

...κι όμως η θερμοκρασία ήταν μικρότερη από το σημείο ανάφλεξης!

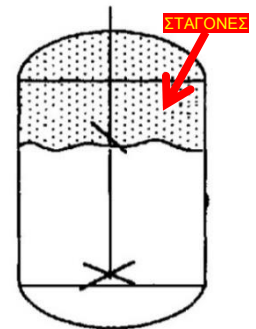
Μάρτιος 2017

Το 1986 έγινε μια έκρηξη σε έναν αναδευτήρα χωρητικότητας 10 γαλονιών (~38 l) σε μια πιλοτική μονάδα / εγκατάσταση, κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης οξειδωσης σε ατμόσφαιρα καθαρού οξυγόνου στα 250 psig (1825 KPa). Θεωρούνταν ότι δεν υπήρχε περίπτωση ανάφλεξης μέσα στο δοχείο, αφού η θερμοκρασία λειτουργίας ήταν 50°C κάτω από το σημείο ανάφλεξης των περιεχομένων υλικών, σε ατμόσφαιρα οξυγόνου και η συγκέντρωση ατμών ήταν μικρότερη από το κατώτατο όριο εκρηξιμότητας (LEL). Οι συνθήκες διεργασίας ήταν σταθερές για 41 λεπτά όταν ξαφνικά συνέβη η έκρηξη, η οποία είχε τις εξής συνέπειες: Ο αντιδραστήρας των 750 psig (~5200 KPa) διερράγη, δημιουργήθηκαν σημαντικές ζημιές στην εγκατάσταση (Εικ. 1) και ξεκίνησαν αρκετές μικρές φωτιές. Ευτυχώς κανείς δεν τραυματίστηκε.

Εικ. 1: Ζημιές στην εγκατάσταση



Επειδή το δοχείο λειτουργούσε σε θερμοκρασία χαμηλότερη του σημείου ανάφλεξης των περιεχομένων, η συγκέντρωση των ατμών καυσίμου ήταν πολύ μικρή ώστε να δημιουργήσει ανάφλεξη και συνεπώς δεν υπήρχε κίνδυνος έκρηξης. Αλλά το καύσιμο δεν είναι παρόν μόνο σαν ατμός (ας θυμηθούμε την έκρηξη από «σκόνες»). Η έρευνα έδειξε ότι ο αναδευτήρας είχε δημιουργήσει ένα λεπτό στρώμα από σταγονίδια (Εικ. 2). Τα μικροσκοπικά σταγονίδια είχαν μέγεθος περίπου 1 micron. Η διάμετρος της ανθρώπινης τρίχα μαλλιών, είναι περίπου 40-50 φορές μεγαλύτερη. Η δοκιμή αναφλεξιμότητας έδειξε ότι τα σταγονίδια μπορούσαν να αναφλεγούν σε θερμοκρασία δωματίου στον αέρα, – και ότι μπορούσαν να αναφλεγούν ακόμα πιο εύκολα σε ατμόσφαιρα καθαρού οξυγόνου. Το δοχείο περιείχε και καύσιμο και οξυγόνο – αλλά ποιά ήταν η πηγή της ανάφλεξης; Αν και συνήθως είναι δύσκολο να αναγνωριστεί η πηγή της ανάφλεξης, η έρευνα έδειξε ότι μια ουσία που είχε επικαθίσει στο δοχείο από παλιότερο πείραμα, αποσυντέθηκε και θερμάνθηκε τόσο ώστε να αναφλέξει τα σταγονίδια.



Εικ. 2.: Τι συνέβη: Ο αναδευτήρας δημιούργησε ένα πλέγμα από πολύ μικρές εκρηξιμικές σταγονές

[Πηγή: Kohlbrand, H. T., *Plant/Operations Progress* 10 (1), pp. 52-54 (1991).]

Το γνωρίζατε;

- Ένα λεπτό στρώμα από εύφλεκτα σταγονίδια σε θερμοκρασίες μικρότερες του σημείου ανάφλεξης του υγρού μπορεί να είναι το ίδιο εκρηκτικό όπως ένα μίγμα ατμών καυσίμου - αέρα. Ο μηχανισμός έκρηξης είναι όμοιος με την έκρηξη από «σκόνες», μόνο που το καύσιμο είναι τα μικρά σταγονίδια και όχι τα μικρά στερεά σωματίδια.
- Το στρώμα από σταγονίδια μπορεί να σχηματιστεί με πολλούς τρόπους. Στην προκειμένη περίπτωση, δημιουργήθηκε από βίαιο «ανακάτεμα» της λεπίδας του αναδευτήρα κοντά στην επιφάνεια του υγρού. Επίσης, μπορεί να σχηματιστεί από μικρή διαρροή σε σωλήνα υπό πίεση, δοχείο ή άλλο εξοπλισμό – π.χ. διαρροή από φλάντζα, οπή σε σωλήνα ή σε δοχείο υπό πίεση, ή διαρροή από σαλαμάστρα.
- Μην ξεχνάμε ότι μια διαρροή σε βοηθητικά κυκλώματα ή εξοπλισμό σε συντήρηση μπορεί να δημιουργήσει σταγονίδια που μπορούν να αναφλεγούν. Για παράδειγμα, υπάρχουν περιστατικά ανάφλεξης σταγονιδίων από διαρροή σε κυκλώματα λίπανσης, μεταφοράς θερμότητας ή καυσίμου.

Τί μπορούμε να κάνουμε;

- Να είμαστε ενήμεροι για την πιθανότητα πυρκαγιάς ή έκρηξης από λεπτό στρώμα εύφλεκτων σταγονιδίων κατά την αντιμετώπιση μιας διαρροής. Εάν υπάρχει ένα τέτοιο στρώμα, δεν πρέπει να υποθέσουμε ότι δεν υπάρχει κίνδυνος επειδή η θερμοκρασία είναι κάτω από το σημείο ανάφλεξης. Να λαμβάνουμε τις ίδιες προφυλάξεις για την πρόληψη ανάφλεξης και την προστασία των ανθρώπων, με αυτές μιας διαρροής που θα είχε ως αποτέλεσμα ένα εύφλεκτο σύννεφο ατμών.
- Αν παρατηρήσουμε λεπτό στρώμα σταγονιδίων ή ομίχλη μέσα σε οποιοδήποτε εξοπλισμό διεργασιών, να ενημερώνουμε τους ανωτέρους μας, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι έχουν ληφθεί τα σωστά μέτρα προστασίας.
- Να αναφέρουμε αμέσως τυχόν διαρροές εύφλεκτων υλικών, συμπεριλαμβανομένων και αυτών των βοηθητικών κυκλωμάτων.

Να θυμόμαστε ότι τα εύφλεκτα μικρά σταγονίδια μπορούν να καούν ή να εκραγούν!