

PODZIAŁ I BUDOWA ROZRUSZNIKÓW

1. Materiał nauczania

A. Do uruchomienia silnika spalinowego wymagany jest napęd zewnętrzny. Muszą zostać pokonane opory silnika wynikające ze sprężania mieszanki paliwowo-powietrznej, tarcia tłoków, tarcia łożysk korbowych i wału korbowego, lepkości oleju, bezwładności wszystkich napędzanych mas wirujących oraz opory podzespołów osprzętu silnika, m.in. alternatora, pompy płynu chłodzącego, pompy wspomagania itp. Napęd powinien zapewnić odpowiednio duży moment obrotowy i minimalną prędkość obrotową silnika (40–70 obr/min dla silników z zapłonem iskrowym i 100–200 obr/min dla silników z zapłonem samoczynnym), przy której nastąpi zapłon mieszanki. Rolę tę spełnia układ rozruchu, który jest sprzęgnięty w odpowiednim momencie z silnikiem spalinowym przez koło zamachowe.

B. Podstawowe elementy układu rozruchu to:

- akumulator,
- rozrusznik,
- włącznik zapłonu (włącznik rozrusznika i zapłonu),
- przewody łączące.

C. Podziału rozruszników można dokonać ze względu na:

- napięcie znamionowe (12/24 V),
- moc znamionową,
- średnicę zewnętrzną,
- liczbę zębów zębniaka,
- moduł zębniaka,
- kierunek wirowania.







D. W zależności od sposobu magnesowania rozruszniki dzielimy na:

- rozruszniki z silnikiem szeregowym,
- rozruszniki z silnikiem szeregowo – bocznikowym,
- rozruszniki z silnikiem o wzbudzeniu od magnesów stałych

E. W zależności od rozwiązania przeniesienia napędu z wirnika na wieniec koła zamachowego, rozruszniki dzielimy na:

- rozruszniki z przekładnią planetarną,
- rozruszniki z reduktorem,
- rozruszniki z przesuwным wirnikiem.

Tabela 1. Podział rozruszników ze względu na moc i zastosowanie

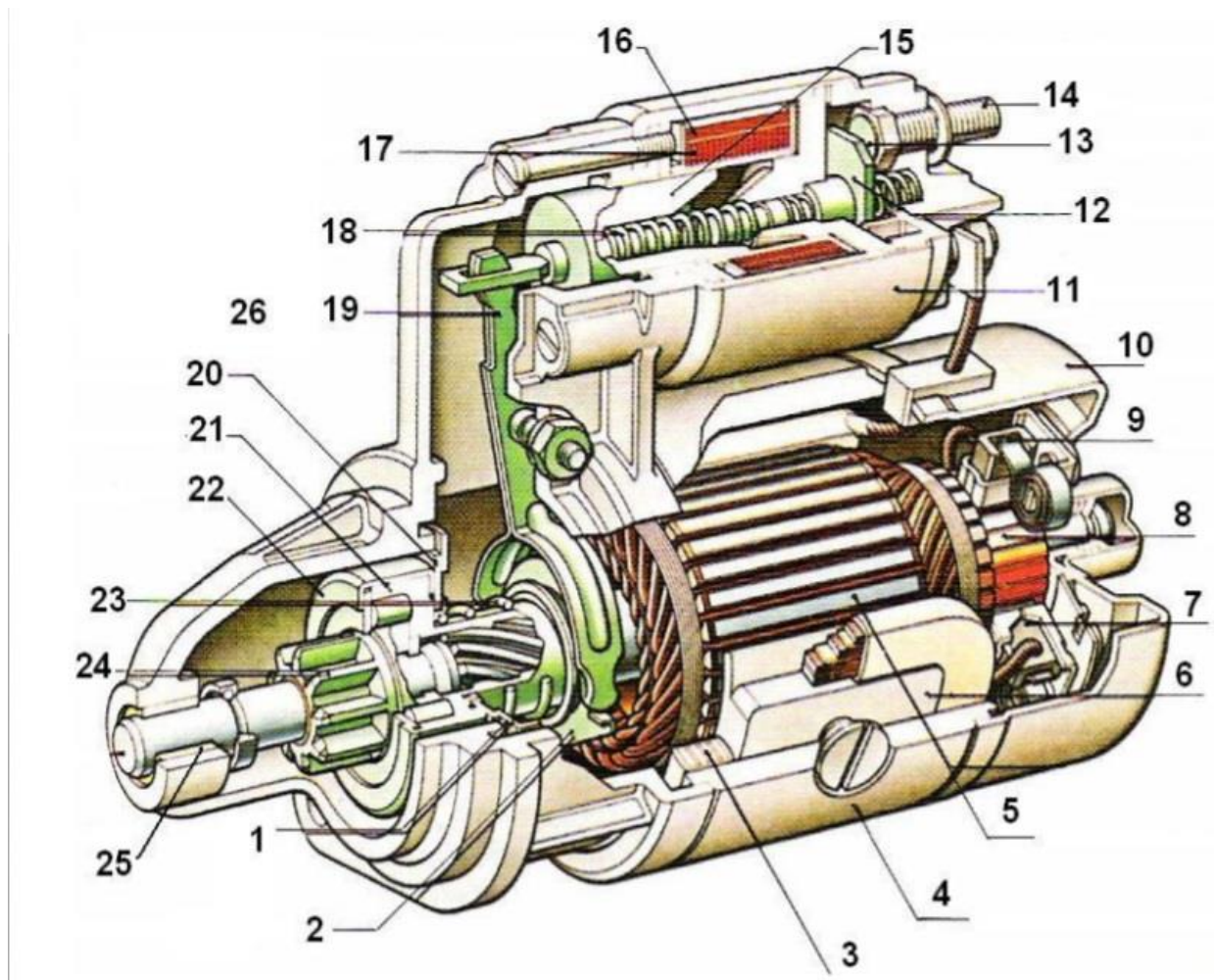
Lp.	Typ rozrusznika	Moc	Napięcie zasilania	Rodzaj połączenia uzwojeń	Zastosowanie rozrusznika
1.	 <p>Rozrusznik sprzęgany mechanicznie z zębniakiem przesuwalnym</p>	0,1-0,7 kW	12 V	szeregowy lub ze stałymi magnesami,	motocykle
2.	 <p>Rozrusznik sprzęgany elektromagnetycznie z zębniakiem przesuwalno – obrotowym (występują z przekładnią planetarną)</p>	0,3-4,8 kW	12/24	szeregowy lub ze stałymi magnesami	samochody osobowe, busy
3.	 <p>Rozrusznik sprzęgany elektromagnetycznie z przesuwalnym wirnikiem</p>	1,8-4,5 kW	12/24 V	szeregowy	ciężarówki, busy, ciągniki,
4.	 <p>Rozrusznik sprzęgany elektromagnetycznie z zębniakiem przesuwalno – obrotowym</p>	5,5-7,5 kW	12/24 V	szeregowy	ciężarówki, busy, ciągniki
5.	 <p>Rozrusznik sprzęgany bezwładnościowo</p>	4-21 kW	12/24 V, nawet do 110 V	szeregowo-bocznikowy	ciężarówki, busy, ciągniki, elektrowozy, okręty
6.	 <p>Rozrusznik sprzęgany elektromagnetycznie z reduktorem</p>	4-21 kW	12/24 V, nawet do 110 V	szeregowo-bocznikowy	ciężarówki, busy, ciągniki, elektrowozy, okręty

W tabeli oznaczono literą:

E – zespół sprzęgający

M – silnik prądu stałego,

R – włącznik elektromagnetyczny.



Rys. 1. Przekrój rozrusznika sprzęganego elektromagnetycznie z zębniem przesuwno-obrotowym

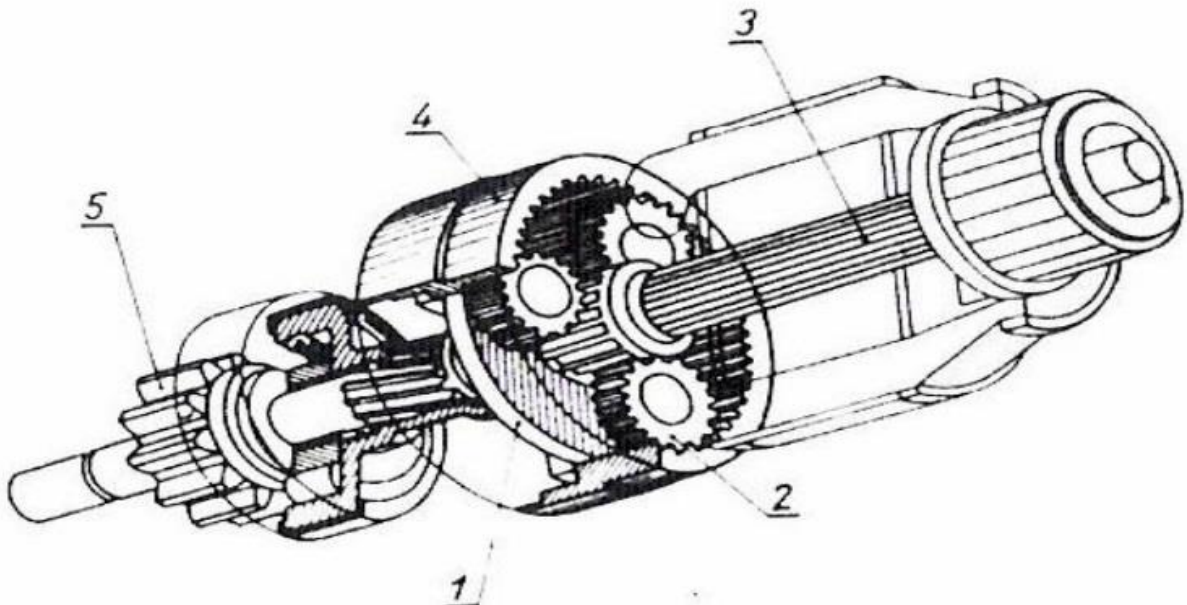
Przedstawiony na rys. 1 rozrusznik składa się z następujących elementów:

1. zębniak,
2. pierścień prowadzący,
3. uzwojenie wzbudzenia,
4. stojan (obudowa),
5. wirnik,
6. nabiegunnik,
7. szczotka,
8. komutator wirnika,
9. szczotkotrzymacz,
10. tarcza tylna,
11. włącznik elektromagnetyczny,
12. ruchoma zwora prądowa,
13. główny styk prądowy,
14. śruba zacisku akumulatora,
15. rdzeń przesuwny,
16. uzwojenia podtrzymujące,

17. uzwojenia wciągające,
18. sprężyna powrotna,
19. dźwignia włącznika,
20. hamulec zębniaka,
21. rolka sprzęgła,
22. obudowa sprzęgła jednokierunkowego,
23. sprężyna zębniaka,
24. koło zębate,
25. tuleja samosmarująca.

Rozrusznik składa się z korpusu stojana, który jest wykonany ze stali o dużej przenikalności magnetycznej w kształcie walca, do którego od wewnątrz przymocowane są bieguny z nabiegunnikami (rdzenie magnetyczne) o półkulistej krzywiznie. Na nabiegunnikach nałożone są uzwojenia wzbudzenia wykonane z miedzianego drutu lub płaskownika o odpowiednim przekroju. W nowych typach rozruszników, z tzw. przekładnią planetarną, do wytworzenia pola magnetycznego stosuje się wycinki magnesów ferrytowych, które są przyklejone do korpusu od wewnątrz. Rozrusznik taki posiada dużo mniejszy wirnik, który przekazuje moment obrotowy na przekładnię planetarną a następnie poprzez zębniak na zębatkę koła zamachowego. Zaletą tych rozruszników jest dużo mniejszy pobór prądu podczas rozruchu, mniejsze gabaryty i ciężar, lepsza funkcjonalność i mniejsza awaryjność w porównaniu z rozrusznikami tradycyjnymi. Na wałku twornika wyfrezowany jest wielowypust śrubowy, po którym przesuwany jest zębniak (bendix). Komutator, który umieszczony jest na końcu wirnika, wykonany jest z izolowanych od siebie wycinków miedzianego pierścienia i służy do zmiany kierunku prądu płynącego w uzwojeniach twornika. Mechanizm zazębiania z wewnątrz wyfrezowanym wielowypustem składającym się z zębniaka, sprzęgła jednokierunkowego, pierścienia przewodniczącego i sprężyny śrubowej, połączony jest dźwignią włączającą z rdzeniem wyłącznika elektromagnetycznego (automat). Szczotkotrzymacze ze szczotkami miedziano - grafitowymi, dociskanymi za pomocą sprężyn do komutatora, umieszczone są przy tarczy tylnej, połączone mechanicznie poprzez dwie śruby (jest to główne połączenie szczotek minusowych z obudową - częsta przyczyna awarii rozrusznika). Stosuje się rozruszniki z jedną, dwiema parami szczotek oraz dwoma, trzema i wieloma szczotkami. Wirnik rozrusznika tradycyjnego podparty jest na trzech łożyskach ślizgowych z przodu, z tyłu i po środku. Łożyska zewnętrzne są umieszczone w tarczy tylnej i głowicy stojana. Spotyka się również rozwiązania, gdzie łożysko przednie jest umiejscowione w obudowie sprzęgła silnika, wówczas cały przód rozrusznika jest odsłonięty. Zastosowanie tego typu rozrusznika jest popularne w silnikach VW. Pasowanie wałka wirnika z łożyskami ślizgowymi wpływa w dużym stopniu na poprawną pracę rozrusznika. Rozrusznik z przekładnią planetarną posiada specjalny mechanizm redukcji prędkości zmniejszający prędkość wirnika.

Redukcję prędkości wirnika silnika elektrycznego wykonują trzy satelity i koło wieńcowe o uzębieniu wewnętrznym. Satelity obracają się w przeciwnym kierunku niż wirnik rozrusznika, usiłując napędzić koło wieńcowe. Koło wieńcowe jest unieruchomione, wobec czego satelity muszą toczyć się po kole centralnym, umieszczonym na wirniku. Za pośrednictwem kosza satelity obracają wałkiem wyjściowym przekładni. W sytuacji, gdy dojdzie do zwiększenia oporów i na rozruszniku pojawi się duży moment obrotowy, koło wieńcowe obróci się, powodując wytracenie nadwyżki momentu. Tym samym zabezpieczony jest wirnik rozrusznika oraz części z nim współpracujące. Wewnątrz koła wieńcowego umieszczone jest sprzęgło, składające się ze sprężyny talerzowej i tarczy sprzęgłowej. Nadmiar momentu wchłania opisany powyżej układ, wykorzystując zjawisko tarcia.



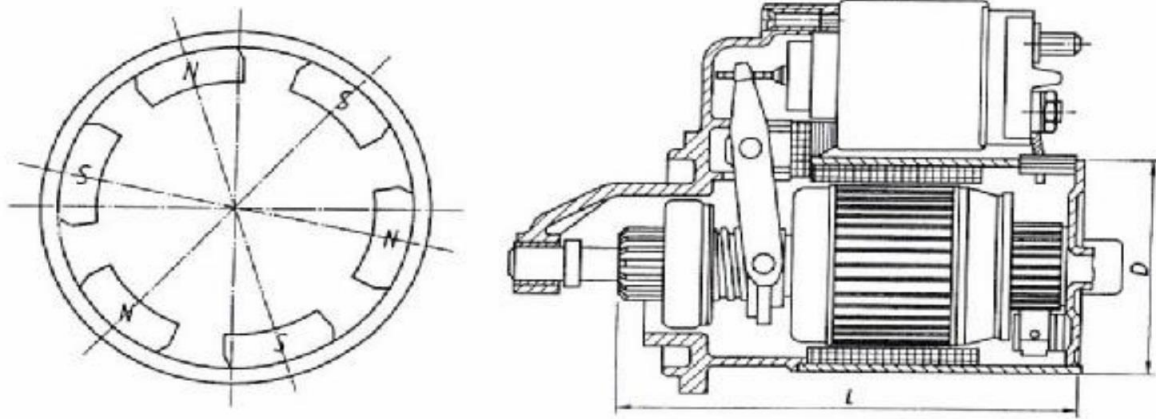
Rys. 2. Mechanizm redukcji prędkości obrotowej w rozruszniku z przekładnią planetarną

- 1 – wałek wyjściowy i kosz satelitów,
- 2 – satelita,
- 3 – wałek twornika,
- 4 – koło wieńcowe,
- 5 – zębnik

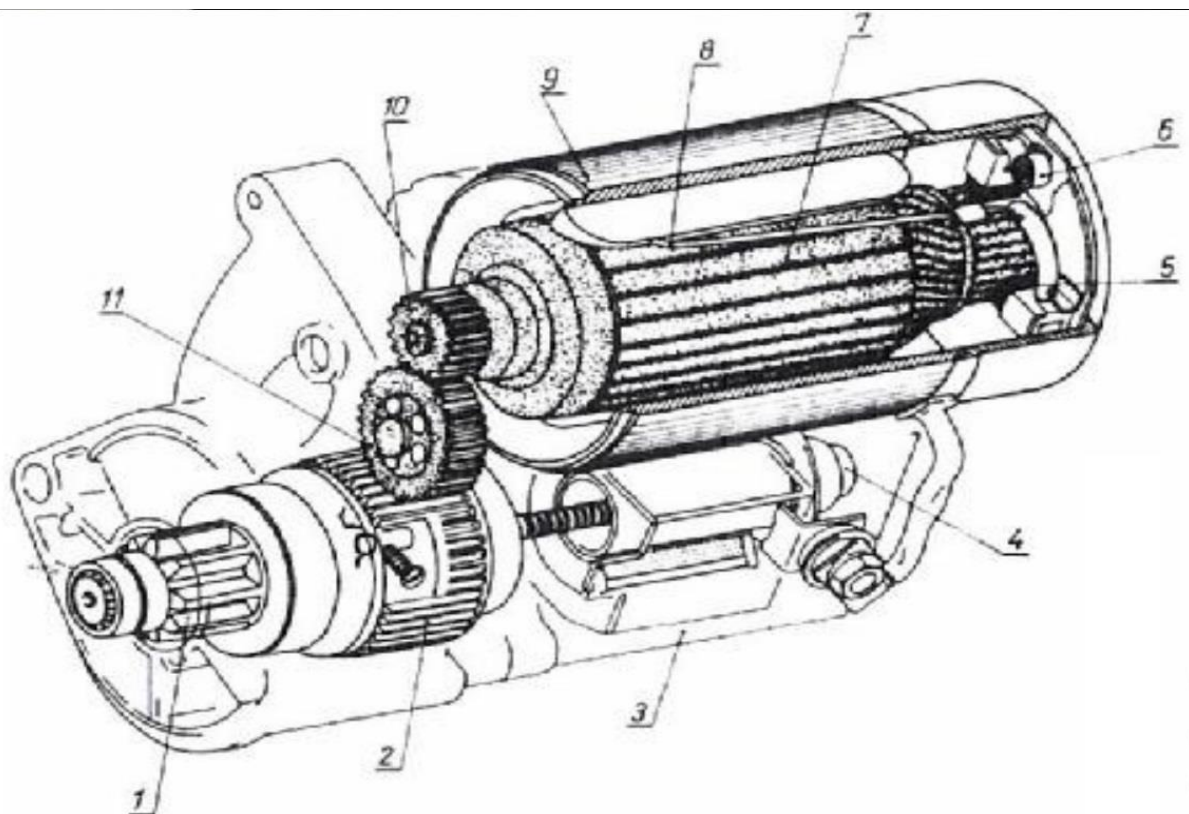
Rozruszniki ze wzbudzeniem magnesami trwałymi są produkowane od kilku lat. Zastosowanie magnesów trwałych pozwoliło znacznie zmniejszyć średnice podzespołów oraz masę całego rozrusznika. Poniżej przedstawiono rozrusznik firmy Bosch ze wzbudzeniem od magnesów trwałych.

Rys. 3. Poniżej. Rozrusznik ze wzbudzeniem od magnesów trwałych:

- a) z lewej – rozmieszczenie magnesów w stojanie,
- b) z prawej – przekrój rozrusznika



W rozruszniku z reduktorem znajdziemy wszystkie elementy tradycyjnego rozrusznika. Dodatkowo zostało zamontowane pośrednie koło zębate, umieszczone pomiędzy kołem zębatym napędowym silnika a kołem zębatym sprzęgłowym. Koło to redukuje prędkość silnika elektrycznego i przenosi napęd na zębniak. W rozrusznikach tego typu wyłącznik elektromagnetyczny umieszczony jest na tej samej osi, co zębniak. Rozruszniki z reduktorem wytwarzają większy moment obrotowy niż odpowiednie rozruszniki konwencjonalne.



Rys. 4. Rozrusznik z reduktorem Widoczne na rysunku elementy to:

1. zębniak,
2. sprzęgło jednokierunkowe,
3. wyłącznik elektromagnetyczny,

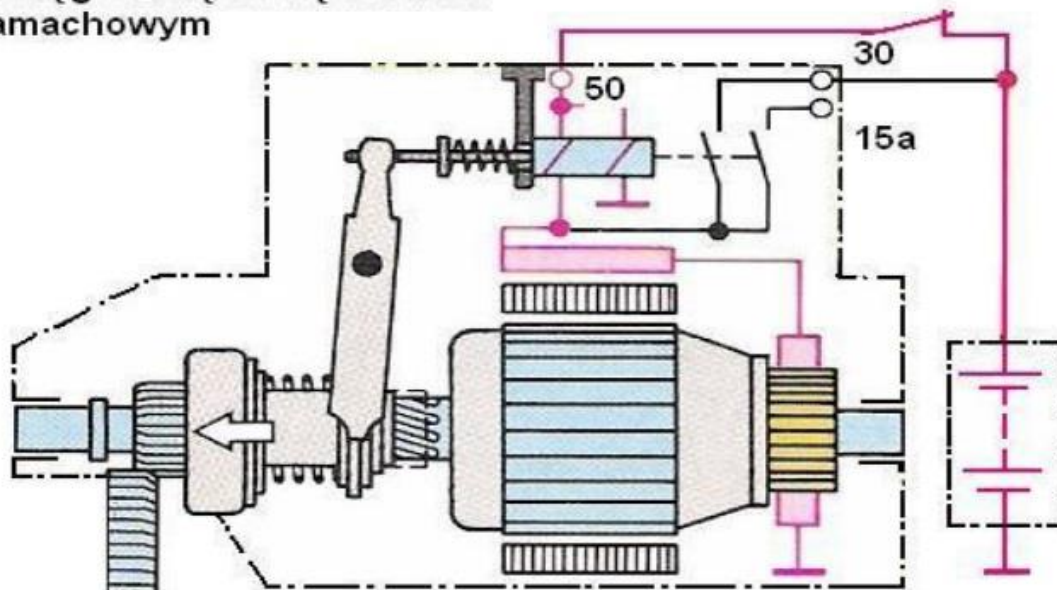
4. rdzeń wyłącznika,
5. szczotka,
6. sprężyna szczotki,
7. twornik (wirnik silnika),
8. uzwojenia wzbudzenia,
9. stojan,
10. koło zębate napędowe,
11. koło zębate pośrednie.

W rozruszniku można wyróżnić dwa obwody: obwód główny – wysokoprądowy oraz obwód sterujący. Obwód główny to bezpośrednie połączenie, za pomocą przewodów o średnicy co najmniej 10 mm², z akumulatorem. Dodatni przewód połączony jest do (+) dodatniego bieguna akumulatora i do zacisku głównego automatu rozrusznika. Przewód ujemny to masa rozrusznika połączona z masą pojazdu i biegunem ujemnym (-) akumulatora. Podczas rozruchu w obwodzie głównym płyną prądy rzędu setek amperów, stąd duża średnica przewodów zasilających. Obwód sterujący to zasilanie cewki wyłącznika elektromagnetycznego (automatu), poprzez zestyk umieszczony w stacyjce (włączniku zapłonu) pojazdu. Często stosuje się odciążenie tego styku, wprowadzając w obwód przekaźnik. Wówczas zestyk w stacyjce steruje cewką przekaźnika (bardzo mały prąd rzędu miliamperów), cewka przyciąga styki główne przekaźnika, które sterują cewką (uzwojeniami wciągającymi i podtrzymującymi) automatu, zestyk automatu łączy obwód główny rozrusznika. Całą pracę obwodu sterującego przejmuje zestyk główny przekaźnika (prądy około 30 amperów). Po zamknięciu obwodu sterującego (stacyjka, przekaźnik), prąd z akumulatora płynie do uzwojenia wyłącznika elektromagnetycznego. Pole magnetyczne wciąga rdzeń i połączona z rdzeniem dźwignia przesuwając ruchem śrubowym zębniak w kierunku wieńca koła zamachowego. Po zazębieniu zębniaka z wieńcem, zwora popychana przez rdzeń wyłącznika, załączy obwód główny. Wówczas rozrusznik rozwija pełny moment obrotowy. Prąd elektryczny zaczyna przepływać z akumulatora przez zwarte styki wyłącznika elektromagnetycznego na silnik rozrusznika. Wewnątrz silnika, zależności od typu rozrusznika, prąd równolegle zasila wirnik i uzwojenia wzbudzenia stojana (silnik szeregowo – bocznikowy) lub przepływa przez uzwojenia stojana, a następnie przez uzwojenia wirnika (silnik szeregowy) lub zasila tylko uzwojenia umieszczone na wirniku rozrusznika (silnik z magnesami trwałymi). Na skutek przepływu prądu w uzwojeniach stojana (nazywanego również magneśnicą) wytwarza się pole magnetyczne, które próbuje wypchnąć przewody z przepływającym prądem w uzwojeniach wirnika. Następuje ruch, czyli obrót wirnika wewnątrz stojana i silnik rozrusznika zaczyna pracować, obracając przez sprzęgnięty zębniak z wieńcem koła zamachowego wał korbowy

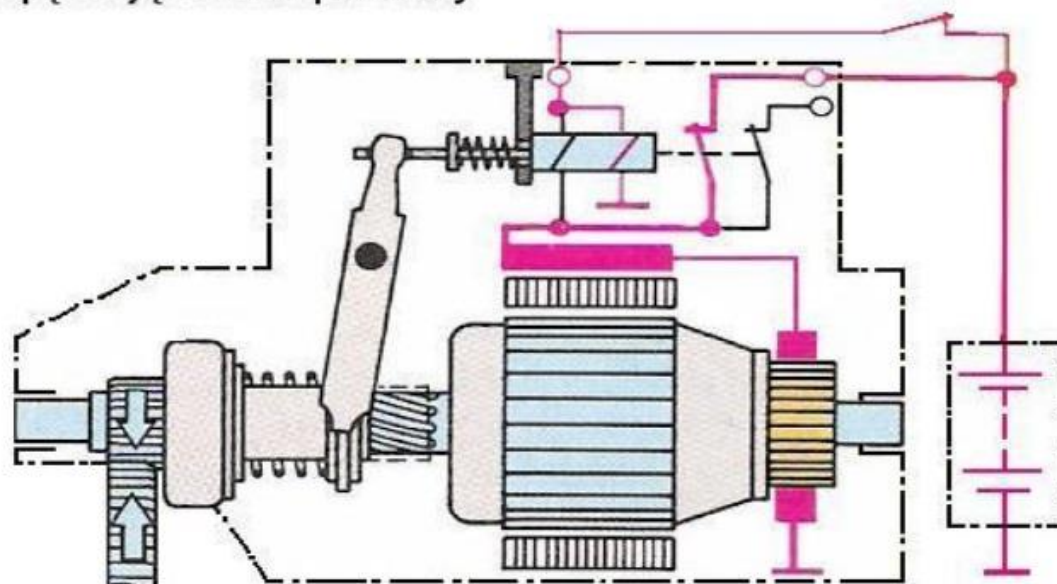
silnika spalinowego. Samo połączenie zębniaka rozrusznika z zębniakiem koła zamachowego odbywa się w ten sposób, że zęby zębatek trafiają na siebie, wówczas dźwignia ściska sprężyny powodując dociskanie zębniaka do koła zamachowego, aż zwora wyłącznika zewrze styki obwodu głównego. Nastąpi wtedy gwałtowny obrót, skręcenie wałka z zębniakiem i natychmiastowe zazębienie. Zębniak rozrusznika i koła zamachowego dla poprawy zazębienia mają przeszlifowane pod odpowiednim kątem czoła, co umożliwia zmniejszenie styku czołowego zębatek i szybsze zazębienie.

W chwili, gdy silnik spalinowy osiągnie prędkość obrotową większą niż napędzający go rozrusznik, zaczyna działać umieszczone w zębniku sprzęgło jednokierunkowe, zabezpieczając w ten sposób silnik rozrusznika. Dodatkowym zabezpieczeniem jest wielowypust śrubowy, po którym pod wpływem siły odśrodkowej odjedzie zębniak od koła zamachowego silnika. Po uruchomieniu silnika kierowca, przez zwolnienie nacisku na włącznik rozruchu, wyłącza zasilanie na uzwojeniach wciągających, prąd przestaje płynąć przez uzwojenia wciągające i podtrzymujące włącznika elektromagnetycznego, rozwarte zostają styki włącznika i prąd przestaje płynąć na uzwojenia stojana i wirnika. Sprężyna umieszczona we włączniku elektromagnetycznym powoduje powrót zespołu sprzęgającego do pozycji wyjściowej. Rozrusznik zostaje unieruchomiony. Rozrusznik pojazdu samochodowego zasilany jest z akumulatora, co powoduje, że napięcie zasilania rozrusznika nie jest stałe i maleje wraz ze wzrostem obciążenia. Wykonuje on pracę dorywczą, moc silnika nie jest więc ograniczona podwyższoną temperaturą uzwojeń, a także może pracować w warunkach od pełnego zatrzymania aż do biegu jałowego, tzn. bez obciążenia.

a) sprzęgło zazębia się z kołem zamachowym



b) obraca się wirnik rozrusznika napędzając silnik spalinowy



Rys. 5. Obwody elektryczne w rozruszniku a) i b)

Najczęstsze awarie rozruszników

Wykonuje on funkcje, które pozwalają sprawnie i szybko uruchomić auto. Niewielki silnik elektryczny pełni bardzo ważne zadanie w całym procesie jazdy – czasami może dochodzić do jego zużycia lub uszkodzeń. Pomimo prostej budowy i wysokiej wytrzymałości, rozruszniki mogą ulegać awariom, tak jak inne części układu.

Trzeba jednak pamiętać, że rozrusznik działa pod wielkim obciążeniem. Szybkie napędzanie samochodu w krótkim czasie, które odbywa się wielokrotnie, może powodować problemy. Najczęstszą awarią, jaka dotyczy rozrusznika, jest brak reakcji podczas przekręcania kluczyka. Problem ten może leżeć nie w

rozruszniku, ale w układzie, który nim steruje. Przyczyną takiej awarii może być brak połączenia elektrycznego. Często, może być zerwane połączenie z masą. Takie problemy występują jednak w starszych modelach samochodów.

Przewód masowy często ulega korozji, przez co się zrywa. W takich przypadkach, musimy sprawdzać połączenia.

Niekiedy brak połączenia może być związany z awarią elektromagnetycznego włącznika. Jeśli po przekręceniu kluczyka, kontrolki nie świecą się lub migają, może to oznaczać, że problem tkwi w rozładowanym akumulatorze.

Objawy, jakie towarzyszą rozładowanemu akumulatorowi, to seria stuknięć zamiast obrotów. Jest to spowodowane bardzo niskim napięciem – włącznik elektromagnetyczny nie jest więc w stanie pracować.

Często, możemy spotkać się z problemem, którego objawami są pojedyncze stuknięcia. Wtedy, mamy do czynienia ze zużyciem układu. Pojedyncze stuknięcia pojawiają się również, gdy dochodzi do zużycia lub awarii szczotek. Dość znanym problemem, jest także brak pracy ze strony wałów korbowych. Gdy rozrusznik działa, a wały korbowe się nie kręcą, wówczas mamy awarię mechanizmu sprzęgającego. Równie częstymi typami awarii może być hałas przy pracy rozrusznika lub zbyt wolne działanie.