



Bezpieczeństwo procesowe - ocena ryzyka i bezpieczne planowanie

Autor: Dr Stephen Rowe, dyrektor zarządzający - Process Safety UK /Bezpieczeństwo procesu Wlk. Brytania

Wiedza na temat parametru danych dla bezpieczeństwa procesu nie oznacza posiadania wiedzy niezbędnej do bezpiecznego zaplanowania tego procesu. Jeśli chodzi o zagrożenia dotyczące reakcji chemicznych, najbardziej zaskakującym przykładem dla braku zrozumienia jest stale zadawane pytanie: „Czy można wykonać obliczenia wielkości zaworu bezpieczeństwa lub średnicy płytki bezpieczeństwa dla reakcji z ciepłem wynoszącym 100 kJ/mol?”

Dane termodynamiczne, a ocena ryzyka

100 kJ/mol to parametr wyjaśniający właściwości termodynamiczne reakcji, a nie właściwości kinetyczne (tj. wielkość reakcji egzotermicznej a nie jej szybkość).

Wymiarowanie urządzenia upustowego lub zaworu bezpieczeństwa opiera się na właściwościach kinetycznych (szybkość generowania gazu lub pary), które różnią się w zależności od scenariusza. Scenariusze, które mogą mieć zastosowanie do tej reakcji określa się wprowadzając dane termodynamiczne do oceny ryzyka, identyfikując scenariusz potencjalnej utraty kontroli i jej przyczyny, a następnie symulując je (w odpowiednim adiabatycznym kalorymetrze) w celu określenia szybkości reakcji.

Różne metody badań i ich wpływ na uzyskane dane

Thomas Jefferson w swojej nieśmiertelnej deklaracji stwierdza: "Wszyscy ludzie są równi", nie dotyczy to jednak danych bezpieczeństwa procesowego. Dla danego parametru często występuje

dezorientująca ilość norm dotyczących metod badań, typów aparatury badawczej i trybów działania, które dodatkowo komplikują uzyskanie właściwych danych z odpowiedniego testu. Czasami różnice metod badań i testów w poszczególnych normach są stosunkowo niewielkie, jednak w innych testach różnice te mogą mieć istotny wpływ na uzyskane dane i decyzje podejmowane na ich podstawie. Przykładowe protokoły dla poszczególnych właściwości obejmują:

Minimalną energię zapłonu (MIE - minimalna energia zapłonu) chmury pyłu

Możliwe przyczyny zmienności danych:

- Zakres standardowych metod - IEC 61241-2-3, EN 13821, ASTM E2019, itd.
- Zakres wyposażenia komercyjnego - MIKE III (Kuhner), MIE III (Bezpieczeństwo Procesu DEKRA), itp.
- Opcjonalna indukcyjność - istnieją dwie metody:
 - Metoda niskiej indukcyjności - odpowiednia do elektrostatycznej stymulacji iskry i oceny zagrożenia elektrostatycznego
 - Metoda wysokiej indukcyjności - odpowiednia do mechanicznej stymulacji iskry - wytwarza iskry o dłuższym czasie trwania, stąd na ogół znacznie niższe wartości MIE
- Wpływ przygotowania próbki - wielkość i zawartość wilgoci w badanym materiale:
 - Drobniejsze cząstki na ogół generują niższe wartości MIE
 - Materiał z suszarki na ogół generuje niższe wartości MIE
- Wpływ temperatury - wzrost temperatury znacznie zmniejsza MIE proszku. Wpływ temperatury może obejmować rzędy wielkości w zakresie umiarkowanych temperatur

Temperaturę zapłonu cieczy

- Zakres standardowych metod i kilka w każdej z nich - EN, ISO, ASTM, itp.
- Zakres wyposażenia komercyjnego - Pensky-Martens, Able, Cleveland, Setaflash, itp.
- Różne konfiguracje – metoda tygla otwartego/zamkniętego, zapłon płomieniowy, zapłon przez gorącą cewkę
- Różne procedury – równowaga/nierównowaga

Stabilność termiczną proszku

Szerokie zakresy:

- Metod badań - DSC, DTA (Carius Tube, TSu, RSD, Radex, itp.), komórka dyfuzyjna, komórka napowietrzona, powietrze nad warstwą, kalometry adiabatyczne, monitory aktywności cieplnej (TAM)
- Warunków pracy - liniowe (zakres prędkości), izotermiczne, stopniowane
- Dostępności powietrza - ważna w przypadku scenariuszy suszenia proszku
- Rozmiary próbek stosowane w sprzęcie komercyjnym - od mg do kg - znaczący wpływ na wrażliwość
- Marginesu bezpieczeństwa wymaganego do zwiększenia skali - od bezpośrednio skalalnych do wymagających marginesu bezpieczeństwa do 100°C dla zwiększenia skali

Te niuanse w metodach testowania, wyposażenia i warunkach badania są wspólne dla prawie wszystkich właściwości bezpieczeństwa procesu. Dochodzimy zatem do wniosku, że uzyskanie prawidłowych danych dla odpowiedniej właściwości ma decydujące znaczenie przy dostarczeniu niezbędnych danych mających zastosowanie do zamierzonego celu. Określenie metody badania i warunków badania wymaga pełnego rozważenia zamierzonego zastosowania danych testowych.

Proces selekcji wymaga dogłębnego zrozumienia wpływu zmiennych i określenia, które kombinacje warunków dostarczają najbardziej optymalne dane. Jakość danych testowych uzyskanych przez przedsiębiorstwo produkcyjne staje się zatem silnie powiązana z dogłębną wiedzą personelu, który określa wymagania odnośnie badań i ich warunków.

Protokoły z badań muszą być precyzyjnie sformułowane, aby zapewnić prawidłowe dane dla danego scenariusza lub celu. Nawet gdy dane są dostępne, kluczowe znaczenie ma zrozumienie możliwości zastosowania ich w celu uniknięcia ich wykorzystania w nieodpowiednich sytuacjach.

W niektórych okolicznościach "standardowe dane" mogą nie charakteryzować w wystarczającym stopniu wymaganych właściwości, a rozpoznanie ich wymaga znajomości warunków stosowalności metody badawczej ponownie w odniesieniu do kompetencji. Przykłady, kiedy standardowe testy mogą okazać się niewystarczające:

- Warunki pracy pod wysokim ciśnieniem i/lub temperaturą
- Unikalne warunki pracy
- Symulacja scenariuszy incydentów

Również w przypadku niektórych właściwości nieciągłe programy badań oferują znaczne oszczędności kosztów - bez obniżania efektywności. Na przykład: w przypadku minimalnej energii zapłonu organizacja może wykonać przegląd potencjalnych źródeł zapłonu i potwierdzić, że wszystkie elektrostatyczne źródła zapłonu powyżej pewnego progu zostały usunięte poprzez połączenie kontroli proceduralnych i inżynierskich. Przeprowadzenie pełnego oznaczenia MIE może zatem nie być konieczne jeśli proste badanie graniczne "tak/nie" pozwoli uzyskać właściwe rozpoznanie przydatności materiału dla konkretnego zakładu produkcyjnego.

Zastosowanie danych bezpieczeństwa procesowego

Niektóre dane dotyczące bezpieczeństwa procesowego mogą być zastosowane w inteligentny sposób w wielu scenariuszach, zapewniając opłacalność, oraz zwiększoną wydajność gromadzenia danych. Bezpieczeństwo i optymalizacja niekoniecznie muszą się wzajemnie wykluczać. Na przykład dane dotyczące stabilności termicznej zebrane za pomocą DSC można wykorzystać do:

- Bezpieczeństwa procesowego
- Temperatury początkowej niepożądanych reakcji (skorygowana o odpowiedni margines bezpieczeństwa lub współczynnik skali)
- Wielkości niepożądanych zdarzeń
- Potencjalnej wybuchowości materiałów lub mieszanek technologicznych; Transport/Bezpieczeństwo prawne (np. UN/REACH/US DOT)
- Wyłączenie Klasy UN 1 - jeżeli ciepło rozkładu jest mniejsze niż 600 J/g
- Wyłączenia z klauzuli UN Class 4.1, jeżeli ciepło rozkładu jest niższe niż 300 J/g i/lub jeśli temperatura początku rozkładu jest znacznie wyższa niż 75°C (wartość graniczna dla klasyfikacji substancji samo-reaktywnych)
- Wyłączenia fraz z ustawy REACH o materiałach wybuchowych, temperatura topnienia, temperatura wrzenia, badanie morfologiczne

Dane z kalorymetrii reakcji można stosować w podobny sposób:

- Bezpieczeństwo procesu - potwierdzenie ciepła reakcji, adyabatycznego wzrostu temperatury, kinetyki i charakterystyki generowania gazu w normalnym (kontrolowanym) procesie chemicznym.
- Optymalizacja procesu

Optymalizacja procesu poprzez zbadanie mechanizmów zmniejszających odkładanie się (akumulację) odczynników

Takie zmiany mogą znacznie poprawić wydajność procesu w produkcji na dużą skalę, skracając czasy cyklu i optymalizując poziomy rozpuszczalnika, jako równowagę między bezpieczeństwem (rozpuszczalnik zapewnia radiator w celu uniknięcia wysokiego adiabetycznego wzrostu temperatury), a zieloną chemią (zmniejszając ilość odpadów i wpływając na intensywność procesu).

Docelowo każde badanie laboratoryjne służy uzyskaniu odpowiednich informacji niezbędnych do zapewnienia bezpieczeństwa naszych operacji w celu ochrony ludzi, majątku i środowiska, chroniąc w ten sposób samą organizację. Tłumaczenie danych do informacji jest zatem tak samo ważne, jak ważność samych danych. Liczy się to, że rozumiemy, co się dzieje kiedy powstaje zagrożenie bezpieczeństwa procesu (tj. następuje wybuch chmury pyłu lub niekontrolowany wzrost temperatury) oraz, że mamy strategie zapobiegawcze w celu złagodzenia ryzyka lub strategie ochronne mające na celu złagodzenie konsekwencji.

Wnioski

Aby uzyskać sensowne informacje, musimy poradzić sobie ze złożonością łączenia prawidłowego określania parametrów do badania z właściwą procedurą testowania w celu uzyskania danych oraz z potrzebą ich odpowiedniej i prawidłowej interpretacji i zastosowania w środowisku zakładu produkcyjnego. Bez powszechnie przyjętej i akceptowanej procedury jasne staje się wyzwanie, jakim są dane dotyczące bezpieczeństwa procesu, mające na celu zapewnienie bezpiecznej eksploatacji.

Autor - DR STEPHEN ROWE

Stephen Rowe zarządza działalnością brytyjskiej centrali DEKRA PROCESS SAFETY (Chilworth Technology Ltd.). Ma doświadczenie zawodowe w zakresie oceny zagrożeń związanych z reakcjami chemicznymi oraz oceny laboratoryjnej pełnego zakresu zagrożeń bezpieczeństwa procesu, w tym charakterystyki palności pyłów, gazów i par oraz materiałów wybuchowych. Jest doświadczonym trenerem i stałym uczestnikiem krajowych i międzynarodowych konferencji oraz sympozjów dotyczących bezpieczeństwa procesów. Jako menedżer, Stephen Rowe koncentruje się na budowaniu skutecznych zespołów i rozwijaniu organizacji w sposób zorientowany na klienta. Nadzoruje i aktywnie angażuje się w systemy zarządzania jakością i bezpieczeństwem firmy (ISO 9001 i OHSAS 18001).

Bezpieczeństwo procesu DEKRA

Specjalistyczna wiedza z zakresu bezpieczeństwa procesów sprawia, że jesteśmy ekspertami i zaufanymi doradcami uznanymi na całym świecie. Pomagamy naszym klientom zrozumieć i ocenić ryzyko oraz wspólnie pracujemy nad rozwojem pragmatycznych rozwiązań. Nasze praktyczne podejście generujące wartość dodaną, integruje specjalistyczne zarządzanie bezpieczeństwem procesów, inżynierią i testowaniem. Staramy się edukować i rozwijać kompetencje klientów aby zapewnić trwałą poprawę wydajności. Współpracując z naszymi klientami łączymy wiedzę techniczną z zamiłowaniem do zachowania życia, redukcji szkód i ochrony aktywów. Jako część światowej, wiodącej organizacji eksperckiej DEKRA, jesteśmy globalnym partnerem na rzecz bezpiecznego świata.

Programy zarządzania bezpieczeństwem procesowym (PSM)

- Projektowanie i tworzenie odpowiednich programów PSM

- Wsparcie wdrożeń, monitorowanie i zrównoważone programy PSM
- Audyt istniejących programów PSM w porównaniu do najlepszych praktyk na całym świecie
- Poprawianie i ulepszanie niedoskonałych programów

Informacje o bezpieczeństwie procesowym (testy laboratoryjne)

- Łatwopalność/zapalności pyłów, gazów, oparów, mgieł i atmosfer hybrydowych
- Zagrożenia reakcji chemicznej i optymalizacja procesów chemicznych (kalorymetria reakcji i adiabatyczna RC1, ARC, VSP, Dewar)
- Niestabilność termiczna (testy specyficzne dla DSC, DTA i proszku)
- Materiały wysokoenergetyczne, materiały wybuchowe, materiały miotające, materiały pirotechniczne do protokołów DOT, ONZ, itp.
- Testy regulacyjne: REACH, UN, CLP, ADR, OSHA, DOT
- Testy elektrostatyczne proszków, płynów, urządzeń procesowych, wkładek, butów, FIBC

Konsultacje specjalistyczne (techniczne/ inżynierskie)

- Pyły, gazy i pożary, wybuchowe pary oraz niebezpieczeństwo pożaru i wybuchu
- Zagrożenia, problemy i zastosowania elektrostatyczne
- Reaktywne zagrożenia chemiczne, zagrożenia wynikające z samonagrzewania i niestabilności termicznej
- Klasyfikacja obszaru zagrożenia
- Ocena ryzyka zapłonu w sprzęcie mechanicznym
- Transport i klasyfikacja towarów niebezpiecznych

Dalsze informacje uzyskacie Państwo na stronie <https://industrial.dekra.pl/>

Grupa DEKRA w Polsce

industrial@dekra.pl

|

T. +48.22.654-43-10 wew. 313