

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГИДРООБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУСЬ»

*Лабораторный практикум по конструкции
сельскохозяйственных тракторов и автомобилей*

В двух частях

Часть 2

Минск 2009

УДК 629.366.064(07)
ББК 31.56я7
Г 46

Рекомендовано научно-методическим советом агро-механического
факультета БГАТУ

Протокол № 12 от 20 февраля 2009 г.

Авторы:
д-р техн. наук, проф. *Г.С. Горин*;
канд. техн. наук *А.В. Захаров*

Рецензенты:
канд. техн. наук, доц. *В.С. Лахмаков*;
канд. техн. наук, зав. лабораторией электрогидравлических
систем управления ОИМ НАН Беларуси *Е.Я. Строк*

Горин, Г. С.

Г 46 Гидрооборудование тракторов «Беларусь»: лаб. практи-
кум. В 2 ч. Ч. 2. / Г.С. Горин, А.В. Захаров. – Минск : БГА-
ТУ, 2009. – 104 с.

ISBN 978-985-519-097-5.

УДК 629.366.064(07)
ББК 31.56я7

ISBN 978-985-519-042-5
ISBN 978-985-519-097-5 (ч. 2)

© БГАТУ, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Лабораторная работа № 4	
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГНС С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ И ГИДРОПОДЪЕМНИКОМ.....	6
4.1 Общие положения.....	6
4.2 Системы управления ГНС с гидромеханическим регулятором....	11
4.3 Системы управления ГНС с гидроподъемником (серии «1000 и «1200»).....	29
Контрольные вопросы.....	43
Лабораторная работа № 5	
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГНС С ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ ФИРМЫ «BOSCH» ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС 1522/2522/2822/3022».....	44
5.1 Работа электронной системы.....	44
5.2 Электрогидравлический регулятор HER 23 LS.....	48
5.3 Позиционный датчик.....	50
5.4 Силовой датчик.....	53
5.5 Микропроцессорный контроллер.....	54
5.6 Пульта управления.....	55
5.7 Особенности запуска в работу системы управления задним навесным устройством.....	56
Контрольные вопросы.....	57
Лабораторная работа № 6	
РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	58
6.1 Основные требования к навесному устройству.....	58
6.2 Заднее навесное устройство.....	65
6.3 Тягово-сцепное устройство.....	69
6.4 Переднее навесное устройство.....	72
Контрольные вопросы.....	76
Лабораторная работа № 7	
НЕИСПРАВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГНС.....	77
7.1 Неисправности систем управления ГНС с гидромеханическими регуляторами.....	77
7.2 Проверка исправности ГНС с гидромеханическим регулятором.....	82
7.3 Неисправности систем управления ГНС с электрогидравлическим регулятором.....	86
Контрольные вопросы.....	94
ЛИТЕРАТУРА.....	96
Приложения.....	97

ВВЕДЕНИЕ

Отвечая на вызовы современности – потерю рынков сбыта, рост стоимости топливно-энергетических ресурсов, снятие таможенных барьеров, угрозу вхождения в единый рынок, МТЗ за последние 15 лет освоил производство ряда новых моделей и модификаций тракторов. Результаты этой работы проявилась в том, что на тракторах «Беларус» серий 822/922/1022/1222 сохранились гидромеханические системы оборудования, а на тракторах «Беларус» серий 1522/1822/2022/2522/3022 внедрено импортное электрогидравлическое оборудование «BOSCH».

На новых тракторах коренной модернизации подверглось и рабочее оборудование: тягово-сцепное устройство, переднее и заднее навесные устройства. Стали использоваться более грузоподъемные навесные устройства НУ-3 с высотой присоединительного треугольника $H = 0,8-0,9$ м и НУ-4 с высотой последнего $H = 1,1$ м.

Благодаря внедрению рабочего оборудования большой грузоподъемности появилась возможность работать в составе больших почвообрабатывающе-посевных технологических комплексов, резко повысив при этом производительность труда и улучшив качественные агротехнические показатели машинно-тракторного агрегата (МТА).

Внедрение новых электрогидравлических систем регулирования на тракторах позволило:

- повысить качество регулирования, смешивая сигналы силового и позиционного датчиков, избегая при этом появления автоколебательных процессов в системе гидроавтоматики;
- повысить навесоспособность трактора благодаря демпфированию раскачки навесного орудия при движении МТА по неровностям рельефа;
- избегать больших сдвиговых деформаций в контактах колес с почвой и снизить за счет этого ее водную и ветровую эрозию;
- облегчить устранение неисправностей благодаря наличию систем встроенной диагностики.

Проведенные эксплуатационные испытания показали, что прямое копирование систем «BOSCH» не всегда дает положительный результат. Например, при работе на невыровненных полях или с полунавесными орудиями вместо навесных часто не

удается избежать появления автоколебательных режимов и связанного с ними ухудшения надежности системы. Поэтому ведутся дальнейшие научно-исследовательские работы и конструкторские разработки по совершенствованию автоматики регулирования.

В настоящем практикуме рассмотрены:

- системы гидромеханических регуляторов;
- системы электрогидравлических регуляторов фирмы «BOSCH»;
- навесное устройство;
- неисправности гидравлической системы (ГНС).

Лабораторная работа № 4
**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГНС
 С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ
 И ГИДРОПОДЪЕМНИКОМ**

4.1 Общие положения

С помощью гидромеханических систем автоматического регулирования навесных устройств (САПГ) достигается:

- увеличение сцепного веса трактора посредством переноса на ведущие колеса трактора веса сельскохозяйственного орудия. Благодаря этому можно уменьшить их буксование;
- снижение потерь на трение сельскохозяйственного орудия с почвой. Благодаря этому можно уменьшить его тяговое сопротивление.

Воспользуемся расчетной схемой трактора МТЗ-80/82 с плугом ПН-3-35 (рисунок 4.1):

- продольная горизонтальная сила R_x

$$R_x = k \cdot a \cdot b,$$

где k – удельное сопротивление почвы, кН/м^2 ;

a – глубина пахоты, м;

b – ширина захвата сельскохозяйственного орудия, м;

- сила трения орудия о почву F_x

$$F_x = \frac{1}{6} R_x.$$

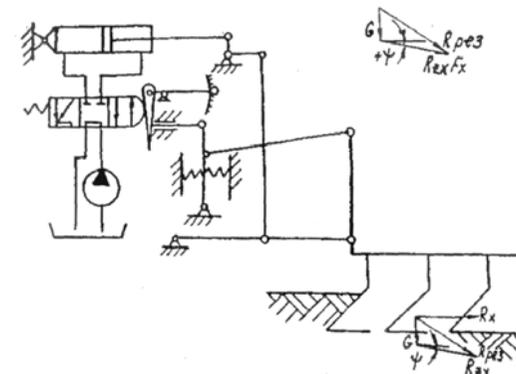


Рисунок 4.1 – Расчетная схема действия усилий при работе трактора с плугом

С помощью САРГ можно изменять глубину обработки почвы с рабочего места оператора, что удобно в эксплуатации. Применение САРГ на тракторах позволило повысить производительность труда и снизить расход топлива в среднем на 10–20 %. С 1975 года все зарубежные колесные тракторы мощностью от 10–130 л.с. оснащаются системами автоматического регулирования навесных устройств.

Гидравлическая и функциональная схемы САРГ МТЗ-80/82 представлены на рисунках 4.2 и 4.3. САРГ состоит из насоса постоянной производительности, регулятора с механическим приводом к силовому и позиционному датчикам, а также исполнительного органа – гидроцилиндра НУ (рисунок 4.2).

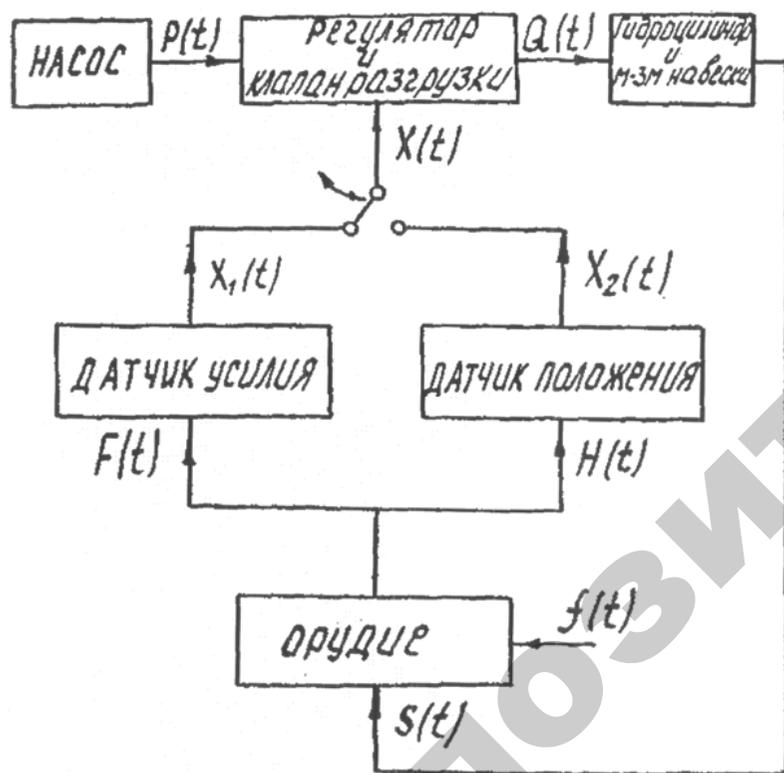


Рисунок 4.2 – Функциональная схема САРГ трактора МТЗ-80/82

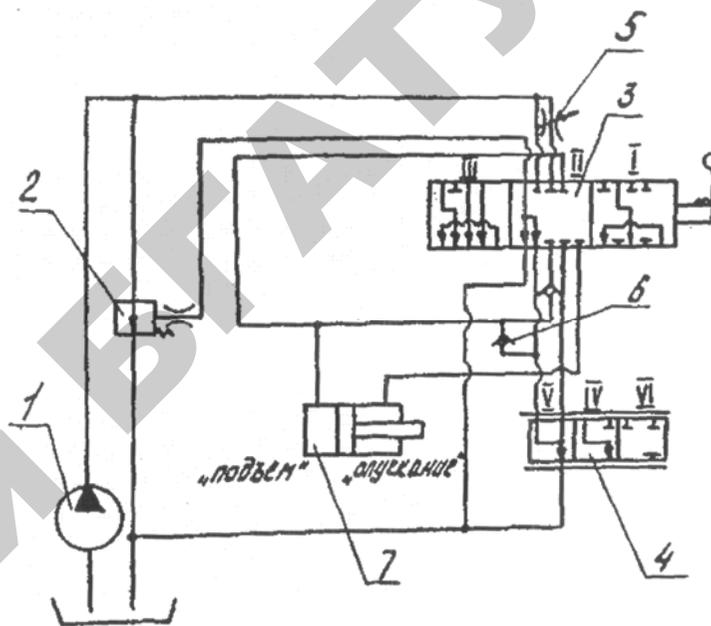


Рисунок 4.3 – Гидравлическая система САРГ трактора МТЗ-80/82

Рукоятка управления регулятором трактора МТЗ-80/82 имеет три позиции (рисунки 4.3, 4.4):

- «Подъем» (позиция I) – обеспечивается подъем НУ в транспортное положение;
- «Выключен» (позиция II) – механизм навески от регулятора не управляется;
- «Включен» (позиция III) – при этом автоматически поддерживаются заданные параметры (тяговое сопротивление или положение орудия относительно остова трактора).

В позиции III – «зона регулирования» – рукоятка управления обеспечивает три положения следящего золотника (рисунок 4.4):

- III а – коррекция на подъем орудия;
- III б – нейтраль – транспортное положение орудия;
- III в – коррекция на спуск орудия.

Работает система следующим образом: в положении рукоятки «Регулятор включен» (позиция III) насос подает рабочую жидкость в распределительное устройство к разгрузочному клапану

трактора 2. Клапан 2 в зависимости от положения следящего золотника 4 разгружает насос 1 в позициях III б и III в или нагружает в позиции III а.

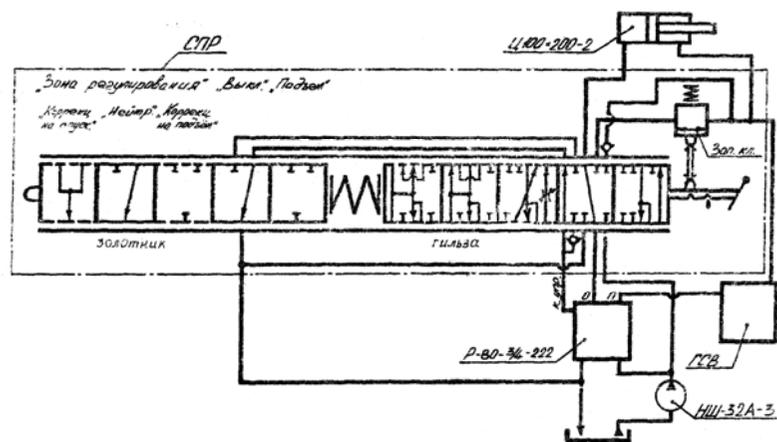


Рисунок 4.4 – Гидравлическая система САРГ трактора МТЗ-80/82

В позиции I (регулятор выключен) разгрузочный клапан 2 постоянно перепускает поток рабочей жидкости в сливную магистраль, а в позиции II («Подъем») нагружает насос, в результате чего происходит подъем НУ в транспортное положение.

Для лучшей приспособляемости к условиям работы регулятор снабжен устройством ручной регулировки скорости подъема с регулируемым дросселем 5 и клапаном 6, позволяющим производить деление потока при постоянном перепаде давлений на разгрузочном клапане 2.

Позиционный датчик САРГ трактора МТЗ-80/82 обеспечивает регулируемый ход оси подвеса НУ в пределах 600–620 мм при полном ходе 750 мм. Величина нечувствительности при этом составляет 60–65 мм по концам продольных тяг.

Силовой датчик МТЗ-80/82 воспринимает усилия от навесного орудия, действующие в верхней тяге НУ. Датчик пружинного типа, двусторонний, диапазон регулирования усилия от – 4 кН до + 8 кН. Знак «←» относится к растягивающим усилиям. Общая нечувствительность силового контура САРГ МТЗ-80/82 составляет 3–4 кН. При этом конструктивная нечувствительность (0,9 мм перекрытия по ходу следящего золотника регулятора) составляет 1–1,4 кН. Ос-

тальную нечувствительность системы составляют гистерезис следящего золотника и датчика, а также потери на преодоление сил трения в механическом приводе от датчика до регулятора.

Эксплуатационными испытаниями установлено, что во время работы САРГ в режиме силового регулирования при агрегатировании трактора с навесным плугом ПН-3-35 коррекции «Подъем» и «Опускание» периодически чередуются, наблюдается «рыскание» исполнительного механизма в диапазоне 0–40 мм по концам нижних тяг. В одну секунду происходит до двух автоматических коррекций. При максимальной рабочей нагрузке время работы гидросистемы составляет от 20 до 40 % общего времени цикла. Давление в нагнетательной магистрали достигает 1,00–1,10 МПа. Это приводит к напряженной работе гидросистемы. На полях с переменной плотностью почвы и неровным рельефом САРГ не может обеспечить требований агротехники по глубине обработки почвы ни на силовом, ни на позиционном способах регулирования. Поэтому с целью улучшения параметров и расширения диапазона применения САРГ была проведена ее модернизация. С начала 80-х годов модернизированная САРГ устанавливается на тракторы для внешнего рынка и на тракторы МТЗ-100/102.

Улучшение агротехнических показателей САРГ было достигнуто за счет смешивания сигналов от силового и позиционного датчиков при снижении общей нечувствительности силового контура САРГ. Общая нечувствительность силового контура снижена за счет уменьшения гистерезиса следящего золотника до 2,5–3 кН. Смешивание сигналов от двух датчиков было осуществлено при помощи смесителя сигналов, устанавливаемого между датчиками и регулятором. Кинематическая схема смесителя представлена на рисунке 4.5. На валу 1 установлены два свободно сидящих рычага 2, на которые поступают сигналы от силового и позиционного датчиков. Рычаги 2 связаны между собой посредством двухшарнирного коромысла 3. Вдоль коромысла 3 может перемещаться суммирующий рычаг 4, сидящий на шлицах вала 1. На конце вала 1 жестко закреплен рычаг 5, связанный со следящим золотником регулятора. Смеситель сигналов позволяет производить бесступенчатое смешивание сигналов в любом соотношении. Среднее положение суммирующего рычага 4 обеспечивает 50 % влияния силового и позиционного контуров. Перемещение суммирующего рычага 4 влево приводит к увеличению влияния позиционного контура, а вправо – силового.

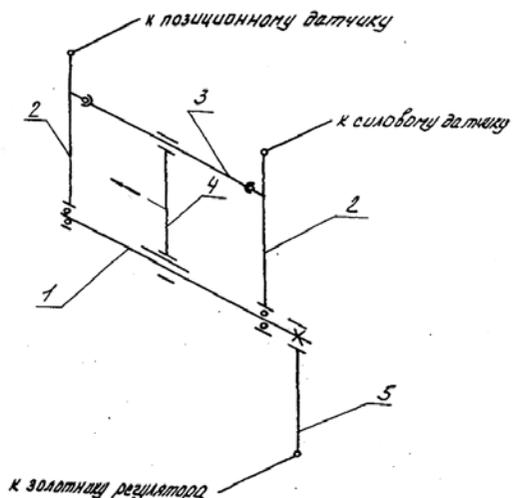


Рисунок 4.5 – Кинематическая схема смесителя сигналов

С увеличением рабочих скоростей МТА до 9–15 км/ч проявился еще один недостаток гидромеханической САРГ – недостаточное быстродействие. Время запаздывания срабатывания САРГ вследствие большой длины гидравлических коммуникаций может составить 0,5–1,0 с, что соответствует пути запаздывания 1,5–4,0 м. При работе на неровных полях силовой датчик, расположенный в верхней тяге, может производить ложный сигнал. Например, если трактор выезжает на неровность рельефа в верхней тяге появляется усилие сжатия вместо усилия растяжения.

Поэтому на новых тракторах «Беларус» используют электрогидравлические САРГ, обладающие большим быстродействием, а силовые датчики расположены в точках крепления нижних тяг НУ на тракторе.

4.2 Системы управления ГНС с гидромеханическим регулятором

4.2.1 Схема системы управления ГНС без регулятора (по заказу)

ГНС без регулятора устанавливается на тракторы серии «500» и на часть тракторов серии «800», кроме «Беларус 822/823/922/923».

В отличие от ГНС с регулятором, в этой системе отсутствует регулятор, датчики, рычаги и тяги силового регулирования.

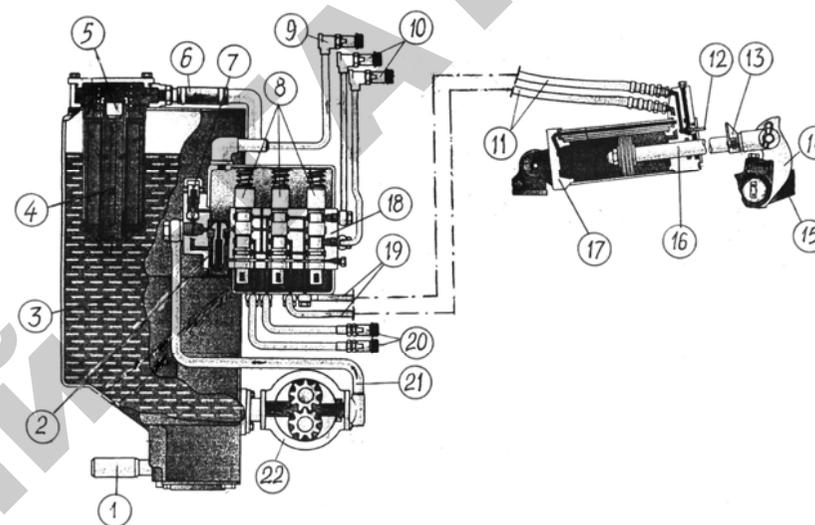


Рисунок 4.6 – Схема гидросистемы без силового и позиционного регулятора:

1 – рукоятка выключения масляного насоса; 2 – перепускной (переливной) клапан; 3 – масляный бак; 4 – сливной масляный фильтр; 5 – перепускной клапан; 6 – рукав; 7 – предохранительный клапан; 8 – золотник гидрораспределителя; 9 – вывод свободного слива (если установлен); 10 – правые боковые выходы; 11 – рукава высокого давления; 12 – шток клапана гидроцилиндра; 13 – регулируемый упор максимального втягивания штока (16) (максимального подъема навешенной машины); 14 – рычаг; 15 – рычаг правый ЗНУ; 16 – шток поршня гидроцилиндра; 17 – гидроцилиндр (силовой цилиндр); 18 – гидрораспределитель; 19 – маслопроводы к силовому цилиндру; 20 – левые боковые выходы; 21 – нагнетательный маслопровод; 22 – масляный насос

Гидросистема без регулятора, показанная на рисунке 4.6, управляется гидрораспределителем 18, средний золотник 8 которого управляет силовым гидроцилиндром 17 заднего навесного устройства. Два других золотника гидрораспределителя управляют выносными гидроцилиндрами сельскохозяйственных машин через правые дополнительные выходы 10 и левые боковые и задние дополнительные выходы 20. По заказу может быть предусмотрен дополнительный вывод свободного слива 9.

4.2.2 Система управления ГНС с силовым (позиционным) регулятором тракторов «Беларус» серий «1000» и «1200»*

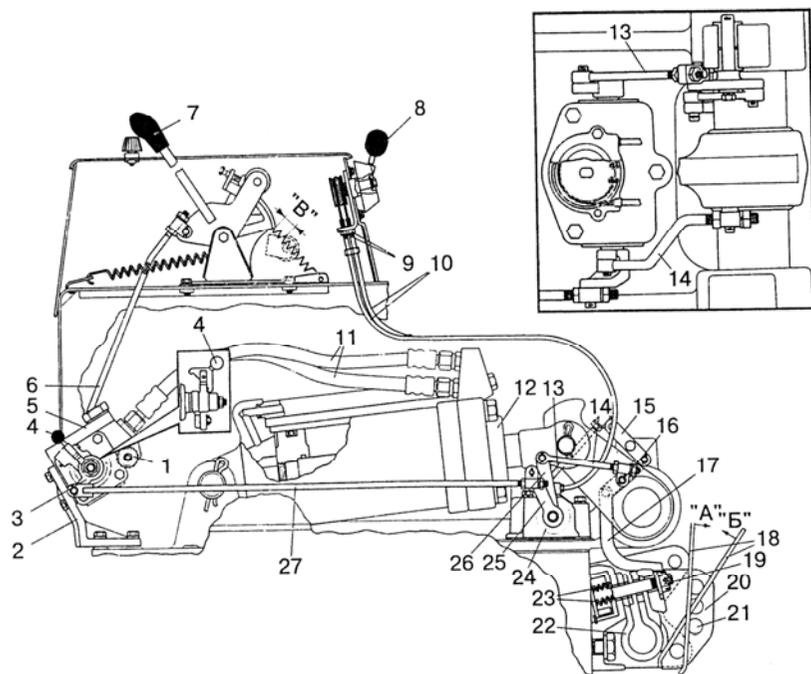


Рисунок 4.7 – Схема управления (серий «1000», «1200»):

1 – маховичок регулировки скорости коррекции; 2 – кронштейн; 3 – рычаг регулятора; 4 – выключатель смесителя сигналов; 5 – силовой регулятор; 6 – тяга позиционная; 7 – рукоятка управления регулятором; 8 – управление смесителем сигналов; 9 – болты регулировки длины тросов; 10 – тросы управления смесителем; 11 – шланг гидроцилиндра; 12 – гидроцилиндр; 13 – тяга силового датчика; 14 – тяга позиционного датчика; 15 – двуплечий рычаг; 16 – позиционный датчик; 17 – поводок серьги центральной тяги механизма навески; 18 – специальный рычаг; 19 – регулировочная гайка; 20 – серьга верхней тяги; 21 – палец серьги; 22 – пружина силового датчика (сжатие); 23 – пружина силового датчика (растяжение); 24 – смеситель сигналов; 25 – рычаг тяги регулятора; 26 – рычаг позиционного регулирования; 27 – тяга регулятора; «А» – позиция монтажного рычага для сжатия пружин (23); «Б» – позиция монтажного рычага для сжатия пружины (22); «В» – зазор между роликом и краем сектора

* Кроме «Беларус 1222/1222В».

4.2.3 Система управления ГНС с регулятором без смешанного регулирования

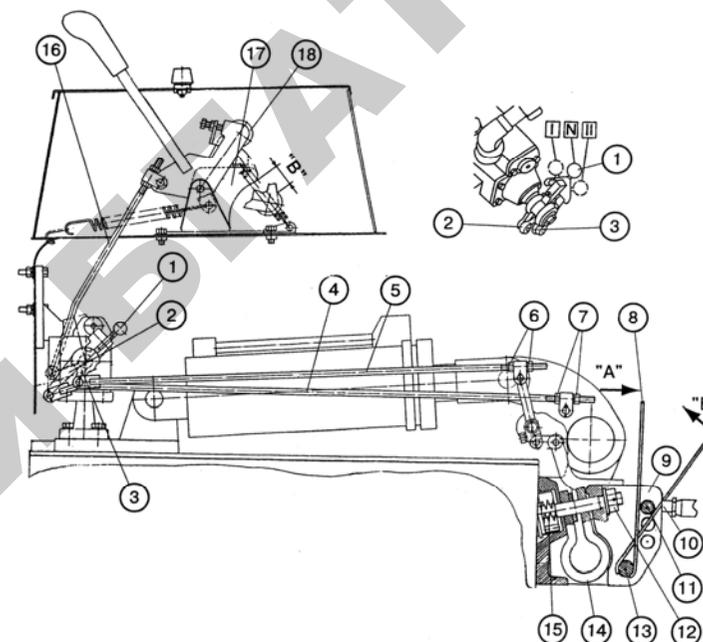


Рисунок 4.8 – Схема управления ГНС с регулятором без смешанного регулирования: 1 – переключатель сигналов; 2 – рычаг позиционный; 3 – рычаг силовой; 4 – тяга позиционная; 5 – тяга силовая; 6, 7 – гайки регулировочные; 8 – рычаг монтажный; 9 – серьга верхней тяги; 10 – тяга верхняя; 11 – палец серьги; 12 – регулировочная гайка датчика; 13 – палец; 14 – пружина силового датчика (сжатие); 15 – пружины силового датчика (растяжение); 16 – тяга управления регулятором; 17 – сектор; 18 – ролик; «А» и «Б» – позиции монтажного рычага 8

4.2.4 Система управления ГНС с силовым, позиционным и смешанным регулированием (по заказу) тракторов «Беларус» серий «500», «800», «900»

Системой смешанного регулирования тракторы «Беларус» серии «800» и «900» (кроме 822/823/922/923) оборудуются по заказу. Система предназначена для осуществления смешанного (позиционно-силового) регулирования, кроме силового и позиционного. Для этого на тракторы устанавливается переключатель режимов 18, механически связанный с регулятором 2 и датчиками 21, 25.

Используется смешанное регулирование для работы с почвообрабатывающими навесными машинами с целью уменьшения

колебаний глубины обработки на почвах с переменной плотностью (типа «песок – глина»).

Управление переключателем режимов осуществляется рукояткой-маховиком 19 на пульте управления справа от сиденья. Рукоятка-маховик имеет следующие положения:

- выключено – «О»;
- позиционное регулирование – «II»;
- силовое регулирование – «III»;
- смешанное регулирование – между «II» и «III».

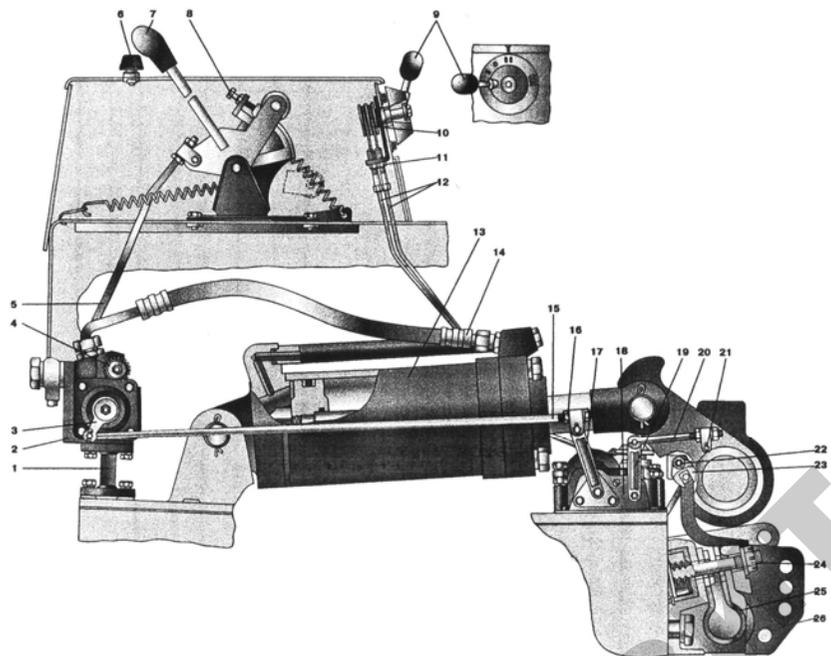


Рисунок 4.9 – Схема гидросистемы с силовым, позиционным и смешанным регулированием:

1 – кронштейн регулятора; 2 – силовой или позиционный регулятор; 3 – рычаг регулятора; 4 – маховичок регулирования скорости коррекции; 5 – тяга управления регулятором; 6 – регулируемый упор; 7 – рукоятка управления регулятора; 8 – регулировочный болт; 9 – рукоятка переключателя режимов силового, позиционного или смешанного регулирования; 10 – шкив управления переключателем; 11 – регулировочный болт и гайка троса; 12 – тросы управления; 13 – силовой цилиндр; 14 – рукав высокого давления; 15 – тяга датчиков регулирования; 16 – регулировочная гайка; 17 – суммирующий рычаг переключателя; 18 – переключатель силового, позиционного или смешанного регулирования

4.2.5 Переключатель режимов тракторов «Беларус» серий «500», «800», «900»

Переключатель предназначен для:

- механического соединения золотника регулятора с силовым или позиционным датчиком;
- соединения золотника регулятора с обоими датчиками одновременно в различных сочетаниях (смешанное регулирование);
- выключения датчиков.

Переключатель состоит из корпуса (рисунок 4.10), в котором смонтированы следующие механизмы: включения датчиков, смешивания сигналов датчиков и управления.

Механизм включения датчиков состоит из вала 7, в шпоночном пазу которого установлена скользящая призматическая шпонка 5. Она имеет возможность входить в паз на муфте 4, жестко закрепленной на конце шлицевого вала 15. Перемещение шпонки в другую сторону ограничено упором во втулку 6.

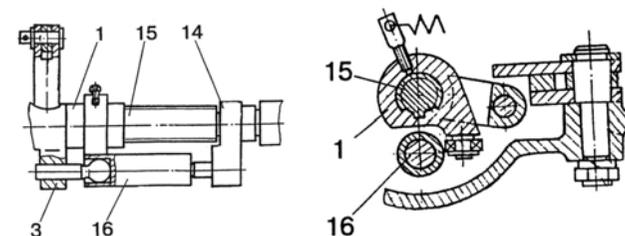
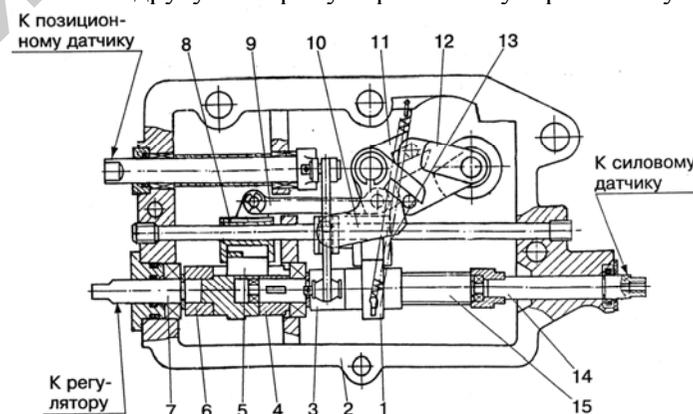


Рисунок 4.10 – Переключатель режимов:

1 – рычаг суммирующий; 2 – корпус; 3 – рычаг позиционный; 4 – муфта; 5 – шпонка призматическая; 6 – втулка; 7 – вал; 8 – вилка; 9 – тяга; 10, 11, 12 – рычаги; 13 – вилка; 14 – рычаг силовой; 15 – вал шлицевой; 16 – коромысло

Механизм смешивания сигналов (рисунок 4.10) состоит из шлицевого вала 15, позиционного 3 и силового 14 рычагов, связанных с соответствующими датчиками и свободно вращающихся на валу 15, суммирующего рычага 1, передвигающегося по шлицевому валу 15 между позиционным 3 и силовым 14 рычагами. Суммирующий рычаг 1 опирается на коромысло 16, шарнирно закрепленное на позиционном и силовом рычагах.

Механизм управления состоит из рычага 12, связанного тросовым приводом с рукояткой-маховиком управления и взаимодействующего с двумя вильчатыми рычагами 11 и 10. Рычаг 11 при помощи тяги 9 и вилки 8 перемещает шпонку 5. Рычаг 10 перемещает вилкой 13 суммирующий рычаг 1 по шлицам вала 15.

Работает переключатель режимов следующим образом: **при установке рукоятки-маховика в положение «0»** шпонка 5 перемещается вилкой 8 до упора во втулку 6 и выходит из паза муфты 4. В таком положении вал 7 не связан с муфтой, а значит, и со шлицевым валом 15. В результате регулятор, связанный с валом 7, оказывается отсоединенным от обоих датчиков регулирования (датчики выключены).

При повороте рукоятки-маховика в положение «I» (позиционное регулирование) шпонка 5 заходит в паз муфты 4 и блокирует валы 7 и 15 между собой. Взаимодействие рычага 12 с рычагами 11 и 10 осуществляется таким образом, что в момент блокирования валов 7 и 15 суммирующий рычаг 1 вилкой 13 установлен против шарнира коромысла 16 на позиционном рычаге 3. В результате перемещения силового рычага 14 будут вызывать качательные движения коромысла 16 вокруг шарнира на позиционном рычаге 3, не передаваясь на суммирующий рычаг 1 и, соответственно, на вал 7 и далее на регулятор. Перемещение же позиционного рычага 3 будет через суммирующий рычаг 1, шлицевой вал 15, муфту 4, шпонку 5 и вал 7 передаваться на регулятор (включено позиционное регулирование).

При повороте рукоятки-маховика в положение «II» (силовое регулирование) шпонка 5 остается в том же положении, продолжая блокировать вал 7 со шлицевым валом 15 за счет того, что палец на рычаге 12 выходит из контакта с пазом рычага 11. Рычаг 10, поворачиваясь, своим пальцем переводит вилку 13 с суммирующим рычагом 1 вплотную к силовому рычагу 14. Суммирующий рычаг 1 оказывается против шарнира коромысла 16 на силовом рычаге 14. В этой позиции сигнал позиционного

датчика на суммирующий рычаг 1 передаваться не будет, а перемещения силового рычага 14 через суммирующий рычаг 1, шлицевой вал 15, муфту 4, шпонку 5 и вал 7 будут передаваться на регулятор (включено силовое регулирование).

При установке рукоятки-маховика в любое из положений между позициями «II» и «III» суммирующий рычаг 1 находится в зоне между позиционным 3 и силовым 14 рычагами. В этом случае на регулятор будут передаваться перемещения как позиционного, так и силового рычагов. В зависимости от того, на каком расстоянии от позиционного и силового рычагов установлен суммирующий рычаг, будет обеспечено смешивание сигналов от обоих датчиков в различных сочетаниях.

Система управления и привод переключателя режимов.

Переключатель 1 (рисунок 4.11) расположен на крышке заднего моста и через рычаг 2 и тягу 3 связан с регулятором, через рычаг 4 и позиционную тягу 5 – с позиционным датчиком, а через рычаг 6 и силовую тягу 7 – с силовым датчиком. Рукоятка-маховик управления 8 установлен в задней части пульта управления и связан двумя тросами со шкивом, посаженным на ось рычага 12 (рисунок 4.10). Рычаг 6 (рисунок 4.11) кроме силового датчика связан через тягу блокировки 10 с рычагом 11, закрепленным на поворотном валу навесного устройства.

Назначение тяги блокировки 10 обусловлено конструкцией переключателя. Шпонка 5 (рисунок 4.10) может войти в паз муфты 4 только в определенном положении шпонки и муфты относительно друг друга. С одной стороны, вал 7 со шпонкой 5 в позиции «Выключено» под действием внутренней пружины регулятора через рычаг 2 (рисунок 4.11) и тягу 3 будет поворачиваться против часовой стрелки до тех пор, пока тяга 3 не займет крайнее переднее положение. С другой стороны, при подъеме навесного устройства в крайнее верхнее положение позиционный датчик через позиционную тягу 5, рычаг 4 и далее через позиционный рычаг 3 (рисунок 4.10) и суммирующий рычаг 1 повернет шлицевой вал 15 с муфтой 4 также против часовой стрелки. Таким образом, в крайнем верхнем положении навесного устройства взаимное расположение шпонки 5 и муфты 4 конечно. Совпадение шпонки и паза муфты в этом положении достигается регулировкой позиционной тяги, что обеспечит свободный поворот рукоятки-маховика из позиции «0» (выключено) в позицию «II» (позиционное регулирование) и обратно.

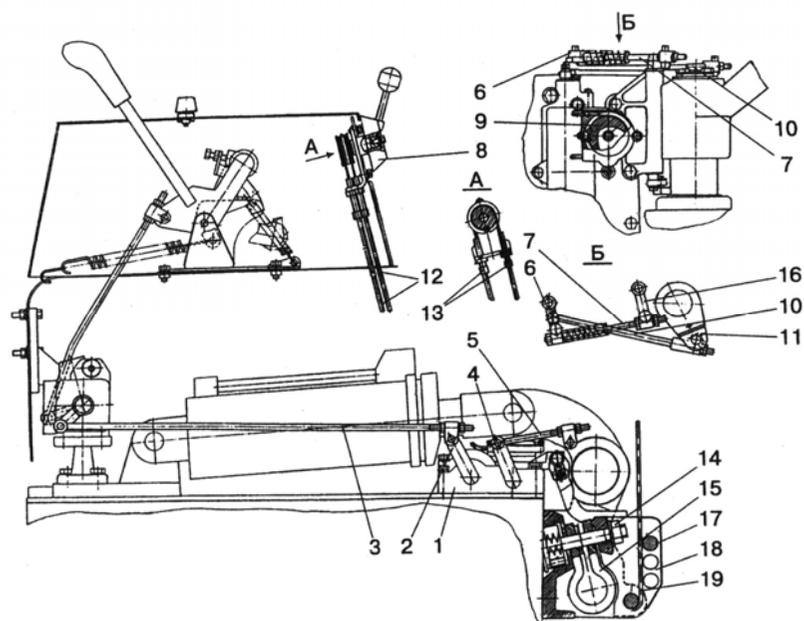


Рисунок 4.11 – Система смешанного регулирования:

1 – переключатель режимов; 2 – рычаг; 3 – тяга; 4 – рычаг; 5 – позиционная тяга; 6 – рычаг; 7 – силовая тяга; 8 – маховик; 9 – шкив; 10 – тяга блокировки; 11 – рычаг; 12 – тросы управления; 13 – винты регулировочные; 14 – гайка датчика; 15 – пружина датчика; 16 – рычаг; 17 – палец; 18 – серьга; 19 – специальный рычаг

Далее при повороте рукоятки-маховика из позиции «II» в сторону позиции «III» суммирующий рычаг 1 должен передвигаться по шлицевому валу 15 к силовому рычагу 14, опираясь на коромысло 16. Такое передвижение может происходить только с одновременным поворотом суммирующего рычага с валами 15 и 7 вокруг своей оси по часовой стрелке, то есть против действия внутренней пружины регулятора. Из-за этого поворот рукоятки-маховика из позиции «II» в позицию «III» был бы затруднен или невозможен. Чтобы исключить воздействие пружины регулятора, и устанавливается тяга блокировки 10 (рисунок 4.11) с рычагом 11.

При подъеме навесного устройства в положение, близкое к крайнему верхнему, рычаг 11 блокируется с тягой 10 и на оставшемся участке хода рычаг 6 поворачивается тягой 10 против ча-

совой стрелки, сжимая при этом компенсирующую пружину силовой тяги 7. Вместе с рычагом 6 поворачиваются валы 15 и 7 (рисунок 4.10) и рычаг 2 (рисунок 4.11). Тяга 3 перемещается в крайнее переднее положение, благодаря чему поворот маховика 8 в позицию «III» происходит без затруднений. Если тяга 3 не дошла в крайнее переднее положение, производится регулировка тяги блокировки 10.

4.2.6 Смеситель сигналов датчиков тракторов «Беларус» серий «1000», «2000»

Смеситель сигналов датчиков (рисунок 4.12) предназначен для смешивания в заданном соотношении сигналов силового и позиционного датчиков и передаче суммирующего сигнала регулятору.

Смеситель состоит из корпуса 1, шлицевого вала 5 со свободно вращающимися на нем позиционным 9 и силовым 4 рычагами и суммирующего рычага 6, передвигающегося по шлицевому валу 5 между рычагами 4 и 9. Суммирующий рычаг 6 опирается на коромысло 7, шарнирно закрепленное на позиционном 9 и силовом 4 рычагах. Перемещение суммирующего рычага 6 по шлицам вала 5 осуществляется рычагом 8, управляемым через тросики (рисунок 4.12) рукояткой, расположенной в кабине справа на пульте управления. При перемещении суммирующего рычага 6 по шлицам вала 5 до упора в позиционный рычаг 9 поворот силового рычага будет вызывать качательные движения коромысла 7 вокруг шарнира на позиционном рычаге 9, не передаваясь на суммирующий рычаг. Перемещение позиционного рычага 9 будет через суммирующий рычаг 6, шлицевой вал 5 и рычаг 10 передаваться на регулятор (включено позиционное регулирование).

Аналогично при перемещении суммирующего рычага 6 до упора в силовой рычаг 4 включается силовое регулирование.

При установке суммирующего рычага 6 в зоне между позиционным 9 и силовым 4 рычагами на регулятор через рычаг 10 будут передаваться перемещения как позиционного, так и силового рычагов. В зависимости от положения суммирующего рычага на шлицевом валу будет обеспечено смешивание сигналов от обоих датчиков в различных сочетаниях.

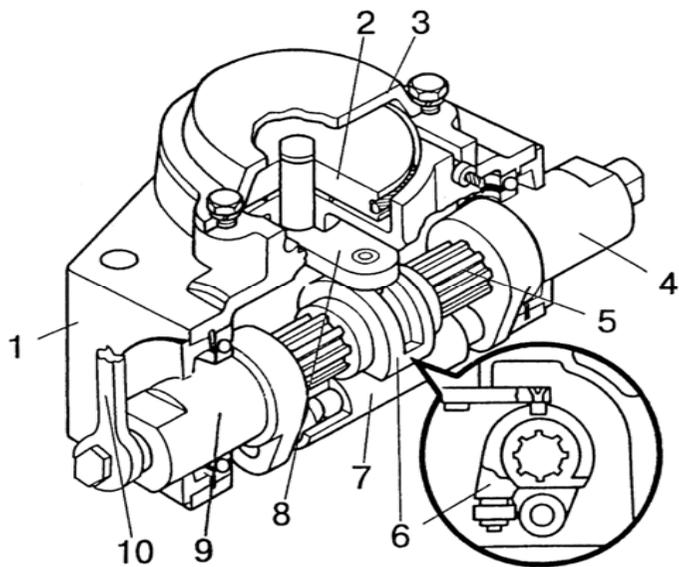


Рисунок 4.12 – Смеситель сигналов:

1 – корпус смесителя; 2 – маховик смесителя; 3 – крышка; 4 – силовой рычаг; 5 – валик смесителя; 6 – суммирующий рычаг; 7 – коромысло; 8 – рычаг управления сумматором; 9 – позиционный рычаг смесителя; 10 – рычаг тяги регулятора

4.2.7. Силовой позиционный регулятор*

Устройство и гидравлическая схема регулятора

В корпусе 22 (рисунок 4.13) расположена подвижная гильза 20, а в ней золотник 19. Гильза соединена с ходовой гайкой 3, фиксированной от вращения выступами, заходящими в пазы корпуса 22. Ходовая гайка 3 установлена на винте 1, наружный конец которого связан с рукояткой управления. Золотник 19 упирается торцом в шариковую ходовую гайку 17 с тремя шариками 12 на наружной поверхности гайки для ее фиксации от поворота в крышке 13. Расположенная внутри золотника

* Имеются следующие комплектации силового регулятора:

• для тракторов серий «800» и «900» в комплектации без смешанного регулирования на хвостовике винта 16 установлены два рычага 14, 14а и переключатель 15 (рисунок 4.13);

• для тракторов серий «800» и «900» в комплектации со смешанным регулированием на хвостовике винта 16 установлены один рычаг 3 (рисунок 4.9) без переключателя 15.

пружина 18 поджимает гильзу 20 и золотник 19 соответственно к ходовым гайкам 3 и 17.

В корпусе 22 находится обратный клапан 11, запорный клапан 21 и клапан приоритета 7 с встроенным в него обратным клапаном 6. Возвратная пружина 3 отжимает клапан приоритета 7 до упора в пробку 5. В этом положении каналы «Д» (насос) и «Б» (полость подъема цилиндра) разобщены. При перемещении клапана приоритета 7 в сторону возвратной пружины каналы «Д» и «Б» соединяются. Перемещение ограничено упором 9, положение которого регулируется маховичком 10.

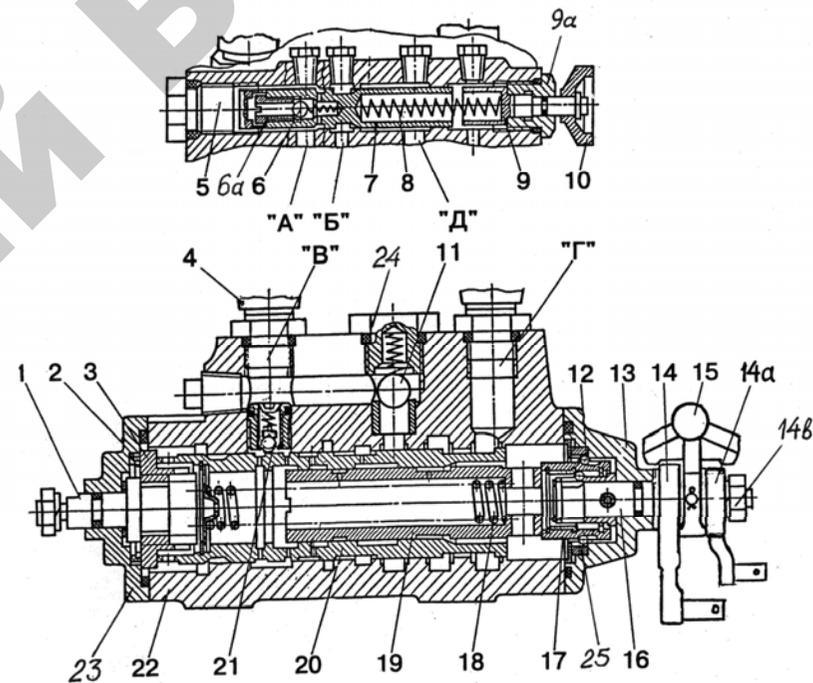


Рисунок 4.13 – Регулятор:

1 – винтовая пара; 2 – кольцо стопорное; 3 – гайка ходовая; 4 – штуцер; 5 – пробка; 6 – клапан обратный; 6а – седло; 7 – клапан приоритета; 8 – пружина; 9 – упор; 9а – заглушка; 10 – маховичок; 11 – клапан обратный; 12 – шарики; 13 – крышка; 14 – рычаг позиционный; 14а – рычаг силовой; 14б – гайка; 15 – включатель; 16 – винтовая пара; 17 – гайка ходовая; 18 – пружина; 19 – золотник; 20 – подвижная гильза; 21 – клапан запорный; 22 – корпус; 23 – крышка; 24 – пробка; 25 – втулка; «А» – канал управления; «Б» – канал к полости подъема цилиндра; «В» – полость подъема; «Г» – полость опускания; «Д» – канал от насоса

На наружном конце винта 16 жестко закреплен включатель 15, с помощью которого винт может блокироваться с рычагом 14 и далее через смеситель сигналов с датчиками регулирования. При вращении винта 16 против часовой стрелки ходовая гайка 17 выворачивается, толкая золотник 9 и сжимая пружину 18. При вращении винта по часовой стрелке ходовая гайка 17 заворачивается под действием пружины 18, действующей через золотник 19, перемещая его в обратную сторону. Поэтому при автоматическом регулировании датчики перемещают золотник 19 только в сторону пружины 18, преодолевая ее усилие. Обратное движение золотника происходит под действием пружины, а датчики лишь освобождают золотник для этого перемещения. По этой причине люфты в шарнирах связей датчиков с золотником постоянно выбраны в одну сторону.

Регулятор сообщен напорным маслопроводом с насосом, сливным маслопроводом – с баком, двумя шлангами – с цилиндром и маслопроводом – с каналом управления распределителя.

4.2.8 Работа регулятора в различных положениях рукоятки управления

Транспортное положение – нейтраль (рисунок 4.14а). При установке рукоятки в положении «Нейтраль» канал управления «А» через гильзу 20, золотник 19 и отверстие 24 сообщается со сливом, перепускной клапан распределителя открывается и насос разгружается (через распределитель сообщен со сливом). Полость подъема цилиндра «В» заперта запорным клапаном 11 (навесное орудие удерживается в верхнем положении).

Подъем в транспортном положении (рисунок 4.14б). При установке рукоятки в положение «Подъем» канал управления «А» перекрывается гильзой 20 от слива и перепускной клапан распределителя закрывается.

Нагнетательный канал «Д» от насоса перекрывается в распределителе от слива и одновременно через гильзу, обратный клапан 11 сообщается с полостью цилиндра «В» (полость опускания через гильзу 20, внутреннюю полость золотника 19 и отверстие 24 сообщена со сливом). Так происходит подъем орудия.

Принудительное опускание (рисунок 4.14в). При установке

рукоятки в положение «Опускание» канал управления «А» перекрывается гильзой 20 от слива и перепускной клапан распределителя закрывается. Нагнетательный клапан «Д» от насоса перекрывается в распределителе от слива и одновременно через гильзу сообщается с полостью опускания цилиндра «Г» (полость подъема через открытый запорный клапан 21 отверстия в гильзе, золотник 19 и отверстие 24 сообщена со сливом) происходит опускание ненагруженного (без орудия) навесного механизма под давлением.

Рабочее положение – нейтраль (рисунок 4.14г). При установке рукоятки в позицию «Рабочее положение» канал управления «А» через гильзу 20, золотник 19 и отверстие 24 сообщается со сливом, перепускной клапан распределителя открывается и насос разгружается (через распределитель сообщен со сливом). Полость подъема цилиндра «В» заперта золотником 19 и обратным клапаном 11 (навесное орудие удерживается в заданном рукояткой положении).

Рабочее положение – коррекция на подъем (рисунок 4.14д). Золотник 19 датчиком сдвигается от положения «Нейтраль» влево. Канал управления «А» золотником 19 перекрывается от слива и перепускной клапан распределителя прикрывается, по-прежнему пропуская через себя часть потока от насоса на слив. Оставшаяся часть потока от насоса по нагнетательному каналу «Д» поступает к открытому в этом случае клапану приоритета 7 и далее через него и открытый обратный клапан 11 в полость подъема цилиндра «В». Таким образом, происходит коррекция на подъем. Величина потока в полость подъема цилиндра, а значит и скорость коррекции зависят от настройки маховичка 10.

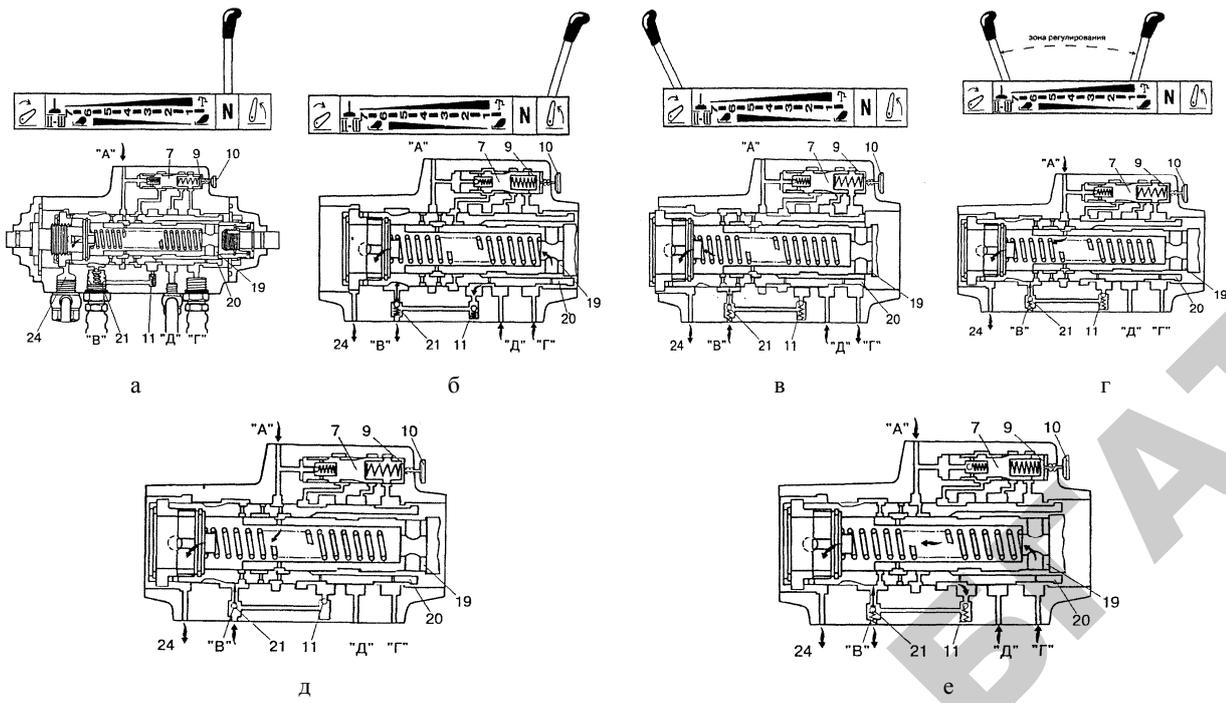


Рисунок 4.14 – Работа гидромеханического регулятора

a – транспортное положение – нейтраль; *б* – подъем в транспортном положении; *в* – принудительное опускание; *г* – рабочее положение – нейтраль; *д* – рабочее положение – коррекция на подъем; *е* – рабочее положение – коррекция на опускание

Чем больше повернут маховичок (по часовой стрелке), тем меньше ход клапана приоритета 7 до его упора в регулировочный винт 9, а значит и меньше проход масла через клапан 7 от насоса «Д» к полости подъема «В». Соответственно, больше масла уходит через не полностью закрытый перепускной клапан распределителя на слив – происходит регулировка скорости перемещения поршня цилиндра при коррекции.

Рабочее положение – коррекция на опускание (рисунок 4.14е). Золотник 19 датчиком сдвигается от положения «Нейтраль» вправо. Канал управления «А» остается сообщенным со сливом, перепускной клапан распределителя открыт, насос разгружен. Полость подъема цилиндра через открытый запорный клапан 21, золотник 19 и отверстие 24 сообщается со сливом. Под действием веса орудия происходит вытеснение масла из полости подъема на слив, т. е. коррекция на опускание.

Особенности работы регулятора при позиционном способе регулировки. Для обеспечения четкости коррекции на подъем в перепускной клапан распределителя устанавливается стержневой клапан 5 между поршневой (насосной) и подпоршневой (канал управления) полостями. При медленном самопроизвольном опускании навесного орудия и соответственно медленном закрытии перепускного клапана плавный рост давления происходит лишь до открытия стержневого клапана. В этот момент разница в давлениях в надпоршневой и подпоршневой полостях перепускного клапана резко уменьшится и перепускной клапан закроется, а давление на насосе поднимется до величины, достаточной для выполнения коррекции.

Совместная работа с распределителем. Для работы распределителя рукоятка регулятора может находиться в любом фиксированном положении. Гидравлическая связь между насосом и полостью подъема цилиндра разорвана клапаном приоритета. Установка любой рукоятки распределителя в рабочее положение приводит к росту давления в канале управления только на участке «перепускной клапан – золотник распределителя», а в маслопроводе и на торцевой поверхности клапана приоритета давления не будет. В результате масло от насоса в полость подъема не поступит, а полость опускания цилиндра в свою очередь перекрыта от напорного маслопровода гильзой во всех положениях, кроме принудительного опускания. Таким образом, **при управлении распределителем связь через регулятор между**

насосом и основным цилиндром отключена.

По этой причине **распределитель имеет преимущества перед регулятором при одновременном включении.** При установке любой рукоятки распределителя в рабочее положение регулятор обесточивается. Если в это время датчик даст сигнал регулятору об исправлении положения орудия, то коррекции не произойдет до тех пор, пока рукоятка распределителя не вернется в нейтральное положение.

4.2.9 Разборка и сборка силового позиционного регулятора ГНС

- вывинтите болты крепления левой крышки 13 и снимите крышку в сборе с винтовой парой 16, муфтой с переключателем 15 и рычагом 14 (рисунок 4.13);
- выньте золотник 19 и возвратную пружину 18;
- вывинтите правый (по ходу трактора) штуцер 4 и запорный клапан 21;
- вывинтите болты крепления правой крышки 23 и, не поворачивая ее, снимите с наружного конца винтовой пары 1;
- снимите с гильзы 20 стопорное кольцо 2 и выньте винтовую пару 1 из пазов гильзы.

Важно! Не вывинчивайте без необходимости ходовую гайку с винта во избежание неправильной последующей сборки. При необходимости их разборки нанесите метки, чтобы обозначить их взаимное расположение.

- выньте гильзу 20 из корпуса 22.

Важно! Гильзу выдвигайте в направлении к левой крышке 13. Производите это плавно, без ударов по торцу гильзы, с одновременным проворачиванием гильзы в отверстии корпуса.

Внимание! Золотник 19, гильза 20 и корпус 22 точно подобраны по зазорам и не подлежат обезличиванию (разуконплектованию).

- вывинтите пробку 24 и выньте пружину с шариком 11;
- вывинтите пробку 5;
- вывинтите заглушку 9а в сборе с упором 9 и маховичком 10;
- выньте плунжер (клапан приоритета) 7 и пружину 8.

Разборка левой крышки 13.

- расположите крышку вертикально гайкой 14в вниз;
- вывинтите гайку 14в;

- снимите шайбу сверху;
- вращением наружного конца винтовой пары 1 в направлении против часовой стрелки (если смотреть со стороны гайки 14в) частично вывинтите ходовую гайку 17 так, чтобы два фиксирующих шарика 12 вышли из втулки 25 и выньте шарики 12;
- снимите с наружного конца винтовой пары муфту с переключателем 15 и рычаги 14, 14а с шайбой;
- нажав на наружный конец, выньте винтовую пару 16 из крышки 13.

Разборка клапана приоритета (плунжера):

- отогните и снимите стопорную шайбу;
- вывинтите седло ба;
- выньте шарик б обратного клапана и пружину.

Разборка запорного клапана.

Разборку клапана 21 производите в условиях специализированной мастерской. Наилучшей практикой является замена запорного клапана в сборе.

При последующей сборке:

- проверьте состояние всех резиновых уплотнений и при необходимости замените.
- на поверхностях «О»-колец не должно быть механических повреждений, расслоений и изменений сечения колец;
- все детали перед сборкой промойте дизельным топливом;
- рабочие поверхности золотника, гильзы и корпуса смажьте маслом гидросистемы трактора;
- гильза в корпусе и золотник в гильзе должны перемещаться под действием собственного веса или от легкого нажатия плавно, без заеданий.

При сборке левой крышки:

- вставьте винтовую пару 16 в крышку так, чтобы остались видны канавки под шарики 12;
- установите шарики в канавку и задвиньте винтовую пару до упора;
- лыска на наружном конце винтовой пары должна быть под углом 31–38° от вертикали. Если необходимо, выдвиньте винтовую пару до выхода шариков из крышки и поверните крышку на 180° и задвиньте винтовую пару;
- установите шайбу, рычаг 14, муфту с переключателем 15 и затяните гайку 14в.

При сборке регулятора:

- установите гильзу 20 в сборе с шайбой и стопорным кольцом

в корпус 22 со стороны левой крышки 13 плавно, без ударов, одновременно проворачивая ее вокруг оси;

- вставьте винтовую пару 1 в пазы гильзы и зафиксируйте стопорным кольцом 2;
- задвиньте гильзу внутрь корпуса 22 до входа выступов винтовой пары в пазы корпуса;
- лыска на наружном конце винтовой пары 1 должна быть под углом 49–55° от вертикали. Если необходимо, выдвиньте гильзу так, чтобы выступы вышли из пазов корпуса, проверните гильзу на 180° и опять задвиньте в пазы;
- установите правую крышку 23 и затяните болты крепления;
- установите детали обратного клапана 11;
- установите в золотник 19 возвратную пружину 18 и вставьте золотник в гильзу 20;
- установите крышку 13 и, сжимая пружину, затяните болты крепления;
- винтите до упора запорный клапан 21, предварительно повернув наружный конец винтовой пары 1 против часовой стрелки на угол 20–50° и, почувствовав упор, отвинтите запорный клапан на 0,25–0,50° оборота;

Важно! Не ввинчивайте запорный клапан до упора без предварительного поворота винта 1 на угол 20–50°.

- проверьте четкость возврата винтовых пар 1, 16 в первоначальные положения при их повороте на любой угол пределах 0–110° (для пары 1) и на угол 0–70° (для пары 16).

4.3 Системы управления ГНС с гидроподъемником (серии «1000 и «1200*»)

4.3.1 Схема системы управления ГНС с гидроподъемником

ГНС с гидроподъемником устанавливаются на тракторы «Беларус 822/823/922/923/1022». Гидравлическая система (рисунок 4.15) состоит из гидравлического насоса 12, секционного распределителя 14, масляного бака с фильтром 1, гидроподъемника б с двумя гидравлическими цилиндрами 7 и регулятором-распределителем 5, присоединительной арматуры и органов управления. Для работы с внешними гидравлическими потребителями вместо распределителя типа Р80 используется секцион-

* Кроме тракторов 1222/ 1222В

ный проточный распределитель RS-213 (Финляндия) или аналогичный ему секционный распределитель РП-70 (РБ).

Гидроподъемник снабжен конечным выключателем, который переводит гидравлический насос в фазу холостого хода в транспортном положении ЗНУ. Это исключает необходимость перемещения рукоятки из положения «Подъем» после окончания подъема ЗНУ, и достаточно лишь установить ее в крайнее заднее положение. Автоматическим регулированием охвачен полный ход ЗНУ, и зоной регулирования становится весь диапазон рукояток управления от упора до упора. Специальные положения рукояток «Подъем» и «Опускание» отсутствуют. В цилиндрах гидроподъемника применены специальные уплотнения, снижающие трение по цилиндрам при опускании ненагруженного ЗНУ, что позволяет ему опускаться под действием собственного веса или от легкого нажатия рукой. «Принудительного опускания» в системе не предусмотрено.

Таблица 4.1 – Технические данные

Максимальное давление (настройка предохранительного клапана)	18,5–20 МПа
Грузоподъемность с цилиндрами диаметром 80 мм: <ul style="list-style-type: none"> • на расстоянии 610 мм от концов нижних тяг ЗНУ • на концах нижних тяг ЗНУ 	2750 кгс 4500 кгс
Ход цилиндров: <ul style="list-style-type: none"> • рабочий • полный 	190–210 мм 220 мм
Способы автоматического регулирования	силовой, позиционный, смешанный
Положение рукояток секционного распределителя	«Нейтраль», «Подъем», «Принудительное опускание»

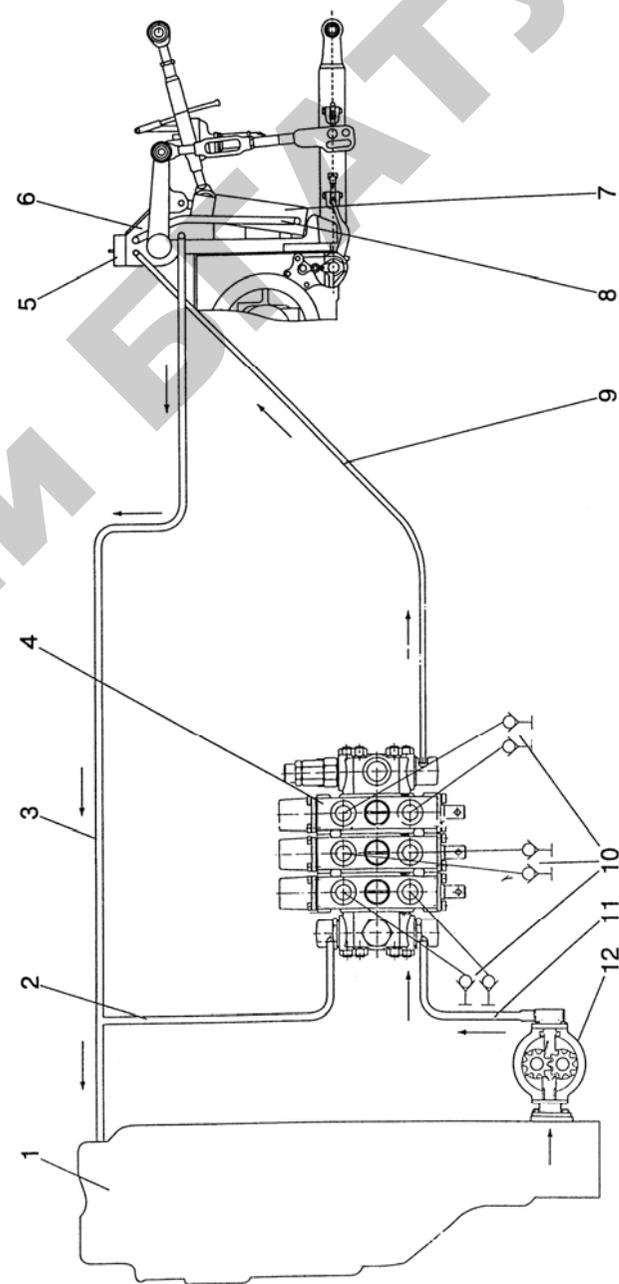


Рисунок 4.15 — ГНС с гидроподъемником (гидравлическая схема):

1 – масляный бак с фильтром; 2 – сливной маслопровод секционного распределителя; 3 – сливной маслопровод гидроподъемника; 4 – секционный проточный распределитель; 5 – регулятор-распределитель; 6 – гидроподъемник; 7 – гидроцилиндры; 8 – шланги гидроцилиндров; 9 – нагнетательный маслопровод гидроподъемника; 10 – выходы для выносных гидроцилиндров; 11 – нагнетательный маслопровод секционного распределителя; 12 – гидронасос

4.3.2 Гидроподъемник.

Управление и привод гидроподъемника

Входящие в гидроподъемник (рисунок 4.16) регулятор-распределитель 8, два вертикально расположенных плунжерных гидроцилиндра 3, механизмы передачи сигналов от датчиков (силового и позиционного) к регулятору-распределителю встроены в единый корпус 2 (моноблок), прикрепленный к задней стенке трансмиссии.

Управление гидроподъемником осуществляется из кабины трактора двумя рукоятками 13, 14, связанными с гидроподъемником тросами 10.

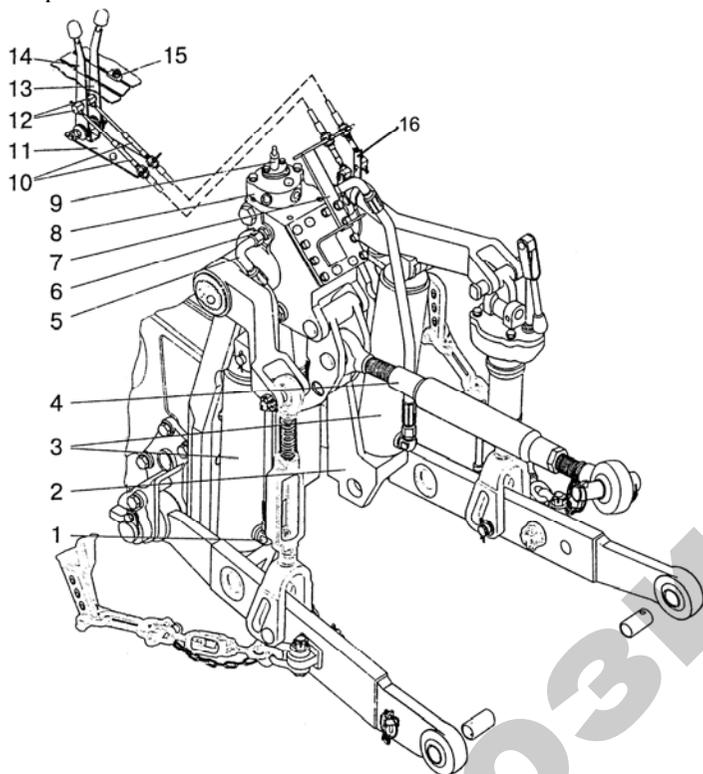


Рисунок 4.16 – Гидроподъемник.

1 – угольник; 2 – корпус гидроподъемника; 3 – гидроцилиндры; 4 – тяга верхняя; 5 – шланги гидроцилиндров; 6 – штуцеры; 7 – кронштейн тросов; 8 – регулятор-распределитель; 9 – толкатель; 10 – тросы; 11 – кронштейн; 12 – шпонки; 13 – рукоятка позиционного регулирования (подъем–опускание); 14 – рукоятка силового регулирования (настройка глубины почвообработки); 15 – ограничитель хода рукоятки; 16 – рычаг позиционного регулирования

4.3.3 Гидроцилиндр Ц90×50×250 (серии «1200*», «1500» и «2000»)

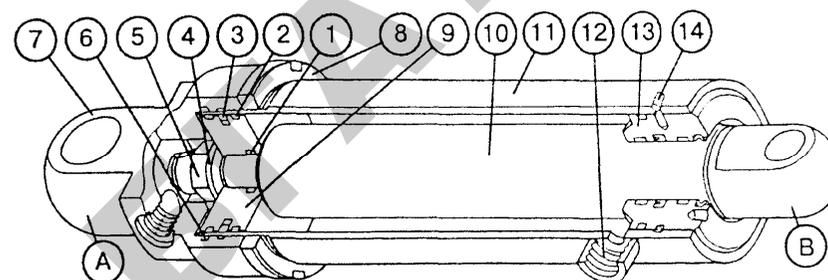


Рисунок 4.17 – Гидроцилиндр ЗНУ:

1 – кольцо; 2 – направляющая; 3 – уплотнение; 4 – шайба; 5 – гайка поршня; 6 – кольцо; 7 – крышка; 8 – гайка; 9 – поршень; 10 – шток; 11 – гильза; 12 – штуцер; 13 – крышка; 14 – шплинт

В навесные устройства тракторов «Беларус 925/1005/1221» и их модификаций устанавливаются гидроцилиндры 820–4625010–Б, 820Е–4625010–Б, 820Н–4625010–Б.

Пример записи обозначения цилиндра при заказе:

Цилиндр 820–4625010–Б ТУ ВУ 101483199.531–2005.

Цилиндр 820Е–4625010–Б ТУ ВУ 101483199.531–2005.

Цилиндр 820Н–4625010–Б ТУ ВУ 101483199.531–2005.

Основные параметры и характеристики.

1. Тип цилиндра – плунжерный, со сферической опорой и проушиной.

2. Основные параметры цилиндра должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.2.

3. Поршни цилиндров под статической нагрузкой, соответствующей $P_{ном}$, должны перемещаться равномерно по всей длине хода.

4. Цилиндры должны выдерживать пробное статическое давление (23 ± 1) МПа в течение не менее 30 с без наружных утечек и видимых остаточных деформаций.

* Кроме тракторов 1222/ 1222В.

Таблица 4.2 – Технические параметры гидроцилиндра

Наименование параметра	Значение
Давление, МПа:	
а) номинальное	14*
б) максимальное	20*
в) страгивания, не более	0,25
г) холостого хода, не более	0,2
Установочные и присоединительные размеры, мм:	
– диаметр сферической опоры	45d12 ^(-0.08) _(-0.33)
– межосевое расстояние по сфере	
И проушине, не менее	395
Основные размеры, мм:	
а) диаметр плунжера	80f8 ^(-0.030) _(-0.076)
б) максимальный ход плунжера	220
Габариты, мм:	445,5
– длина, не менее	
– диаметр	102 ^(-0.87)
1. 820-4625010-Б	106 ^(-0.87)
2. 820Е-4625010-Б	103 ^(-0.87)
3. 820Н-4625010-Б	
Номинальная сила цилиндра, Н	63000
Масса, кг, не более:	
1. 820-4625010-Б	19,7
2. 820Е-4625010-Б	21,3
3. 820Н-4625010-Б	19,9
Максимальный объем выносимой рабочей жидкости через уплотнение плунжера, см ³ /м ²	0,003
Скорость плунжера, м/с	
– номинальная	0,12*
– максимальная	0,15*
90-процентный ресурс до капитального ремонта, циклы	2,5·10 ⁶
Установленная наработка до отказа, циклы, не менее	0,8·10 ⁶

Маркировка. На каждом цилиндре должна быть следующая маркировка:

- товарный знак или наименование изготовителя;
- обозначение цилиндра;
- порядковый номер цилиндра по системе нумерации изготовителя;
- дата изготовления.

Место и способ нанесения маркировки в соответствии с техническими требованиями чертежей 820-4625010-Б, 820Е-4625010-Б, 820Н-4625010-Б.

Маркировка продукции и транспортной тары выполняется на белорусском или русском языке, а при поставке цилиндров за пределы республики – на языке заказчика.

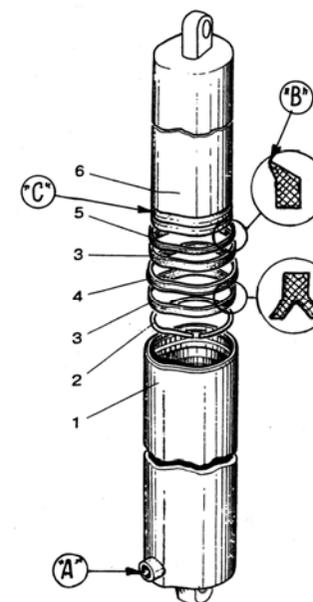


Рисунок 4.18 – Гидравлический плунжерный гидроцилиндр:

1 – корпус; 2 – стопорное кольцо; 3 – направляющее кольцо; 4 – «V»-образная манжета; 5 – грязеъемник; 6 – плунжер; «А» – резьбовое отверстие; «В» – кромка; «С» – канавка

Цилиндры гидроподъемника бесштоковые (плунжерные) одностороннего действия. Диаметр цилиндров – 80 мм. Ход плунжера 220 мм, ограничен при втягивании упором его в дно цилиндра, при вытравивании – упором стопорного кольца 2 (рисунок 4.18) по внутреннему диаметру корпуса цилиндра.

На плунжере рядом с канавкой под стопорное кольцо 2 расположена монтажная, более глубокая канавка «С». При разборке стопорное кольцо перебрасывается в монтажную канавку через подводящее отверстие «А», после чего плунжер вытягивается из корпуса цилиндра. Сборка производится в обратном порядке.

На плунжере расположены два направляющих кольца 3, манжета 4 и грязесъемник 5.

В гидронавесной системе с гидроподъемником для повышения грузоподъемности могут использоваться поршневые цилиндры с рабочим диаметром 90 мм. Описание устройства поршневых цилиндров не приводится, какие-либо особенности в их конструкции несущественны.

4.3.4 Регулятор-распределитель

Регулятор-распределитель является регулирующим элементом гидроподъемника и представляет собой золотниково-клапанное устройство, с помощью которого обеспечиваются позиции «Опускание», «Нейтраль» и «Подъем».

Если установлен золотник 17, установленном в позицию «Опускание», все элементы регулятора-распределителя находятся в изображенном на (рисунок 4.19) положении. Поток масла от насоса через секционный распределитель поступает во внутреннюю полость клапана разгрузки 16, сдвигает клапан разгрузки вниз, преодолевая усилие пружины 11, и через верхний конусный торец клапана уходит в масляный бак. Управляющий поток через боковое отверстие (жиклер) в корпусе 15, втулку 13, отверстие в пробке 10 подходит к золотнику 17 и далее через него также уходит в бак. Цилиндры в этой позиции через отверстия в золотнике 17 и замедлительный клапан 5 соединены с баком. Таким образом, происходит опускание навесного устройства.

При перемещении вверх в позицию «Нейтраль» золотник 17 перекрывает выход из цилиндров – навесное устройство фиксируется в заданном положении. Управляющий поток, как и в позиции «Опускание», остается соединенным с баком, клапан разгрузки 16 открыт, насос разгружен. При дальнейшем перемещении золотника 17 вверх в позицию «Подъем» управляющий поток перекрывается от бака, а насос через дросселирующую кольцевую щель на золотнике получает выход на противоусадочный клапан 4 и далее в цилиндры.

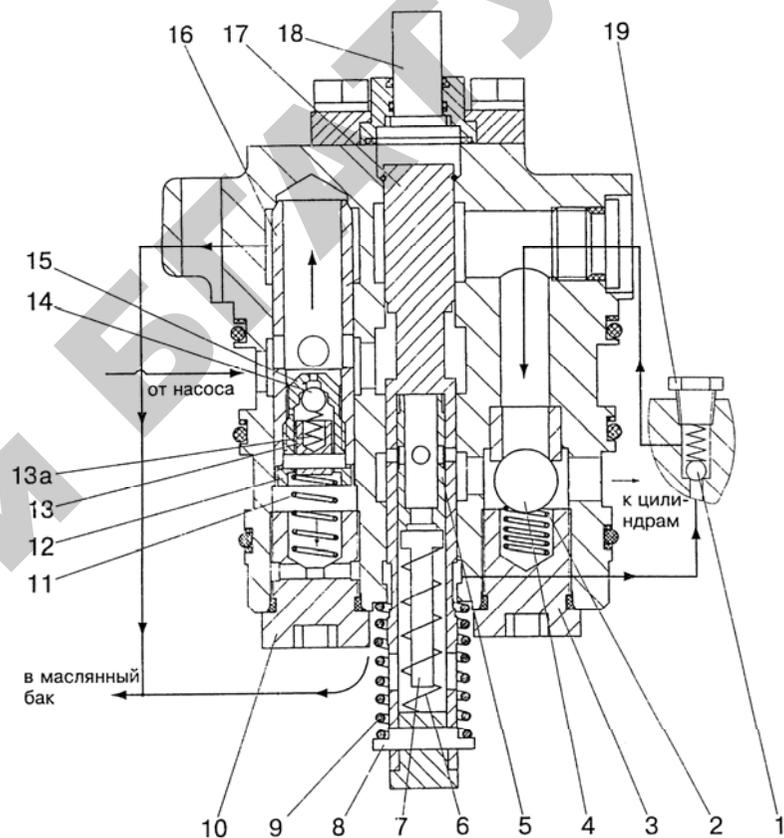


Рисунок 4.19 – Регулятор-распределитель.

1 – уравнивающий клапан; 2 – пружина противоусадочного клапана; 3 – пробка противоусадочного клапана; 4 – шарик противоусадочного клапана; 5 – замедлительный клапан; 6 – пружина замедлительного клапана; 7 – упор; 8 – штифт; 9 – возвратная пружина; 10 – пробка клапана разгрузки; 11 – пружина клапана разгрузки; 12 – корпус клапана отсечки; 13 – втулка направляющая; 13а – пружина клапана отсечки; 14 – шарик клапана отсечки; 15 – корпус клапана отсечки; 16 – клапан разгрузки; 17 – золотник; 18 – толкатель; 19 – коническая пробка

Давление масла на нижнем торце клапана разгрузки 16 выравнивается с давлением насоса (на верхнем торце клапана разгрузки), вследствие чего под действием пружины 11 клапан разгрузки сдвигается вверх, частично прикрывая выход от насоса в бак, так как управляющая полость клапана разгрузки 16 подведена через уравни-

вешивающий клапан 1 к противоусадочному клапану 4 и далее в цилиндры. В управляющей полости давление масла оказывается равным давлению в цилиндрах, и не полностью закрытый клапан разгрузки 16 сбрасывает часть потока масла от насоса в масляный бак. В цилиндры направляется только такое количество масла, которое в данный момент задано дросселирующей кольцевой щелью на золотнике. При дальнейшем движении золотника максимально вверх до упора золотника в толкатель 18 дросселирующая щель открывается полностью, клапан разгрузки 16 напротив полностью закрывается и все масло, подаваемое насосом, поступит через противоусадочный клапан 4 цилиндры.

В режиме позиционного регулирования управление гидроподъемником (рисунок 4.20) производится через позиционный рычаг 13 (вперед – ниже, назад – выше), при этом силовой рычаг 14 должен находиться в переднем положении.

Поворот рычага 13 через рычаг 17, планку 24, опорный позиционный рычаг 20 передается на упор 19 суммирующего рычага 21, который через тягу 23 поворачивает обойму 4 на валу 7 по часовой стрелке. Ролик обоймы 9, двигаясь вверх, устанавливает золотник 10 в положение «Подъем». При подъеме навески вал 7 навески поворачивается против часовой стрелки и датчиком 6 через позиционное звено 5 и планку 24 прекращает воздействие опорного рычага 20 на упор 19. Соответственно, через тягу 23 прекращается воздействие ролика 9 на золотник 10, который под действием пружины 11 переместится вниз и установится в положение «Нейтраль». После этого подъем навески прекращается.

Обратное перемещение позиционного рычага 13 вызывает опускания навесного орудия до заданного положения.

Максимальный подъем навески ограничивается упором позиционного датчика 6 в ограничитель 22 обоймы 4, которая, вращаясь в конце подъема, отводит ролик 9 от золотника 10 вниз.

При очень медленном перекрытии золотником 17 прохода масла из управляющей полости в бак (рисунок 4.19) возможны случаи «зависания» при позиционном регулировании, когда давление на насосе становится равным давлению в цилиндрах, коррекция положения не отрабатывается и насос после коррекции остается под давлением. Для исключения этого явления служит клапан отсечки 14, который открывается с определенного давления, способствуя резкому прикрытию клапана разгрузки 16 и выводу системы из состояния «зависания».

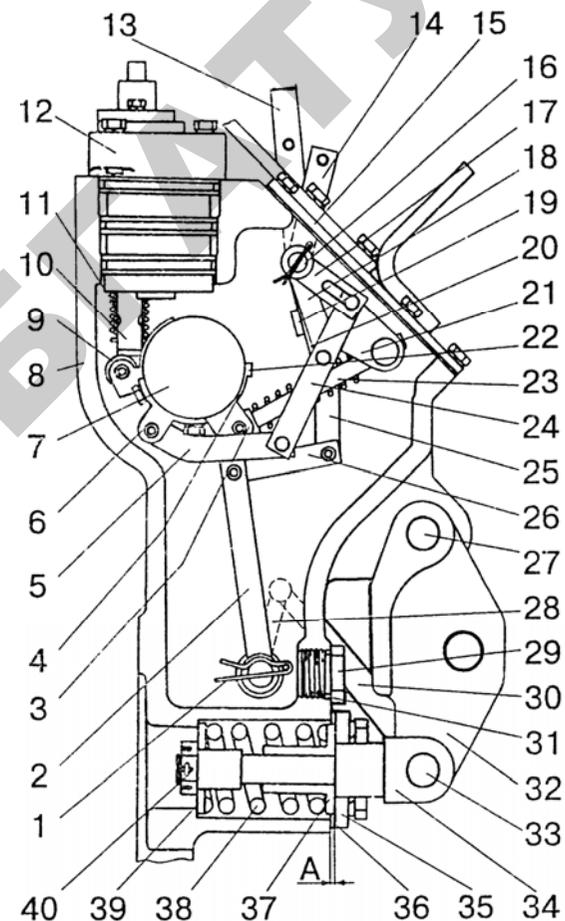


Рисунок 4.20 – Устройство управления гидроподъемником:

1 – шплинт; 2 – рычаг; 3 – рычаг суммирующего звена; 4 – обойма; 5 – звено позиционное; 6 – датчик (рычаг) позиционный; 7 – вал поворотный; 8 – корпус гидроподъемника; 9 – ролик суммирующего звена; 10 – золотник регулятора-распределителя; 11 – пружина возвратная; 12 – регулятор-распределитель; 13 – рычаг позиционного регулирования; 14 – рычаг силового регулирования; 15 – крышка; 16 – вал; 17 – рычаг; 18 – рычаг опорный силовой; 19 – упор суммирующего рычага; 20 – рычаг опорный позиционный; 21 – суммирующий рычаг; 22 – ограничитель; 23 – тяга; 24 – планка; 25 – планка; 26 – тяга; 27 – ось серьги; 28 – рычаг; 29 – пробка; 30 – тяга; 31 – кольцо уплотнительное; 32 – серьга; 33 – палец; 34 – шток; 35 – крышка; 36 – прокладка; 37 – втулка; 38 – пружина силоизмерительная; 39 – шайба; 40 – шплинт; «А» – зазор, заполняемый разрезными прокладками

Противоусадочный клапан 4 служит для предотвращения кратковременного перетекания масла из цилиндров в насосную магистраль в момент начала подъема, когда давление на насосе может оказаться ниже давления в цилиндрах.

Замедлительный клапан 5 служит для уменьшения скорости опускания тяжелых сельскохозяйственных орудий. Чем тяжелее орудие, тем больше сдвигается клапан 5 вниз, дросселируя вытесняемый поток масла из цилиндров в бак. В результате время опускания для легких и тяжелых орудий становится практически одинаковым.

Толкатель 18 установлен для аварийного опускания сельскохозяйственных орудий в тех случаях (заедание золотника из-за загрязненного масла), когда усилие возвратной пружины 9 для перемещения золотника вниз в позицию «Опускание» может оказаться недостаточным. Опускание производится нажатием через толкатель на золотник вниз. В обычной работе гидроподъемника толкатель не используется.

В режиме силового регулирования силовым рычагом 14 (рисунок 4.20) устанавливается требуемая глубина обработки почвы (вперед – глубже, назад – мельче), а позиционным рычагом 13 производится подъем и опускание орудия.

При опускании орудия по мере его заглубления растет сила сопротивления почвы, которая, действуя через верхнюю тягу навесной системы, поворачивает серьгу 32 вокруг оси 27 и деформирует штоком 34 силоизмерительную пружину 38. Движение штока 34 через тягу 30, рычаги 28 и 2 тягу 26 и планку 25 передается на опорный силовой рычаг 18.

Опускание орудия происходит до выбора зазора между опорным силовым рычагом 18 и упором 19 суммирующего рычага 21, после чего суммирующий рычаг через тягу 23, обойму 4 и ролик 9 переместит золотник 10 вверх из положения «Опускания» в положение «Нейтраль». Глубина обработки установится в соответствии с положением, заданным рукояткой 14 (рисунок 4.16).

При отклонениях от заданной глубины деформация пружины 38 приводит в движение золотник 10 из положения «Нейтраль» в положение «Подъем» или «Опускание», вызывающее перемещение гидроцилиндров 3 (рисунок 4.16) в сторону исправления отклонений.

Смешанное регулирование обеспечивается перемещением позиционного рычага 13 вперед, не доводя его до крайнего по-

ложения и ограничивая тем самым глубину обработки, заданную силовым рычагом 14.

4.3.5 Регулировки и рекомендации по работе системы управления ГНС с гидроподъемником

Регулировка тросов управления (рисунок 4.21):

- отсоедините тросы 1 от рычагов 8 и 9;
- установите оба рычага 8 и 9 в крайнее переднее положение для того, чтобы навеска опустилась до полностью втянутого положения плунжеров цилиндров 10;
- гайками на оболочках тросов, крепящими их к кронштейну 20 в боковом пульте кабины, отрегулируйте ход рукояток 5 и 6 так, чтобы они охватывали всю обозначенную цифрами зону на крышке пульта;
- установите позиционную рукоятку 6 на метку «9», а силовую рукоятку 5 – на метку «4»;
- поверните рычаги 8 и 9 назад до выбора зазоров (до момента, когда почувствуется сопротивление, оказываемое возвратной пружиной регулятора-распределителя);
- гайками крепления оболочки тросов к кронштейну 3 отрегулируйте длину свободных концов тросов до совпадения пальцев на тросах с отверстиями в рычагах 8 и 9;
- вставьте пальцы в отверстия и зашплинтуйте их;
- проверьте и при необходимости отрегулируйте гайками 4 и 7 фиксацию рукояток 5 и 6 на боковом пульте кабины.

Регулировка силового датчика (рисунок 4.22).

В зазор «А» установите прокладки 36 так, чтобы люфт штока 34 датчика был не более 0,5 мм. Разница в количестве прокладок с левой и правой стороны крышки 35 должна быть не более 1 штуки.

Рекомендации по работе с гидросистемой.

Позиционное регулирование. Установите силовую рукоятку 14 (рисунок 4.16) в переднее положение. Позиционной рукояткой 13 установите необходимую высоту сельхозорудия над почвой. Цифра «0» на пульте соответствует транспортному положению навески, а цифра «9» – минимальной высоте орудия над почвой. В том случае, если необходимо ограничить высоту максимального подъема, например, из-за возможности поломки деталей заднего вала отбора мощности, установите позиционной рукояткой 13 максимальную высоту подъема и подведите к рукоятке ограничитель хода 15.

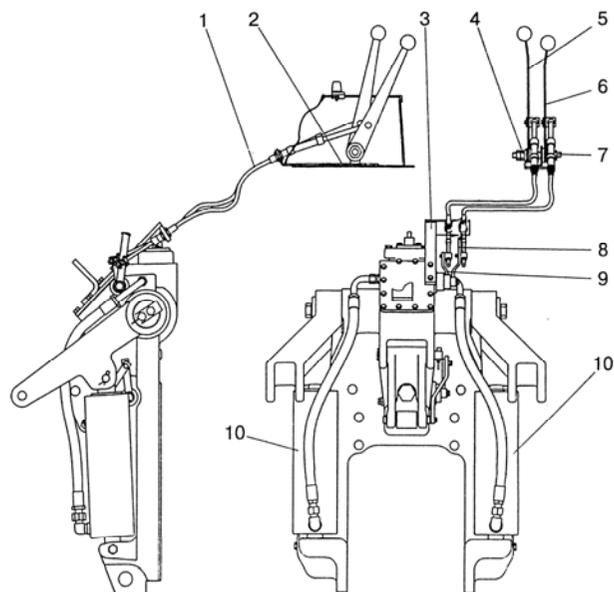


Рисунок 4.21 – Регулировка тросов управления:

1 – тросы управления; 2 – кронштейн; 3 – кронштейн; 4 – регулировочные гайки; 5 – рукоятка силового регулирования; 6 – рукоятка позиционного регулирования; 7 – регулировочные гайки; 8 – позиционный рычаг; 9 – силовой рычаг; 10 – цилиндр

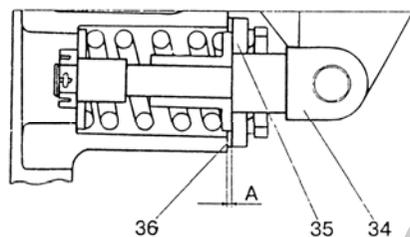


Рисунок 4.22 – Силовой датчик:

34 – шток; 35 – крышка; 36 – набор прокладок;
«А» – зазор, заполняемый прокладками

Силовое регулирование. Этот способ используется только при работе с навесными почвообрабатывающими сельскохозяйственными орудиями (плугами, культиваторами). При соединении сельхозорудия используйте позиционную рукоятку 13. Силовая рукоятка 14 должна находиться в переднем положении, соответствующем максимальной глубине (цифра «9» на пульте).

После въезда в борозду переведите рукоятку 13 в переднее положение и при движении трактора силовой рукояткой 14 настройтесь на требуемую глубину обработки почвы. При выезде из борозды и последующих заездах в борозду пользуйтесь только позиционной рукояткой, не трогая силовую.

Смешанное регулирование. Если из-за неравномерной плотности почвы не удастся достичь постоянства глубины обработки, ограничьте максимальную глубину пахоты с помощью позиционной рукоятки 13, запомнив соответствующую цифру на пульте.

Контрольные вопросы

1. Какие способы глубины обработки почвы можно осуществить с помощью САРГ?
2. Какие преимущества обеспечивает использование САРГ?
3. Объясните назначение датчиков силового и позиционного регулирования, их взаимосвязь с САРГ.
4. Объясните работу гидросистемы при установке рукоятки в положения «Подъем орудия», «Регулятор включен», «Зона регулирования».
5. Объясните, почему рычаги распределителя при работе с САРГ устанавливаются в положения «Заперто» и «Плавающее» («Нейтраль»).
6. Оказывает ли влияние на работу САРГ положение рычагов распределителя, управляющих выносными цилиндрами?
7. На каких режимах работает насос гидросистемы при различных положениях рукоятки САРГ?
8. Объясните порядок регулировок механизмов силового (позиционного) регулирования.
9. Дайте характеристику гидронавесной системы трактора МТЗ обычной комплектации. Какие операции она выполняет?
10. Как осуществляется управление выносными цилиндрами гидрофицированных сельскохозяйственных машин?
11. Устройство смесителя и принцип его действия.
12. Назначение клапана приоритета.
13. Опишите порядок работы гидронавесной системы в режиме:
 - управления выносными цилиндрами;
 - силового регулирования;
 - позиционного регулирования;
 - смешанного регулирования.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГНС С ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ ФИРМЫ «BOSCH» ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС 1522/2522/2822/3022»

Система автоматического регулирования навесного устройства с электрогидравлическим регулятором (ЭГСАРНУ) фирмы «BOSCH» включает электронную и гидравлическую системы. Последняя подробно описана в части 1 лабораторного практикума.

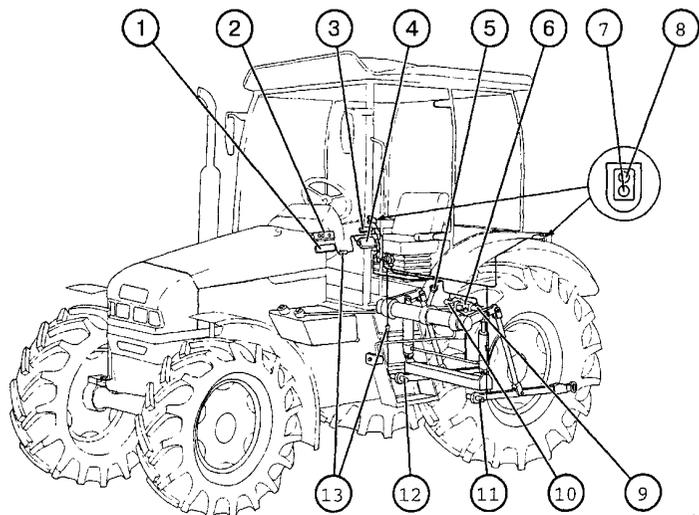


Рисунок 5.1 – Электронная система управления регулятором навесного устройства:

1 – блок пусковых реле; 2 – блок предохранителей; 3 – основной пульт управления ЗНУ; 4 – электронный блок; 5 – датчик позиции ЗНУ; 6 – регулятор ЗНУ; 7 – выносная кнопка управления опусканием ЗНУ; 8 – выносная кнопка управления подъемом ЗНУ; 9 – электромагнит подъема ЗНУ; 10 – электромагнит опускания ЗНУ; 11 и 12 – датчик усилия левый и правый; 13 – соединительные разъемы

5.1 Работа электронной системы

После запуска двигателя напряжение питания от бортовой сети подается к блоку пусковых реле 1 и далее к электронному блоку 4 через блок предохранителей 2. Электронный блок 4 принимает сигналы от датчиков 5, 11, 12 и элементов управле-

ния системой, анализирует принятые сигналы и выдает необходимые командные импульсы, направляя их к выводам одного из электромагнитов 9 или 10 регулятора 6. При срабатывании электромагнита 9 сердечник выдвигается и перемещает управляющий гидравлический золотник так, чтобы направить поток масла под давлением в полости подъема гидроцилиндров. При срабатывании электромагнита 10 сердечник перемещает золотник в противоположном направлении, направляя поток масла под давлением в полости опускания гидроцилиндров ЗНУ.

В совокупности электрогидравлическая система предназначена для управления навесным устройством трактора в ручном и автоматическом режимах. Управление механизмом навески осуществляется при помощи однополосных гидроцилиндров.

При фиксировании навесного устройства в заданном положении рабочие полости силовых гидроцилиндров заперты и разобщены с источником питания.

В режиме подъема навесного устройства указанные полости сообщаются с источником питания.

При опускании навесного устройства под собственным весом рабочие полости гидроцилиндров соединены с гидробаком.

В автоматическом режиме управления электрогидравлическая система обеспечивает следующие режимы регулирования:

Позиционное регулирование. Регулируемой величиной в данном случае является положение ЗНУ. От позиционного датчика 5, на который оказывает воздействие кулачок 5а, установленный на поворотном валу 13, поступает сигнал обратной связи.

Силовое регулирование. В данном режиме регулируемой величиной является усилие на осях нижних тяг ЗНУ. Если это усилие поддерживается постоянным, то нагрузка на трактор будет оптимальной, например, при пахоте на неровной поверхности и на неоднородных по плотности почвах.

Действительная величина усилий измеряется силовыми датчиками (пальцами) 12, 14. Регулирование тягового усилия осуществляется путем изменения заглубления рабочего органа навесного оборудования (например, плуга).

Смешанное регулирование. В этом режиме ошибки позиционного и силового регулирования комбинируются в желаемом соотношении на пульте управления 3 и далее обрабатываются электронным блоком 4 как управляющее воздействие. При смешанном регулировании можно значительно уменьшить измене-

ния глубины обработки почвы, вызываемые непостоянным сопротивлением почвы. Изменения глубины в данном режиме значительно меньше, чем в режиме силового регулирования.

Плавающее положение. В этом режиме на пульте управления 3 устанавливается максимальная рабочая глубина. Сигналы с позиционного датчика 5 и силовых датчиков 12, 14 воспринимаются как регулируемые. Орудие поддерживается на своей высоте с помощью опорного колеса.

Демпфирование колебаний. Чтобы уменьшить колебания передней оси трактора при транспортных переездах с тяжелыми навесными орудиями и повысить управляемость трактора, для измерения регулируемой величины используются датчики 5, 12, 14. Оценка сигналов осуществляется электронным блоком 4, который подает сигналы управления к регулятору 9.

Схема управления демпфированием оценивает сигналы и быстро срабатывает, чтобы погасить колебания путем незначительных перемещений ЗНУ в транспортном положении (рисунок 5.2).

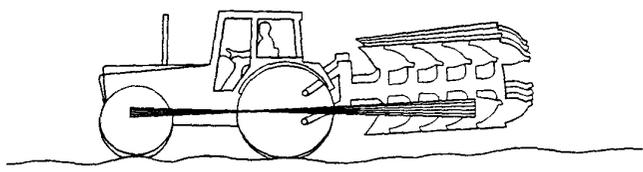


Рисунок 5.2 – Демпфирование колебаний

Система также может быть дополнительно укомплектована радаром и датчиком числа оборотов ведущих колес, что позволяет регулировать их буксование. Причем в этом случае контуры регулирования усилия и буксования работают совместно.

Конструктивно-функциональная схема электрогидравлической системы приведена на рисунке 5.3.

Работает электрогидравлическая система управления следующим образом: рабочая жидкость от насоса 1 поступает к электрогидравлическому регулятору 2, который управляет силовым гидроцилиндром 3. Заданные значения регулируемых параметров вводятся посредством пульта управления 7 в память микропроцессорного контроллера 4. Фактические значения регулируемых параметров поступают соответственно от позиционного датчика 6 и датчиков усилия 5 в тягах механизма навески. Микропроцессорный контроллер производит вычисления соответствующего рассогласо-

вания и вырабатывает сигнал управления, поступающий на пропорциональные электромагниты регулятора 2.

Помимо функции управления и обработки сигналов, получаемых с выходов датчиков, микропроцессорный контроллер обеспечивает выполнение различных функций безопасности. Так, отсутствие движения механизма навески при включенном электромагните подъема вызывает аварийное отключение напряжения питания системы. Возвращение в рабочее состояние происходит путем переключения рукоятки пульта управления в транспортное положение.

Максимальная высота подъема механизма навески также контролируется микропроцессорным контроллером. Величина ограничения может задаваться посредством потенциометра. Аварийное отключение системы происходит также при повреждении или коротком замыкании кабеля датчика положения.

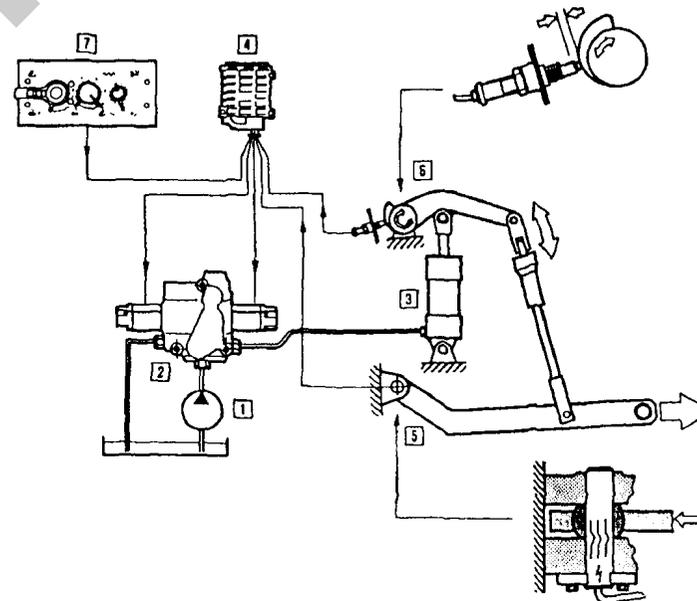


Рисунок 5.3 – Конструктивно-функциональная схема ЭГСАРНУ фирмы «BOSCH» тракторов «Беларус 1522/2522/2822/3022»:

1 – насос постоянной производительности; 2 – электрогидравлический регулятор типа HER 23LS; 3 – силовой гидроцилиндр; 4 – микропроцессорный контроллер; 5 – силовые датчики, установленные в нижних тягах механизма навески; 6 – датчик положения, кинематически связанный с поворотным валом упомянутого механизма; 7 – пульт управления

5.2 Электрогидравлический регулятор HER 23LS

Регулятор предназначен для управления потоком рабочей жидкости, поступающим от насоса в полости гидроцилиндров. Общий вид, а также принципиальная гидравлическая и конструктивная схемы регулятора HER23LS приведены на рисунок 5.4.

Работает электрогидравлический регулятор следующим образом.

Нейтраль (рисунок 5.5а). Электромагниты 3, 13 обесточены и управляющий золотник 12 находится в нейтральном положении. Клапан 1 находится в положении перепуска, соединяя магистраль нагнетания «Р» со сливом «N». Полости подъема гидроцилиндров 6 закрыты клапаном 7 гидрозамка и противоударным клапаном 5.

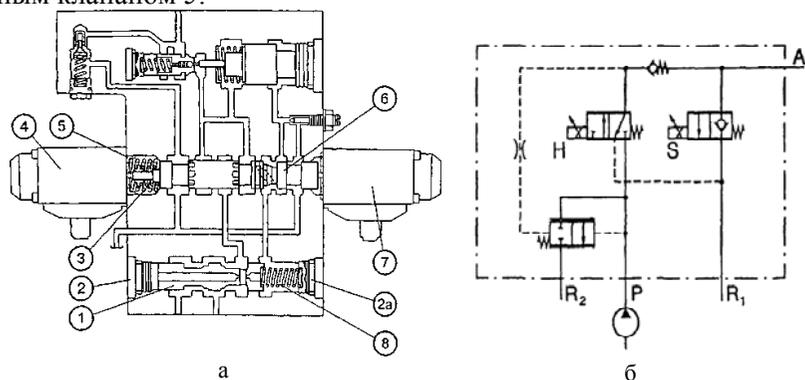


Рисунок 5.4 – Регулятор HER 23LS фирмы BOSCH:

а – общий вид; б – принципиальная гидравлическая схема;

1 – клапан перепускной; 2 – пробка; 2а – пробка; 3 – пружина; 4 – электромагнит опускания ЗНУ; 5 – втулка; 6 – золотник управления; 7 – электромагнит подъема ЗНУ; 8 – пружина; А – гидроцилиндр; Н – электромагнит подъема; S – электромагнит опускания; R₁ – слив гидроцилиндра; R₂ – слив насоса; P – магистраль нагнетания

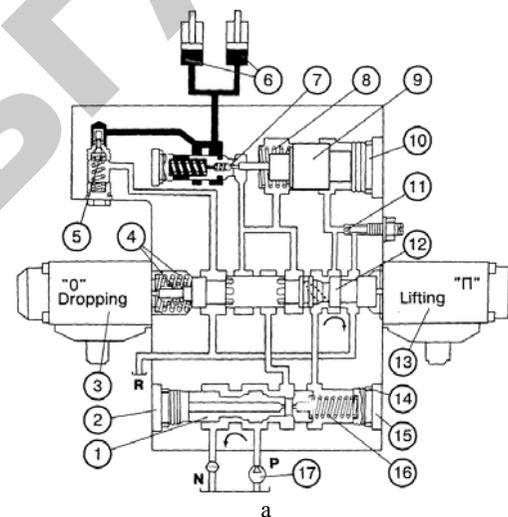
Подъем (рисунок 5.5б). Запитан электромагнит подъема 13, и сердечник электромагнита сдвигает управляющий золотник 12 влево. Перепускной клапан 1 также сдвигается влево, отсоединяя нагнетательную магистраль «Р» сливной «N».

Поток масла под давлением от насоса 17 подается в полости подъема гидроцилиндров 6 через перепускной клапан 1, золотник 12 и клапан 7.

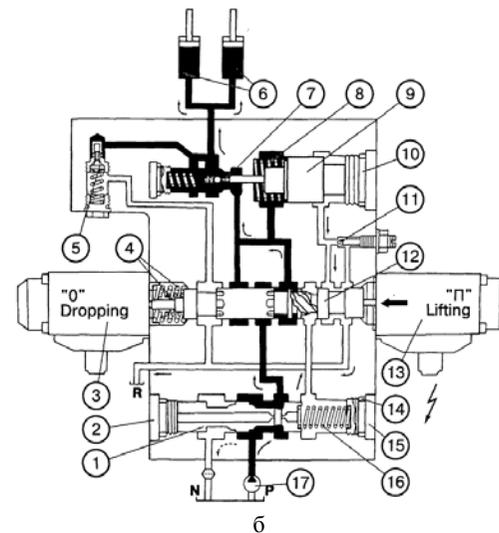
Опускание (рисунок 5.5в). Запитан электромагнит опускания 3, и сердечник электромагнита сдвигает управляющий золотник 12 вправо. Поток масла под давлением настройки клапа-

на 11 поступает под поршень клапана 9, который перемещается влево и через толкатель открывает запорный клапан 7.

Масло из поршневых полостей гидроцилиндров 6 вытесняется в сливную магистраль «R» через открытый запорный клапан 7 и через управляющий золотник 12. Шарик клапана 7 управляет потоком опускания для различных по весу навесных орудий.



а



б



в

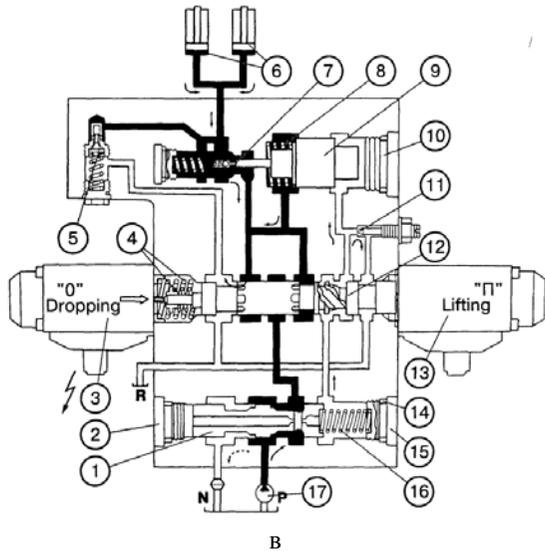


Рисунок 5.5 – Работа электрогидравлического регулятора HER 23LS:
a – нейтраль; *б* – подъем; *в* – опускание;

1 – клапан перепускной; 2, 10, 15 – пробка; 3 – электромагнит опусканий ЗНУ; 4 – пружины; 5 – противоударный клапан; 6 – гидроцилиндры ЗНУ; 7 – гидравлический замок (запорный клапан); 8 – пружина; 9 – толкающий клапан опускания; 11 – клапан давления опускания; 12 – золотник управления; 13 – электромагнит подъема ЗНУ; 14 – кольцо уплотнительное; 16 – пружина; 17 – масляный насос; Р – нагнетательная магистраль; N и R – сливная магистраль

5.3 Позиционный датчик

Позиционный датчик 4 ввинчивается в гнездо крышки заднего моста 3 и управляется эксцентриком 2, закрепленным на поворотном валу 1 винтом 6.

Установка датчика осуществляется следующим образом: ЗНУ поднимается в крайнее верхнее положение так, чтобы метка «А» на восходящей части эксцентрика 2 находилась против подвижного стержня датчика 4. Ослабляется, если необходимо, винт 6, эксцентрик поворачивается относительно вала 1 до совпадения метки со стержнем датчика, и затягивается винт. Ввинчивается датчик от руки до упора в эксцентрик и отворачивается на 0,5–1,0 оборот. Далее затягивается контргайка 5.

Если датчик установлен правильно, контрольная лампа подъема ЗНУ гаснет в крайнем верхнем положении.

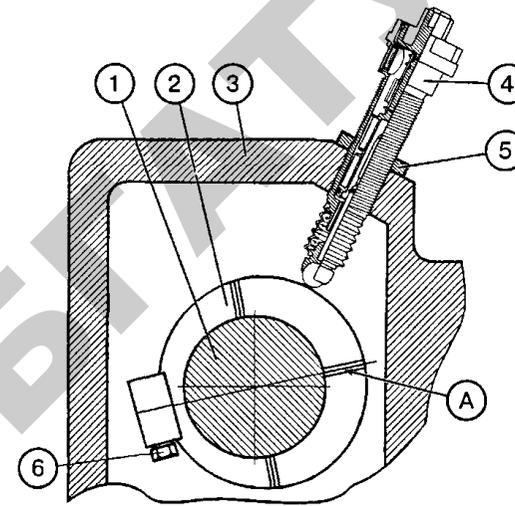


Рисунок 5.6 – Расположение позиционного датчика:

1 – вал поворотный; 2 – эксцентрик; 3 – крышка заднего моста; 4 – датчик; 5 – контргайка; 6 – винт

Позиционный датчик предназначен для измерения положения навесного орудия относительно трактора. Возможны два варианта его исполнения: датчик линейного перемещения и датчик угла поворота. Конструктивные схемы указанных датчиков приведены на рисунках 5.7 и 5.8.

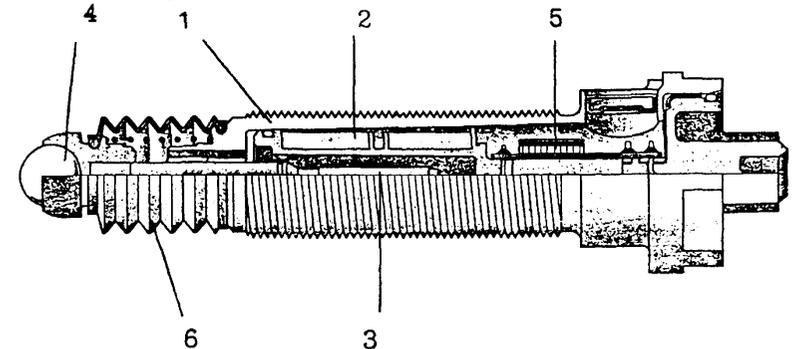


Рисунок 5.7 – Конструктивная схема датчика линейного перемещения

Датчик линейного перемещения содержит литой корпус из алюминиевого сплава 1, дифференциальную индуктивную ка-

тушку 2, ферромагнитный сердечник 3, подвижный толкатель 4 с шаровым наконечником в пластмассовой втулке, электронную плату 5 и пылезащитный сильфон 6.

При контакте шарового наконечника с профилем кулачка, расположенного на поворотном валу навесного устройства, посредством толкателя 4 ферромагнитный сердечник 3 перемещается относительно катушки 2. Данная система образует измерительный мост, на выходе которого за счет изменения индуктивности магнитной системы посредством амплитудной модуляции снимается переменное напряжение, пропорциональное входному воздействию. Полученный на выходе сигнал переменного тока выпрямляется и усиливается до стандартного уровня.

Специальные технические характеристики датчика линейного перемещения приведены в приложении 3.

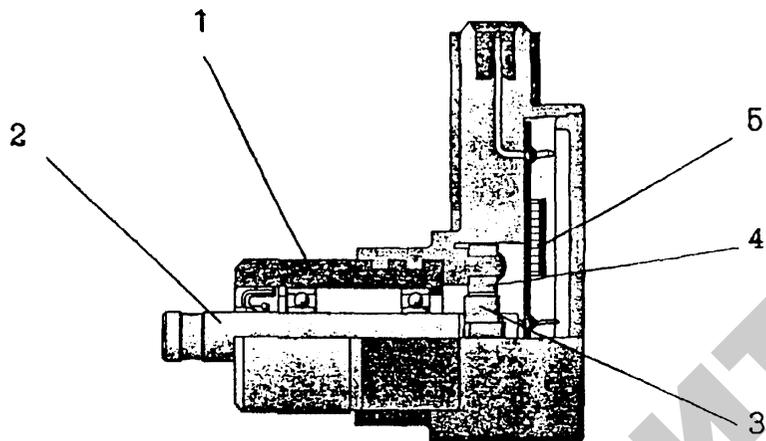


Рисунок 5.8 – Конструктивная схема датчика угла поворота

Датчик угла поворота содержит пластмассовый корпус 1 с расположенным внутри него входным валом 2, базирующийся на двух опорах с шарикоподшипниками. Упомянутый вал кинематически связан с магнитоуправляемой микросхемой 3, расположенной вблизи постоянного магнита 4. Угол поворота входного вала преобразуется в электрический выходной сигнал стандартного уровня при помощи электронной платы 5.

Специальные технические характеристики датчика угла поворота приведены в приложении 4.

5.4 Силовой датчик

Силовой датчик выполнен в виде двух силоизмерительных пальцев 5, которые вставляются в кронштейн 3 и служат осью крепления продольных тяг 4. Положение пальца в кронштейне определяется направляющей 2, входящей в паз силоизмерительного пальца и закрепленной на кронштейне 3 двумя болтами 1.

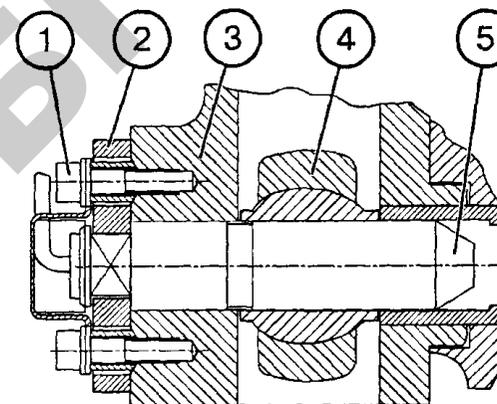


Рисунок 5.9 – Расположение силового датчика:

1 – болт; 2 – направляющая; 3 – кронштейн; 4 – тяга; 5 – палец (датчик)

Силовый датчик предназначен для измерения усилия в нижних тягах навесного устройства. Конструктивная схема указанного датчика приведена на рисунок 5.10.

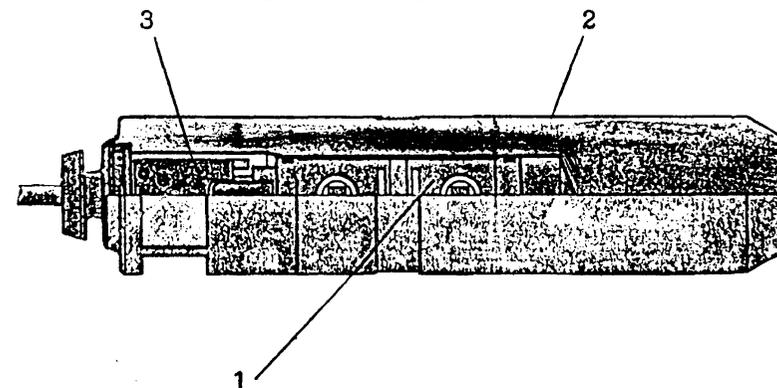


Рисунок 5.10 – Конструктивная схема датчика усилия

Силоизмерительный палец содержит магнитопровод 1, базирующийся внутри силовводящей втулки 2, и встроенную электронную плату 3. Силовводящая втулка 2, выполненная из магнито-мягкого материала, образует с магнитопроводом 1 магнитную систему. При возникновении сдвиговых напряжений в силовводящей втулке 2 происходит изменение магнитной проницаемости нагруженного участка, вследствие чего изменяется коэффициент трансформации между питающей и сигнальной обмотками. Электрический сигнал переменного тока с выхода трансформатора посредством электронной платы 3 преобразуется в унифицированный выходной сигнал постоянного тока.

Специальные технические характеристики датчика усилия приведены в приложении 5.

5.5 Микропроцессорный контроллер

Микропроцессорный контроллер выполняет все логические функции управления электрогидравлической СУ согласно алгоритму и в значительной мере определяет надежность работы всей системы. Контроллер имеет также функцию тестирования всех электронных компонентов системы. Контроллер содержит источник стабилизированного напряжения, микропроцессор напряжения фирмы «SIEMENS», усилители для пропорциональных электромагнитов. С учетом этого разработаны конструкции его корпуса, разъема и крепления электронных компонентов. Общий вид контроллера приведен на рисунке 5.11.

Технические характеристики контроллера приведены в приложении 1.



Рисунок 5.11 – Общий вид микропроцессорного контроллера

5.6 Пульт управления

Пульт управления предназначен для включения контроллера, выбора режима работы СУ и управления навесным устройством. Общий вид пульта управления приведен на рисунке 5.12.

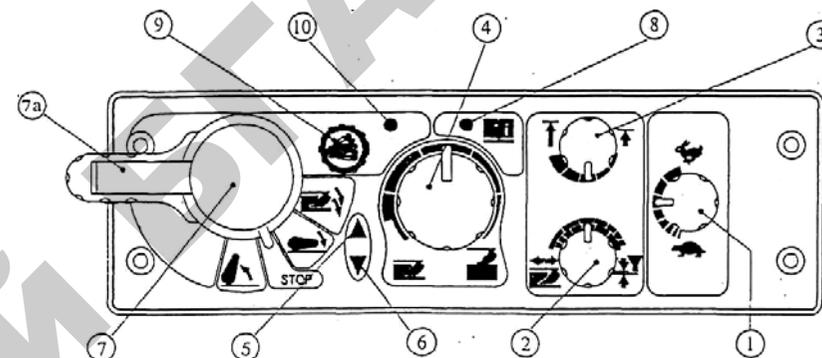


Рисунок 5.12 – Пульт управления ЗНУ:

1 – рукоятка регулирования скорости опускания (по часовой стрелке – быстрее, против часовой стрелки – медленнее); 2 – рукоятка выбора способа регулирования (по часовой стрелке – позиционный, против часовой стрелки – силовой, между ними – смешанное регулирование); 3 – рукоятка регулирования ограничения высоты подъема навески (по часовой стрелке – максимальный подъем, против часовой стрелки – минимальный подъем); 4 – рукоятка регулирования глубины обработки почвы (по часовой стрелке – меньшая глубина, против часовой стрелки – большая глубина); 5 – сигнализатор подъема НУ (красного цвета); 6 – сигнализатор опускания НУ (зеленого цвета); 7 – рукоятка управления навесным устройством (вверх – подъем, вниз – опускание, при дожатии рукоятки в нижнем положении – заглубление орудия при обработке почвы, среднее положение – выключено); 7а – переключатель блокировки (транспортровка) – механически блокирует рукоятку 7 в верхнем положении путем сдвига переключателя вправо; 8 – сигнализатор диагностики; 9 – кнопка демпфирования; 10 – сигнализатор демпфирования

Специальные технические характеристики пульта приведены в приложении 2.

Порядок управления задним навесным устройством:

- в зависимости от характера работы рукояткой 2 установите способ регулирования;
- рукоятками 4 и 3 установите соответственно глубину обработки и высоту подъема орудия в транспортном положении;
- опускание навески производите перемещением рукоятки 7 в нижнее фиксированное положение. В этом случае загорается лампа 6.

В процессе работы необходимо провести настройку оптимальных условий работы навесной машины:

- рукояткой 2 – комбинацию способов регулирования;
- рукояткой 1 – скорость коррекции;
- рукояткой 4 – глубину обработки почвы.

Чувствительность регулировок обеспечивается автоматической системой адаптации, которая подавляет неоправданно высокую частоту регулировки при силовом регулировании. При этом усредненная частота регулирования равна приблизительно 2 Гц.

В случае интенсивного нагрева системы следует уменьшить частоту коррекции перемещением рукоятки 2 в сторону позиционного способа регулирования и рукоятки 1 в сторону «черепахи».

В случае выглубления (выскакивания) плуга при прохождении уплотненных участков почвы или рытвин заглубите плуг дожатием вниз рукоятки 7.

После освобождения рукоятки 7 она возвратится в фиксированное положение «Опускание» до заданной глубины, установленной рукояткой 4.

Выглубление плуга осуществляется перемещением рукоятки 7 в верхнее положение. При подъеме загорается лампа 5.

Внимание! Во избежание выхода из строя насоса ГНС запрещается эксплуатация трактора, если лампа 5 не гаснет после подъема орудия.

5.7 Особенности запуска в работу системы управления задним навесным устройством

1. После запуска дизеля загорается лампа диагностики 8, что сигнализирует о работоспособности и заблокировании системы управления.

2. Для разблокирования системы необходимо рукоятку 7 подъема – опускания несколько раз установить в рабочее положение. Лампа диагностики 8 при этом гаснет.

3. После разблокирования системы при первом включении из условий безопасности предусмотрено автоматическое ограничение скорости подъема заднего навесного устройства. Повторная установка рычага 7 в рабочее положение снимает ограничение скорости подъема.

4. Подъем – опускание задней навески с выносных пультов, на крыльях задних колес, можно осуществлять на любых режи-

мах управления (рукоятки могут находиться в произвольном положении). Система управления из кабины при этом блокируется.

Кроме описанных выше функций электронная система управления задним навесным устройством имеет режим «Демпфирование» (гашение колебаний навесной машины в транспортном режиме).

Включение режима демпфирования производите в следующей последовательности:

- рукоятку 7 установите в положение «Подъем» (при этом ЗНУ поднимется в крайнее верхнее положение и автоматически выключится);
- включите выключатель «Демпфирование» 9, при этом ЗНУ из крайнего верхнего положения опустится вниз на 3 % от полного хода ЗНУ.

Контрольные вопросы

1. Каковы недостатки распространенных гидромеханических систем автоматического регулирования навески (САРГ)?
2. Какие дополнительные системы регулирования применены в ЭГСАРН по сравнению с САРГ?
3. Перечислите основные агрегаты САРГ.
4. Какие датчики используются в ЭГСАРН «BOSCH»?
5. Как устроен датчик усилия?
6. Как устроены датчики положения?
7. Как устроен и какие функции выполняет электрогидравлический регулятор?
8. Какие функции выполняет микропроцессорный контроллер?
9. Какие рукоятки и указатели выведены на пульт управления?

РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

6.1 Основные требования к навесному устройству

Рабочее оборудование включает навесное и тягово-сцепное устройство. Известны:

- фронтальная навеска (для уборочных машин, волокуш, бульдозеров);

- передняя навеска (для культиваторов, сеялок и других машин, требующих точного вождения по рядку). Применяется редко, так как агрегат включает специальную конструкцию с большим просветом в средней части;

- боковая навеска (для косилок, погрузчиков непрерывного действия);

- эшелонированная навеска (для широкозахватных агрегатов из секционных сеялок, культиваторов, борон). При комплектации таких агрегатов требуется металлоемкая полунавесная или навесная сцепки;

- задняя навеска (для почвообрабатывающих, посадочных, посевных, землеройных машин, опрыскивателей).

Наиболее широкое применение при комплектации почвообрабатывающих, посевных, посадочных, уборочных и других машинно-тракторных агрегатов общего назначения нашел задний способ навески машин на трактор. Подъемно-навесное устройство включает собственно навесное устройство (одну верхнюю и две нижние тяги) и подъемную часть (подъемные рычаги и раскосы), которые передают усилия от силового цилиндра гидропривода нижним тягам.

Навесную машину к заднему навесному устройству трактора присоединяют с помощью трех присоединительных шаровых шарниров: верхней тяги и двух нижних тяг, образующих присоединительный треугольник. При работе с плугами навесное устройство ряда тракторов устанавливают по двухточечной схеме (продольные тяги на нижней оси соединяют в одной точке, шарнир верхней тяги устанавливают строго над точкой соединения нижних тяг).

Рационально выбранные точки крепления подъемно-навесного устройства к заднему мосту трактора и его геометрические размеры должны обеспечивать:

- возможность быстрого заглубления в почву рабочих органов навесного орудия без принудительного внешнего воздействия на наименьшем пути заглубления;

- стабильность хода орудия по глубине;
- догрузку задних колес трактора с целью увеличения сцепного веса и его тягово-сцепных свойств;
- допустимую разгрузку передних колес трактора с целью сохранения управляемости;
- постоянную ширину захвата навесной машины вследствие устойчивого прямолинейного движения МТА.

Стандарты навесных устройств. С целью выполнения рассмотренных требований, унификации присоединительных элементов навесного устройства трактора и навесных машин ряд кинематических параметров нормализован в соответствии с тяговым классом трактора (рисунок 6.1). Внутригосударственные стандарты СНГ разработаны на базе предложений Международной организации по стандартизации (ИСО). В РБ с 2001 г. на трехточечные навесные устройства введен межгосударственный стандарт: ГОСТ 10677-2001 (для тракторов класса 6–80 кН).

Данный стандарт распространяется на заднее навесное устройство (далее – навесное устройство) сельскохозяйственных тракторов и устанавливает три типоразмера навесных устройств, указанных в таблице 6.1, размеры присоединительных элементов и их расположение на навесных сельскохозяйственных машинах.

Таблица 6.1 – Стандартные типоразмеры навесных устройств

Типоразмер навесного устройства	Класс трактора
НУ-2	от 0,6 до 2 включительно
НУ-3	3 и 4
НУ-4	5 и 8

Стандарт не распространяется на навесные устройства тракторов специального назначения (хлопководческих, садоводческих, свекловодческих, виноградниковых, лесохозяйственных, тракторных самоходных шасси) и сельскохозяйственных модификаций промышленных тракторов.

В стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Навесное устройство – устройство, состоящее из трех тяг (верхней и двух нижних), шарнирно-соединенных передними концами с трактором, а задними концами – с присоединительными элементами навесной машины, через которые трактор передает тяговое усилие на машину.

Присоединительная точка – шарнирное соединение навесного устройства и навесной машины.

Присоединительный треугольник – треугольник, образованный линиями, соединяющими три присоединительные точки задних шарниров верхней и нижних тяг. Для навесных машин – треугольник, в углах которого расположены присоединительные элементы машины. Размеры основания и высоты присоединительного треугольника определяют кинематические параметры навесного устройства.

Ось подвеса – основание присоединительного треугольника. На навесной машине – ось расположения нижних присоединительных пальцев (может быть выполнена в виде единой детали).

Стойка – устройство на навесной машине, имеющее верхнюю присоединительную точку. Высота стойки y_0 (рисунок 6.1) равна высоте присоединительного треугольника – от оси подвеса до оси отверстия в вилке стойки.

Максимальный рабочий ход оси подвеса n_1 – ход оси подвеса, соответствующий полному ходу поршня гидроцилиндра (рисунок 6.1).

Угол наклона плоскости присоединительного треугольника α – угол наклона от вертикали по направлению к трактору считается положительным, а в противоположном направлении – отрицательным (рисунок 6.1). Наклоном плоскости присоединительного треугольника изменяют (регулируют) положение рабочих органов навесной машины (как в почве, так и над почвой).

Условное рабочее положение – положение навесного устройства (навесной машины), при котором ось подвеса расположена на расстоянии $m_3 = 400$ мм от опорной плоскости трактора при вертикальном положении плоскости присоединительного треугольника. Относительно условного рабочего положения определяют основные параметры навесного устройства.

Мгновенный центр вращения (МЦВ) – мгновенный центр вращения четырехзвенника, образованного проекциями на продольно-вертикальную плоскость тяг навесного устройства, высоты присоединительного треугольника и линии, соединяющей верхнюю и нижние точки крепления тяг на тракторе.

Условный угол тяги – угол Δ_B в продольно-вертикальной плоскости между опорной плоскостью трактора и линией, проходящей через мгновенный центр вращения и проекцию оси подвеса на опорную плоскость при условном рабочем положении навесного устройства.

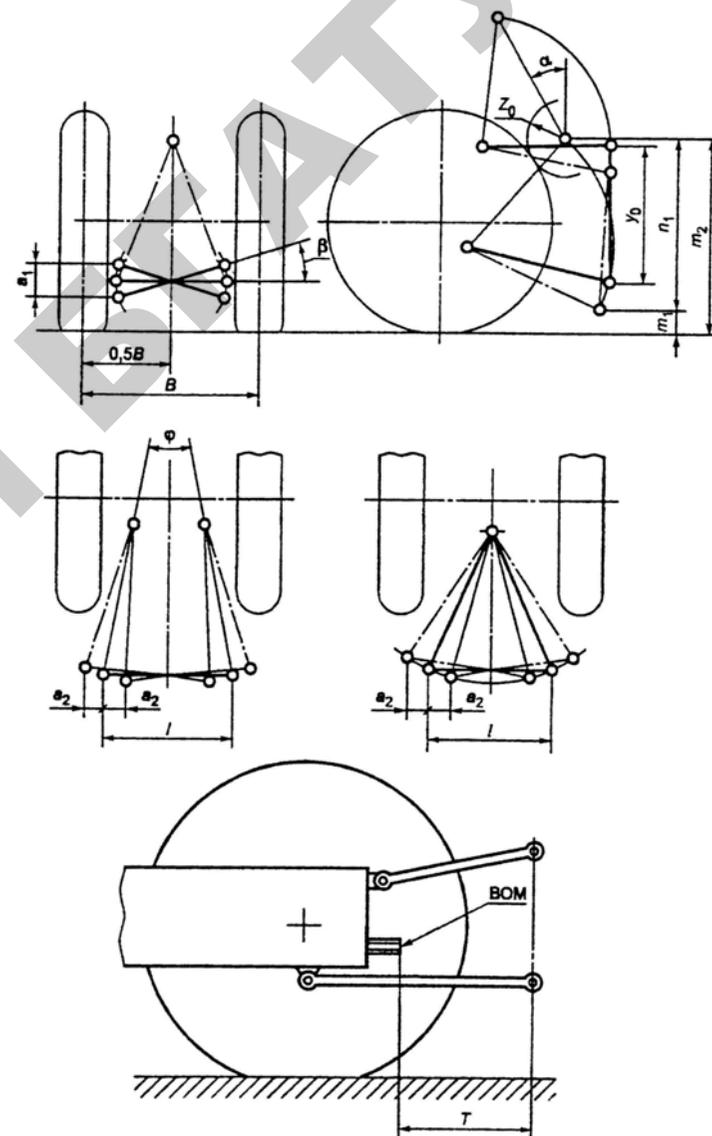


Рисунок 6.1 – Параметры навесного устройства

Угол схождения нижних тяг ϕ_H – угол между линиями, проходящими через передние и задние шарниры нижних тяг,

находящихся в горизонтальной плоскости, при этом задние шарниры установлены на оси подвеса, а передние – на тракторе с помощью двух шарниров (не относится к сближенному положению шарниров, имитирующих один шарнир) (рисунок 6.1).

Свободное перемещение оси подвеса S_1 в вертикальной поперечной плоскости – перемещение одной присоединительной точки оси подвеса относительно другой в поперечной вертикальной плоскости, измеренное по вертикали, при условном рабочем положении навесного устройства (рисунок 6.1).

Свободное перемещение S_2 оси подвеса в горизонтальной плоскости – перемещение оси подвеса навесного устройства (машины) в направлении, поперечном движению трактора, вправо и влево от продольной оси трактора при условном рабочем положении навесного устройства (машины) (рисунок 6.1).

Параметры навесных устройств должны соответствовать параметрам, указанным на рисунках 6.1 и 6.2 и в таблице 6.1, при использовании на тракторах шин, указанных предприятием-изготовителем.

Плоскость присоединительного треугольника навесного устройства трактора в агрегате с навесной машиной в условном рабочем положении должна быть перпендикулярна к опорной плоскости трактора и к плоскости симметрии расположения движителей.

Регулируемый угол наклона плоскости присоединительного треугольника α в интервале рабочих положений оси подвеса навесного устройства (машины), указанных в таблице 6.2, должен обеспечиваться в пределах от плюс 5° до минус 5° от вертикали.

Размеры присоединительных элементов навесного устройства. Размеры присоединительных элементов навесного устройства на тракторе должны соответствовать указанным на рисунке 6.2 и в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Значения x_0 и Δ_B

Тип навесного устройства	Тип трактора	m_3	x_0		Δ_B
			не менее	не более	не более
НУ-2	гусеничный	400	0,5L	1,25L	7°
	колесный			1,25L	13°
НУ-3	гусеничный			0,8L	11°
	колесный			1,5L	
НУ-4	гусеничный	1,0L	10°		
	колесный	1,5L			

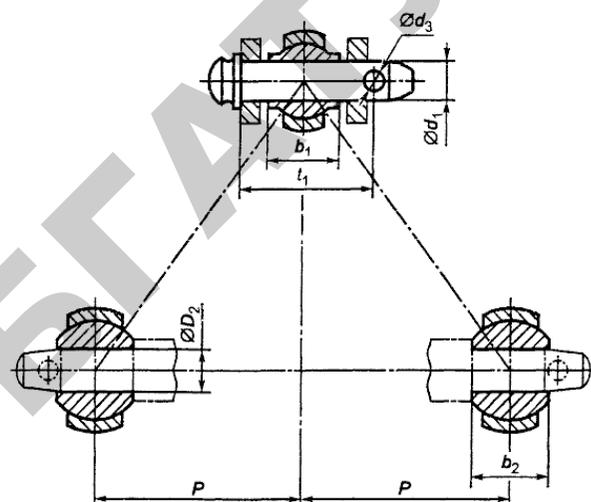


Рисунок 6.2 – Размеры присоединительных элементов навесного устройства на тракторе

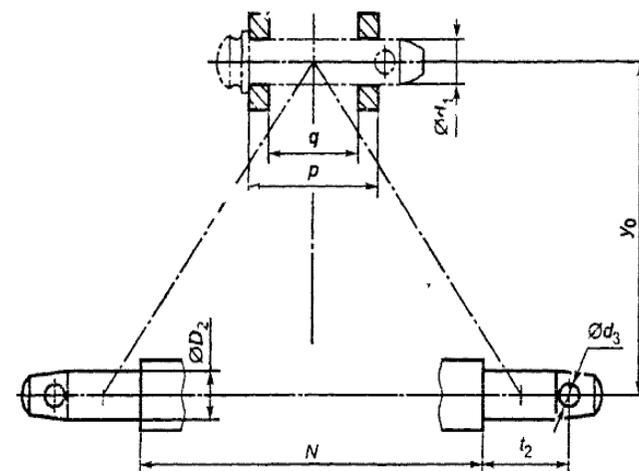


Рисунок 6.3 – Размеры присоединительных элементов навесного устройства на навесной машине

Рекомендации по выбору расстояния x_0 от мгновенного центра вращения (МЦВ) до оси задних ведущих колес (задних опорных катков) и выбору условного угла тяги Δ_B при условном ра-

бочем положении навесного устройства указаны на рисунке 6.4 и в таблице 6.2.

Приведенные рекомендации не исключают применения других значений x_0 и Δ_B , если они обеспечивают устойчивый рабочий ход навесной машины или специальных орудий в различных почвенных условиях, когда они находится в рабочем положении и выполняют сельскохозяйственную технологическую операцию.

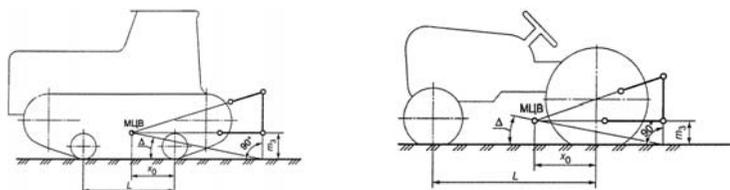


Рисунок 6.4 – Схема определения x_0 и Δ

При выборе геометрических параметров подъемно-навесного устройства необходимо стремиться к снижению передаточных чисел, чтобы уменьшить нагрузки в элементах гидравлического подъемно-навесного устройства.

Возможность транспортировки навесных агрегатов определяется минимальным расстоянием ($h_{тр} = 0,25-0,32$ м) между машиной и почвой. Эта величина связана с максимальной величиной подъема оси подвеса m_2 и углом наклона стойки машины вперед α при максимально поднятых нижних тягах. Параметры m_2 , α нормализованы (рисунок 6.1)

Стандарт ИСО 730-1:1994/Е «Тракторы сельскохозяйственные колесные-задние. Трехточечное навесное устройство» (Часть 1: Категории 1, 2, 3 и 4) устанавливает четыре категории трехточечного навесного устройства, которые должны применяться с соответствующими рядами тракторов, указанными в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Категории навески (стандарт ИСО 730-1:1994/Е)

Категории навески	Мощность кВт, при номинальной частоте вращения коленвала n_n
1	до 48
2	до 92
3	от 80 до 185
4	от 150 до 350

Категория 4 разделена в зависимости от расположения вала отбора мощности (ВОМ) на две части 4L и 4H. Размеры навески категории 4L и 4H применяют на тракторах с расположением ВОМ соответственно ниже или выше задней оси трактора. Размеры и требования к трехточечному навесному устройству сельскохозяйственных тракторов для присоединения орудий или оборудования спереди установлены стандартами:

– ИСО 8759-2 «Тракторы колесные сельскохозяйственные. Переднее навесное устройство и вал отбора мощности. Часть 1. Переднее навесное устройство»;

– ГОСТ 27378-87 (СТ СЭВ 5819-86) «Устройство навесное трехточечное переднее».

6.2 Заднее навесное устройство

Заднее навесное устройство с гидроузлами «BOSCH» тракторов «Беларус 1222/1222В/1523/ 1523В/2022/2022В».

Заднее навесное устройство предназначено для присоединения к трактору навесных и полунавесных сельскохозяйственных машин. Машины и орудия присоединяются к трактору в трех точках: к шарнирам верхней тяги 32 и нижних тяг 1, 1а (рисунок 6.5). Поворотный вал 18 установлен в кронштейне, который составляет единое целое с крышкой заднего моста. На концах поворотного вала, на шлицах установлены рычаги 21, 21а, которые соединены с силовыми цилиндрами 16, 16а. Рычаги 21, 21а через раскосы 33 соединяются с нижними тягами 1, 1а. Передние концы нижних тяг шарнирно закреплены в кронштейнах нижних тяг 5.

Регулировки ЗНУ. В поперечной плоскости положение навесных машин регулируется раскосами 33, путем изменения их длины. Для ограничения свободного перемещения орудия в горизонтальной плоскости используются телескопической стяжки 4. Регулировка наклона стойки орудия осуществляется верхней тягой 32. Изменением ее длины обеспечивается выравнивание глубины хода передних и задних рабочих органов навесного орудия.

При работе с широкозахватными орудиями в соединениях вилок раскосов с нижними тягами необходимо переставить палец 2 с отверстия в паз «А». Длина раскосов 33 регулируется вращением трубы раскосов. Вращение трубы по часовой стрелке (если смотреть сверху) уменьшает длину раскоса и наоборот.

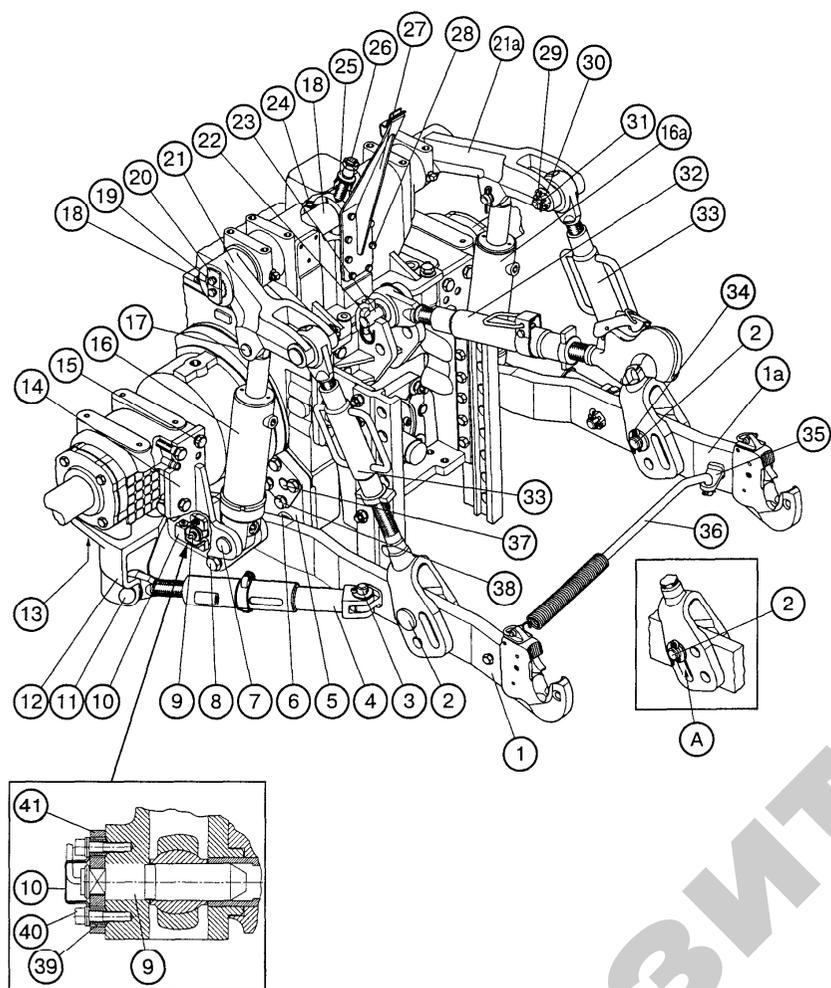


Рисунок 6.5 – ЗНУ с гидроузлами «BOSCH»:

1 и 1а – нижние левая и правая тяги; 2, 3, 7, 11, 17, 23, 31, 37 – пальцы; 4 – стяжка; 5 – кронштейн нижней тяги; 6 и 39 – втулка; 8, 13 (не показано); 15, 19, 28, 38 – болт; 9 – силовой датчик (палец); 10 – крышка; 12 – кронштейн стяжки; 14 – кронштейн цилиндра левый; 16 и 16а – цилиндры левый и правый; 18 – вал поворотный; 20 – планка; 21 и 21а – рычаг левый и правый; 22 – чека; 24 – эксцентрик; 25 – контргайка; 26 – датчик позиционный; 27 – кронштейн-крышка; 29 и 34 – шплинт; 30 – гайка; 32 – верхняя тяга; 33 – раскос; 35 – проушина; 36 – штанга; 40 – винт; 41 – скоба

Заднее навесное устройство с гидроподъемником тракторов «Беларус 1021/1025/1221/1221В».

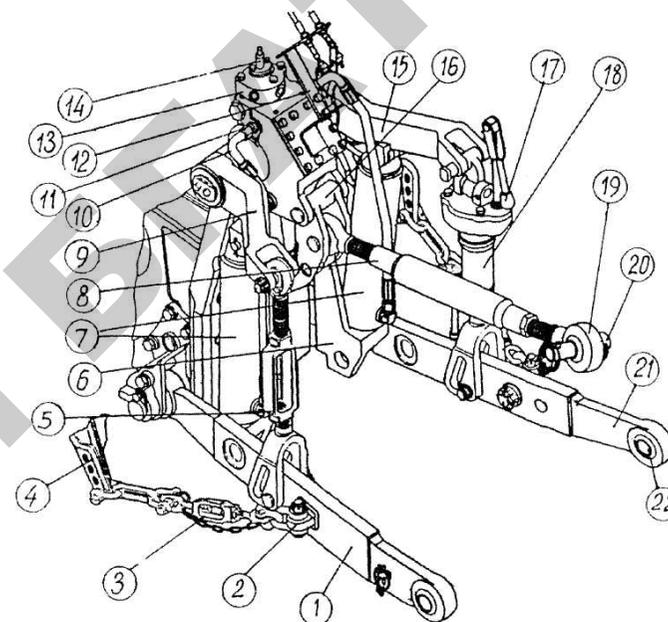


Рисунок 6.6 – ЗНУ с гидроподъемником:

1 – нижняя тяга; 2 – проушина; 3 – стяжка; 4 – кронштейн; 5 – раскос левый (нерегулируемый); 6 – корпус; 7 – гидроцилиндр; 8 – верхняя тяга; 9 – рычаг наружный левый; 10 – шланг гидроцилиндра; 11 – штуцер; 12 – кронштейн тросов; 13 – регулятор-распределитель; 14 – толкатель; 15 – рычаг наружный правый; 16 – серьга; 17 – рукоятка; 18 – раскос регулируемый правый; 19 – винт со сферическим шарниром; 20 – палец; 21 – нижняя тяга правая; 22 – сферический шарнир

Трехточечное ЗНУ (рисунок 6.6) обеспечивает присоединение к трактору навесных и полунавесных сельскохозяйственных машин и орудий с возможностью регулирования их рабочего положения.

Навесные машины и орудия присоединяются к сферическим шарнирам 22 нижних тяг 1, 21 и к винту с шарниром 19 верхней тяги 8. Гидроцилиндры 7 вмонтированы в заднее навесное устройство так, что плунжеры цилиндров соединены с наружными рычагами 9, 15, а корпуса цилиндров соединены с корпусом 6 гидроподъемника. Передние концы нижних тяг 1, 21 (рисунок 6.6) шарнирно соединены с кронштейнами, прикрепленными

ми к корпусу заднего моста. Передний винт со сферическим шарниром верхней тяги 8 соединен с серьгой 16 силового датчика. В серьге предусмотрено одно отверстие под установку пальца верхней тяги.

Заднее навесное устройство тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ».

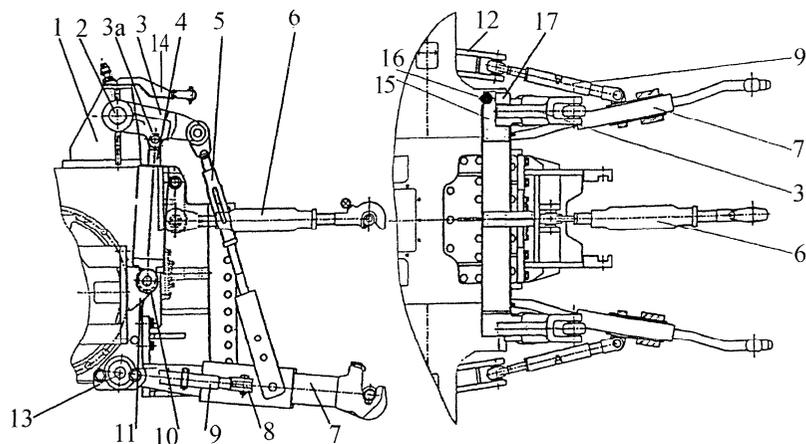


Рисунок 6.7 – ЗНУ тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ»:

1 – кронштейн поворотного вала; 2 – поворотный вал; 3 – наружные рычаги (левый и правый); 3а – пальцы штоков гидроцилиндров; 4 – гидроцилиндры; 5 – раскосы; 6 – верхняя тяга; 7 – нижние тяги; 8 – проушины; 9 – стяжки; 10 – пальцы; 11 – гидроцилиндры и кронштейны нижних тяг; 12 – кронштейны стяжек; 13 – пальцы (силовые датчики); 14 – кронштейн крепления верхней тяги; 15 – кронштейн датчика позиционного; 16 – датчик позиционный, 17 – эксцентрик

На руках заднего моста закреплены кронштейны 11, на которые при помощи пальцев 10 установлены два гидроцилиндра 4. Штоки цилиндров пальцами 3а соединены с наружными рычагами 3 (левым и правым). Наружные рычаги шлицевыми отверстиями посажены на вал 2, установленный в кронштейн 1, крепящийся на верхней плоскости заднего моста. Рычаги 3 через раскосы 5 соединяются с нижними тягами 7.

Стяжки обеспечивают регулировку или блокировку поперечных перемещений нижних тяг 7 в рабочем и транспортном положениях.

6.3 Тягово-сцепное устройство

Универсальное тягово-сцепное устройство (ТСУ) тракторов «Беларус 1021/1025/1221/1221В».

Тракторы, оборудованные ГНС с гидроподъемником, комплектуются универсальным ТСУ, показанным на рисунке 6.8.

Буксирное устройство для работы с двухосными прицепами состоит из тяговой вилки 5 со шкворнем 6. Корпус вилки соединен с пластинами 4, которые входят в паз направляющих боковин 3, 7 и фиксируются двумя пальцами 12. Пальцы фиксируются чекой 2 и стопорятся кольцом 1. Положение тяговой вилки вместе с корпусом может изменяться по высоте путем его перестановки по отверстиям в боковинах 3, 7.

Тяговая вилка 10 со шкворнем 11 предназначена для работы с полуприцепами.

Тяга 8 маятника со шкворнем 9 предназначена для присоединения к трактору полуприцепных и прицепных сельскохозяйственных машин.

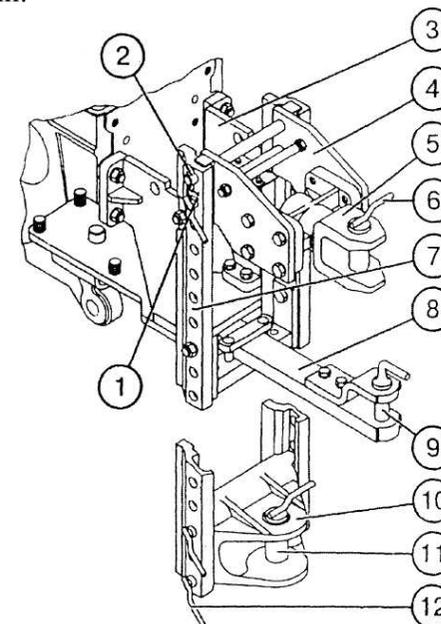


Рисунок 6.8 – Универсальное ТСУ тракторов «Беларус 1021/1025/1221/1221В»: 1 – стопорное кольцо; 2 – чека; 3 – боковина; 4 – пластина; 5 – тяговая вилка; 6 – шкворень; 7 – боковина; 8 – тяга маятника; 9 – шкворень; 10 – тяговая вилка; 11 – шкворень; 12 – палец

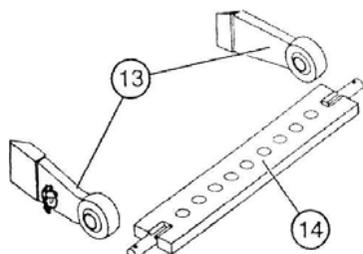


Рисунок 6.9 – Поперечина:
13 – нижняя тяга ЗНУ; 14 – поперечина (одинарная)

Поперечина двойная (рисунок 6.9). При комплектации трактора телескопическими нижними тягами возможна установка на задние концы тяг поперечины для присоединения к трактору прицепных и полунавесных сельскохозяйственных машин непосредственно без тяговой вилки. Поперечина устанавливается на передние концы нижних тяг при снятых задних концах.

Универсальное тягово-сцепное устройство (ТСУ) тракторов «Беларус 1222/1222В/1523/ 1523В/2022/2022В».

ТСУ лифтового типа включает вилку, а также (по заказу) тяговый брус и устройство типа «Питон».

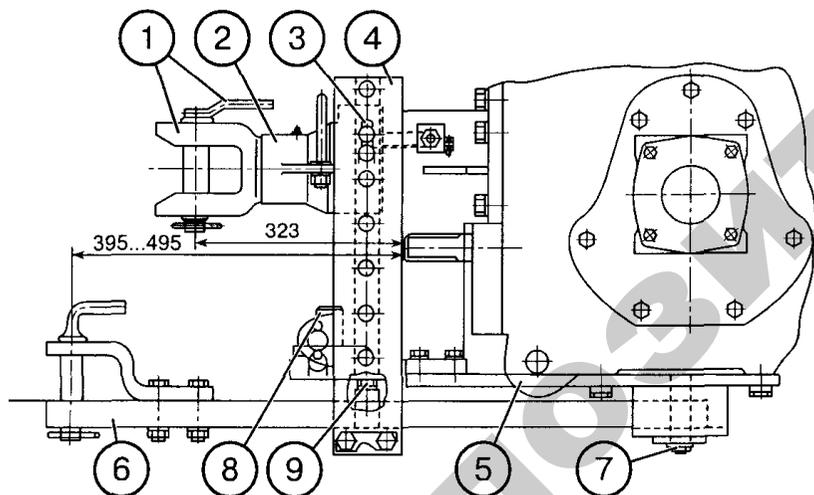


Рисунок 6.10 – Универсальное тягово-сцепное устройство (ТСУ) тракторов «Беларус 1222/1222В/1523/ 1523В/2022/2022В»:

1 – тяговая вилка со шкворнем; 2 – корпус; 3 – палец; 4 – кронштейн; 5 – опорный кронштейн; 6 – тяга; 7 – палец; 8 – пята; 9 – болты; 10 – палец

Вилка (ТСУ-3В) предназначена для работы с одноосными и двухосными прицепами. Состоит из тяговой вилки 1 со шкворнем и корпуса 2. Корпус тяговой вилки посредством пальца 3 соединяется с кронштейном 4. Положение корпуса вместе с тяговой вилкой может изменяться по высоте путем перемещения по направляющим в кронштейне 4 и фиксируется пальцем 3.

Прицепное устройство (**тяговый брус ТСУ-1М-01**). Предназначено для присоединения к трактору тяжелых прицепных и полуприцепных машин. Состоит из опорного кронштейна 5, тяги 6, соединенных с кронштейном пальцем 7. Тяга 6 может регулироваться на размер 395 и 495 мм от торца ВОМ до места присоединения петли прицепа путем перестановки пальца 7 в отверстиях тяги 6.

Устройство типа «**Питон**» (**ТСУ-2Р**). Используется для работы трактора с полуприцепными машинами и одноосными прицепами. Устройство 8 устанавливается в направляющие кронштейна 4 и закрепляется болтами 9. Для присоединения прицепа следует вынуть палец 10, надеть на пята 8 прицепную скобу прицепа и установить на место палец, который предотвращает отсоединение скобы прицепа.

Универсальное тягово-сцепное устройство (ТСУ) тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ».

ТСУ лифтового типа состоит из кронштейна 9 с направляющими и исполнительных устройств: крюка 2 с амортизатором, тягового бруса 6 и вращающейся тяговой вилки 3.

Крюк с амортизатором предназначен для работы с одноосными и двухосными прицепами. Он состоит из крюка 2 со скобой и элементами стопорения и корпуса 1, внутри которого смонтирован амортизатор. В корпус ввернуты две масленки для смазки опор оси крюка. Корпус крюка 1 посредством двух пальцев 12 с чеками закреплен в направляющих кронштейна 9. Положение крюка с амортизатором может изменяться по высоте путем перемещения его в пазах кронштейна 9.

Тяговый брус предназначен для работы с тяжелыми прицепными и полуприцепными машинами. Состоит из тяги 6 и шкворня 5 со шплинтом, передний конец тяги закреплен в кронштейне 9. Средней частью тяга опирается на поперечину 7, от боковых перемещений на поперечине тяга 6 фиксируется скобой 8.

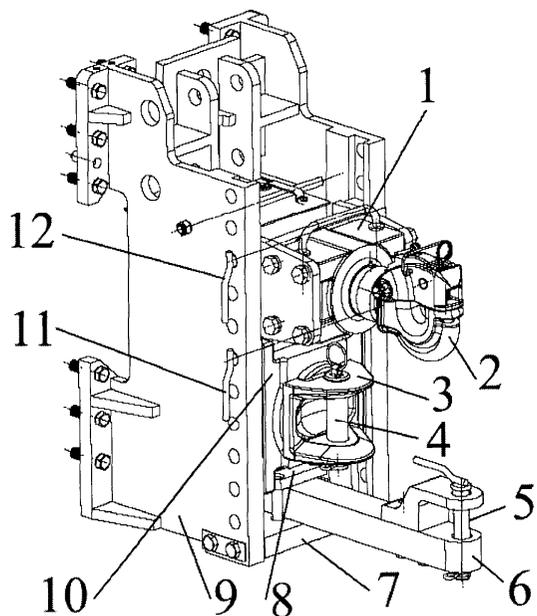


Рисунок 6.11 – Универсальное тягово-сцепное устройство тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ»:

1 – корпус; 2 – крюк; 3 – вилка; 4, 5 – шкворень; 6 – тяга; 7 – поперечина; 8 – скоба; 9 – кронштейн; 10 – корпус; 11, 12 – палец

Тяговая вилка (вращающаяся) предназначена для работы с тяжелыми полуприцепными машинами и одноосными прицепами. Состоит из вилки 3, шкворня 4 со шплинтом и корпуса 10. Корпус 10 посредством двух пальцев 11, 12 с чеками закреплен в направляющих кронштейна 9. Положение тяговой вилки изменяется по высоте, путем перемещения его в пазах кронштейна 9.

6.4 Переднее навесное устройство

Переднее навесное устройство (ПНУ) тракторов «Беларус 1222/1222В/1523/ 1523В/2022/2022В» (если установлено).

ПНУ предназначено для работы трактора в составе комбинированных агрегатов и служит для присоединения к трактору навесных сельскохозяйственных машин, работающих впереди трактора и регулировки их рабочего положения.

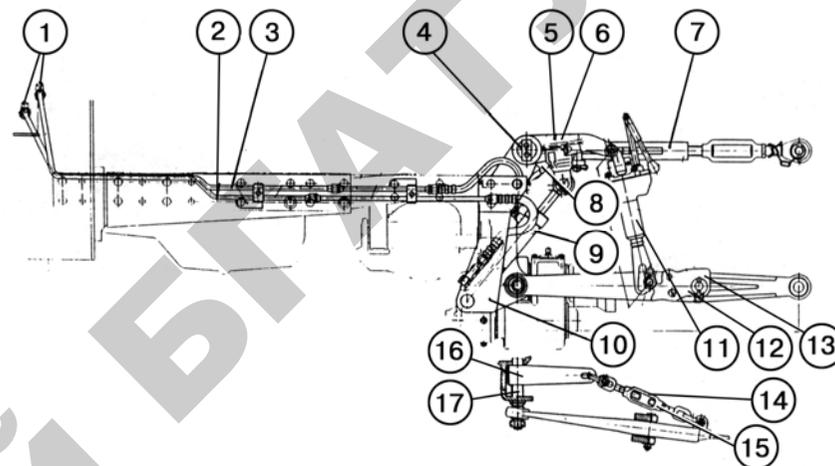


Рисунок 6.12 – Переднее навесное устройство (ПНУ):

1 – боковые выводы; 2 и 3 – маслопроводы; 4 – поворотный вал; 5, 6 – рычаги; 7 – верхняя тяга; 8 – рычаг; 9 – гидроцилиндр; 10 – кронштейн; 11 – раскос; 12, 13 – нижняя тяга; 14, 15 – стяжки; 16 – кронштейн; 17 – ось нижних тяг

Трактор с ПНУ может комплектоваться передним независимым валом отбора мощности, устанавливаемым на переднюю плоскость кронштейна. Присоединение сельскохозяйственных машин к ПНУ осуществляется аналогично присоединению к заднему навесному устройству, но с использованием автосцепки СА-1.

ПНУ имеет механизм ограничения перемещения передних шарниров нижних тяг вниз при работе с машинами.

ПНУ устанавливается на переднюю плоскость бруса и крепится пластинами к лонжеронам и боковой поверхности бруса. Маслопроводы 2, 3 соединяют боковые выводы 1, расположенные справа по ходу трактора с гидроцилиндрами 9 навесного устройства.

Гидроцилиндры двойного действия, с одной стороны крепятся к кронштейну 10, а штоками соединены с поворотными рычагами 5, 6, установленными на шлицах поворотного вала 4. Поворотные рычаги раскосами 11 соединяются с нижними тягами 12, 13 навески, установленными на оси 17, проходящей через кронштейн 10. На этой же оси располагаются и кронштейны 16, которые стяжками 14, 15 соединяются с нижними тягами. На поворотном валу установлен рычаг 8 механизма ограничения опускания, который в рабочем положении опирается на палец, установленный в кронштейне 10.

Верхняя тяга 7 одним концом соединяется с рычагом 8, а другим с сельскохозяйственной машиной.

**Переднее навесное устройство тракторов
«Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ».**

ПНУ предназначено для работы трактора в составе комбинированных агрегатов и служит для присоединения к трактору навесных сельскохозяйственных машин, расположенных впереди трактора, а также для установки дополнительного балласта.

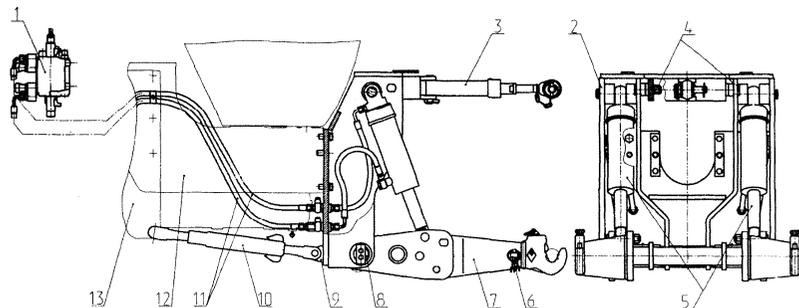


Рисунок 6.13 – Переднее навесное устройство тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ»:

1 – распределитель; 2 – кронштейн; 3 – верхняя тяга; 4 – пальцы; 5 – цилиндры; 6 – чека; 7 – блок нижних тяг; 8 – вал; 9 – уши; 10 – стяжки; 11 – маслопроводы; 12 – брус; 13 – кронштейны

Трактор с ПНУ комплектуется передним независимым валом отбора мощности, устанавливаемым на переднюю плоскость кронштейна 2 (рисунок 6.13).

Присоединение сельскохозяйственных машин к ПНУ аналогично присоединению к заднему навесному устройству. ПНУ монтируется на передней плоскости бруса и крепится дополнительными пластинами к боковой поверхности бруса. В нижней части кронштейна 2 ПНУ имеются две проушины 9, к которым присоединяются две стяжки 10. Другие концы винтовых стяжек замыкаются на два кронштейна 12, которые устанавливаются с двух сторон картера двигателя. Маслопроводы 11 соединяют одну секцию распределителя 1, расположенного за кабиной трактора, с гидроцилиндрами 5 навесного устройства. Гидроцилиндры двойного действия, с одной стороны крепятся к кронштейну 2, а штоком соединены с блоком нижних тяг 7, установленным на валу 8 в нижней части кронштейна. Верхняя тяга 3

крепится двумя пальцами 4 к верхней части кронштейна 2 ПНУ.

Перевод НУ из рабочего положения в транспортное осуществляется следующим образом (рисунок 6.14):

а) съемная часть верхней тяги 2 устанавливается на уши, расположенные в верхней части кронштейна 1;

б) из блока нижних тяг извлекаются пальцы 3 из отверстия «А»;

в) поворотные концы блока тяг, поворачиваются вокруг пальца 4 до совмещения отверстий «А» в поворотных концах тяг с отверстиями «Б» в блоке тяг;

г) в совмещенные отверстия «Б» вставить палец 3.

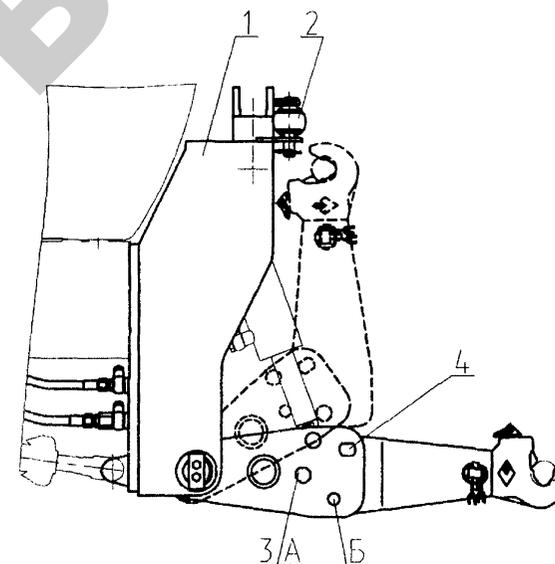


Рисунок 6.14 – Транспортное положение ПНУ тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ»:

1 – уши; 2 – съемный конец верхней тяги; 3, 4 – пальцы

Шарниры захватов нижних тяг навесного устройства следует установить на нижнюю ось сельскохозяйственной машины, медленно подъезжать к машине с максимально опущенными захватами нижних тяг, пока зев захватов не расположится под шарнирами на оси машины. Для проведения стыковки следует осуществлять подъем передних концов тяг до тех пор, пока шарниры не будут зафиксированы в захватах нижних тяг. Установите чеку 6 (рисунок 6.13). Присоедините верхнюю тягу 3 (рисунок 6.13).

НЕИСПРАВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГНС**7.1 Неисправности системы управления ГНС
с гидромеханическим регулятором**Таблица 7.1 – Неисправности системы управления ГНС
без гидроподъемника

Неисправность, внешнее проявление	Причина
Сельскохозяйственное орудие не поднимается	Отсутствует или недостаточно давление в гидросистеме (цилиндре)
Давление отсутствует (не более 10 бар) при любых оборотах дизеля	Зависание перепускного клапана распределителя. Засорение предохранительного клапана распределителя
Давление падает до 160 бар и менее при уменьшении оборотов дизеля. По мере нагнетания масла падение давления продолжается. Давление падает незначительно при уменьшении оборотов дизеля (не менее 160 бар)	Неисправен насос. Разрегулирована тяга управления регулятором
Сельскохозяйственное орудие поднимается медленно	Уровень масла в баке на 200–300 мм ниже метки. Подсос воздуха в гидросистему. Повышенные утечки масла в насосе. Проверьте по падению давления при снижении оборотов дизеля
Сельскохозяйственное орудие не удерживается в транспортном положении. После подъема в транспортное положение происходит самопроизвольное опускание орудия	Утечка масла по уплотнениям цилиндра или через регулятор
Повышенный нагрев масла в гидросистеме	Недостаточное количество масла в баке. Невозврат рукоятки регулятора из положения «Подъем». Невозврат рукояток распределителя из положения «Подъем». Погнуты или смяты маслопроводы

нок 6.13) пальцем 2 (рисунок 6.15) к сельскохозяйственной машине, удлиняя или укорачивая переднюю часть ползуна 1 (рисунок 6.15), предварительно открутив гайку 4. Дальнейшую настройку рабочего положения машины осуществляйте за счет изменения длины верхней тяги 3 (рисунок 6.13) вращением ползуна 1 (рисунок 6.15). После регулировки закрутите контргайку 4 (рисунок 6.15).

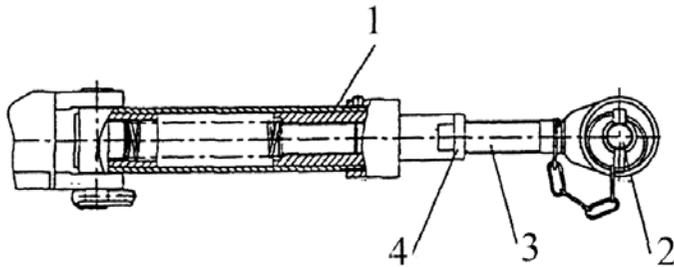


Рисунок 6.15 – Верхняя тяга ПНУ:

1 – ползун; 2 – палец; 3 – регулировочный винт; 4 – контргайка

Контрольные вопросы

1. На какие типоразмеры делятся навесные устройства, устанавливаемые на сельскохозяйственных тракторах?
2. Назовите основные геометрические параметры навесного устройства, указанные в ГОСТе.
3. Перечислите основные сборочные единицы заднего навесного устройства.
4. Назовите конструктивные отличительные особенности категорий навесных устройств НУ-2, НУ-3.
5. Перечислите особенности конструкции заднего навесного устройства с гидроподъемником.
6. Какие регулировки навесного устройства вы знаете?
7. Назначение и сборочные единицы тягово-сцепного устройства.
8. В каких случаях используется:
 - тяговая вилка;
 - тяговый брус;
 - устройство типа «Питон»?

Окончание таблицы 7.1

Неисправность, внешнее проявление	Причина
Повышенный нагрев происходит без нагрузки гидросистемы	Рассушаривание деталей стержневого клапана распределителя
При силовом регулировании изменения глубины обработки (пахоты) превышают агротехнические нормы, обороты дизеля падают при перегрузках, наблюдается повышенное буксование	Верхняя тяга навесного устройства установлена на нижние отверстия серьги. Маховичок настройки скорости коррекции завернут до упора. Не отрегулированы силовой датчик или силовая тяга. Разбиты отверстия на стойке и раме плуга. Недостаточная жесткость рамы плуга
При позиционном регулировании частота коррекций превышает 6 раз в минуту при максимальных оборотах дизеля	Маховичок настройки скорости коррекции завернут до упора. Утечка масла по уплотнениям цилиндра или через регулятор

Таблица 7.2 – Неисправности системы управления ГНС с гидроподъемником

Неисправность, внешнее проявление	Причина
Отсутствует подъем навески. При установке какой-либо рукоятки секционного распределителя в позицию «Подъем» не происходит изменения шума насоса	Выключен насос. Засорение жиклерного отверстия в клапане-игле распределителя. Негерметичность (попадание посторонних частиц) по отверстию седла и под клапан-иглу распределителя
Отсутствует подъем навески, или резкое снижение грузоподъемности. При установке какой-либо рукоятки секционного распределителя в позицию «Подъем» насос издает резкий, «визжащий» звук. Масло, как правило, перегревается	Недостаточно масла в баке. Подсос воздуха в линии всасывания насоса
Отсутствует подъем навески или резкое снижение грузоподъемности при одновременном замедлении подъема. Проявляется по мере нагрева масла. При остывании масла грузоподъемность восстанавливается	Износ или разрушение насоса

Продолжение таблицы 7.2

Неисправность, внешнее проявление	Причина
Отсутствует подъем навески. При установке какой-либо рукоятки секционного распределителя в позицию «подъем» слышен характерный шум работающего под нагрузкой насоса без «визга». Неисправность проявляется при любой температуре масла	Заедание золотника в корпусе регулятора-распределителя. Грязное масло. Зависание клапана разгрузки регулятора-распределителя в открытом положении. Засорение жиклерного отверстия на боковой поверхности корпуса клапана отсеки регулятора-распределителя
Отсутствует опускание навески с сельскохозяйственным орудием. Установки рукояток управления вперед для опускания не достаточно – требуется дополнительное нажатие на толкатель или (в гидроподъемниках старых образцов без толкателей) нанесение легких ударов сверху по корпусу регулятора-распределителя. Внимание! Пользование толкателем производите только из кабины трактора через открытое заднее стекло	Заедание золотника в корпусе регулятора-распределителя в позициях «Нейтраль» или «Подъем». Грязное масло.
Затруднено опускание навески без орудия. Требуется большое дополнительное внешнее усилие на навеску. При заглушенном дизеле опускание облегчается	Засорение фильтра в масляном баке
«Просадка» навески с орудием перед подъемом. После установки рукоятки назад в сторону подъема навеска с приподнятым над землей орудием вначале немного опускается. Как правило, это сопровождается частым срабатыванием при автоматических коррекциях и быстрым самопроизвольным опусканием при заглушенном дизеле.	Разгерметизация противоусадочного клапана регулятора-распределителя

Продолжение таблицы 7.2

Неисправность, внешнее проявление	Причина
Насос не разгружается после окончания подъема в транспортном положении навески. После окончания подъема сразу же слышен характерный шум насоса, работающего под максимальным давлением, неисправность проявляется только при максимальном подъеме навески (при неполном подъеме насос разгружается)	Износ или повреждение конечного выключателя (датчик (рычаг) позиционный, ограничитель, обойма, ролик суммирующего звена) устройства управления гидроподъемником
Повышенная температура масла (выше 80 °С) в баке. Постоянная работа насоса под нагрузкой, (давление выше 20 бар) при поднятой навеске с орудием. При перемещении позиционной рукоятки вперед до первого опускания (насос не разгружается). Внутренняя герметичность в норме – при заглушенном дизеле (или выключенном насосе) навеска с орудием массой не менее 800 кг опускается из транспортного положения (усадка по цилиндрам) не более 25 мм за 5 минут	Разрушение или усадка пружины клапана отсечки регулятора-распределителя. Негерметичность по шарик клапана отсечки регулятора-распределителя. Негерметичность по шарик уравнивающего клапана регулятора распределителя
Повышенная температура масла (выше 80 °С) в баке. Постоянная работа насоса под нагрузкой (давление выше 20 бар). При перемещении позиционной рукоятки вперед насос ненадолго разгружается. Неудовлетворительная внутренняя герметичность. При заглушенном дизеле или выключенном насосе навеска с орудием опускается	Разрушение резиновых уплотнительных колец в наружных канавках корпуса регулятора-распределителя. Разрушение резинового уплотнительного кольца на пробке противоусадочного клапана регулятора-распределителя. Потеря герметичности по шарик противоусадочного клапана регулятора-распределителя

Окончание таблицы 7.2

Неисправность, внешнее проявление	Причина
Самопроизвольное опускание навески с орудием при заглушенном дизеле (или выключенном насосе). При работающем дизеле навеска не опускается, но происходит постоянная корректировка положения навески (частая коррекция через 3–5 с)	См. неисправность «Повышенная температура масла (выше 80 °С) в баке. Внутренняя герметичность неудовлетворенная»
Самопроизвольное опускание навески с грузом при заглушенном дизеле (или выключенном насосе). «Частая» коррекция. Возможно перегревание масла. Наружная утечка масла по плунжеру у одного или обоих цилиндров	Выход из строя уплотнительных манжет плунжерного гидроцилиндра
Сильная вибрация навески при опускании орудия. Может происходить при опускании тяжелых орудий массой более 2000 кг	Разрушение или усадка пружины замедлительного клапана регулятора-распределителя. Разрушение упора замедлительного клапана регулятора-распределителя
Рукоятки управления (позиционная и силовая) не удерживаются в заданном положении на пульте управления. Самопроизвольное перемещение-сползание одной или обеих рукояток вперед, в сторону опускания навески	Ослаблен поджим или износ фрикционных шайб фиксации рукояток
Положение рукояток управления (позиционной и силовой) на цифрах «0» и «9» не соответствует транспортному и крайнему нижнему положению навески. Ход плунжеров цилиндров менее 190 мм	Нарушение тросовой регулировки положения рукояток на пульте управления
При работе на пахоте и сплошной культивации на силовом способе регулирование орудие при небольшом перемещении силовой рукоятки (14) выскакивает из почвы или чрезмерно заглубляется	Разрушение пружины силового датчика

7.2 Проверка исправности ГНС с гидромеханическим регулятором

7.2.1 ГНС с регулятором без смешанного регулирования

Проверка правильности регулировок тяги управления регулятором. При установке рукоятки управления в крайнее заднее положение между резиновым роликом и краем сектора должен быть зазор «В» = 18–24 мм. Проверьте правильность регулировки, попеременно устанавливая рукоятку управления в крайние положения «Подъем» и «Принудительное опускание». Если нет подъема, тягу укоротите. Если нет принудительного опускания, тягу удлините.

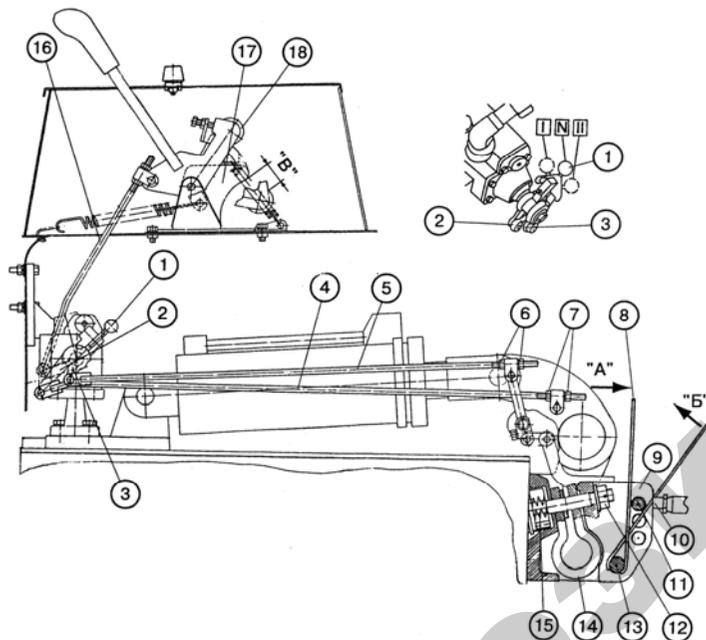


Рисунок 7.1 – Система управления ГНС с регулятором без смешанного регулирования:

1 – переключатель сигналов; 2 – рычаг позиционный; 3 – рычаг силовой; 4 – тяга позиционная; 5 – тяга силовая; 6, 7 – гайки регулировочные; 8 – рычаг монтажный; 9 – серьга верхней тяги; 10 – тяга верхняя; 11 – палец серьги; 12 – регулировочная гайка датчика; 13 – палец; 14 – пружина силового датчика (сжатие); 15 – пружины силового датчика (растяжение); 16 – тяга управления регулятором; 17 – сектор; 18 – ролик; «А» и «Б» – позиции монтажного рычага 8

Проверка правильности регулировок тяги позиционного регулирования (проводится при отсоединенном сельскохозяйственном орудии) (рисунок 7.1).

При правильно отрегулированной тяге 4 и установке рукоятки управления в крайние положения по зоне регулирования снизу и сверху по ходу навесного устройства должны быть нерегулируемые участки. Если нет нерегулируемого участка снизу (навесное устройство не приподнимается после отпускания рукоятки), тягу 4 нужно укоротить. Если нет нерегулируемого участка сверху (после последнего подъема по зоне регулирования навесное устройство больше не поднимается), тягу нужно удлинить.

Проверка правильности регулировок силового датчика (проводится при отсоединенном сельскохозяйственном орудии):

- установите переключатель 1 в среднее положение «N»;
- снимите с трактора верхнюю тягу 10 навесного устройства;
- установите палец 11 в верхние отверстия серьги 9;
- с помощью специального рычага 8 поверните серьгу 9 вокруг пальца 13 по направлению стрелки «А» до полного сжатия пружин 15. После снятия нагрузки с рычага серьга должна возвратиться в исходное положение, при этом ход датчика, замеренный по перемещению тяги 5, должен составлять не менее 12 мм;
- переставьте специальный рычаг 8 и поверните серьгу 9 по направлению «Б» до полного сжатия пружины 14. После снятия нагрузки серьга должна вернуться в исходное положение, при этом ход тяги 5 должен составлять не менее 20 мм.

Проверка и регулировка тяги силового регулирования (рисунок 7.1). При правильно отрегулированной тяге 5 ход силового датчика от максимального растяжения до максимального сжатия соответствует зоне регулирования. Для проверки регулировки тяги 5 достаточно приподнять орудие над поверхностью площадки, на которой стоит трактор, при этом масса орудия создаст необходимое растягивающее усилие на силовой датчик через верхнюю тягу. Верхняя тяга при проверке должна быть установлена на верхние отверстия серьги 9. Орудие приподнимайте только до отрыва от земли.

7.2.2 ГНС с регулятором и смешанным регулированием

Правильность регулировок тяги управления регулятором 20 производится аналогично описанной в п.7.2.1.

Правильность регулировок тяги позиционного регулирования:

- поднимите навесное устройство в крайнее верхнее положение;
- установите рукоятку-маховик 8 (рисунок 7.2) положение «П»;
- опустите и опять поднимите навесное устройство. Тяга 3 должна перемещаться назад и вперед синхронно с движением навесного устройства. Это означает, что позиционное регулирование включилось;
- если позиционное регулирование не включилось, поднимите навесное устройство в крайнее верхнее положение и удлините позиционную тягу 5 до надежного включения. Если же позиционное регулирование включилось сразу, укоротите позиционную тягу 5 до потери включения, а затем удлините до надежного включения.

Примечание. При излишне длиной позиционной тяге 5 уменьшится регулируемый ход навесного устройства.

Правильность регулировок силового датчика:

- поднимите навесное устройство в крайнее верхнее положение и установите рукоятку-маховик 8 (рисунок 7.2) в положение «О» (выключено);
- опустите навесное устройство и заглушите дизель;
- снимите верхнюю тягу навесного устройства;
- установите палец 17 в верхние отверстия серьги 18;
- с помощью специального рычага 19 создайте последовательно растягивающее и сжимающее усилия на силовой датчик. Проконтролируйте перемещения силовой тяги 7. Оно должно быть не менее 4 мм назад, при сжатии – вперед не менее 10 мм. После снятия усилий тяга 7 должна четко возвращаться в первоначальное положение.

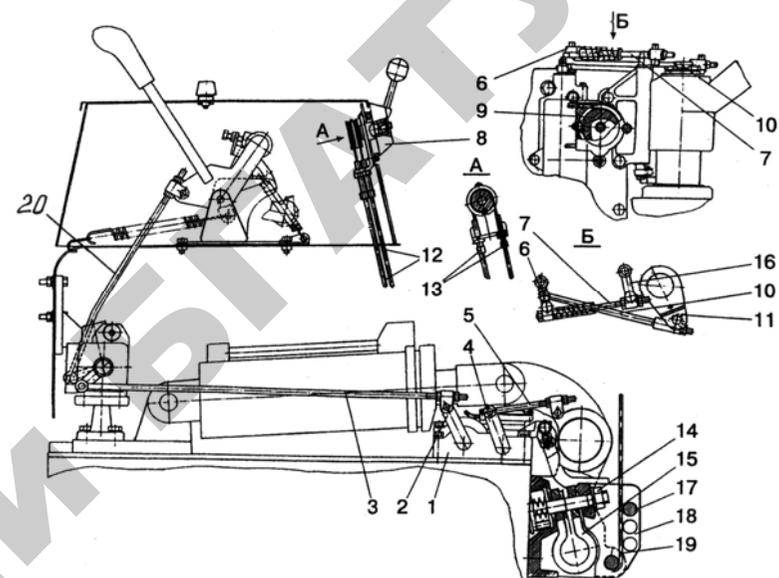


Рисунок 7.2 – Система управления ГНС со смешанным регулированием:
1 – переключатель режимов; 2 – рычаг; 3 – тяга; 4 – рычаг; 5 – позиционная тяга; 6 – рычаг; 7 – силовая тяга; 8 – маховик; 9 – шкив; 10 – тяга блокировки; 11 – рычаг; 12 – тросы управления; 13 – винты регулировочные; 14 – гайка датчика; 15 – пружина датчика; 16 – рычаг; 17 – палец; 18 – серьга; 19 – специальный рычаг; 20 – тяга управления регулятором

Правильность регулировок тяги силового регулирования.

При правильно отрегулированной тяге 7 (рисунок 7.2) ход силового датчика от максимального растяжения до максимального сжатия соответствует зоне регулирования регулятора.

Правильность регулировок положения и натяжения тросов в управлении переключателем.

- поднимите навесное устройство в крайнее верхнее положение;
- поверните рукоятку-маховик 8 (рисунок 7.2) сторону положения «О» до упора;
- опустите навесное устройство. Тяга 3, соединяющая переключатель и регулятор, при подъеме и опускании должна быть неподвижной. Это означает, что датчики выключены;
- в нижнем положении навесного устройства вращением регулировочных винтов 13 добейтесь совпадения метки «О» на маховике 8 с меткой на пульте. Следите при этом за отсутствием про-

висания тросов 12. Свободный ход рукоятки-маховика по метке должен быть 5–10 мм.

Правильность регулировок тяги блокировки:

- поднимите навесное устройство в крайнее верхнее положение;
- проверьте возможность установки маховика 8 (рисунок 7.2) в позицию «Ш» – силовое регулирование;
- если рукоятка-маховик свободно устанавливается из положения «О» в положение «П» и примерно до середины между метками «П» и «Ш», а далее не поворачивается, не опуская навесное устройство, постепенно укорачивайте тягу блокировки 10 до надежного включения позиции «Ш».

После проведения регулировок тяг проверьте затяжку всех регулировочных гаек на тягах и наличие шплинтов.

7.3 Неисправности системы управления ГНС с электрогидравлическим регулятором

Система ЭГСАРНУ самостоятельно диагностирует неисправности, возникающие в ней самой. Контрольная лампа сигнализатора диагностики (светодиод КЛД), индицирующая неисправность, размещается на основном пульте управления.

КЛД индицирует код неисправности, например, следующим образом:

длинная пауза	три проблеска	короткая пауза	два проблеска	длинная пауза
2,8 сек.	* * *	1,4 сек.	* *	2,8 сек.

номер

неисправности 32: 3 2

С помощью кода неисправности последняя может быть идентифицирована более подробно.

После устранения всех неисправностей КЛД гаснет.

Неисправности, по степени их влияния на работоспособность системы, делятся на три группы:

Тяжелые неисправности, коды 11–17:

* регулирование прекращается и система блокируется. Реле отключаются (защита выходных каскадов);

Указания водителю: КЛД индицирует код неисправности. Индикация прекращается после возобновления регулирования.

* для возобновления регулирования: неисправность должна быть устранена, повернут ключ зажигания, переключателем быстрого подъема система ENR должна быть разблокирована.

Средние неисправности, коды 22–28:

* регулирование прекращается и система блокируется.

Указания водителю: КЛД индицирует код неисправности. Индикация прекращается после возобновления регулирования.

Для возобновления регулирования: неисправность должна быть устранена, переключателем быстрого подъема система ENR должна быть разблокирована. С помощью кнопок управления навесное устройство (НУ) может быть поднято и опущено.

Легкие неисправности, коды 31–37:

Режим регулирования сохраняется.

При обнаружении системой неисправности необходимо провести следующие операции:

1. Заглушите дизель.
2. Установите органы управления на основном пульте управления (рисунок 5.12):
 - рукоятку 7 управления навесным устройством — в положение «выключено»;
 - рукоятку 3 регулировки ограничения подъема — в положение «0»;
 - рукоятку 4 регулировки глубины обработки почвы — в положение «0»;
 - рукоятку 1 регулировки скорости опускания — в среднее положение;
 - рукоятку 2 регулировки режима «Силовой–позиционный» — в среднее положение.

3. Запустите дизель и, при отсутствии дефектов, приступите к работе. Если таким образом дефекты не устранились, то произведите диагностику системы и устраните неисправности.

Перечень возможных дефектов и способы их проверки приведены в таблице 7.1.

Внимание!

1. Отключить «массу» электропроводки.
 2. Рассоединение электрических разъемов системы управления навесным устройством производите только при заглушенном дизеле.
 3. Измерение указанных величин напряжений производите при запуске дизеля, соблюдая меры безопасности при работе с электрическими изделиями под напряжением.
- Нумерация контактов в разъемах жгута указана на корпусных деталях разъемов.

Таблица 7.3 – Сложные дефекты

Код дефекта	Описание дефекта, возможная причина	Способ проверки дефекта
11	Неисправность в цепи управления электромагнитным клапаном подъема. Обрыв в обмотке электромагнита или в жгутах управления электромагнитом 9 (рисунок 5.1)	Отсоедините от электромагнита жгут и проверьте тестером электромагнит на обрыв. Сопротивление электромагнита должно быть не более 2–4 Ом. В случае исправности электромагнита проверьте жгут управления электромагнитом на механическое повреждение и проверьте тестером провод на обрыв от клеммы (П.6) разъема электромагнита до клеммы 37 55-полусного разъема электронного блока (П.6 и П.7)
12	Неисправность в цепи управления электромагнитным клапаном опускания. Обрыв в обмотке электромагнита или в жгутах управления электромагнитом 10 (рисунок 5.1)	Отсоедините от электромагнита жгут и проверьте тестером электромагнит на обрыв. Сопротивление электромагнита должно быть не более 2–4 Ом. В случае исправности электромагнита проверьте жгут управления электромагнитом на механическое повреждение и проверьте тестером провод на обрыв от клеммы (П.6) разъема электромагнита до клеммы 19 55-полусного разъема электронного блока (П.6 и П.7)
13	Неисправность в цепи управления электромагнитным клапаном опускания или подъема. Короткое замыкание в одном из электромагнитов или замыкание проводов управления электромагнитами в жгутах (рисунок 5.1, позиции 9, 10)	Отсоедините от электромагнита жгуты, проверьте тестером электромагниты на короткое замыкание. Сопротивление электромагнита должно быть не более 1,6 Ом. Либо замерьте ток потребления электромагнита, подав на него напряжение 6 В. Ток не должен превышать 3,2 А. Отсоединив разъем от электронного блока, проверьте клеммы 19 и 35 на короткое замыкание (П.6 и П.7), (при этом электромагниты должны быть отсоединены)

Продолжение таблицы 7.3

Код дефекта	Описание дефекта, возможная причина	Способ проверки дефекта
14	Неисправность в цепи управления электромагнитными клапанами опускания и подъема. Обрыв провода в жгутах управления электромагнитами.	Проверьте общий жгут системы на механическое повреждение. Отсоедините разъем от электронного блока, отсоедините разъемы от электромагнитов и проверьте тестером на обрыв провод от клеммы 35 (П.7) разъема электронного блока до клеммы 2 разъемов электромагнитов. Проверьте наличие напряжения питания на клемме 29 разъема электронного блока (при этом необходимо запустить дизель). При отсутствии напряжения проверьте надежность подключения проводов к предохранителю и сам предохранитель. Предохранитель находится в блоке предохранителей 2 (рисунок 5.1). Напряжение на предохранитель поступает после запуска дизеля с блока реле 1.
15	Неисправность выносных кнопок управления. Короткое замыкание проводов или блокирование одной из выносных кнопок управления, при этом навесное устройство сразу после запуска дизеля начинает подниматься вверх либо опускаться вниз	Проверьте жгуты от выносных кнопок управления на механическое повреждение. Поочередно отключите каждую кнопку до пропадания дефекта. При отключении кнопок необходимо глушить дизель. Если при отсоединенных кнопках дефект не исчез, то необходимо отсоединить от электронного блока разъем и прозвонить тестером клеммы 36 и 37, 36 и 9 на короткое замыкание
16	Неисправность электронного блока. Стабилизированное напряжение питания, запитывающее пульт управления, ниже требуемого уровня. Возможно, произошло короткое замыкание в разъемах датчиков усилия и позиции ЗНУ из-за попадания воды в разъемы	Отсоедините от общего жгута основной пульт управления. Замерьте стабилизированное напряжение питания на контактах 6 (минус) и 4 (плюс) разъема основного пульта (П.6), которое должно быть 9,5 В (дизель должен быть запущен). При пониженном напряжении питания либо отсутствии такового необходимо проверить надежность подключения разъема электронного блока. Проверьте тестером соединение контакта 6 разъема основного пульта с минусом трактора. Поочередно отсоедините датчики усилия и позиции ЗНУ

Окончание таблицы 7.3

Код дефекта	Описание дефекта, возможная причина	Способ проверки дефекта
17	Неисправность системы электроснабжения трактора. Напряжение, питающее систему управления ЗНУ, выше требуемого уровня (выше 18 В). Возможно, неисправен генератор	Проверьте напряжение питания электронной системы управления навесным устройством, которая запитывается с блока реле 1 (рисунок 5.1) через блок предохранителей 2 после запуска дизеля. Напряжение не должно превышать 18 В. При напряжении питания 18 В либо выше проверьте исправность генератора
22	Неисправность датчика позиции. Обрыв провода датчика или датчик не подсоединен.	Проверьте: <ul style="list-style-type: none"> • надежность подсоединения электрического разъема к датчику позиции 5 (рисунок 5.1); • жгут, подключенный к датчику, на механическое повреждение; • правильность установки эксцентрика ЗНУ, т.е. при максимальном опускании ЗНУ датчик должен находиться в минимальном поджатом состоянии и наоборот; • правильность регулировки позиционного датчика (если дефект проявляется в крайнем нижнем положении ЗНУ, то необходимо датчик ввинтить, а если в крайнем верхнем положении, то датчик нужно вывинтить)

Таблица 7.4 – Средние дефекты

Код дефекта	Описание дефекта, возможная причина	Способ проверки дефекта
23	Неисправность основного пульта управления. Неисправен потенциометр глубины вспашки (рисунок 5.12, позиция 4)	Проверьте надежность подключения разъемов пульта управления и электронного блока, а также проверьте жгут на механическое повреждение. Проверьте выходное напряжение согласно электрической схеме (П.7)

Окончание таблицы 7.4

Код дефекта	Описание дефекта, возможная причина	Способ проверки дефекта
24	Неисправность основного пульта управления. Неисправен потенциометр верхнего конечного положения ЗНУ (рисунок 5.12, позиция 3)	Проверьте надежность подключения разъемов пульта управления и электронного блока, а также проверьте жгут на механическое повреждение. Проверьте выходное напряжение согласно электрической схеме (П.7)
28	Неисправность основного пульта управления. Неисправен рычаг управления ЗНУ (рисунок 5.12, позиция 7)	Проверьте надежность подключения разъемов пульта управления и электронного блока, а также, проверьте жгут на механическое повреждение. Проверьте выходное напряжение, согласно электрической схеме (П.7)
31	Неисправность правого датчика усилия. Разрыв кабеля или короткое замыкание датчика (рисунок 5.1, позиция 11)	Проверьте подключение кабеля к датчику усилия и проверьте кабель на механическое повреждение. Также возможна перегрузка датчика усилия
32	Неисправность левого датчика усилия. Разрыв кабеля или короткое замыкание датчика (рисунок 5.1, позиция 10)	Проверьте подключение кабеля к датчику усилия и проверьте кабель на механическое повреждение. Также возможна перегрузка датчика усилия

Таблица 7.5 – Легкие дефекты

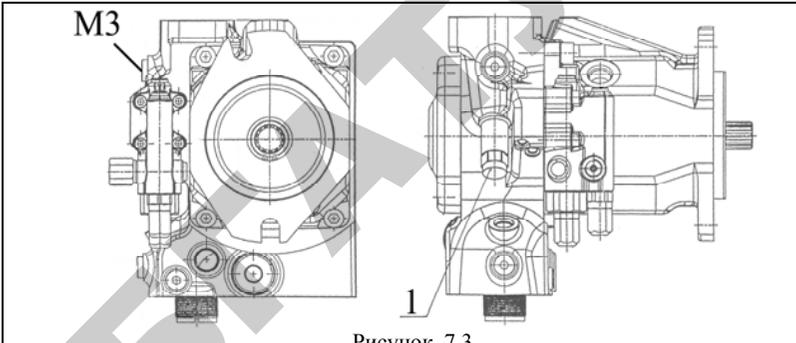
Код дефекта	Описание дефекта, возможная причина	Способ проверки дефекта
33	Неисправность системы электроснабжения трактора. Напряжение, питающее систему управления ЗНУ, ниже требуемого уровня (ниже 12 В). Возможно подгорание предохранителя в блоке реле (рисунок 5.1, позиция 1) либо плохой контакт предохранителя в блоке предохранителей 2	Проверьте напряжение питания электронной системы управления навесным устройством, которая запитывается с блока реле (рисунок 5.1, позиция 1) через блок предохранителей 2 после запуска дизеля. Напряжение питания должно быть не менее 12 В. При напряжении питания менее 12 В, проверьте исправность генератора. Проверьте надежность подключения предохранителей в блоке реле 1 и в блоке предохранителей 2, а также подключенные к ним провода

Окончание таблицы 7.5

Код дефекта	Описание дефекта, возможная причина	Способ проверки дефекта
34	Неисправность основного пульта управления. Неисправен потенциометр скорости управления ЗНУ (рисунок 5.12, позиция 1)	Проверьте надежность подключения разъемов пульта управления и электронного блока, а также проверьте жгут на механическое повреждение. Проверьте выходное напряжение согласно электрической схеме (П.7)
36	Неисправность основного пульта управления. Неисправен потенциометр смешивания режимов вспашки: силовой-позиционный (рисунок 5.12, позиция 2)	Проверьте надежность подключения разъемов пульта управления и электронного блока, а также жгут на механическое повреждение. Проверьте выходное напряжение согласно электрической схеме (П.7)
37	Неисправность электрогидравлического регулятора. Возможно, не включен насос высокого давления	Проверьте давление на одной из секций распределителя управления выносными гидроцилиндрами, которое должно быть не менее 180–200 кгс/см ² . На заглушенном дизеле проверьте перемещения золотника регулятора путем воздействия на него через резиновые колпачки электромагнитов. Золотник должен перемещаться свободно

Таблица 7.6 – Общие неисправности ГС управления НУ трактора «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ»

Неисправность	Возможные причины
1. Упало давление в гидросистеме (отсутствует подъем): - потеря давления сопровождается появлением посторонних стуков, шумов; - падение давления, нагруженная навеска не поднимается или поднимается не доверху. Посторонних шумов нет	Разрушение насоса. Зависание клапана ограничения давления (P = 24,5 МПа) (рисунок 7.3)

	
2. Самопроизвольное опускание ЗНУ	Зависание клапана опускания регуляторной секции EHR 23LS
3. Самопроизвольный подъем ЗНУ (подъем без команды с пульта или выносных кнопок)	Зависание золотника подъема регуляторной секции EHR 23LS
4. Перегрев гидросистемы	Потеря производительности насоса (медленный подъем при полностью открытых регуляторах расхода). Стрелка подъема на пульте горит после завершения подъема. Не отрегулирован позиционный датчик. Заедание рычагов управления секциями распределителя в позиции «Подъем» (после снятия руки с рычага последний не возвращается в позицию «Нейтраль»)
5. Отсутствует одна или несколько рабочих позиций	Неправильная регулировка адаптеров тросов управления золотниками распределителя
6. Горит контрольная лампочка засоренности фильтра регулируемого насоса на прогретой гидросистеме ($\approx 50\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Засорен фильтр
7. Вспенивание масла в баке гидросистемы	Подсос воздуха во всасывающей магистрали гидросистемы. Низкий уровень масла в маслобаке
8. Лампа диагностики на пульте управления ГНС выдает цифровые коды (по количеству промигиваний)	Повреждение электропроводки, электромагнитов, окисление контактов, неисправность датчиков (силового или позиционного)

Контрольные вопросы

1. Назовите причины следующих неисправностей ГНС без гидроподъемника:

- сельскохозяйственное орудие не поднимается;
- сельскохозяйственное орудие поднимается медленно;
- сельскохозяйственное орудие не удерживается в транспортном положении;
- повышенный нагрев происходит без нагрузки гидросистемы.

2. Назовите причины следующих неисправностей ГНС с гидроподъемником:

- отсутствует подъем навески;
- отсутствует опускание навески с сельскохозяйственным орудием;
- насос не разгружается после окончания подъема в транспортном положении навески;
- повышенная температура масла (выше 80 °С) в баке;
- сильная вибрация навески при опускании орудия;
- самопроизвольное опускание навески с грузом при заглушенном дизеле (или выключенном насосе).

3. Объясните порядок проверки регулировок для ГНС с регулятором без смешанного регулирования:

- тяги управления регулятором;
- тяги позиционного регулирования;
- тяги силового регулирования

4. Объясните порядок проверки регулировок для ГНС с регулятором и смешанным регулированием:

- силового датчика;
- положения и натяжения тросов в управлении переключателем режимов;
- тяги блокировки.

5. Опишите порядок индицирования кодов неисправности ГНС с электрогидравлическим регулятором. Приведите пример.

6. На какие группы делятся неисправности по степени сложности ГНС с электрогидравлическим регулятором?

7. Назовите причины неисправности в гидросистеме тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ»:

- потеря давления сопровождается появлением посторонних стуков;

- самопроизвольное опускание ЗНУ;
- самопроизвольный подъем ЗНУ (подъем без команды с пульта или выносных кнопок)
- перегрев гидросистемы;
- отсутствует одна или несколько рабочих позиций;
- горит контрольная лампочка засоренности фильтра регулируемого насоса на прогретой гидросистеме ($\approx 50\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- вспенивание масла в баке гидросистемы;
- лампа диагностики на пульте управления ГНС выдает цифровые коды (по количеству промигиваний).

ЛИТЕРАТУРА

1. Строк, Е.Я. Управление навесным устройством трактора с использованием средств электрогидравлики и автоматики / Строк Е.Я. [и др.]. Строк Е.Я. и др. Приводная техника. № 4. – 2005. – с. 42–47.

2. Трактор «Беларус 1522/1522В/1523/1523В». Руководство по эксплуатации / В.Г. Левилов, И.Ф. Бруенков, Э.А. Бомбиров. – ПО «Минский тракторный завод», 2001. – 238 с.

3. Трактор «Беларус 2022/2022В». Руководство по эксплуатации/ отв. ред. И.Н. Усс, отв. за выпуск А.И. Бобровник. – ПО «Минский тракторный завод», 2007. – 234 с.

4. Трактор «Беларус 2522» и его модификации. Руководство по эксплуатации / гл. ред. М.Г. Мелешко, отв. ред. И.Н. Усс, отв. за выпуск А.И. Бобровник. – ПО «Минский тракторный завод», 2004. – 394 с.

5. Технические условия на плунжерные гидроцилиндры ТУ РБ 101483199.479–2007. – ПО «Минский тракторный завод». – с. 26.

6. Система позиционного регулирования навесного устройства: пат. 944 Респ. Беларусь, А01В 63/10; заявитель институт надежности машин НАН Беларуси. – 30.09.2003.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Технические характеристики микропроцессорного контроллера «SIEMENS»

Функции	Аналоговый управляющий усилитель
Исполнение	Электронная плата в пластмассовом корпусе
Разъем	25 контактов
Напряжение питания, В	12–15
Потребляемый ток, А: – в нейтрале – при коррекции	0,2 3,8 (макс.)
Рабочий температурный диапазон, °С	от –30 до + 65
Тип безопасности	IP 54 А (при подключенном разьеме)
Виброзащитенность, g	2,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Технические характеристики пульта управления электрогидравлической СУ фирмы «BOSCH»

Разъем	17 контактов
Потенциометр, кОм	4,7 кОм
Рабочий температурный диапазон, °С	от –20 до +80 °С
Тип безопасности	IP 64 А

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Технические характеристики датчика линейного перемещения фирмы «BOSCH»

Тип преобразователя	Индуктивный дифференциальный
Линейный диапазон измерения, мм	10 ± 0,6
Максимальный диапазон измерения, мм	13 ± 0,6
Измерительное усилие, Н	16
Напряжение питания, В	10
Опорное напряжение	–7В; 4–7 кГц
Выходной сигнал, В	2,5–7,5
Уровень нелинейности, %	± 3%
Тип безопасности	IP 64 А
Рабочий температурный диапазон, °С	от –30 до + 80
Разъем, контакты	3

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

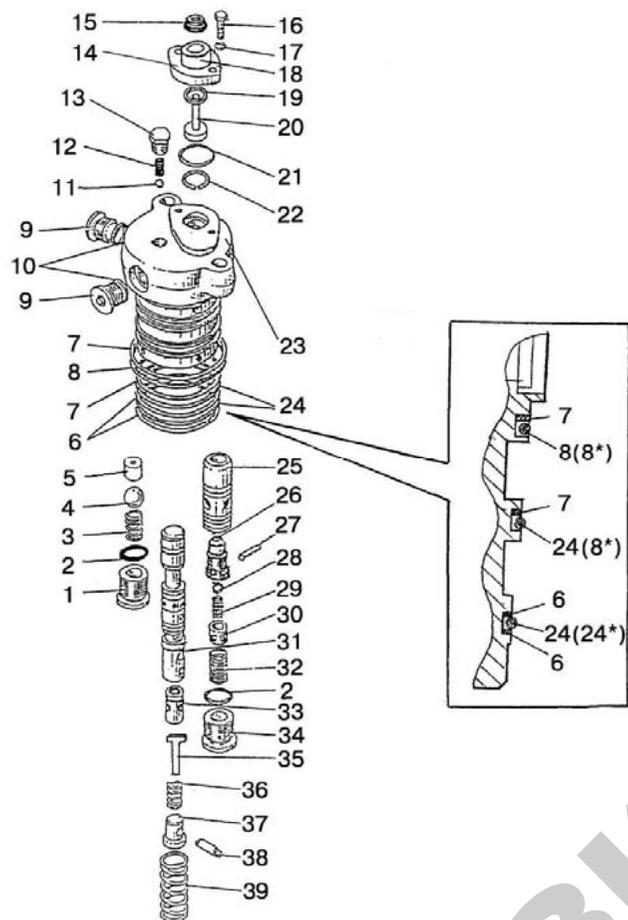
Технические характеристики датчика угла поворота
фирмы «BOSCH»

Тип преобразователя	Магнитомодуляционный
Угол поворота, градусов	90
Напряжение питания, В	10 ± 0,5
Выходной сигнал, В	2,5–7,5
Уровень нелинейности, %	± 3
Тип безопасности	IP 64 A
Рабочий температурный диапазон, °С	от –30 до + 80
Разъем, контакты	3

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Технические характеристики датчика усилия фирмы «BOSCH»

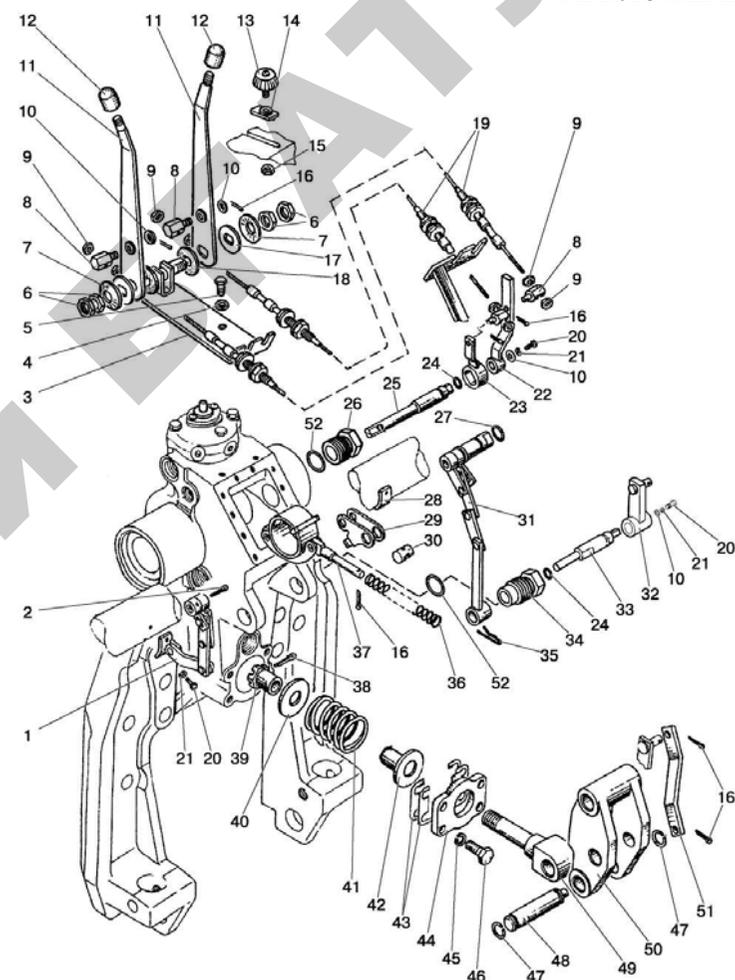
Тип преобразователя	магнитоупругий
Номинальная нагрузка, кН	± 60
Напряжение питания, В	10 ± 0,5
Выходной сигнал, В	2,5–7,5
Уровень нелинейности, %	± 8
Гистерезис, %	± 3
Тип безопасности	IP 66 A
Рабочий температурный диапазон, °С	от –30 до + 80
Разъем, контакты	3



Распределитель гидроподъемника:

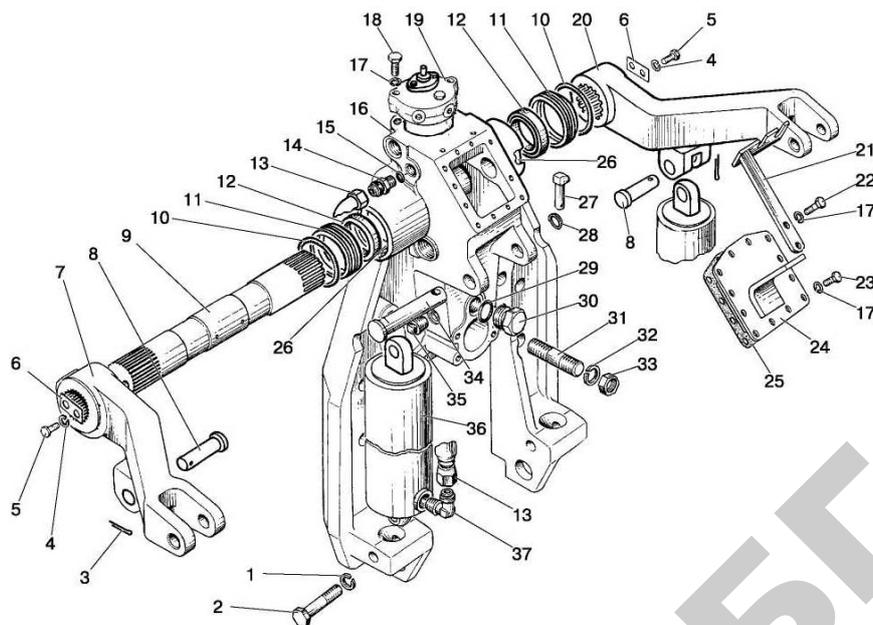
1 – пробка; 2 – кольцо; 3 – пружина; 4 – шарик; 5 – седло; 6 – кольцо; 7 – кольцо; 8 – кольцо; 8* – кольцо «SIMRIT»; 9 – пробка; 10 – кольцо; 11 – шарик; 12 – пружина; 13 – пробка; 14 – крышка; 15 – грязесъемник; 16 – болт; 17 – шайба; 18 – втулка; 19 – кольцо; 20 – толкатель; 21 – кольцо; 22 – кольцо стопорное; 23 – корпус; 24 – кольцо; 24* – кольцо «SIMRIT»; 25 – клапан; 26 – седло; 27 – штифт; 28 – шарик; 29 – пружина; 30 – упор; 31 – золотник; 32 – пружина; 33 – клапан; 34 – пробка; 35 – упор; 36 – пружина; 37 – упор; 38 – штифт; 39 – пружина

* Вариант



Управление гидроподъемником:

1 – звено позиционное; 2 – шплинт; 3 – кронштейн; 4 – шайба; 5 – болт; 6 – гайка; 7 – пружина тарельчатая; 8 – бонка; 9 – гайка; 10 – шайба; 11 – рычаг; 12 – рукоятка; 13 – винт; 14 – упор; 15 – гайка; 16 – шплинт; 17 – шайба; 18 – шайба фрикционная; 19 – трос; 20 – болт; 21 – шайба; 22 – рычаг; 23 – рычаг; 24 – кольцо; 25 – валик; 26 – втулка; 27 – кольцо; 28 – скоба; 29 – рычаг; 30 – фиксатор; 31 – звено силовое; 32 – рычаг; 33 – валик; 34 – втулка; 35 – шплинт; 36 – пружина; 37 – кронштейн; 38 – шплинт; 39 – гайка; 40 – шайба; 41 – пружина; 42 – втулка; 43 – прокладка; 44 – крышка; 45 – шайба; 46 – болт; 47 – кольцо; 48 – палец; 49 – шток; 50 – серьга; 51 – тяга; 52 – кольцо



Гидроподъемник:

- 1 – шайба; 2 – болт; 3 – шплинт; 4 – шайба; 5 – болт; 6 – шайба; 7 – рычаг левый; 8 – палец; 9 – вал; 10 – кольцо; 11 – стакан; 12 – манжета; 13 – шланг; 14 – штуцер; 15 – кольцо; 16 – корпус; 17 – шайба; 18 – болт; 19 – распределитель; 20 – рычаг правый; 21 – кронштейн; 22 – болт; 23 – болт; 24 – крышка; 25 – прокладка; 26 – втулка; 27 – чека; 28 – кольцо; 29 – кольцо; 30 – заглушка; 31 – шпилька; 32 – шайба; 33 – гайка; 34 – палец; 35 – пробка; 36 – цилиндр; 37 – угольник

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

Учебное издание

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Горин Геннадий Степанович
Захаров Александр Викторович

ГИДРООБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

В двух частях

Часть 2

**ГИДРООБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ
«БЕЛАРУС»**

Ответственный за выпуск *Г.С. Горин*
Корректура, компьютерная верстка *Ю.П. Каминская*

Издано в редакции авторов

Подписано в печать 19.05.2009 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 4,73. Тираж 100 экз. Заказ 471.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный аграрный технический университет
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006. ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.
Пр-т Независимости, 99, к. 2, 220023, г. Минск.

Минск 2009