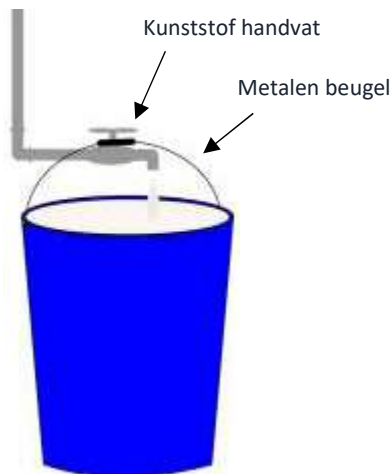


Deze casestudie onderzoekt de factoren die aanleiding hebben gegeven tot een incident met elektrostatische ontlading, waarbij toluene, die zeer goed lading genereert, afgevuld wordt in een metalen emmer via een 3/4" metalen buis.

In dit scenario opende een operator een kraan om toluene af te vullen met een snelheid van ongeveer 19 l/min in een metalen emmer, vanuit een hoger gelegen tank. De operator hing een metalen emmer met een metalen beugel en kunststof handvat over een bolkraan. Het kunststof handvat op de beugel isoleerde de metalen emmer van de aarde.



Metalen emmer met metalen beugel hangt over bolkraan

Na het openen van de kraan, draaide de operator zich weg van de emmer, terwijl het toluene bleef lopen. Dit had hij reeds meerdere malen op dezelfde manier uitgevoerd. Binnen enkele momenten ontbrandde het Toluene, waardoor de operator meteen de omgeving verliet, en terugkwam met een klein brandblusapparaat. Het brandblusapparaat volstond niet om het vuur te blussen, en de operator ging een grotere brandblusser halen. Echter, toen de operator terug kwam, was het vuur reeds buiten controle. Ook was hij niet meer in de mogelijkheid om de kraan te sluiten, om het verder afvullen te verhinderen, waardoor de emmer intussen ook reeds aan het overlopen was.

Uit onderzoek van het incident bleek dat de operator geen aandacht meer had voor het proces na het openen van de kraan. De operator zei "ik was gewoon aan het kijken, terwijl het vuur vatte". Hierdoor kon een ontlading van de

operator uitgesloten worden als oorzaak van het incident, en het scenario van oplading door stroming werd overwogen.

$$\begin{aligned} \text{(I)} \quad I_s &= 2.5 \times 10^{-5} \cdot v^2 \cdot d^2 \\ \text{(II)} \quad I_s &= 2.5 \times 10^{-5} \cdot 1.10692 \cdot 0.019052 \\ \text{(III)} \quad I_s &= 0.01 \mu\text{A} \end{aligned}$$

Waarvan:

I_s = Stroomsterkte [A]

v = Snelheid [m/s]

D = Diameter leiding [m]

De stroomsterkte zou in de grootteorde van 0,01μA moeten hebben gelegen. Ware het niet dat er een filter mee in de leiding was opgenomen. De tijd dat een vloeistof aflegde tussen de filter en de uitgang van de leiding was minder dan 1 seconde. Deze tijd is veel korter dan de voorgeschreven 30 seconden. Hierdoor kan een redelijke inschatting gemaakt worden van een aanwezige stroom van ongeveer 0,1μA aan de uitgang van de pijp. In elk geval, kan de stroomsterkte geschat worden op een waarde tussen 0,1μA en 0,01μA.

Indien we aannemen dat het toluene kon vloeien gedurende 30 seconden, zou er een lading van 3μC op de emmer aanwezig zijn, indien deze volledig geïsoleerd was van de aarde.

De potentiële energie op de emmer kan uitgerekend worden met volgende vergelijking:

$$\text{Potentiële Energie [J]} = \frac{Q^2}{2C}$$

Waarvan:

Q = Lading op de emmer

C = Capaciteit van de emmer

$$\text{Potentiële Energie [J]} = \frac{(3 \times 10^{-6})^2}{2 (20 \times 10^{-1})} = 225 \text{ mJ}$$

CASE STUDY

Tolueen afvullen in een emmer zonder aarding

De spanning op de emmer kan gevonden worden met vergelijking:

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{3 \times 10^{-6}}{20 \times 10^{-12}} = 150.000 \text{ V} = 150 \text{ kV}$$

Lucht heeft een breekweerstand van 3×10^6 V/m, waardoor een vonk van de emmer eenvoudig 15cm kan overbruggen. Waarschijnlijk trad er een ontlading op tussen de beugel van de emmer en de bolkraan.

Hoe kon dit worden voorkomen ?

Het zou zeker kunnen dat deze handeling meerdere keren werd uitgevoerd zonder enig visueel incident, en dat er eerder al meerdere ontladingen gebeurden zonder dat er een brandbare omgeving aanwezig was in de luchtspleet waar de ontlading plaatsvond. Dit is een veelvoorkomend gemeenschappelijk kenmerk van procesbewerkingen waar brand of explosies werden veroorzaakt ten gevolge van statische elektriciteit.

De eerste stap is het bepalen waarom het mogelijk was dat statische elektriciteit kon accumuleren op de emmer. In dit geval kon statische elektriciteit zich verzamelen op de emmer, omdat deze elektrisch geïsoleerd was van de algemene massa van de aarde. Indien de emmer zou verbonden geweest zijn met de aarde, zou statische lading zich niet hebben kunnen verzamelen op de emmer. In plaats daarvan heeft een overmaat aan statische lading een andere weg naar de aarde gezocht.

Indien we een voorzichtigere inschatting maken, en we gebruiken de laagste stroom van $0,01 \mu\text{A}$, die we gebruiken in dezelfde calculatie, resulteert dit in een potentiële energie van 2,25mJ, een spanning van 15kV, en een luchtspleet van 1,5cm.

Tolueen heeft een gecalculeerde MIE (i.e. Minimum Ignition Energy) van 0,24mJ. Hierdoor is zelfs de meest voorzichtige inschatting (2,25mJ) nog steeds hoog genoeg om de brandbare Tolueendampen te ontsteken, die aanwezig zijn in het proces.

In overeenstemming met industriële richtlijnen als NFPA77 en IEC60079-32-1, zou de geïsoleerde emmer een verbinding met een geverifieerde aarde moeten hebben (in dit geval het vat) met een weerstand van 10ohm of lager.

Zowel IEC 60079-32-1 (13.4.1) als NFPA77 (7.4.1.6 & 7.4.1.4) bepalen het volgende:

“Temporary connections can be made using bolts, pressure-type earth (ground) clamps, or other special clamps. Pressure-type clamps should have sufficient pressure to penetrate any protective coating, rust, or spilled material to ensure contact with the base metal with an interface resistance of less than 10 Ω.”

Deze casestudy toont aan dat indien ontvlambare of brandbare producten verhandeld worden, het belangrijk is om gecertificeerde uitrustingen te specificeren, dewelke kunnen instaan voor een verhoging van de veiligheid van mens en omgeving.

CASE STUDY

Toluene afvullen in een emmer zonder aarding

Statische aardingsklemmen en kabel, zoals hieronder afgebeeld, zijn ATEX/FM gekeurd. Hierdoor wapent men zich tegen fysieke impedanties zoals verf en coatings, restproducten en roestvorming, waardoor een goede elektrische verbinding tot stand kan worden gebracht met het basismetaal van de te aarden onderdelen.



Voor processen die continue aarding nodig hebben, kan een extra veiligheidsniveau worden toegevoegd in de vorm van zelf controlerende aardingsklemmen met visuele indicatie.

De Bond-Rite® REMOTE is een aardingsysteem dat de operatoren toelaat om onderdelen te aarden vooraleer het proces start. Het aardingsysteem controleert de gehele aardingslus, en verzekert een correcte verbinding van 10Ω of minder tussen object en geverifieerde aarde. Een pulserende groene LED meldt de gebruiker op een eenvoudige manier (JA/NEE) of het proces kan gestart worden.



Meer info: www.athex.eu/newson-gale/

Indien u vragen heeft, kan u steeds met ons contact opnemen via info@athex.eu of Tel: +32 (0)3 653 21 82

LET OP:

Deze case studie is informatie van een externe bron, en houdt op geen enkele manier rechtstreeks verband met activiteiten van klanten van Newson Gale en/of ATHEX bvba.

BRON:

Case Study Newson Gale "Drawing Toluene into an ungrounded bucket"

Pratt, T.H. and Center for Chemical Process Safety Staff (1997) Electrostatic Ignitions of fires and explosions.

United States: American Institute of Chemical Engineers., Thomas H. Pratt 1997

Vrij vertaald naar het Nederlands.