

# ELEKTRYCZNOŚĆ STATYCZNA POD KONTROLĄ

w czasie pracy z metalowymi zbiornikami oraz pojemnikami IBC  
w atmosferach potencjalnie wybuchowych

Łukasz Godawa, Inżynier Sprzedaży - GRUPA  
WOLFF, l.godawa@grupa-wolff.eu



**klamry samotestujące się**

W każdym zakładzie produkcyjnym realizuje się procesy napełniania i opróżniania zbiorników, kegow i beczek, a także przelewania, dozowania i mieszania różnego typu cieczy i proszków. W przypadku gdy substancje te mają charakter palny, a ich minimalna energia zapłonu wynosi nie więcej niż 500 mJ możemy mówić o ryzyku pożaru/wybuchu w wyniku wyładowania elektrostatycznego. Jak się zatem chronić przed tym zjawiskiem?

Historia zna wiele przypadków, w których źródłem pożaru lub wybuchu w warunkach przemysłowych było wyładowanie elektrostatyczne. Często w literaturze przytaczany jest np. wybuch w londyńskim młynie, do którego doszło w 1965 roku. W wyniku eksplozji kompletnemu zniszczeniu uległ solidny, murowany budynek, zginęły 4 osoby, a 31 zostało rannych. Nie oznacza

pobliskiej wioski musiało zostać ewakuowanych.

Z kolei w samej Japonii, gdzie technologia jest na bardzo wysokim poziomie, tylko w ostatnich 50 latach odnotowano co najmniej 153 wybuchy i/lub pożary spowodowane elektrycznością statyczną – tj. ponad trzy wypadki tego typu rocznie.

## KONTROLOWANIE ELEKTRYCZNOŚCI STATYCZNEJ

Kontrolowanie zagrożeń elektrostatycznych w przypadku statycznych elementów instalacji, które są z nią powiązane w sposób trwały, jest stosunkowo proste i dobrze rozpoznane. Zagadnienie komplikuje się jednak w przypadku urządzeń przenośnych,

W zakładach przemysłowych wytwarzających (i przetwarzających) żywice, kleje, farby czy lakiery, gdzie wykorzystuje się łatwopalne rozpuszczalniki organiczne o niskiej MEZ (minimalnej energii zapłonu), produkty te przechowywane są w różnego rodzaju kontenerach, beczkach lub pojemnikach IBC, na których ściankach z czasem mogą odkładać się warstwy tych substancji oraz rdza. Powstała w ten sposób warstwa izolująca będzie stanowić barierę dla prawidłowego odprowadzenia ładunków elektrycznych. Jeśli zbiorniki nie są odpowiednio uziemione, podczas wykonywania procesów technologicznych występuje bardzo duże ryzyko wybuchu i pożaru.

to jednak, że od tamtej pory nie było innych poważnych incydentów.

Do najgłośniejszych katastrof wywołanych elektrycznością statyczną należy wybuch w zbiorniku magazynowym firmy Barton Solvents (octan etylu). W efekcie rannych zostało 12 osób, w tym jeden strażak. Ponadto całkowitemu zniszczeniu uległa farma zbiorników magazynowych, a 6 tys. mieszkańców

Również w Polsce dochodzi do takich zdarzeń. Przykładowo w grudniu 2014 roku głośno było o pożarze w jednej z fabryk produkującej wyroby z tworzyw sztucznych. Według straży pożarnej przyczyną było wyładowanie elektrostatyczne. Straty wyniosły blisko 100 mln złotych. To tragiczne w skutkach wydarzenie tak komentował wtedy kpt. Zdzisław Pęgowski, oficer prasowy PSP w Kutnie: „To największy pożar na terenie naszego powiatu od wielu lat”.

jak np. przejezdne zbiorniki ze stali, kadzie mieszalników, pojemniki typu IBC i wiele innych. W ich przypadku należy stosować specjalnie zaprojektowane urządzenia do tymczasowego łączenia i uziemiania, które zapewnią odprowadzenie ładunków elektrostatycznych do ziemi. W ten sposób wszystkie ładunki elektryczne, jakie powstają w czasie danego procesu, są natychmiastowo odprowadzane do ziemi, co skutecznie usuwa źródło potencjalnego zapłonu.

## Klamry samotestujące się w wersji przenośnej



W sytuacjach kiedy mamy do czynienia ze szczególnie dużym zagrożeniem (np. minimalna energia zapłonu danej substancji jest bardzo niska, a częstotliwość procesów z wykorzystaniem mobilnych elementów instalacji jest wysoka) lub gdy wymaga tego prawo (np. w przypadku cystern przewożących substancje palne), należy stosować uziemienia z tzw. systemem monitorującym.

Systemy tego typu w zależności od tego, jak bardzo są zaawansowane technicznie, mogą weryfikować:

- czy klamra uziemiająca skutecznie przebiła się przez zanieczyszczenia i warstwy izolujące na danym elemencie,
- czy klamra oraz przewód odprowadzający ładunki elektrostatyczne do bednarki i dalej do ziemi zapewniają rezystancję poniżej 10 omów, co jest równoznaczne z weryfikacją, czy system nie został uszkodzony,
- czy system został podpięty do cysterny drogowej w sposób zapewniający odprowadzenie ładunków z jej konstrukcji.

#### ZAGROŻENIA ELEKTROSTATYCZNE A POJEMNIKI IBC

Płyn wprowadzany do pojemnika IBC np. z rurociągu posiada niezrównoważony ładunek elektryczny, wytwarza tym samym pole elektryczne, które z kolei indukuje ładunek przeciwnego znaku na ścianach pojemnika. W sytuacji, gdy pojemnik nie jest należycie uziemiony, zachowa się jak okładka kondensatora w obwodzie elektrycznym, to znaczy zgromadzi ładunek elektryczny na zewnętrznej powierzchni ściany. Niezrównoważony ładunek elektrostatyczny staje się wtedy źródłem potencjalnego zagrożenia zapłonem, ponieważ między powierzchnią, na

której się zgromadził, a znajdującymi się w pobliżu uziemionymi przewodnikami, np. urządzeniami w zakładzie, wózkami



### system kontroli uziemienia cystern drogowych w obudowie ze stali nierdzewnej

widłowymi czy – najczęściej – pracownikami mającymi kontakt z pojemnikiem – może dojść do niekontrolowanego wyładowania.

W takich sytuacjach, chcąc uziemić dany pojemnik IBC, należy zwrócić uwagę, czy został on wykonany z materiałów przewodzących. Tylko w ten sposób układ uziemiający będzie w stanie odprowadzić nadmiarowe ładunki elektryczne do ziemi w sposób natychmiastowy i kontrolowany. Normy, w tym wytyczne wydane przez SIA, stwierdzają kategorycznie, że rezystancja układu nie może przekraczać wartości 10 omów i musi być regularnie kontrolowana, aby pojemnik był w każdej chwili zdolny odprowadzać ładunek elektrostatyczny.

Rezystancja o wartości nieprzekraczającej 10 omów gwarantuje, że prędkość odprowadza-

nia ładunku będzie w każdej chwili wyższa od prędkości generowania i tempa gromadzenia ładunku na pojemniku, dzięki czemu proces będzie przebiegał w sposób bezpieczny.

Ważne, aby pracownik przed przystąpieniem do napełniania lub opróżniania pojemnika upewnił się, że jest on uziemiony we właściwy sposób. W czasie pracy ze zbiornikami należy również pamiętać o szeregu innych czynników wpływających na bezpieczeństwo procesu. Szczególnie istotne są tu tempo przepływu i konduktancja płynu. Do przeskoaku iskry może bowiem dojść już w początkowej fazie napełniania – rolę iskrownika odgrywa tu układ rura napełniająca–powierzchnia płynu. Z tego względu SIA zaleca, aby zachować tempo wypływu płynu z rurociągu na poziomie 1 m/s, dopóki końcówka rury nie zanurzy się w cieczy, i 2 m/s w dalszej części procesu. Należy bezwzględnie unikać napełniania w sposób, który będzie powodował pryskanie płynu, ponieważ przyspiesza to proces generowania ładunków elektrycznych.

#### METODY UZIEMIANIA ZBIORNIKÓW: ZACISKI / KABLE / SZPULE

W zakładach produkcyjnych, gdzie przeprowadza się całe serie operacji wymagających podłączania i odłączania uziemienia setki, a nawet tysiące razy, niezwykle istotne jest, aby w każdym przypadku uzyskiwany był dobry styk uziemiający. W tym celu stosuje się klamry uziemiające, a dokładniej mówiąc, komplety zacisków połączonych ze sobą spiralnym przewodem. Są one podłączane do wyznaczonych punktów uziemiających i stanowią sprawdzoną i szeroko przyjętą metodę zapobiegania gromadzeniu się ładunków elektrostatycznych na ruchomych obiektach znajdujących się w zakładach przemysłowych.

Osoby obsługujące procesy w obszarach zagrożenia powinny korzystać z certyfikowanych klamer uziemiających. Stanowi to dodatkowe zabezpieczenie i gwarantuje, że klamra zadziała zgodnie z jej przeznaczeniem, tj. skutecznie i bezpiecznie odprowadzi ładunek elektrostatyczny.

Certyfikat ATEX gwarantuje, że klamry są wykonane z materiałów, które nie powodują iskrzenia mechanicznego, oraz że nie odepną się one od pojemnika pod wpływem szarpnięcia

MATERIAŁ	TYPOWA REZYSTYWNOŚĆ OBJĘTOŚCIOWA	REZYSTANCJA PRZY ODPROWADZANIU ŁADUNKÓW
Miedź	$1,7 \times 10^{-8} \Omega m$	niska
Stal	$4,52 \times 10^{-7} \Omega m$	niska
Węgiel	$10 \times 10^{-8} \Omega m$	niska
Szkło	$1 \times 10^{10} \Omega m$	wysoka
Polimery	$10 \times 10^{22} \Omega m$	wysoka

Tab. 1. Rezystywność materiałów o różnych właściwościach

czy w wyniku drgań generowanych przez pracujący sprzęt. Certyfikowane klamry zapewniają najbardziej kompleksową i najwygodniejszą ochronę przed zagrożeniem zapłonem – ich konduktancja nie przekracza wartości 1 oma.

Alternatywą dla zacisków z przewodami są szpule do odprowadzania ładunku elektrostatycznego wykonane z metalu

Dodatkowo wyposażone są w ostre zęby zapewniające przebicie się zacisku przez warstwę rdzy, farby, kleju, żywicy czy smarów. Zaciski samotestujące występują w dwóch wariantach:

- jako system montowany na ścianie lub innej powierzchni,
- jako przenośny zestaw dwóch zacisków, z których jeden zapinany jest na uzie-

to rozwiązanie to posiada wbudowane styki bezpotencjałowe, które można zastosować np. do włączenia sygnału dźwiękowego lub do blokowania pompy w przypadku, gdy zostanie utracone skuteczne uziemienie (np. gdy dojdzie do zerwania klamry lub uszkodzenia przewodu).

Systemy kontroli uziemienia weryfikują również, czy zostały połączone z punktem uziemiającym (np. bednarka), który zapewnia odprowadzenie ładunków do ziemi.

Wyróżnić można system zasilany z sieci oraz zasilany bateryjnie. Pierwszy posiada uniwersalny zasilacz ER w obudowie GRP oraz opcjonalnie szkrzynkę rozdzielczą, dzięki której możliwe jest rozdzielanie zasilania do maksymalnie dziesięciu jednostek. Drugi – zasilany bateryjnie – wyposażony jest w baterię litowo-magnezową 9 V. Jest on przydatny wtedy, gdy nie przewiduje się podłączenia zacisków do elementów instalacji na dłuższy czas. Jeżeli jednak wymagany jest ciągły monitoring, jak w przypadku magazynu beczek, gdzie produkt jest regularnie z nich pobierany, zaleca się stosowanie systemu zasilanego z sieci.

Istnieją również systemy kontroli uziemienia dedykowane dla cystem drogowych. Rozwiązania tego typu, poza wymienionymi wyżej funkcjami, weryfikują dodatkowo, czy klamra systemu została podpięta do cysterny w taki sposób, aby skutecznie usunąć ładunki elektryczne z jej konstrukcji.

W ostatnim czasie na rynek zostały wprowadzone systemy do montażu bezpośrednio na pojeździe (dotychczasowe rozwiązania były przeznaczone na stałe w obszarze instalacji).

## WNIOSKI

Wskazanie źródeł zagrożeń elektrostatycznych oraz ich kontrolowanie to ważne zadania spoczywające na barkach tych, którzy są odpowiedzialni za zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom oraz za prawidłowy przebieg procesów technologicznych w zakładzie. Istnieje wiele przedsiębiorstw, w których wyładowania elektrostatyczne stanowią poważne zagrożenie, ale nawet w nich można kontrolować większość ryzykownych procesów. Konieczne jest jednak stosowanie się do powszechnie przyjętych zasad i norm w zakresie uziemiania i używania połączeń wyrównawczych. ■

Kontrolowanie zagrożeń elektrostatycznych w czasie pracy z ruchomymi elementami instalacji, takimi jak metalowe zbiorniki lub pojemniki IBC, które nie są na stałe powiązane z instalacją, sprowadza się do stosowania specjalnie zaprojektowanych urządzeń do tymczasowego łączenia i skutecznego uziemiania, które zapewniają drogę szybkiego odprowadzania ładunków elektrostatycznych do ziemi, co obniża potencjał obiektu do wartości zerowej i w ten sposób usuwa źródło potencjalnego zapłonu.

lub stali nierdzewnej, z samozwijałym przewodem różnej długości. Rozwiązanie to zapewnia wygodę oraz niezawodne połączenie między szyną uziemiającą a pojemnikiem.

Ponieważ obie metody są tak samo skuteczne, wybór pomiędzy kablami spiralnymi a samozwijającymi się szpulami jest indywidualnym wyborem danego użytkownika.

## ZACISKI SAMOTESTUJĄCE

W sytuacjach, gdy chcemy uzyskać całkowitą pewność, że nasze uziemienie jest poprawne, zalecane jest stosowanie zacisków samotestujących zasilanych z wewnętrznej baterii 9 V lub z sieci. Zaciski te wyposażone są w diodę LED oraz układ elektroniczny, który informuje operatora o poprawności uziemienia. Klamry tego rodzaju doskonale sprawdzają się tam, gdzie wymagany jest wyższy poziom bezpieczeństwa.

mianym urządzeniu, a drugi do elementu odprowadzającego ładunki do ziemi (bednarka, uziemione urządzenie lub konstrukcja stalowa). Ten typ zacisków samotestujących może służyć również do mostkowania kilku urządzeń.

## SYSTEM KONTROLI UZIEMIENIA

Innym rozwiązaniem, dzięki któremu możemy upewnić się, że uziemienie zostało wykonane prawidłowo, jest zaawansowany system kontroli uziemienia. W jego skład wchodzi: zacisk uziemiający, dwużyłowy przewód spiralny w osłonce hytrełowej oraz moduł monitorujący do montażu na ścianie, który dostępny jest w dwóch rodzajach obudowy – z tworzywa GRP lub stali nierdzewnej.

Moduł monitorujący wyposażony jest w zaawansowaną elektronikę oraz diody sygnalizujące operatorowi stan uziemienia. Ponad-