

Дисципліна «ЕСКТЗ»
 Частина 3 «Мехатронні системи ходової частини автомобіля»
 Тема 13 «Системи рульового керування»
 Лекція № 34 (2 години)

3. Устрій електрогідравлічних систем.

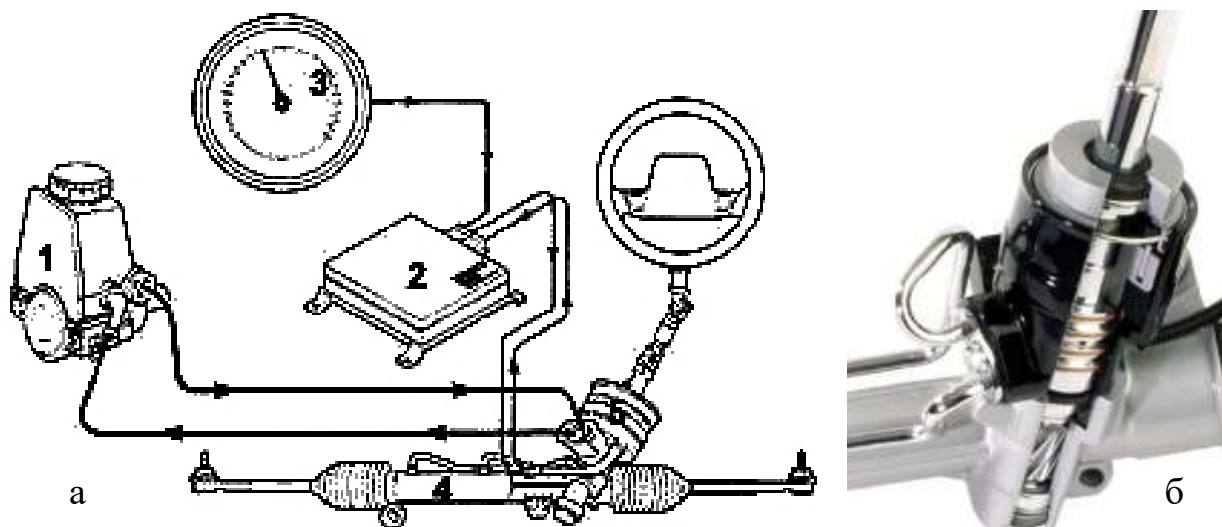
4. Устрій електромеханічних систем.

3. Устрій електрогідравлічних систем

3.1. Електромагнітна система Magnasteer

Для забезпечення необхідних передавальних характеристик, використовуються гідропідсилювачі з електронним регулюванням. В американській системі Magnasteer виробництва фірми Delphi Saginaw, якою оснащені деякі автомобілі концерну General Motors, це завдання вирішується за допомогою електромагнітної муфти, яка змінює жорсткість торсіона [2], рисунок 11.

Згідно з позиціями рисунка 11, а, позначено: 1 – гідронасос з бачком; 2 – блок керування; 3 – електронний спідометр; 4 – рейковий рульовий механізм з гідропідсилювачем; 5 – розподільник з електромагнітним пристроєм корекції жорсткості торсіона. Одним кінцем торсіон жорстко прикріплений до керма, а до іншого кінця кріпиться шестерня рейкового механізму і відповідна частина золотника, так званий стакан.



а – склад системи; б – установка електромагнітної муфти
 Рисунок 11. Система рульового керування Magnasteer

Коли автомобіль їде прямо або стоїть на місці і кермо не обертають, золотник і стакан знаходяться в нейтральному положенні і відтинають гідросистему від виконавчого механізму. При поверненні керма і колесвознікаєт опір дії водія. Через кермові тяги зусилля опору коліс передається на рейку, шестерню і нижній кінець торсіона. Поки шестерня і

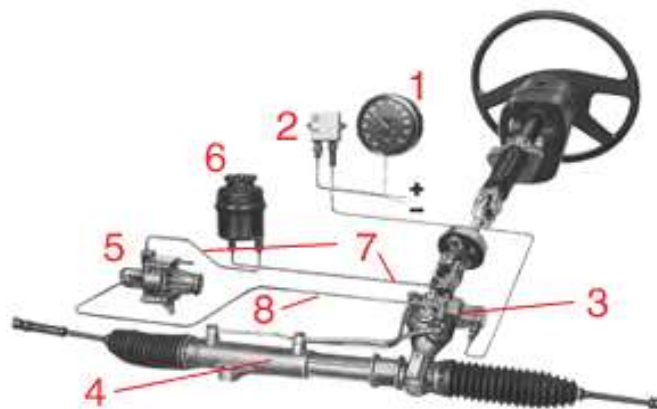
стакан золотника стоять на місці, кермо починає повертатися разом з рульовим валом, золотником і верхнім кріпленням торсіона. В результаті, торсіон закручується на деякий кут, золотник і стакан повертаються відносно один одного і відкривають для проходу масла в гідропідсилювач профільовані вікна-канавки. Чим м'якше торсіон, тим на більший кут повернути золотник і стакан. При цьому, виникає більший тиск у виконавчому механізмі гідропідсилювача і полегшується зусилля на кермі. При жорсткому торсіоні кут відкриття клапанів золотника зменшується, і реакція на кермо посилюється.

В системі Magnasteer кінці торсіона з'єднані зі статором і ротором магнітної системи. На статорі розташовані електричні котушки, а на роторі встановлені потужні постійні магніти, утворюючи пропорційний електромагнітний привід кутового переміщення торсіона. При активізації рульового колеса, електронний блок керування змінює напрямок і силу струму в обмотках електромагніту пропорційно швидкості руху автомобіля, тим самим змінюючи жорсткість торсіона.

Система Magnasteer дозволяє створити оптимальне реактивне зусилля у всьому діапазоні швидкостей автомобіля, а якщо до блоку керування підключити ще і датчик кутового положення керма, то і у всьому діапазоні кутів його повороту.

3.2. Гідроелектрична система Servotronic

У німецьких гідропідсилювачах першої конструкції ZF Servotronic, які стоять на машинах Audi A6/8, BMW 5/7, на допомогу золотникам приходять електрогідравлічний модулятор тиску (електромагнітний клапан і камера зворотної дії з поршнем). Зі зростанням швидкості, за сигналом від керуючого блоку, він обмежує тиск в робочому контурі і допомога гідропідсилювача зменшується до нуля. Керує роботою підсилювача керма електронний блок на підставі показань датчиків швидкості, повороту керма і частоти обертання колінчастого валу [3], рисунок 12.

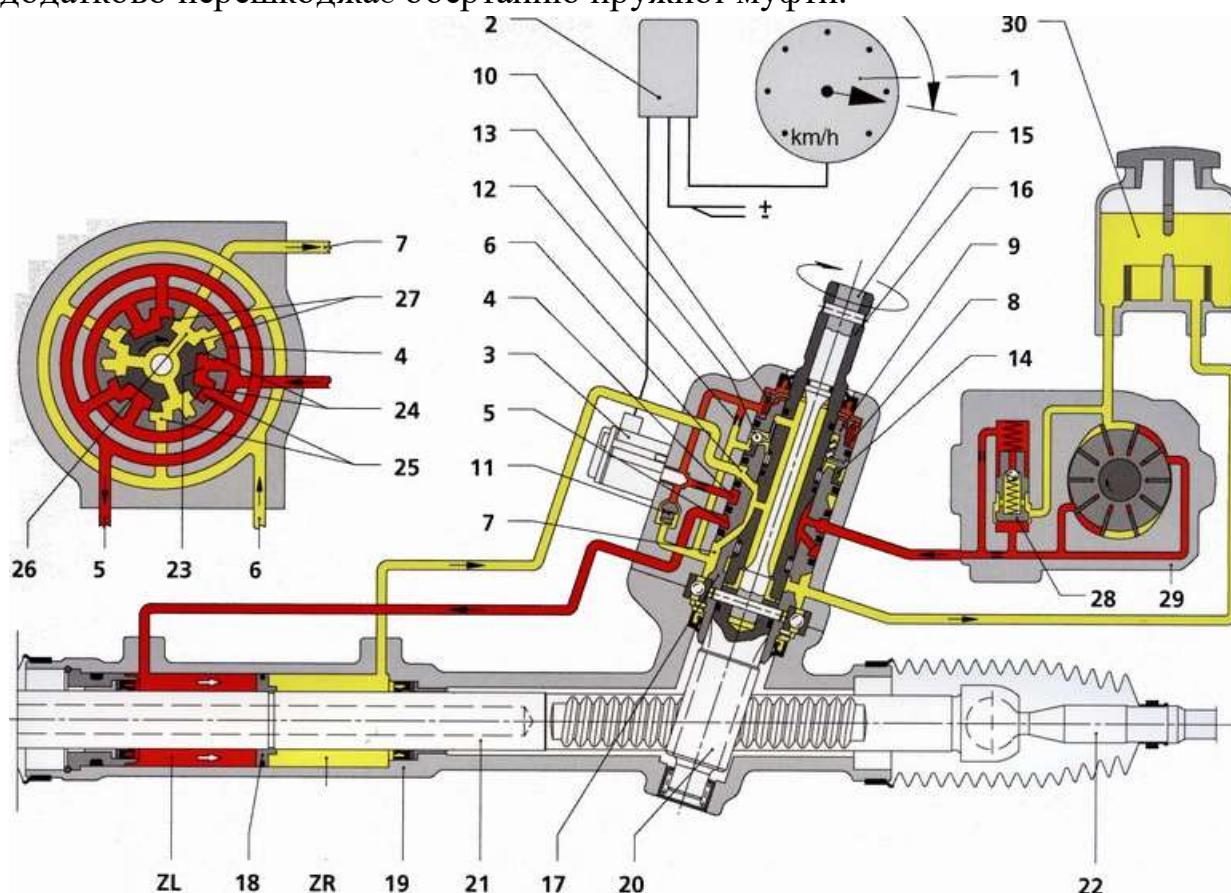


1 – електронний спідометр; 2 – блок керування; 3 – електрогідравлічний модулятор;
4 – рейковий рульовий механізм; 5 – гідронасос; 6 – бачок; 7, 8 – гідромагістралі

Рисунок 12. Склад системи Servotronic з модулятором тиску

При повороті коліс на місці або при русі з малою швидкістю клапан відкритий, тиск в системі максимально (легке кермо). При наборі швидкості, клапан, керований блоком, пропорційно закривається. В результаті, тиск в системі зменшується, а зусилля на кермі збільшується (важке кермо). Розглянемо дію системи за детальною схемою її устрою, рисунок 13.

Із зростанням швидкості руху збільшується число вхідних сигналів, після їх обробки мікропроцесором електрогідралічний перетворювач зменшує надходження потоку гідравлічної рідини. За рахунок цього відкриття клапана перетворювача узгоджується з поточною швидкістю руху автомобіля, в лінії подачі гідравлічної рідини обмежується потік від радіальної канавки 4 в камеру зворотної дії 8. Діафрагма 12 перешкоджає відтіканню великої кількості гідравлічної рідини в камеру зворотної дії 7, тому в ній встановлюється підвищений тиск. За рахунок цього виникає підвищений тиск гідравлічної рідини на поршень зворотної дії 9, а притискне зусилля кульок в призматичних направляючих 13 зростає. Якщо автомобіль рухається прямолінійно, то це сприяє правильній центрі-вці клапана. При роботі клапана керування зростання навантаження на кульки додатково перешкоджає обертанню пружної муфти.



1 – електронний тахометр; 2 – електронний блок; 3 – електрогідралічний перетворювач;
 4, 5, 6 – радіальні канавки; 7 – камера зворотної магістралі; 8 – камера зворотної дії;
 9 – поршень зворотної дії; 10 – підпорна пружина; 11 – відсічний клапан; 12 – діафрагма;
 13 – кулька; 14 – фіксатор; 15 – торсійний стрижень; 16 – пружна муфта; 17 – золотникова
 втулка; 18 – поршень; 19 – корпус; 20 – шестерня; 21 – зубчаста рейка; 22 – поперечна тяга;

23 – канавка магістралі, що подає; 24 – кромка магістралі, що подає; 25 – осьова канавка;
 26 – регулююча канавка зворотної лінії; 27 – керуюча канавка зворотної магістралі;
 28 – редукційний клапан; 29 – насос ГУР; 30 – резервуар гідравлічної рідини ZL, ZR робочі
 циліндри

Рисунок 13. Схема гідроелектричної системи Servotronic

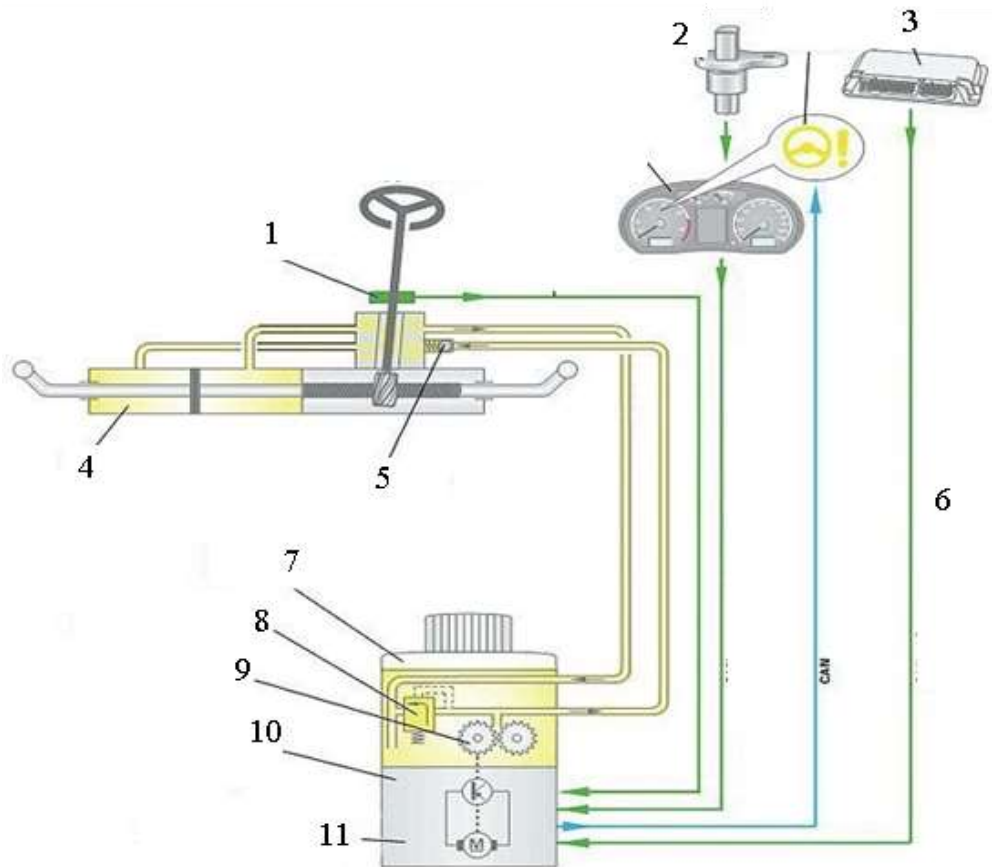
Тому в умовах зазначеного гідравлічного опору потрібен збільшений момент приводу рульового колеса, щоб певне гідравлічне посилення встановилося в правій ZR або лівій ZL камері.

При русі автомобіля на високій швидкості, коли потік рідини малий для роботи перетворювача або взагалі відсутня, керуючий клапан в ньому відкритий повністю. За рахунок цього максимальний тиск встановлюється в системі протидії, рідина надходить через радіальну канавку припливної лінії 4.

При обертанні рульового колеса на високій швидкості руху вправо підвищується робочий тиск в системі, а також тиск протидії, в роботу вступає поршень протидії, до якого надходить потік рідини з камери зворотної дії 8. Як тільки тиск протидії обертанню рульового колеса досягає верхньої межі, з метою виключення подальшого підвищення тиску гідравлічної рідини відкривається відсічний клапан 11 і рідина надходить в камеру зворотної лінії 7. При цьому, момент приводу рульового колеса не збільшується і зберігається оптимальний контакт коліс з дорожнім полотном.

3.3. Електрогідравлічна система Servotronic.

В електрогідравлічному варіанті підсилювача керма (ЕГПК) Servotronic, механічний гідронасос замінений електронасосом [3], рисунок 14.



1 – датчик підсилювача керма; 2 – датчик швидкості автомобіля; 3 – блок керування ДВЗ;
4 – рульовий механізм; 5 – зворотний клапан; 6 – сигнал частоти обертання ДВЗ; 7 – бачок з
рідиною; 8 – редукційний клапан; 9 – гідронасос; 10 – блок керування насосом;
11 – електродвигун гідронасоса

Рисунок 14. Схема електрогідравлічної системи Servotronic

На малих швидкостях руху автомобіля швидкість обертання насоса максимальна, а на великих – обмежується блоком керування. Тому чим вище швидкість руху, тим «важче» стає кермо. Заміна гідронасоса електронасосом дозволяє знизити витрату палива до 0,2 л на 100 км (не витрачається потужність ДВЗ). Налаштовуючи програму роботи блоку керування, можна адаптувати ЕГПР до різних моделей автомобілів.

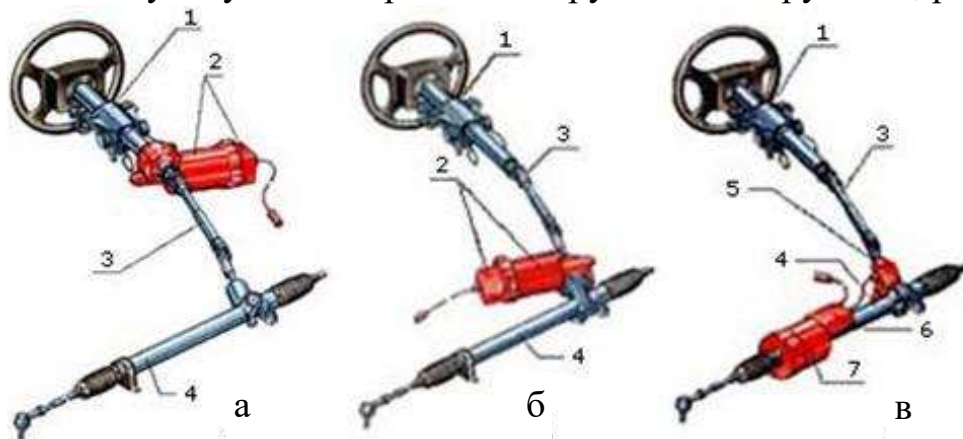
Електричний насос гідропідсилювача підключається тільки в певні моменти, тому що автомобіль з ЕГПР оснащений датчиками повороту керма. Показання датчиків визначають включення і відключення електронасоса. Тим не менше, гідропідсилювачі завжди мають низький ККД, внаслідок необхідності підтримки високого тиску масла, тому застосування їх виправдано на важких автомобілях. Більш ефективними при невисоких зусиллях є електромеханічні підсилювачі ZF Servolectric.

4. Устрій електромеханічних систем Servolectric

Привід електричного підсилювача керма (ЕПР) активізується електромотором, який, як правило, представлений асинхронним електродвигуном. На то-

рсіон пристрою, що відстежує, встановлений датчик зусилля, і в залежності від його сигналу ЕБК забезпечує струм потрібної полярності і сили на обмотки електродвигуна, пов'язаного з рульовим механізмом через механічну передачу. За сигналами від датчика швидкості можна змінювати характеристику підсилювача відповідно до будь-якої закладеної в пам'ять блоку залежності. Для реалізації алгоритмів керування система ЕПР використовує інформацію, що надходить від блоків керування ABS (колісні датчики кутової швидкості) і керування двигуном (датчик частоти обертання колінчастого валу) [4].

При повороті водієм рульового колеса відбувається скручування торсіонного валу і активізація датчика крутного моменту. Програма ЕБК обробляє інформацію з датчика моменту і інших датчиків, що характеризують режими і умови руху автомобіля. В результаті обчислень необхідного додаткового крутного моменту, на виході ЕБК формується сигнал керування електродвигуном привода рульового механізму. Залежно від повної маси і компонування автомобіля ЕПР може вбудовуватися в різні ланки рульового керування, рисунок 15.

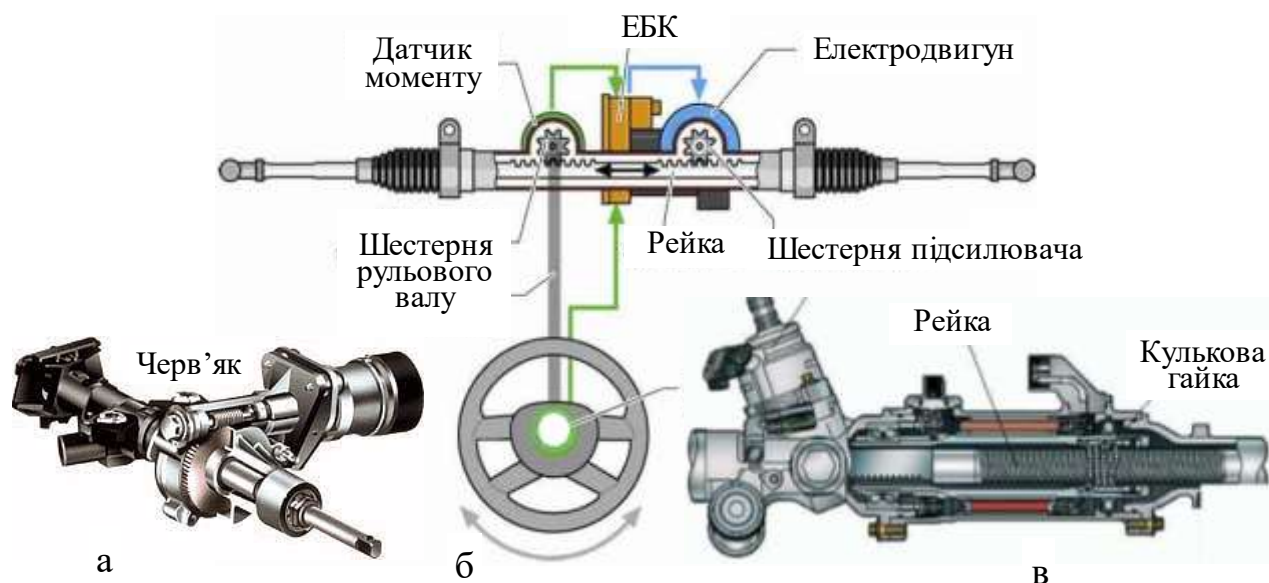


а – для автомобілів малого класу; б – для автомобілів середнього класу;
в – для вантажівок і мікроавтобусів

Рисунок 15. Варіанти компоновки електропідсилювачів ZF Servolectric

Згідно з позиціями рисунка 15 позначено: 1 – рульова колонка; 2 – електродвигун з черв'ячною передачею і ЕБК; 3 – проміжний вал; 4 – рейковий рульовий механізм; 5 – пристрій з торсіоном, що відстежує; 6 – блок керування; 7 – електропривод з механізмом гвинт-кулькова гайка-рейка.

Якщо в системах типу Columntype (рисунок 15, а) всі елементи знаходяться в кабіні автомобіля, то основні робочі елементи систем Piniontype і Rackassistentype (рисунок 15, б, в) перебувають поза кабіною, в моторному відсіку, що полегшує їх охолодження. В машинах малого класу в якості редуктора використовується черв'ячна передача, рисунок 16, а.



а – черв'ячний; б – з двома шестернями; в – з передачею гвинт-кулькова гайка

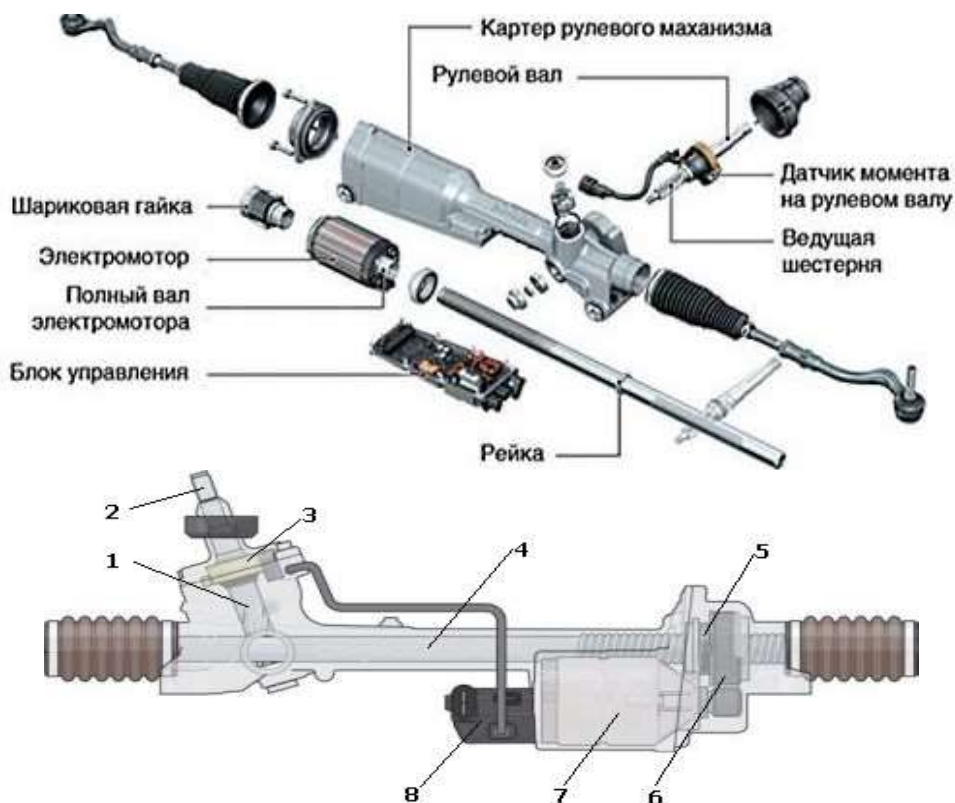
Рисунок 16. Варіанти рульових механізмів системи Servolectric

Варіанти конструкції Rackassisttype представлені у вигляді підсилювача керма з двома шестернями або підсилювача керма з паралельним приводом. В ЕПР з двома шестернями передача крутного моменту здійснюється від рульового колеса на рейку рульового механізму однією шестернею. На іншу шестерню момент передається за допомогою електричного мотора, рисунок 16, б. У ЕПР з паралельним приводом електромотор передає зусилля на рейку рульового механізму за рахунок пасової передачі або передачі гвинт-кулькова гайка, рисунок 16, в.

Реалізація конструкцій рульових механізмів типу гвинт-кулькова гайка в електромеханічних системах виконується за різними компонованими схемами, рисунок 17.

Програмою керування ЕБК передбачені режими функціонування електромеханічного підсилювача керма:

- поворот автомобіля в звичайному режимі;
- поворот машини на великій швидкості;
- поворот машини на малій швидкості;
- повернення коліс у середнє положення;
- підтримання коліс в середньому положенні;



а – з інтегрованим електродвигуном; б – з ременною передачею

Рисунок 17. Компоновка механізмів гвинт-кулькова гайка системи Servolectric

До основних переваг застосування ЕПР в порівнянні з гідروпідсилювачем відносяться:

- надійність за рахунок відсутності гідравлічної системи;
- забезпечення кращого зв'язку водія з дорогою;
- компактність, простота обслуговування і безшумна робота;
- точність і зручність регулювання характеристик рульового керування;
- можливість реалізації автоматичного керування;
- економія палива за рахунок того, що електропідсилювач працює тільки під час повороту керма;
- технологічність виробництва і установки на автомобіль;
- екологічна безпека (відсутність рідини);
- можливість керування транспортним засобом в аварійному стані;
- забезпечення легкості і плавності рульового керування;
- забезпечення відповідності між кутами повороту коліс і керма;
- забезпечення пропорційності між силами опору повороту коліс і зусиллям на рульовому колесі;
- незалежність роботи підсилювача керма від температурних перепадів;
- високий ККД електродвигуна в порівнянні з гідронасосом.

До мінусів пристрою відносяться:

- неможливість використання пристрою на вантажівках через його малу потужність;

- недостатня захищеність від вологи;
- відносно висока вартість.

Останнім часом все частіше доводиться зустрічати аббревіатуру EPS (Electrical Power Steering), або MDPS (Motor Driver Power Steering). Створення таких електромеханічних систем стало наслідком загальної боротьби за екологію (відсутність мастила, зменшення витрат палива). Захисні програми блоку керування дозволяють запобігати перегрів, а також підвищені, неприпустимі витрати електроенергії в разі перевантажень. При ідентифікації аварійного режиму, системи забезпечують попереджувальне зростання зусилля на кермі.