

## Zabezpieczenie urządzeń oraz systemów transmisji wykorzystujących promieniowanie optyczne, przeznaczonych do pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

W ostatnich latach nastąpił szybki postęp w dziedzinie optoelektroniki i co za tym idzie ogromny rozwój zastosowań systemów optycznych. Urządzenia optyczne w postaci lamp, laserów, diod elektroluminescencyjnych LED, światłowodów, itp. są coraz szerzej stosowane w komunikacji, nadzorze, detekcji oraz różnego rodzaju pomiarach. Urządzenia takie często instalowane są bezpośrednio w przestrzeniach zagrożonych wybuchem lub w ich pobliżu, gdzie promieniowanie emitowane przez te urządzenia przechodzi przez strefę zagrożoną wybuchem. Promieniowanie to w zależności od swojego natężenia, czasu trwania, obecności lub braku dodatkowego absorbera mogłoby być w stanie spowodować zapłon otaczającej atmosfery wybuchowej.

Istnieją cztery możliwe mechanizmy zapłonu.

- Promieniowanie optyczne jest pochłaniane przez powierzchnie lub cząstki powodując ich nagrzanie, co w pewnych warunkach może doprowadzić do takiego wzrostu ich temperatury, który spowoduje zapłon otaczającej atmosfery wybuchowej.
- Termiczny zapłon objętości gazu w sytuacji, gdy optyczna długość fali pokrywa się z absorpcyjnym pasmem gazu.
- Zapłon fotochemiczny wskutek fotolizy cząsteczek tlenu spowodowanej promieniowaniem w nadfioletowym zakresie długości fal.
- Bezpośredni rozkład gazu wzbudzany laserowo w ognisku mocnej wiązki powodujący powstanie plazmy oraz fali uderzeniowej, działających ostatecznie jako źródło zapłonu. Procesy te mogą być wspomagane przez materiał stały w pobliżu miejsca rozkładu gazu.

Najczęstszy przypadek zapłonu występujący w praktyce przy najniższej mocy promieniowania związanej ze zdolnością zapłonu to przypadek a). w pewnych warunkach, w sytuacji promieniowania impulsowego, występuje również przypadek d).

Wymagania dla urządzeń wykorzystujących promieniowanie optyczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem zawarte są w normie PN-EN 60079-28.

Norma PN-EN 60079-28 opisuje wymagania oraz środki zapobiegawcze dotyczące promieniowania optycznego w zakresie długości fal od 380 nm do 10  $\mu$ m, które należy podjąć przy stosowaniu urządzeń przekazujących promieniowanie optyczne w gazowych atmosferach wybuchowych. Norma podaje również metodę badania, którą można stosować do sprawdzenia, czy badana wiązka nie jest w stanie spowodować zapłonu w wybranych warunkach badania, jeżeli nie można zagwarantować określonych optycznych wartości granicznych poprzez ich ocenę lub przez pomiar mocy wiązki.

Norma obejmuje następujące mechanizmy zapłonu:

- promieniowanie optyczne, które jest pochłaniane przez powierzchnie lub cząstki powodując ich nagrzanie, co w pewnych warunkach może doprowadzić do takiego wzrostu ich temperatury, który spowoduje zapłon otaczającej atmosfery wybuchowej;
- bezpośredni rozkład gazu wzbudzany laserowo w ognisku mocnej wiązki, powodujący powstanie plazmy oraz fali uderzeniowej, działających ostatecznie jako źródło zapłonu.

W celu zapobieżenia zapłonem powodowanym przez promieniowanie optyczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem mogą być stosowane trzy rodzaje zabezpieczenia:

- samoistnie bezpieczne promieniowanie optyczne, rodzaj zabezpieczenia „op is”.

Moc elektryczna doprowadzona do źródeł optycznych, takich jak diody laserowe lub diody elektroluminescencyjne musi być ograniczona ogranicznikami prądu i/lub napięcia do wartości, przy których moc optyczna nie przekroczy wartości bezpiecznych. Elementy ograniczające muszą być zgodne z normą PN-EN 60079-11.

b) zabezpieczone promieniowanie optyczne, rodzaj ochrony „op pr”.

Idea ta odnosi się do promieniowania zamkniętego wewnątrz światłowodu lub innego ograniczającego medium przesyłowego przy założeniu niewystępowania żadnej ucieczki promieniowania. W tym przypadku skuteczność elementu ograniczającego określa poziom bezpieczeństwa systemu.

c) system optyczny z blokadą, rodzaj ochrony „op sh”.

Ten rodzaj zabezpieczenia jest stosowany, gdy promieniowanie nie jest samoistnie bezpieczne, ale w przypadku, gdy zabezpieczenie przez osłonę ulega uszkodzeniu i promieniowanie wydostaje się na otwartą przestrzeń zostaje zablokowane w czasie odpowiednio krótszym od czasu opóźnienia zapłonu.

Najczęściej stosowanym rodzajem zabezpieczenia systemów optycznych jest samoistnie bezpieczne promieniowanie optyczne, rodzaj zabezpieczenia „op is”. Wymaga ono przeprowadzenia pomiaru mocy promieniowania o fali ciągłej oraz porównaniu ich z tabelicą 2 normy PN-EN 60079-28.

**Tablica 2 – Bezpieczne wielkości mocy optycznej i natężenia promieniowania dotyczące zagrożonych przestrzeni klasyfikowanych wg grup urządzeń i klas temperaturowych**

Grupa urządzenia	I	IIA	IIA	IIB	IIC	
Klasa temperaturowa		T3	T4	T4	T4	T6
Klasa temperaturowa (°C)	< 150	< 200	< 135	< 135	< 135	< 85
Moc (mW)	150	150	35	35	35	15
Natężenie promieniowania (mW/mm <sup>2</sup> ) (Powierzchnia nie przekraczająca 400 mm <sup>2</sup> )	20 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	5	5	5	5
<sup>a</sup> W przypadku powierzchni napromieniowania większych od 30 mm <sup>2</sup> , gdy materiały palne mogą przecinać wiązkę, ma zastosowanie graniczna wartość natężenia promieniowania wynosząca 5 mW/mm <sup>2</sup> .						

W przypadku impulsowego promieniowania optycznego bierze się pod uwagę następujące kryteria:

- impuls krótszy od 1 ms - energia optyczna tego impulsu nie powinna przekraczać minimalnej energii zapłonu (MIE) odnośnej gazowej atmosfery wybuchowej,
- impulstrwający od 1 ms do 1 s - energia impulsu nie może przekroczyć 10-krotnej wartości MIE odnośnej gazowej atmosfery wybuchowej,
- impuls trwający dłużej niż 1 s - szczytowa moc tego impulsu nie powinna przekraczać poziomów bezpieczeństwa dotyczących promieniowania fali ciągłej (Tablica 2). Impulsy takie uważane są za promieniowanie o fali ciągłej.

W przypadku ciągu impulsów optycznych, kryterium pojedynczego impulsu dotyczy każdego impulsu. Przy częstotliwości powtarzania impulsów przekraczającej 100 Hz, średnia moc impulsu nie powinna przekraczać poziomów bezpieczeństwa dotyczących promieniowania o fali ciągłej. Przy częstotliwości powtarzania impulsów niższej od 100 Hz, możliwa jest wyższa średnia moc impulsu, jeśli zostanie to zaprezentowane na podstawie badań.

W zależności od rodzaju zabezpieczenia, urządzenia z promieniowaniem optycznym mają różny poziom bezpieczeństwa, a co za tym idzie mogą być stosowane w różnych strefach zagrożonych wybuchem zgodnie z poniższą tabelą:

Rodzaj zabezpieczenia	Strefa 0 Kategoria 1G EPL Ga	Strefa 1 Kategoria 2G EPL Gb	Strefa 2 Kategoria 3G EPL Gc
Samoistnie bezpieczne promieniowanie optyczne „op is”			
Przy dwóch uszkodzeniach	Tak	Tak	Tak
Przy jednym uszkodzeniu	Nie	Tak	Tak
Podczas normalnej pracy	Nie	Nie	Tak
Zabezieczone światłowody z wiązką zdolną do spowodowania zapłonu „op pr”			
Z dodatkowym zabezpieczeniem mechanicznym	Nie	Tak	Tak
Bez dodatkowej ochrony mechanicznej	Nie	Nie	Tak
Zabezieczone światłowody z wiązką zdolną do spowodowania zapłonu, z blokadą w przypadku uszkodzenia światłowodu – „op sh”			
Z dodatkowym zabezpieczeniem mechanicznym	Tak	Tak	Tak
Bez dodatkowego zabezpieczenia mechanicznego	Nie	Tak	Tak
Żaden (niczym nie ograniczona wiązka zdolna do spowodowania zapłonu)	Nie	Nie	Nie