

Система електричного пуску двигуна

4.4.1. Призначення і будова системи електричного пуску двигуна

4.4.2. Будова та принцип роботи електричних стартерів і їх тягових реле

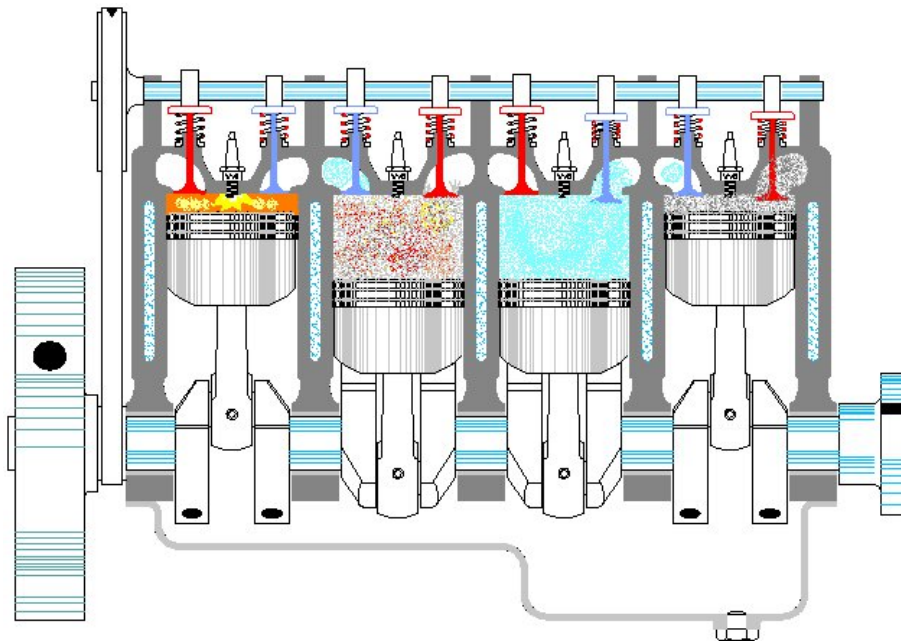
4.4.3. Конструктивні особливості та принцип дії механізму введення урухомлювальної шестірни електричного стартера із маховиком колінчастого вала двигуна

4.4.4. Основні несправності та технічне обслуговування системи електричного пуску двигуна

4.4.1. Призначення і будова системи електричного пуску двигуна

Система електричного пуску призначена для надійного пуску двигуна в різних експлуатаційних умовах. Надійний пуск двигуна внутрішнього згоряння залежить від конструктивних особливостей двигуна, стану його механізмів і систем, а також умов експлуатації.

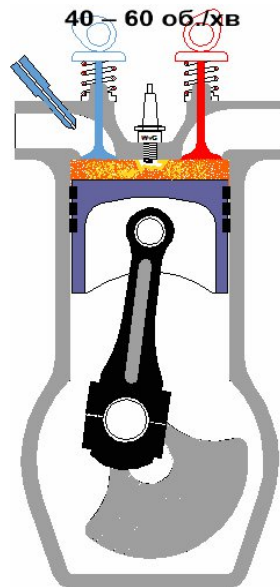
Поршневі двигуни внутрішнього згоряння починають працювати стійко за відносно високих обертів колінчастого вала.



Отже, система пуску містить пристрій пуску для примусового обертання вала двигуна та, за необхідності, допоміжні пристрої для полегшення запуску холодного двигуна.

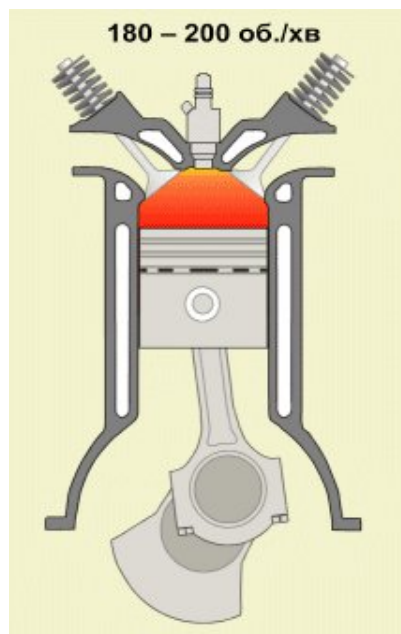
Існують такі вимоги до системи електричного пуску двигуна

- бензиновий двигун:



- приготування легкозаймистої робочої суміші;
- отримання достатньо потужної іскри;
- отримання високої енергії перших спалахів робочих ходів, достатньої для розгону колінчастого вала до мінімальної частоти стабільного обертання;

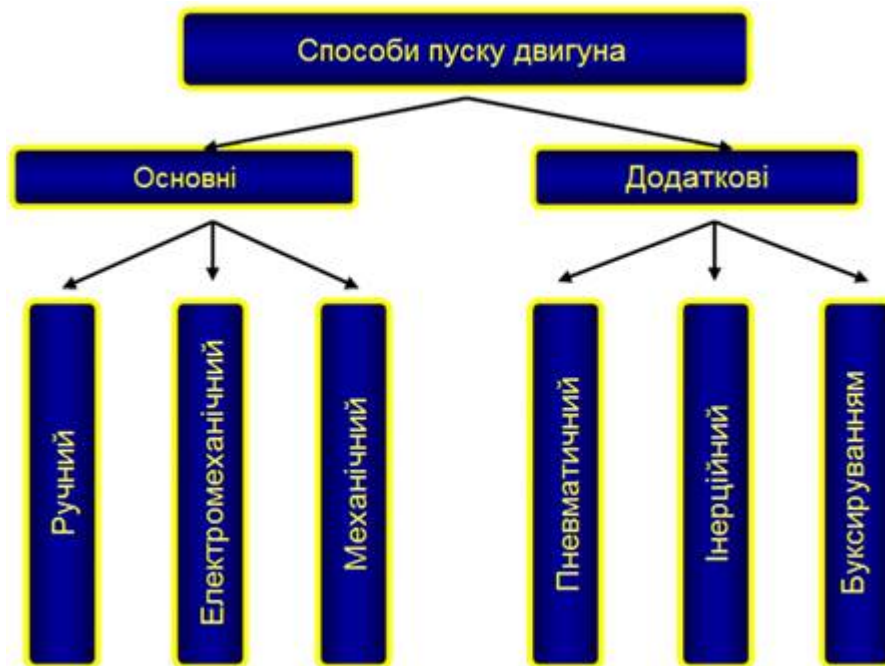
•дизельний двигун:



- інтенсивний стиск повітря в циліндрах, щоб забезпечити високу температуру;
- активне змішування палива з повітрям;
- дрібне розпилювання палива за впорскування форсунками, що забезпечить надійне самозаймання суміші.

Пусковий пристрій має обертати колінчастий вал із частотою, достатньою для початку й розвитку робочих процесів і сприяти виходу двигуна на усталену роботу. Характер пускових процесів різний для двигунів Отто й дизелів. Для пуску автомобільних двигунів використовують системи електростартерного пуску.

Система електричного пуску двигуна класифікується за такими параметрами



– Ручний спосіб пуску двигуна



1 – пусковою рукояткою; 2 – дублером; 3 – шнуром

– Механічний спосіб пуску двигуна



Пусковим двигуном

Пусковий двигун

– Електромеханічний спосіб



Електричним стартером



Електричний стартер

Електрична система пуску двигуна (рис. 4.4.1) складається із стартерної акумуляторної батареї, стартера, комутаційної апаратури і засобів полегшення пуску.

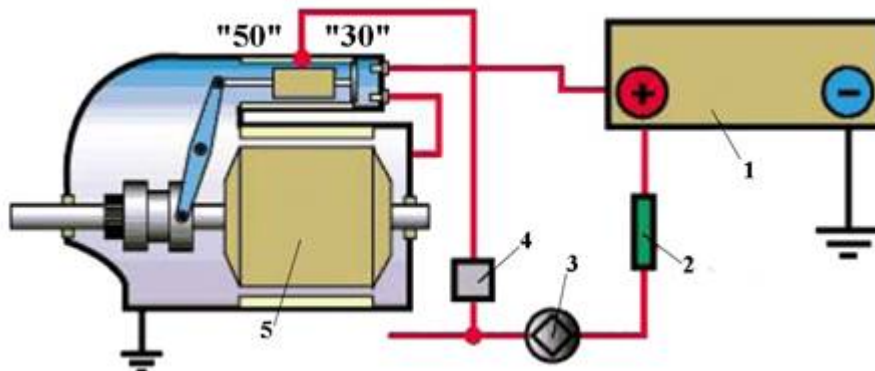


Рис. 4.4.1. Електрична схема системи пуску двигуна:

1 – стартерна акумуляторна батарея; 2 – додаткове реле; 3 – реле блокування; 4 – пристрій для полегшення пуску двигуна у холодну погоду; 5 – електричний стартер

4.4.2. Будова та принцип роботи електричних стартерів і їх тягових реле

Електричний стартер призначений для обертання колінчастого вала з певною (пусковою) частотою, за якої забезпечуються умови для запалювання й згоряння пального в циліндрах двигуна.

Електричний стартер складається з електродвигуна постійного струму, електромагнітного тягового реле та механізму урухомлення. Іноді в нього вмонтовують додатковий редуктор.

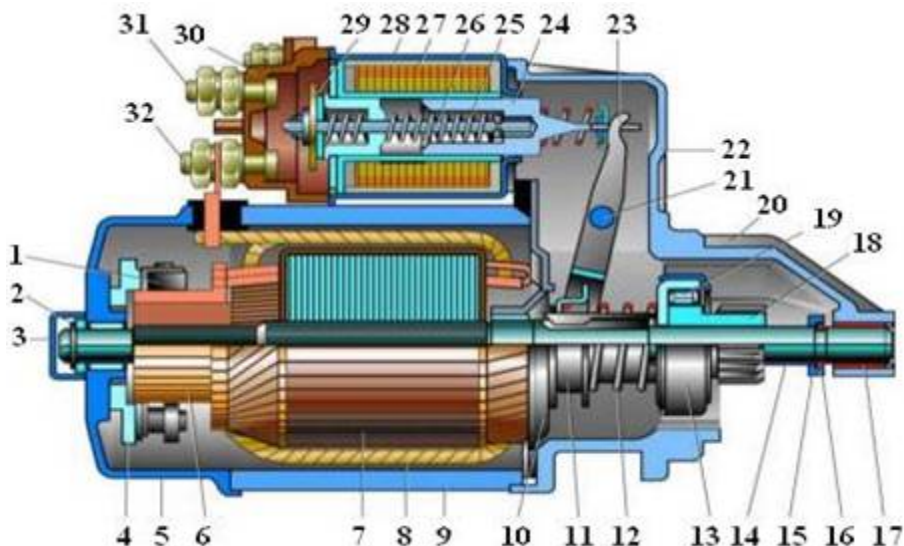


Рис. 4.4.2. Електричний стартер автомобіля ГАЗ-24 «Волга»:

1 – щітковий вузол; 2 – задня втулка; 3 – накривка втулки; 4 – тримач щіток; 5 – задня накривка корпусу стартера; 6 – щітковий колектор; 7 – якір; 8 – статор; 9 – корпус (стакан); 10 – ізолююча шайба; 11 – втулка відведення; 12 – буферна пружина; 13 – муфта вільного ходу; 14 – вал якоря; 15 – упорна шайба; 16 – гумове кільце; 17 – втулка (вальниця ковзання) вала якоря; 18 – шестірня урухомника (бендикс); 19 – ролики муфти вільного ходу; 20 – передня накривка корпусу стартера; 21 – валик важеля вмикання стартера; 22 – накривка тягового реле; 23 – важіль вмикання стартера; 24 – якір тягового реле; 25 – пружина; 26 – шток; 27 – котушка тягового реле; 28 – корпус тягового реле; 29 – контактний диск; 30 – пластмасова накривка тягового реле; 31, 32 – контактні гвинти

Вузлами і деталями електростартера (рис. 4.4.2) є корпус (стакан) 9 з прикріпленим до нього статором, якір 7 з колектором 6, механізм урухомлення з муфтою 13 вільного ходу, шестірнею 18 та буферною пружиною 12, електромагнітне тягове реле з обмоткою 27 і контактними гвинтами 31, 32, накривки з боку урухомлення 20, 22, накривка 5 з боку колектора та щітковий вузол 1 із щікотримачами 4.

Корпуси 5, 11 електростартерів (рис. 4.4.3), які є частиною магнітної системи і несучою конструкцією для накривок 1, 8, виготовляють із труби або із сталевих штаби. До корпусу 11 гвинтами 17 прикріплюють чотири полюси з котушками обмотки збудження.

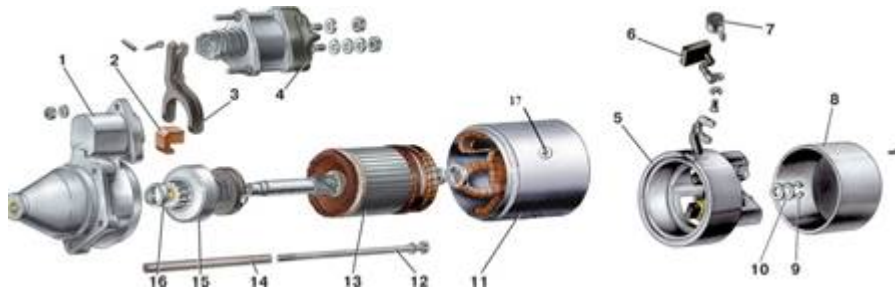


Рис. 4.4.3. Конструкція електричного стартера:

1 – передня накривка (маска) корпусу стартера; 2 – тримач щітки; 3 – вилка; 4 – тягове реле;
5, 11 – корпус стартера; 6 – щітка; 7 – спіральна пружина щітки; 8 – задня накривка корпусу стартера;
9 – стопорне кільце; 10 – шайба; 12 – гвинт кріплення передньої і задньої накривки до корпусу стартера;
13 – якір; 14 – ізолююча втулка гвинта; 15 – муфта вільного ходу; 16 – шестірня урухомника;
17 – гвинт кріплення магнітних полюсів

Кількість котушок 3 (рис. 4.4.4) та полюсів 2 однакова. Котушки 3 послідовної обмотки збудження мають невелику кількість витків із неізольованого мідного дроту прямокутного перерізу марки ПММ. Витки ізолювано один від одного електроізоляційним картоном А завтовшки 0,2 – 0,4 мм. Котушки паралельної обмотки в стартерах змішаного збудження намотують з ізольованого круглого проводу. Зовні котушки ізолюють бавовняною стрічкою чи полімерними матеріалами. Котушки в обмотках з'єднують послідовно, попарно-паралельно або паралельно. Струм в обмотку збудження надходить через головні контакти тягового реле багатожильним проводом (чи мідною шиною), який проходить через ізоляційні втулки в корпусі або в кришці з боку колектора.

Якір стартера (рис. 4.4.5) – це шихтоване осердя 2, у пази якого вкладено обмотку 3. В шихтованому осерді 2 менші втрати на вихрові струми. Осердя 2 якоря напресовано на вал 3 (рис. 4.4.6), що обертається на двох чи трьох опорах із бронзо-графітними вальницями 5 (рис. 4.4.4) або з вальницями з порошкового матеріалу.

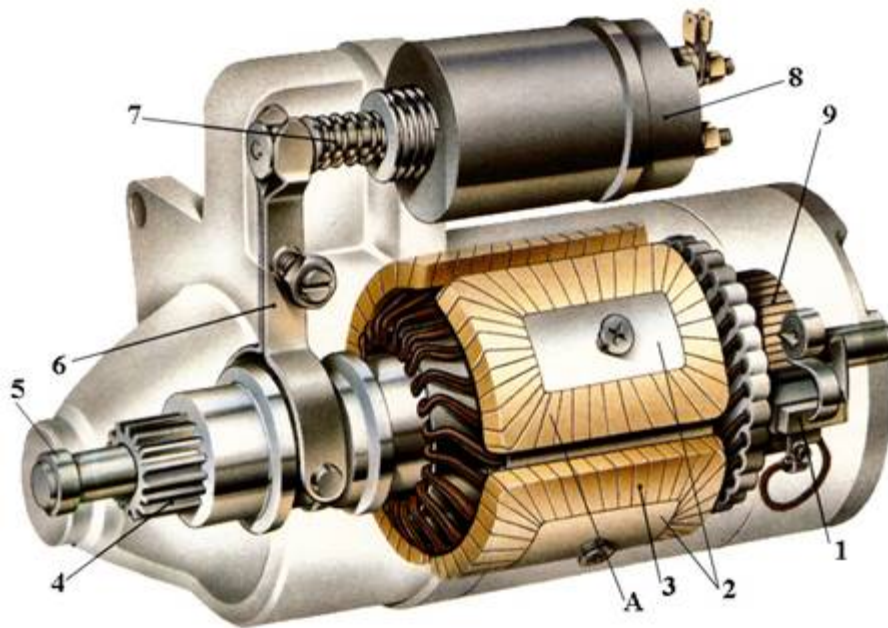


Рис. 4.4.4. Будова електростартера:

1 – магнітні щітки; 2 – магнітні полюси; 3 - обмотка збудження статора; 4 – шестірня урухомника з муфтою вільного ходу; 5 – вальниця вала якоря; 6 – важіль урухомника; 7 – пружина тягового реле; 8 – тягове реле; 9 – колектор; А – ізоляційний картон обмотки збудження статора

В якорях стартерних електродвигунів застосовують прості хвильові та петльові обмотки з одно- та двовитковими секціями.

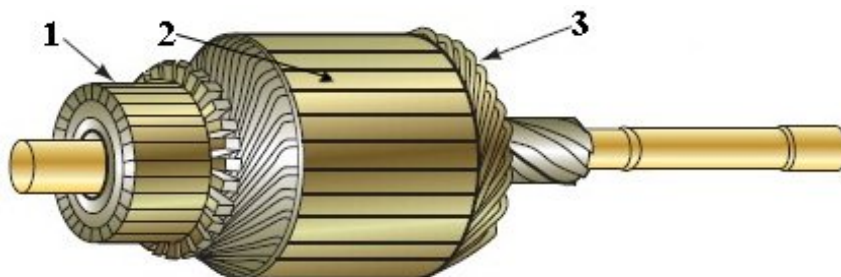


Рис. 4.4.5. Якір електричного стартера:

1 – колектор; 2 – осердя якоря; 3 – обмотки збудження якоря

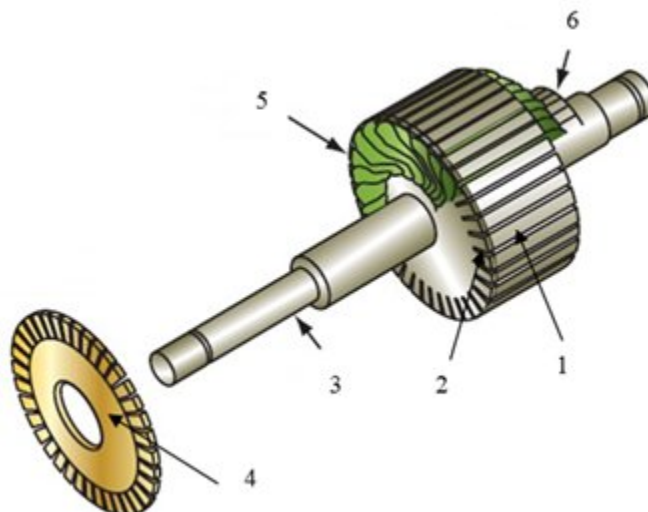


Рис. 4.4.6. Конструкція якоря електростартера:

1 – осердя якоря; 2 – пази осердя; 3 – вал якоря; 4 – ізолюючий диск; 5 – обмотка збудження якоря

Одновиткові секції обмотки збудження 3 (рис. 4.4.5) якоря роблять із неізольованого проводу прямокутного перерізу марки ПММ, двовиткові – з ізольованого проводу круглого перерізу. Відкриті, напівзакриті або закриті пази 2 (рис. 4.4.6) якорів можуть мати прямокутну чи грушоподібну форму. Пази 2 прямокутної форми краще заповнювати проводом 3 (рис. 4.4.5) прямокутного перерізу, укладаючи його в два шари, й ізолюючи один від одного та від пакета якоря гільзами 8-подібної форми з електрокартону або полімерної плівки. Пази грушоподібної форми зі сталим чи змінним перерізом зубця застосовують у стартерах малої потужності з двовитковими секціями.

Кінці секцій обмотки якоря кладуть у пази колекторних пластин 1 (рис. 4.4.5). Кінець однієї секції та початок наступної приєднують до однієї колекторної пластини. У деяких електростартерах застосовують збірні циліндричні колектори на металевій втулці, а також циліндричні та торцеві колектори з пластмасовим корпусом. Збірні циліндричні колектори, які використовують на стартерах великої потужності, складають з мідних пластин та ізолювальних прокладок із **миканіту**, **слюдиніту** чи слюдопласту. Пластини в колекторі закріплюють за допомогою металевих натискних кілець та ізоляційних корпусів по бічних опорних поверхнях. Від металевої втулки, яку напресовують на вал якоря, мідні пластини ізолюють миканітовою циліндричною втулкою. У циліндричних колекторах із пластмасовим корпусом пластмаса, що є формувальним елементом колектора, ізолює колекторні пластини від вала і сприймає навантаження. Для підвищення міцності колектора 1 в пластмасовий корпус введено армовані кільця з металу чи пресматеріалу. Невеликі колектори можна виготовляти із суцільної циліндричної заготовки, яку розрізують після спресовування пластмасою на окремі ламелі.

Накривку 5 (рис. 4.4.7) з боку колектора виливають із чавуну, сталі, алюмінію, цинкового сплаву або штампують зі сталі. Безпосередньо до накривки або до траверси заклепками чи гвинтами прикріплюють щіткотримачі 6 ізольованих магнітних щіток 2, які відокремлюють від накривки 5 прокладками з текстоліту або з іншого ізоляційного матеріалу. Конструкція щіткотримачів 6 така, що щітки 2 легко замінювати.

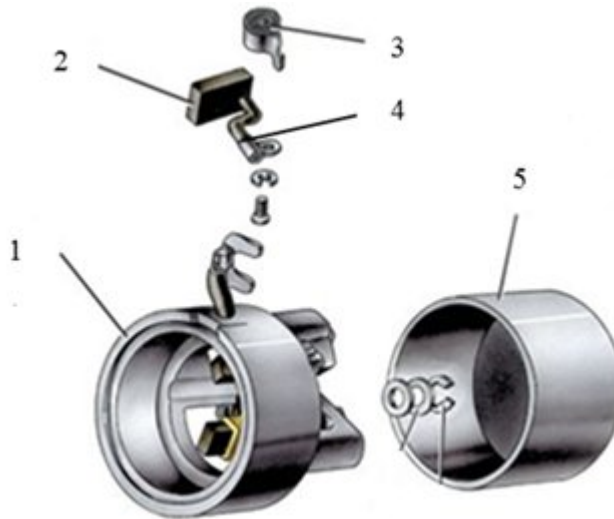


Рис. 4.4.7. Щітковий вузол електростартера:

1 – корпус стартера; 2 – магнітна щітка; 3 – спіральна пружина; 4 – канатики щіток;
5 – задня накривка; 6 – щіткотримач

Щітки 2 мають канатики 4 з наконечниками для приєднання до щіткотримачів 6. В електростартерах застосовують мідно-графітові щітки 2, які містять свинець та олово. Більше графіту в щітках для потужних стартерів і стартерів із важкими умовами комутації.

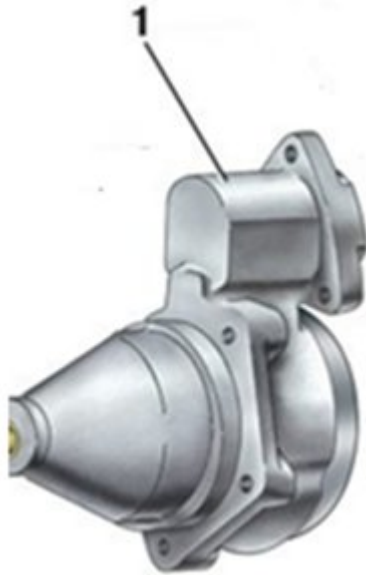


Рис. 4.4.8. Накривка з боку урухомника стартера(1)

Накривки з боку урухомника стартера 1 (рис. 4.4.8) виливають з алюмінієвого сплаву або з чавуну. Конструкція накривки залежить від матеріалу, з якого її виготовлено, типу механізму урухомника, способу прикріплювання стартера на двигуні тягового реле на стартері. Встановлені фланці накривки мають не менше двох отворів для болтів кріплення стартера. Розміри приєднувальних деталей регламентовано стандартами. Фланцеве кріплення стартера до картера зчеплення або до маховика, у разі його знімання та повторного встановлення, дає змогу зберегти сталю міжосьову відстань у зубчастому зчепленні. У накривці передбачено отвір, який дає змогу шестірні урухомника входити в зачеплення з вінцем маховика. Існують численні модифікації стартерів, які відрізняються один від одного розміщенням кріпильних отворів фланця та положенням накривки з боку урухомника щодо тягового реле.

Стартери потужністю понад 4,4 кВт і діаметром корпусу 130 – 180 мм розміщують у заглибинах спеціальних приливок двигуна. До посадкової поверхні приливка двигуна корпус стартера притискують сталевими стрічками. Від повороту стартер фіксують шпонками або штифтами. У накривках та проміжній опорі стартера ставлять вальниці ковзання.

Проміжну опору роблять у стартерах, які мають діаметр корпусу 115 мм і більше. Опору у вигляді диска з чавуну, сталі чи алюмінієвого сплаву затискують між корпусом та накривкою з боку урухомника або прикріплюють до накривки. Вальниці змащують у процесі виготовлення або ж під час технічного обслуговування та експлуатації. У стартерах великої потужності бобишки вальниць мають маслянки з резервуарами для мастильного матеріалу і мастильними фільцями.

Тягове реле прикріплюють до накривки з боку урухомника. Дистанційно кероване тягове реле забезпечує введення шестірні в зачеплення з вінцем маховика і вмикає стартерний електродвигун до акумуляторної батареї.



Рис. 4.4.9. Тягове реле стартера

Реле може мати одну або дві (втягуючу і утримуючу) обмотки збудження, намотані на латунну втулку 2, в якій вільно переміщується сталевий якір 3, що діє на шток 1 із рухомих контактом 4.

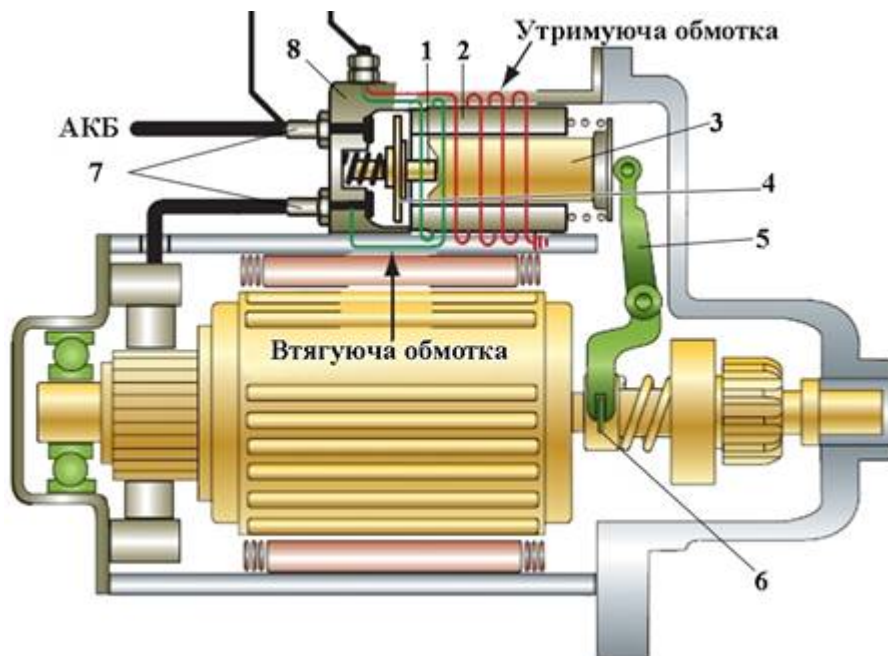
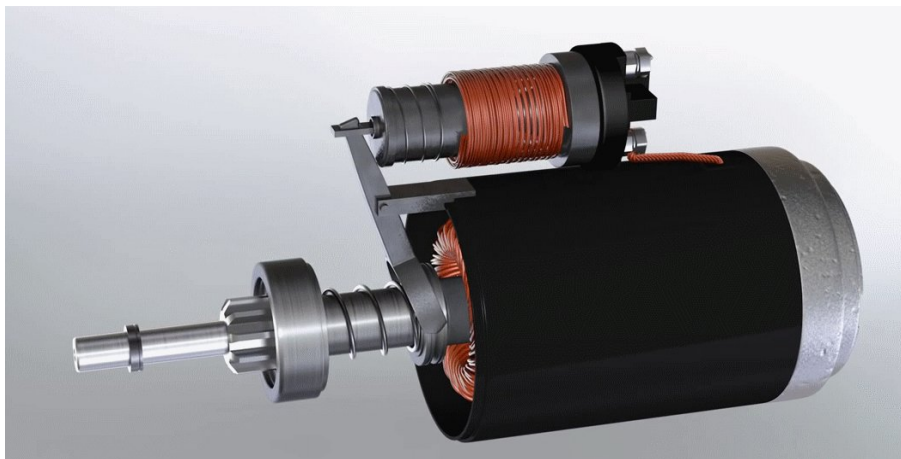


Рис. 4.4.10. Будова тягового реле електростартера:

1 – шток; 2 – втулка; 3 – якір; 4 – рухомий контакт (диск); 5 – важіль урухомника; 6 – повідцева муфта;
7 – нерухомі контакти (гвинти); 8 – пластмасова накривка



Два нерухомих контакти 7 у вигляді контактних болтів закріплюють у пластмасовій накривці 8 тягового реле. У двообмотковому реле утримувальну обмотку, розраховану тільки на утримання якоря реле в притягнутому до осердя стані, виготовлено з проводу меншого діаметра і з прямим виводом на масу. Втягуючу обмотку підімкнено паралельно до контактів 7 реле. Коли реле увімкнено, вона діє згідно з утримувальною обмоткою та створює потрібну силу притягування, якщо зазор між якорем та осердям максимальний.

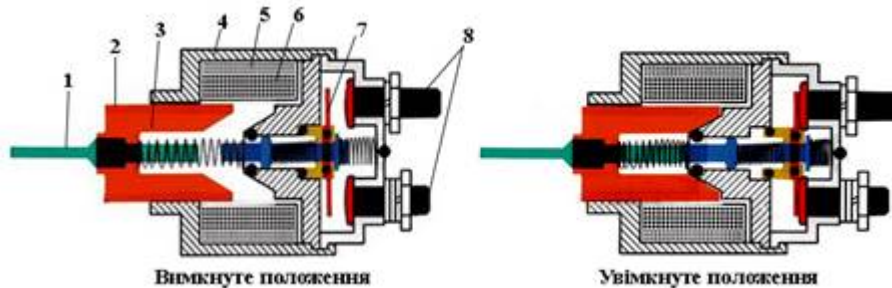


Рис. 4.4.11. Принцип дії тягового реле:

1 – шток; 2 – втулка якоря; 3 – якорь; 4 – корпус; 5 – утримувальна обмотка; 6 – втягуюча обмотка;
7 – рухомий контактний диск; 8 – нерухомі контакти – гвинти

Коли стартерний електродвигун працює, замкнені контакти 7 і 8 тягового реле (рис. 4.4.11) шунтують, втягуючи обмотку. Тягове реле важелем 5 (рис. 4.4.10) з'єднано з механізмом урухомника, розміщеним на частині вала зі шліцами. Важіль діє на привод через повідкову муфту 6. Важіль урухомника 5 виливають із полімерного матеріалу або складають із двох штампованих сталевих частин, які з'єднують клепанням чи зварюванням.

4.4.3. Конструктивні особливості та принцип дії механізму введення урухомлювальної шестірні електричного стартера із маховиком колінчастого вала двигуна

Механізм урухомника з муфтою вільного ходу забезпечує введення й утримання шестірні в зачепленні з вінцем маховика під час пуску двигуна, передавання потрібного крутного моменту колінчастому валу та запобігає руйнуванню якоря стартерного електродвигуна, від'єднуючи його від маховика працюючого двигуна.

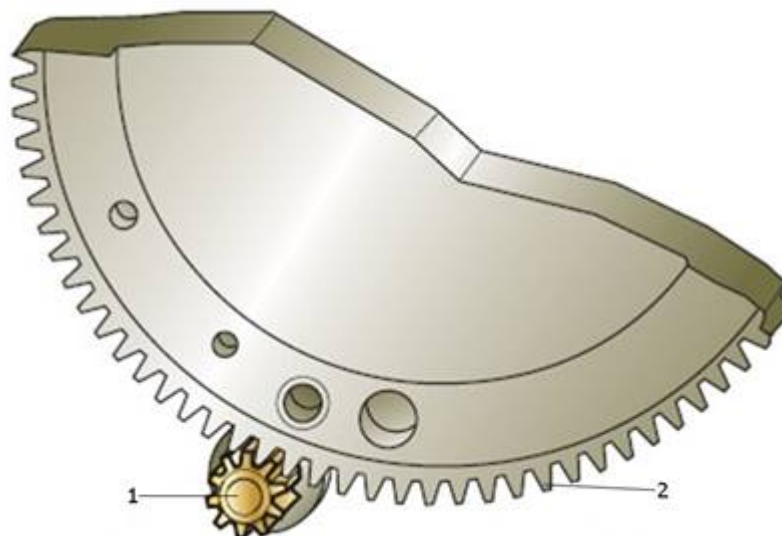


Рис. 4.4.12. 1 – урухомлювальна шестірня; 2 – вінець маховика

Найбільшого поширення в електростартерах набули безшумні й технологічні роликові муфти вільного ходу, здатні за невеликих розмірів передавати значні крутні моменти.



Рис. 4.4.13. Роликові муфти вільного ходу

Роликові муфти малочутливі до забруднення, не потребують догляду та регулювання під час експлуатації.

Муфта вільного ходу роликового типу (рис. 4.4.15) може вільно переміщуватися спеціальними шліцями вала стартера. На шліцевій напрямній втулці закріплено зовнішню ведучу обойму 8, в якій є чотири клинчастих пази з роликами 5, що їх відтискує в бік вузької частини паза штовхач – плужер 10 із притисною пружиною 7. Якщо стартер увімкнено, то крутний момент від ведучої обойми 4 (рис. 4.4.16 а) через ролики 3 передається на ведену обойму 2, виготовлену як єдине ціле з шестірнею урухомника 5. Ролики 3 заклинено у клинчастих пазах 6 між ведучою 4 та веденою 2 обоймами муфти.

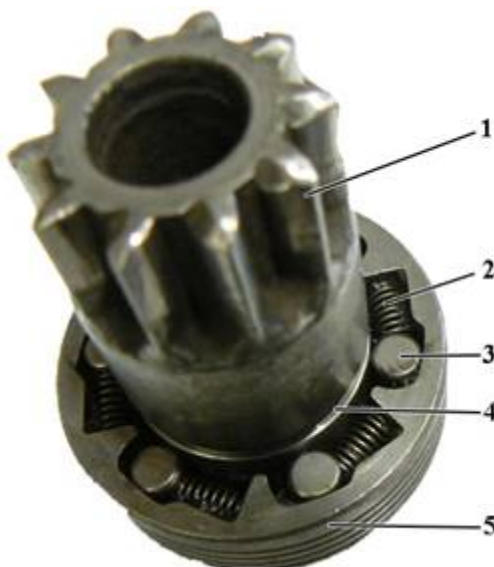


Рис. 4.4.14. Муфта вільного ходу

1 – урухомлювальна на шестірня; 2 – притисна пружини; 3 – ролик; 4 – ведена втулка; 5 – ведуча втулка

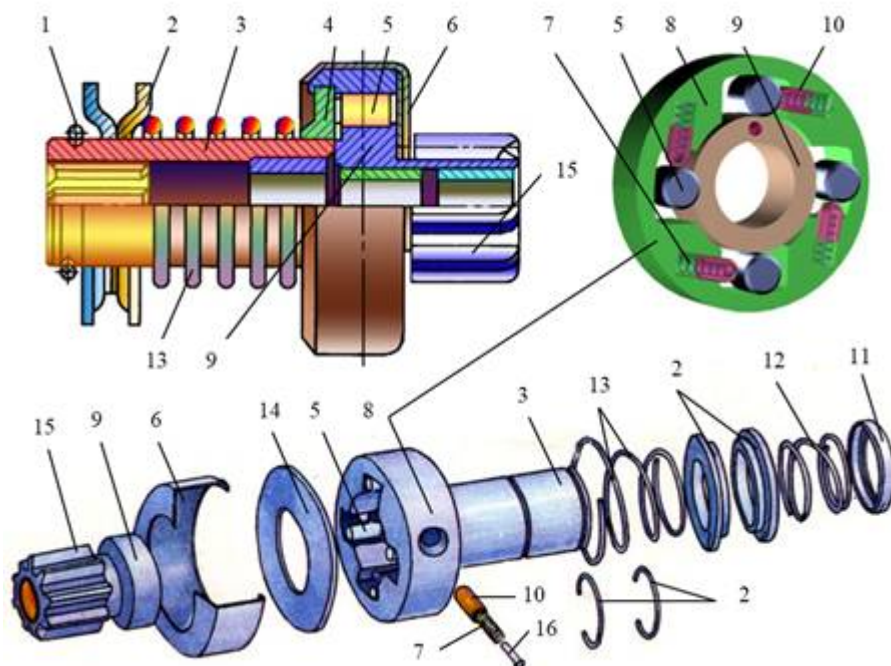


Рис. 4.4.15. Плу́нжерна (ролика́ва) муфта вільного ходу:

- 1 – замкові кільця; 2 – втулка відведення; 3 – прорізна напрямна втулка; 4 – центрувальне кільце; 5 – ролик;
 6 – кожух муфти; 7 – притискна пружина; 8 – зовнішня ведуча обойма; 9 – ведена обойма; 10 – плунжер;
 11 – чашка; 12 – пружина; 13 – буферна пружина; 14 – металева пластина; 15 – шестірня урухомника;
 16 – фіксатор

Коли двигун буде запущено, ведена обойма 2 (рис. 4.4.16 б) стане ведучою (ведучим стане зубчастий вінець 7 маховика), ролики 3 розклинаються і муфта вільного ходу пробуксовуватиме.

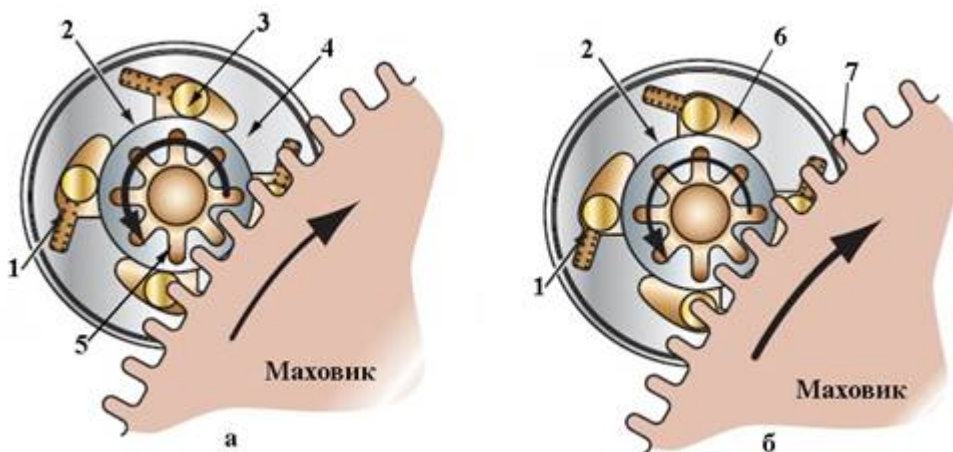


Рис. 4.4.16. Принцип дії муфти вільного ходу:

- 1 – притискна пружина; 2 – ведена обойма; 3 – ролик; 4 – ведуча обойма; 5 – шестірня урухомника;
 6 – клинчасті пази; 7 – зубчастий вінець маховика

У стартерах великої потужності муфти вільного ходу не застосовують, оскільки за цих умов вони працюють ненадійно. У стартері СТ-142 (двигуни ЯМЗ-740, КамАЗ) застосовано храповий механізм урухомлення (рис. 4.4.17 а, б).

Деталі його розміщені на напрямній втулці 1, яка має прямі внутрішні шліци та багатозахідну стрічкову зовнішню нарізь. Напрямна втулка разом із урухомником може переміщатися шліцями вала стартера. На зовнішній нарізі втулки розміщено ведучу половину 8 храпової муфти, а ведену її половину 13 виготовлено разом із

шестірню, і вона може вільно обертатися на втулці 1 у бронзових графітових вальницях. Торці половин храпової муфти, які мають зубці, притискає один до одного пружина 7. Ведену половину 13 закриває в корпусі 5 замкове кільце 10, а замкове кільце 2 не дає корпусу 5 переміщатися вздовж втулки 1. Для амортизації ударів під час вмикання стартера під пружину 7 поставлено сталеву шайбу 6 і гумове кільце 4. Щоб запобігти спрацюванню зубців храпової муфти та знизити шум у момент, коли двигун запущено, а стартер ще не вимкнено, передбачено механізм блокування.

У середині веденої половини 13 муфти вміщено три пластмасових сухарі 12 з радіальними отворами, в які входять напрямні штифти 11. Зовнішня поверхня сухарів має конічну форму, яка прилягає до виточки сталевого кільця 9, поставленого у ведучій половині 8 муфти. Кільце 9 притискає сухарі 12 до напрямної втулки 1. Під час передавання крутного моменту від вала стартера до вінця маховика виникає осьове зусилля, яке притискає ведучу та ведену половини храпової муфти. Коли двигун буде запущено, станеться пробуксовування храпової муфти, оскільки зміниться напрям передавального зусилля на шестерні стартера (під час пуску – від шестірні до вінця, а коли двигун працює – у зворотному напрямку).

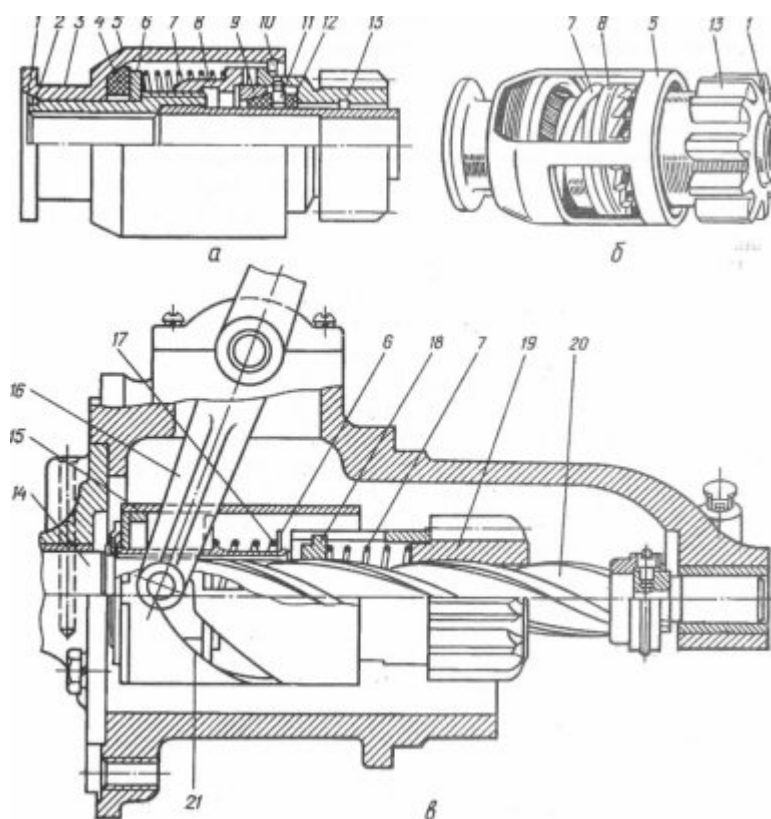


Рис. 4.4.17. Типи урухомників стартерів дизельних двигунів (стартер СТ-142):

а – розріз; б – загальний вигляд урухомника з храповою муфтою; в – урухомник стартера СТ-103:

- 1 – напрямна втулка; 2, 10 – замкові кільця; 3 – втулка відведення (виготовлена як єдине ціле з корпусом);
 4 – гумове кільце; 5 – корпус; 6 – сталева шайба; 7 – пружина; 8 – ведуча півмуфта; 9 – конусне кільце;
 11 – штифт; 12 – сухар; 13 – ведена півмуфта; 14 – вал якоря; 15 – стакан; 16 – важіль; 17 – буферна пружина;
 18 – гайка; 19 – урухомлювальна шестірня; 20 – упорне кільце; 21 – спіральний паз

Під час пробуксовування ведуча половина 8 храпової муфти відсувається від веденої 13, стискаючи пружину 7. Разом із нею відсувається й кільце 9, звільняючи сухарі 12, які під дією відцентрових сил переміщуються вздовж штифтів 11 і блокують муфту в розщепленому стані. Після вимикання стартера ведуча половина 8 храпової муфти під дією пружини 7 притискається до веденої 13 і кільце 9 повертає сухарі 12 у початковий стан. Хоча шестірня стартера й упирається в зубці вінця маховика, проте корпус 5 урухомника разом із напрямною втулкою 1 переміщуються далі вздовж прорізів вала стартера, стискаючи пружину 7. Стрічкова різьба втулки 3

примушує ведучу половину 8 і шестірню стартера повертатися (до 30°), забезпечуючи її зачеплення з вінцем маховика. Храповий урухомник допускає до 5% упорів шестірні стартера у вінець маховика від загальної кількості вмикань.

На рис. 4.4.17в, в зображено механізм урухомника стартера СТ-103 дизельних двигунів ЯМЗ. На спіральних шліцах вала якоря 14 поставлено гайку 18 і шестірню 19. Гайка двома зовнішніми виступами входить у поздовжні пази хвостовика цієї шестірні, а між ними розміщено пружину 7. На вал якоря вільно насаджено стакан 15 зі спіральним пазом 21. На опорній втулці стакану розміщено буферну пружину 17 і шайбу 6. Хід шестірні на валу обмежує упорне кільце 20.

Коли стартер увімкнено, тягове реле діє на важіль 16 і переміщає стакан 15, опорна втулка якого натискує на ведучу гайку 18 і підсуває її разом із шестірнею до упорного кільця 20. Коли зубці шестірні упруться в зубці вінця маховика, ведуча гайка 18 стисне пружину 7 і поверне шестірню 19, бо шліци в останній ширші, ніж на валу якоря 14. У початковий момент пуску двигуна стакан 15 повертається завдяки тертю і спіральним пазом 21 повертається назад у початковий стан, звільняючи місце для відходу шестірні. Коли двигун буде пущено, вінець маховика почне обертати шестірню стартера, і вона, переміщуючись спіральними шліцями, відійде у початковий стан.

Відомо, що маса стартера залежить від його потужності. Тому перевага **стартера з редуктором** (рис. 4.4.18) виявлятиметься вже з потужності приблизно 1 кВт. Для малопотужних стартерів застосування редукторів не скорочує загальної маси стартера, а тому більш доцільно застосовувати саме урухомник. У конструкціях стартерів із редуктором між якорем електродвигуна й шестірнею, що міститься на вихідному валу стартера, монтується редуктор, який знижує частоту обертання в 3 – 4 рази. При цьому частота обертання якоря електродвигуна може бути підвищена до $15000 - 20000 \text{ хв}^{-1}$ у режимі холостого ходу. Конструктивно редуктори виготовляють простими рядними із зовнішнім і внутрішнім зачепленнями, а також планетарні.

Переваги конструкцій стартерів із редукторами: малі розміри та маса електродвигуна; зменшення навантаження на акумуляторну батарею під час запуску ДВЗ завдяки застосуванню електродвигуна з малим моментом; підвищення можливості пуску (пускової кількості обертів) за низьких температур; зниження вихідної потужності за малих навантажень.

Недоліки цих стартерів: більш важкі умови роботи муфти вільного ходу; підвищений шум і важкі умови роботи щітково-колекторного вузла. Тому паяння з'єднань у головних колах замінюється зварюванням, застосовується більш міцна ізоляція обмотки якоря, проводиться точне балансування деталей, що обертаються.

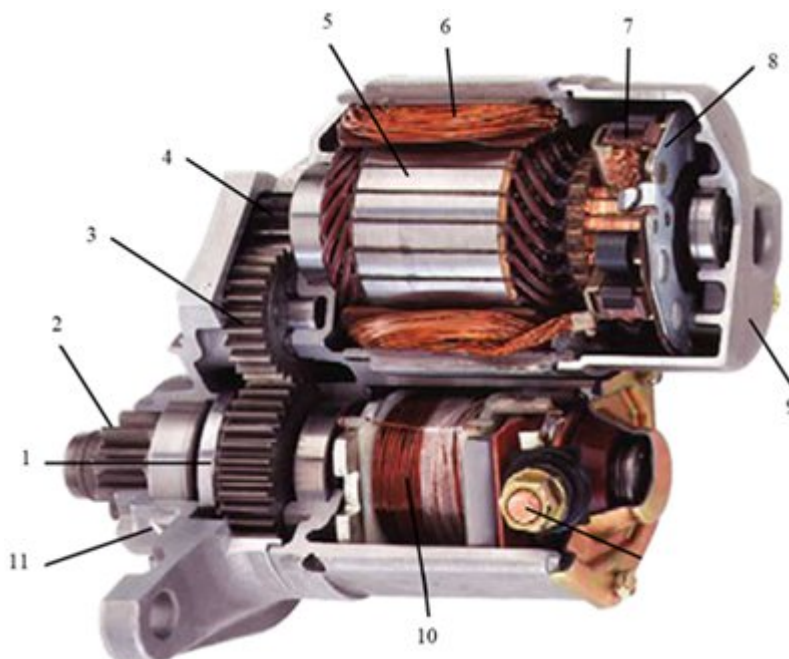


Рис. 4.4.18. Конструкція електричного стартера із планетарним редуктором:

1 – ведена шестірня планетарного редуктора; 2 – урухомлювальна шестірня; 3 – проміжна шестірня; 4 – ведуча шестірня; 5 – якір; 6 – обмотка збудження статора; 7 – щітковий вузол; 8 – ізолюючий диск; 9 – задня накривка; 10 – втягуюча і утримувальна обмотки тягового якоря реле; 11 – передня накривка

У звичайного стартера крутний момент передається на обгону муфту, або «Бендикс» безпосередньо, у редукторного – відповідно, через редуктор. Плюси і мінуси є в обох.

Головною відмінністю редукторного стартера, що в свою чергу є плюсом, є здатність видати більший крутний момент, а також можливість «провернути» або «прокрутити» двигун за низьких температур у холодну пору року, в умовах, коли дуже густа олива в двигуні, не дає парам тертя з легкістю рухатися відносно один одного.

Особливість редуктора – це сама конструкція, яка дозволяє встановлювати агрегат на різні види сільськогосподарської та спеціалізованої техніки. Цей вид виконаний у редукторному виконанні, що значно спрощує запуск двигуна в холодну пору року. Тягове реле має пластиковий захист, який зводить до мінімуму, а в деяких випадках і виключає можливість короткого замикання, в місцях, де кріпляться силові дроти. У місцях з'єднання основних вузлів стартера встановлено защіплювальні гумові кільця, що забезпечує непотрапляння вологи всередину. Все це істотно продовжує термін служби цього пристрою.

Енергоспоживання редукторного стартера значно нижче, ніж у звичайного, а також вони значно відрізняються в розмірах і масі.

Отже, підіб'ємо підсумок, у редукторного стартера більш висока потужність, більший пусковий момент, посилена стартова здатність, а також маса самого стартера на 48% менше, ніж у звичайного. Термін служби на всі 100% більше і зведені до мінімуму вимоги по догляду.

4.4.4. Основні несправності та технічне обслуговування системи електричного пуску двигуна

Технічне обслуговування апаратів системи пуску виконують під час чергових ТО-1, ТО-2 як безпосередньо на автомобілях або тракторах, такі в електроцехах. Під час ТО миють, очищають від оливи та пилу, зовнішню оглядають, а також випробовують роботу стартера, комутаційної апаратури. Особливу увагу звертають на надійність кріплення апаратів і з'єднання наконечників проводів із затискачами. Окиснені наконечники проводів зачищають і змащують технічним вазеліном. Через певний пробіг автомобіля або час роботи трактора, що залежить від типу стартера, його знімають з автомобіля і перевіряють у цеху. Наприклад, стартер СТ-130А3 рекомендується знімати з автомобіля під час кожного восьмого ТО-2, а стартер 25.3708 – через 150 тис. км пробігу під час чергового ТО-2.

Перевірка стартерів. Спочатку оглядають стартери, зняті з автомобіля чи трактора, і перевіряють вальніці ковзання. Спрацьовані втулки потрібно замінити. Потім перевіряють, чи легко переміщуються деталі та вузли урухомника. Шестірню стартера разом із муфтою вільного ходу рукою пересувають прорізами вала вперед до передньої вальніці. Вони мають переміщатися вільно, без затинань і повертатися до початкового стану під дією зворотної пружини. Коли урухомник важко пересувати валом або коли він не повертається до початкового стану, його розбирають і обчищають наліт із вала шкуркою із зернистістю 140 – 180.

Наступна операція – перевірка та регулювання урухомника стартера. У стартерах СТ-117А, СТ-103А, СТ-130А3 (рис. 4.4.19) гвинтом, розміщеним у накривці 7, ставлять шестірню 9 урухомника в початкове положення. Відстань **А** між торцем шестірні та площиною фланця накривки має становити 32 – 35 мм. Потім перевіряють зазор між торцем шестірні та упорним кільцем 8 у момент замикання контактів тягового реле. Для цього, знявши накривку, яка закриває якірець тягового реле, натискають на якірець 3 і переміщують його до моменту замикання затискачів 1 контактним диском 2 тягового реле. Цей момент визначають за допомогою двох ламп, під'єднаних до тягового реле.

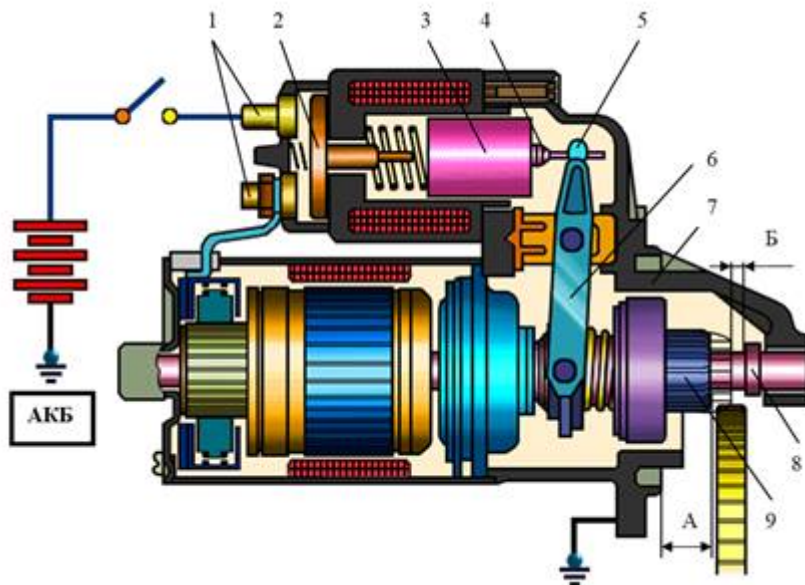


Рис. 4.4.19. Схема регулювання урухомника стартерів:

1 – нерухомі контакти стартера; 2 – рухомий контакт тягового реле; 3 – якірець тягового реле; 4 – гвинт;
5 – палець важеля; 6 – важіль урухомника; 7 – передня накривка; 8 – упорне кільце; 9 – шестірня урухомника

Лампа, під'єднання до затискача **КЗ**, має засвічуватись трохи раніше або водночас з іншою лампою. Відстань **Б** (3 – 5 мм) регулюють, укручуючи або викручуючи гвинт 4 в якірець 3. Перед цим потрібно зняти палець 5, який з'єднує гвинт із важелем 6 урухомника.

У стартері СТ-103А між шестірнею та упорною шайбою ставлять по чергові прокладки завтовшки 16 і 11,7 мм. Після ввімкнення стартера з прокладкою 11,7 мм контакти замикатимуться. У стартерах СТ-221 і 29.3708 урухомник не регулюють. Відстань **А** має становити 21,3 – 21,5 мм.

Стартери дизелів мають деякі особливості їх регулювань. У стартерах СТ-142, 24.3708 та 25.3708 задають зазор **А**. Замість зазору **Б**, що відповідає початковому стану шестірні, для цих стартерів задають зазор між її торцем та упорною шайбою, за якого контакти реле стартера не мають замикатися. Під час перевірки між шестірнею та упорною шайбою ставлять прокладку певної товщини і на обмотки реле подають живлення. Замикання контактів визначають контрольною лампою чи омметром. Спрацьовані деталі урухомника і тягового реле замінюють.

Після відрегулювання стартера його перевіряють за допомогою справної зарядженої акумуляторної батареї з такою самою ємністю, що й батарея, з якою працює обстежуваний стартер. Стартер перевіряють у двох режимах: холостого ходу та повного гальмування якоря.

Щітковий вузол стартера перевіряють, знімаючи захисний кожух або захисну стрічку та оглядаючи стан щіток, пружин і щіткотримачів, ізоляцію останніх (коли знято накривку) і колектора. Замаслювання щіток та колектора призводить до зменшення притискання щіток до колектора, а це знижує силу струму в колі стартера. Крім того, металографітовий пил, який утворюється внаслідок спрацювання щіток і колектора, осідає на поверхні накривки і може призвести до замикання ізольованих щіток на корпус, а це спричинює відмову стартера.

Замаслені колектор, щітки та щіткотримачі протирають чистою тканиною. Спрацьований колектор проточують, а потім шліфують. Рухомість щіток у щіткотримачах перевіряють, трохи піднімаючи гаком пружину щітки та помалу смикаючи за її канатик. Щітки мають пересуватися в щіткотримачі легко, без затинань. Вимірюють висоту щітки і, коли вона спрацювалася понад 8 – 10 мм, замінюють її.

Замикання щіткотримачів із корпусом перевіряють лампою під напругою 220 В (рис. 4.4.20 а). Тиск пружин на щітки вимірюють динамометром (рис. 4.4.20 б).

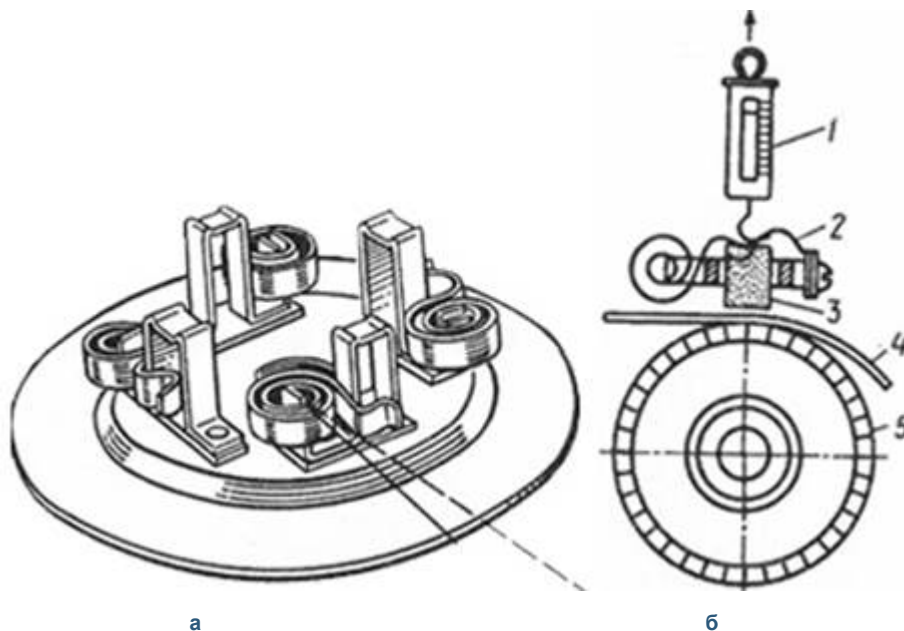


Рис. 4.4.20. а – схема перевірки ізоляції щіткотримачів;

б – визначення тиску пружини щіткотримача на щітку:

1 – динамометр; 2 – провідник щітки; 3 – щітка; 4 – папір; 5 – колектор

Для цього щітку потрібно трохи підняти й покласти між нею та колектором смужку паперу. Потім гаком динамометра зачепити за провідник щітки і, розташувавши динамометр уздовж осі щітки, підняти до вільного пересування смужки паперу. У цей момент дивляться на показники динамометра. Коли натискання пружини зменшуються більш як на 25% щодо номінального значення, то навіть за малого спрацювання щітки пружину потрібно замінити. Щоб збільшити натискання пружини, можна зігнути кронштейн її підвіски (рис. 4.4.21). Натискання пружин на щітку має становити 90 – 100 Н для стартерів легкових автомобілів та 160 – 200 Н для вантажних.

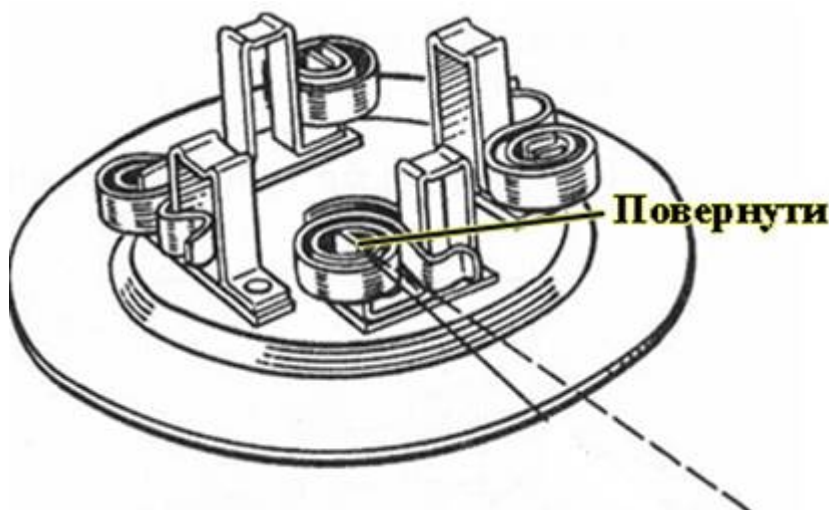


Рис. 4.4.21. Регулювання тиску пружин щіткотримачів

Обривання і міжвиткове замикання визначають за допомогою омметра, вимірюючи опір цих котушок і порівнюючи значення з технічними даними.

Муфту вільного ходу перевіряють під час перевірки стартера в режимі повного гальмування. Роликова муфта вільного ходу пробуксовує внаслідок спрацювання роликів і пазів в обоймі маточини шестірні, а також забруднення внутрішньої порожнини муфти (коли зависають плунжери або ролики). Несправну муфту промивають бензином або замінюють. Після промивання муфту на 3 – 5 хв. занурюють у моторну оливу.

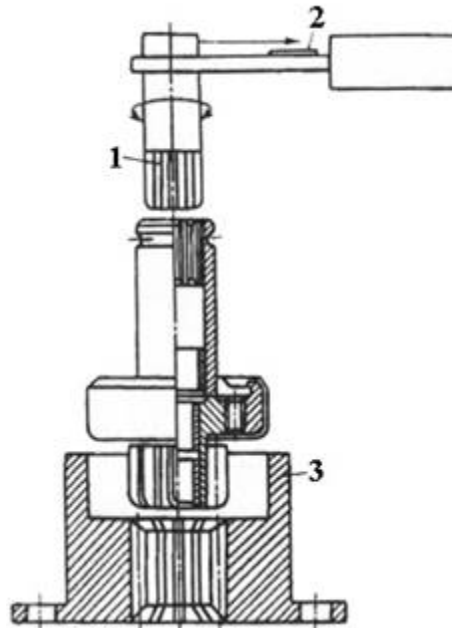


Рис. 4.4.22. Схема перевірки муфти вільного ходу:

1, 3 – пристрій для перевірки муфти вільного ходу; 2 – динамометрична ручка

На пробуксовування муфти вільного ходу можна перевірити динамометричною ручкою 2 (рис. 4.4.22). Для цього до шестірни прикладають момент, який у 2,5 рази перевищує крутний момент стартера. У справній муфті шестірна не має прокручуватися. У протилежний бік шестірна має обертатися вільно без затинань.

Храпова муфта вільного ходу СТ-142 пробуксовує внаслідок затинання ведучої півмуфти на шліцах втулки. Для усунення пробуксовування потрібно зняти муфту та вийняти стопорні кільця. Розібравши муфту, її деталі промивають бензином. Ведуча півмуфта має вільно переміщатися спіральними шліцами втулки. У зібраній муфті під час обертання шестірни від руки можна почути чітке тріщання храповика. Перед складанням деталі храпової муфти змащують моторною оливою.

Тягове реле стартера перевіряють, знімаючи накривку та оглядаючи стан контактної пластины 2 й контактів 1 (див. рис. 4.4.19). Окиснені і підгорілі поверхні торців головок контактних болтів 1 і диска 2 (або контактної пластины) зачищають напилком чи абразивними шкурками, а потім шліфують. Якщо головки болтів диска (пластини) 2 дуже спрацьовані, то болти 1 повертають на 180° навколо своєї осі, а диск (пластину) 2 перевертають зворотним боком.

Обривання обмоток визначають контрольною лампою з під'єднанням обстежуваної обмотки до акумуляторної батареї. Перевіряючи обмотки тягового реле, від'єднують затискач проводу від електродвигуна. Для перевірки втягувальної обмотки провідники від батареї під'єднують до затискачів реле. Коли обмотка справна, осердя 3 різко втягується в реле. Реле ввімкнення перевіряють і регулюють, знімаючи накривку та оглядаючи стан контактів та зазори. Окиснені контакти зачищають.

У процесі експлуатації автомобілів найчастіше виникають такі несправності стартерів: забоїни та задирки на посадкових місцях накривок; зривання прорізів головок гвинтів кріплення полюсних осердь через зачеплення їх залізом якоря в разі спрацювання вальниць; пошкодження ізоляції обмоток якоря та збудження внаслідок перегрівання чи забруднення; порушення ізоляції щіткотримачів; спрацювання якоря під втулки вальниць у накривках та проміжній опорі і спрацювання втулок; відмова працювати через замикання або обривання обмоток котушок реле стартера чи внаслідок окиснення болтів і диска; пошкодження муфти урухомника (заплішовування або проковзування роликів, тріщини на одній із півмуфт, спрацювання зубців чи забоїни торців шестірни тощо); спрацювання роликів, отворів під пальці важеля приводу.

Спрацювання окремих деталей стартера визначають, вимірюючи спрацьовані поверхні універсальними (мікрометром, штангенциркулем, лінійкою) або спеціальними (шаблонами, калібрами) вимірювальними

інструментами, а стан контактних болтів і диска реле чи вимикача – візуально. Спрацьовані мідно-графітові втулки накривок стартера замінюють новими. Урухомник, що має пробуксовування чи заклинювання муфти вільного ходу, розбирають, а всі деталі дефектують. Під час розбирання муфти із знятою пружиною затискують у патрон токарного верстата, а кожух розвальцьовують спеціальним різцем (це можна робити і в лещатах за допомогою спеціально загостреного зубила). Ізоляцію щіткотримачів накривки, обмотки якоря та інших деталей контролюють за методикою, аналогічною для генераторів.

Забоїни та задирки на посадкових місцях корпусу і накривок видаляють дрібним напилком. Гвинти кріплення полюсних осердь із зірваними порізами замінюють новими. Задирки на внутрішній поверхні полюсних осердь корпусу та порушення ізоляції щіткотримачів усувають так само, як і під час ремонту генераторів.

У стартерах обмотки котушок збудження та якоря виготовлено з мідного проводу з великим перерізом, тому ремонт їх полягає здебільшого у заміні ізоляції (пресшпан, кабельний папір, літероїд завтовшки 0,25 – 0,4 мм і бавовняна стрічка). У котушках збудження викидають пошкоджену ізоляцію, смужки ізоляції вставляють між витками, а зверху щільно обмотують бавовняною стрічкою. Вивідні кінці котушок з'єднують між собою і спаюють припоєм марки ПОС 40 із каніфоллю. Відремонтовані котушки просочують ізоляційним лаком і просушують у сушильній шафі. У готові та перевірені котушки вставляють полюсні осердя і закріплюють у корпусі полюсними гвинтами за допомогою пресвикрутки. Пошкоджену ізоляцію обмотки якоря стартера замінюють. Перед тим як зняти проводи секції обмотки, їхні кінці відпаюють від колектора. Цю операцію краще проводити в розплавленому припої у тиглі. Відпаяні кінці секцій за допомогою вибивачки вибивають із пластин колектора та знімають верхній шар проводів обмотки. Перед тим як знімати нижній шар проводів, слід перевірити відпайки кінців обмотки від пластин колектора. Виймаючи проводи обмотки з пазів якоря, потрібно зберегти форму згину секцій. Коли обмотку деформовано, то її виправляють на плиті дерев'яним чи мідним молотком, перевіряючи форму вигину секцій за шаблоном.

Стару ізоляцію з пазів виймають повністю, а потім їх зачищають і обдувають стисненим повітрям. Замість пошкодженої торцевої ізоляції на клеї або на ізоляційному лаку ставлять нову. Перед тим як укласти проводи у пази, кладуть ізоляцію за допомогою спеціального пристрою, надаючи їй форми паза. В ізольований паз кладуть провід із таким розрахунком, щоб початок секції розташовувався в прорізі відповідної пластини колектора з урахуванням кроку на пазах. Між верхнім та нижнім провідниками в пазу кладуть ізоляцію з електроізоляційного картону, а в якорях стартерів підвищеної потужності – бавовняний шнур діаметром 3 мм. Закладаючи проводи обмотки у пази, користуються молотком, текстолітовою оправкою і тупим зубилом. Заклавши нижні кінці секцій у прорізи пластин колектора, на провідники накладають коміречь із цупкого паперу, потім у прорізи пластин колектора запресовують верхні кінці секцій. Аби запобігти викиданню обмотки якоря з пазів під час роботи стартера, потрібно зачеканити краї зубців осердя з обох боків паза за допомогою спеціально загостреного зубила та молотка.

В якорях стартерів підвищеної потужності (СТ-103, СТ-142 тощо.) викиданню проводів обмотки запобігають, ставлячи бандажі, складені із паперових прокладок, дужок і луженого дроту. Бандажний дріт закладають на токарному верстаті, після чого витки дроту скріплюють дужками та пропаюють припоєм ПОС 90. Заклавши секції, кінці проводів обмотки припаюють до пластин колектора в розплавленому припої у тиглі. Перевіряють ізоляцію обмотки, просочують і просушують як ір так само, як і під час ремонтування якоря генератора.

Перемотаний якір ставлять в центрах токарного верстата і обточують колектор підрізним різцем з твердого сплаву ВК3 чи ВК8 із наступним шліфуванням скляною шкуркою. Припустиме зменшення діаметра колектора не має перевищувати розмір, зазначений у технічних умовах. Після обточування ізоляцію між пластинами колектора в якорях стартерів не поглиблюють. Якщо пластини колектора мають замикання на корпус або якщо їх кріплення на втулці послабилося, то його замінюють новим. Знімають старий і напресовують на вал якоря новий колектор за допомогою преса та напівкруглих підкладок для передавання зусилля до втулки колектора.

Погнуті сталеві накривки стартерів виправляють на плиті молотком. Тріщини та відколи чавунних та алюмінієвих накривок усувають електродуговим або газовим зварюванням.

Спрацьовані втулки вальниць замінюють новими. Дефектні втулки видаляють за допомогою преса чи інерційного знімача. Нові втулки перед запресовуванням висушують за температури 80 – 120 °С протягом 1 год, після чого витримують в авіаційній оливі МС-14 протягом 2 год за температури 180 – 190 °С. Після запресовування втулку розвертають під номінальний чи ремонтний розмір шийки вала якоря. Вийнявши втулку бронзової вальниці, у стартері дизельного двигуна потрібно вийняти оливопровідний фільтр, промити його в бензині й знову просочити маслом. Перед запресовуванням нової вальниці фільтр ставлять на своє місце. Дефектні шийки вала якоря під накривки ремонтують шліфуванням у центрах під ремонтний розмір.

Ремонт втулки з муфтою вільного ходу урухомника стартера полягає здебільшого у заміні спрацьованих деталей (роликів, штовхачів роликів, пружин тощо.) і зачищенні забоїн та задирок на зубцях шестірні.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначена і з яких вузлів складається система електричного пуску двигуна?
2. За якими ознаками класифікують систему електричного пуску двигуна?
3. Поясніть будову та принцип роботи електричних стартерів.
4. З яких деталей складаються тягові реле електричних стартерів та як вони працюють?
5. Поясніть будову та принцип дії механізму введення урухомлювальної шестірні електричного стартера із маховиком колінчастого вала двигуна. Які є види цих урухомлювальних механізмів?
6. Як випробовують стартери за допомогою контрольно-випробувальних стендів? Назвіть основні несправності стартерів та методи їх усунення.

[Попередня тема](#)

[На початок](#)