

6.3. Рульове керування

[6.3.1. Загальні відомості про керування колісними машинами](#)

[6.3.2. Рульові урухомники залежної і незалежної підвісок](#)

[6.3.3. Рульові механізми](#)

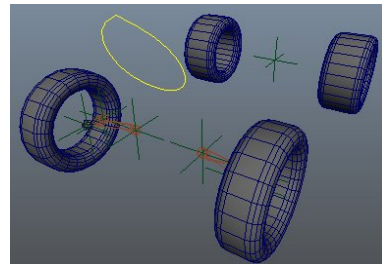
[6.3.4. Підсилювачі рульового керування](#)

6.3.1. Загальні відомості про керування колісними машинами

Рульове керування призначене для забезпечення руху трактора (автомобіля) за заданим водієм напрямком.



Рульове керування має бути легким і зручним, для чого зусилля на рульовому колесі і кут його повороту мають бути обмеженими. Крім того, необхідно, щоб рульове керування забезпечувало правильну кінематику повороту і безпеку руху, а поворот коліс проходив так, щоб їх кочення не викликало проковзування відносно опорної поверхні.



На тракторах і автомобілях управління здійснюється шляхом повороту:

- а) передніх коліс щодо переднього моста (рис. 6.3.1 а, б) – на [універсально-просапних тракторах](#), усіх легкових і вантажних автомобілях;
- б) піврам, створюючи несучу систему трактора, разом з колесами відносно вертикального шарніра що їх сполучає (рис. 6.3.1 в) – на тракторах загального призначення (**К-701**, **Т-150К**);
- в) передніх і задніх коліс щодо їх мостів (всі колеса керовані) – на тракторах, автомобілях високої прохідності.

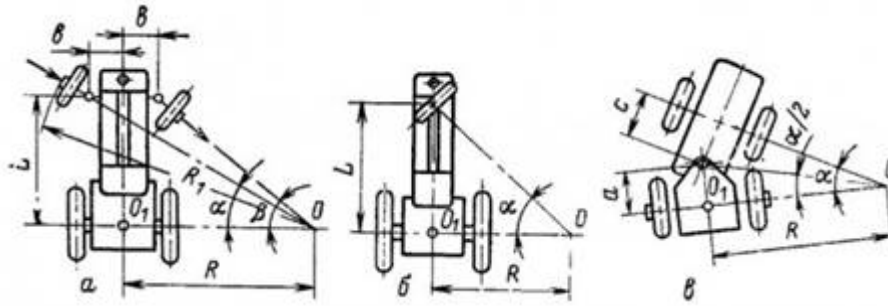


Рис. 6.3.1. Кінематика повороту колісних тракторів і автомобілів:

а – передніх коліс щодо переднього моста; б – одинарного переднього колеса; в – одній частині рами щодо іншої частини, сполучених шарніром



Керовані колеса повертаються рульовим керуванням на обмежений кут, який дорівнює $28 - 35^\circ$. Обмеження вводять для того, щоб виключити під час повороту зачіпання колесами деталей підвіски або кузова автомобіля.

Загальною умовою повороту є кочення коліс без ковзання, оскільки це ускладнює поворот і прискорює знос шин. Для цього необхідно, щоб геометричні вісі всіх коліс перетиналися в миттєвому центрі обертання – т. O (рис. 6.3.1), який називають центром повороту колісної машини.

Під час повороту машини навколо т. O кожне колесо розміщується у площині дотичній до кола, а радіус обертання перпендикулярний площині колеса.

Віддаль від центра повороту O до середини моста O_1 називають радіусом повороту R . Мінімальний радіус кола R_1 , описаного найбільш віддаленою точкою від центра повороту, називається радіусом горизонтальної прохідності.

Радіус повороту для випадку, коли машина має лише передні керуючі колеса – $R = (ctg \alpha + ctg \beta) \cdot L / 2$.

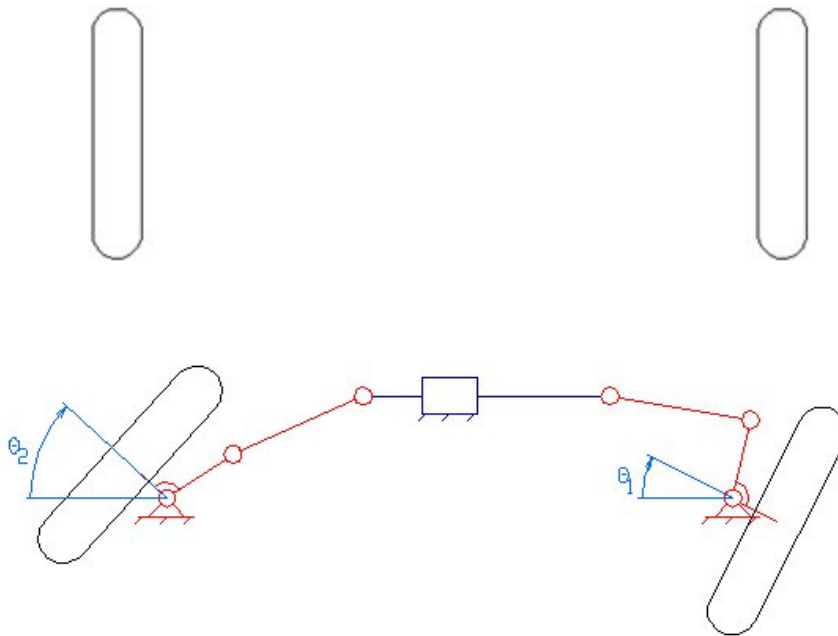
У випадку, коли $\beta = \alpha = 0$, тобто для одного керуючого колеса – $R = L \cdot ctg \alpha$.

Для шарнірної рами значення радіуса дорівнює – $R = L / 2 \cdot tg \alpha / 2$.

Радіуси R і R_1 залежать від навантаження на гаку трактора і застосування гальм.

Під час повороту автомобіля кожне колесо рухається за колом різного радіуса. Щоб колеса при цьому котилися без проковзування, необхідно щоб продовження осей усіх коліс перетиналися в одній точці – в центрі повороту машини. Зовнішнє переднє колесо під час повороту описує дугу більшого радіуса, а внутрішнє – меншого, тому внутрішнє колесо потрібно повертати на більший кут, а зовнішнє – на менший. За однакових кутів повороту коліс внутрішнє колесо мало б котитися з більшим ковзанням.

Отже, для зменшення підвищеного зносу шин передніх коліс під час поворотів відбувається начебто «неповорот» зовнішнього переднього колеса відносно до внутрішнього, що забезпечується конструкцією рульового урухомника. При цьому для забезпечення рівномірного зносу шин розміри «неповоротів» лівого і правого коліс мають бути приблизно однакові, що забезпечується регулюванням співвідношення кутів поворотів під час перевірки і регулюванню кутів встановлення передніх коліс.



Рульове керування складається із рульового механізму та урухомника. Рульовий механізм збільшує зусилля, що передається від рульового колеса на рульовий урухомник. Рульовий урухомник передає зусилля від рульового механізму до керованих коліс.

6.3.2. Рульові урухомники залежної і незалежної підвісок

Рульовий привід здійснює передачу зусиль від рульового механізму до керованих колі або напіврами трактора. Рульовим урухомником називають систему тяг і важелів, що здійснює у сукупності з рульовим механізмом поворот автомобіля. Рульові урухомники можуть бути [механічними](#), [гідравлічними](#) і [електричними](#).

Конструкції рульового урухомника різняться розташуванням відносно передньої осі важелів і тяг, з яких складається так звана рульова трапеція. На конструктивне виконання і схему рульової трапеції впливає конструкція підвіски передніх коліс.



Коли [підвіска](#) залежна (рис. 6.3.2 а), рульовий урухомник має простішу конструкцію, оскільки складається з мінімуму деталей. Поперечну рульову тягу в цьому разі виконано суцільною, а сошка хитається в площині, паралельній повздовжній осі автомобіля. Можна зробити урухомник сошкою, що хитається в площині, паралельній передньому мосту. В такому разі повздовжньої тяги не буде, а зусилля від сошки передаватиметься на дві поперечні тяги, зв'язані з [цапфами](#) коліс.

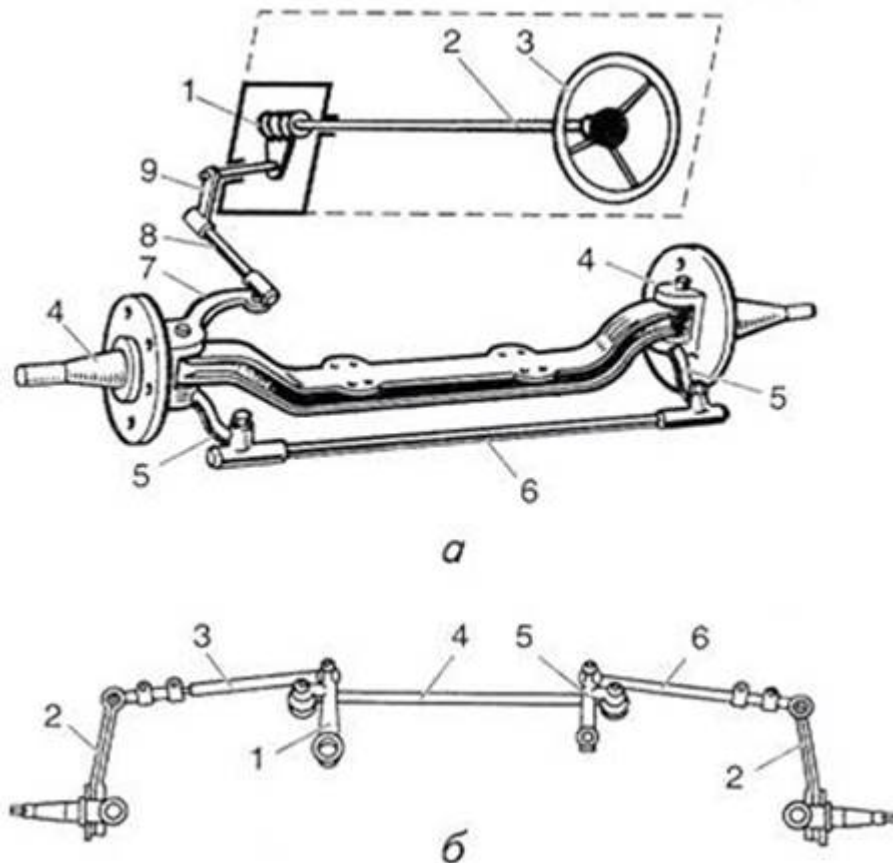
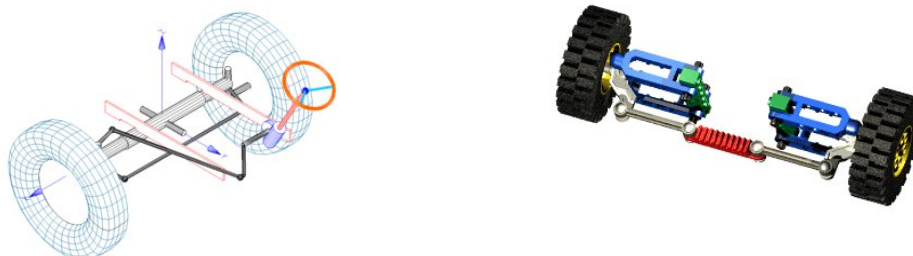


Рис. 6.3.2. Схеми рульового керування:

а – залежна підвіска (1 – рульовий механізм; 2 – рульовий вал; 3 – рульове колесо; 4 – поворотна цапфа; 5 – нижні важелі лівої та правої поворотних цапф; 6 – поперечна тяга; 7 – верхній важіль лівої поворотної цапфи; 8 – поздовжня тяга; 9 – сошка рульового урухомника); б – незалежна підвіска (1 – сошка; 2 – поворотні важелі; 3, 6 – відповідно ліва й права бічні тяги; 4 – основна поперечна тяга; 5 – маятниковий важіль)

Якщо підвіска незалежна (рис. 6.3.2 б), схема рульового урухомника конструктивно складніша: з'являються додаткові деталі урухомника, яких немає в схемі із залежною підвіскою коліс. Змінюється конструкція поперечної рульової тяги. Її роблять розчленованою, з трьох частин: основної поперечної тяги та двох бічних тяг – лівої і правої. Для опори основної тяги слугує маятниковий важіль, який за формою і розмірами відповідає сошці. Бічні поперечні тяги з'єднано з поворотними важелями цапф і з основною поперечною тягою за допомогою шарнірів, які допускають незалежні переміщення коліс у вертикальній площині. Розглянуту схему рульового урухомника застосовують переважно на легкових автомобілях.



Залежно від розташування рульового колеса розрізняють праве і ліве рульове керування. За правостороннього руху транспорту дорогами і вулицями ліве рульове керування сприяє кращому кругозору шляху.

За взаємним розташуванням рульового колеса і рульового механізму розрізняють рульове керування з поєднаним (рис. 6.3.3 а) або роздільним (рис. 6.3.3 б) рульовим колесом і рульовим механізмом. За поєднаного

рульового керування ведучий елемент рульового механізму встановлюється на нижньому кінці вала рульового колеса, а за роздільного з'єднується з ним через карданный передавач. До першого типу належать рульові керування автомобілів [ГАЗ-53А](#), «Волга», «Жигулі», тракторів [К-701](#), [Т-150К](#), [Т-25А](#); до другого – автомобілів [БелАЗ-540](#), [ЗІЛ-130](#), [УАЗ](#), тракторів [МТЗ-80](#), [Т-40М](#) тощо.

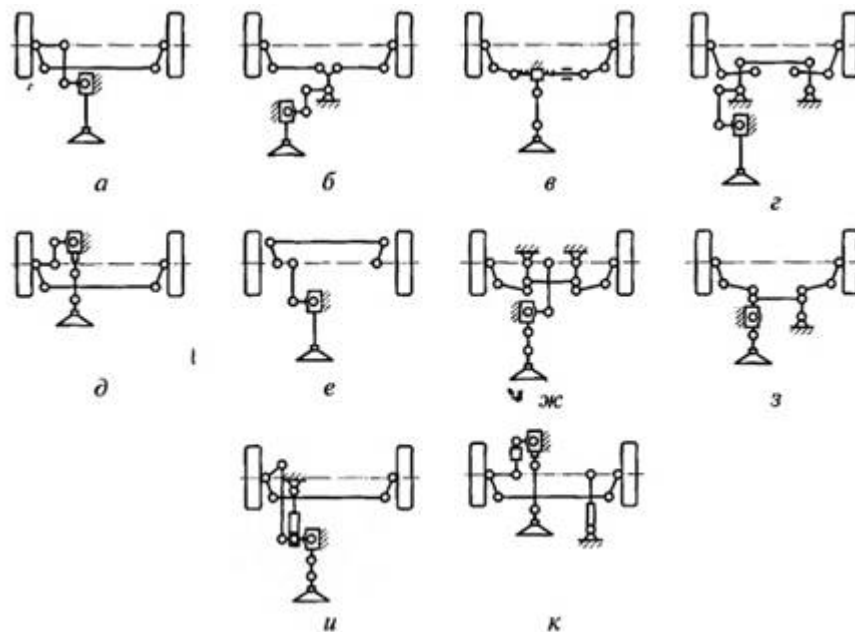


Рис. 6.3.3. Схеми рульового керування з керованими колесами передньої осі:

а – з задньою суцільною трапецією; б – з розділеною трапецією і маятникових важелем; в – з рейковим рульовим механізмом; г – з розділеною трапецією і двома маятниковими важелями; д – з роздільним рульовим валом; е – з передньою суцільною трапецією; ж – з розділеною трапецією і двома маятниковими важелями, спрямованими назад; з – з суцільною трапецією і одним маятникових важелем; и – з суцільною трапецією і об'єднаним рульовим підсилювачем; к – з суцільною трапецією і роздільним рульовим підсилювачем

За місцем розташування рульової трапеції відносно осі керованого моста розрізняють рульове керування з переднім (рис. 6.3.3 е) і заднім (рис. 6.3.3 а, в, г, д, ж, з, и, к) розташуванням трапеції. Трапеція з переднім розташуванням застосована на автомобілях [ГАЗ-66](#), [УАЗ-452](#), тракторах [ЮМЗ-6Л](#); із заднім – на автомобілях [ГАЗ-53А](#), [ЗІЛ-130](#), [УАЗ-451](#), тракторах [МТЗ-80/82](#), [Т-40М](#) тощо.

Рульове керування залежної підвіски автомобіля (рис. 6.3.4) складається з рульового колеса 1, сполученого валом 2 з рульовим механізмом 3,4. Сошка 5, поздовжня тяга 6, важелі 7, 9 і поперечна тяга 10 складають рульовий урухомник. Рульова трапеція це – шарнірний чотириланковий механізм утворений тягою 10, важелями 9, 12 і балкою переднього моста (або картером переднього ведучого моста) 11. Тут кожне кероване колесо встановлено на поворотній цапфі 13, з'єднаний з балкою 11 моста шворнем 8. Шворінь нерухомо закріплений на балці 11, а його верхній і нижній кінці входять у вушка цапфи 13.

Поворот керованих коліс здійснюється під час обертання водієм рульового колеса 1. Від нього обертання передається через вал 2 на рульовий механізм 3,4. На валу рульового механізму закріплена сошка 5, яка через поздовжню тягу 6 і важіль 7 повертає цапфи 13 з керованими колесами. Під час повороту цапфи 13 за важіль 7 вона разом з колесом повертається навколо шворня 8. Поворотні цапфи 13 з'єднані між собою важелями 9 і 12, а також поперечною тягою 10, тому колеса повертаються одночасно.

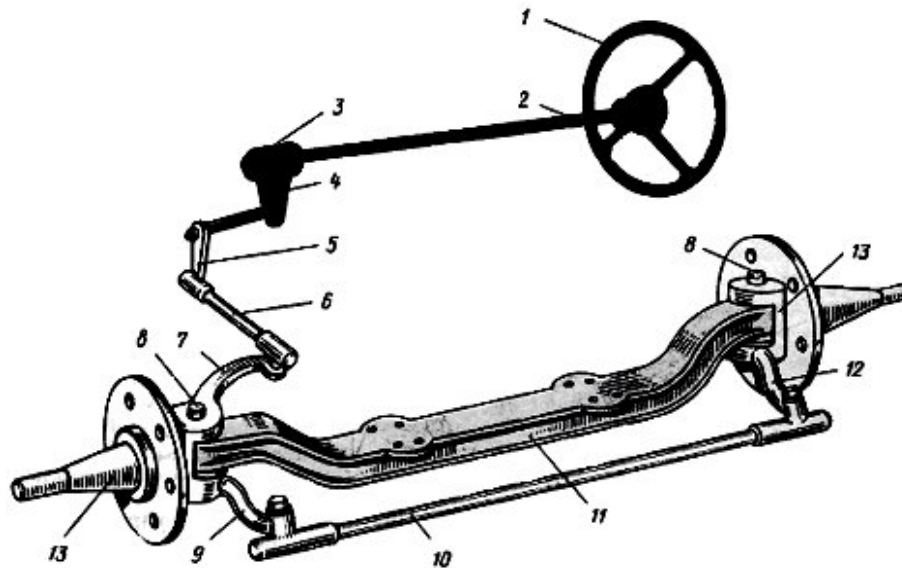


Рис. 6.3.4. Схема рульового керування автомобіля:

1 – рульове колесо; 2 – вал; 3, 4 – рульовий механізм; 5 – сошка; 6 – поздовжня тяга; 7, 9, 12 – важіль; 8 – шворинь; 10 – поперечна тяга; 11 – балка; 13 – поворотна цапфа

Завдяки наявності рульової трапеції керовані колеса повертаються на різні кути: внутрішнє (найближче до центра повороту) колесо на більший кут, ніж зовнішнє, що забезпечує кочення коліс під час повороту без істотного [ковзання](#). Різниця в кутах повороту визначається величиною кута нахилу лівого 9 і правого 12 важелів рульової трапеції.

Розділені трапеції застосовують на легкових автомобілях, що мають незалежну підвіску керованих коліс, а також на колісних універсальних тракторах МТЗ-80, Т-40М (рис. 6.3.5).

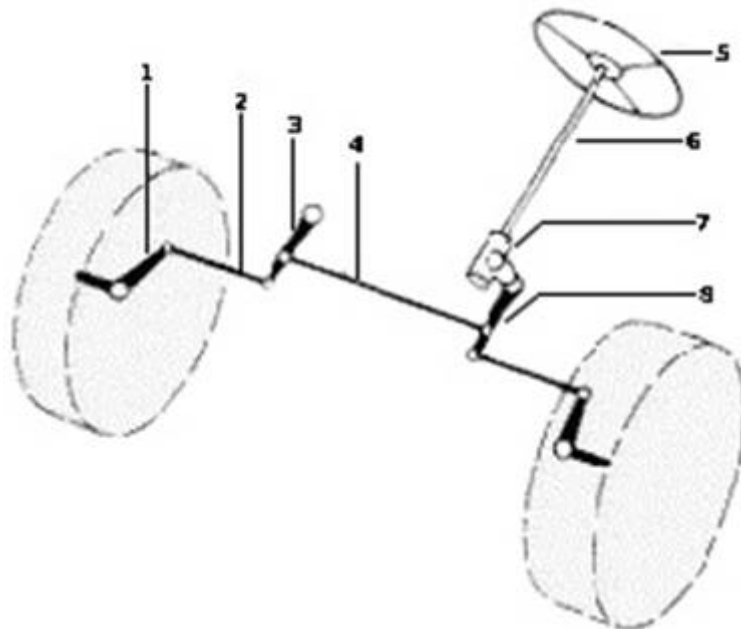


Рис. 6.3.5. Схема рульового керування з розділеною трапецією:

1 – поворотні важелі; 2 – крайні тяги; 3 – маятниковий важіль; 4 – поперечна тяга; 5 – рульове колесо; 6 – вал; 7 – рульовий механізм; 8 – сошка

Рульовий механізм 7 (рис. 6.3.5) призначений для передачі зусиль від рульового колеса 5 з валом 6 на сошку 8. Розділена рульова трапеція із заднім розташуванням складається з сошки 8, кінець якої переміщується в поперечному напрямку, і маятникового важеля 3. Між сошкою 8 і важелем 3 з'єднані поперечною тягою 4. Маятниковий важіль 3

встановлений шарнірно на осі в кронштейні, закріпленому на лонжероні кузова. Кінці сошки 8 і маятникового важеля 3 або середньої тяги з'єднані шарнірно двома крайніми тягами 2 і з важелями 1 поворотних кулаків. Ця схема забезпечує правильний поворот керованих коліс за кочення їх на незалежній підвісці.

6.3.3. Рульові механізми

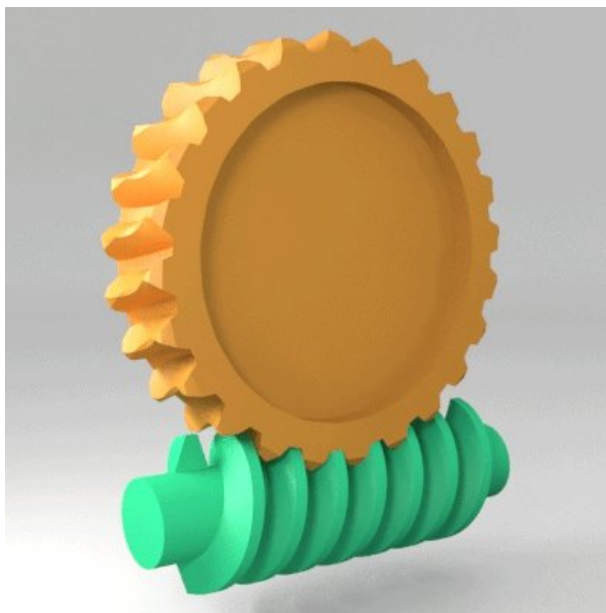
Рульовий механізм забезпечує поворот керованих коліс з невеликим зусиллям на рульовому колесі. Це може бути досягнуто за рахунок збільшення передатного числа рульового механізму. Проте передатне число обмежене кількістю оборотів рульового колеса. Якщо вибрати передатне число з кількістю оборотів рульового колеса більше 2 – 3, то істотно збільшується час, потрібний на поворот автомобіля, а це неприпустимо за умовами руху. Тому передатне число в рульових механізмах обмежують в межах 20 – 30, а для зменшення зусилля на рульовому колесі в рульовий механізм або урухомник вбудовують підсилювач.

Обмеження передатного числа рульового механізму також пов'язане з властивістю оборотності, тобто здатністю передавати зворотне обертання через механізм на рульове колесо. За великих передатних чисел збільшується тертя в зачепленнях механізму, властивість оборотності пропадає і самоповернення керованих коліс після повороту в прямолінійне положення виявляється неможливим.

У рульове керування може бути включений підсилювач. Цей механізм збільшує прикладається до рульового колеса зусилля водія і полегшує його роботу.

Рульові механізми залежно від типу рульової передачі розділяють на:

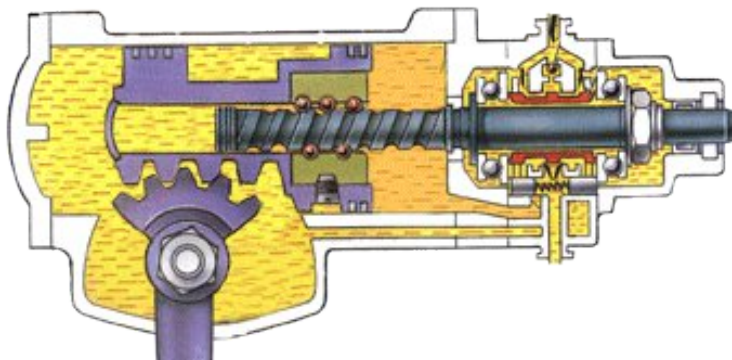
- черв'ячні;
- гвинтові;
- шестерні.



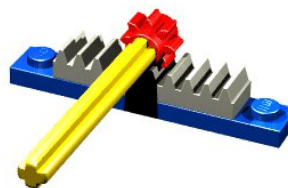
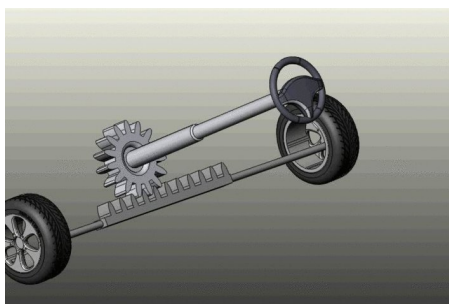
Рульовий механізм з передавачем типу [черв'як – ролик](#) має як провідну ланку черв'як, закріплений на рульовому валу, а ролик встановлений на роликів вальниці на одному валу із сошкою. Щоб зробити повне зачеплення за великого кута повороту черв'яка, нарізку черв'яка виконують за дугою кола – глобоїде. Такий черв'як називають глобоїдним.



У [гвинтовому механізмі](#) обертання гвинта, пов'язаного з рульовим валом, передається гайці, яка закінчується рейкою, зачепленою із зубчатим сектором, а сектор встановлений на одному валу з сошкою. Такий рульовий механізм утворений рульовим передавачем типу гвинт – гайка – сектор.



У шестерних рульових механізмах рульовий передавач утворюється циліндровими або конічними шестернями, до них же належить передачу типу [шестірна – рейка](#). У останніх циліндрова шестірна пов'язана з рульовим валом, а рейка, зачеплена із зубами шестірни, виконує роль поперечної тяги. Рейкові передавачі і передавачі типу черв'як-ролик переважно застосовують на легкових автомобілях, оскільки забезпечують порівняно невелике [передатне число](#).



Для вантажних і деяких легкових автомобілів використовують рульові механізми типу черв'як – ролик, черв'як – сектор і гвинт – гайка – сектор, забезпечені або вбудованими в механізм підсилювачами, або підсилювачами, винесеними в рульовий урухомник.



Рульовий механізм автомобіля ГАЗ-53 (рис 6.3.6) складається з глобоїдального черв'яка 12 і тригребневого ролика 13. Картер 2 рульового механізму закріплений на лівій поздовжньої балці рами болтами.

Черв'як 12, напресованими на пустотілий рульовий вал 20, встановлений в картері на двох конічних роликових вальницях 6 і 15. Зовнішні обойми вальниць запресовані в розточках картера і утримуються накривками 7 і 16. Під накривку 7 встановлено кілька прокладок 11 для регулювання вальниць черв'яка. Виходи валів черв'яка і сошки загерметизовані защілювачами 10 і 18.

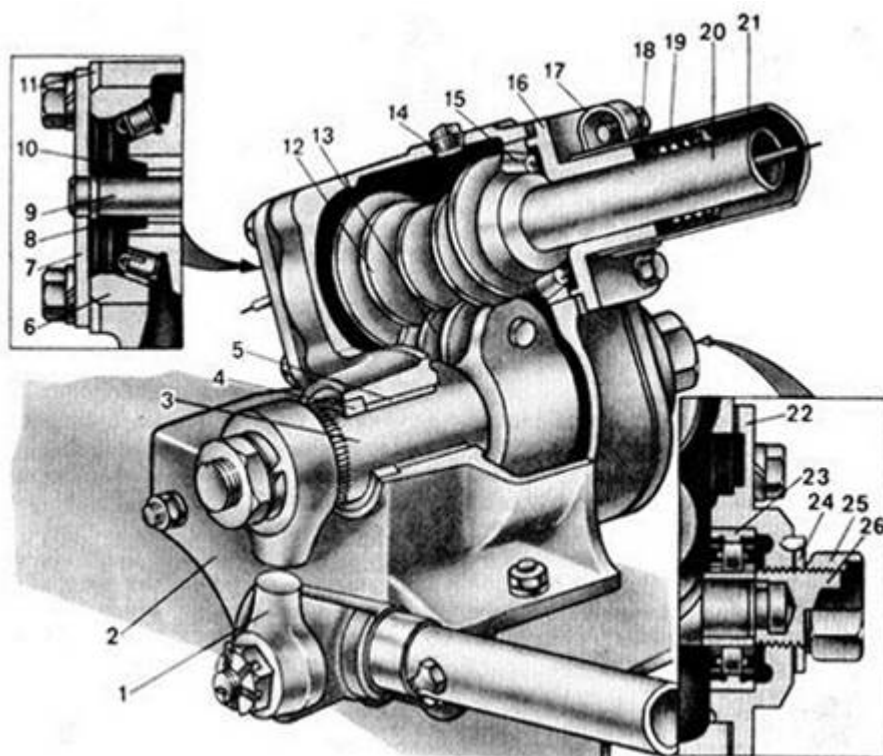


Рис. 6.3.6. Рульовий механізм автомобіля ГАЗ-53:

1 – рульова сошка; 2 – картер; 3 – вал сошки; 4, 10 і 18 – защілювачі; 5 – втулка; 6 і 15 – вальниць черв'яка; 7 – нижня накривка картера; 8 і 19 – пружини защілювача; 9 – труба; 11 – регулювальні прокладки; 12 – черв'як; 13 – ролик; 14 – корок; 16 – верхня накривка картера; 17 – стяжний хомут; 20 – рульовий вал; 21 – колонка керма; 22 – бічна накривка; 23 – підшипник вала сошки; 24 – стопорна шайба; 25 – контргайки; 26 – регулювальний гвинт

Тригребневий ролик 13 посаджений на вісь за допомогою двох [кулькових вальниць](#). Вісь ролика встановлена в щоках головки вала сошки 3. Між торцями ролика і щоками розміщені упорні шайби. Вал 3 повертається в двох вальницях: бронзової втулки 5 і роликовій вальниці 23. На дрібні конічні шліци вала посаджена сошка 1. Правильність встановлення сошки забезпечується чотирма здвоєними шліцами. Зазор в зачепленні черв'як – ролик регулюють за допомогою гвинта 26, вкрученого в бічну накривку 22 картера. Гвинт фіксується стопорною шайбою 24, штифтом і гайкою 25.

6.3.4. Підсилювачі рульового керування

Для скорочення часу повороту трактора та автомобіля і полегшення роботи водія, зменшення зусилля, прикладеного до рульового колеса до 30 Н, колісні трактори, починаючи з класу 1,4 (14 кН) та великовантажні і деякі легкові автомобілі обладнують підсилювачами рульового керування.

Залежно від взаємного розташування основних елементів рульового підсилювача і рульового механізму прийнята така класифікація рулевих підсилювачів (рис. 6.3.7):

Вбудований підсилювач – якщо розподільник силовий циліндр і рульовий механізм розміщені в єдиному картері;

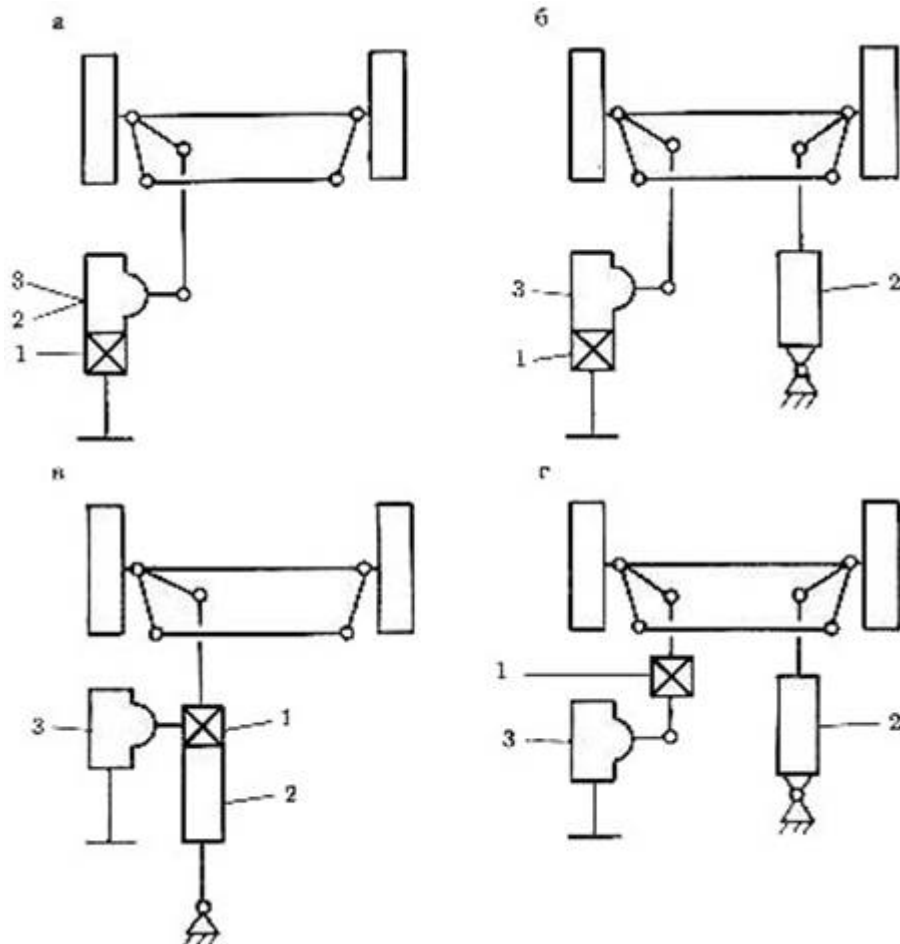


Рис. 6.3.7. Компонування рулевих підсилювачів:

а – вбудований; б – напіввбудований; в – об'єднаний; г – роздільний

Напіввбудований підсилювач – якщо розподільник і рульовий механізм розміщені разом, а силовий циліндр окремо;

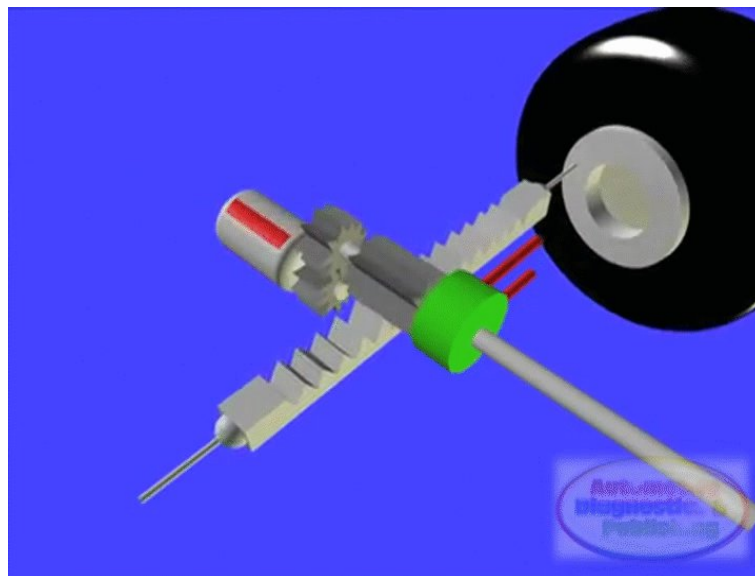
Об'єднаний підсилювач – якщо розподільник і силовий циліндр розміщені разом, окремо від рульового механізму;

Роздільний підсилювач – якщо всі елементи підсилювача і рульовий механізм розміщені окремо.

На легкових автомобілях і тракторах класу до 0,6 використовують механічний підсилювач, який є водночас рульовим механізмом. Він забезпечує поворот керованих коліс з невеликим зусиллям на рульовому колесі. Це може бути досягнуто за рахунок збільшення передатного числа рульового механізму. Проте передатне число обмежене кількістю оборотів рульового колеса. Якщо вибрати передатне число з кількістю оборотів рульового колеса понад 2 – 3, то істотно збільшується час, потрібний на поворот автомобіля, а це неприпустимо за умовами руху. Тому передатне число в рулевих механізмах обмежують в межах 20 – 30, а для зменшення зусилля на рульовому колесі в рульовий механізм або привід вбудовують підсилювач.

Рульові підсилювачі застосовують на легкових автомобілях, вантажних автомобілях середньої й великої вантажопідйомності і автобусах. Набули поширення гідравлічні і пневматичні підсилювачі. Принцип дії цих підсилювачів аналогічний, але в них використовують різну робочу речовину: в гідравлічних підсилювачах – масло ([турбінне, веретенне](#)), а в пневматичних – стиснене повітря пневматичної гальмівної системи автомобіля. Гідравлічні підсилювачі застосовують найбільше. Так, з усіх автомобілів з підсилювачами 90% обладнані гідравлічними підсилювачами. Пневматичні підсилювачі на сьогодні мають обмежене поширення. Їх застосовують переважно на вантажних автомобілях великої вантажопідйомності з пневматичною гальмівною системою. Пневматичний підсилювач вмикає в роботу водій тільки у важких дорожніх умовах.

Більшість сучасних автомобілів мають гідравлічний підсилювач рульового керування (інша назва – гідропідсилювач керма). Різновидом гідропідсилювача є електрогідравлічний підсилювач рульового управління, в якому [гідронасос](#) має урухомлення від [електродвигуна](#). В останні роки на автомобілях все ширше застосовується електричний підсилювач рульового управління (інша назва – електропідсилювач керма). Крутний момент від електродвигуна може передаватися безпосередньо на вал рульового колеса або на зубчасту рейку.



Гідропідсилювач рульового управління зменшує зусилля водія на рульовому колесі незалежно від умов роботи і поліпшує маневреність машини. Під час руху машини гідропідсилювач вмикається в роботу не тільки від повороту рульового колеса, але і від коливань керованих коліс, викликаних нерівностями шляху. При цьому його дія спрямована в бік, протилежний повороту коліс, що сприяє прямолінійному руху трактора і зменшує передачу коливань і ударів від напрямних коліс на рульове колесо.

Особливого значення набуває гідропідсилювач за збільшення робочих швидкостей під час роботи трактора з машинами, навішеними на нього спереду і з боків, коли навантаження на передні колеса значно збільшується, що вимагає великого зусилля для повороту машинно-тракторного агрегату.

Гідропідсилювач забезпечений окремою гідравлічною системою, що складається з насоса, розподільника і силового циліндра.

На рис. 6.3.8 зображено гідропідсилювач трактора МТЗ-80. У корпусі 22 (рис. 6.3.8) змонтовано рульовий механізм: черв'як 4 і двобічний сектор 7. Сектор водночас перебуває в зачепленні з черв'яком 4 і рейкою 9, з'єднаною пальцем зі штоком 25 циліндра. Палець запресований в шток, а в отворах вушок рейки 9 він сидить з невеликим проміжком. Це дозволяє рейці перемішатися щодо штока у разі регулювання зачеплення сектор – рейка.

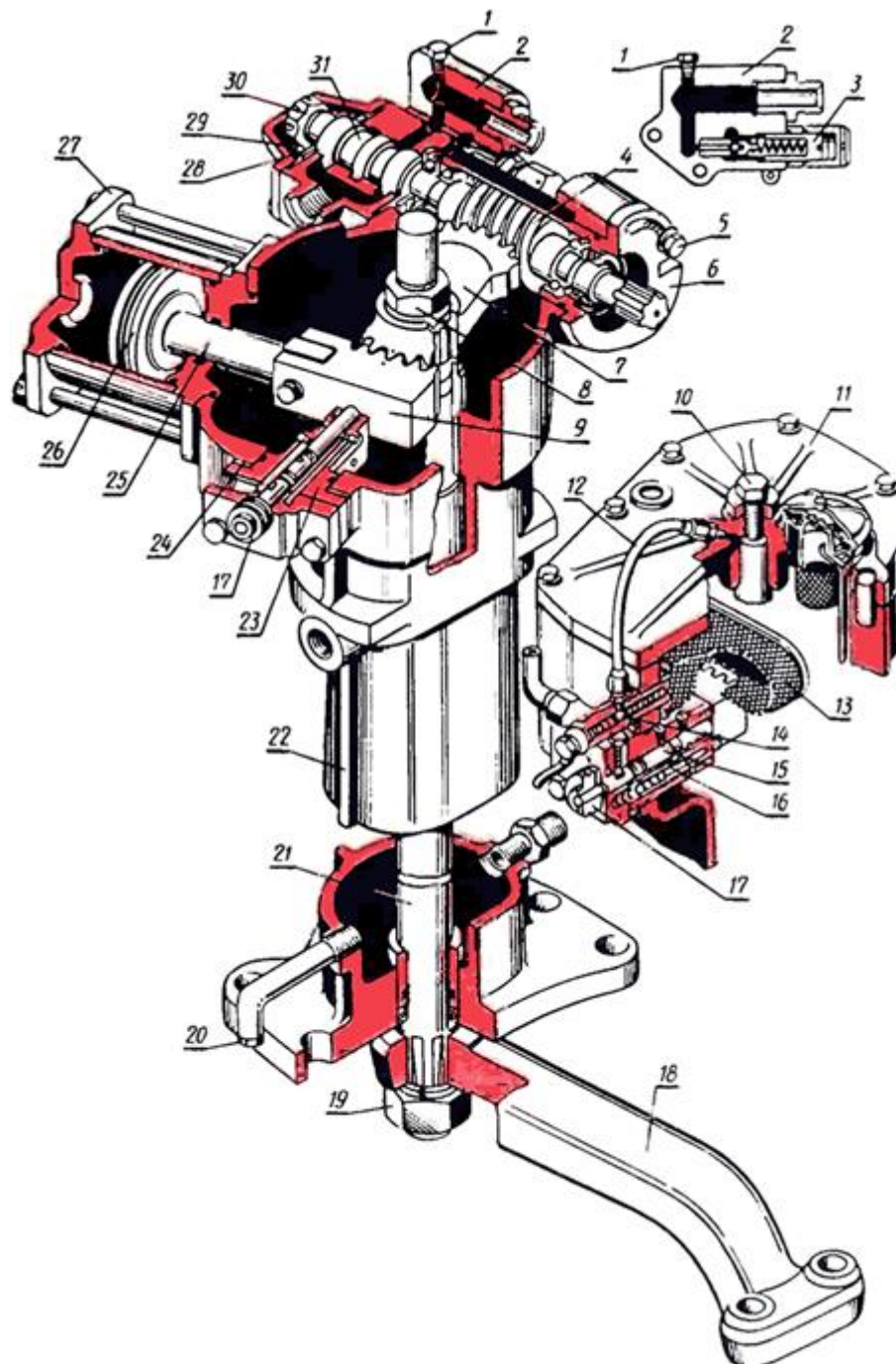


Рис. 6.3.8. Гідропідсилювач рульового керування трактора МТЗ-80:

1 – корок; 2 – клапанна накривка; 3 – регулювальний гвинт запобіжного клапана; 4 – черв'як; 5 – болт регулювальної втулки; 6 – регулювальна ексцентрична втулка; 7 – сектор; 8 – гайка; 9 – рейка; 10 – регулювальний гвинт; 11 – верхня накривка; 12 – маслопровід мастила верхньої опори; 13 – фільтр; 14 – редукційний клапан; 15 – кран керування; 16 – золотник датчика; 17 – маховичок крана; 18 – сошка; 19 – гайка; 20 – зливний корок; 21 – поворотний вал; 22 – корпус; 23 – упор рейки; 24 – регулювальні прокладки; 25 – шток; 26 – поршень; 27 – передня накривка циліндра; 28 – упорна вальниця; 29 – накривка; 30 – гайка; 31 – золотник

Черв'як 4 встановлений в ексцентриковій втулці 6 на двох радіальних кулькових вальницях. Зовнішні обойми вальниць змонтовано у втулці 6 з невеликим зазором, тому черв'як разом із закріпленим на його хвостовику золотником 31 має можливість переміщатися в осьовому напрямку. З обох боків золотника встановлено спеціальні упорні кулькові вальниці 28, які забезпечують осьове переміщення золотника і виключають спільне обертання його з черв'яком. Обойми вальниць, повернені до золотника, мають збільшені зовнішні діаметри і виконують роль центруючих шайб. Гайка 30 зі сферичним торцем притискає вальниці до золотника. Поворотний вал 21, на конічних шліцах якого закріплено сектор 7 і

сошку 18, обертається в трьох опорах: двох втулках корпусу і у верхній накривці 11. Верхня опора змащується маслом, що надходять маслопроводом 12.

Працює гідропідсилювач так. За прямолінійного руху трактора золотник 4 (рис. 6.3.9) знаходиться в нейтральному положенні і утримується трьома парами повзунів 5, розташованими під кутом 120° . Їх розпирають центруючі пружини 6 і тому вони прагнуть утримати пов'язані з золотником внутрішні обойми вальниць на одному рівні з торцями корпусу 22 гідропідсилювача і накривки 2 розподільника. Масло від насоса надходить до центрального паска золотника і огинає його, перетікає в крайні – зливні виточки і далі через редукційний клапан 1 і фільтр 8 зливається в бак – корпус гідропідсилювача.

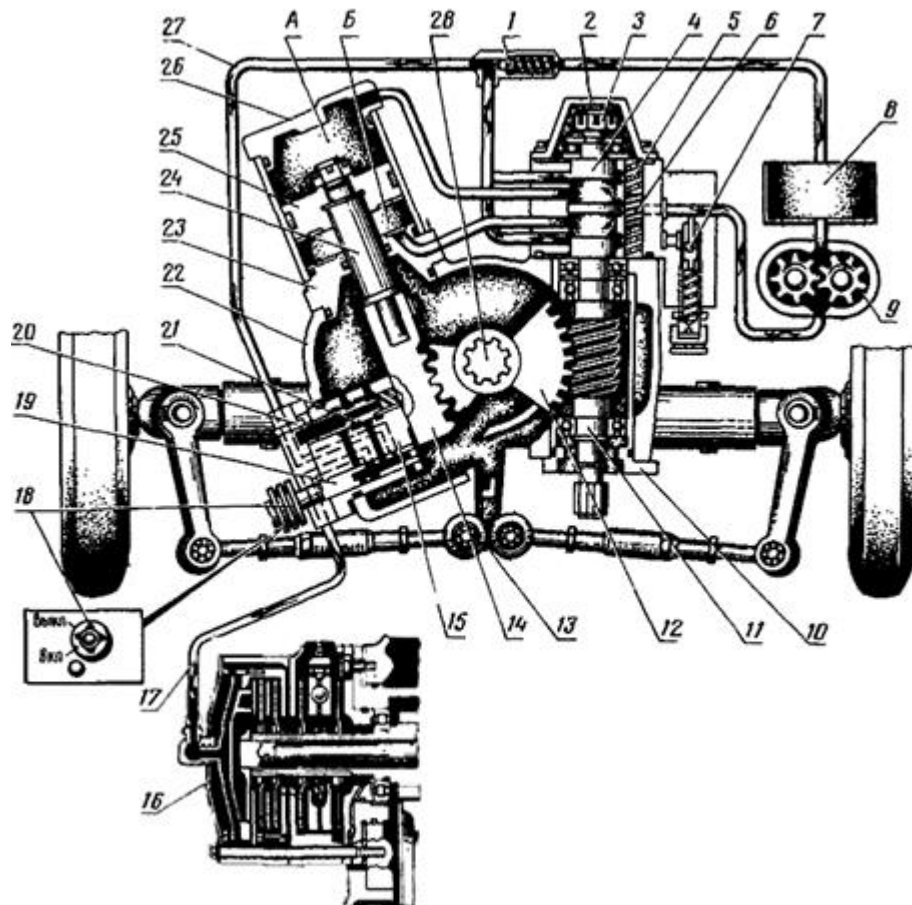


Рис. 6.3.9. Схема роботи гідропідсилювача рульового керування:

А – безштокова порожнина; Б – штокова порожнина циліндра; 1 – запобіжний клапан; 2 – накривка розподільника; 3 – гайка; 4 – золотник; 5 – повзун; 6 – центруюча пружина; 7 – запобіжний клапан; 8 – фільтр; 9 – насос; 10 – ексцентрична втулка; 11 – черв'як; 12 – сектор; 13 – сошка; 14 – рейка; 15 – упор шийки; 16 – циліндр блокування; 17 – маслопровід датчика; 18 – маховичок крана; 19 – кран датчика; 20 – шуп; 21 – золотник датчика; 22 – корпус гідропідсилювача; 23 – задня накривка циліндра; 24 – шток; 25 – поршень; 26 – передня накривка циліндра; 27 – маслопровід клапана блокування; 28 – поворотний вал

Розглянемо поворот трактора вправо. Обертання рульового колеса через рульовий урухомник передається черв'яку 11. Якщо опір повороту напрямних коліс великий, на черв'яка діє осьове зусилля, яке перевищує зусилля стиснення центруючих пружин 6. Черв'як має праву спіраль, тому у разі обертання вправо він, впираючись на загальмований опором коліс сектор 12, подібно до гвинта в нерухомій гайці, переміститься разом із закріпленням на його хвостовику золотником 4 вперед, у напрямку до накривки 2 (максимальний хід золотника в один бік дорівнює 1,2 мм). При цьому середній борт на золотнику перекриє прохід масла від насоса в передню зливну виточку. Водночас крайній борт золотника перекриє вихід масла з порожнини циліндра Б в нижню зливну виточку на корпусі розподільника. Інший

крайній борт золотника, навпаки, збільшить прохідний перетин для зливу масла з порожнини А циліндра в виточку на корпусі розподільника. Масло з середньої нагнітальної виточки трубопроводом піде у порожнину Б циліндра. Порожнина Б циліндра почне збільшуватися, поршень 25 разом зі штоком 24 і рейкою 14 втягуватиметься і, діючи на сектор 12, повертати вал 28 і сошку 13 вліво (за ходом трактора). Сошка через тяги рульової трапеції поверне напрямні колеса вправо.

Поворот напрямних коліс трактора вправо триватиме, доки тракторист обертає рульове колесо. До того ж швидкість повороту коліс трактора пропорційна швидкості обертання рульового колеса. Як тільки припиняється обертання рульового колеса, золотник під дією пружин 6 повзунів 5 виходить в нейтральне положення. Цьому також сприяє і сила, що виникає на зубах черв'яка з боку сектора і спрямована в бік, протилежний осьового зміщенню черв'яка.

Рульовий механізм гвинт – гайка – сектор – рейка застосовують у рульовому управлінні автомобіля ЗіЛ-130 (рис. 6.3.10).

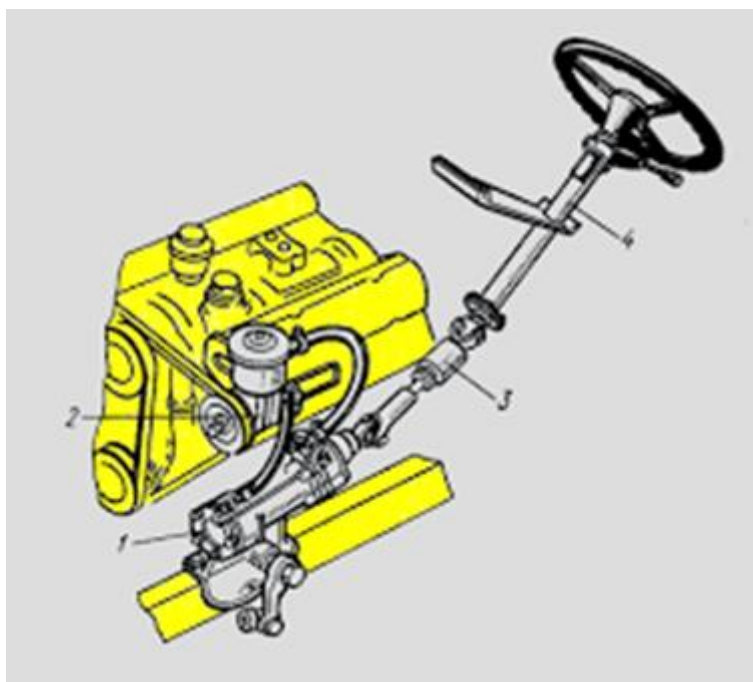


Рис. 6.3.10. Схема рульового механізму ЗіЛ-130:

1 – рульовий механізм; 2 – насос; 3 – карданний вал; 4 – рульова колонка

Підсилювач рульового керування конструктивно об'єднаний із рульовим передавачем в один агрегат і має гідроурухомник від насоса 2, що урухомлюється клиновим пасом від шківів колінчастого вала. Рульову колонку 4 з'єднано з рульовим механізмом 1 через короткий карданний вал 3, оскільки осі рульового вала й рульового механізму не збігаються. Це зроблено для зменшення габаритних розмірів рульового керування.

Основною частиною підсилювача (рис 6.3.11) є картер 4, що має форму циліндра. Усередині циліндра розміщені поршень – рейка 5 з жорстко закріпленою в ньому гайкою 21. Гайка має внутрішню наріз у вигляді напівкруглої канавки, куди закладено кульки. За допомогою кульок гайка зачеплена з гвинтом 7, який, в свою чергу, з'єднаний з рульовим валом. У верхній частині картера до нього кріпиться корпус клапана керування 16 гідропідсилювачем. Керуючим елементом у клапані є золотник 14. Виконавчим механізмом гідропідсилювача слугує поршень – рейка 5, зашліфований у циліндрі картера за допомогою поршневих кілець. Рейка поршня 5 із'єднана нарізкою з зубчастим сектором 3 вала сошки 2.

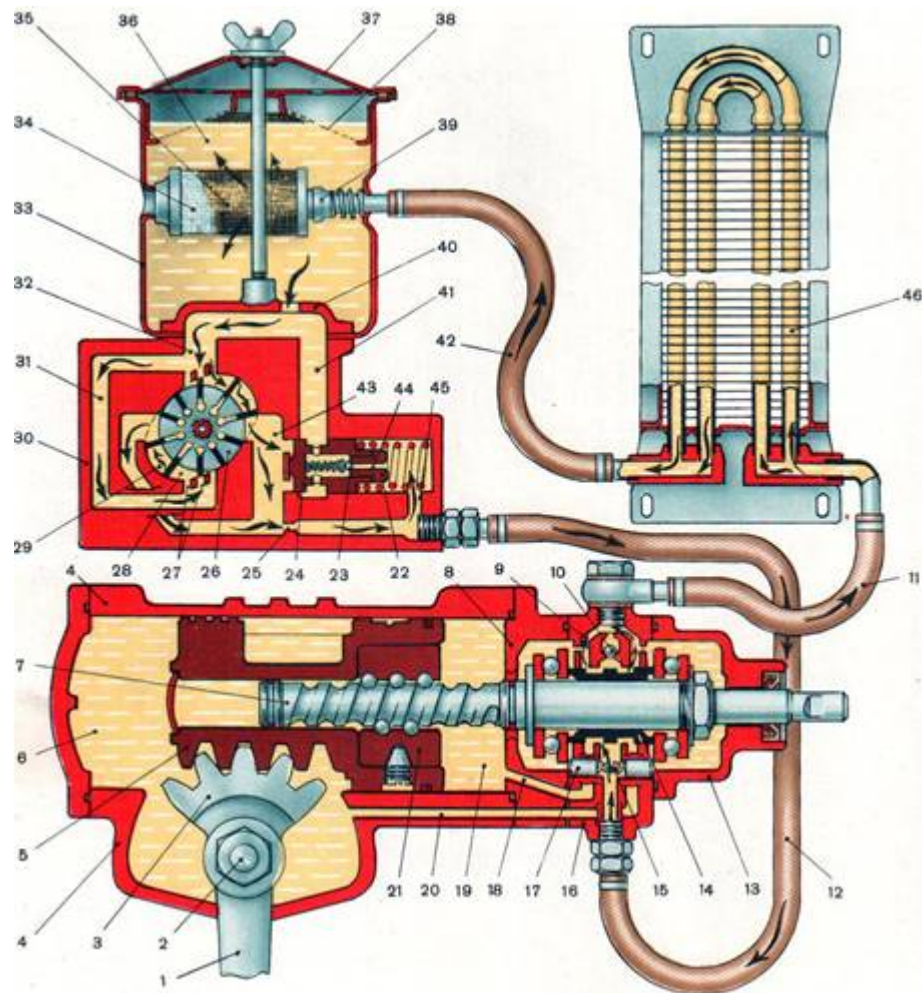


Рис. 6.3.11. Рульовий механізм з гідропідсилювачем автомобіля ЗІЛ -130:

1 – сошка; 2 – вал сошки; 3 – зубчастий сектор; 4 – картер; 5 – поршень-рейка; 6 – зовнішня порожнину картера; 7 – гвинт; 8 – проміжна накривка картера; 9 – канал для зливу масла; 10 – зворотний клапан; 11 – шланг для зливу масла; 12 – шланг високого тиску; 13 – верхня накривка картера; 14 – золотник клапана управління гідропідсилювачем; 15 – пружина реактивного плунжера; 16 – корпус клапана керування; 17 – реактивний плунжер; 18 – канал для подавання масла у внутрішню порожнину картера; 19 – внутрішня порожнина картера; 20 – канал для подавання масла у зовнішню порожнину картера; 21 – кулькова гайка; 22 – сідро запобіжного клапана; 23 – кульковий запобіжний клапан; 24 – перепускний клапан; 25 – калібрований отвір; 26 – ротор; 27 – канали перепуску масла у порожнину всмоктування; 28 – порожнина всмоктування статора; 29 – порожнина нагнітання у камері статора; 30 – корпус статора; 31 – порожнина всмоктування насоса; 32 – канал подавання масла; 33 – бачок; 34 – фільтр; 35 – сітчастий кільцевий фільтр; 36 – масло; 37 – накривка; 38 – заливний фільтр; 39 – чашка клапана фільтра; 40 – колектор насоса; 41 – канал повернення масла; 42 – шланг зливу масла в насос; 43 – порожнина високого тиску; 44 – демпфуючий канал запобіжного клапана; 45 – демпфуючий канал перепускного клапана; 46 – радіатор

Обертання рульового вала перетворюється передачею рульового механізму в переміщення гайки – поршня 21 по гвинту 7. При цьому зуби рейки 5 повертають сектор 3 і вал 2 із закріпленою на ньому сошкою 1, завдяки чому відбувається поворот керованих коліс.

За працюючого двигуна насос подає оливу під тиском в гідропідсилювач, унаслідок чого під час здійснення повороту підсилювач розвиває додаткове зусилля, що прикладається до рульового урухомника. Принцип дії підсилювача базується на використанні тиску масла на торці поршня – рейки, яке створює додаткову силу, що переміщує поршень і полегшує поворот керованих коліс.

Положення деталей гідропідсилювача відповідає прямолінійному руху автомобіля. У такому випадку масло 36 перекачується насосом через корпус клапана керування 16 у бачок, оскільки нагнітальний трубопровід 12

з'єднується із зливним 11 через золотник 14, що займає середнє положення під дією пружин 15 реактивних плунжерів 17 і тиску масла. Надмірний тиск у порожнинах 6 і 19 гідропідсилювача відсутній.

Положення деталей гідропідсилювача відповідає повороту коліс ліворуч (рис. 6.3.12).

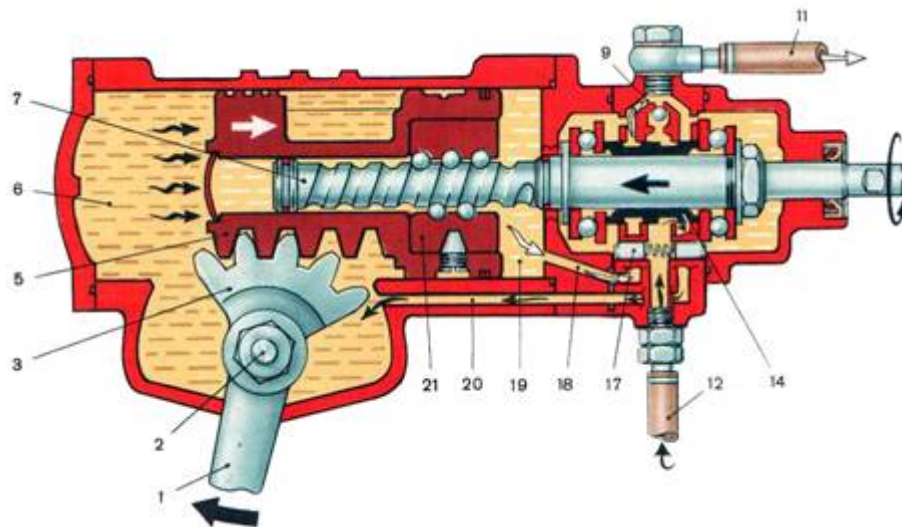
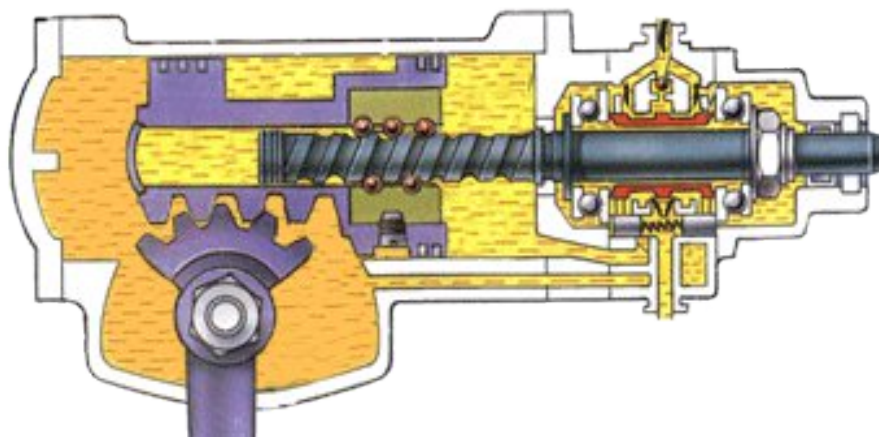


Рис. 6.3.12. Поворот коліс ліворуч



Під час повороту ліворуч водій відповідно повертає рульове колесо, при цьому гвинт 7 закручується в гайку 21 і переміщує її праворуч. Гайка 21 через поршень-рейку 5, зубчастий сектор 3 і деталі рульового урухомника пов'язана з колесами і створює гвинту опір. За рахунок цієї(реактивної) сили опору, яка більше, ніж зусилля попередньо стиснутих пружин плунжерів, гвинт 7 разом із золотником 14 зміщується ліворуч на величину 1,1 мм до упора вальниці у корпус розподільника, при цьому додатково стискаються пружини плунжерів 17. Золотник 14, який перемістився, своїми поясками перекриває доступ масла у порожнину 19 силового циліндра, з'єднуючи його із зливним трубопроводом, та відкриває доступ масла від насоса у порожнину 6. Під тиском масла поршень 5 переміщується, полегшуючи водію поворот коліс.

У разі припинення повороту рульового колеса масло, продовжуючи поступати у порожнину 6, зміщує поршень 5 разом з гвинтом 7 у попереднє положення, як результат золотник 14 переміщується у середнє положення. Його поверненню сприяє також зусилля пружин і тиск масла на плунжери 17, що змістилися. Після повернення золотника 14 у середнє положення тиск масла в обох порожнинах 6 і 19 силового циліндра вирівнюється, і підсилювач припиняє дію на керовані колеса. «Відчуття дороги» у водія забезпечується тиском масла на реактивні плунжери 17. Що більший тиск масла, то більша сила намагається повернути плунжери 17 і золотник 14 що змістилися, у середнє положення, та то більшу силу має прикласти водій до рульового колеса, щоб утримувати золотник 14 у зміщеному стані під час повороту.

Під час повороту коліс праворуч (рис. 6.3.13) підсилювач діє аналогічно, з тією лише різницею, що в цьому випадку початкове переміщення золотника 7 відбувається праворуч, а масло під тиском подається у порожнину 19 підсилювача.

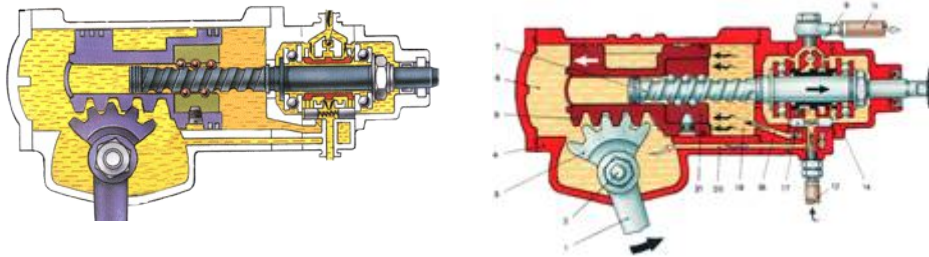


Рис. 6.3.13. Поворот коліс направо

Конструкція рульового механізму з вбудованим гідропідсилювачем дозволяє здійснювати поворот коліс і за непрацюючого двигуна. Однак в цьому випадку водій має докласти до рульового колеса значно більше зусилля, яке затрачається на поворот коліс і на витіснення масла з порожнин гідроциліндра через кульковий клапан.

Поворот трактора Т-150К відбувається за рахунок кутового зміщення його піврам відносно їх вертикального шарніра 21 (рис. 6.3.14) за допомогою двох гідроциліндрів 23.

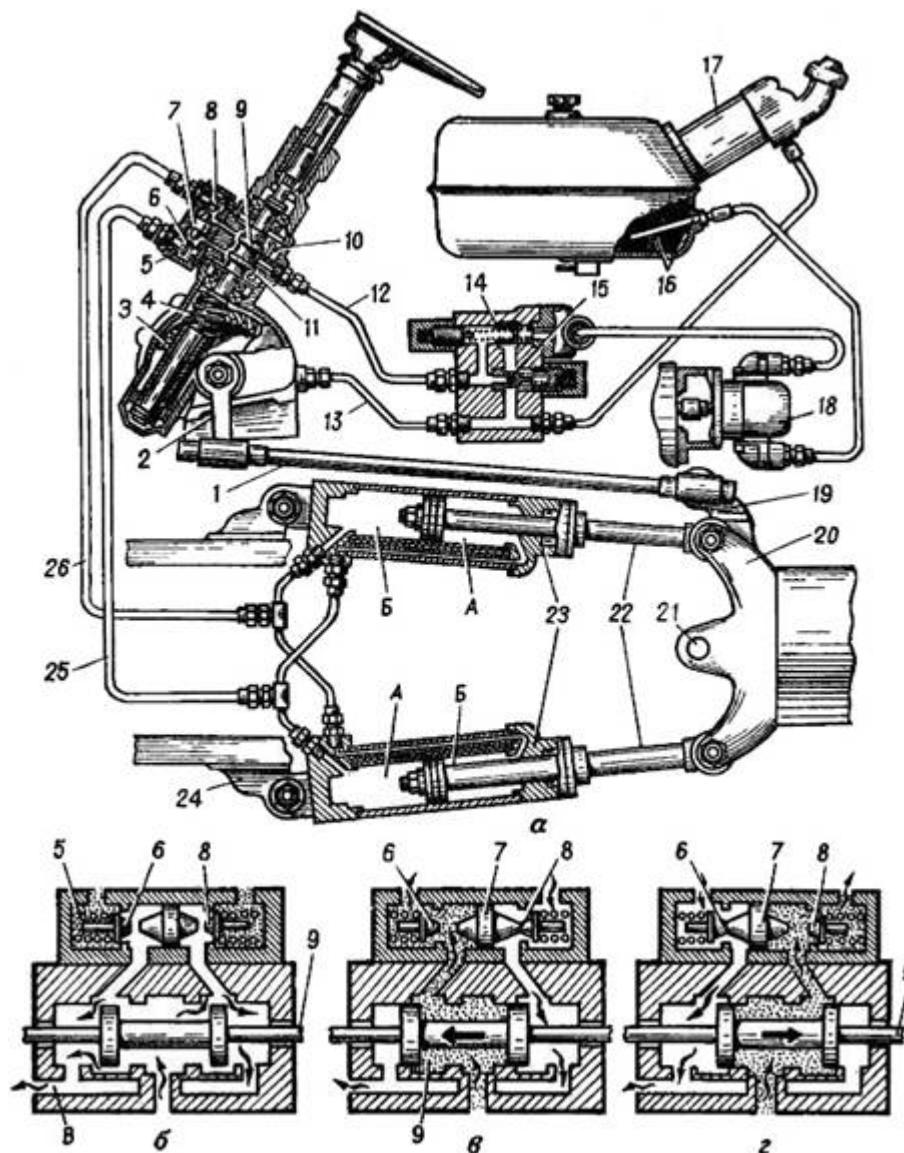


Рис. 6.3.14. Схема рульового керування трактора Т-150К:

а – нейтральне положення золотника; б – положення золотника під час повороту праворуч; в – положення золотника під час повороту ліворуч; 1 – тяга зворотного зв'язку; 2 – сошка; 3 – сектор; 4 – черв'як; 5 – пружина клапана; 6 – лівий запірний клапан; 7 – плунжер клапанів; 8 – правий запірний клапан; 9 золотник; 10 – повзун; 11 – пружина плунжера; 12 – нагнітальний трубопровід; 13 – зливний трубопровід; 14 – клапан витрати; 15 – запобіжний клапан; 16 – бак з фільтром всмоктування; 17 – заливна горловина з фільтром; 18 – насос; 19 – поворотний важіль тяги; 20 – поворотний важіль гідроциліндра; 21 – вертикальний шарнір піврам; 22 – штоки; 23 – гідроциліндри; 24 – кронштейн кріплення гідроциліндрів; 25, 26 – гідро урухомники

Вальничний насос 18 нагнітає в гідроциліндри 23 масло, яке проходить через [золотниковий](#) розподільник, конструкція якого і принцип дії переважно такі самі, як і в розподільника трактора МТЗ-80.

Клапан витрати 14 забезпечує подавання постійної кількості робочої рідини до розподільника рульового механізму незалежно від частоти обертання колінчастого вала двигуна. В одному корпусі з клапаном витрати знаходиться запобіжний клапан 15, призначений для охорони системи від руйнування за надмірного збільшення тиску.

Поворот трактора здійснюється зміною напрямку потоку масла до [гідравлічних циліндрів](#) 23 золотниковим розподільником. Вал рульового механізму обертається у роликових циліндричних вальниціях. Черв'як 4 кріпиться на валу шліцами. Зубчастий сектор 3 виготовлений як одне ціле з валом, встановлений в корпусі черв'ячного механізму на двох [голчастих вальниціях](#). Зачеплення сектора з черв'яком регулюють набором шайб.

Золотник встановлений на валу між двома упорними шайбами і упорними кульковими вальниціями.

Запірні клапани 6, 8 запобігають самовільному повороту трактора у разі наїзду на перешкоду, тобто для стабілізації руху. Вони встановлені між гідравлічними циліндрами та розподільником і перешкоджають виходу масла з порожнини циліндрів.

Тяга зворотного зв'язку 1 разом з поворотними кронштейнами рами 19, 20, сошкою 2 і черв'ячним передавачем 3,4 рульового механізму становить зворотний зв'язок, який забезпечує пропорційність повороту трактора кута повороту рульового колеса, а також припинення повороту у разі припинення обертання рульового колеса.

Під час прямолінійного руху або руху з постійним радіусом повороту рульове колесо не обертають. Золотник 9 утримується пружинами 11 повзунів 10 у нейтральному положенні. Насос 18 переганяє масло через перепускний клапан витрати 14 у корпус золотникового розподільника. Звідти воно зливається в картер черв'ячного механізму і зливним трубопроводом 13 повертається в бак 16. Запірні клапани 6 і 8 закриті під дією пружин 5 і не дають маслу виходити із порожнин А і Б гідроциліндрів, перешкоджаючи тим самим самовільному відхиленню трактора від заданого напрямку руху.

Під час повороту рульового колеса, наприклад, праворуч черв'як 4, загвинчуючись по сектору 3, зміщує золотник 9 на 2,5 мм в робоче положення (рис. 6.3.14 в). Під тиском масла відкривається клапан 6 і, зсуваючи плунжер 7, відкриває ним клапан 8. Минаючи клапан 6, масло трубопроводом 25 нагнітається в порожнини А гідроциліндрів 23 (рис. 6.3.14 а), примушуючи поршні із штоками 22 переміщуватися у різні боки: піврами розвертаються на шарнірі 21 праворуч. У цей час масло, що знаходиться у порожнинах Б гідроциліндрів, витискується поршнями трубопроводом 26 через відкриті клапани 8 у бак. Під час повороту піврам тяга 1 зворотного зв'язку через сошку 2 повертає сектор 3, переміщуючи золотник у нейтральне положення (рис. 6.3.14 б). Тому, якщо не продовжувати обертання рульового колеса праворуч, дальший поворот однієї піврами відносно другої припиниться.

Якщо рульове колесо повертають ліворуч, масло, відкриваючи клапан 8 (рис. 6.3.14 г), надходить у порожнини Б гідроциліндрів 23, із порожнин А витискується через клапан 6 в [гідробак](#). Штоки 22 гідроциліндрів 23 повернуть трактор ліворуч. Поворот піврам триватиме, доки тяга 1 через сектор 3 поверне золотник 9 знову у нейтральне положення.

Питання для самоконтролю:

[1. Яке призначення рульового керування і основні вимоги до нього?](#)

[2. Як здійснюється поворот тракторів і автомобілів різних конструкцій?](#)

3. З яких основних частин складається рульове керування і їх призначення?

4. Що називають рульовим урухомником?

5. Яку функцію виконує рульовий механізм?

6. Які типи рульових механізмів застосовують на тракторах і автомобілях?

7. З яких деталей складається рульовий урухомник?

8. Яке призначення підсилювача рульового керування?

9. Будова і робота гідропідсилювача трактора МТЗ-80?

10. Будова і робота гідропідсилювача автомобіля ЗіЛ-130?

11. Будова і робота гідропідсилювача трактора Т-150К?