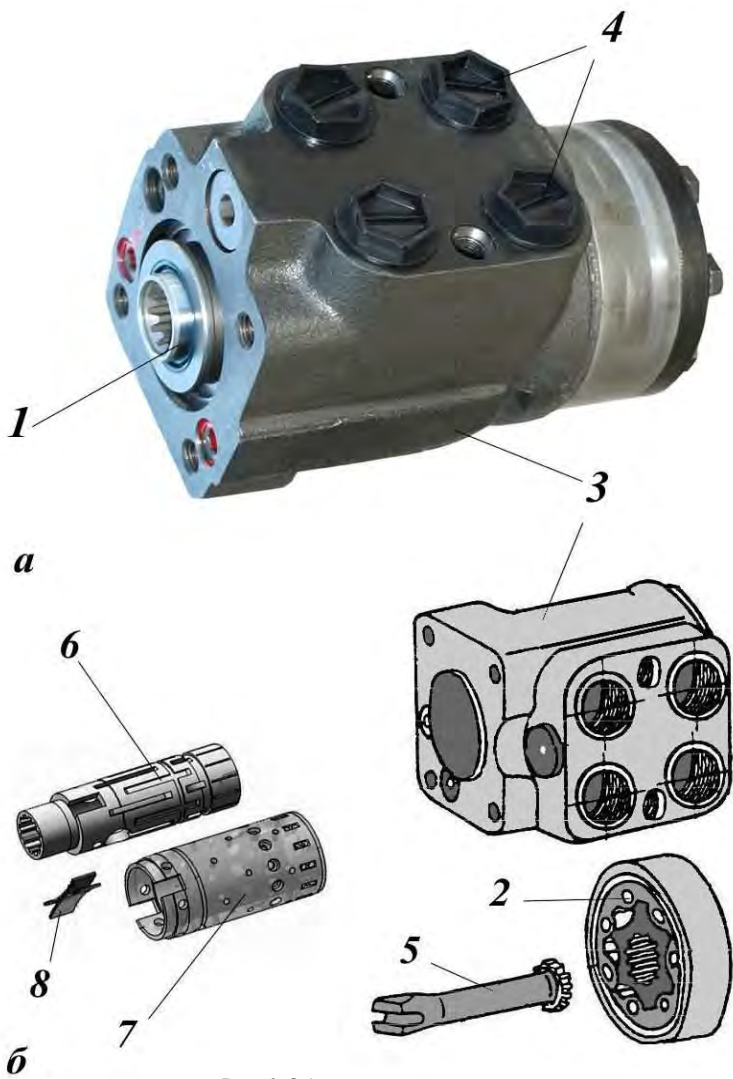


Рис. 6. Общий вид насос-дозатора:

a – в собранном виде; *б* – основные узлы; 1 – шлицевой хвостовик золотника; 2 – качающийся узел (мотор-насос); 3 – корпус; 4 – присоединительные резьбовые отверстия; 5 – приводной карданный вал; 6 – золотник; 7 – гильза; 8 – пластинчатые центрирующие пружины.

Полная схема (рис. 7) конструкции насос-дозатора кроме поворотного гидрораспределителя и героторного дозирующего (качающего) узла включает два противоударных клапана 9, два противовакуумных клапана 10, предохранительный клапан 8 и два обратных клапана 11 и 12.

Рассмотрим работу насос-дозатора (рис. 7). Как уже указывалось поворотный гидрораспределитель состоит из корпуса 1, гильзы 2 и золотника 3, имеющего шлицевой хвостовик для соединения с валом рулевой колонки, т.е. с рулевым колесом. Гильза и золотник соединены между собой штифтом 4 и центрирующими пластинчатыми пружинами (на рис. 7 не показаны). В золотнике отверстие под штифт имеет больший диаметр, чем диаметр штифта, что позволяет золотнику поворачиваться относительно гильзы на угол до 6° .

Героторный дозирующий узел состоит из закрепленного на корпусе 1 статора насоса 5 и вращающегося ротора 6, связанного с золотником 3 через приводной карданный вал 7 и гильзу 2. При повороте рулевого колеса ротор обкатывается своими зубьями по впадинам и выступам статора и совершает семь оборотов за один оборот рулевого колеса, что обеспечивает большую производительность при минимальных размерах дозатора.

При поворотах рулевого колеса золотник проворачивается относительно гильзы на угол до 6° , сжимая при этом центрирующие пружины, и соединяет каналами нагнетательную магистраль с дозирующим узлом, дозирующий узел – с нагнетательной полостью рулевого гидроцилиндра, сливную полость гидроцилиндра – со сливной магистралью. При вращении рулевого колеса поступающее в дозирующий узел под давлением масло вращает ротор, который через карданную вилку поворачивает гильзу и стремится дognать вращаемый рулем золотник (т.е. обеспечивается следящее действие). Проходящий через дозирующий узел дозированный объем масла поступает в нагнетательную полость гидроцилиндра и перемещает поршень, а масло из сливной полости цилиндра вытесняется через гильзу и золотник на слив в маслобак.

При прекращении вращения руля гильза догоняет золотник и под воздействием центрирующих пружин устанавливается в нейтральное положение, нагнетательная магистраль через золотник и гильзу сообщается со сливной магистралью, каналы R и L перекрываются, поворот колес прекращается.

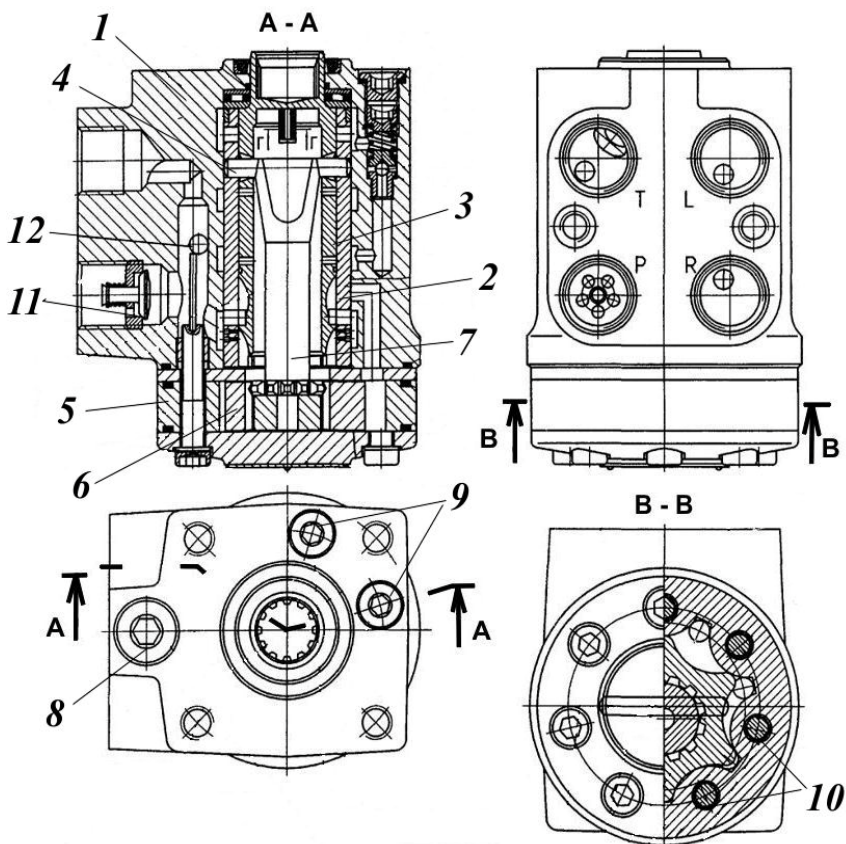


Рис. 7. Конструкция насос-дозатора:

1 – корпус; 2 – гильза; 3 – золотник; 4 – штифт; 5 – статор насоса; 6 – вращающийся ротор; 7 – приводной карданный вал; 8 – предохранительный клапан; 9 – противоударные клапаны; 10 – противовакуумные клапаны; 11 – обратный клапан; 12 – обратный клапан ручного управления.

Предохранительный клапан 8 ограничивает максимальное рабочее давление в нагнетательной магистрали в пределах 14...18 МПа и, таким образом, защищает насос питания и гидросистему ГОРУ от перегрузки.

Противоударные клапаны 9 (левый и правый) ограничивают максимальное давление 20...23 МПа в рукавах высокого давления между насосом-дозатором и гидроцилиндром при ударных нагрузках, возникающих при наездах на препятствие, защищают рукава высокого давления и насос-дозатор, ограничивают максимальные внешние усилия на рулевой гидроцилиндр, пальцы гидроцилиндра и рулевой тяги.

Противовакуумные клапаны 10 (левый и правый) предназначены для перепуска масла в другую полость гидроцилиндра при срабатывании противоударного клапана, что позволяет избежать вакуума и кавитации в гидроцилиндре и насосе-дозаторе.

Обратный клапан 11 на входе в насос-дозатор препятствует всасыванию воздуха в режиме ручного управления в случае разрыва нагнетательного маслопровода (давление открытия обратного клапана составляет 0,11 МПа), а также предохраняет насос питания от обратных ударных нагрузок, которые могут возникнуть при ударе колес о препятствие в момент поворота.

Обратный клапан ручного управления 12 обеспечивает всасывание масла из маслобака через сливной маслопровод в режиме ручного управления в случае отказа двигателя, насоса питания или разрыва нагнетательного маслопровода.

В процессе производства на трактора семейства «Беларус» могут быть установлены насосы-дозаторы разных фирм («Danfoss» Дания; «Lifam», Сербия; «Rexroth Hydraulik Parkhim», Германия; «M+S Hydraulic», Болгария и др.) конструктивно значительно не отличающиеся от приведенного на рис. 7. На трактора «Беларус-3522» устанавливают насос-дозатор переднего хода двухобъемный (два качающихся узла (мотор-насоса)), героторного типа с «открытым центром» и отсутствием реакции на рулевое колесо.

3. ГИДРООБЪЕМНОЕ РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

Гидрообъемное (гидростатическое) рулевое управление устанавливается на тракторах «Беларус» с целью создания комфортных условий работы тракториста – небольшое усилие управления, отсутствие на рулевом колесе реакции со стороны дороги, что особенно важно при движении по неровностям дороги и почвы. ГОРУ не имеет механической связи между рулевым колесом и управляемыми колесами, связь между ними осуществляется гидравлически посредством маслопроводов и рукавов высокого давления, соединяющих установленный в ка-

бине трактора на рулевой колонке насос-дозатор и гидравлический цилиндр, установленный в рулевой трапеции управляемых колес. В таблице 1 приведены основные технические характеристики гидрообъемных рулевых управлений тракторов «Беларус».

Когда рулевое колесо не вращается, насос-дозатор насос-дозатор запирает объем масла в гидроцилиндре и этим обеспечивает стабильность направления движения трактора при движении по неровностям дороги или почвы. При нормальных условиях работы, когда насос питания обеспечивает необходимый поток и давление масла, максимальное усилие на руле не превышает 3 кгс. Если поток масла от насоса питания слишком мал или отсутствует (например, при отказе дизеля, насоса питания или разрыва нагнетающего маслопровода), то насос-дозатор функционирует как ручной насос в системе рулевого управления. Усилие на руле, прикладываемое трактористом для поворота колес при ручном управлении, значительно возрастает, в отдельных случаях до 60 кгс. Схема ГОРУ трактора «Беларус-1221» приведена на рис. 8.

Т а б л и ц а 1. Технические характеристики гидрообъемных рулевых управлений тракторов «Беларус»

Наименование параметров	Тракторы «Беларус»				
	520/82 900/950	1005 1025	1221	1522 1523	3022 3522
Усилие на рулевом колесе, кгс	3 max				
Люфт рулевого колеса, град	25°				
Насос-дозатор					
- тип	героторный, с «открытым центром», без реакции на рулевое колесо				
- рабочий объем, см ³ /об	100	160			320
- давление настройки предохранительного клапана, МПа	14			17,5	18
- давление настройки противоударного клапана, МПа	20			22	23
Механизм поворота	гидроцилиндр		два гидроцилиндра	двухштоковый гидроцилиндр	два гидроцилиндра

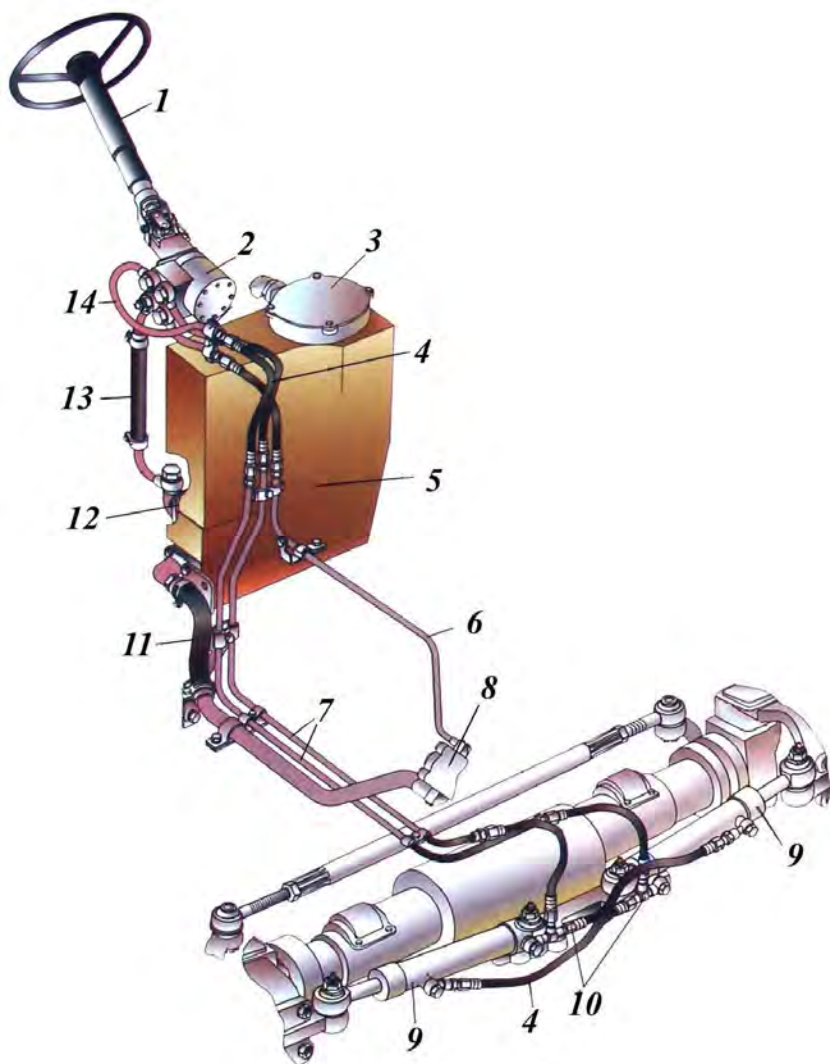


Рис. 8. Схема ГОРУ трактора «Беларус-1221»:
 1 – Колонка рулевая; 2 – Насос-дозатор; 3 – фильтр под крышкой; 4, 11 и 13 – гибкие маслопроводы; 5 – Маслобак; 6, 7 и 14 – Маслопроводы высокого давления; 8 – насос питания; 9 – Гидроцилиндры поворота; 10 – Тройники гидросистемы;
 12 – насос гидронавесной системы.

Похожую конструкцию ГОРУ имеют трактора «Беларус-3022/3522». Единственным дополнением является установка второго дополнительного насос-дозатора для работы на реверсе. Для функционирования одного из насосов-дозаторов предусмотрен кран с ручным переключением, расположенный справа перед кабиной.

Схема ГОРУ трактора «Беларус-1523» приведена на рис. 9.

ГОРУ состоит из насоса-дозатора 2, гидроцилиндра поворота 13, встроенного в передний ведущий мост, масляного насоса питания 8 с приводом от дизеля, масляного бока 17, сдвоенного с масляным баком гидросистемы, масляного фильтра 18 со сменным бумажным фильтрующим элементом с тонкостью фильтрации 25 мкм и предохранительным клапаном. Вал насоса-дозатора 2 через кардан соединен с валом рулевого колеса 1.

В сливной магистрали перед фильтром 18 установлен шариковый клапан 15 датчика аварийного давления. При падении избыточного давления слива ниже 0,08 МПа ($0,8 \text{ кгс/см}^2$) срабатывает электрический датчик аварийного давления 4, замыкая контакты в цепи контрольной лампы аварийного давления, установленной в щитке приборов.

При работающем дизеле и неподвижном рулевом колесе масло из масляного бака ГОРУ 17 поступает к насосу питания 8 и по нагнетательному маслопроводу 7 и рукаву высокого давления 3 подается к насосу-дозатору. От насоса-дозатора масло проходит через усилитель муфты сцепления (не показан) и сливается в масляный бак ГОРУ, проходя через клапан 15 и фильтр 18.

При работающем дизеле и повороте рулевого колеса влево или вправо поворачивается вал насоса-дозатора, который обеспечивает подачу в одну из полостей двухштокового гидроцилиндра 13 дозированного количества масла пропорционального углу поворота рулевого колеса.

При неработающем дизеле и повороте рулевого колеса влево или вправо насос-дозатор выполняет функции насоса, перекачивая масло из одной полости гидроцилиндра поворота 13 в другую и обеспечивая при этом поворот направляющих колес от мускульного усилия рук оператора.

В заключение необходимо отметить что практически вся самоходная сельскохозяйственная техника (зерно и кормоуборочные комбайны) имеют конструкцию рулевого управления использующую ГОРУ. При этом схема и принцип работы ГОРУ самоходной сельскохозяйственной техники аналогичен схеме представленной на рис.8.

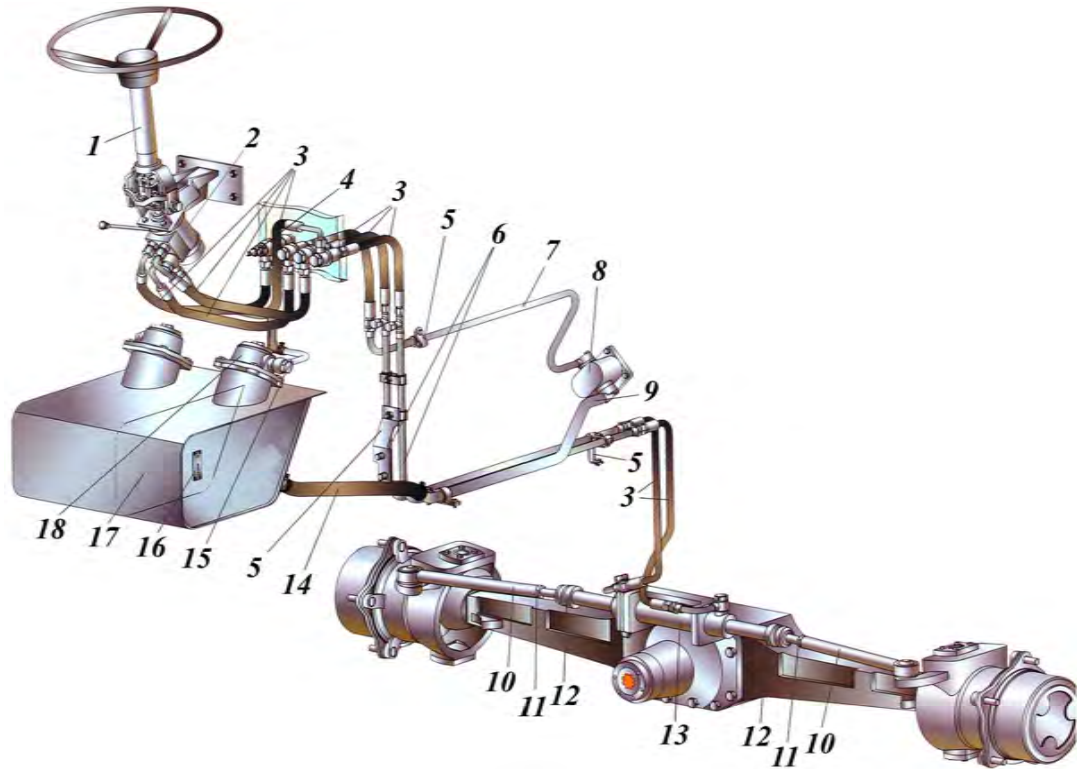


Рис. 9. Схема ГОРУ трактора «Беларус-1523»:

1 – рулевая колонка; 2 – насос-дозатор; 3 – рукава высокого давления гидроцилиндра и насоса питания; 4 – датчик аварийного давления масла; 5 – кронштейн; 6 – маслопроводы гидроцилиндра; 7 – нагнетательный маслопровод; 8 – насос питания; 9 – всасывающий маслопровод; 10 – тяга рулевая; 11 – гайка; 12 – шарнир гидроцилиндра; 13 – гидроцилиндр; 14 – шланг; 15 – клапан датчика аварийного давления масла; 16 – смотровое окно уровня масла; 17 – масляный бак; 18 – масляный фильтр.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируется гидрообъемное рулевое управление?
2. Какие требования предъявляются к гидрообъемному рулевому управлению?
3. Расскажите устройство и принцип работы одноконтурного гидрообъемного управления.
4. Какие особенности имеют гидрообъемные рулевые управления тракторов семейства «Беларус»?

ЛИТЕРАТУРА

1. Тракторы. Конструкция: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Наземные транспортные системы» и специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / И. П. Ксеневи́ч, В. М. Шарипов, Л. Х. Арустамов и др.; Под общ. ред. И. П. Ксеневи́ча, В. М. Шарипова. – М.: МГТУ "МАМИ", 2001. – 821 с.
2. Щ е р б а к о в В.С., М у к у ш е в Ш.К., Ж д а н о в А.В. Совершенствование объемных гидроприводов рулевого управления дорожно-строительных машин: монография / В.С. Щербаков, Ш.К. Мукушев, А.В. Жданов. – Омск: СибАДИ, 2011. – 162 с.
3. Л е п е ш к и н А. В. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник: в 3ч. Часть 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин, А. А. Шейпак – 3-е изд. – М.: МГИУ, 2005. – 352 с.
4. Гидропривод сельскохозяйственной техники : пособие / В. С. Лахмаков [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2009. – 164 с.
5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта [и др.]. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
6. Руководства по эксплуатации тракторов «Беларус» выпускаемых ОАО “Минский тракторный завод”.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общее устройство, классификация и принцип работы гидрообъемного рулевого управления.....	4
2. Насосы-дозаторы.....	15
3. Гидрообъемное рулевое управление тракторов «Беларус».....	19
Литература.....	25