

18-1-21

ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ

Νίκος Χαριτωνίδης, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, Master of Engineering Univ. of Sheffield, Γενικός Διευθυντής ΨΥΓΕΙΑ ΑΛΑΣΚΑ ΑΕΒΤΕ & CRYOLOGIC ΕΕ.

1. ΜΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ

Ο κορυφαίος προβληματισμός, όσον αφορά τις βλαβερές επιδράσεις της αμμωνίας που διαρρέει από τα ψυκτικά κυκλώματα, είναι η επιρροή στον άνθρωπο των ποικίλων συγκεντρώσεων της αμμωνίας στον αέρα που αναπνέει. Το θέμα απασχολεί πολλούς οργανισμούς που εκπονούν τους σχετικούς κανονισμούς και συχνά επέρχονται αναθεωρήσεις. Στο παρόν θα ασχοληθούμε με την "Αμερικάνικη σχολή", ήτοι τους κανονισμούς που διέπονται από τους οργανισμούς OSHA (Occupational Safety and Health Administration), ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health), ANSI (American National Standards Institute), EPA (Environment Protection Agency) και IIAP (International Institute of Ammonia Refrigeration).

Ο OSHA θέτει επιτρεπτό όριο τα 50 ppm σαν σταθμικό μέσο όρο στη διάρκεια της οκτάωρης βάρδιας (TWA - Time Weighted Average). Τούτο σημαίνει ότι περιστασιακά τα 50 ppm μπορούν να ξεπερνώνται, εφόσον η υπέρβαση αντισταθμίζεται από μικρότερες συγκεντρώσεις σε άλλα διαστήματα. Για παράδειγμα, κάποιος μπορεί να εκτίθεται σε 100 ppm για 4 ώρες, φθάνει τις υπόλοιπες 4 ώρες να μην εκτίθεται καθόλου.

Οι NIOSH και ACGIH προτείνουν μείωση του ορίου από 50 ppm σε 25 ppm, με ανοχή ανόδου μέχρι 35 ppm για μέγιστο διάστημα 15 λεπτά (STEL Short Term Exposure Limit). Σημειώνεται ότι το όριο OSHA έχει νομοθετική ισχύ σε ΗΠΑ, ενώ επί του παρόντος οι προτάσεις NIOSH και ACGIH έχουν προαιρετικό χαρακτήρα.

Όσο υπερβαίνει η συγκέντρωση τα 50 ppm τα προβλήματα κλιμακώνονται. Για παράδειγμα, στα 100 ppm η οσμή είναι δυνατή και επέρχεται ερεθισμός στη βλεννογόνο της μύτης. Το όριο που ενδιαφέρει σχεδιαστικά, είναι το IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health). Το όριο τούτο κατά NIOSH είναι 300 ppm. Είναι αυτονόητο, ότι από το επίπεδο αυτό και πάνω τα πράγματα είναι "επικίνδυνα". Το επόμενο "ψηλό" όριο που μας ενδιαφέρει τεχνικά είναι η συγκέντρωση που μπορεί να προκαλέσει έκρηξη. Τούτη είναι μεταξύ 160.000 και 250.000 ppm (ήτοι 16 - 25% κατ' όγκο) [1]. Στον επόμενο πίνακα (IIAR) φαίνονται χαρακτηριστικές συγκεντρώσεις και οι αντίστοιχες επιπτώσεις [2].

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΜΜΩΝΙΑΣ (ppm)	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΕ ΑΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΟΥΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
20	Αντληπτή από τους περισσότερους ανθρώπους.	
25		Μέγιστο επίπεδο σταθμικού μέσου όρου έκθεσης για 8 ώρες (TWA) κατά ACGIH και NIOSH.
35		Μέγιστο επίπεδο έκθεσης για 15 λεπτά STEL (Short Term Exposure Limit) κατά ACGIH και NIOSH.
50	Αντληπτή οσμή.	Μέγιστο επίπεδο σταθμικού μέσου όρου έκθεσης για 8 ώρες (TWA) κατά OSHA.
100	Αρκετά δυνατή οσμή, ερεθισμός στη μύτη.	
300		Όριο IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health) κατά NIOSH.
400	Μεγάλος ερεθισμός στο λάρυγγα.	Συνήθως δεν υπάρχουν βλάβες για μικρά διαστήματα έκθεσης. Επικίνδυνο για μακρά έκθεση (< 1 ώρα).
1.720	Έντονος βήχας.	Δεν επιτρέπεται η έκθεση (μπορεί θανατηφόρος για διαστήματα < 0,5 ώρα).
5.000	Αναπνευστικοί σπασμοί - ασφυξία.	Απαγορεύεται οποιαδήποτε έκθεση (γρήγορα θανατηφόρος).
15.000	Προκαλεί εγκαύματα και φλύκταινες στο εκτεθειμένο δέρμα.	
40.000	Προσέγγιση ορίου ανάφλεξης. Ανώτατο όριο όπου διακόπτεται η παροχή ρεύματος στο μηχανοστάσιο.	Ορίζεται ως το 25% του κάτω ορίου ανάφλεξης, που είναι 160000 ppm (IIAR) [66].
160.000 - 250.000	Εύρος αναφλεξιμότητας παρουσία φλόγας ή στίθας.	Κάτω όριο 160.000 (Low Flammability Limit - LFL). Άνω όριο 250.000 (High Flammability Limit - HFL).

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά επίπεδα συγκέντρωσης αμμωνία στον αέρα.

2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ ΑΜΜΩΝΙΑΣ

Ανιχνευτές αμμωνίας επιβάλλονται σίγουρα από κανονιστικές διατάξεις στο κεντρικό μηχανοστάσιο αλλά και σε άλλους χώρους, ανάλογα με τις περιοδικές αναλύσεις κινδύνων [3].

Από σχεδιαστική άποψη, στο μηχανοστάσιο μας ενδιαφέρουν τρία μέγιστα επίπεδα συγκέντρωσης αμμωνίας που διέρρευσε:

1. Το μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο που κρίνει ο σχεδιαστής, πάντα στα πλαίσια των κανονισμών, ότι δεν προκαλεί βλάβη σε ανθρώπους που εργάζονται συνεχώς σε αυτό το χώρο. Η τιμή αυτή είναι γνωστή σαν Threshold Limit Value (TLV) και πρέπει να είναι μικρότερη από το όριο OSHA (πίνακας 1). Για παράδειγμα, μπορεί να επιλεγεί TLV = 25 ppm. Στο επίπεδο αυτό (στο εξής επίπεδο 1) ενεργοποιείται το σύστημα του *κανονικού* μηχανικού εξαερισμού (normal mechanical ventilation system) στη μέγιστη ικανότητά του. Η ενεργοποίηση συνοδεύεται από σήμα alarm.

2. Το μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο που κρίνει ο σχεδιαστής, πάντα στα πλαίσια των κανονισμών, ότι πρέπει να ενεργοποιηθεί το σύστημα *ενισχυμένου* μηχανικού εξαερισμού εκτάκτου ανάγκης (emergency mechanical ventilation system). Το επίπεδο αυτό (στο εξής επίπεδο 2) είναι λογικό να τίθεται χαμηλότερα από την τιμή IDLH (πίνακας 1), ήτοι <300 ppm. Συχνά επιλέγεται η τιμή STEL των 35 ppm όπως αναφέρεται στον πίνακα 1. Η ενεργοποίηση συνοδεύεται από σήμα (άλλου) alarm.
3. Εφόσον η διαρροή κλιμακωθεί και "κατακλύσει" το χώρο (όπου πιθανά τα μηχανήματα ακόμα λειτουργούν), η επόμενη προστασία είναι έναντι ανάφλεξης (ήπιας έκρηξης) που μπορεί να δημιουργηθεί από ηλεκτρική σπίθα μεταξύ των ορίων LFL και HFL (πίνακας 1), ήτοι μεταξύ 160.000 (LFL) και 250.000 (HFL) ppm. Σε ένα επίπεδο αρκετά χαμηλότερο από το LFL (στο εξής επίπεδο 3) πρέπει να ενεργοποιείται εντολή παύσης ρευματοληψίας από τους συμπιεστές, τις αντλίες αμμωνίας και οποιασδήποτε ηλεκτρικής βαλβίδας εντός μηχανοστασίου φυσιολογικά κλειστής (normally closed). Το επίπεδο αυτό πρέπει να είναι χαμηλότερο του 25% του LFL, ήτοι $25\% \times 160.000 = 40.000$ ppm. Οι μελετητές συχνά είναι συντηρητικοί και επιλέγουν π.χ. 15.000 ppm [3].

Η λογική προσέγγιση είναι για κάθε επίπεδο να εγκαθίσταται και ένας ανιχνευτής με αντίστοιχο εύρος. Είναι προφανές, ότι οι ανιχνευτές επιπέδου 1 και 2 πρέπει να είναι ψηλής ακρίβειας, ενώ ο επιπέδου 3 όχι και τόσο. Θα μπορούσε ένας ανιχνευτής να καλύπτει δυο επίπεδα (π.χ. 0 - 400 ppm για επίπεδα 1 και 2), αλλά η αναμενόμενη ακρίβεια είναι χαμηλή.

Οι ανιχνευτές συνδέονται με πίνακα ελέγχου (monitor) σε εύκολο σημείο συχνής επιθεώρησης. Στον πίνακα φαίνεται η ανάγνωση του κάθε ανιχνευτή και από εκεί γίνονται οι ρυθμίσεις alarm και ενεργοποίησης συστημάτων. Οι ανιχνευτές τοποθετούνται σε σημεία που αναμένεται να προσεγγίσει κατά προτεραιότητα η αέρια αμμωνία από διαρροή. Σε κάθε επίπεδο alarm υπάρχει (ξεχωριστή) ηχητική και οπτική ειδοποίηση, τόσο εντός μηχανοστασίου, όσο και έξω από κάθε πόρτα πρόσβασης σε αυτό. Τα συστήματα alarm (ηχητικά - οπτικά) πρέπει να είναι χωριστά για κάθε επίπεδο και σε κάθε ηχητική / οπτική συσκευή να υπάρχει επεξηγηματική επισήμανση.

Όσον αφορά την εγκατάσταση ανιχνευτών σε λοιπούς χώρους, τούτοι μπορεί να είναι ψυκτικοί θάλαμοι, εσωτερικά σωληνοστάσια, η ράμπα και λοιποί χώροι παραγωγής. Στη [4] προτείνεται ενεργοποίηση πρώτου επιπέδου alarm (ηχητικό - οπτικό) στα 25 ppm, ενώ σε δεύτερο επίπεδο 35 ppm να γίνεται διακοπή της βαλβίδας τροφοδοσίας αμμωνίας στον αντίστοιχο χώρο. Σε χώρους που είναι εφικτή η εγκατάσταση εξαερισμού, τούτος πρέπει να ενεργοποιείται στα 25 ppm σε ικανότητα τουλάχιστον 20 αλλαγών την ώρα (ACH) του χώρου που εξυπηρετεί.

Το σύστημα ανίχνευσης πρέπει να ελέγχεται - διακριβώνεται σύμφωνα με σύσταση κατασκευαστή ή την τεκμηριωμένη εμπειρία της επιχείρησης και το αργότερο μια φορά το χρόνο.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. International Institute of Ammonia Refrigeration "Guidelines for Ammonia Machinery Room Ventilation", Bulletin 111, 6/02.
2. International Institute of Ammonia Refrigeration "A Guide to Good Practices for the Operation of an Ammonia Refrigeration System", Bulletin No. R1, 1983.
3. Νίκος Χαριτωνίδης "Παραγωγή Ψύξης - Θέρμανσης και Αμμωνία". CRYOLOGIC ΕΕ, 2020.
4. U.S. Environmental Protection Agency Region 7 "Accident Prevention and Response Manual For Anhydrous Ammonia Refrigeration System Operators", June 2015 (Fourth Edition), EPA-907-B-1-9001.