

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра тракторов и автомобилей

**А. В. Захаров, А. В. Ващула, И. О. Захарова**

## **РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ**

*Лабораторный практикум*

Минск  
БГАТУ  
2010

УДК 629.3.027.2  
ББК 39.33  
3-38

*Рекомендовано научно-методическим советом  
агротехнического факультета БГАТУ.  
Протокол №2 от 18 октября 2010 г.*

Авторы:  
кандидат технических наук *А. В. Захаров*,  
старший преподаватель *А. В. Ващула*,  
ассистент *И. О. Захарова*

Рецензенты:  
заведующий кафедрой «Механика материалов  
и детали машин» БГАТУ,  
кандидат технических наук, доцент *В. Н. Основин*;  
заведующий лабораторией электрогидравлических систем  
управления ГНУ «Объединенный институт машиностроения»  
НАН Беларуси, кандидат технических наук *Е. Я. Строк*

**Захаров, А. В.**

3-38 Рулевое управление тракторов и автомобилей : лабораторный  
практикум / А. В. Захаров, А. В. Ващула, И. О. Захарова. –  
Минск : БГАТУ, 2010. – 64 с.  
ISBN 978-985-519-335-8.

В издании изложены новые нормативные требования к рулевым управ-  
лениям тракторов и автомобилей, а также представлены новейшие рулевые  
управления и механизмы поворота отечественной автотракторной техники.

Предназначено для студентов специальностей 1-74 06 01 «Техническое  
обеспечение процессов сельскохозяйственного производства», 1-74 06 03  
«Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве», 1-74 06 06  
«Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса»,  
1-74 06 07 «Управление охраной труда в сельском хозяйстве».

УДК 629.3.027.2  
ББК 39.33

ISBN 978-985-519-335-8

© БГАТУ, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

---

Общие сведения .....	4
Лабораторная работа № 1 РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-3307 С МЕХАНИЧЕСКИМ УСИЛИТЕЛЕМ .....	13
Лабораторная работа № 2 РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ МАЗ-437041 С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ УСИЛИТЕЛЕМ .....	18
Лабораторная работа № 3 ГИДРООБЪЕМНОЕ РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА «БЕЛАРУС».....	33
Лабораторная работа № 4 ГИДРООБЪЕМНЫЙ МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА «БЕЛАРУС» .....	44
Список рекомендуемой литературы .....	58
Приложение 1.....	59
Приложение 2.....	60

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

---

Рулевое управление предназначено для устойчивого поддержания заданного трактористом или водителем направления движения и для желаемого изменения направления движения трактора или автомобиля.

Существуют два принципиально разных способа поворота при движении: 1) поворотом в плане передних колес относительно задних; 2) изменением скоростей поступательного прямолинейного движения правого и левого колесных движителей со всеми ведущими колесами одинакового диаметра (по способу поворота гусеничного трактора).

Для поворота колесных тракторов с полугусеничным ходом обычно совмещаются оба способа: передние управляемые колеса – поворотом в плане, а полугусеничный ход – изменением поступательных скоростей гусениц.

Совмещенный способ поворота иногда применяют и для пропашных тракторов с целью получения небольшого радиуса поворота, когда вдобавок к повороту передних управляемых колес притормаживают одно из задних ведущих колес, порой даже до полной его остановки.

В первом способе поворота на поворачиваемые колеса действуют боковые реакции грунта, которые и заставляют менять направление движения остова трактора.

Во втором способе на ведущих колесах противоположных бортов трактора принудительно создаются разные угловые скорости их вращения, что вызывает появление на его остова поворачивающегося момента.

Принципиальные схемы поворота колесных тракторов и автомобилей по основному их способу представлены на рис. 1. Следует отметить, что для обеспечения качения всех колес трактора или автомобиля при его повороте без их бокового скольжения необходимо, чтобы условное продолжение их осей пересекалось в одной общей точке, называемой центром поворота.

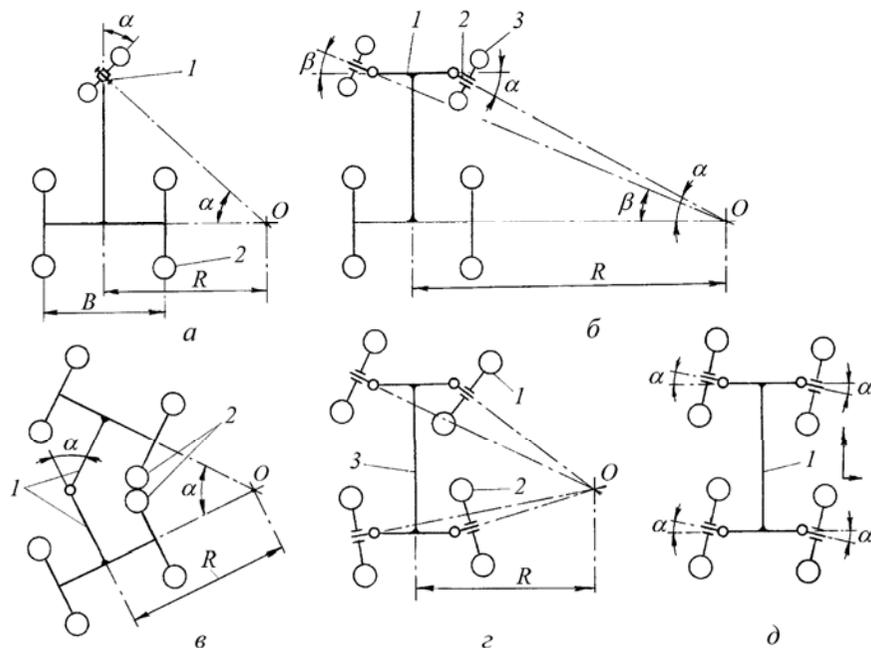


Рис. 1. Схемы поворота колесных тракторов и автомобилей:  
 а – с поворотной передней осью; б – с неповоротной передней осью;  
 в – с взаимным угловым смещением шарнирно сочлененных полурам;  
 г и д – с передними и задними поворотными колесами

На рис. 1, а представлена схема поворота с поворотной передней осью 1, на которой имеется одно управляемое колесо или два спаренных, установленных под углом друг к другу так, что в контакте с почвой они представляются как одно целое. При полностью заторможенном ведущем колесе 2 радиус поворота  $R$  становится равным  $0,5B$ , где  $B$  – поперечная база трактора.

На рис. 1, б представлена схема поворота с неповоротной передней осью 1, на которой установлены поворотные цапфы 2 управляемых колес 3. Для выполнения вышеуказанного условия качения управляемых колес они поворачиваются на разные углы ( $\alpha > \beta$ ).

Схема поворота (рис. 1, в) путем взаимного углового смещения двух шарнирно сочлененных полурам 1 их остова, относительно которых ведущие колеса 2 неповоротны, часто используется у тракторов больших тяговых классов. Минимальный радиус поворота  $R$

ограничен возможностью контакта колес 2 одного борта трактора, как показано на схеме.

Некоторые конструкции тракторов выполняются с передними 1 и задними 2 поворотными ведущими колесами относительно остова 3, схема поворота которых показана на рис. 1, г. При этом, как правило, пологие повороты осуществляются посредством только передних ведущих колес 1, а более крутые – продолжением поворота передних колес и одновременным поворотом задних ведущих колес 2 в противоположную сторону.

В некоторых конструкциях тракторов колеса поворачиваются не только по предыдущей схеме (рис. 1, г), но могут одновременно все поворачивать на один и тот же угол  $\alpha$  (рис. 1, д). При этом происходит так называемое «крабовое движение», позволяющее остову 1 одновременно двигаться вперед и в сторону без его поворота в плане. Это необходимо для некоторых специальных тракторов при выполнении ими соответствующих технологических операций.

Рассмотренные повороты тракторов и автомобилей осуществляются механизмами и агрегатами рулевого управления, к которым, помимо общих, предъявляют ряд специальных требований:

- 1) они должны обеспечивать устойчивость прямолинейного движения и хорошую маневренность трактора или автомобиля в любых условиях его эксплуатации;
- 2) не должны создавать условия для проскальзывания управляемых колес;
- 3) должны быть легкими в управлении, надежными в работе и удобными в обслуживании.

Рулевое управление состоит из двух основных групп механизмов: рулевого привода и рулевого механизма (в большинстве случаев – с усилителем).

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

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

По принципу действия рулевые управления, применяемые на тракторах и автомобилях, можно классифицировать в основном на: механические, механические с усилителями (гидравлическими, пневматическими и электрическими) и гидрообъемные.

В механических рулевых управлениях, применяемых в настоящее время на легких колесных тракторах класса 0,6 и ниже, а также на автотранспортных средствах с рабочим объемом до 50 см<sup>3</sup>, рулевой привод кинематически связан с рулевым механизмом и поворот управляемых колес осуществляется только мускульной силой тракториста, приложенной к рулевому колесу.

Для рулевого управления различают два передаточных числа: угловое (кинематическое) и силовое.

Угловое (кинематическое) передаточное число представляет собой отношение угла поворота рулевого колеса к углу поворота управляемого колеса трактора (для 3К2) или к среднему углу поворота управляемых колес (для автомобиля или тракторов марок 4К2 и 4К4) СТБ ГОСТ Р 52302-2006. Его можно представить как произведение двух передаточных чисел – рулевого механизма  $u_m$  и рулевого привода  $u_n$ .

При этом следует отметить, что при повороте управляемых колес передаточное число рулевого привода всегда является величиной переменной, так как меняется положение рычагов механизма поворота. Передаточное число рулевого механизма также может быть величиной переменной, но в большинстве случаев оно постоянное. Так что угловое передаточное число всегда является величиной переменной. В существующих конструкциях  $u_m = 18-40$ .

Передаточное число рулевого привода  $u_n$  зависит от соотношения плеч привода. В процессе поворота колес плечи рычагов изменяют свою величину. В выполненных конструкциях  $u_n$  изменяется незначительно. Величина  $u_n$  лежит в пределах  $u_n = 0,85-2,0$ .

Максимальный угол поворота управляемых колес обычно не превышает 40–55°. Максимальный поворот рулевого колеса в каждую сторону в существующих конструкциях тракторов составляет 1,5–3,0 оборота.

В существующих конструкциях тракторов угловое (кинематическое) передаточное число рулевого управления  $u = 12-30$ .

Силовое передаточное число представляет собой отношение момента  $M_c$  сопротивления повороту управляемых колес со стороны грунта к моменту  $M_p$ , приложенному к рулевому колесу для его поворота:

$$u' = \frac{M_c}{M_p}$$

7

При этом момент  $M_p$ , приложенный к рулевому колесу, должен быть получен при ограниченном усилии  $P_p$ , которое водитель прикладывает к рулевому колесу.

Усилие на рулевом колесе автомобиля согласно СТБ ГОСТ Р 52302-2006 не должно превышать значений, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Допустимые усилия на рулевом колесе автомобиля

Категории АТС	Усилие на рулевом колесе, Н, не более			
	Неподвижный автомобиль		Движущийся автомобиль	
	без рулевого усилителя	с рулевым усилителем	с исправным рулевым усилителем	при отказе усилителя
ТС с двигателем, имеющие не менее 4 колес и предназначенные для перевозки не более 8 пассажиров (кроме водителя), полная масса не регламентируется	200	60	150	300
Те же, имеющие более 8 мест для сидения (кроме места водителя), полная масса до 5 т	250			
-//- полная масса свыше 5 т	350	250		450
ТС с двигателем, имеющие не менее 4 колес и предназначенные для перевозки грузов, полная масса до 3,5 т	300	180	200	300
-//- свыше 3,5 до 12,0 т	350		250	400
-//- свыше 12,0 т		250	200	450*

\*Для грузовых автомобилей с двумя или большим числом мостов (осей) с управляемыми колесами допускается 500 Н.

Усилие на рулевом колесе трактора согласно ГОСТ 12.2.120-2005 не должно превышать значений, указанных в табл. 2.

8

Таблица 2

Допустимые усилия на рулевом колесе трактора

Управляемый орган	Сила сопротивления, Н	
	Рекомендуемое значение	Максимальное значение
Механизм поворота:		
– без усилителя	–	250
– с усилителем:	–	–
на рулевом колесе	–	30
на рулевом колесе с гидрообъемным приводом при аварийной ситуации	–	600
на рычагах	40	60

Усилие  $P_p$ , которое требуется приложить к рулевому колесу радиусом  $R_k$  (диаметр рулевого колеса для легковых автомобилей и грузовых до 3,5 т составляет 380–425 мм, для грузовых автомобилей общей массой свыше 3,5 т и многоместных автобусов 440–550 мм, СТБ ГОСТ Р 52302-2006; для тракторов из следующего ряда диаметров, мм: 380, 400, 425, 440, 475, 550 СТБ ЕН 1553-2005) при наличии в рулевом управлении элементов механического усиления, можно определить по формуле

$$P_p = \frac{M_p}{R_k u_m u_{II} \eta_p},$$

$\eta_p$  – КПД рулевого управления.

Чем больше передаточное число  $u_m$ , тем меньше усилие требуется на рулевом колесе для поворота, однако тем на меньший угол отклоняются управляемые колеса при полном повороте рулевого колеса и увеличивается время на осуществление поворота. Предельная величина передаточного числа определяется временем, необходимым для безопасного поворота при максимальной скорости автомобиля.

Хорошая маневренность автомобиля обеспечивается в том случае, если поворот управляемых колес на полный угол происходит за 1,0–2,0 оборота рулевого колеса в каждую сторону от среднего положения. Свободный ход рулевого колеса для рулевых механизмов без усилителей составляет 10–15°, с усилителями – до 25°. Если максимально возможное передаточное отношение не обеспечивает требуемой легкости управления, применяют гидравлические и другие усилители.

Механическим рулевым управлением с усилителем называют такое устройство, в котором рулевой привод также кинематически

связан с рулевым механизмом, но поворот управляемых колес или полурам остова тракторов производится, в основном, не мускульной силой человека, а специальным усилителем, управляемым трактористом. При отказе от работы усилителя поворот трактора в большинстве случаев совершается механической частью рулевого управления, но при больших затратах времени и усилия на вращение рулевого колеса. Подобные рулевые управления установлены на большинстве отечественных автомобилей и колесных тракторов от класса 0,9 и выше.

**В гидрообъемном рулевом управлении** нет механической связи рулевого привода с рулевым механизмом. Исполнительным элементом рулевого привода является гидроцилиндр двойного действия, соединенный трубопроводами с управляющим элементом рулевого управления – насосом-дозатором. Последний совместно с рулевым колесом представляет собой рулевой механизм, который может быть установлен в любом месте, наиболее удобном для тракториста. Гидрообъемные рулевые управления получили широкое распространение на колесных тракторах.

Схема поворота трактора или автомобиля с рулевой трапецией заднего расположения показана на рис. 2, где  $O$  – центр поворота;  $\alpha$  и  $\beta$  – углы поворота собственно внешнего и внутреннего колес;  $M$  – расстояние между осями шкворней поворотных цапф;  $L$  – продольная база трактора.

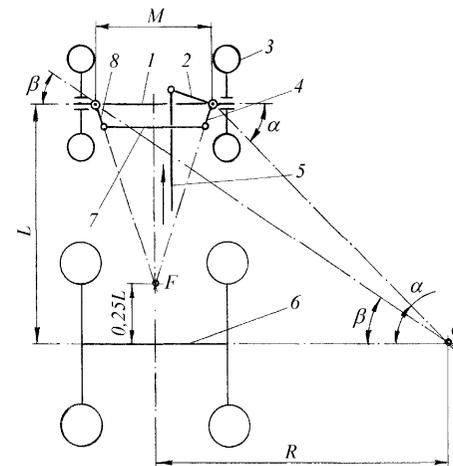


Рис. 2. Схема поворота трактора с рулевой трапецией заднего расположения

Из схемы следует, что соотношение между углами поворота колес должно удовлетворять следующей зависимости:

$$\operatorname{ctg}\beta - \operatorname{ctg}\alpha = \frac{M}{L}.$$

Правильная установка управляемых колес обеспечивает их способность устойчиво сохранять прямолинейное движение и возвращаться в исходное положение после поворота. Устойчивость управляемых колес достигается благодаря созданию стабилизирующих моментов относительно осей поворота цапф колес путем использования реакций дороги, действующих на колеса.

Угол  $\beta$  поперечного наклона шкворня (рис. 3, а) служит для самовозврата колес к прямолинейному движению после поворота за счет использования нормальной реакции  $R_n$  на колесо.

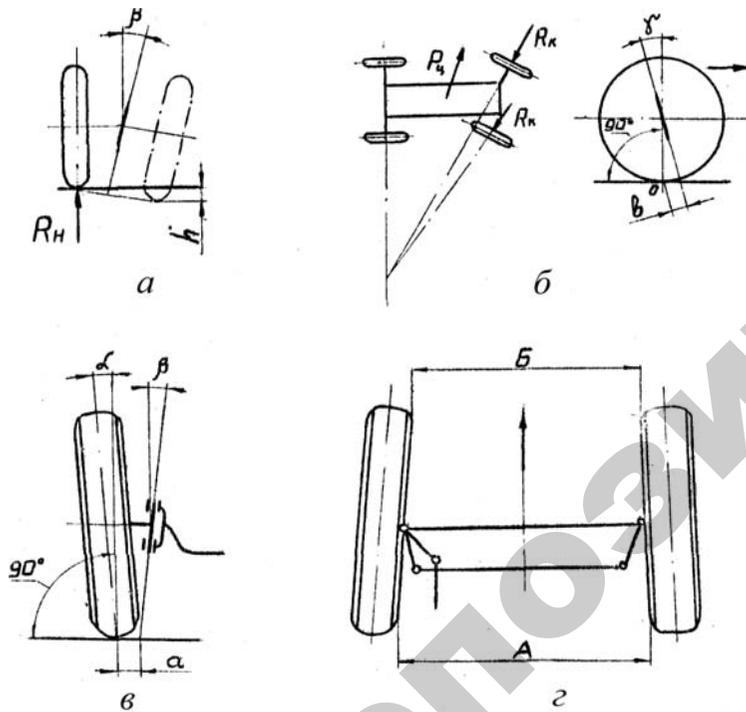


Рис. 3. Углы установки шкворней поворотных цапф (а и б) и передних колес (в и г)

При повороте относительно шкворня колесо стремится опуститься ниже плоскости дороги на величину  $h$ . Так как это невозможно, на величину  $h$  должен произойти подъем передней части автомобиля или трактора. Этому препятствует сила тяжести автомобиля или трактора, стремясь вернуть колесо в положение, соответствующее прямолинейному движению. Углы  $\beta$  находятся в пределах  $6-10^\circ$ .

Наклон шкворней в продольной плоскости на угол  $\gamma$  выполняется так, чтобы нижние концы шкворней смещались вперед относительно вертикали и их оси образовывали относительно точек касания колеса с дорогой плечо  $b$  (рис. 3, б). При криволинейном движении трактора или автомобиля (поворот) возникает центробежная сила  $P_{ц}$ , вызывающая со стороны дороги боковые реакции  $R_k$  на колеса, приложенные в точке  $o$  касания колеса с дорогой. В результате на колесе появляется стабилизирующий момент  $R_k b$ , стремящийся вернуть управляемые колеса в положение прямолинейного движения. С ростом скорости движения на повороте центробежная сила  $P_{ц}$ , реакция  $R_k$  и стабилизирующий момент увеличиваются. Созданию стабилизирующего момента на повороте способствует также боковая эластичность шин. Угол  $\gamma$  обычно находится в пределах  $1-3,5^\circ$ , меньшие углы применяются для шин с большей боковой эластичностью.

С целью уменьшения сопротивления качению и износа шин при движении трактора или автомобиля с нагрузкой управляемые колеса устанавливаются первоначально под наклоном к плоскости, перпендикулярной дороге; угол наклона  $\alpha$  называют углом развала колес (рис. 3, в). Обычно  $\alpha = 0-2^\circ$ , дальнейшее увеличение угла развала приводит к боковому проскальзыванию шин.

Развал колес совместно с поперечным наклоном шкворней уменьшает плечо обкатки  $a$ , благодаря чему уменьшается усилие, необходимое для поворота колеса относительно шкворня (облегчается управление машиной).

В результате установки колес с развалом появляются силы, вызывающие разворот передних колес по расходящимся дугам. Это явление устраняют схождение колес в горизонтальной плоскости (рис. 3, г). Его оценивают разностью расстояний А и Б между краями ободьев колес, которая обычно находится в пределах  $0-12$  мм ( $\approx 1^\circ$ ). Схождение регулируют изменением длины поперечной рулевой тяги.

## РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-3307 С МЕХАНИЧЕСКИМ УСИЛИТЕЛЕМ

**Цель работы:** изучить назначение, устройство и работу рулевого управления автомобиля ГАЗ-3307 с механическим усилителем, а также регулировки, возможные неисправности и способы их устранения.

### Материальное обеспечение и приборы:

1. Узлы автомобиля ГАЗ-3307 передний мост и рулевое управление.
2. Разборный узел рулевого механизма.
3. Комплект плакатов и методические указания.
4. Набор инструмента и приборов.

### Последовательность выполнения работы:

1. Используя методические указания, плакаты изучить назначение и принцип работы рулевого управления автомобиля ГАЗ-3307.
2. Освоить методику и технику выполнения основных регулировок узлов и агрегатов рулевого управления автомобиля ГАЗ-3307. Изучить признаки основных неисправностей и способы их устранения.
3. Используя имеющиеся узлы рулевого управления автомобиля ГАЗ-3307, необходимый инструмент и приборы, заполнить таблицу.
4. Проверить свои знания по контрольным вопросам.
5. Согласно заданию подготовить отчет по лабораторной работе.

### Общие сведения

Рулевое управление с механическим усилением применяется на легковых автомобилях и грузовых малого класса. В качестве передачи рулевого механизма используется пара червяк–ролик с большим передаточным отношением.

В рулевом механизме автомобиля ГАЗ-3307 (рис. 1, а) применена пара глобоидальный червяк–трехгребневой ролик с передаточным отношением 20,5.

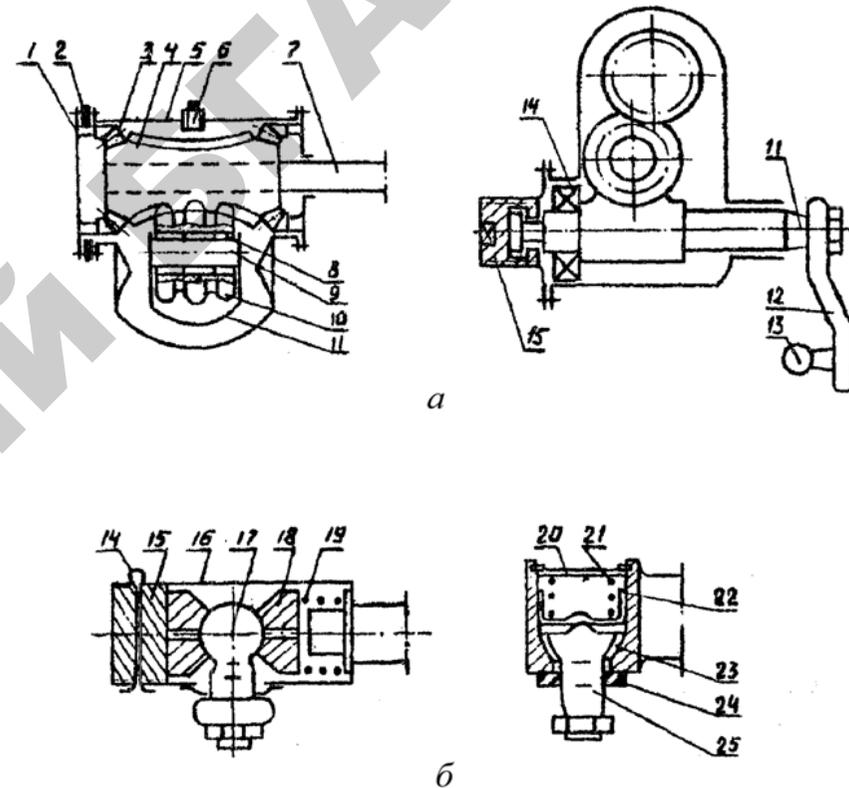


Рис. 1. Рулевой механизм ГАЗ-3307:  
а – схема рулевого механизма ГАЗ-3307;  
б – схема шарниров рулевого привода

Глобоидальный червяк 4 напрессован на конце рулевого вала 7 и опирается на конические роликоподшипники 3. Трехгребневой ролик 10 на двух игольчатых подшипниках 8 сидит на оси 9 в вильчатом кривошипе вала сошки 11. Сошка 12 крепится на конических шлицах вала гайкой. Вал имеет сдвоенные шлицы, обеспечивающие правильность установки сошки. На картере рулевого механиз-

ма 5 сделаны выступы, служащие упорами для ролика при повороте в крайние положения на угол 45°. Осевой зазор в конических подшипниках регулируют изменением числа картонных (толщиной 0,25 мм) со специальной пропиткой и пергаментных (толщиной 0,11–0,12 мм) прокладок 2 под крышкой картера. Зацепление червяка и ролика регулируют винтом 15 у хвостовика вала сошки, не разбирая рулевого механизма. Оси ролика и червяка лежат в разных плоскостях, поэтому для уменьшения зазора в зацеплении достаточно переместить вал сошки в сторону червяка, ввертывая винт. Для фиксации регулировочного винта служат стопорная шайба, штифт и навернутая на винт гайка.

Для смазки деталей картер заправляют трансмиссионным маслом до уровня заливного отверстия, закрываемого пробкой.

В рулевом приводе автомобиля ГАЗ-3307 применены унифицированные продольные и поперечные рулевые тяги. В наконечниках продольной тяги (рис. 1, б) установлены сухарь 13 и полусферический палец 25, опирающийся на пятю 22. Пятю поджимает коническая пружина 21, опирающаяся на крышку 20, закрепляемую стопорным кольцом. С другой стороны наконечника на палец надет резиновый колпак 24. Шарнир смазывают через масленку.

В рулевом приводе автомобиля ЗИЛ-4317 шарнир включает сферический палец 17, сменные сухари 18, пружину 20, надетую на ограничитель, и регулировочную гайку 15, стопорящуюся шплинтом 14.

Техническое обслуживание рулевого управления заключается в своевременной подтяжке болтов крепления рулевого механизма к раме, в проверке крепления пальцев рулевых тяг и рычагов, в проверке свободного хода рулевого колеса и его регулировке, в своевременной смазке шарниров рулевых тяг и доливке масла в картер рулевого механизма.

Свободный ход рулевого колеса в положении, соответствующем движению по прямой, не должен превышать 40 мм ( $\approx 10^\circ$ ) при измерении на ободе.

Повышенный свободный ход рулевого колеса может быть следствием износа деталей шарниров рулевых тяг; поломки пружин шарниров тяг; ослабления крепления рулевого механизма, рулевой сошки, поворотных рычагов; увеличения зазоров в подшипниках ступиц передних колес и шкворней; нарушения регулировки боко-

вого зазора в зацеплении червяка рулевого механизма с роликом или затяжки подшипников червяка. Неисправности устраняют подтяжкой, регулировками, заменой изношенных деталей.

### Содержание отчета:

1. Зарисовать схемы элементов рулевого управления автомобиля с механическим усилителем и расшифровать обозначенные позиции.
2. Перечислить основные требования к исправному рулевому управлению с механическим усилителем.
3. Сравнить данные таблицы с данными, указанными в руководстве по эксплуатации автомобиля, сделать выводы и устранить выявленные отклонения.

Таблица

Оценка технического состояния рулевого управления автомобиля ГАЗ-3307

Параметры	Величина		Отметка о соответствии
	измеренная	рекомендуемая	
Свободный ход рулевого колеса			
Усилие на рулевом колесе			
Схождение передних колес			
Осевое перемещение рулевого колеса			

4. Убрать рабочее место, сдать инструмент и приборы учебному мастеру.

### Контрольные вопросы:

1. Какие типы рулевых управлений вы знаете?
2. На каких автомобилях, кроме ГАЗ-3307, устанавливаются механические усилители рулевого управления?
3. Из каких основных узлов состоит рулевое управление автомобиля ГАЗ-3307?

4. Как работает механический усилитель рулевого управления автомобиля ГАЗ-3307?

5. В какой последовательности регулируют свободный ход рулевого колеса и каково его допустимое значение?

6. Как регулируют зацепление глобоидальный червяк–трехгребневый ролик?

7. Для чего нужна и как определяется сходимость управляемых колес?

8. Перечислите характерные неисправности рулевого управления и назовите их причины.

Лабораторная работа № 2

## **РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ МАЗ-437041 С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ УСИЛИТЕЛЕМ**

**Цель работы:** изучить назначение, устройство и работу рулевого управления автомобиля МАЗ-437041 с гидроусилителем, а также регулировки, возможные неисправности и способы их устранения.

### **Материальное обеспечение и приборы:**

1. Разрезные узлы насоса и рулевого механизма с гидроусилителем автомобиля МАЗ-437041.
2. Разборные узлы насоса и гидроусилителя.
3. Комплект плакатов и методические указания.
4. Набор инструмента и приборов.

### **Последовательность выполнения работы:**

1. Используя методические указания и плакаты изучить, назначение и принцип работы рулевого управления автомобиля МАЗ-437041.
2. Освоить методику и технику выполнения основных регулировок узлов и агрегатов рулевого управления автомобиля МАЗ-437041. Изучить признаки основных неисправностей и способы их устранения.
3. Используя имеющиеся узлы рулевого управления автомобиля МАЗ-437041, необходимый инструмент и приборы заполнить таблицу.
4. Проверить свои знания по контрольным вопросам.
5. Согласно заданию подготовить отчет по лабораторной работе.

### **Общие сведения**

Благодаря надежности работы и компактности наибольшее распространение на автомобилях получили гидравлические усилители различной конструкции. По месту установки относительно рулевого механизма различают отдельные и встроенные в рулевой механизм усилители.

Гидроусилитель с отдельно вынесенным силовым цилиндром применяется на автомобилях семейства МАЗ.

**Рулевое управление** (рис. 1), традиционное для автомобилей МАЗ-437041, включает: рулевой механизм со встроенным распределителем, рулевую колонку, рулевое колесо, отдельный цилиндр гидроусилителя, масляный насос (на двигателе), масляный бачок и напорные рукава. Для контроля уровня масла в бачке установлен датчик, который при падении уровня масла подает сигнал на контрольную лампу на щитке приборов.

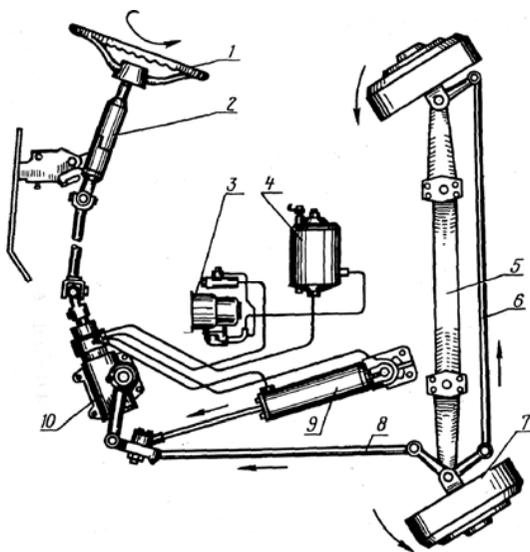


Рис. 1. Схема рулевого управления:

1 – колесо рулевое; 2 – колонка рулевая; 3 – насос; 4 – бак масляный;  
5 – балка передней оси; 6 – тяга рулевая поперечная; 7 – барабан тормозной;  
8 – тяга рулевая продольная; 9 – цилиндр гидроусилителя; 10 – механизм рулевой

**Рулевой механизм со встроенным распределителем** показан на рис. 2, а распределитель – на рис. 3. Рулевой механизм имеет винт с шариковой гайкой-рейкой, находящейся в зацеплении с зубчатым сектором вала сошки. Для обеспечения перекатывания шариков в замкнутом пространстве на гайке-рейке установлены формованные прижимы. С целью предотвращения выхода из строя и поломок деталей рулевого управления при повороте (влево, вправо) до упора управляемых колес автомобиля в корпусе 23 (рис. 2) встроен золотник 21. При нажатии на коромысло 20 зубчатым сектором 6 нагнетательная магистраль соединяется с магистралью слива и происходит снижение давления в исполнительном цилиндре.

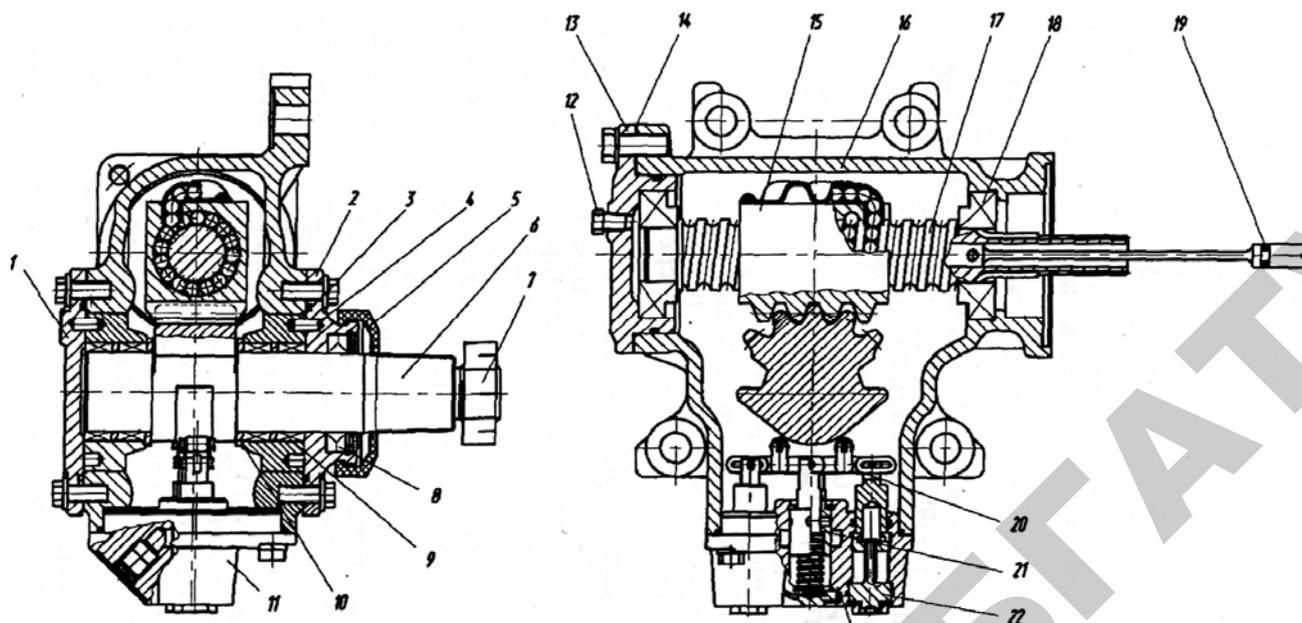


Рис. 2. Механизм рулевой:

1, 2 – крышки; 3 – вкладыш; 4 – штифт; 5 – уплотнитель; 6 – сектор; 7 – гайка; 8 – манжета; 9 – подшипники; 10 – кольцо; 11 – клапан; 12 – пробка; 13 – крышка; 14 – прокладки регулировочные; 15 – гайка-рейка; 16 – картер; 17 – винт; 18 – подшипники; 19 – входной вал; 20 – коромысло; 21 – золотник; 22 – пробка; 23 – корпус

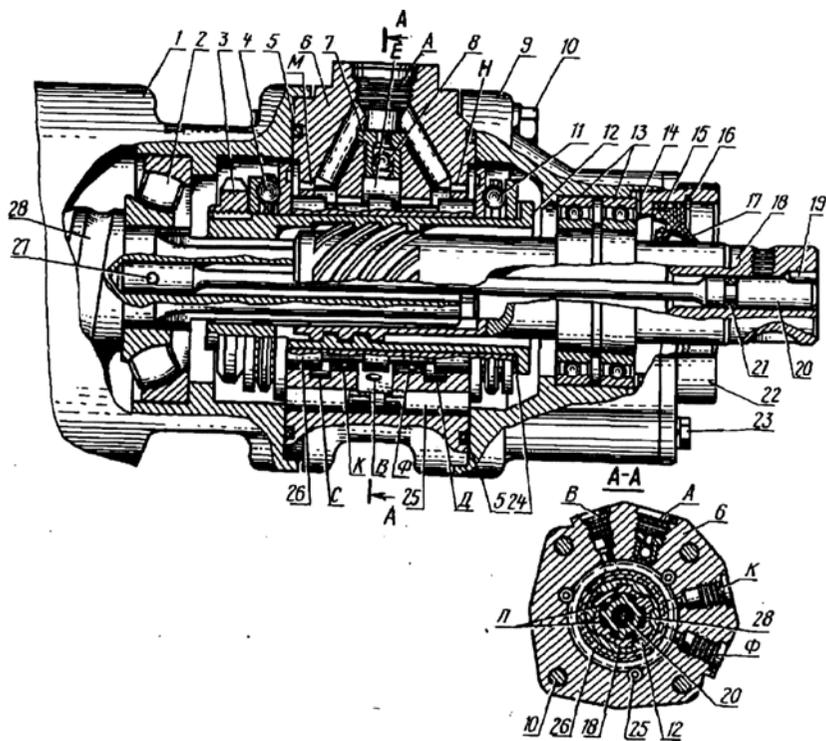


Рис. 3. Распределитель гидроусилителя руля:

1 – корпус рулевого механизма; 2, 4, 11, 13 – подшипники; 3 – гайка; 5 – кольцо уплотнительное; 6 – корпус распределителя; 7 – клапан обратный; 8 – шарик; 9 – крышка распределителя; 10, 23 – болт; 12 – втулка; 14, 24 – прокладки регулировочные; 15 – манжета; 16 – кольцо стопорное; 18 – вал входной; 19, 27 – штифты; 20 – торсион; 22 – крышка манжет; 25 – плунжер; 26 – золотник; 28 – винт; А – канал для отвода рабочей жидкости на слив; В – канал для подвода рабочей жидкости от насоса; К, Ф – каналы для подвода (отвода) рабочей жидкости к полостям силового цилиндра; С, Е, Д – кольцевые расточки; М, Н – сверления для соединения полостей упорных подшипников со сливом; П – зазор

Регулировка максимальных углов поворота управляемых колес осуществляется вращением пробки 22.

Распределитель золотникового типа встроен в отдельный корпус и соединен с корпусом рулевого механизма. Винт рулевого механизма соединен со входным валом распределителя через торсион.

Распределитель гидроусилителя руля работает следующим образом. При прямолинейном движении автомобиля золотник занимает среднее нейтральное положение, и рабочая жидкость от насоса по-

ступает в среднюю кольцевую расточку в корпусе и в кольцевые реактивные камеры с последующим сливом жидкости в масляный бачек. Полости цилиндра при этом находятся в запорном золотником состоянии.

При вращении рулевого колеса благодаря перемещению золотника соединяются соответствующие полости цилиндра (рис. 4): одна – с напорной полостью корпуса, другая – со сливной. Это обеспечивает воздействие силового цилиндра на продольную рулевую тягу в заданном направлении и облегчает поворот управляемых колес.

При снятии усилия с рулевого колеса торсион и реактивные камеры возвращают золотник в нейтральное положение.

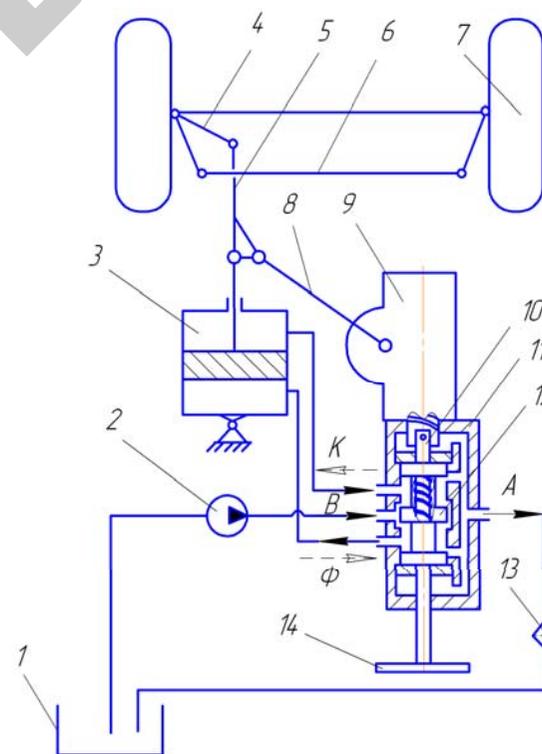


Рис. 4. Схема принципиальная рулевого управления автомобиля МАЗ-437041:

1 – бак масляный; 2 – насос; 3 – гидроцилиндр; 4 – рычаг; 5 – продольная тяга; 6 – рулевая трапеция; 7 – управляемые колеса; 8 – сошка; 9 – рулевой механизм; 10 – торсион; 11 – распределитель гидроусилителя руля; 12 – золотник; 13 – фильтр; 14 – рулевое колесо

**Уход за рулевым управлением и его регулировка** заключаются в периодической проверке и подтяжке креплений, а также проверке герметичности уплотнений и соединений.

При смене масла в гидросистеме, которая производится при ремонте, следует поднять переднюю ось автомобиля, освободив колеса.

Для слива масла из системы:

- отверните сливную и заливную пробки 5, 7 (см. рис. 6), слейте масло из бачка и промойте фильтр и бачок дизельным топливом;

- отсоедините от гидрораспределителя трубопроводы гидроцилиндра (рис. 5), опустите их концы в емкость и, медленно поворачивая рулевое колесо вправо и влево до упора, слейте масло из гидроцилиндра;

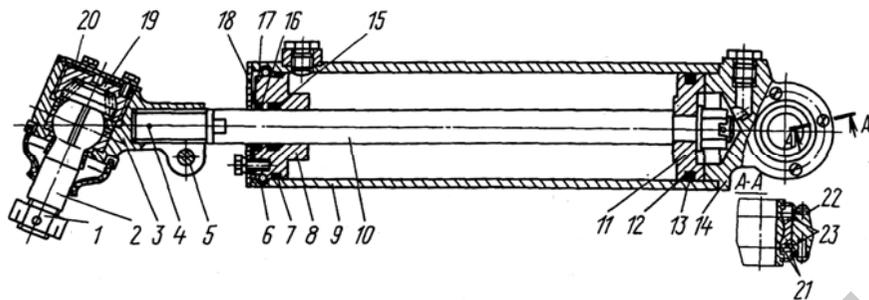


Рис. 5. Цилиндр силовой:

1 – гайка; 2 – палец шаровой; 3 – наконечник; 4 – резьба штока; 5 – болт стяжной; 6 – полукольца стопорные; 7 – кольцо уплотнительное; 8 – крышка; 9 – труба; 10 – шток; 11 – поршень; 12 – кольцо уплотнительное; 13 – кольцо фторопластовое; 14 – основание; 15 – грязесъемник; 16 – манжета; 17 – шайба грязесъемная; 18 – платина; 19 – пробка; 20 – крышка; 21 – подшипник сферический; 22 – уплотнитель резиновый; 23 – кольца стопорные

- слейте масло из рулевого механизма, отвернув сливную пробку 12 (см. рис. 2).

При заливке свежего масла полностью удалите воздух из системы. Для этого залейте масло в бачок, запустите двигатель и медленно поверните рулевое колесо до упора два раза вправо и влево, пока не прекратится выделение пузырьков воздуха из масла в бачке.

Произведите при необходимости доливку масла до контрольного уровня.

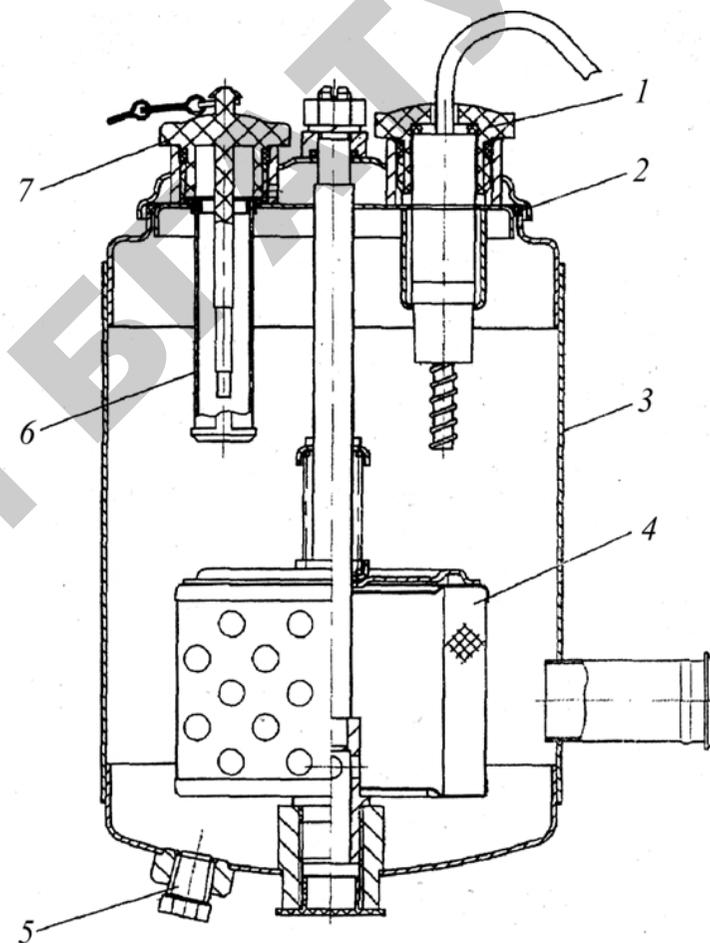


Рис. 6. Бак масляный:

1 – датчик уровня; 2 – уплотнитель; 3 – корпус; 4 – элемент фильтрующий; 5 – пробка сливная; 6 – фильтр заливной; 7 – пробка заливная

**Регулировка рулевого механизма** включает регулировку подшипников винта и зацепления сектора с гайкой-рейкой.

Регулировку начинайте с подшипников винта в такой последовательности:

- снимите рулевой механизм;
- слейте масло из рулевого механизма, отвернув сливную пробку;

– поворотом входного вала 19 (см. рис. 2) установите гайку-рейку и сектор в одно из крайних положений (правое или левое);

– определите момент, необходимый для проворачивания входного вала 19, из крайнего положения в среднее (примерно на угол  $30^\circ$ ).

Если момент меньше  $0,9 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , необходимо отрегулировать натяг подшипников 18 (см. рис. 2), уменьшив число прокладок под нижней крышкой рулевого механизма. После регулировки натяга момент для проворачивания входного вала должен быть в пределах  $0,9\text{--}1,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

Для проверки наличия люфта в зацеплении гайки-рейки с зубчатым сектором вращением входного вала 19 (см. рис. 2) установите гайку-рейку и зубчатый сектор в среднее положение (полное число оборотов входного вала делится пополам) и покачиванием сошки в обе стороны определите наличие люфта (при наличии люфта слышен стук в зубчатом зацеплении и вал сектора проворачивается при неподвижном входном вале). Наличие люфта можно определить также поворотом входного вала до начала закрутки торсиона при застопоренном вале сектора.

Для регулировки зубчатого зацепления необходимо снять крышки 1, 2 сектора, повернуть по часовой стрелке (смотреть со стороны вала сектора) вкладыши 3 на один и тот же угол до исключения зазора в зубчатом зацеплении (см. рис. 2). Обратную установку крышек производить таким образом, чтобы штифты 4 вошли в отверстия вкладышей.

При несовпадении штифтов с отверстиями вкладышей поверните вкладыши, обратив внимание на отсутствие зазора в зацеплении.

После установки крышек момент проворачивания входного вала в среднем положении должен быть в пределах  $2,7\text{--}4,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

После проведения регулировочных работ рулевой механизм установите на автомобиль и, подсоединив его к рулевой колонке и гидроцилиндру, и заправьте гидросистему маслом.

При правильной регулировке и отрегулированных шарнирах рулевых тяг усилие на ободе рулевого колеса при повороте управляемых колес на месте на площадке с асфальтовым покрытием при работающем двигателе должно быть  $98\text{--}118 \text{ Н}$  ( $10\text{--}12 \text{ кгс}$ ) и свободный угол поворота рулевого колеса не более  $10\text{--}12^\circ$ . В процессе эксплуатации допускается увеличение свободного хода рулевого колеса, но не более  $18^\circ$ .

**Регулируемая рулевая колонка с травмобезопасным и противоугонным устройствами** показана на рис. 7.

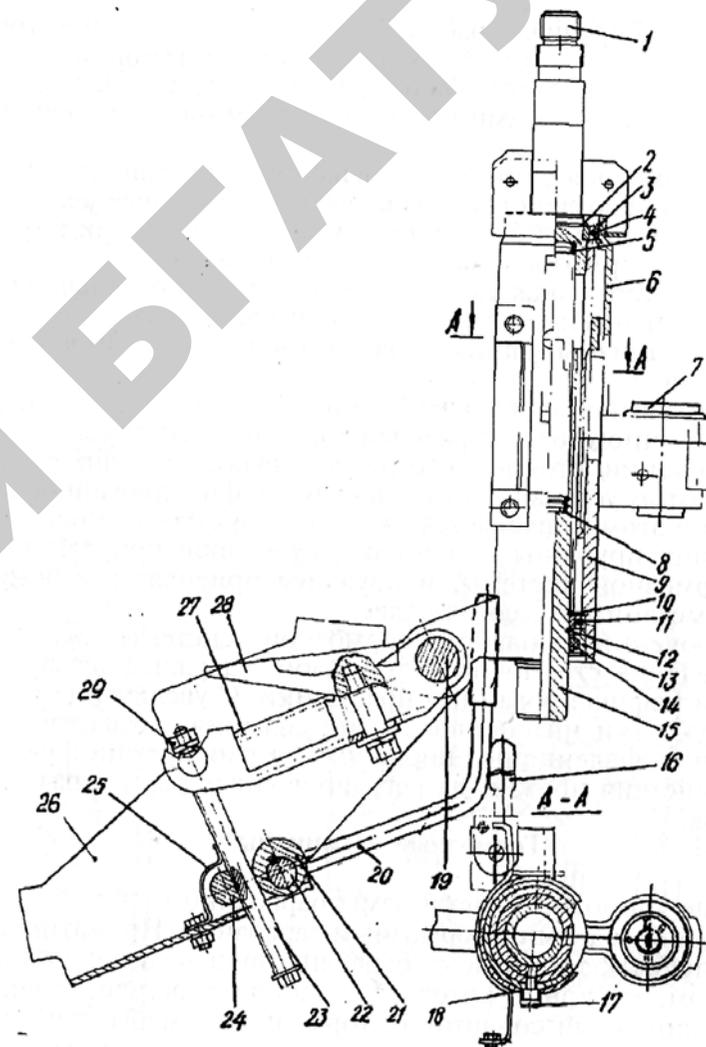


Рис. 7. Рулевая колонка:

1 – вал; 2, 3, 10, 12 – кольца стопорные; 4, 11 – подшипники; 5 – пружина; 6 – кожух; 7 – замок-выключатель стартера и приборов; 8 – шайба; 9 – корпус; 13 – кольцо сальника; 14 – сальник; 15 – вал; 16 – рукоятка фиксации высоты рулевой колонки; 17 – фиксатор; 18 – втулка; 19, 22, 24 – оси; 20 – рукоятка фиксации наклона рулевой колонки; 21 – втулка; 23 – рейка; 25 – пружина пластинчатая; 26 – кронштейн; 27 – пластина; 28 – рычаг; 29 – гайка

Для изменения угла наклона рулевой колонки рукоятку 20 нажмите вниз и, удерживая ее, установите рулевую колонку в нужном положении, после чего рукоятку отпустите.

Изменение положения рулевого колеса по высоте производится при неработающем двигателе поворотом рукоятки 16 на себя и, удерживая ее, рулевое колесо устанавливается на требуемую высоту, после чего рукоятка отпускается.

Травмобезопасное устройство служит для поглощения части энергии удара и снижения усилия воздействия рулевого колеса на водителя до безопасной величины при столкновении автомобиля с препятствием.

Травмобезопасное устройство состоит из рычага 28, кронштейна 26 и пластины 27, которая при воздействии на рулевое колесо разрезается.

Противоугонное устройство относится к системам, блокирующим рулевое управление посредством фиксации вала рулевой колонки с помощью замка-выключателя 7 (рис. 7) стартера и приборов, в котором встроен механизм блокировки вала рулевой колонки. При переводе ключа замка выключателя в положение III и после извлечения ключа из замка происходит автоматическая фиксация вала рулевой колонки, т. е. рулевое колесо блокируется.

Периодически проверяйте соединение амортизаторов с верхним и нижним кронштейнами и состояние резиновых втулок в верхней и нижней головках амортизаторов. Поврежденные втулки следует заменить.

Осматривайте корпус амортизатора на отсутствие подтеков. Наличие подтеков, частые пробой подвески свидетельствуют о негерметичности амортизатора и потере им функционального назначения. Такой амортизатор требует разборки для устранения неисправностей. Разборку и последующую сборку амортизатора производите в условиях, обеспечивающих полную чистоту его деталей.

Порядок разборки амортизатора следующий:

- выдвиньте шток растяжением амортизатора, отверните специальным ключом верхнюю гайку корпуса и выньте цилиндр вместе с поршнем и штоком;
- снимите цилиндр с поршня;
- слейте масло из полости корпуса;
- извлеките из корпуса основание цилиндра вместе с клапаном.

Все детали и составные части амортизатора промойте в керосине. Не применяйте для промывки растворитель или другой по-

добный состав, так как это приведет к порче сальников и окраски амортизатора.

После промывки проверьте состояние деталей. У резинового сальника проверьте состояние его гребешков по внутреннему диаметру. Если гребешки сильно изношены или повреждены, сальник необходимо заменить.

При значительном износе втулки в крышке цилиндра и увеличенном зазоре со штоком необходимо заменить втулку.

Клапаны сжатия и отбоя должны перемещаться в направляющих без зависания и заедания. Если на запорных частях клапанов имеются царапины, следы значительного износа и другие поверхностные дефекты, то эти клапаны замените. Сборку амортизатора производите в обратном порядке.

**Передняя ось и рулевые тяги.** Передняя ось, продольная и поперечная рулевые тяги показаны на рис. 8, 9, 10. В поворотных кулаках шкворни установлены на игольчатых подшипниках.

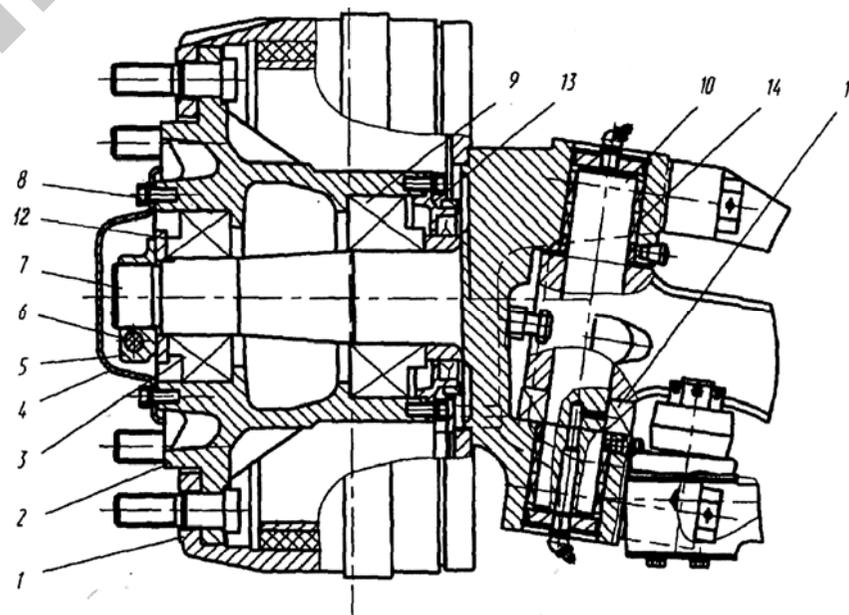


Рис. 8. Передняя ось и ступица переднего колеса:  
1 – тормозной барабан; 2 – ступица; 3, 9, 11, 14 – подшипники; 4 – крышка;  
5 – гайка; 6, 8 – болты; 7 – кулак поворотный; 10 – шкворень;  
12 – шайба; 13 – идуктор АБС

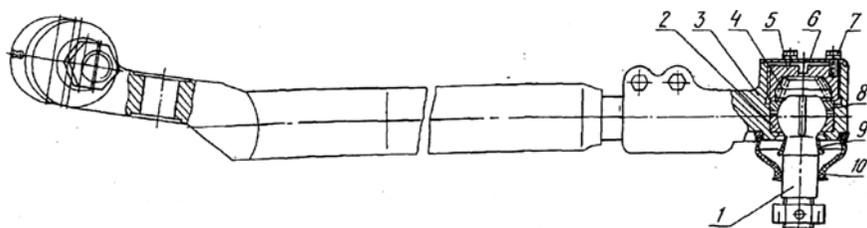


Рис. 9. Тяга рулевая продольная:

1 – палец; 2, 8 – сухари; 3 – наконечник; 4 – пружина; 5 – пробка;  
6 – крышка; 7 – болт; 9 – ограничитель; 10 – уплотнитель

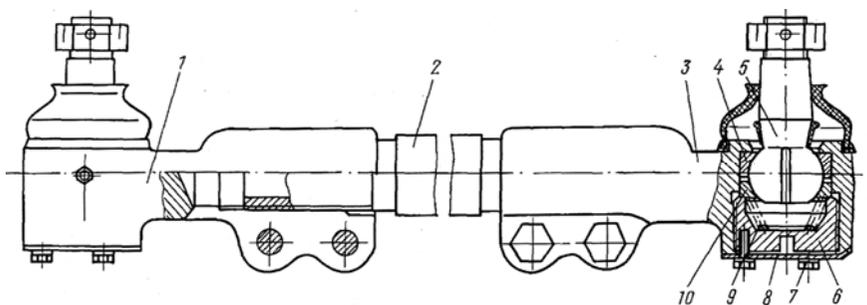


Рис. 10. Тяга рулевая поперечная:

1, 3 – наконечники; 2 – тяга; 4, 10 – сухари; 5 – палец; 6 – пробка;  
7 – болт; 8 – крышка; 9 – пружина

В процессе эксплуатации проверяйте герметичность уплотнений шкворня и ступицы по отсутствию жировых пятен на торцевых поверхностях и цапфах поворотных кулаков. При появлении пятен уплотнительные кольца и сальники ступиц следует заменить с обязательным заполнением смазкой их полости между уплотняющими кромками. Подшипники ступиц колес регулируются в следующем порядке:

- снимите крышку 4 (рис. 8) ступицы, ослабьте гайку 5 подшипника и проверьте легкость вращения ступицы. В случае тугого вращения выясните причину, сняв при необходимости ступицу;
- вращая ступицу, затяните гайку моментом 235–245 Н·м до тугого вращения ступицы, после чего гайку отверните на 80–90°.

Проверьте легкость вращения ступицы без ощутимого осевого люфта. При необходимости повторите регулировку, после этого гайку крепления ступицы застопорите затяжкой болта 6 моментом 49–69 Н·м;

– заполнив внутреннюю полость крышки смазкой (Литол-24), вместе с уплотняющей прокладкой установить ее на ступицу, не допуская выступания смазки из-под крышки.

Угол схождения управляемых колес в горизонтальной плоскости устанавливается регулировкой длины поперечной рулевой тяги, концы которой и наконечники имеют резьбу.

Проверка схождения выполняется после устранения люфтов в шарнирах рулевой тяги и подшипниках ступиц колес. Схождение определяется разностью расстояний между торцами правого и левого тормозных барабанов спереди и сзади и должно быть в пределах 0,5–1 мм на уровне геометрической оси колес.

Для доступа к торцам тормозных барабанов при замерах снимите резиновые заглушки на щитках тормозов.

Регулировку при ее необходимости проводите в следующем порядке:

- установите колеса в положение, соответствующее движению по прямой;
- ослабьте затяжку стяжных болтов обеих наконечников поперечной рулевой тяги;
- вращением рулевой тяги установите схождение колес в задаваемых пределах.

После регулировки затяните стяжные болты наконечников. Зазор в шарнирах рулевых тяг проверяется визуально при проворачивании рулевого колеса вправо и влево (для продольной тяги – при неработающем двигателе, для поперечной – при работающем).

Регулировка производится при снятой крышке 6 (рис. 9) резьбовой пробкой 5, которую следует затянуть моментом 120–160 Н·м и затем отвернуть на 1/8–1/12 оборота.

После регулировки установите на место крышку с поворотом ее до совмещения отверстия стопорного болта с резьбовым отверстием в пробке и обожмите ее край в паз наконечника 3.

Регулировка шарового сочленения поперечной тяги (рис. 10) и силового цилиндра (рис. 5) рулевого управления аналогична регулировке продольной тяги.

**Содержание отчета:**

1. Зарисовать схему рулевого управления автомобиля МАЗ-437041 и гидроусилителя, расшифровать обозначенные позиции.

2. Перечислить основные требования к исправному рулевому управлению с гидравлическим усилителем.

3. Сравнить полученные данные в таблицы с данными, указанными в руководстве по эксплуатации автомобиля, сделать выводы и устранить выявленные отклонения.

Таблица

Оценка технического состояния  
рулевого управления автомобиля МАЗ-437041

Параметр	Величина		Отметка о соответствии
	измеренная	рекомендуемая	
Свободный ход рулевого колеса:			
– при неработающем двигателе			
– при работающем двигателе			
Усилие на рулевом колесе:			
– при неработающем двигателе			
– при работающем двигателе			
Схождение передних колес			
Угловое положение рулевой колонки			

4. Убрать рабочее место, сдать инструмент и приборы учебному мастеру.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите типы усилителей рулевого управления и укажите их основные различия.

2. Из каких основных частей состоит рулевое управление автомобиля МАЗ-437041?

3. Как работает гидравлический усилитель рулевого управления автомобиля МАЗ-437041?

4. В какой последовательности регулируют свободный ход рулевого колеса и каково его допустимое значение?

5. Какова роль поперечного и продольного наклона шкворней?

6. Для чего нужна и как определяется сходимость управляемых колес?

7. Для чего необходимо «чувство дороги» у водителя и как оно создается?

8. Какие регулировки и как проводятся в рулевом механизме?

9. Перечислите характерные неисправности рулевого управления и укажите их причины.

## ГИДРООБЪЕМНОЕ РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»

**Цель работы:** изучить назначение, устройство и работу гидрообъемного рулевого управления колесного трактора «Беларус», а также регулировки, возможные неисправности и способы их устранения.

### Материальное обеспечение и приборы:

1. Разрезные узлы насоса-дозатора и золотниковой пары рулевого механизма колесного трактора «Беларус».
2. Разборные узлы насоса-дозатора, золотниковой пары и гидроцилиндра.
3. Комплект плакатов и методические указания.
4. Набор инструмента приборов.

### Последовательность выполнения работы:

1. Используя методические указания, плакаты изучить назначение и принцип работы гидрообъемного рулевого управления колесного трактора «Беларус».
2. Освоить методику и технику выполнения основных регулировок узлов и агрегатов рулевого управления колесного трактора «Беларус».
3. Изучить признаки основных неисправностей и способы их устранения.
4. Используя имеющиеся узлы гидрообъемного рулевого управления колесного трактора «Беларус», необходимый инструмент и приборы, заполнить таблицу.
5. Проверить свои знания по контрольным вопросам.
6. Согласно заданию подготовить отчет по лабораторной работе.

### Общие сведения

Гидрообъемное (гидростатическое) рулевое управление (ГОРУ) устанавливается на тракторах «Беларус» с целью создания комфортных условий работы тракториста (небольшое усилие управления, отсутствие на рулевом колесе реакции со стороны дороги, что особенно важно при движении по неровностям дороги и почвы).

ГОРУ не имеет механической связи между рулевым колесом и управляемыми колесами (рис. 1, а, б), связь между ними осуществляется гидравлически посредством маслопроводов и рукавов высокого давления, соединяющих установленный в кабине трактора на рулевой колонке насос-дозатор и гидравлический цилиндр, установленный в рулевой трапеции управляемых колес.

При повороте рулевого колеса насос-дозатор подает в рулевой гидроцилиндр объем масла пропорциональный величине поворота рулевого колеса. Когда рулевое колесо не вращается, насос-дозатор запирает объем масла в гидроцилиндре и этим обеспечивает стабильность направления движения трактора при движении по неровностям дороги или почвы.

Общий вид ГОРУ с общим и отдельным масляным баком приведен на рис. 2, 3.

При нормальных условиях работы, когда насос питания обеспечивает необходимый поток и давление масла, максимальное усилие на руле не превышает 3 кгс.

Если поток масла от насоса питания слишком мал или отсутствует (например, при отказе дизеля, насоса питания или разрыва нагнетающего маслопровода), то насос-дозатор функционирует как ручной насос в системе рулевого управления. Усилие на руле, прикладываемое трактористом для поворота колес при ручном управлении, значительно возрастает, в отдельных случаях до 60 кгс.

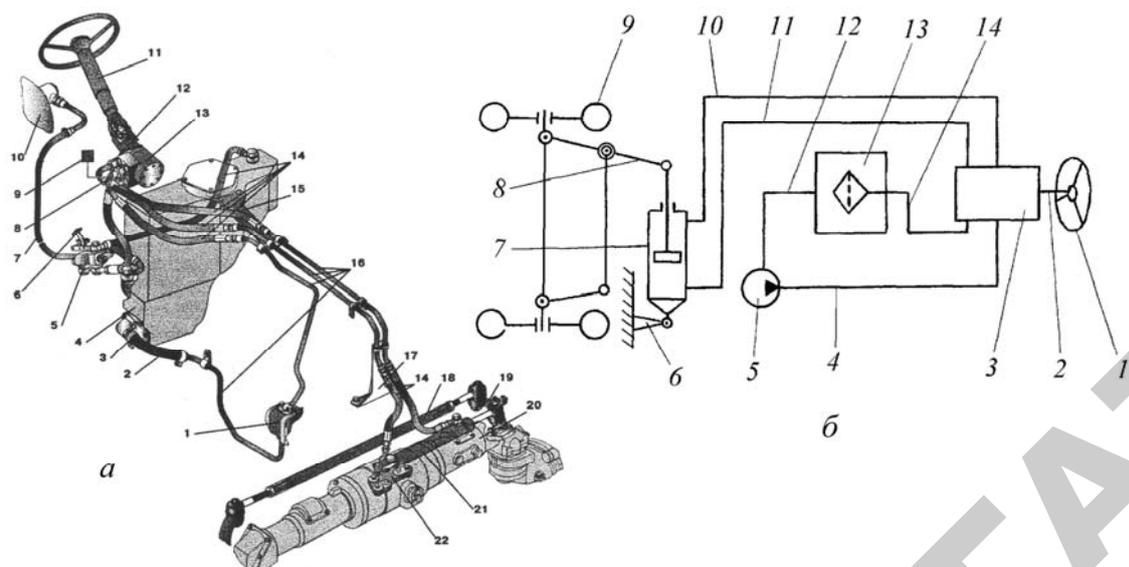


Рис. 1. Гидрообъемное рулевое управление колесного трактора «Беларус»:

*a* – общий вид ГОРУ: 1 – насос питания; 2 – шланг; 3 – хомут; 4 – масляный бак гидросистемы и ГОРУ\*; 5 – кран управления блокировкой дифференциала заднего моста; 6 – педаль управления БД заднего моста; 7 – маслопровод к муфте БД; 8 – датчик аварийного давления; 9 – сигнализатор аварийного давления в ГОРУ; 10 – муфта БД; 11 – рулевая колонка; 12 – кронштейн; 13 – насос-дозатор; 14 – рукав высокого давления; 15 – кронштейн; 16 – маслопровод; 17 – кронштейн; 18 – рулевая тяга; 19 – рычаг ПВМ левый; 20 – ПВМ с коническими редукторами; 21 – рулевой гидроцилиндр (Ø50 мм)\*\*; 22 – кронштейн гидроцилиндра; *б* – принципиальная схема: 1 – рулевое колесо; 2 – приводной вал; 3 – насос-дозатор; 4 – магистральный трубопровод; 5 – гидронасос; 6 – кронштейн; 7 – гидроцилиндр; 8 – поворотный рычаг рулевой трапеции; 9 – управляемые колеса; 10 и 11 – трубопроводы гидроцилиндра; 12 – всасывающий трубопровод; 13 – бачок с фильтром; 14 – сливной трубопровод

\*Тракторы «Беларус», выполненные по Еуро-2, комплектуются ГОРУ с автономным масляным баком.

\*\*Тракторы, оборудованные ПВМ с планетарно-цилиндрическими редукторами, комплектуются рулевыми гидроцилиндрами Ø63 мм.

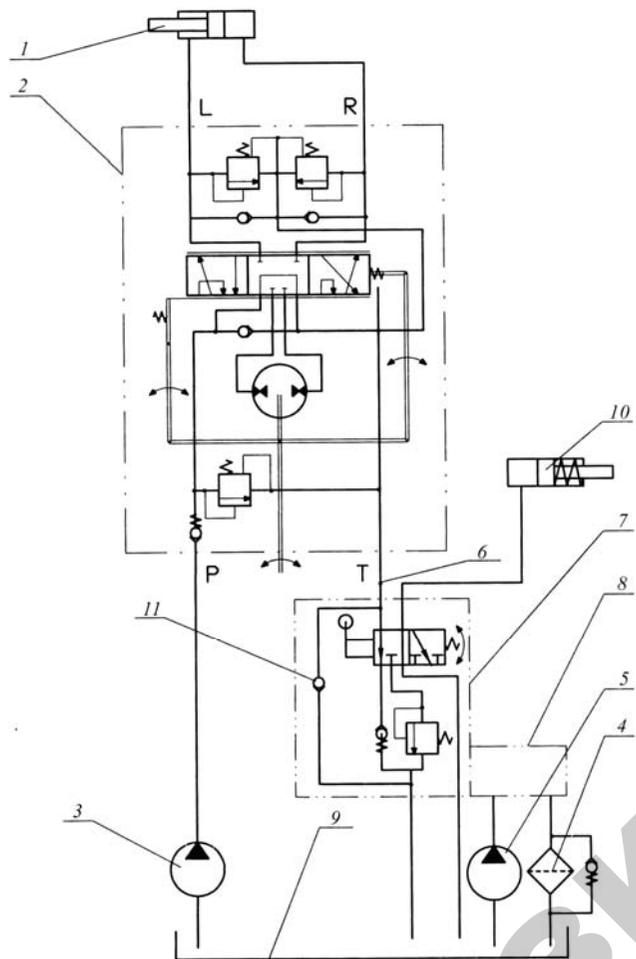


Рис. 2. Принципиальная схема ГОРУ\*:

1 – рулевой гидроцилиндр; 2 – насос-дозатор; 3 – насос шестеренчатый ГОРУ; 4 – фильтр; 5 – насос шестеренчатый ГНС; 6 – датчик давления; 7 – кран БД заднего моста; 8 – ГНС; 9 – масляный бак гидросистемы и ГОРУ; 10 – муфта БД; 11 – обратный клапан; выходы насоса-дозатора: L – к полости гидроцилиндра левого поворота; R – к полости гидроцилиндра правого поворота; P – полость высокого давления; T – полость слива

\*Кроме тракторов «Беларус 822/823/922/923» и других моделей, сертифицированных по Евро-2.

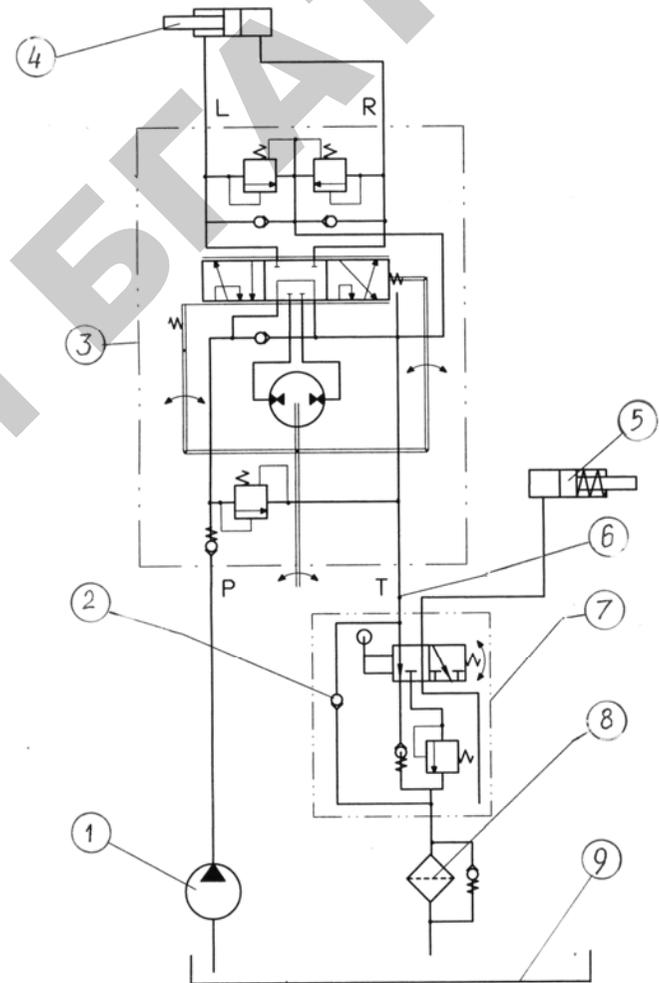


Рис. 3. Принципиальная схема ГОРУ с автономным масляным баком\*:

1 – шестеренчатый насос ГОРУ; 2 – обратный клапан; 3 – насос-дозатор; 4 – рулевой гидроцилиндр; 5 – муфта БД заднего моста; 6 – датчик давления масла в системе ГОРУ; 7 – кран управления БД заднего моста; 8 – сливной масляный фильтр; 9 – автономный масляный бак ГОРУ

\*Для тракторов «Беларус 822/823/922/923» и моделей, сертифицированных по Евро-2.

**Устройство и работа насоса-дозатора.** В процессе производства на тракторы могут быть установлены насосы-дозаторы разных фирм, незначительно отличающиеся от приведенного на рис. 4.

Насос-дозатор состоит из поворотного гидрораспределителя, героторного дозирующего (качающего) узла, противоударных клапанов, двух противовакуумных клапанов, предохранительного клапана, обратного клапана. Поворотный гидрораспределитель состоит из корпуса 1, гильзы 16 и золотника 6, имеющего шлицевой хвостовик для соединения с валом рулевой колонки, т. е. с рулевым колесом. Гильза и золотник соединены между собой штифтом 15 и центрирующими пружинами 40 и 41. В золотнике отверстие под штифт имеет больший диаметр, чем диаметр штифта, что позволяет золотнику проворачиваться относительно гильзы на угол до  $6^\circ$ .

Героторный дозирующий узел состоит из закрепленного на корпусе 1 статора 25 и вращающегося ротора 24, связанного с золотником через карданную вилку 28 и гильзу 16. При повороте рулевого колеса ротор обкатывается своими зубьями по впадинам и выступам статора и совершает семь оборотов за один оборот рулевого колеса, что обеспечивает большую производительность при минимальных размерах дозатора.

При вращении рулевого колеса поступающее в дозирующий узел под давлением масло вращает ротор, который через карданную вилку поворачивает гильзу и стремится догнать вращаемый рулем золотник (т. е. обеспечивается следящее действие). Проходящий через дозирующий узел дозированный объем масла поступает в нагнетательную полость гидроцилиндра и перемещает поршень, а масло из сливной полости цилиндра вытесняется через гильзу и золотник на слив в маслобак. При прекращении вращения руля гильза догоняет золотник и под воздействием центрирующих пружин устанавливается в нейтральное положение, нагнетательная магистраль через золотник и гильзу сообщается со сливной магистралью, каналы R и L перекрываются, поворот колес прекращается.

**Предохранительный клапан 35** ограничивает максимальное рабочее давление в нагнетательной магистрали в пределах 140–155 бар и, таким образом, защищает насос питания и гидросистему ГОРУ от перегрузки.

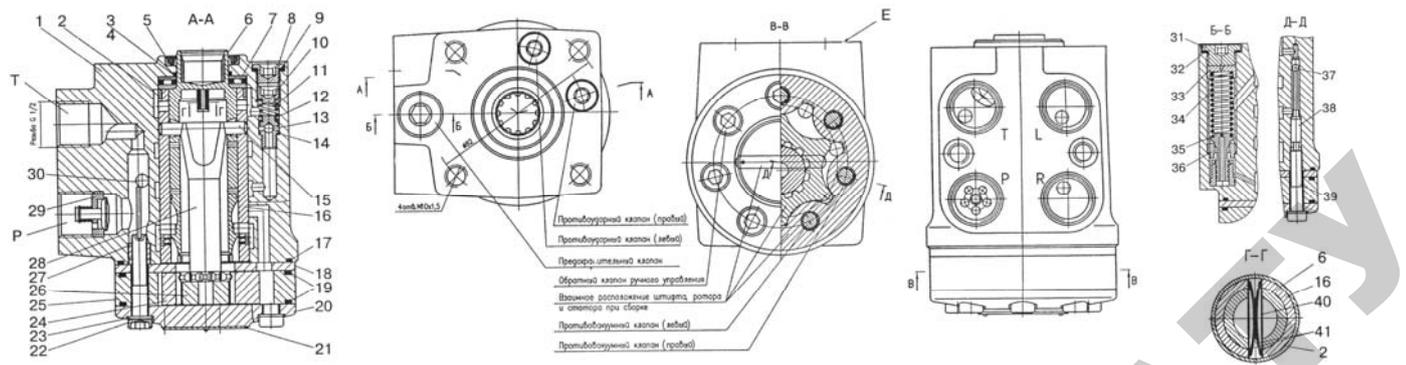


Рис. 4. Насос-дозатор:

1 – корпус; 2 – кольцо обжимное; 3 – кольцо уплотнительное; 4 – кольцо защитное; 5 – манжета золотника; 6 – золотник; 7 – подшипник упорный; 8 – пробка противоударного клапана (2 шт.); 9 – шайба уплотнительная (2 шт.); 10 – винт регулировочный противоударного клапана (2 шт.); 11 – пружина противоударного клапана (2 шт.); 12 – опора пружины (2 шт.); 13 – шарик противоударного клапана (2 шт.); 14 – седло противоударного клапана (2 шт.); 15 – штифт цилиндрический; 16 – гильза; 17 – кольцо корпуса уплотнительное; 18 – диск распределительный; 19 – кольцо статора уплотнительное (2 шт.); 20 – крышка; 21 – табличка фирменная; 22 – винт с упорным штифтом; 23 – шайба уплотнительная (7 шт.); 24 – ротор; 25 – статор; 26 – втулка упорная; 27 – втулка резьбовая; 28 – вилка карданная; 29 – клапан обратный; 30 – шарик обратного клапана ручного управления; 31 – пробка предохранительного клапана; 32 – шайба уплотнительная; 33 – винт регулировочный предохранительного клапана; 34 – пружина предохранительного клапана; 35 – золотник предохранительного клапана; 36 – седло предохранительного клапана; 37 – шарик противовакуумного клапана (2 шт.); 38 – упорный штифт противовакуумного клапана (2 шт.); 39 – винт соединительный (6 шт.); 40 – плоская пластинчатая центрирующая пружина (2 шт.); 41 – дугообразная пластинчатая центрирующая пружина (4 шт.); маркировка отверстий в корпусе насоса-дозатора: P – нагнетательная полость; T – сливная полость; R – полость правого поворота; L – полость левого поворота

**Противоударные клапаны 13 (левый и правый)** ограничивают максимальное давление (200–210 бар) в рукавах высокого давления между насосом-дозатором и гидроцилиндром при ударных нагрузках, возникающих при наездах на препятствие, защищают рукава высокого давления и насос-дозатор, ограничивают максимальные внешние усилия на рулевой гидроцилиндр, пальцы гидроцилиндра и рулевой тяги.

**Противовакуумные клапаны 37, 38 (левый и правый)** предназначены для перепуска масла в другую полость гидроцилиндра при срабатывании противоударного клапана, что позволяет избежать вакуума и кавитации в гидроцилиндре и насосе-дозаторе.

**Обратный клапан 29** на входе в насос-дозатор препятствует всасыванию воздуха в режиме ручного управления в случае разрыва нагнетательного маслопровода (давление открытия обратного клапана составляет 1,1 бар), а также предохраняет насос питания от обратных ударных нагрузок, которые могут возникнуть при ударе колес о препятствие в момент поворота.

**Обратный клапан ручного управления 30** обеспечивает всасывание масла из маслобака через сливной маслопровод в режиме ручного управления в случае отказа двигателя, насоса питания или разрыва нагнетательного маслопровода.

#### Схема работы насоса-дозатора:

1. **Нейтраль** (рис. 5, а). Насос питания 10 разгружен и подает масло в магистраль слива через гильзу 3, золотник 2, масляный фильтр 8. Полости гидроцилиндра 1 замкнуты каналами золотника, гильзы и качающим узлом насоса-дозатора.

2. **Поворот вправо (А) или влево (Б) при работающем насосе питания 10** (рис. 5, б). При повороте рулевого колеса вправо или влево золотник поворачивается относительно гильзы, направляя гидравлическую жидкость от насоса питания к соответствующей полости дозирующего узла 4, 5. При вращении ротора 5 дозированный объем жидкости подается в поршневую или штоковую полость гидроцилиндра для поворота передних колес. В то же время противоположная полость цилиндра сообщается со сливом через каналы гильзы и золотника.

3. **Поворот вправо (А) или влево (Б) при неработающем насосе питания 10** (рис. 5, в). При неработающем насосе дозирующий узел 4, 5 начинает работать в режиме насоса, подавая гидравлическую жидкость в полость поворота рулевого гидроцилиндра. Из противоположной полости жидкость вытесняется на слив через открытый обратный клапан 7.

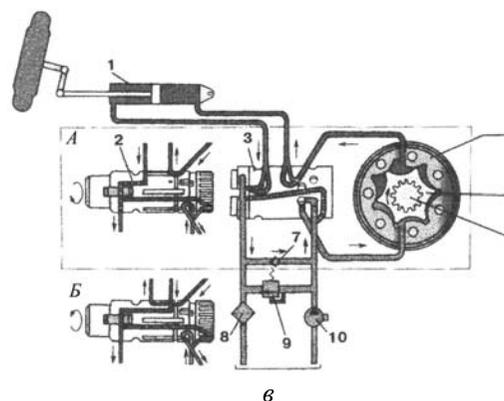
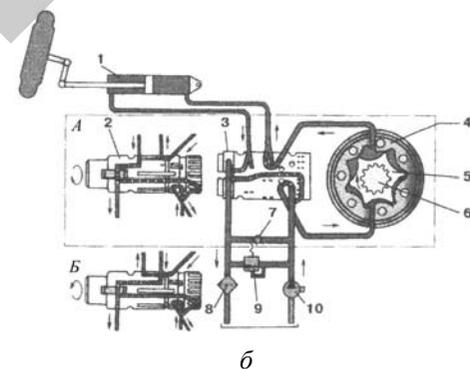
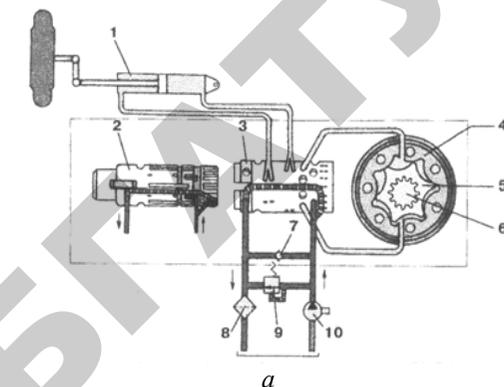


Рис. 5. Схема работы насоса-дозатора:

1 – рулевой гидроцилиндр; 2 – золотник; 3 – гильза; 4 – статор насоса-дозатора; 5 – ротор насоса; 6 – вал; 7 – обратный клапан; 8 – масляный фильтр; 9 – предохранительный клапан; 10 – насос шестеренчатый ГОРУ (насос питания)

### Содержание отчета:

1. Зарисовать схему рулевого управления колесного трактора «Беларус» и насоса-дозатора, расшифровать обозначенные позиции.
2. Перечислить все клапаны, установленные в гидрообъемном рулевом управлении колесного трактора «Беларус», указать их назначение и давление срабатывания.
3. Сравнить полученные данные в таблице с данными, указанными в руководстве по эксплуатации колесного трактора «Беларус», сделать выводы и устранить выявленные отклонения.

Таблица

Оценка технического состояния рулевого управления колесного трактора «Беларус»

Параметр	Величина		Отметка о соответствии
	измеренная	рекомендуемая	
Свободный ход рулевого колеса:			
- при неработающем двигателе			
- при работающем двигателе			
Усилие на рулевом колесе:			
- при неработающем двигателе			
- при работающем двигателе			
Количество оборотов рулевого колеса для полного поворота управляемых колес			
Схождение передних колес			
Давление номинальное в гидросистеме рулевого управления			
Давление настройки предохранительного клапана			

4. Убрать рабочее место, сдать инструмент и приборы учебному мастеру.

### Контрольные вопросы:

1. Назовите основные преимущества гидрообъемного рулевого управления по сравнению с рулевыми управлениями, имеющими различные усилители.
2. Из каких основных агрегатов состоит гидрообъемное рулевое управление колесного трактора «Беларус»?
3. Как работает гидрообъемное рулевое управление при повороте рулевого колеса с работающим двигателем трактора и при повороте рулевого колеса с неработающим двигателем?
4. Чем отличается гидрообъемное рулевое управление тракторов «Беларус», сертифицированных по Евро-2, от не сертифицированных?
5. Назовите причины возникновения повышенного свободного хода рулевого колеса и укажите методы его устранения.
6. Каковы причины повышенного количества оборотов рулевого колеса для полного поворота управляемых колес трактора?
7. Назовите все клапаны, имеющиеся в гидрообъемном рулевом управлении, и укажите их назначение и давление срабатывания.
8. Для чего нужна и как определяется сходимость управляемых колес?
9. Перечислите характерные неисправности рулевого управления и укажите их причины.

## ГИДРООБЪЕМНЫЙ МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»

**Цель работы:** изучить назначение, устройство и работу гидрообъемного механизма поворота гусеничного трактора «Беларус», а также регулировки, возможные неисправности и способы их устранения.

### Материальное обеспечение и приборы:

1. Разрезные узлы механизма поворота, механизма отключения гидромотора, редуктора привода насоса гидросистемы механизма поворота гусеничного трактора «Беларус».
2. Разборные узлы гидросистемы механизма поворота (аксиально-плунжерный насос, гидромотор и фильтр ГСП).
3. Комплект плакатов и методические указания.
4. Набор инструмента и приборов.

### Последовательность выполнения работы:

1. Используя методические указания, плакаты изучить назначение и принцип работы гидрообъемного механизма поворота гусеничного трактора «Беларус».
2. Освоить методику и технику выполнения основных регулировок узлов и агрегатов гидрообъемного механизма поворота гусеничного трактора «Беларус».
3. Изучить признаки основных неисправностей и способы их устранения.
4. Используя имеющиеся узлы гидрообъемного механизма поворота гусеничного трактора «Беларус», необходимый инструмент и приборы, заполнить таблицу.
5. Проверить свои знания по контрольным вопросам.
6. Согласно заданию подготовить отчет по лабораторной работе.

### Общие сведения

**Гидрообъемный механизм поворота** – двухпоточный, дифференциального типа с бесступенчатым изменением радиуса поворота, однопоточный при прямолинейном движении и двухпоточный при повороте. Он состоит из двухпоточного дифференциального механизма поворота, гидрообъемного привода, привода управления и редуктора привода насоса.

Механизм поворота расположен в корпусе, прифланцованном к коробке передач. Механизм поворота включает в себя суммирующие дифференциалы, которые представляют собой трехзвенные планетарные механизмы с одновенцовыми сателлитами и отрицательными внутренними передаточными отношениями.

На корпусе механизма поворота (рис. 1) расположены: гидромотор 3, тормозные камеры с энергоаккумуляторами и рычагами 2, 4 включения тормозов, рычаг переключения привода ВОМ 5.

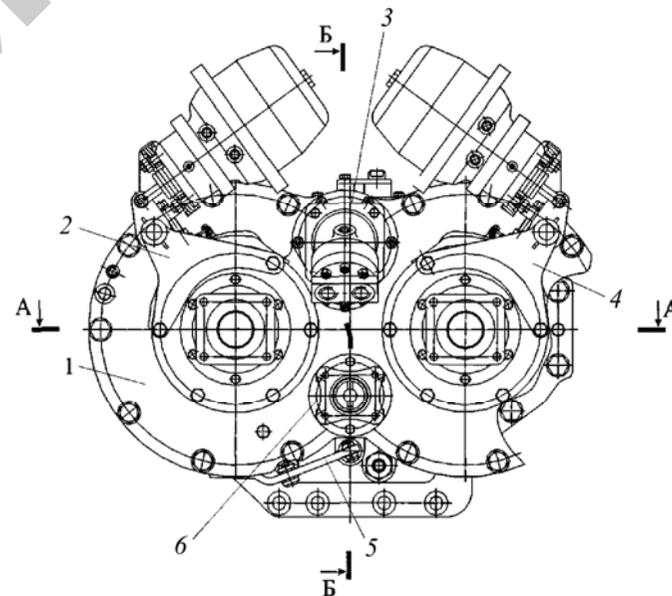


Рис. 1. Механизм поворота (общий вид):

1 – механизм поворота; 2, 4 – рычаги включения тормозов; 3 – гидромотор;  
5 – рычаг переключения привода ВОМ; 6 – хвостовик привода ЗВОМ

В корпусе 10 (рис. 2) смонтированы суммирующие дифференциалы, тормоза трактора, механизм переключения привода ВОМ, механизм отключения гидромотора при буксировке трактора.

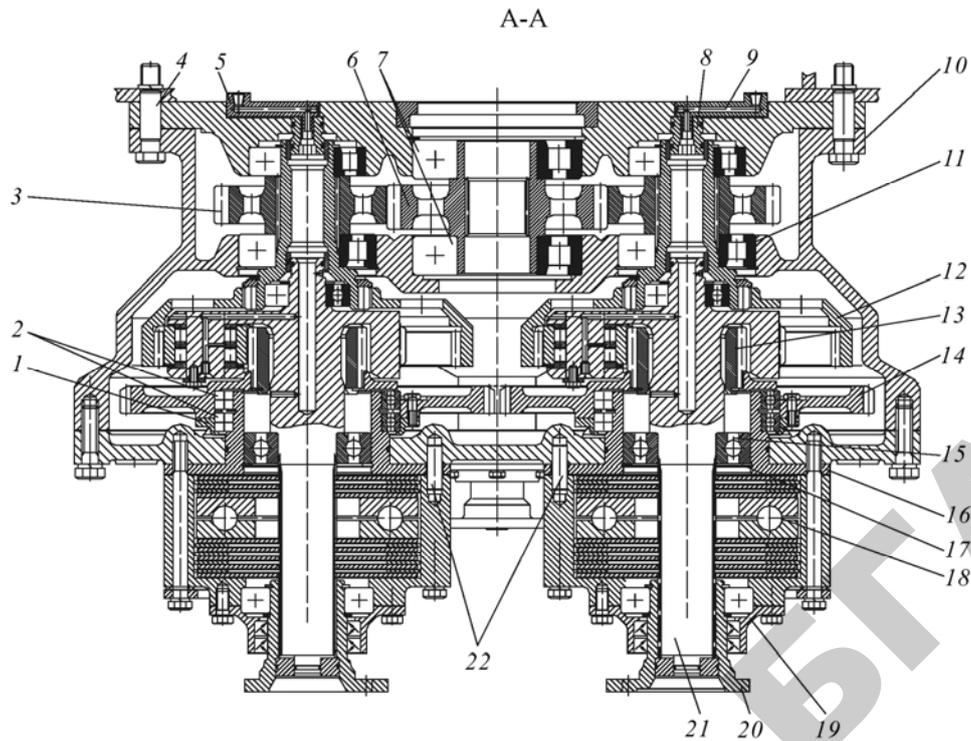


Рис. 2. Механизм поворота (продольный горизонтальный разрез):

1 – кольцо; 2 – подшипник; 3, 6 – шестерни; 4 – штифт; 5 – переходник; 7 – подшипник; 8 – вал; 9 – втулка; 10 – корпус; 11 – подшипник; 12 – шестерня-эпицикл; 13 – шестерня солнечная; 14 – шестерня ведомая; 15 – подшипник; 16 – крышка; 17 – кольцо стопорное; 18 – тормоз дисковый; 19 – крышка; 20 – полумуфта; 21 – водило; 22 – штифт установочный

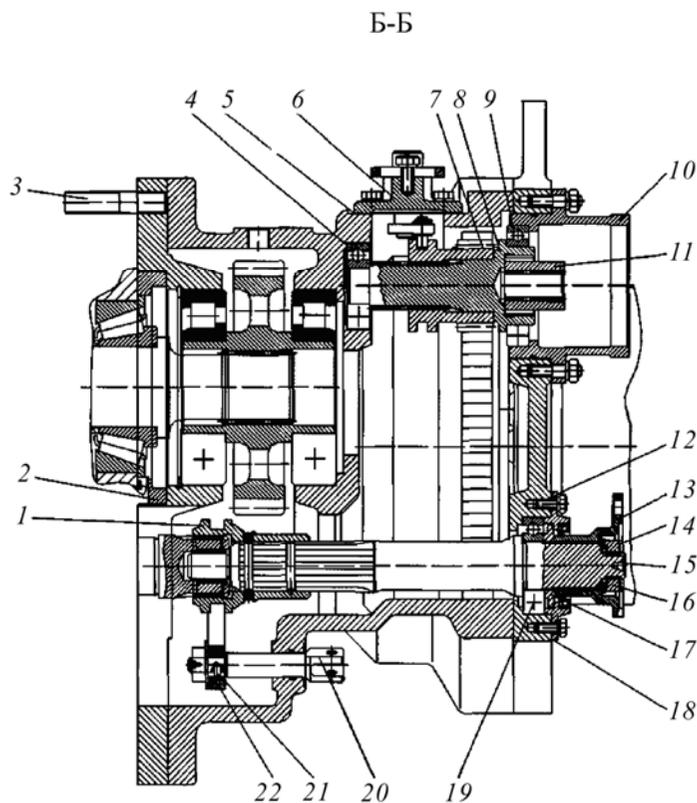


Рис. 3. Механизм поворота (продольный разрез):

1 – муфта переключения; 2 – кольцо; 3 – шпилька; 4 – подшипник; 5 – прокладка; 6 – механизм отключения; 7 – шестерня; 8 – вал; 9 – подшипник; 10 – стакан; 11 – муфта зубчатая; 12 – крышка; 13 – полумуфта; 14 – пластина замковая; 15 – вал; 16 – гайка; 17 – маслоотражатель; 18 – прокладка; 19 – подшипник; 20 – шток; 21 – штифт; 22 – вилка

В механизме поворота установлены два (правый и левый) суммирующих трехзвенных планетарных дифференциала. Они суммируют два потока мощности (основной и дополнительный при повороте) и передают крутящий момент через карданные валы на главные передачи заднего моста. Суммирующий дифференциал состоит из солнечной шестерни 13, шестерни эпицикла 12 и сателлитов.

Основной поток мощности передается от двигателя через вторичный вал коробки передач, шестерни 6 и 3 на эпициклы 12 левого и правого дифференциалов.

При прямолинейном движении гидромотор 3 (см. рис. 1) заторможен и вместе с ним заторможены солнечные шестерни 13 (см. рис. 2) суммирующего дифференциала, поэтому их эпициклы 12 передают одинаковые по величине и направлению крутящие моменты через сателлиты на водило 21 и через карданные валы на главные передачи заднего моста.

При повороте часть мощности двигателя через гидромотор, шестерню 7 (см. рис. 3) и ведомую шестерню 14 (см. рис. 2) передается на солнечные шестерни 13 суммирующего дифференциала, которые начинают вращаться с одинаковой скоростью, но в противоположные стороны. Планетарные дифференциалы суммируют поступившие на их эпициклы и солнечные шестерни частоты вращений, в результате получается различная частота вращения водила, связанного с главной передачей заднего моста. Величина радиуса поворота зависит от включенной передачи, производительности насоса (регулируется поворотом рулевой колонки) и сопротивления движению трактора.

Принципиальная схема механизма поворота гусеничного трактора «Беларус» приведена на рис. 4.

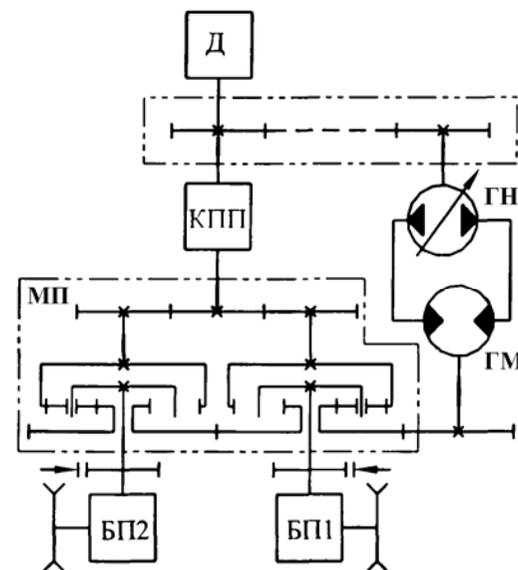


Рис. 4. Принципиальная схема механизма поворота гусеничного трактора «Беларус»: Д – двигатель трактора; КПП – коробка перемены передач; МП – механизм поворота; ГН – регулируемый гидронасос; ГМ – нерегулируемый гидромотор; БП1 и БП2 – бортовые передачи

**Механизм отключения гидромотора** предназначен для разъединения гидрообъемного дополнительного привода и суммирующих дифференциалов при буксировке трактора, что достигается выводом из зацепления шестерни 4 (рис. 5). Для этого необходимо ослабить болт 2 и рычагом 1 вывести шестерню 4 из зацепления с шестерней 3, тем самым растормаживается солнечная шестерня 13 (см. рис. 2) суммирующего дифференциала, что позволяет трактору совершать поворот при его буксировке.

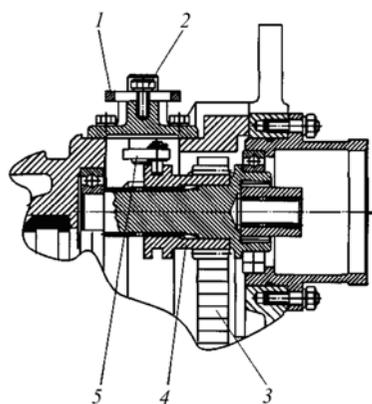


Рис. 5. Механизм отключения гидромотора:

- 1 – рычаг; 2 – болт;
- 3 – шестерня ведомая;
- 4 – шестерня; 5 – рычаг

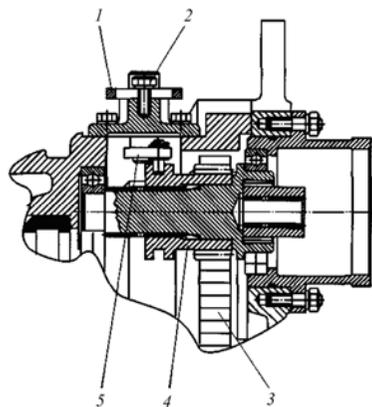


Рис. 6. Механизм переключения привода ВОМ:

- 1 – муфта переключения; 2 – стопор;
- 3 – вал; 4 – шток; 5 – штифт; 6 – вилка;
- 7 – шестерня

**Механизм включения привода ВОМ** предназначен для включения независимого привода ВОМ. Он имеет два положения: «Независимый привод ВОМ включен», «Независимый привод ВОМ выключен». Включение осуществляется муфтой 1 (рис. 6), закрепленной на штоке 4. После ввода в зацепление муфты 1 штоком 4 через вилку 6 с хвостовиком вала 3 включается независимый привод.

**Гидрообъемный привод механизма поворота** (рис. 7) состоит из насоса, гидромотора, фильтра ГСП, всасывающего фильтра, масляного бака.

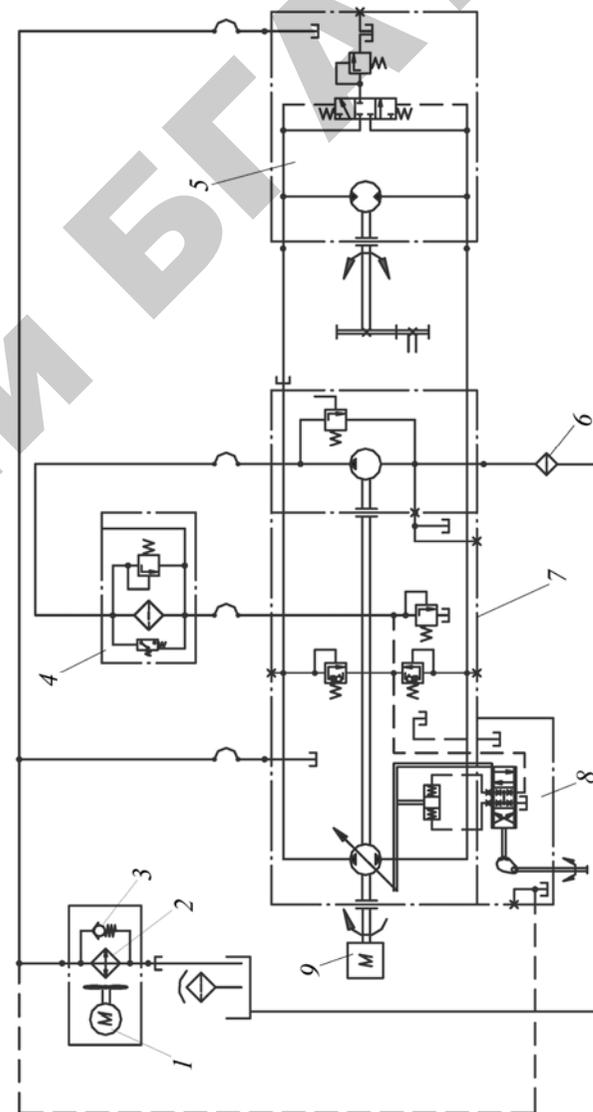


Рис. 7. Гидравлическая схема системы управления поворотом:  
 1 – электроventильатор; 2 – радиатор; 3 – клапан предохранительный; 4 – фильтр ГСП; 5 – гидромотор;  
 6 – фильтр всасывающий; 7 – насос; 8 – механизм управления насосом; 9 – двигатель

**Аксиально-плунжерный насос** – силовой узел объемного гидроривода, преобразующего механическую энергию в энергию потока рабочей жидкости.

Количество и направление подаваемой рабочей жидкости регулируется изменением частоты вращения привода насоса и углом наклона опорной шайбы при сервогидравлическом воздействии на поршень управления.

Насосный блок конструктивно состоит из следующих сборочных единиц:

- ходовой части (насос Linde);
- механизма управления;
- фильтра ГСП (насос Linde);
- насоса подпитки;
- предохранительного клапана насоса подпитки;
- блока клапанов.

Насос работает в режиме ручного управления. Вал насоса 3 (рис. 8) вращается в одном направлении (против часовой стрелки со стороны вала). Изменение подачи насоса осуществляется при помощи рычага управления 2, отклоняющего люльку на заданный угол, пропорциональный углу поворота рычага управления.

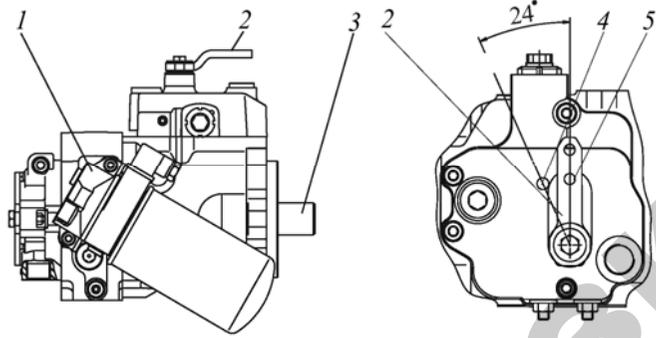


Рис. 8. Насос:

1 – кронштейн крепления фильтра; 2 – рычаг управления; 3 – вал насоса; 4 – метка на корпусе насоса; 5 – отверстие в рычаге управления

Для установления рычага управления в нулевое положение необходимо совместить метку 4 на корпусе насоса с отверстием 5 в рычаге управления.

Без воздействия на рычаг управления насос не производит подачу рабочей жидкости. При отклонении рычага управления и пере-

мещении связанного с ним посредством рычагов золотника рабочая жидкость от шестеренного насоса через золотник поступает под поршень, который отклоняет жестко связанную с ним люльку. При отклонении рычага управления в обратную от среднего положения сторону люлька отклоняется в противоположном направлении, после чего происходит смена направления потока рабочей жидкости. Нагнетаемая шестеренным насосом рабочая жидкость проходит через фильтр ГСП, в котором очищается от механических примесей.

Конструктивно фильтр ГСП содержит предохранительный клапан. Отфильтрованная рабочая жидкость от шестеренного насоса поступает к подпиточно-предохранительным клапанам.

Ходовая часть насоса представляет собой аксиально-плунжерную машину бескарданного типа с гидростатическими опорами и состоит из блока цилиндров, в котором размещены поршни с подпятниками.

Механизм управления представляет собой однокаскадный гидросилитель золотникового типа с механической обратной связью с люлькой насоса на золотник.

**Фильтр ГСП**, который предназначен для очистки рабочей жидкости, содержит фильтроэлемент и клапан. Предохранительный клапан, находящийся на крышке фильтроэлемента, предохраняет фильтроэлемент от разрушения при засорении.

**Гидромотор** (рис. 9) аксиально-поршневой нерегулируемый является силовым узлом гидрообъемного привода.

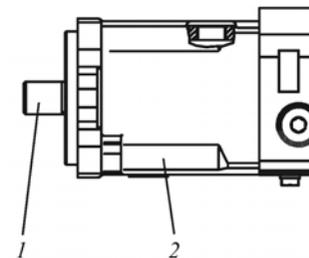


Рис. 9. Гидромотор:

1 – вал; 2 – корпус

**Маслобак гидросистемы ГСП механизма поворота** и гидросистемы механизмов навески и натяжения гусениц объединены в одном корпусе и разделены перегородкой. Маслобак установлен

за кабиной между гусеницами и служит емкостью для хранения и очистки РЖ гидросистемы. Заправочная емкость бака гидросистемы ГСП механизма поворота составляет 42 л.

Емкость бака оборудована сапуном 4 (рис. 10), штуцером для забора масла 13, сливным шлангом 2 для слива масла и указателями уровня масла 1.

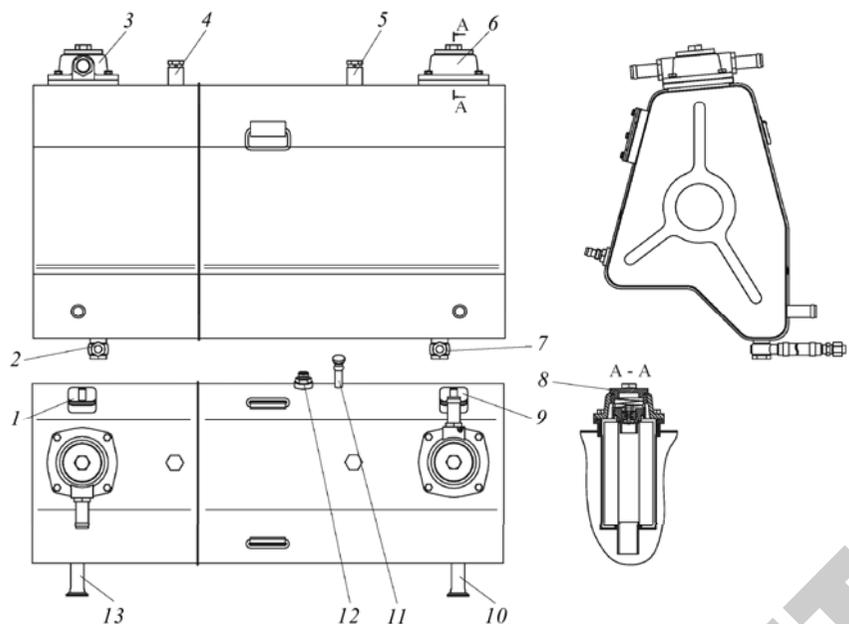


Рис. 10. Бак гидросистемы ГСП механизма поворота:

1, 9 – смотровые окна; 2, 7 – сливные шланги; 3, 6 – фильтры; 4, 5 – сапуны; 8 – пробка фильтра; 10, 11, 12, 13 – штуцеры

Заправка маслобака ГСП механизма поворота производится через фильтр 3, после отвинчивания пробки 8. Масло необходимо заливать через фильтр с тонкостью фильтрации не грубее 25 мкм или через два слоя батиста.

**Привод управления механизмом поворота** предназначен для управления механизмом поворота с места водителя.

Привод управления состоит из рулевой колонки 3 (рис. 11), червячного редуктора с нульустановителем, тяг и стопорного устройства колонки.

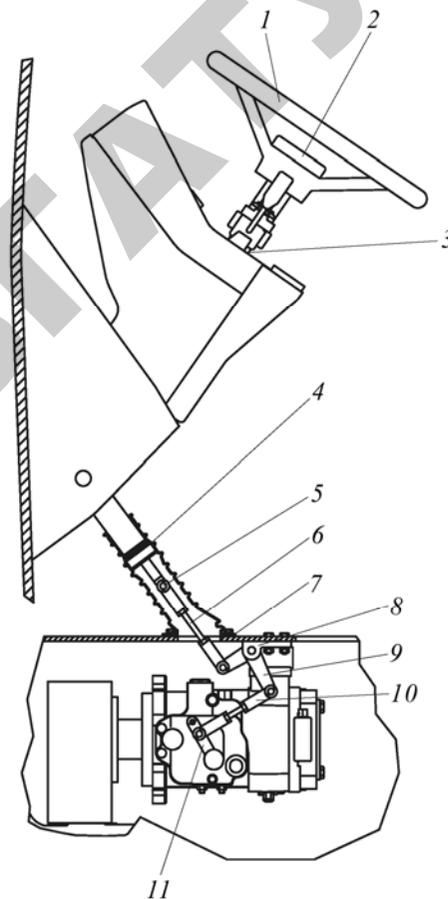


Рис. 11. Привод управления:

1 – рулевое колесо; 2 – заглушка; 3 – рулевая колонка; 4 – кожух; 5 – палец; 6, 10 – тяги; 7 – стопорное кольцо; 8 – кронштейн; 9 – кулиса; 11 – рычаг

При повороте рулевого колеса 1 энергия от вращения через червячный редуктор преобразуется в поступательную и передается посредством кулисного механизма рычагу управления подачей насоса.

Для поворота трактора направо (налево) необходимо повернуть рулевое колесо вправо (влево), причем радиус поворота трактора будет зависеть от угла поворота рулевого колеса и скорости движения.

При прямолинейном движении рулевое колесо удерживается в исходном положении нульустановителем. Рулевая колонка имеет специальное стопорное устройство для исключения возможности поворачивания трактора при случайном воздействии на рулевое колесо при работающем двигателе. Оно состоит из трубы с фигурным пазом и пальца с рукояткой.

**Редуктор привода насоса.** Насос с редуктором привода насоса установлен сверху на корпусе сцепления, и привод его осуществляется от двигателя. Редуктор (рис. 12) состоит из корпуса, вала и пары шестерен.

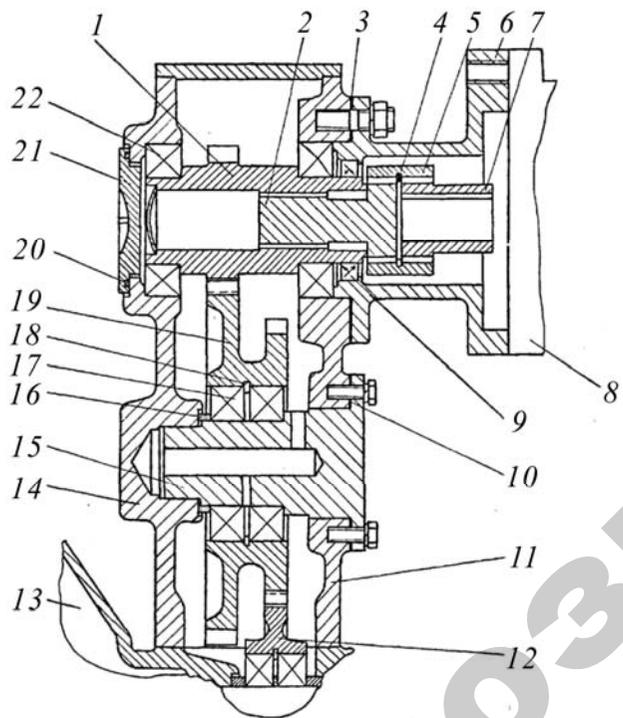


Рис. 12. Редуктор привода насоса:

1 – вал шестерня; 2, 7 – втулки; 3, 10 – прокладки; 4, 16, 18, 20 – кольца; 5 – муфта соединительная; 6, 14 – переходники; 8 – насос; 9 – уплотнение; 11 – корпус; 12 – шестерня привода редуктора; 13 – корпус сцепления; 15 – муфта соединительная; 17, 22 – подшипники; 19 – шестерня; 21 – крышка

### Содержание отчета:

1. Зарисовать схемы (принципиальную механизма поворота и гидравлическую систему управления поворотом гусеничного трактора «Беларус»), расшифровать обозначенные позиции.

2. Пояснить для чего предназначен механизм отключения гидромотора гидросистемы механизма поворота и как он действует.

3. Сравнить полученные данные в таблице с данными, указанными в руководстве по эксплуатации гусеничного трактора «Беларус», сделать выводы и устранить выявленные отклонения.

Таблица

Оценка технического состояния гидрообъемного механизма поворота гусеничного трактора «Беларус»

Параметр	Величина		Отметка о соответствии
	измеренная	рекомендуемая	
Свободный ход рулевого колеса:			
- при неработающем двигателе			
- при работающем двигателе			
Усилие на рулевом колесе:			
- при неработающем двигателе			
- при работающем двигателе			
Количество оборотов рулевого колеса для полного поворота управляемых колес			
Давление номинальное в гидросистеме управления механизмом поворота			
Давление настройки предохранительного клапана			

4. Убрать рабочее место, сдать инструмент и приборы учебному мастеру.

### Контрольные вопросы:

1. Назовите основные преимущества гидрообъемного механизма поворота гусеничного трактора «Беларус» по сравнению с рулевыми управлениями, имеющими механический привод.
2. Из каких основных агрегатов состоит гидрообъемный механизм поворота гусеничного трактора «Беларус»?
3. Поясните устройство и принцип работы аксиально-плунжерного насоса, а также назначение насоса подпитки.
4. Как работает гидрообъемный механизм поворота при повороте рулевого колеса с работающим двигателем трактора и при повороте рулевого колеса с неработающим двигателем?
5. Чем и для чего производят отключение гидромотора гидрообъемного механизма поворота гусеничного трактора «Беларус»?
6. Как осуществляют поворот на месте гусеничного трактора «Беларус» с гидрообъемным механизмом поворота?
7. Назовите все клапаны, имеющиеся в гидрообъемном механизме поворота гусеничного трактора «Беларус», укажите их назначение и давление срабатывания.
8. Перечислите характерные неисправности рулевого управления и укажите их причины.

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. Тракторы. Конструкция / под общ. ред. И. П. Ксеневича. – М. : МГТУ «МАМИ», 2001.
2. Автомобили. Теория и конструкция автомобиля. – М. : Академия, 2005.
3. Автомобиль МАЗ-5335. Руководство по эксплуатации. – Минск : РУП МАЗ, 2006.
4. Каталог модельного ряда автомобилей ГАЗ. – 2006.
5. Руководство по эксплуатации «Беларус 821/821.2/821.3/921/921.2/921.3». – Минск : РУП «Минский тракторный завод», 2007.
6. Трактор «Беларус 1522/1522В/1523/1523В». Руководство по эксплуатации / В. Г. Левиков, И. Ф. Бруенков, Э. А. Бомберов. – Минск : ПО «Минский тракторный завод», 2001.
7. ГОСТ 12.2.120-2005. Кабины и рабочие места операторов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности.
8. СТБ ЕН 1553-2005. Машины сельскохозяйственные самоходные, навесные, полунавесные и прицепные. Общие требования безопасности.
9. СТБ ГОСТ Р 52302-2006. Автотранспортные средства управляемость и устойчивость. Технические требования и методы испытаний.

**Технические характеристики ГОРУ  
колесного трактора «Беларус»**

Наименование сборочных единиц и параметров ГОРУ	Значение и параметр
Усилие на рулевом колесе, кгс	3 max
Люфт рулевого колеса, град	25
Насос питания: – тип – направление вращения – рабочий объем, см <sup>3</sup> /об – номинальное давление, бар	НШ10-3Л, НШ14Л или НШ16Л шестеренный левое 10, 16 или 14 160
Насос-дозатор: – тип – рабочий объем, см <sup>3</sup> /об – давление настройки предохранительного клапана, бар – давление настройки противоударного клапана, бар	героторный, с открытым центром, без реакции 100 или 160  140 <sup>+5</sup>  200±5* или 200 <sup>+20</sup>
Механизм поворота: – диаметр поршня, мм – диаметр штока, мм – ход штока, мм	гидроцилиндр 50 или 63** 25 или 30** 200 или 200**

\*Насос-дозатор Lifam.

\*\*При установке ПВМ с планетарно-цилиндрическими редукторами.

**Насосы-дозаторы, устанавливаемые в системе ГОРУ,  
и их изготовители**

Обозначение	Изготовитель
Насосы-дозаторы с рабочим объемом 100 см <sup>3</sup> /об.	
OSPC 100 ON 150-1155	Danfoss, Дания
SUB 100-140M01-100S	Lifam, Югославия Rexroth Hydraulik Parkhim, Германия
Насосы-дозаторы с рабочим объемом 160 см <sup>3</sup> /об. *(922/923/920.2/920.3/952.2/952.3)	
OSPC 160 ON 150-G0030	Danfoss, Дания
SUB 160-140.200-1	Lifam, Югославия
LAGC 160-10/200-140M01-100.S	Rexroth Hydraulik Parkhim, Германия
Рулевые гидроцилиндры диаметром 50 мм	
с уплотнительными элементами фирмы Markel	Завод «Гидромаш», Беларусь, г. Кобрин
с уплотнительными элементами фирмы Shamban	Завод Hidrolats, Китай, г. Лиепая

\*С гидроцилиндрами рулевого управления Ø63 мм.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

**Захаров Александр Викторович,  
Ващула Александр Владимирович,  
Захарова Ирина Олеговна**

**РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ**

*Лабораторный практикум*

Ответственный за выпуск А. И. Бобровник  
Редактор Ю. П. Каминская  
Компьютерная верстка Ю. П. Каминской

Подписано в печать 27.12.2010 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,37. Тираж 100 экз. Заказ 1225.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.  
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.  
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.