

Zbigniew Damm
F.S.E. BESEL S.A., Brzeg

SILNIKI KLATKOWE PRZECIWWYBUCHOWE BUDOWY WZMOCNIONEJ ZGODNE Z WYMOGAMI DYREKTYWY ATEX

SQUIRREL – CAGE, EXPLOSION-PROOF, INCREASED SAFETY ELECTRIC MOTORS ACCORDING TO THE REQUIREMENTS OF THE ATEX DIRECTIVE

Abstract: Along with the accession of Poland to the European Union, regulations concerning apparatus for use in potentially explosive atmospheres have been changed. Basic requirements for that apparatus are regulated by the directive 94/9/EC known as the ATEX directive. The paper presents basic requirements of the ATEX directive. Moreover, experiences of F.S.E. BESEL S.A. in production of increased safety, explosion proof electric motors and a method of a protection selection are presented.

1. Wstęp

Z dniem wstąpienia Polski do Unii Europejskiej zmieniły się przepisy dotyczące urządzeń przeznaczonych do pracy w obszarach zagrożonych wybuchem. Dotychczas stosowane przepisy i regulacje zastąpiła dyrektywa 94/9/EC zwana dyrektywą ATEX.

Dyrektywa ATEX została przyjęta w Unii Europejskiej 23 marca 1994 roku ale weszła w życie z dniem 1 lipca 2003 roku. Tak więc producenci z krajów wspólnoty mieli 9 lat na dostosowanie swoich produktów do wymogów dyrektywy. Sytuacja Polski i pozostałych krajów, które wstąpiły do Unii Europejskiej 1 maja ubiegłego roku była zupełnie inna. Teoretycznie producenci z tych krajów mieli w przybliżeniu rok (w przypadku Polski niespełna 11 miesięcy jakie dzieliły referendum akcesyjne od dnia akcesji) na dostosowanie produktów do wymagań dyrektywy ATEX. W praktyce jednak wielu producentów dostosowywało swoje urządzenia do przepisów wspólnoty oraz certyfikowało swoje wyroby już po dacie kiedy dyrektywa ATEX zaczęła obowiązywać w Europie. Było to warunkiem utrzymania eksportu wyrobów przeciwwybuchowych do krajów Unii Europejskiej. W wielu przypadkach dostosowanie wyrobu do dyrektywy ATEX nie wymagało zmian konstrukcyjnych, jednak ich zgodność z wymaganiami dyrektywy mogła potwierdzić tylko notyfikowana jednostka co oznaczało konieczność certyfikacji. W momencie wejścia Polski do UE nie było w kraju jednostki notyfikowanej. Do chwili obecnej notyfikację uzyskało 5 polskich jednostek, jednak wybór jednej z nich do certyfikacji nie jest zupełnie dowolny ze względu na ograniczony zakres notyfikacji.

2. Zakres dyrektywy ATEX

Dyrektywa 94/9/EC definiuje jedynie podstawowe wymagania jakie musi spełniać wyrób przeznaczony do stosowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Szczegółowe wymagania podane są w normach z nią zharmonizowanych. Pozostałe wymagania, nie ujęte w dyrektywie, mogą być przedmiotem regulacji wewnętrznych danego kraju.

W zakres stosowania dyrektywy wchodzi urządzenie, systemy ochronne przeznaczone do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem oraz aparatura zabezpieczająca, sterująca i regulacyjna przeznaczona do użytku poza przestrzenią zagrożoną wybuchem, która przyczynia się bądź jest wymagana do bezpiecznego funkcjonowania urządzenia i/lub systemu ochronnego ze względu na ryzyko wybuchu. Dyrektywa formułuje także przestrzeń zagrożoną wybuchem jako przestrzeń, w której zależnie od warunków lokalnych może występować atmosfera wybuchowa. Atmosfera wybuchowa definiowana jest jako mieszanina:

- substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł lub pyłów,
- z powietrzem,
- w warunkach atmosferycznych,
- w której po zapaleniu spalanie rozprzestrzenia się na całą mieszaninę.

Urządzenia pracujące w atmosferze, w której nie występuje którykolwiek z powyższych elementów, nie są objęte zakresem dyrektywy.

3. Klasyfikacja grup urządzeń wg dyrektywy 94/9/EC

Wg dyrektywy 94/9/EC urządzenia przeznaczone do pracy w strefach zagrożonych wybuchem dzielą się na dwie zasadnicze grupy:

- **grupa I** – urządzenia przeznaczone do pracy w podziemnych częściach kopalń oraz ich instalacjach powierzchniowych, w których może wystąpić zagrożenie wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego. Urządzenia tej grupy dzielą się na dwie kategorie:
 - M1 – urządzenia tej grupy muszą funkcjonować poprawnie i zapewniać bardzo wysoki poziom zabezpieczenia nawet w przypadku rzadko występującej awarii. Urządzenie takie musi być wyposażone w środki zabezpieczające, takie że w przypadku awarii jednego z nich, przynajmniej drugi, niezależny środek zapewni wymagany poziom zabezpieczenia lub wymagany poziom zabezpieczenia będzie zapewniony pomimo wystąpienia dwóch niezależnych od siebie uszkodzeń.
 - M2 – środki zabezpieczające tych urządzeń powinny zapewniać wysoki poziom zabezpieczenia przeciwwybuchowego podczas normalnej pracy oraz w ciężkich warunkach eksploatacji, włączając nieostrożne obchodzenie się z nimi przez obsługę oraz zmienne warunki środowiskowe. W przypadku pojawienia się atmosfery wybuchowej przewiduje się wyłączenie tych urządzeń.
- **grupa II** – urządzenia przeznaczone do pracy w obszarach zagrożonych wybuchem gazów, par, mgieł lub pyłów, innych niż kopalnie. Urządzenia tej grupy dzielą się na trzy kategorie:

- Kategoria 1 – sprzęt tej kategorii jest przeznaczony do stosowania w strefach, w których atmosfera wybuchowa gazów par, mgieł lub pyłów występuje stale, często lub przez długie okresy. Środki zabezpieczające urządzenia tej kategorii powinny charakteryzować się takimi cechami jak środki dla kategorii M1.

- Kategoria 2 – sprzęt tej kategorii jest przeznaczony do stosowania w strefach, w których prawdopodobne jest pojawienie się atmosfer wybuchowych. Środki zabezpieczające powinny zapewnić wysoki poziom bezpieczeństwa nawet w przypadku częstych zakłóceń lub uszkodzeń, jakie zwykle bierze się pod uwagę.

- Kategoria 3 – sprzęt tej kategorii jest przeznaczony do stosowania w strefach, w których pojawienie się atmosfer wybuchowych jest prawdopodobne rzadko lub w ciągu krótkiego przedziału czasu. Urządzenia te powinny zapewniać wymagany poziom zabezpieczenia podczas normalnej pracy.

Dyrektywa 94/9/EC klasyfikuje tylko urządzenia natomiast konieczne jest również sklasyfikowanie zagrożenia. Ten podział zdefiniowany jest w dyrektywie 1999/92/EC „O minimalnych wymaganiach zwiększających bezpieczeństwo i ochronę zdrowia”, a opisuje go Tabela 1.

Widoczne są tu różnice pomiędzy dotychczasowym podziałem stref a nowym. Zmieniły się oznaczenia stref dla atmosfery wybuchowej powodowanej obecnością pyłów oraz dodano strefę Z22 nie uwzględnianą w poprzednich uregulowaniach.

Tabela 1.

Podział obszarów zagrożonych wybuchem

Oznaczenie strefy	Czynnik powodujący atmosferę wybuchową	Występowanie atmosfery wybuchowej	Stosowane urządzenia w wykonaniu EEx
Z0	Mieszanina zapalna gazów par lub mgieł	Stale, przez długi okres czasu lub często	Urządzenia kategorii 1
Z20	Mieszanina zapalna pyłów		
Z1	Mieszanina zapalna gazów par lub mgieł	Prawdopodobne, sporadycznie	Urządzenia kategorii 2
Z21	Mieszanina zapalna pyłów		
Z2	Mieszanina zapalna gazów par lub mgieł	Mało prawdopodobne, przez krótki okres czasu	Urządzenia kategorii 3
Z22	Mieszanina zapalna pyłów		

4. Procedury oceny zgodności

Ze względu na bardzo wysokie wymagania, które musi spełniać sprzęt w wykonaniu przeciwwybuchowym dyrektywa 94/9/EC formułuje procedury oceny zgodności zróżnicowane zależnie od grupy i kategorii urządzeń. Załączniki od I do IX dyrektywy przedstawiają poniższe procedury oceny zgodności:

- badanie typu (Załącznik III)
- zapewnienie jakości produkcji (Załącznik IV)
- weryfikacja wyrobu (załącznik V)
- zgodność z typem (załącznik VI)
- zapewnienie jakości wyrobu (załącznik VII)
- wewnętrzna kontrola produkcji (załącznik VIII)
- weryfikacja produkcji jednostkowej (załącznik IX)


Urządzenia grup I i II, kategorii M1 i 1 powinny być oceniane wg procedury badania typu w połączeniu z procedurą zapewnienia jakości lub weryfikacji wyrobu. Silniki spalinowe i urządzenia elektryczne grup I i II, kategorii M2 i 2 powinny być oceniane wg procedury badania typu w połączeniu z procedurą zgodności z typem lub procedurą zapewnienia jakości wyrobu. Pozostałe urządzenia tych grup i kategorii powinny być oceniane wg procedury wewnętrznej kontroli produkcji. Urządzenia grupy II kategorii 3 powinny być oceniane wg procedury wewnętrznej kontroli produkcji.

5. Oznaczanie wyrobów

Oznaczenie wyrobów w wykonaniu przeciwwybuchowym powinno wg dyrektywy ATEX zawierać:

- nazwę producenta i jego adres,
- znak CE,
- oznaczenie serii lub typu,
- numer serii, jeżeli występuje,
- rok produkcji,
- oznakowanie szczegółowe zabezpieczenia przeciwwybuchowego oraz symbol grupy urządzeń i kategorii,
- w przypadku urządzeń grupy II literę „G” (dotyczącą gazów, par lub mgieł) lub „D” (dotyczącą pyłów).

Ponadto, tam gdzie to niezbędne, urządzenia powinny być oznakowane wszystkimi informacjami istotnymi ze względu na bezpieczeństwo ich użytkowania. Poniżej przykład oznaczeń dla silników przeciwwybuchowych budowy wzmocnionej produkowanych przez F.S.E. BESEL S.A. w Brzegu

CE 0344  II 2 D/G
 ① ② ③ ④

EEx e II xxx°C (T3)
 ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

① symbol ochrony przeciwwybuchowej, a dalej:

Oznakowanie urządzeń zgodnie z Dyrektywą 94/9/EC:

② Grupa urządzenia: II - przemysł, inny niż kopalnie,

③ kategoria urządzenia: 2 - praca w strefie Z1,

④ praca w atmosferze pyłowej/gazowej,

Oznakowanie urządzeń zgodnie z Normami Europejskimi w zakresie budowy i badań urządzeń przeciwwybuchowych:

⑤ wykonane i sprawdzone zgodnie z Normami Europejskimi,

⑥ rodzaj zabezpieczenia („e” – budowa wzmocniona),

⑦ grupa wybuchowości,

⑧ maksymalna temperatura powierzchni obudowy (dla atmosfery pyłowej),

⑨ klasa temperaturowa.

6. Doświadczenia F.S.E. BESEL S.A. w produkcji silników przeciwwybuchowych

F.S.E. BESEL oferuje silniki przeznaczone do pracy w przestrzeni zagrożonej wybuchem. Są to silniki trójfazowe budowy wzmocnionej (wymagania wg normy [4]). Wejście w życie dyrektywy 94/9/EC narzuciło konieczność certyfikacji na zgodność z jej wymaganiami w celu utrzymania eksportu. W związku z faktem, że w kraju nie było jednostki notyfikowanej, do certyfikacji wybrano holenderską jednostkę KEMA (numer jednostki 0344). Spełnienie wymagań dyrektywy ATEX nie wiązało się w tym przypadku z koniecznością zmian konstrukcyjnych w silnikach. W momencie akcesji Polski do Unii Europejskiej, BESEL miał już za sobą rok doświadczeń w produkcji i certyfikacji silników zgodnych z wymaganiami dyrektywy ATEX. Dzięki temu można było zauważyć bardzo znaczący wzrost zapotrzebowania na silniki w wykonaniu przeciwwybuchowym zgodne z dyrektywą 94/9/EC, szczególnie w pierwszych miesiącach po akcesji.



Rysunek 1. Silnik przeciwwybuchowy budowy wzmocnionej produkcji F.S.E. BESEL S.A.

Silniki budowy wzmocnionej typu „2G” różnią się wykonaniem od silników standardowych:

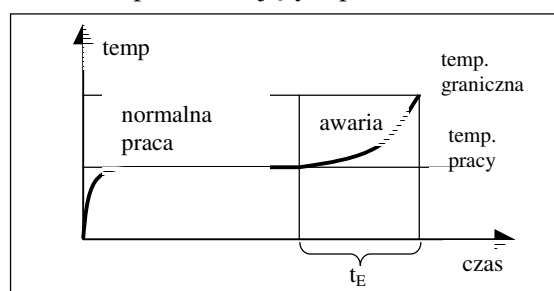
- stopień ochrony IP56 (wymagane IP54),
- specjalna konstrukcja skrzynki i tabliczki zaciskowej (tabliczka certyfikowana) oraz wyprowadzeń silnika zapewniająca bezpieczne odstępy izolacyjne,
- specjalnie dobrane dane nawojowe i obwód magnetyczny w celu osiągnięcia jak najmniejszych przyrostów temperatur uzwojeń,
- zewnętrzny zacisk ochronny,
- specjalne (certyfikowane) przepusty kablowe,
- specjalne (materiałowo) pierścienie uszczelniające,
- dla silników pracujących pionowo z wałem zwróconym ku dołowi zastosowano daszek ochronny dla osłony przewietrznika.

Dobra współpraca z jednostką notyfikowaną oraz powtarzające się zapytania klientów zaowocowały rozszerzeniem oferty silników budowy wzmocnionej na wykonanie pyłoszczelne – oznaczenie „D” (z ang. *dust*). W tym celu zmieniono konstrukcję skrzynki zaciskowej zapewniając pyłoszczelność - stopień ochrony IP65 (wymagane IP6X). Dodatkowym wymaganiem stawianym silnikom przeznaczonym do pracy w atmosferze wybuchowej powodowanej przez pyły jest zapewnienie odpowiedniej rezystancji powierzchniowej elementów wirujących (wg normy [2] $\leq 10^9 \Omega$). W tym przypadku konieczna była zmiana przewietrznika na aluminiowy. Dodatkowo silniki te muszą posiadać wbudowane zabezpieczenie uzwojeń układem termistorów PTC. Zakres napięciowy silników produkowanych przez BESEL to 110 do 690V.

7. Dobór zabezpieczeń

Jednym z najważniejszych parametrów charakteryzujących silniki budowy wzmocnionej jest czas

„ t_E ”. Jest to czas w którym uzwojenie silnika podczas przepływu prądu rozruchowego nagrzeje się od temperatury osiągalnej przy pracy znamionowej i przy maksymalnej temperaturze otoczenia, do temperatury granicznej. Temperatura graniczna jest to maksymalna dopuszczalna temperatura urządzeń równa niższej z dwóch temperatur określonych przez niebezpieczeństwo zapłonu mieszaniny wybuchowej lub przez stabilność cieplną zastosowanych materiałów. Zabezpieczenie przeciążeniowe silnika powinno gwarantować wyłączenie zablokowanego silnika w czasie nie przekraczającym parametru „ t_E ”.



Rysunek 2. Wyznaczanie czasu „ t_E ”

Silniki przeciwwybuchowe budowy wzmocnionej mogą (w przypadku typu „2D” muszą) być dodatkowo zabezpieczone przed przegrzaniem trzema termistorami (po jednym w każdej fazie) łączonymi szeregowo, których wyprowadzenia podłącza się do zewnętrznego układu zabezpieczającego lub do elektronicznego przekaźnika rezystancyjnego.

8. Literatura

- [1]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 94/9/EC. Wyd. Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2003.
- [2] ATEX - Wytyczne wdrażania dyrektywy Rady Europy 94/9/EC. Wyd. Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2003.
- [3]. PN-EN 50281-1-1 *Urządzenia elektryczne do stosowania w obecności pyłów palnych. Część 1-1: Urządzenia elektryczne chronione przez obudowę. Budowa i działanie.*
- [4]. PN-EN 50019 *Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – Budowa wzmocniona „e”.*
- [5]. Nowak S., Wołczyński W.: *Eksploatacja instalacji i urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.* Wyd. Biblioteka COSiW SEP, Warszawa 2003.
- [6] *Katalog silników EEx e Cantoni Group.*