

Rozdzielnica średniego napięcia MILE - nowoczesny napęd magnetyczny wyłącznika. Zalety napędu magnetycznego w stosunku do tradycyjnych napędów zasobnikowo-sprężynowych

Firma Eltar-Energy Sp z o.o. oferuje rozdzielnice typu MILE, w których w wykonaniu standardowym został zaaplikowany wyłącznik z napędem magnetycznym produkowany przez firmę Tavrida Electric. Rozdzielnica została skonstruowana i przebadana z wykorzystaniem tego właśnie napędu. Artykuł jest kompleksowym porównaniem cech stosowanych w tej rozdzielnicy wyłączników średniego napięcia z napędami magnetycznymi w porównaniu do wyłączników z tradycyjnymi napędami zasobnikowo-sprężynowymi. W rozdzielnicy MILE można bez problemu zastosować inne napędy i wyłączniki, lecz konfiguracja z napędem magnetycznym daje unikalne zalety, niespotykane w innych rozdzielnicach dostępnych na rynku.

Wstęp

Konstrukcja napędu magnetycznego do wyłącznika SN ma co najmniej 20 lat. Prekursorem i liderem rynku jest firma Tavrida Electric. Produkuje ona ok 40 tys. szt. takich wyłączników rocznie. Jest to obecnie jeden z trzech największych producentów wyłączników SN na świecie, a w kategorii wyłączników z napędem magnetycznym zdecydowany lider. Firma posiada obecnie w eksploatacji ok. 500.000 szt. wyłączników SN z napędem magnetycznym. Prawie wszystkie firmy globalne produkujące wyłączniki SN posiadają w ofercie wyłączniki z takim napędem. W Ameryce Północnej i Australii w rozdzielnicach SN przewagę mają tego typu napędy. W Europie Wschodniej dominują napędy magnetyczne. W krajach EU - w Rumunii 70% sprzedawanych wyłączników ma napęd magnetyczny. W Polsce krajowi operatorzy zainstalowali już ponad 2500 szt. recluserów z napędem magnetycznym. Do-

świadczenia eksploatacyjne są bardzo pozytywne. Poza różnicami w napędzie oba typy wyłączników posiadają identyczne komory próżniowe służące przerywaniu i gaszeniu prądów roboczych i zwarciovych. Funkcjonalnie oba typy wyłączników nie różnią się pomiędzy sobą. Spełniają te same zadania.

Masy i gabaryty zewnętrzne

Wyłączniki z napędem magnetycznym są zdecydowanie lżejsze i mają mniejsze wymiary zewnętrzne w porównaniu do wyłączników z napędem zasobnikowo-sprężynowym o identycznych parametrach. Nie ma to wpływu bezpośrednio na ich eksploatację, lecz przemieszczanie lżejszego i mniejszego wyłącznika na wózku serwisowym w rozdzielni jest zdecydowanie łatwiejsze. Łatwiejszy jest też transport i wszelkie operacje wymagające podnoszenia, zdejmowania i ustawiania wyłącznika na wózku lub w wyznaczonym miejscu. Przykładowy wyłącznik z napędem magnetycznym

o parametrach 15kV, 1250A, 20kA posiada masę ok 50kg, a jego odpowiednik zasobnikowo-sprężynowy ok. 75kg. W rozdzielnicach dwuczłonowych wyłączniki zabudowane są na członach wysuwnych. Różnica wagi samego wyłącznika przenosi się na taką samą różnicę wagi członu wysuwnego.

Hałas i drgania

Wyłączniki o napędzie magnetycznym podczas operacji łączenia powodują hałas około 85dB. Ich odpowiedniki o napędzie zasobnikowo-sprężynowym ponad 100dB. W sytuacjach, gdy obsługa rozdzielni lub nastawni jest bezpośrednio narażona na jego oddziaływanie, cicha praca napędu wyłącznika jest niewątpliwie zaletą. Niskie drgania wyłącznika podczas operacji łączenia nie oddziałują negatywnie na konstrukcję mechaniczną pola rozdzielczego lub konstrukcję wsporczą w przypadku instalacji w rozwiązaniu retrofitowym.

Temperatura pracy

Temperatura pracy wyłącznika o napędzie magnetycznym -40°C do $+55^{\circ}\text{C}$, w porównaniu do zakresu -5°C do $+40^{\circ}\text{C}$ dla tradycyjnego, pozwala na stosowanie napędów magnetycznych w warunkach napowietrznych jako napędy recloserów. W rozwiązaniach wewnątrzowych nie stanowi to istotnej przewagi.

Awaryjność i trwałość mechaniczna: Układ napędowy wyłącznika magnetycznego oparty jest na ruchu rdzenia w cewce. Posiada on tylko kilka elementów ruchomych. Tak prosta konstrukcja determinuje, że są to wyłączniki o ekstremalnie niskiej awaryjności. Trwałość mechaniczna w wykonaniu standardowym wynosi 30.000 cykli, w wersji specjalnej 100.000 cykli.

Wyłącznik o napędzie tradycyjnym zasobnikowo-sprężynowym posiada skomplikowany mechaniczny układ napędowy, zawierający kilkadziesiąt elementów ruchomych. Powoduje to zauważalny stopień awaryjności wynikający z zawodności szybko poruszających się i przeciążonych elementów i układów mechanicznych. Trwałość mechaniczna w wersji standard wynosi 10.000 cykli, w wersji specjalnej 30.000 cykli (choć producenci nie ujawniają raportów badań).

Poza zastosowaniami specjalnymi z dużą częstotliwością łączeń (piece łukowe, baterie kondensatorów, maszyny kopalni odkrywkowych itp.) taka ekstremalna trwałość mechaniczna nie jest bezwzględnie wymagana. Idzie ona jednak w parze z wysoką niezawodnością napędu, a to z kolei jest kluczowe wymaganie stawiane wyłącznikom niezależnie od ilości łączeń, które wykona w trakcie całego okresu życia.

Czasy załączania i wyłączenia

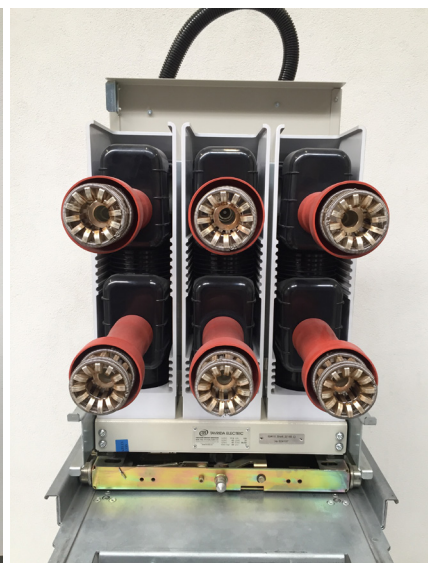
Wyłączniki o takiej konstrukcji napędu są także bezkonkurencyjne, jeśli porównamy czasy ich standardowych operacji załączania i wyłączenia. O ile podczas normalnej eksploatacji i operacji łączenia prądów roboczych nie ma to większego znaczenia, to w przypadku wyłączenia zwarcia łukowych jest już istotną zaletą. Energia wydzielona podczas zwarcia łukowego jest wprost proporcjonalna do czasu trwania takiego zwarcia. Szybsze wyłączenie zwarcia łukowego minimalizuje zniszczenia aparatów w przedziale i podnosi bezpieczeństwo personelu. Metodą obliczeniową w/g metodologii IEEE (patrz: artykuł „wyłączenie

w jednym okresie” strona www.eltar-energy.pl) oszacowano, że wyłączanie w czasie jednego okresu napięcia o częstotliwości sieciowej w czasie $t \leq 20$ ms powoduje wydzielanie tak niewielkiej porcji energii jednostkowej, że nawet dla prądów zwarcia 50kA podstawowa ochrona łukowa w postaci

łukochronnej konstrukcji pól rozdzielczych nie byłaby elementem niezbędnym. Pomimo tego nie należy jednak rezygnować z łukochronnej konstrukcji rozdzielnic. Bezpieczeństwo personelu obsługi i samych urządzeń jest elementem priorytetowym. Połączenie tych dwóch sposobów ochrony tj.



Fot nr 1: Rozdzielnica typu MILE z wyłącznikami z napędem magnetycznym. Porównania obu typów napędów dokonano biorąc pod uwagę różne cechy.



Fot nr 2: Człony wysuwne rozdzielnic MILE z napędem magnetycznym przygotowane do montażu w polach rozdzielczych. Widok od frontu i od tyłu.

szybkiego wyłączenia zwarcia łukowego i odpowiedniej łukochronnej konstrukcji pola zdecydowanie podnosi poziom bezpieczeństwa personelu i samej rozdzielnicy. Dodatkowym atutem szybkiego wyłączenia jest znacząco mniejsza degradacja powierzchni styku w komorze próżniowej. Rozdzielnica oferowana przez firmę Eltar Energy łączy te dwie metody ochrony przed działaniem łuku elektrycznego. W tabeli poniżej zestawiono typowe czasy dla wyłączników o różnej konstrukcji napędu:

Wyłącznik z napędem magnetycznym	Wyłącznik z napędem zasobnikowo-sprężynowym
Czas zamykania ≤ 20 ms	Czas zamykania 60÷80 ms
Czas własny otwierania ≤ 8 ms	Czas własny otwierania 33÷60 ms
Całkowity czas wyłączenia ≤ 18 ms	Całkowity czas wyłączenia 43÷75 ms

Na uwagę zasługuje również znamionowy cykl łączeniowy. Zdecydowanie krótszy znamionowy cykl łączeniowy wyłącznika o napędzie magnetycznym O – 0,1s – CO – 10s – CO, w porównaniu do wyłącznika o napędzie klasycznym O – 0,3s – CO – 15s – CO, umożliwia zrealizowanie alternatywnych układów automatyki zabezpieczeniowej.

Łatwość projektowania

Klasyczne napędy zasobnikowo-sprężynowe posiadają cewki wyzwalające o mocy chwilowej np.: DC 200W, AC 200 VA. Wymagają one do zainicjowania wyzwolenia dostarczenia w krótkim czasie odpowiedniej energii. Powoduje to niekiedy konieczność stosowania kosztownych szybkich przekaźników pośredniczących. Wydłużeniu ulegają czasy wyłączenia. Każda cewka wyzwalająca posiada ponadto przypisane napięcie znamionowe. Trwały zanik jednego z napięć pomocniczych powoduje unieruchomienie tego obwodu wyzwolenia. W standardowym napędzie zasobnikowo-sprężynowym oferuje się maksymalnie 2 cewki wyzwalające i jedną zamykającą.

Wyłącznik o napędzie magnetycznym posiada beznapięciowe wejścia wyzwalające „załącz” i „wyłącz” (nap wew. 30V, 5mA). Wyzwolenie może być zrealizowane dowolnym stykiem niskoprądowym dowolnego urządzenia. Nie ma żadnych ograniczeń w ilości urządzeń inicjujących, których styki mogą być łączone równolegle do wejścia wyzwalającego wyłącznika. Zanik

napięcia pomocniczego nie wpływa na działanie wyłącznika, gdyż moduł sterujący wyłącznika akceptuje dowolne napięcie zasilania, a wyzwolenie wymaga jedynie zamknięcia styku.

Niewrażliwość na zanik napięcia pomocniczego

W przypadku wyłącznika o napędzie zasobnikowo-sprężynowym zanik napięcia pomocniczego powoduje, że silnik zbrojenia napędu i cewki wyzwalające zasilane tym napięciem po-

zostają nieaktywne. W sprężynie napędu zgromadzona jest wciąż porcja energii niezbędna do wykonania pojedynczego cyklu O-C-O. Jednokrotne wykonanie tej operacji jest jednak możliwe jedynie z wykorzystaniem pozostałych aktywnych cewek wyzwalających. Nie można przełączyć zasilania silnika napędu i cewek wyzwalających na inne napięcie zasilania. Sprawność automatyki zabezpieczeniowej, w zależności od schematu zasilania napięciem pomocniczym zabezpieczeń i wyłącznika, pozostaje w pewnym stopniu naruszona.

W przypadku napędu magnetycznego moduł sterujący wyłącznika jest jedynym elementem wymagającym zasilania, lecz jego konstrukcja umożliwia bezproblemowe automatyczne przełączenie się na inne napięcie pomocnicze lub na napięcie gwarantowane. Moduł akceptuje zasilanie zarówno napięciem stałym jak i prądowym o dowolnej wartości.

Moduł CM16_1 może być zasilany napięciem 110-230V DC lub AC, a w innym wykonaniu napięciem w przedziale 24-60 DC lub AC. Unikać należy jedynie podania dwóch napięć zasilających jednocześnie. W przypadku całkowitego „blackoutu” wyłącznik można uruchomić, zasilając go z dodatkowej kilkunastowoltowej baterii lub używając dostarczonego generatora ręcznego.

Awaryjne wyłączenie

Oba typy wyłączników posiadają mechaniczny przycisk awaryjnego wyłączenia. W przypadku wyłącznika



Fot nr 3: Człon wysuwny rozdzielnicy MILE z napędem magnetycznym na wózku serwisowym.

o napędzie zasobnikowo-sprężynowym przycisk powoduje zwolnienie zapadki zamka, a w przypadku wyłącznika magnetycznego- mechaniczny obrót wału wyłącznika.

Samokontrola napędu, modułu sterującego i obwodów wyzwalań

Wyłącznik z napędem magnetycznym posiada mikroprocesorowy moduł sterujący, który w sposób ciągły, sygnałem wysokiej częstotliwości kontroluje sprawność cewek napędu i poprzez wewnętrzną autokontrolę monitoruje sprawność samego modułu sterującego. Jakakolwiek niesprawność w układzie jest natychmiastowo sygnalizowana i przekazywana do systemu nadrzędnego SCADA. Wyłącznik z napędem zasobnikowo-sprężynowym do kontroli obwodów wyzwalań wymaga dodatkowo zaprojektowania takiego układu. Sprawność samego napędu, sprężyn, zapadek i wyzwalaczy nie jest w żaden sposób monitorowana. Niesprawność napędu wyłącznika ujawni się dopiero przy próbie jego wyzwolenia.

Praca autonomiczna

Tylko wyłączniki z napędem magnetycznym posiadają możliwość pracy autonomicznej tj. bez zasilania napięciem



Fot nr 3: Moduł sterujący CM16 wyłącznika z napędem magnetycznym zastosowany w rozdzielnicy MILE .

pomocniczym. Energia niezbędna do działania wyłącznika pobierana jest wtedy z uzwojeń wtórnych przekładników prądowych.

Zachowanie się wyłącznika przy trwałym zaniku napięcia pomocniczego

W przypadku zaniku napięcia pomocniczego wyłącznik pozostaje w pozycji jak przed jego zanikiem.

Styki w pozycji zamkniętej utrzymywane są przez strumień magnetyczny wytwarzany przez pierścieniowy magnes trwały, w pozycji otwartej przez sprężynę.

W przypadku zaniku napięcia pomocniczego możliwe jest zawsze wyłączenie przyciskiem mechanicznym

W przypadku nieobecności napięcia pomocniczego wyłącznik można załączyć po naładowaniu kondensatora załączającego. Ładowanie kondensatora jest analogiczną czynnością do ręcznego napinania sprężyny napędu zasobnikowo-sprężynowego.

Wystarczy użyć znajdującego się w każdym polu generatora ręcznego. Ładowanie trwa ok 15-30 s.

Podsumowanie

Większość unikalnych cech napędów magnetycznych stanowi ich istotne przewagi. Można wyróżnić cztery główne obszary:

- Bezpieczeństwo personelu i samej instalacji jest z pewnością priory-

minimalizują ilość wydzielonej energii, a tym samym potencjalne zagrożenie szczególnie w sytuacji zwarć łukowych. Prosta i lekka konstrukcja rdzenia poruszającego się w cewce jest tu elementem podstawowym. Personel obsługi i aparaty elektryczne w przedziale są niezagrożone.

- Na szczególną uwagę zasługuje wynikająca z prostoty konstrukcji, a nieosiągalna dla klasycznych napędów trwałość i niezawodność. Gwarantuje to długą bezawaryjną i bezobsługową eksploatację.
- Kolejnym obszarem jest komunikacja z systemem nadrzędnym. Inteligentny moduł sterujący z procedurą autokontroli i kontroli modułu wyłączającego dostarcza unikalnych możliwości do wykorzystaniu w projektowaniu inteligentnych systemów. Sprawność całego pola i rozdzielnic jest na bieżąco monitorowana.
- Ostatnim obszarem jest niewrażliwość na zanik napięcia pomocniczego i łatwość projektowania. Dowolna wartość napięcia zasilania w przedziale 24-230V AC lub DC i możliwość swobodnego przełączania się pomiędzy różnymi napięciami pomocniczymi, beznapięciowe wejścia „załłącz” i „wyłącz”, brak przekładników pośredniczących, brak układów kontroli ciągłości cewek wyzwających z pewnością spotkają się z uznaniem wszystkich związanych z projektowaniem.



Fot nr 4: Przycisk awaryjnego mechanicznego wyłączenia rozdzielnic MILE oraz na członie wysuwным.

Pierwsze załączenie wyłącznika przy braku napięcia pomocniczego

tetem. Krótkie czasy operacji wyłączenia poniżej pojedynczego okresu napięcia o częstotliwości sieciowej

Opracowanie własne
Eltar Energy Sp z o.o.

Opracowano na podstawie dostępnych powszechnie katalogów wyłączników. Wykorzystano materiały Tavrída Electric.