

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ
ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΡΥΑΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΠΑΛΑΝΤΖΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2014

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ
ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΑΡΥΑΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΜ : 4352

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Στην παρακάτω πτυχιακή εργασία αναλύονται οι τρόποι χρήσης και λειτουργίας φορητών αισθητηριακών συστημάτων πάνω σε δεξαμενόπλοια. Η τεχνολογία τέτοιων συστημάτων μας επιτρέπει την ανίχνευση όλων των ειδών αερίων στην ατμόσφαιρα, σε ανοιχτούς και κλειστούς χώρους, ακόμα και τοξικών ή εκρηκτικών αερίων, γι' αυτό και νομοθετικά πλέον είναι απαραίτητη για την ασφάλεια του ανθρώπινου δυναμικού που στελεχώνει τα δεξαμενόπλοια. Οι ανιχνευτές αερίων χωρίζονται σε πολλές κατηγορίες, και γι' αυτό απαιτείται ειδική εκπαίδευση και συντήρηση για την σωστή λειτουργία τους.

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τι ορίζεται δεξαμενόπλοιο τα βασικά μέρη μιας φορητής συσκευής, όλοι οι τύποι αισθητήρων που χρησιμοποιούνται από τις φορητές συσκευές ανίχνευσης αερίων, τα χαρακτηριστικά τους, από τι αποτελούνται καθώς και σωστούς τρόπους ανίχνευσης, συντήρησης, βαθμονόμησης και επισκευής.

Abstract

In this following project we will analyze the usage and function of portable sensory systems over tanker ships. The technology of such systems allows us the tracking of all the types of gas in the atmosphere, in open and closed spaces, even toxic and explosive gas, thus leading to creating new mandatory laws for the safety of the human resources than mans the tanker ships. The gas detectors are divided into many categories, so for their right usage it is required special training and maintenance.

Subsequently, we will explain what constitutes a tanker ship, the basic parts of a portable device, all the types of sensors that portable gas detector devices use, their characteristics, what they are made of and also right ways of tracking, maintenance, calibration and repairing.

Πρόλογος

Σε ανοιχτούς ή κλειστούς χώρους εργασίας στα δεξαμενόπλοια, ο αέρας μπορεί να έχει μολυνθεί με τοξικά ή εύφλεκτα αέρια ή ακόμα και να υπάρχει έλλειψη οξυγόνου. Οι κανονισμοί απαιτούν αυτοί οι χώροι να παρακολουθούνται.

Κάθε μέρα, οι εργαζόμενοι οι οποίοι απλά κάνουν την εργασία τους, μπορεί να έρθουν σε επαφή με ατμοσφαιρικούς ρύπους που είναι επιβλαβείς ή ακόμα και θανατηφόροι για τον ανθρώπινο οργανισμό. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε εργαζόμενους που πρέπει να εισέλθουν σε κλειστούς χώρους, για την εκτέλεση των καθηκόντων εργασίας.

Για την προστασία των εργαζομένων, οι εργοδότες είναι υποχρεωμένοι από το νόμο να μετρήσουν τον αέρα σε περιορισμένο χώρο, πριν από την έναρξη αλλά και κατά την διάρκεια εργασίας των εργαζομένων. Οι εργοδότες πρέπει να εξασφαλίζουν ένα ασφαλές και υγιές εργοτάξιο, για τη διατήρηση της παραγωγής και την προστασία των εργαζομένων τους.

Κάθε άτομο που εισέρχεται σε κλειστό χώρο πρέπει να είναι εξοπλισμένο με μία φορητή συσκευή ανίχνευσης αερίου, όπου μπορεί να ελέγχεται εύκολα και συχνά. Είναι ένα σωτήριο εργαλείο όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο εύρος βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

Φορητά συστήματα ανίχνευσης αερίου μπορεί να είναι σχεδιασμένα για την ανίχνευση ενός μόνο αερίου, ή μπορεί να είναι εφοδιασμένο με πολλαπλούς αισθητήρες. Κάποιες συσκευές ανιχνεύουν μέχρι και έξι αέρια και περιλαμβάνουν ηχητικό και οπτικό συναγερμό 360 μοιρών από τη συσκευή, για την άμεση ειδοποίηση του χρήστη.

Κεφάλαιο I

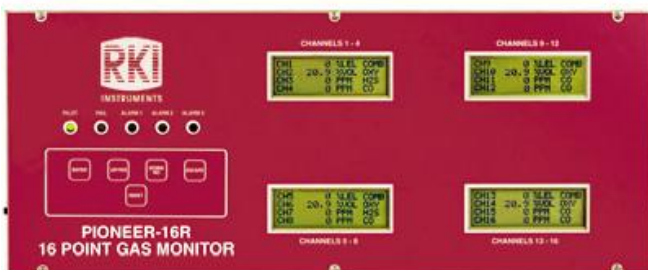
Γενικά στοιχεία ανιχνευτών

Οι συσκευές μέτρησης της περιεκτικότητας αερίων, σε ανοιχτούς και κλειστούς χώρους, για την εκτέλεση εργασιών του προσωπικού ή του πλοίου, ακόμα και για την ασφάλεια του προσωπικού, του πλοίου και του περιβάλλοντος ποικίλουν σε μόνιμες ή φορητές συσκευές.

1.1 Μόνιμα συστήματα ανίχνευσης αερίων

Τα μόνιμα συστήματα ανίχνευσης αερίων είναι εγκατεστημένα σε διάφορους χώρους παρακολούθησης όπως δεξαμενές, κλειστοί χώροι, χώροι αποθήκευσης, χώροι με πτητικά υλικά και αέρια.

Αισθητήρια όργανα μετρούν της τιμές των αερίων, στον χώρο παρακολούθησης και μεταδίδονται ενσύρματα ή ασύρματα, σε μια μονάδα ελέγχου με μικροεπεξεργαστή. Η μονάδα ελέγχου είναι υπεύθυνη για την μετατροπή των αναλογικών ηλεκτρικών σημάτων των αισθητήρων σε ψηφιακό σήμα, την επεξεργασία των δεδομένων την παράσταση αυτών σε οθόνες ελέγχου και έγκαιρη ειδοποίηση του προσωπικού, όταν οι τιμές των αερίων ξεπεράσουν τα όρια ασφαλείας με οπτικοακουστικά μέσα ώστε να ληφθούν έγκαιρα τα κατάλληλα μέτρα για την απόσβεση του κινδύνου.



Εικόνα 1: Μόνιμο σύστημα ανίχνευσης αερίων.

(Πηγή: www.rkiinstruments.com)

1.2 Φορητές συσκευές ανίχνευσης αερίων

Οι φορητές συσκευές εξυπηρετούν το προσωπικό για την αποφυγή ατυχημάτων όπως, διαρροές, δηλητηρίαση από επικίνδυνα τοξικά αέρια, ασφυξία από έλλειψη οξυγόνου σε κλειστούς χώρους, πυρκαγιά ακόμη και έκρηξη από εύφλεκτα αέρια κατά την εκτέλεση εργασίας.

Ο χρήστης θα πρέπει πρώτα να εξοικειωθεί με τον σωστό χειρισμό της φορητής συσκευής, μελετώντας προσεκτικά της οδηγίες χρήσης του κατασκευαστή καθώς και τον σωστό τρόπο βαθμονόμησης (Calibration) τις κάθε συσκευής.

Σε περίπτωση φθοράς ή υπόνοιας μη σωστών ενδείξεων της συσκευής, θα πρέπει να συγκρίνεται με άλλες συσκευές και θα πρέπει πάντα να υπάρχουν στο πλοίο ανταλλακτικά για εξαρτήματα που έχουν υποστεί βλάβη. Η ακρίβεια των ενδείξεων πρέπει να ελέγχεται και η κάθε φορητή συσκευή να συντηρείται σύμφωνα με της οδηγίες του κατασκευαστή, τότε μόνο οι ενδείξεις των οργάνων αυτών, θα πρέπει να θεωρούνται ασφαλείς.



Εικόνα 2: Φορητές συσκευές ανίχνευσης αερίου

(Πηγή: www.rkiinstruments.com)

Κεφάλαιο II

Τα μέρη της φορητής συσκευής

Μια φορητή συσκευή ανίχνευσης αερίων αποτελείται από :

- Το κέλυφος της συσκευής (εξωτερικό περίβλημα), το οποίο είναι ανθεκτικό σε κραδασμούς, χτυπήματα, δεν προκαλεί σπινθηρισμό εάν χτυπηθεί από σκληρότερα υλικά, για την προστασία του δεξαμενοπλοίου από πυρκαγιά ή έκρηξη, συνήθως αποτελείται από πολυανθρακικό υλικό είναι αδιάβροχο με μεγάλη αντοχή στην εισροή σκόνης με το IP (Ingress Protection Code δηλώνει την προστασία που παρέχει το συγκεκριμένο περίβλημα στη διείσδυση στερεών και υγρών) να φτάνει μέχρι το 6.7 .
- Τον αισθητήρα αερίου, μια συσκευή μπορεί να φέρει πάνω από έναν αισθητήρα και ο κάθε αισθητήρας είναι κατασκευασμένος για την ανίχνευση ενός μόνο αερίου, διακρίνονται σε: ηλεκτροχημικούς αισθητήρες, καταλυτικής καύσης, θερμικής αγωγιμότητας, γαλβανικού στοιχείου και σε οπτικούς αισθητήρες αερίων, υπερύθρων και ανιχνευτή ιόντων.
- Την οθόνη ένδειξης των αποτελεσμάτων μέτρησης του ανιχνευτή, είναι μια οθόνη υγρών κρυστάλλων 5 έως 15 ιντσών, με δυνατότητα προβολής σε σκοτεινά και φωτεινά μέρη.
- Τα πλήκτρα χειρισμού της συσκευής, όπου είναι ειδικά σχεδιασμένα για να μπορούν να πατηθούν εύκολα και άνετα ακόμα και όταν ο χειριστής φοράει γάντια εργασίας.
- Την υποδοχή λήψης αερίου, για την διαδικασία βαθμονόμησης της συσκευής (calibration).
- Το ηχείο σήμανσης συναγερμού. Όταν η τιμή του αερίου μέτρησης υπερβεί τα ασφαλή όρια, ένας ήχος με ένταση έως 95 dB ενημερώνει τον χρήστη και με μικρότερης έντασης ήχο, κατά το πάτημα των πλήκτρων, για την ενημέρωση του χειριστή.
- Λαμπτήρες τύπου LED για τον φωτισμό της οθόνης και για την ένδειξη συναγερμού. Υπάρχουν εξωτερικά λαμπάκια όπου αναβοσβήνουν συνεχόμενα για την έγκαιρη ενημέρωση του χειριστή οπτικά σε περίπτωση συναγερμού.
- Ένα ηλεκτρικό μοτέρ δόνησης της συσκευής για την έγκαιρη ειδοποίηση του χρήστη σε κατάσταση συναγερμού της συσκευής.
- Ασύρματο πομπό. Κάποιοι τύποι φορητών ανιχνευτών αερίου διαθέτουν ασύρματο πομπό, για την μετάδοση των δεδομένων της μέτρησης σε έναν δέκτη (ηλεκτρονικός υπολογιστής) για απομακρυσμένο έλεγχο και καταγραφή των δεδομένων σε μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων.

- Έναν μικροεπεξεργαστή όπου διαχειρίζεται την λειτουργία όλων των παραπάνω συσκευών, και μετατρέπει το αναλογικό σήμα των αισθητήρων σε ψηφιακό σήμα, με την πραγματική τιμή των αερίων, για την ενημέρωση του χρήστη και την εύκολη διαχείριση της συσκευής.
- Μπαταρία για την τροφοδότηση της συσκευής, επαναφορτιζόμενη ή μη, τύπου AA, AAA ή τύπου κουμπιού (μπαταρία ρολογιού).
- Χειρολαβή για την εύκολη και άνετη μεταφορά της συσκευής. Μικρότερες σε μέγεθος συσκευές έχουν λουράκι για την τοποθέτηση της συσκευής στον καρπό του χρήστη (σαν ρολόι) ή “ κροκοδειλάκι ” για την ασφαλή τοποθέτηση της συσκευής στο κράνος, στην ζώνη ή πάνω στην φόρμα εργασίας.



Εικόνα 3: Τα μέρη της φορητής συσκευής

(Πηγή: www.rkiinstruments.com)

Κεφάλαιο III

Λειτουργία και είδη των αισθητήρων ανίχνευσης αερίων

Όπως αναφέρεται και στο 2^ο κεφάλαιο στα μέρη της φορητής συσκευής, ο κάθε αισθητήρας είναι φτιαγμένος για ένα και μόνο αέριο, και όλα τα αέρια δεν μπορούν να μετρηθούν από τον ίδιο τύπο αισθητήρα, λόγω της διαφοράς ιδιοτήτων του κάθε αερίου. Για τον λόγο αυτό υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων, οι οποίοι διακρίνονται σε ηλεκτροχημικούς και οπτικούς.

3.1 Αισθητήρας γαλβανικού στοιχείου

Ο αισθητήρας γαλβανικού στοιχείου, είναι ένας ηλεκτροχημικός αμπερομετρικός αισθητήρας, και χρησιμοποιείται για την μέτρηση οξυγόνου. Για να εξηγήσουμε τι κάνει ένας αισθητήρας γαλβανικού στοιχείου και πως λειτουργεί θα πάρουμε έναν αισθητήρα και θα αναλύσουμε τα διάφορα μέρη του αισθητήρα.

Επάνω δεξιά θα δείτε έναν αισθητήρα οξυγόνου γαλβανικού στοιχείου ολοκληρωμένο, από κάτω το εσωτερικό ενός αισθητήρα, όταν το εξωτερικό περίβλημα προστασίας έχει αφαιρεθεί. Το εσωτερικό του αισθητήρα φαίνεται στην κορυφή του κυκλώματος έναν συνδετήρα (αρσενικό βύσμα τύπου Molex, επίσης και άλλοι τύποι συνδετήρων χρησιμοποιούνται), και κάτω στο σώμα του αισθητήρα (το γαλβανικό στοιχείο), από όπου 2 υποδοχές/σύρματα πηγαίνουν στο κύκλωμα του αισθητήρα. Στην κάτω πλευρά του σώματος παρατηρούμε μια λευκή μεμβράνη απ' όπου πραγματοποιείται η πρόσληψη οξυγόνου. Όταν αφαιρέσουμε το κύκλωμα από το σώμα του αισθητήρα, θα παρατηρήσουμε κάποια ηλεκτρικά εξαρτήματα στο κάτω μέρος της πλακέτας. Στο εσωτερικό μέρος του σώματος παρατηρούμε μια εύκαμπτη μεμβράνη, που καλύπτει υγρό (ηλεκτρολύτη) και μερικά ηλεκτρόδια στο εσωτερικό του.



Εικόνα 4: Αισθητήρας γαλβανικού στοιχείου.

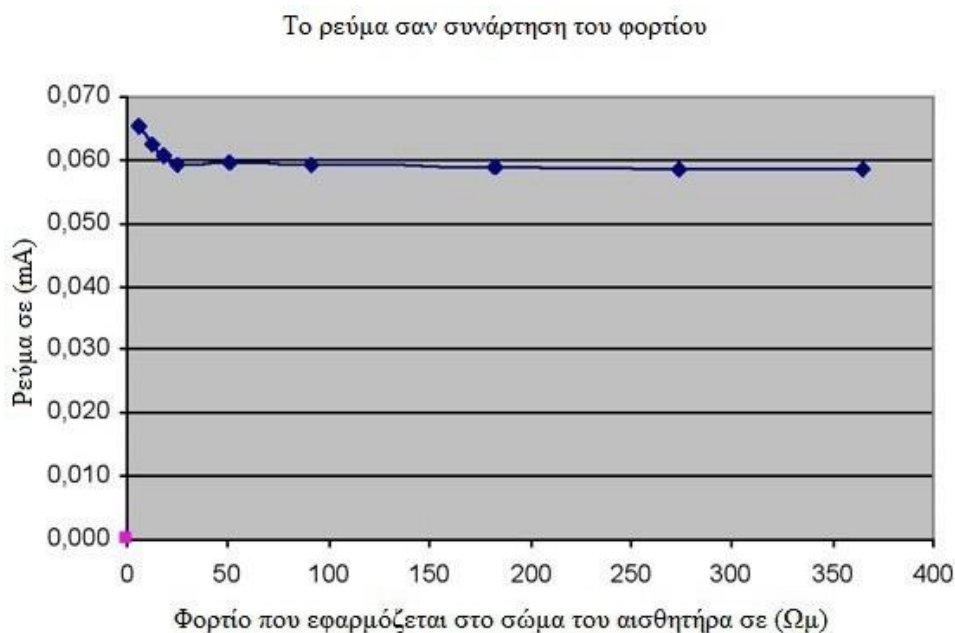
(Πηγή:<http://www.advanceddivermagazine.com/articles/sensors/sensors.html>)

Θα αναλύσουμε τώρα τα δύο αυτά μέρη.

Μέρος 1: Το τμήμα του γαλβανικού στοιχείου

Για να δούμε πως συμπεριφέρεται, θα κάνουμε μερικές εξετάσεις σε αυτό το μέρος και θα καταγράψουμε τα αποτελέσματα. Έχουμε υποβάλει το σώμα σε τρεις διαφορετικές παραμέτρους: Partial Pressure O₂ (Μερικός Αναλυτής πίεσης O₂), την θερμοκρασία και το φορτίο. Κάθε φορά μεταβάλλουμε μια παράμετρο, ενώ παραμένουν σταθερά τα υπόλοιπα 2, και μετράμε το ρεύμα που παρέχεται από το τμήμα.

1. Το ρεύμα που παρέχεται στο γαλβανικό στοιχείο, σε συνάρτηση του φορτίου, διατηρώντας παράλληλα την PPO₂ (0,21 bar) και την θερμοκρασία (20 °C) σταθερά. (Εφαρμογή φορτίου σημαίνει ότι συνδέουμε μια αντίσταση μεταξύ των 2 συρμάτων του σώματος, και στην συνέχεια μετράται το ρεύμα που περνά μέσα από την αντίσταση).



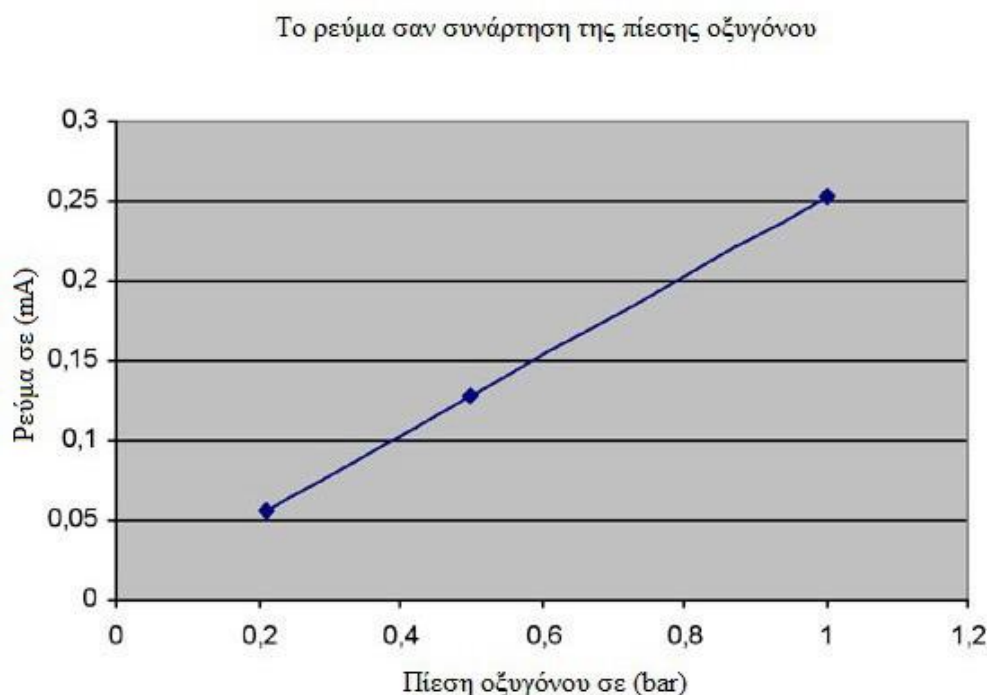
Εικόνα 5: Γραφική παράσταση ρεύματος/φορτίου

(Πηγή:<http://www.advanceddivermagazine.com/articles/sensors/sensors.html>)

Παρατηρούμε ότι, ακόμη και αν αλλάξουμε το φορτίο, (την αντίσταση) σε μια ευρεία κλίμακα από 20 Ohm μέχρι 500 Ohm, το ρεύμα που παρέχεται από το σώμα του αισθητήρα, σχεδόν δεν μεταβάλλεται. Η πρώτη δοκιμή δείχνει ότι το σώμα του αισθητήρα οξυγόνου είναι στην πραγματικότητα μια πηγή ρεύματος (και όχι τάσης), που σημαίνει ότι προσπαθεί να παραδώσει ένα ορισμένο ρεύμα, ανεξάρτητα από την αντίσταση που αισθάνεται κατά την παράδοση αυτού του ρεύματος. Τώρα αν εφαρμόσουμε τον νόμο του Ohm ($U = R \times I$, η τάση που μετράμε

επάνω σε μια αντίσταση είναι απευθείας γραμμική με το ρεύμα που διέρχεται από την αντίσταση). Αυτό σημαίνει ότι θα μετρήσει μια υψηλότερη τάση εάν αυξήσουμε το συνολικό φορτίο που εφαρμόζεται στο σώμα του αισθητήρα. (θα επανέλθω αργότερα σε αυτό, αλλά ήδη εδώ μπορείτε να δείτε από που προέρχεται ο όρος “περιορισμός του ρεύματος” για να μην λέμε για “περιορισμό τάσης”).

2. Το ρεύμα που παρέχεται από το σώμα του αισθητήρα, ως συνάρτηση της πίεσης του οξυγόνου (PPO_2), διατηρώντας παράλληλα το φορτίο (200 Ω) και την θερμοκρασία (20 $^{\circ}C$) σταθερά.



Εικόνα 6: Γραφική παράσταση ρεύματος/πίεσεως

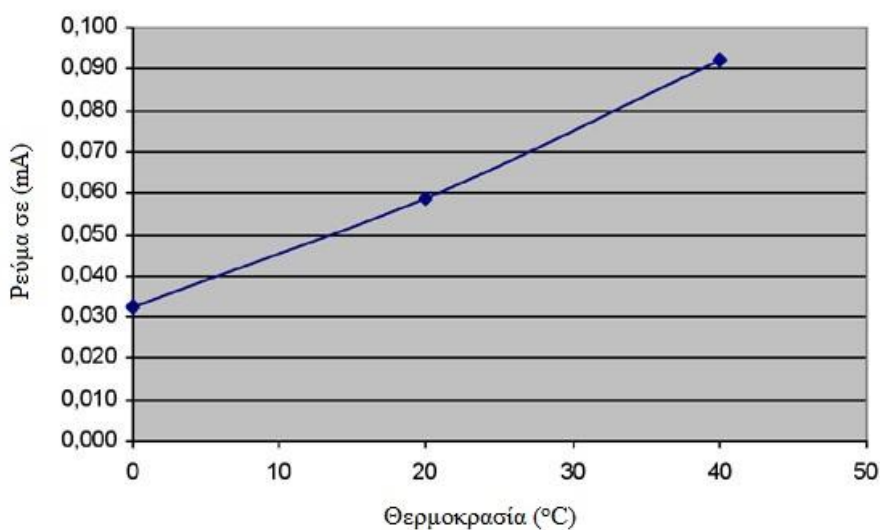
(Πηγή:<http://www.advanceddivermagazine.com/articles/sensors/sensors.html>)

Παρατηρούμε ότι όταν αυξηθεί η πίεση του οξυγόνου στο αέριο που έρχεται σε επαφή με τη μεμβράνη του σώματος του αισθητήρα, το ρεύμα που παρέχεται από τον αισθητήρα αυξάνεται, γραμμικά με την πίεση του οξυγόνου (PPO_2). Όταν το PPO_2 είναι στο μηδέν, το ρεύμα είναι επίσης μηδέν!

Έτσι καθίσταται σαφές, ότι όταν εφαρμόζεται ένα φορτίο στο σώμα του αισθητήρα, και μετράμε την τάση πάνω στο φορτίο, η τάση που παίρνουμε είναι ευθέως ανάλογη με την πίεση του οξυγόνου στο αέριο όπου ο αισθητήρας είναι τοποθετημένος.

3. Το ρεύμα που παρέχεται από το σώμα του αισθητήρα, ως συνάρτηση της θερμοκρασίας, διατηρώντας παράλληλα το φορτίο στα 200 Ω και την πίεση του οξυγόνου 0,21 bar σταθερά.

Το ρεύμα σαν συνάρτηση της θερμοκρασίας



Εικόνα 7: Γραφική παράσταση ρεύματος/θερμοκρασίας

(Πηγή:<http://www.advanceddiver magazine.com/articles/sensors/sensors.html>)

Παρατηρούμε ότι, όταν αυξηθεί η θερμοκρασία, το ρεύμα που παρέχεται από το σώμα του αισθητήρα επίσης αυξάνεται. Παρατηρούμε ότι η αύξηση δεν είναι ακριβώς γραμμική με τη θερμοκρασία. Είναι σαφώς ένα αποτέλεσμα που δεν θέλουμε να δούμε σε μια συσκευή που μετράει την περιεκτικότητα του οξυγόνου, καθώς το αποτέλεσμα είναι εμφανώς επηρεασμένο από τη θερμοκρασία.

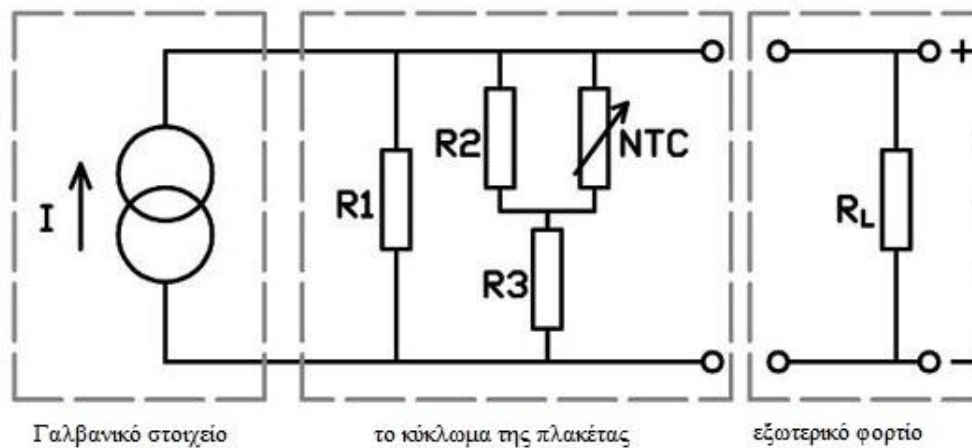
Συμπέρασμα : Η ανάλυση του σώματος του αισθητήρα, το ηλεκτροχημικό μέρος ή γαλβανικό στοιχείο είναι στην πραγματικότητα μια πηγή ρεύματος, δεν είναι μια πηγή τάσης, η οποία παρέχει ένα ρεύμα που είναι σχετικά ανεξάρτητο από το φορτίο (αντίσταση) που εφαρμόζεται στον αισθητήρα, αλλά αυτό σε μεγάλο βαθμό επηρεάζεται από τη θερμοκρασία. Έτσι, χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας, το αισθητήριο όργανο δεν είναι κατάλληλο για την μέτρηση περιεκτικότητας του οξυγόνου σε περιβάλλον με ασταθή θερμοκρασία.

Μέρος 2: Το κύκλωμα της πλακέτας του αισθητήρα.

Όταν αναλύσουμε το κύκλωμα της πλακέτας, θα βρούμε ένα δίκτυο με αντιστάσεις, που αποτελείται από τρεις κανονικές αντιστάσεις (R_1 , R_2 και R_3) και μία αντίσταση εξαρτώμενη από τη

θερμοκρασία, (ή θερμοστάτης) NTC (είναι μια αντίσταση που έχει αρνητικό συντελεστή θερμοκρασίας, η τιμή της αντίστασης θα μειωθεί κατά την αύξηση της θερμοκρασίας).

Σχηματικά μπορούμε να σχεδιάσουμε το κύκλωμα σαν αυτό: (μερικοί αισθητήρες μπορεί να έχουν διαφορετικό κύκλωμα, είναι μόνο για εξηγήσουμε τα μέρη του αισθητήρα).



Εικόνα 8: Τα μέρη του κυκλώματος ενός αισθητήρα γαλβανικού στοιχείου.

(Πηγή: <http://www.advanceddiver magazine.com/articles/sensors/sensors.html>)

Στα αριστερά έχουμε το γαλβανικό στοιχείο, (η πηγή ρεύματος), όπως αναλύεται και στο 1ο μέρος, στη μέση είναι το κύκλωμα της πλακέτας με το κύκλωμα των αντιστάσεων, και αριστερά για να ολοκληρωθεί το κύκλωμα έχουμε το “εξωτερικό φορτίο”. Οπότε,

- Χωρίς να κάνουμε περίπλοκους υπολογισμούς, αν εξετάσουμε προσεκτικά το μεσαίο τμήμα, τις τρεις σταθερές αντιστάσεις και το NTC, μπορούμε να καταλάβουμε ότι όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, (δεδομένου ότι η αντίσταση NTC μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας), η συνολική αντίσταση του δικτύου θα μειωθεί επίσης.
- Γνωρίζουμε ήδη ότι το ρεύμα που παρέχεται από το σώμα του αισθητήρα είναι ανεξάρτητο από το φορτίο (ώστε η έξοδος του γαλβανικού στοιχείου δεν θα αλλάξει επειδή απλά άλλαξε το φορτίο)
- Είδαμε επίσης ότι το ρεύμα που παρέχεται από το σώμα του γαλβανικού στοιχείου αυξάνεται όταν και η θερμοκρασία αυξάνεται.
- Σύμφωνα με τον νόμο του Ohm, $U=R \times I$ μας λέει ότι η τάση πάνω σε ένα δίκτυο αντίστασης ισούται με το γινόμενο της αντίστασης και του ρεύματος.

Το αποτέλεσμα είναι: Με την σωστή επιλογή του δικτύου αντίστασης, σε αυτήν την περίπτωση το “δίκτυο αντιστάθμισης θερμοκρασίας”, η τάση που μετρήθηκε μέσω του δικτύου παραμένει σταθερή ακόμη και με τη μεταβολή της θερμοκρασίας, εάν και μόνο εάν η αύξηση του ρεύματος I (λόγω αύξησης της θερμοκρασίας) αντισταθμίζεται από την μείωση της συνολικής αντίστασης R , έτσι ώστε τελικό αποτέλεσμα του I και R να μην αλλάζει (εφόσον δεν αλλάζει η PPO_2). Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο αντισταθμίζεται η επίδραση της θερμοκρασίας σε έναν αισθητήρα οξυγόνου. Αυτό μπορεί να λειτουργήσει μόνο επειδή ο ίδιος ο αισθητήρας είναι μια πηγή ρεύματος, και το ρεύμα μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα κύκλωμα αντιστάσεων, έτσι ώστε στο τέλος η τάση που μετρείται μέσα από αυτό το δίκτυο να είναι ανεξάρτητη από την θερμοκρασία.

Στις σχηματικές παραστάσεις είδαμε το «εξωτερικό φορτίο», που συνήθως προστίθενται στο εξωτερικό του αισθητήρα. Τώρα γιατί δεν είναι απλά ενσωματωμένο στην ηλεκτρονική πλακέτα; Γιατί χρειαζόμαστε αυτό το εξωτερικό φορτίο;

Ως επί το πλείστον δεν μετράμε απευθείας στην πίσω μεριά του αισθητήρα, στην υποδοχή Molex, άλλα σε κάποια απόσταση στα ηλεκτρονικά, στον υπολογιστή ή στον μετρητή πίεσεως οξυγόνου. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε ένα καλώδιο ανάμεσα στον αισθητήρα και των ηλεκτρονικών στοιχείων μέτρησης, για να ελαχιστοποιήσουμε της εξωτερικές επιρροές στα αποτελέσματα της μέτρησης, επιρροές ακτινοβολίας στο καλώδιο κ.λπ. (ονομάζεται επίσης και ως θόρυβος). Είναι ευκολότερο να έχουμε μια ροή μικρού ρεύματος στο καλώδιο προς το μέρος όπου μετράμε, και να τοποθετήσουμε στην άκρη του καλωδίου μια αντίσταση. Έτσι το εσωτερικό δίκτυο αντίστασης επιλέγεται στο να μας δίνει την καλύτερη δυνατή αντιστάθμιση θερμοκρασίας, εάν η ακριβής τιμή από το εξωτερικό φορτίο (όπως ορίζεται από τον κατασκευαστή του αισθητήρα) εφαρμόζεται στον αισθητήρα. Το 98-99% του ρεύματος που παρέχεται από το γαλβανικό στοιχείο περνάει μέσα από το εσωτερικό κύκλωμα των αντιστάσεων, και μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό του ρεύματος περνάει από το εξωτερικό φορτίο.

Γενικό συμπέρασμα: Ένας αισθητήρας οξυγόνου είναι ένας συνδυασμός από ένα ηλεκτροχημικό μέρος (η πηγή ρεύματος ή το γαλβανικό στοιχείο), και μια πλακέτα (δικτύου αντίστασης για την αντιστάθμιση της θερμοκρασίας) διατεταγμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούμε να μετρήσουμε την τάση εξόδου που είναι σχεδόν τέλεια γραμμική με την PPO_2 , όταν συνδέσουμε το σωστό εξωτερικό φορτίο.

Πλεονεκτήματα

Γραμμική, καλή επιλεκτικότητα, εξαιρετική δυνατότητα επανάληψης και ακρίβεια.

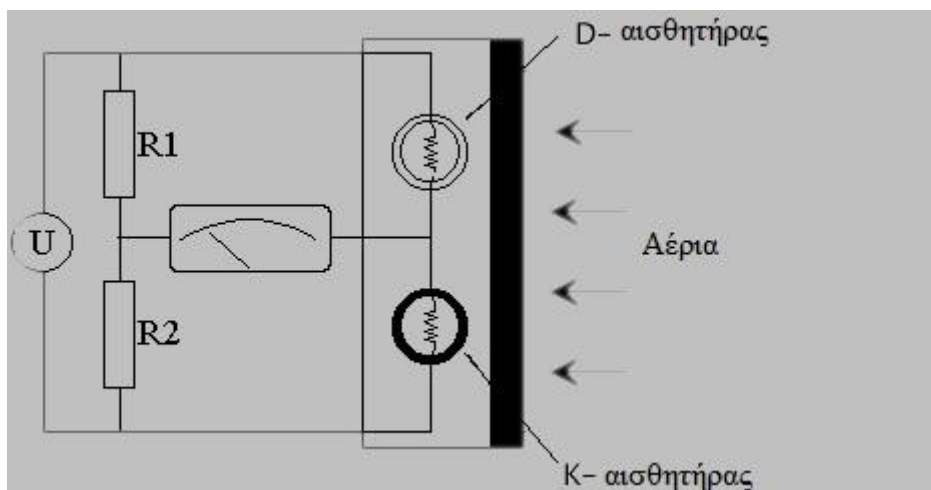
Μειονεκτήματα

Περιορισμένο εύρος θερμοκρασίας, ευαίσθητο στις μεταβολές της θερμοκρασίας. Υπερβολική υγρασία μπορεί να αποσταθεροποιήσει τον αισθητήρα, περιορισμένη διάρκεια ζωής αποθήκευσης, αργή εκκίνηση εάν αποπολωθεί.

3.2 Αισθητήρας καταλυτικής καύσης

Οι συσκευές μέτρησης και προειδοποίησης για εκρηκτικά αέρια και ατμούς χρησιμοποιούν κυρίως την καταλυτική καύση για αρχή μέτρησης. Η μέτρηση καταλυτικής καύσης γίνεται με τη βοήθεια μιας γέφυρας Wheatstone (είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μίας άγνωστης ηλεκτρικής αντίστασης με την εξισορρόπηση δύο άκρον ενός κυκλώματος γέφυρας, η λειτουργία του είναι παρόμοια με ένα ποτενσιόμετρο). Η μία πλευρά της γέφυρας έχει δύο αισθητήρες, τα οποία βρίσκονται στο εσωτερικό του θαλάμου μέτρησης. Οι αισθητήρες κατασκευάζονται από λεπτό σύρμα λευκόχρυσου που τυλίγεται σε μία σπείρα, παρόμοιο με το σύρμα σε ένα λαμπτήρα. Η άλλη πλευρά της γέφυρας βρίσκεται στα ηλεκτρονικά του πομπού. Το ποτενσιόμετρο σε αυτή την πλευρά της γέφυρας μπορεί να κάνει την βαθμονόμηση.

Ο αισθητήρας ανίχνευσης (D-αισθητήρας), είναι καταλυτικά ενεργός. Η καταλυτική καύση λαμβάνει χώρα στον D-αισθητήρα. Η καταλυτική καύση του αερίου και του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα προκαλεί μία αύξηση της θερμοκρασίας στην σπείρα πλατίνας, με αυτή την αύξηση της θερμοκρασίας, αλλάζει η αντίσταση του σύρματος, και η αλλαγή στην αντίσταση επηρεάζει τη γέφυρα Wheatstone. Ένας δεύτερος αισθητήρας είναι ο αισθητήρας “αποζημίωσης” (K-αισθητήρας). Ο K-αισθητήρας είναι καταλυτικά ανενεργός και δεν λαμβάνει χώρα στην αντίδραση, χρησιμοποιείται για την αντιστάθμιση της θερμοκρασίας, πίεσης και υγρασίας.



Εικόνα 9: Καταλυτικός αισθητήρας καύσης.

(Πηγή: http://www.gfg-inc.com/englisch/support/mess_wt.html)

Για τον D-αισθητήρα όλα τα εύφλεκτα αέρια καίγονται και μετατρέπονται σε ένα σήμα. Το ύψος του σήματος εξαρτάται από την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση του αερίου. Όταν ο αισθητήρας έχει βαθμονομηθεί για ένα αέριο, η ενίσχυση της γέφυρας ρυθμίζεται έτσι ώστε η συγκέντρωση του αερίου που αντιστοιχεί παρουσιάζεται στην οθόνη της συσκευής.

Ασφαλής βαθμονόμηση

Το πλεονέκτημα της καταλυτικής καύσης έγκειται στην μοναδική ικανότητά της να ανιχνεύει όλους τους εύφλεκτους τύπους αερίων και ατμών. Μέσω ασφαλής βαθμονόμησης ο πομπός μπορεί να βαθμονομηθεί για ένα αέριο στο οποίο η καταλυτική καύση αντιδρά με την λιγότερη “διασταυρούμενη” ευαισθησία. Στη συνέχεια ο συναγερμός είναι πιο αξιόπιστος και ανεξάρτητος από το επικίνδυνο αέριο.

Καταλύτες δηλητήρια

Στην καταλυτική καύση, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένα υλικά μπορεί να βλάψει τον καταλύτη. Αυτά είναι ειδικότερα, οι συνδυασμοί βαρέων μετάλλων (μολύβδου, υδραργύρου κλπ.), με θείο, και αλογονούχες ενώσεις όπως σιλικόνη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται ειδικοί αισθητήρες ή υπέρυθρα μέσα. Επιπλέον, ο αισθητήρας θα πρέπει να ελέγχεται για διασταυρούμενη ευαισθησία τακτικά.

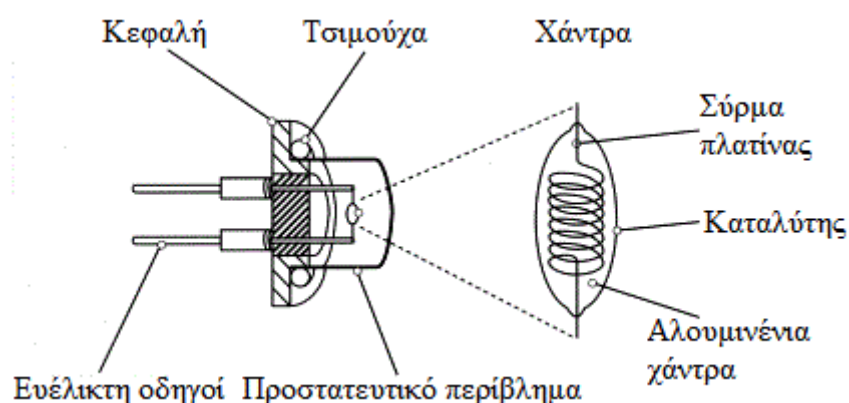
Pellistor καταλυτικός ανιχνευτής αερίου

Το Pellistor είναι ένας θερμοδομητήρας σε μικρογραφία που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ενέργειας που εκλύεται κατά την καύση ενός εύφλεκτου (καύσιμου) αερίου ή ατμού. Αποτελείται από ένα πηνίο μικρής διαμέτρου σύρμα λευκόχρυσου και υποστηρίζεται από μία πυρίμαχη χάντρα στην οποία εναποτίθεται ένα στρώμα καταλυτικού υλικού, όπου το αέριο καίγεται. Η σπείρα εξυπηρετεί δύο σκοπούς. Πρώτον, χρησιμοποιείται για να θερμάνει το σφαιρίδιο ηλεκτρικά με θερμοκρασία λειτουργίας περίπου 500°C, και δεύτερον, χρησιμοποιείται για την ανίχνευση μεταβολών της θερμοκρασίας που παράγεται από την οξείδωση του εύφλεκτου αερίου.

Οι πρώτες μορφές των καταλυτικών αισθητήρων αερίου αποτελείται αποκλειστικά από γυμνές σπείρες σύρματος από λευκόχρυσου, που λειτουργούν σε θερμοκρασία 800-1000 °C. Σε τέτοιες θερμοκρασίες το σύρμα λευκόχρυσου εξατμίζεται πολύ γρήγορα, προκαλώντας αποκλίσεις του σήματος λόγω της μείωσης της διαμέτρου του σύρματος. Η προδιαγραφή για ένα τέτοιο αισθητήρα, ο οποίος εξακολουθεί να παράγεται εμπορικά, δίνει διάρκεια ζωής 100 ωρών.

Η ενισχυμένη καταλυτική δραστηριότητα που προκύπτει από την μεγάλη επιφάνεια του καταλύτη, επιτρέπει την λειτουργία του σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες περίπου 500 °C, με αποτέλεσμα την χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της συσκευής. Η έννοια του Pellistor βασίζεται στο γεγονός, ότι ο πιο αλάνθαστος τρόπος για να καθορίσει την παρουσία εύφλεκτου αερίου στο περιβάλλον, είναι να εξετάσει ένα δείγμα προσπαθώντας να το κάψει.

Ένα Pellistor αποτελείται από ένα πολύ λεπτό πηνίο σύρματος όπου αναστέλλεται μεταξύ δύο θέσεων. Το πηνίο είναι ενσωματωμένο σε ένα δισκίο από κεραμικό υλικό, και στην επιφάνεια του σφαιριδίου υπάρχει ένα ειδικό στρώμα καταλύτη.

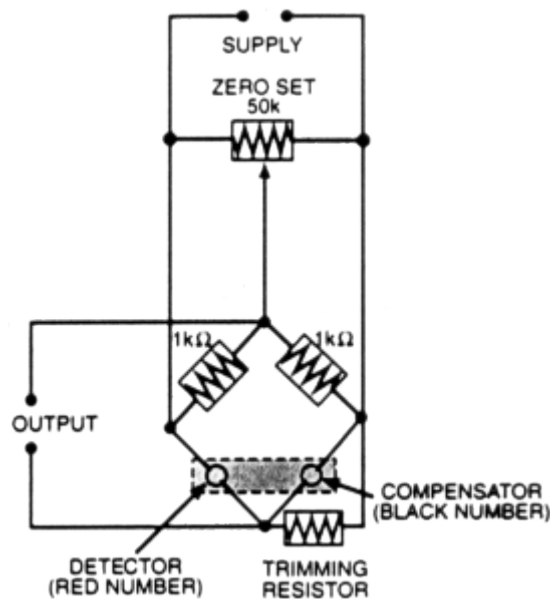


Εικόνα 10: Τα μέρη ενός Pellister αισθητήρα

(Πηγή: <http://www.sgxsensortech.com/site/sgx-sensortech-products-services/gas-sensors-industrial-safety/products-is/pellistor-catalytic-bead/>)

Κατά τη λειτουργία, ένα ρεύμα διέρχεται μέσα από το πηνίο, το οποίο θερμαίνει το σφαιρίδιο σε υψηλή θερμοκρασία. Όταν ένα εύφλεκτο μόριο αερίου έρχεται σε επαφή με το στρώμα του καταλύτη, το αέριο «καίει». Η αντίδραση λαμβάνει χώρα χωρίς φλόγα αφού το επίπεδο είναι κάτω του κατώτερου ορίου έκρηξης του αερίου. Ωστόσο, ακριβώς όπως σε μία αντίδραση καύσης, η θερμότητα απελευθερώνεται η οποία αυξάνει τη θερμοκρασία του σφαιριδίου. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί την αύξηση της ηλεκτρικής αντίστασης του πηνίου.

Υπάρχει και ένα άλλο σφαιρίδιο στο κύκλωμα το οποίο είναι πανομοιότυπο με το σφαιρίδιο ανιχνευτή, αλλά δεν περιέχει κανένα καταλύτη. Αυτή η χάνδρα θα αντιδράσει στην υγρασία, θερμοκρασία περιβάλλοντος κ.λπ., αλλά δεν θα αντιδράσει σε εύφλεκτα αέρια. Το μόνο που απαιτείται είναι η σύγκριση της αντίστασης του ενός σφαιριδίου έναντι του άλλου σφαιριδίου σε ένα κύκλωμα γέφυρας τύπου Wheatstone προκειμένου να ληφθεί ένα σημαντικό σήμα.



Εικόνα 11:Κύκλωμα γέφυρας τύπου Wheatstone.

(Πηγή: <http://www.sgxsensortech.com/site/sgx-sensortech-products-services/gas-sensors-industrial-safety/products-is/pellistor-catalytic-bead/>)

3.3 Αισθητήρας θερμικής αγωγιμότητας

Κάθε αέριο έχει μια γνωστή θερμική αγωγιμότητα (δηλαδή πόσο εύκολα μεταφέρεται η θερμότητα μέσα από το αέριο). Η θερμική αγωγιμότητα μετράται με έναν αισθητήρα που έχει τέσσερα όμοια νήματα (λεπτό σύρμα) που αλλάζουν αντίσταση ανάλογα με την θερμική αγωγιμότητα του αερίου που διαπερνά από πάνω.

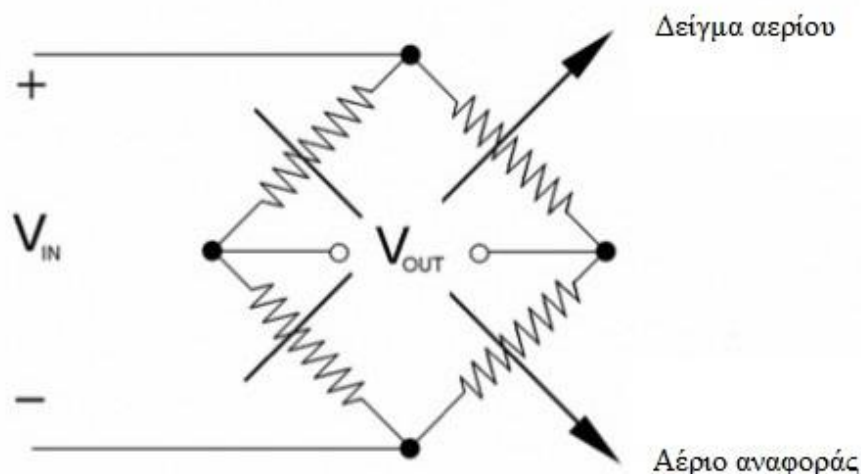
Θερμικές αγωγιμότητες των κοινών αερίων

Αέριο	Θερμική αγωγιμότητα
Άζωτο	5.680
Αιθάνιο	4.303
Αιθυλένιο	4.020
Αμμωνία	5.135
Αργκόν	3.880
Ασετιλίνη	4.400
Διοξείδιο του άνθρακα	3.393
Διοξείδιο του θείου	1.950
Ήλιο	33.60

Μεθάνιο	7.200
Μονοξείδιο του άνθρακα	5.425
Νέον	10.87
Νιτρικό οξείδιο	5.550
Οξυγόνο	5.700
Υδρογόνο	39.60
Υδρόθειο	3.045
Υποξείδιο του αζώτου	3.515
Χλώριο	1.829

Αρχή λειτουργίας για τον αισθητήρα θερμικής αγωγιμότητας

Ο αισθητήρας θερμικής αγωγιμότητας αερίου χρησιμοποιεί τέσσερα νήματα που αλλάζουν αντίσταση ανάλογα με την θερμική αγωγιμότητα του αερίου που διέρχεται από πάνω τους. Αυτά τα τέσσερα νήματα συνδέονται σε μία γέφυρα τύπου Wheatstone, όπως φαίνεται παρακάτω στο σχήμα.

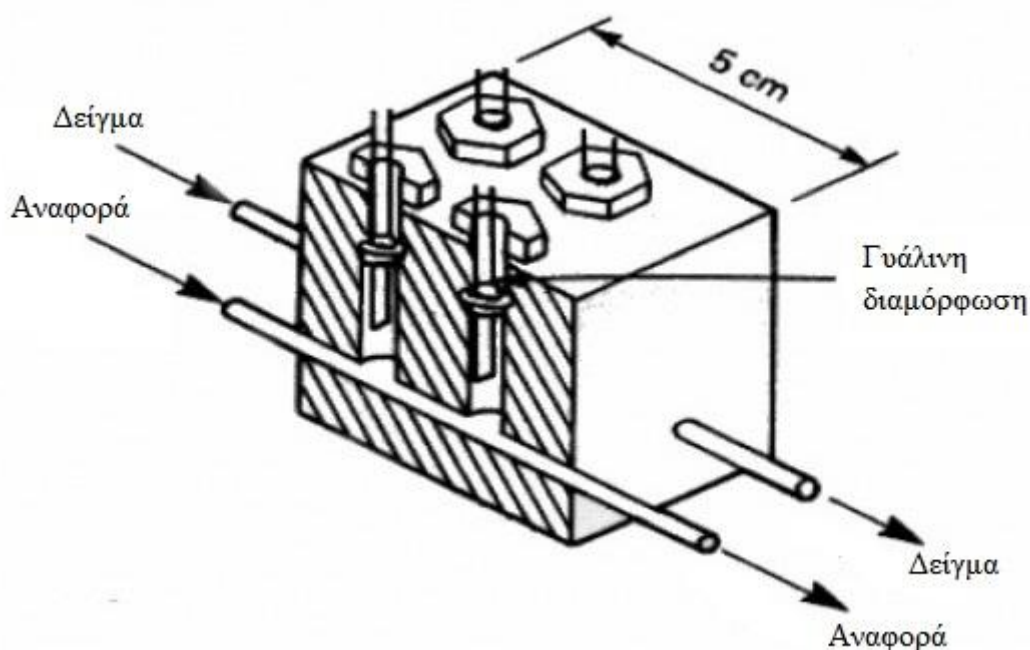


Εικόνα 12:Wheatstone Γέφυρα του ανιχνευτή θερμικής αγωγιμότητας.

(Πηγή: http://www.systechillinois.com/en/thermal-conductivity_52.html)

Όταν και οι τέσσερις αντιστάσεις είναι ίδιες, τότε η τάση εξόδου είναι μηδέν και η γέφυρα θεωρείται ισορροπημένη. Όταν μηδενίζεται, το αέριο αναφοράς περνά από όλα τα νήματα και η αντίσταση θα παραμείνει ίδια (επειδή τα νήματα αντιστοιχίζονται) και η γέφυρα είναι ισορροπημένη. Όταν το αέριο δείγμα διέρχεται πάνω από το μισό της γέφυρας, τότε η τιμή του

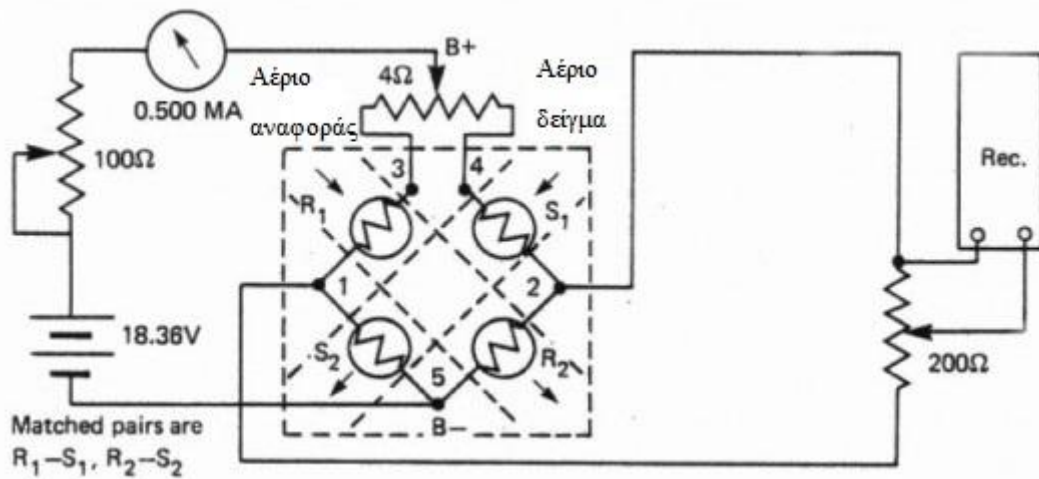
Νοῦτ συσχετίζεται με το περιεχόμενο του αερίου δείγματος. Ο ανιχνευτής αποτελείται από τέσσερα στοιχεία Katharometer, (Ένα katharometer είναι μια συσκευή θερμικής αγωγιμότητας για τον προσδιορισμό ενός αερίου σε ένα δυαδικό ή ψευδο-δυαδικό μίγμα. Λειτουργεί έχοντας δύο παράλληλους σωλήνες που περιέχουν και τα δύο, αέριο και πηνία θέρμανσης. Τα αέρια εξετάζονται συγκρίνοντας τον ρυθμό απώλειας θερμότητας από τα πηνία θέρμανσης στο αέριο. Τα πηνία είναι τοποθετημένα σε ένα κύκλωμα γέφυρας έτσι ώστε οι αλλαγές αντίστασης που οφείλονται στην άνιση ψύξη, να μπορεί να μετρηθεί) έχοντας δύο στοιχεία στο αέριο αναφοράς, και δύο στοιχεία στο αέριο δείγματος όπως φαίνεται παρακάτω στο σχήμα.



Εικόνα 13: Τομή του αισθητήρα θερμικής αγωγιμότητας.

(Πηγή: http://www.systechillinois.com/en/thermal-conductivity_52.html)

Τα τέσσερα στοιχεία είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα σε ένα κύκλωμα γέφυρας και ένα συνεχές ρεύμα διέρχεται μέσω της γέφυρας για να θερμάνει τα στοιχεία. Αν κάθε στοιχείο περιβάλλεται από το ίδιο αέριο, τότε η θερμοκρασία και ως εκ τούτου η αντίσταση του κάθε στοιχείου θα είναι παρόμοια και το κύκλωμα της γέφυρας θα είναι ισορροπημένο. Όταν το προς μέτρηση αέριο εισάγεται εντός του ρεύματος του αερίου δείγματος, τα δύο στοιχεία Katharometer σε αυτό το ρεύμα αερίου, θα πρέπει να ψύχεται σε μια μεγαλύτερη έκταση από ότι των δύο στοιχείων στο αέριο αναφοράς. Το κύκλωμα της γέφυρας θα βγει εκτός ισορροπίας και θα παράγει ένα σήμα τάσης, που σχετίζεται με την περιεκτικότητα του αερίου από το δείγμα αερίου.



Εικόνα 14: Ηλεκτρικό διάγραμμα του αισθητήρα θερμικής αγωγιμότητας.

(Πηγή: http://www.gfg-inc.com/englisch/support/mess_wt.html)

Εφαρμογή

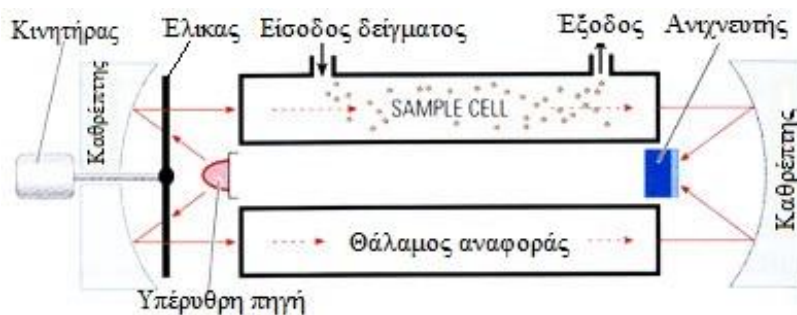
Μέτρηση της περιεκτικότητας του αερίου δείγματος από ένα μείγμα δείγματος/αναφοράς με σύγκριση της θερμικής αγωγιμότητας του μίγματος με εκείνη της αναφοράς. Για παράδειγμα, το υδρογόνο έχει θερμική αγωγιμότητα η οποία είναι περίπου επτά φορές μεγαλύτερη από εκείνη του αζώτου, έτσι ώστε οι μικρές αλλαγές να ανιχνεύονται εύκολα. Όλα τα άλλα κοινά αέρια έχουν θερμικές αγωγιμότητες που είναι παρόμοια με το άζωτο, έτσι η μέθοδος μέτρησης είναι αρκετά επιλεκτική. Το ήλιο είναι το μόνο αέριο με θερμική αγωγιμότητα συγκρίσιμη με αυτή του υδρογόνου. Άλλα αέρια που μπορούν να μετρηθούν χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνική:

- Διοξείδιο του άνθρακα
- Οξυγόνο
- Αργό
- Μεθάνιο
- Διοξείδιο του θείου
- Αμμωνία

3.4 Οπτικός αισθητήρας υπέρυθρων

Η μέθοδος ανίχνευσης υπέρυθρων, βασίζεται στην απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας σε συγκεκριμένα μήκη κύματος, καθώς περνά μέσα από έναν όγκο του αερίου. Συνήθως, δύο πηγές υπέρυθρου φωτός και ένα υπέρυθρο ανιχνευτή φωτός, μετρά την ένταση από δύο διαφορετικά μήκη κύματος, μία στο μήκος κύματος απορρόφησης και μία έξω από το μήκος κύματος απορρόφησης. Εάν παρεμβαίνει ένα αέριο μεταξύ της πηγής και του ανιχνευτή, το επίπεδο

ακτινοβολίας που εμπίπτει στον ανιχνευτή μειώνεται. Η συγκέντρωση του αερίου προσδιορίζεται συγκρίνοντας τις σχετικές τιμές μεταξύ των δύο μηκών κύματος.



Εικόνα 15: Υπέρυθρος ανιχνευτής διπλής δέσμης.

(Πηγή: http://www.rkiinstruments.com/pages/faq/Catalytic_Infrared_Sensors.htm)

Υπέρυθρη ανίχνευση αερίου, βασίζεται στην ικανότητα ορισμένων αερίων να απορροφούν την υπέρυθρη ακτινοβολία. Πολλοί υδρογονάνθρακες απορροφούν υπέρυθρες σε 3,4 μικρόμετρα περίπου, και σε αυτή την περιοχή το H₂O και το CO₂ είναι σχετικά διαφανείς. Υπάρχουν ορισμένοι υδρογονάνθρακες και άλλων εύφλεκτων αερίων που έχουν κακή ή καθόλου απόκριση στους υπέρυθρους ανιχνευτές. Εκτός από τα αρωματικά το ακετυλένιο, υδρογόνο, αμμωνία και το μονοξείδιο του άνθρακα δεν μπορούν να ανιχνευθούν με τη χρήση τεχνολογίας υπερούθρων με προδιαγραφή των 3,4 μικρομέτρων.

Πλεονεκτήματα

- Ανοσία σε μόλυνση και δηλητηρίαση του ανιχνευτή.
- Αναλώσιμα (πηγή και ανιχνευτής) τείνουν να ξεπεράσουν τους καταλυτικούς αισθητήρες.
- Μπορεί να βαθμονομηθεί σε λιγότερα χρονικά διαστήματα σε σχέση με έναν καταλυτικό ανιχνευτή.
- Ικανότητα λειτουργίας με απουσία οξυγόνου ή με εμπλουτισμένο οξυγόνο.
- Ικανότητα λειτουργίας σε συνεχή παρουσία του αερίου.
- Μπορεί να εκτελέσει μετρήσεις πιο αξιόπιστα σε μεταβαλλόμενες συνθήκες ροής.

Μειονεκτήματα

- Υψηλό κόστος αγοράς
- Αέρια τα οποία δεν απορροφούν υπέρυθρη ακτινοβολία (όπως το υδρογόνο) δεν είναι ανιχνεύσιμα.
- Η υψηλή υγρασία, σκόνη και διαβρωτικά στο περιβάλλοντα χώρο μπορεί να αυξήσει το κόστος συντήρησης του ανιχνευτή

- Η θερμοκρασία χρήσης του ανιχνευτή υπερύθρων είναι περιορισμένη σε σχέση με άλλους αισθητήρες.
- Μπορεί να μην αποδίδει καλά όταν υπάρχουν πολλαπλά αέρια.

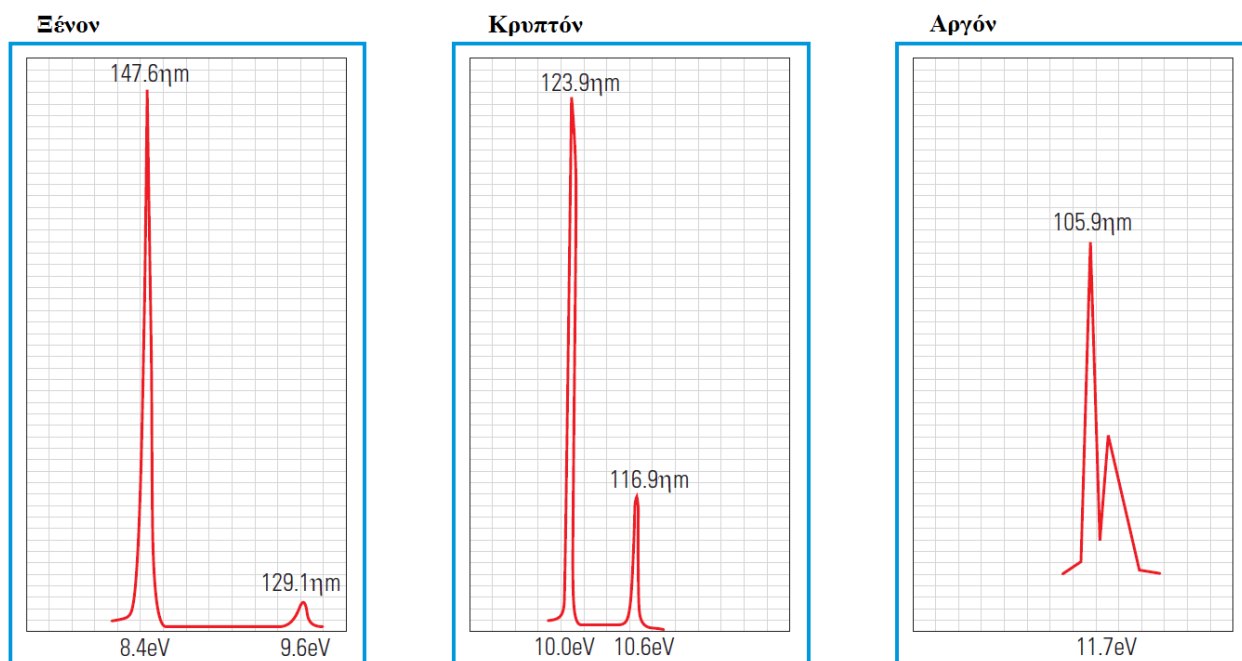
3.5 Αισθητήρας ανίχνευσης ιόντων

Ο ανιχνευτής φωτοϊονισμού χρησιμοποιεί υπεριώδες φως για να ιονίσει τα μόρια του αερίου, συνήθως χρησιμοποιείται για την ανίχνευση πτητικών οργανικών ενώσεων. Η Φορητή συσκευή φωτοϊονισμού έχει αποδειχθεί ότι είναι πρακτική, αξιόπιστη και προσφέρει γρήγορη απόκριση και ικανότητα να ανιχνεύσει χαμηλές συγκεντρώσεις αερίου.

Αρχή λειτουργίας

Η υπεριώδης (UV) είναι μία ομάδα ακτινοβολίας με υψηλή συχνότητα και είναι ακριβώς επάνω από το ορατό φως του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ακτινοβολίας. Τα μήκη κύματος της υπεριώδης ακτινοβολίας είναι σε μέγεθος νανομέτρων ($\text{nm} = 10^{-9}$ μέτρα) είναι πολύ μικρότερη οπ' όσον αφορά τα υπέρυθρα (IR) μήκη κύματος. Τα μήκη κύματος του υπέρυθρου φωτός για την ανάλυση αερίου είναι στην περιοχή μικρών, με 10^{-6} μέτρα. Επειδή τα μικρότερα μήκη κύματος έχουν υψηλότερες συχνότητες και συνεπώς περισσότερη ενέργεια, η υπεριώδης ακτινοβολία έχει περισσότερη ενέργεια από την ακτινοβολία υπερύθρων. Υπεριώδης επίπεδα ενέργειας ακτινοβολίας, συνήθως περιγράφεται με τον όρο ηλεκτρονιοβόλτ ή eV (ενέργεια που έχει αποκτηθεί όταν ένα σωματίδιο από ένα ηλεκτρονικό φορτίο επιταχύνεται μέσω ενός δυναμικού του ενός βολτ). Ένα μήκος κύματος σχετίζεται με το eV μέσω της σταθεράς του Planck (είναι μια θεμελιώδης σταθερά στην κβαντική φυσική) η οποία είναι $4,135 \times 10^{-5}$ eV (ένα ηλεκτρονιοβόλτ ισούται με $1,2395 \times 10^{-6}$ /μήκος κύματος σε nm. Ο όρος eV χρησιμοποιείται για λόγους ευκολίας, για να δώσει μια απλή αριθμητική έκφραση της ακτινοβόλου δύναμης).

Η καρδιά του ανιχνευτή είναι ο λαμπτήρας ανίχνευσης φωτοϊονισμού. Εξωτερικά μοιάζει με ιατρική αμπούλα και κατασκευάζεται σε διάφορα μεγέθη, ανάλογα με τον κατασκευαστή. Η λάμπα γεμίζεται με ένα χαμηλής πίεσης αδρανές αέριο. Όταν αυτό το αέριο ενεργοποιείται με ενέργεια σε συντονισμό με την φυσική συχνότητα των μορίων του αερίου τότε παράγεται μία υπεριώδης φασματική ακτινοβολία. Το μήκος κύματος του εκπεμπόμενου φωτός εξαρτάται από τον τύπο του αερίου στο λαμπτήρα. Για παράδειγμα, το κρυπτόν όταν διεγείρεται, θα εκπέμπει 123,9 nm και 116,9 nm ακτινοβολίας, ή το ισοδύναμο των 10 eV και 10,6 eV. Αυτός ο 10,6 eV λαμπτήρας, είναι ο πιο δημοφιλής που χρησιμοποιείται σήμερα σε όργανα ανίχνευσης φωτοϊονισμού. Επίσης και άλλα αέρια χρησιμοποιούνται.

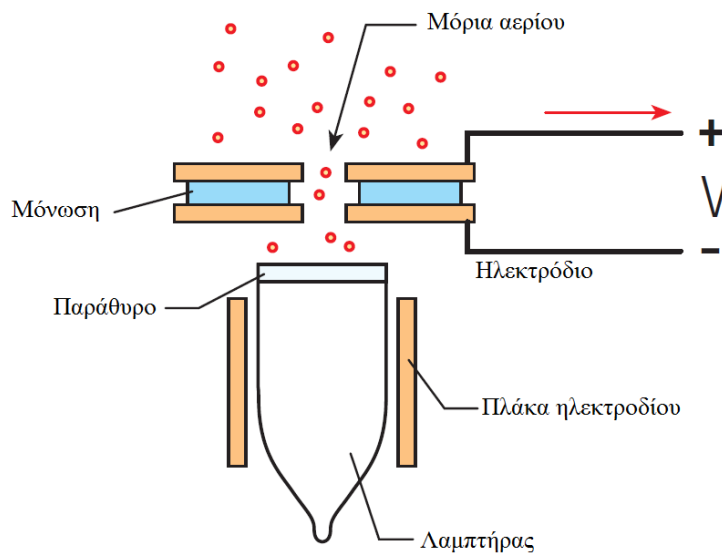


Εικόνα 16: Τα μήκη κύματος που εκπέμπεται από ξένον, κρυπτόν και αργό.

(Πηγή: <http://www.intlsensor.com/pdf/photoionization.pdf>)

Λαμπτήρας χωρίς ηλεκτρόδια. Αυτός ο λαμπτήρας συμπληρώνεται με ένα χαμηλής πίεσης αδρανές αέριο και δεν υπάρχουν ηλεκτρόδια στο εσωτερικό του. Η απλότητα αυτού του σχεδιασμού επιτρέπει το μικρό μέγεθος του λαμπτήρα καθιστώντας το αρκετά συμπαγή για τις φορητές συσκευές. Επειδή δεν υπάρχουν ηλεκτρόδια για να παρέχουν ρεύμα απευθείας στο αέριο, ο μόνος τρόπος για να διεγείρει τα μόρια αερίου είναι να χρησιμοποιήσει την ενέργεια ακτινοβολίας που μπορεί να διαπεράσει το τοίχωμα της λάμπας. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να επιτευχθεί αυτό. Μια μέθοδος είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Μία πιο δημοφιλής τεχνική, είναι να τοποθετηθεί ένα ζεύγος ηλεκτροδίων στο εξωτερικό τοίχωμα του λαμπτήρα. Ένα υψηλής τάσης, χαμηλού ρεύματος φόρτισης εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια, και η εφαρμοζόμενη ενέργεια είναι επαρκής για να διεγείρει τη χαμηλή πίεση του αερίου στο εσωτερικό του λαμπτήρα. Ο σχεδιασμός είναι παρόμοιος με ενός φθορίζοντος φωτός που χρησιμοποιείται σε ένα σπίτι αλλά σε πολύ μικρότερη κλίμακα.

Ειδικά υλικά παραθύρων (το γυαλί του λαμπτήρα) τοποθετούνται στο άκρο εκκένωσης του λαμπτήρα που επιτρέπουν την φασματική εκπομπή. Αυτό το υλικό παράθυρο είναι ένας κρύσταλλο που επιτρέπει την καλή μετάδοση του στοχοθετημένου υπεριώδους μήκος κύματος. Για παράδειγμα οι λαμπτήρες 10,6 eV χρησιμοποιούν αέριο κρυπτόν και παράθυρο από φθοριούχο μαγνήσιο. Αυτά τα παράθυρα είναι από μαλακό γυαλί και είναι αρκετά εύθραυστα. Είναι ακριβά, και απαιτούν ειδική φροντίδα και χειρισμό.



Εικόνα 17: Μια τυπική διαμόρφωση ανιχνευτή φωτοϊονισμού

(Πηγή: <http://www.intlsensor.com/pdf/photoionization.pdf>)

Ένα ζεύγος πλακών ηλεκτροδίων τοποθετούνται σε στενή γειτνίαση με το παράθυρο του λαμπτήρα, όπου το φως εκπέμπεται. Τα ηλεκτρόδια ωθούνται με μια σταθερή τάση συνεχούς ρεύματος, η οποία θα παράγει σήματα, σε περίπτωση που συμβούν μικρές αλλαγές στο ηλεκτρικό πεδίο. Καθώς κινούνται τα μόρια του αερίου μέσα στο πεδίο που ακτινοβολείται, στον χώρο μεταξύ των ηλεκτροδίων, ιονίζονται και τα ελεύθερα ηλεκτρόνια συλλέγονται στα ηλεκτρόδια, με αποτέλεσμα μια ροή ρεύματος σε μέγεθος που είναι ευθέως ανάλογη με το αέριο συγκέντρωσης.

Κάθε αέριο έχει το δικό του δυναμικό ιονισμού (ionization potential IP). Αέρια με τιμές δυναμικού ιονισμού κάτω από την έξοδο eV του λαμπτήρα θα ανιχνεύονται. Για τα περισσότερα φορητά όργανα, ο λαμπτήρας των 10,6 eV χρησιμοποιείται ευρέως επειδή ανιχνεύει πτητικές οργανικές ενώσεις, και ο λαμπτήρας καθαρίζετε εύκολα.

Χαρακτηριστικά

Αισθητήρες ανίχνευσης φωτοϊονισμού προσφέρουν γρήγορη απόκριση, για την ανίχνευση αρκετών πτητικών οργανικών ενώσεων. Θα ανταποκριθούν σε όλα τα αέρια που έχουν δυναμικό ιονισμού ίσο ή λιγότερο από την παραγωγή eV των λαμπτήρων τους.

Συντελεστής διόρθωσης.

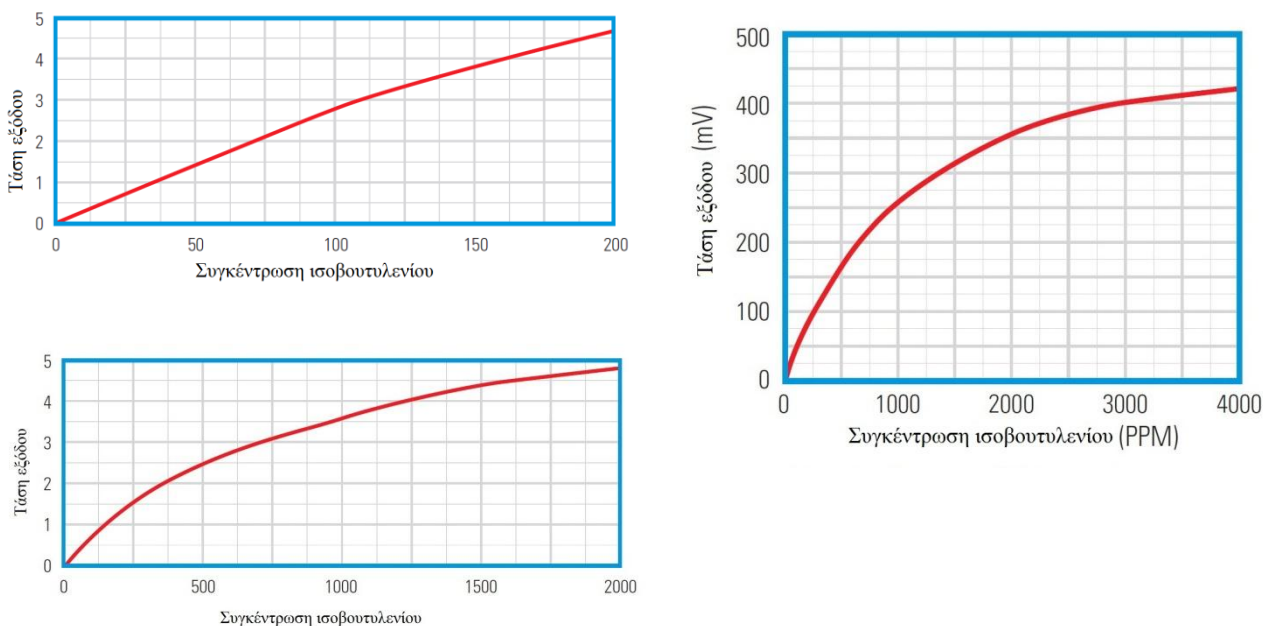
Οι ανιχνευτές φωτοϊονισμού είναι συνήθως βαθμονομημένα με ισοβουτυλένιο (ή μεθυλοπροπένιο ή βουτυλένιο είναι ένα αλκένιο, όπου είναι ένα από τα τέσσερα ισομερή βουτένια με τύπο C_4H_8), ένα σταθερό αέριο με ελαφρώς διαπεραστική οσμή. Αυτό το αέριο είναι εύκολο

στο χειρισμό και μπορεί να αποθηκευτεί σε υψηλή πίεση, επιτρέποντας φιάλες βαθμονόμησης να παρέχουν αρκετές διακριβώσεις. Όργανα φωτοϊονισμού συνήθως ανιχνεύουν αέρια σε χαμηλές συγκεντρώσεις, και τα περισσότερα από αυτά τα αέρια είναι συνήθως υγροί διαλύτες ή άλλα αέρια που δεν είναι εύκολο να βαθμονομηθούν. Έτσι είναι πιο εύκολο για την βαθμονόμηση αυτών των οργάνων, χρησιμοποιώντας ισοβουτυλένιο ως αέριο βαθμονόμησης. Οι αναγνώσεις για άλλα αέρια λαμβάνονται, πολλαπλασιάζοντας την ανάγνωση με ένα συντελεστή διόρθωσης. Για παράδειγμα το βενζόλιο έχει έναν συντελεστή διόρθωσης από 0,5, το οποίο σημαίνει ότι από την ανάγνωση των 100 ppm (parts per million μέρη ανά εκατομμύριο) ισοβουτυλενίου στον αισθητήρα δείχνει μια συγκέντρωση των 50 ppm βενζολίου. Για την αμμωνία, η οποία έχει συντελεστή απόκρισης 10, η ανάγνωση των 100 ppm στον αισθητήρα θα δείχνει μία συγκέντρωση αμμωνίας 1000 ppm. Οι κατασκευαστές των οργάνων συνήθως παρέχουν μία λίστα των διορθωτικών συντελεστών με το προϊόν τους. Ένα σημαντικό σημείο είναι ότι οι συντελεστές διόρθωσης δεν είναι απόλυτοι, και τα δεδομένα μπορεί να είναι ελαφρώς διαφορετικά από κατασκευαστή σε κατασκευαστή. Στην πραγματικότητα, αυτοί οι παράγοντες μπορεί να ποικίλουν από λαμπτήρα σε λαμπτήρα, και τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν, ανάλογα με την ποιότητα υπεριώδους ακτινοβολίας του λαμπτήρα κατά τη στιγμή της μέτρησης. Έτσι, για τις πιο ακριβείς μετρήσεις σε ειδικά αέρια, είναι αναγκαίο η μεμονωμένη βαθμονόμηση του αερίου που μας ενδιαφέρει.

Μηδενισμός του οργάνου μέτρησης για καλύτερα αποτελέσματα.

Σε γενικές γραμμές, η υψηλή υγρασία μειώνει την απόκριση κατά 30%, σε σύγκριση με ξηρό αέρα. Η ανίχνευση σε ξηρό άζωτο είναι 10-30% υψηλότερη απ' ό,τι σε ξηρό αέρα. Αν τα συστατικά του αερίου δείγματος περιλαμβάνουν αέρια που είναι ιονίσια, αλλά η δυνατότητα ιονισμού είναι πάνω από την δυνατότητα του λαμπτήρα ανίχνευσης, παρόλο που η ενέργεια της ακτινοβολίας δεν θα ιονίζει αυτά τα μόρια του αερίου, οι υπεριώδεις ακτίνες μπορούν να διασκορπιστούν και να απορροφηθούν, με αποτέλεσμα να αναγνώσει χαμηλότερες τιμές στην έξοδο. Αυτός είναι ένας λόγος, για τον μηδενισμό του αισθητήρα έναντι του αντιπροσωπευτικού αέρα, και προετοιμάζουμε ένα αέριο μίγμα για την βαθμονόμηση του αισθητήρα.

Η κοινή πρακτική βαθμονόμησης του οργάνου με ισοβουτυλένιο σε ένα μίγμα αέρα, χωρίς να κάνουμε διορθώσεις, οδηγεί σε ανακριβή ανάγνωση. Ο ανιχνευτής φωτοϊονισμού θα παρουσιάζει διαφορετικές μηδενικές αναγνώσεις όταν εκτίθεται σε άζωτο, ξηρό, καθαρό αέρα, και καθαρό αέρα περιβάλλοντος. Έτσι είναι καλύτερα ο μηδενισμός του αισθητήρα να γίνεται σε περιβάλλον που έχει ίδιες συνθήκες με το περιβάλλον που θα χρησιμοποιηθεί. Ο καθαρός αέρας περιβάλλοντος, είναι η καλύτερη επιλογή για τον μηδενισμό της συσκευής, καθώς και για την ανάμειξη του αερίου βαθμονόμησης.



Εικόνα 18: Καμπύλες απόκρισης 200 ppm, 2000 ppm και 4000 ppm ισοβουτυλενίου σε αέρα δωματίου

(Πηγή: <http://www.intlsensor.com/pdf/photoionization.pdf>)

Η έξοδος του αισθητήρα φωτοϊονισμού, είναι σχετικά γραμμική κάτω από 200 ppm και γίνεται κορεσμένη άνω των 2000 ppm. Παρατηρούμε ότι η καμπύλη των 200 ppm είναι σχετικά γραμμική, ενώ στην καμπύλη των 2000 ppm, στα 1000 ppm έχει μια τάση εξόδου 3,6 βολτ και στα 2000 ppm έχει τάση εξόδου 4,8 βολτ. Από την καμπύλη 4000 ppm βλέπουμε ότι ο ανιχνευτής γίνεται κορεσμένος. Έτσι αυτή η περιοχή εξόδου δεν μας παρέχει καλή ανάλυση.

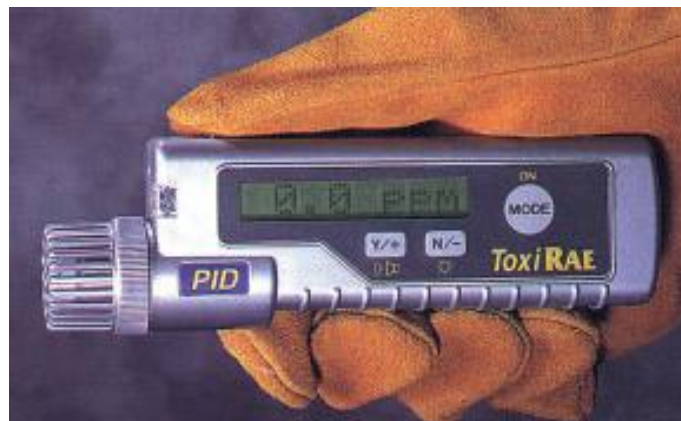
Εφαρμογές

Τα μέσα ανίχνευσης φωτοϊονισμού προσφέρουν πολύ γρήγορη απόκριση, υψηλή ακρίβεια και ευαισθησία για την ανίχνευση της χαμηλών ppm πτητικών οργανικών ενώσεων. Το μεγάλο μειονέκτημα αυτών των οργάνων είναι, ότι ο λαμπτήρας φωτοϊονισμού απαιτεί συχνό καθαρισμό. Επειδή το εξωτερικό περίβλημα του λαμπτήρα είναι άμεσα εκτεθειμένο στο ρεύμα του δείγματος, η κατάσταση του εξωτερικού περιβλήματος είναι πολύ κρίσιμη για την ακριβή ανάγνωση, και ένα βρώμικο περίβλημα θα παράγει διαφορετικά αποτελέσματα από ότι ένα καθαρό περίβλημα. Η συχνότητα του καθαρισμού που απαιτείται για το εξωτερικό περίβλημα εξαρτάται από τις συνθήκες ροής του δείγματος. Επειδή οι αισθητήρες φωτοϊονισμού απαιτούν περιοδικό καθαρισμό, και έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, δεν είναι πρακτική επιλογή για την χρήση τους σε σταθερούς σταθμούς, οι οποίοι παίρνουν συνεχώς δείγμα. Η χρήση τους περιορίζεται σε φορητά μοντέλα όπου απαιτούνται μόνο περιοδικές μετρήσεις.

Η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων εξαρτάται από τον τύπο της λάμπας. Γενικώς οι λαμπτήρες των 10,6 eV έχουν την μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, περίπου 6000 ώρες. Οι λαμπτήρες των 11,7 eV έχουν εξωτερικό περίβλημα φθοριούχου λιθίου που μεταδίδουν το μικρότερο μήκος κύματος φωτός, το οποίο επιτρέπει την ανίχνευση περισσότερων αερίων σε σύγκριση με τους χαμηλότερους λαμπτήρες eV. Ωστόσο, η ένταση του φωτός που εκπέμπουν είναι ασθενέστερη από το φως που εκπέμπουν οι λαμπτήρες με χαμηλότερο eV. Η ασθενή εκπεμπόμενη ενέργεια σημαίνει λιγότερα σήματα, με αποτέλεσμα τα όργανα να είναι λιγότερο σταθερά, και περισσότερο ευαίσθητα στην θερμοκρασία.

Έτσι οι λαμπτήρες των 11,7 eV συνήθως δεν χρησιμοποιούνται για γενικές εφαρμογές. Επιπλέον, το φθοριούχο λίθιο είναι υγροσκοπικό, το οποίο σημαίνει ότι οι κρύσταλλοι του φθοριούχου λιθίου προσελκύει και απορροφά υγρασία από τον αέρα, προκαλώντας την υποβάθμιση του παραθύρου.

Επίσης, δεν μπορούν να εκτεθούν σε καθαριστικούς διαλύτες, διότι οι περισσότεροι διαλύτες περιέχουν μικρές ποσότητες νερού. Ως εκ τούτου είναι απαραίτητο για τον καθαρισμό του λαμπτήρα, μία ειδική λεπτή σκόνη από οξείδιο του αλουμινίου.



Εικόνα 19: Ανιχνευτής φωτοϊονισμού

(Πηγή: <http://www.intlsensor.com/pdf/photoionization.pdf>)

3.6 Σωλήνας ανίχνευσης αερίου

Μια χαμηλού κόστους συσκευή, με έναν απλό χρωματομετρικό αισθητήρα, ικανό για την ανίχνευση και ταυτοποίηση των τοξικών αερίων. Ο σωλήνας ανίχνευσης είναι ένας λεπτός γυάλινος σωλήνας, όπου εξωτερικά είναι τυπωμένη μια κλιμακωτή βαθμονόμηση, με την οποία μπορούμε να διαβάσουμε απευθείας της συγκεντρώσεις των ουσιών (αερίων και ατμών) της

μέτρησης. Εσωτερικά περιέχει ένα αντιδραστήριο ανίχνευσης, που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην ουσία-στόχο και γρήγορα παράγει ένα διακριτό στρώμα αλλάζοντας χρώμα. Για να εξασφαλιστεί μια ένδειξη υψηλής ακρίβειας, η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα ελέγχεται αυστηρά, και το αντιδραστήριο ανίχνευσης είναι αυστηρά επιλεγμένος, με μακρόχρονη σταθερότητα (περίπου 3 χρόνια διάρκεια ζωής). Ο σωλήνας από μόνος του δεν μπορεί να πάρει δείγμα για μέτρηση, αναγκαστικά προσαρμόζεται επάνω σε μια συσκευή άντλησης του αέρα δείγματος.



Εικόνα 20: Χρωματομετρικός αισθητήρας σε σωλήνα.

(Πηγή: <http://www.raesystems.eu/products/colorimetric-gas-detection-tubes>)

Μέθοδοι δειγματοληψίας αερίου

- **Κενό**

Συνηθισμένη μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως στον κόσμο για το σύστημα σωλήνα. Το δείγμα του αέρα αναρροφάται μέσα από τον σωλήνα του ανιχνευτή χειροκίνητα, τραβώντας τη λαβή της αντλίας δειγματοληψίας. Εύκολο, γρήγορο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιονδήποτε οπουδήποτε.

- **Έγχυση**

Χρησιμοποιείται για ορισμένους τύπους σωλήνων ανίχνευσης αερίων. Το δείγμα πρώτα έλκεται σε μία σύριγγα πριν εγχυθεί μέσα στο σωλήνα του ανιχνευτή. Υπάρχουν πολυάριθμες υψηλής συγκέντρωσης εφαρμογές μέτρησης αυτού του τύπου, διατίθενται για το διοξείδιο του άνθρακα, προπάνιο κλπ.

- **Αντλία δειγματοληψίας**

Δείγμα αέρος αυτόματα αναρροφάται από έναν ηλεκτρικό κινητήρα της αντλίας σε μία συγκεκριμένη τιμή για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

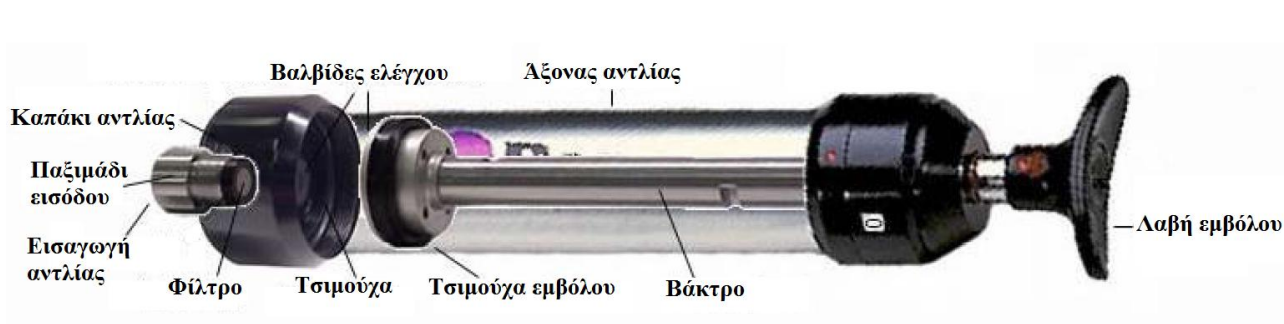
- **Πεπιεσμένου αέρα**

Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται για τη μέτρηση πεπιεσμένου αέρα ή αερίου από ένα συμπιεστή ή από ένα δοχείο υπό πίεση. Ο πεπιεσμένος αέρας δειγματοληπτείται, με την προσάρτηση μιας βαλβίδας μείωσης της πίεσης, με ρυθμιστή ροής (μεταξύ του δοχείου και του σωλήνα ανίχνευσης), ώστε να μπορέσει η πίεση του αέρα/αερίου μέσα στο δοχείο να

ρέει μέσω του ρυθμιστή ροής, μέσα στο σωλήνα του ανιχνευτή, σε σταθερό ρυθμό ροής για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

- **Διάχυση**

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε ορισμένα συστήματα σωλήνων αερίου. Αέρας δεν αναρροφάται από την αντλία δειγματοληψίας, αλλά αφήνεται να διαχυθεί μέσα σε ένα σωλήνα του ανιχνευτή, και τοποθετείται σε περιβάλλον εργασίας ή εργαστηριακό περιβάλλον. Ο διαχυτής επιταχύνει το ρυθμό διάχυσης του αερίου και η μέση τιμή του αερίου αποκτάται σε ένα χρονικό διάστημα 1-10 ωρών.



Εικόνα 21: Χειροκίνητη αντλία του σωλήνα

(Πηγή: <http://www.raesystems.eu/products/colorimetric-gas-detection-tubes>)

Εύρος μέτρησης

Για τους περισσότερους ανιχνευτές τύπου σωλήνα, εφόσον η αλλαγή των στρωμάτων χρώματος υπερβαίνει ή δεν φθάνει την κλίμακα βαθμονόμησης κατά την διάρκεια των μετρήσεων, με το πρότυπο όγκο δείγματος, οι συγκεντρώσεις εκτός της κλίμακας βαθμονόμησης μπορούν να μετρηθούν με την αλλαγή του όγκου του δείγματος αναλόγως.

- Όταν το στρώμα χρώματος δεν φτάνει στην κλίμακα βαθμονόμησης, η δειγματοληψία επαναλαμβάνεται μέχρις ότου ο αποχρωματισμός φθάσει το ελάχιστο μέγεθος. Στη συνέχεια, η αναγραφόμενη τιμή διαιρείται με τον αριθμό των εμβολισμών της αντλίας (σε ορισμένες περιπτώσεις, πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή διόρθωσης) για την πραγματική συγκέντρωση.
- Όταν τα στρώματα χρώματος ξεπεράσουν την κλίμακα βαθμονόμησης, αντικαθιστούμε τον σωλήνα με ένα καινούριο και παίρνουμε ξανά δείγμα μισού όγκου σε σχέση με το κανονικό όγκο μέτρησης. Όταν ο αποχρωματισμός παραμείνει εντός της βαθμονομημένης κλίμακας η ανάγνωση του σωλήνα θα πρέπει να διπλασιαστεί (ή πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή διόρθωσης) για το προσδιορισμό της πραγματικής συγκέντρωσης.

Κεφάλαιο IV

Λειτουργία, ρύθμιση και συντήρηση φορητών συσκευών

Σε όλες της φορητές συσκευές είναι απαραίτητο το άτομο που θα τις χρησιμοποιήσει να μελετήσει προσεκτικά τις οδηγίες χρήσης του κατασκευαστή, για το σωστό τρόπο λειτουργίας της κάθε συσκευής. Θα πρέπει να γνωρίζει καλά τους ελέγχους που πρέπει να κάνει πριν από κάθε μέτρηση, καθώς και το σωστό τρόπο βαθμονόμησης της κάθε συσκευής, σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Το παραμικρό λάθος που μπορεί να κάνει ο χρήστης της φορητής συσκευής από άγνοια της σωστής χρήσης, πολύ πιθανό να έχει αντίθετα αποτελέσματα από τα επιθυμητά.

4.1 Calibration (βαθμονόμηση της συσκευής)

Οι αισθητήρες αερίου πρέπει να βαθμονομούνται και να ελέγχονται περιοδικά, για να εξασφαλιστεί η ακρίβεια του αισθητήρα και η ακεραιότητα του συστήματος. Τα διαστήματα μεταξύ βαθμονόμησης μπορεί να διαφέρει από αισθητήρα σε αισθητήρα. Ο κατασκευαστής του αισθητήρα συστήνει ένα χρονικό διάστημα βαθμονόμησης της συσκευής. Κατά τη διάρκεια των πρώτων 30 ημερών, ο αισθητήρας θα πρέπει να ελέγχεται κάθε εβδομάδα. Στην συνέχεια θα πρέπει να γίνεται ένα πρόγραμμα συντήρησης, συμπεριλαμβανομένων των διαστημάτων βαθμονόμησης.

Κανονικά, μία μηνιαία βαθμονόμηση είναι επαρκή για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η ευαισθησία του κάθε αισθητήρα. Η διαδικασία βαθμονόμησης θα πρέπει να είναι απλή, άμεση και να εκτελείται εύκολα από μη τεχνικό προσωπικό. Η βαθμονόμηση είναι απλά ένας έλεγχος ασφαλείας, σε αντίθεση με εργαστηριακούς αναλυτές που απαιτούν υψηλό βαθμό ακρίβειας. Η βαθμονόμηση του αισθητήρα αερίου περιλαμβάνει δύο στάδια. Πρώτα πρέπει να οριστεί το “μηδέν” και στη συνέχεια πρέπει να ορίζεται η ακριβής τιμή του αερίου.

Στάδιο πρώτο: Ρυθμίζοντας την “μηδέν” ένδειξη

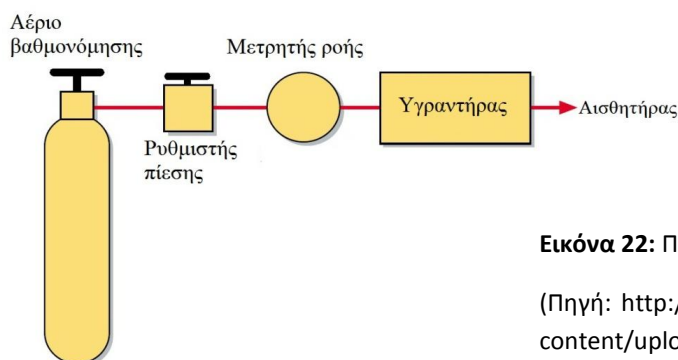
Δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο που καθορίζει τον μηδέν αέριο στον αέρα. Πολλές αναλυτικές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων ειδικών διαδικασιών ανάλυσης, χρησιμοποιούν καθαρό άζωτο ή καθαρό συνθετικό αέρα για την επίτευξη του σημείου μηδέν. Ο λόγος είναι ότι το εμφιαλωμένο άζωτο και ο καθαρός συνθετικός αέρας είναι άμεσα διαθέσιμα.

Ως εκ τούτου, είναι πολύ πιο ρεαλιστικό και πρακτικό στο “μηδενισμό” του αισθητήρα να χρησιμοποιηθεί ο αέρας που περιβάλλει τον αισθητήρα, όταν η περιοχή θεωρείται ότι είναι καθαρή. Αυτό το σημείο αναφοράς δύσκολα μπορεί να καθοριστεί. Ένα καλό σημείο αναφοράς μπορεί να είναι στην περιοχή όπου ο αέρας θεωρείται πάντα καθαρός, όπως σε μία περιοχή γραφείου. Αυτό θα δώσει μια πιο ρεαλιστική απεικόνιση του σημείου μηδέν, διότι θα είναι εκπρόσωπος του τοπικού αέρα περιβάλλοντος.

Μέθοδοι βαθμονόμησης.

Λαμβάνοντας όλους τους παράγοντες υπόψη, όπως ο τύπος του αισθητήρα και τις προϋποθέσεις της εφαρμογής, οι ακόλουθοι μέθοδοι βαθμονόμησης είναι μερικές προτεινόμενες:

- Σε εφαρμογές όπου ο αέρας του περιβάλλοντος είναι συνήθως καθαρός, και με βάση την απόφαση του χειριστή, ότι δεν υπάρχει κάποια ανώμαλη κατάσταση και η συσκευή υποδεικνύει μια ανάγνωση κοντά στο μηδέν, η διαδικασία μηδενισμού του αισθητήρα μπορεί να παραλειφθεί. Σε περίπτωση αμφιβολίας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια πλαστική σακούλα, για να πάρουμε ένα δείγμα καθαρού αέρα από την εγκατάσταση, κατόπιν εκθέτουμε τον αισθητήρα για μερικά λεπτά στον αέρα της σακούλας. Αυτή είναι μια πολύ γρήγορη και εύκολη διαδικασία.
- Συμπιεσμένος αέρας έχει το πλεονέκτημα της ευκολίας ρύθμισης και μπορεί να μεταφερθεί μέσω μίας φιάλης. Ωστόσο, περιέχει μικρές συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων, μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του άνθρακα, και ενδεχομένως άλλα αέρια παρεμβολής. Επίσης, ο αέρας της φιάλης έχει πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Μία λύση σε αυτό είναι να φιλτραριστεί ο αέρας μέσω ενεργού άνθρακα για να αφαιρεθούν τα ανεπιθύμητα αέρια και μπορούν να προστεθούν υδατμοί στον αέρα χρησιμοποιώντας ένα υγραντήρα. Μετά από



Εικόνα 22: Προσθήκη υγρασίας στον αέρα βαθμονόμησης

(Πηγή: <http://www.permapure.com/wp/wp-content/uploads/calibration.pdf>)

αυτή τη ρύθμιση, ο αέρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βαθμονόμηση στους περισσότερους τύπους αισθητήρων. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το μονοξείδιο του άνθρακα δεν απομακρύνεται με φίλτρα ενεργού άνθρακα. Συνεπώς, πρέπει να βεβαιωθούμε ότι η συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα, είναι ίδια με τον

ατμοσφαιρικό αέρα. Επιπλέον, ένα φίλτρο ανθρακικού νατρίου θα πρέπει να χρησιμοποιείται για την αφαίρεση του διοξειδίου του άνθρακα.

Στάδιο δεύτερο: ρύθμιση βαθμονόμησης

Η ακριβής ρύθμιση βαθμονόμησης μπορεί να είναι αρκετά εύκολη η μπορεί να είναι αρκετά περίπλοκη και δαπανηρή, ανάλογα με τον τύπο του αερίου και το φάσμα συγκέντρωσης. Για να πετύχουμε τη μέγιστη ακρίβεια, ένα μίγμα με το αέριο ανίχνευσης ισορροπημένο με τον αέρα του περιβάλλοντος, είναι το καλύτερο αέριο για τη βαθμονόμηση. Ωστόσο, αυτό απαιτεί πιο εξειδικευμένο χειριστή. Στην πράξη, τα περισσότερα αέρια βαθμονόμησης αγοράζονται από εμπορικούς προμηθευτές.

Αναμεμιγμένα αέρια βαθμονόμησης.

Αυτός είναι ο πιο δημοφιλής τρόπος για τη βαθμονόμηση των αισθητήρων αερίου. Μείγματα αερίων συμπιέζονται και αποθηκεύονται υπό πίεση σε μία φιάλη αερίου. Οι φιάλες είναι διαθέσιμες σε πολλά μεγέθη, αλλά στο μεγαλύτερο εύρος βαθμονόμησης χρησιμοποιούνται οι μικρές και ελαφριές φιάλες. Αυτές οι μικρές και φορητές φιάλες διατίθενται σε δύο κατηγορίες: χαμηλής πίεσης και υψηλής πίεσης.

Οι χαμηλής πίεσης φιάλες, έχουν λεπτά τοιχώματα, είναι ελαφριές, συνήθως έχουν ανεπίστροφη βαλβίδα και είναι μιας χρήσης. Οι υψηλής πίεσης φιάλες έχουν σχεδιαστεί για να εμφιαλώνουν επικίνδυνες χημικές ουσίες. Για την βαθμονόμηση αερίου, αυτές οι φιάλες κατασκευάζονται από χοντρά τοιχώματα αλουμινίου η οποία έχει μια πίεση λειτουργίας 2000 psi.

Για να πάρουμε το αρκετά πεπιεσμένο αέριο από την φιάλη για τη βαθμονόμηση του αισθητήρα, ένα συγκρότημα ρύθμισης είναι απαραίτητο. Αυτό το συγκρότημα αποτελείται από έναν ρυθμιστή πίεσης, μανόμετρο και ένα στόμιο για το περιορισμό της ροής. Το στόμιο έχει μια πολύ μικρή τρύπα που επιτρέπει μια σταθερή ροή του αέρα, σε μία δεδομένη διαφορά πίεσης. Κατά τη λειτουργία, η υψηλή πίεση από τη φιάλη μειώνεται σε χαμηλότερη πίεση, η οποία παρέχει μια σταθερή ροή του αέρα μέσω του στομίου. Οι ρυθμοί ροής μεταξύ 600-1000 cm²/λεπτό είναι οι πιο



Εικόνα 23: Χαμηλής και υψηλής πίεσης φιάλες βαθμονόμησης

(Πηγή: <http://www.permapure.com/wp/wp-content/uploads/calibration.pdf>)

συνηθισμένες. Τα μοντέλα μπορεί να είναι εφοδιασμένα με έναν ρυθμιστή πίεσης, έτσι ώστε ο ρυθμός ροής να μπορεί να ρυθμιστεί αναλόγως.

Πολλά αέρια μπορούν να αναμιγνύονται με αέρα και να αποθηκεύονται υπό πίεση, αλλά μερικά αέρια αναμιγνύονται μόνο με αδρανές αέριο όπως το άζωτο. Μερικά μείγματα μπορούν να αποθηκεύονται μόνο σε φιάλες που είναι ειδικά επεξεργασμένα ή συσκευασμένα. Κάθε τύπος μείγματος έχει διαφορετικό χρονικό διάστημα πριν από τη λήξη του. Λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την αποθήκευση και τη διάρκεια ζωής μπορεί να λαμβάνονται από τον κατασκευαστή.

Συσκευές διαπέρασης

Μια συσκευή διαπέρασης είναι ένα σφραγισμένο δοχείο που περιέχει χημικές ουσίες σε υγρή και αέρια φάση ισορροπίας. Τα μόρια του αερίου είτε διεισδύουν μέσα από το διαπερατό τοίχωμα του δοχείου είτε από το καπάκι. Ο ρυθμός με τον οποίο τα μόρια του αερίου εξάγονται από το δοχείο εξαρτάται από την διαπερατότητα του υλικού και της θερμοκρασίας. Ο ρυθμός διαπέρασης είναι σταθερός για μια μεγάλη χρονική περίοδο. Σε ένα γνωστό ρυθμό διαπέρασης σε μία δεδομένη θερμοκρασία, μια συνεχής ροή του αέρα αναμιγνύεται με το χημικό διαπέρασης. Ένας βαθμονομητής με σταθερή θερμοκρασία και ρυθμιστή ροής είναι απαραίτητος. Ωστόσο, ο σωλήνας διαπέρασης εκπέμπει συνεχώς χημικές ουσίες σε σταθερό ρυθμό δημιουργώντας έτσι πρόβλημα αποθήκευσης και ασφάλειας. Επίσης, ο ρυθμός διαπέρασης για ένα δεδομένο αέριο μπορεί να είναι πολύ υψηλός ή πολύ χαμηλός για μια δεδομένη εφαρμογή. Συσκευές διαπερατότητας συνήθως χρησιμοποιούνται σε εργαστήρια και σε εφαρμογές με αναλυτές. Για τις εφαρμογές παρακολούθησης αερίων, οι συγκεντρώσεις που απαιτούνται για τη



Εικόνα 24: Σωλήνες διαπέρασης

βαθμονόμηση του αισθητήρα είναι συνήθως πολύ υψηλές για τη συσκευή διαπέρασης. Ως εκ τούτου, η χρήση τους είναι περιορισμένη.

(Πηγή: <http://www.permapure.com/wp/wp-content/uploads/calibration.pdf>)

Διασταυρωμένη (Cross) βαθμονόμηση

Η διασταυρωμένη βαθμονόμηση εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι ο κάθε αισθητήρας υπόκειται σε παρεμβολές από άλλα αέρια. Για παράδειγμα, για έναν αισθητήρα που είναι βαθμονομημένος με 100% εξάνιο (είναι ένα αλκάνιο, δηλαδή άκυκλος κορεσμένος υδρογονάνθρακας, με χημικό τύπο C_6H_{14}), θα είναι ευκολότερο να χρησιμοποιηθεί 50% αέριο

μεθανίου για τη βαθμονόμηση του αισθητήρα αντί να χρησιμοποιήσει ένα πραγματικό μίγμα εξανίου. Αυτό γίνεται διότι το εξάνιο είναι υγρό σε θερμοκρασία δωματίου και έχει χαμηλή πίεση ατμού. Ως εκ τούτου, είναι πιο δύσκολο να κάνουμε ακριβές μείγμα και να το κρατήσουμε σε υψηλή πίεση. Από την άλλη πλευρά, το μεθάνιο έχει πολύ υψηλή πίεση ατμού και είναι αρκετά σταθερό. Επιπλέον, μπορεί να αναμιγνύεται με αέρα και να εξακολουθεί να διατηρείται υπό υψηλή πίεση. Ένα μείγμα 50% μεθανίου είναι επίσης άμεσα διαθέσιμο. Οι κατασκευαστές ανιχνευτών των εύφλεκτων αερίων συνιστούν τη χρήση μεθανίου ως υποκατάστατο για τη βαθμονόμηση άλλων αερίων.

Μπορεί όλα τα παραπάνω να μας φαίνονται δύσκολα ως διαδικασία βαθμονόμησης. Ωστόσο υπάρχουν συσκευές που απλοποιούν την διαδικασία βαθμονόμησης όπως ένας σταθμός βαθμονόμησης. Ο ανιχνευτής συνδέεται με το σταθμό βαθμονόμησης και στη συνέχεια ο σταθμός μπορεί να συνδεθεί με έναν υπολογιστή, για την αυτόματη βαθμονόμηση και για άλλες δοκιμές.



Εικόνα 25: Σταθμός βαθμονόμησης

(Πηγή: <http://www.rkiinstruments.com/pages/sdm2009.htm>)

4.2 Συντήρηση της συσκευής

Ακόμα και ο καλύτερος εξοπλισμός παρακολούθησης της ασφάλειας απαιτεί την περιοδική επιθεώρηση. Πρέπει να υπάρχει ένα σχέδιο συντήρησης με τεκμηριωμένες διαδικασίες, ένα πρόγραμμα ελέγχων, επισκευής ή αντικατάστασης όπως απαιτείται, αναφορά προβλημάτων, κλπ. Είναι σημαντικό ο χρήστης της συσκευής να γνωρίζει πότε ο έλεγχος είναι αναγκαίος, και τι είδους διαδικασίες συντήρησης πρέπει να πραγματοποιείται σε ένα συγκεκριμένο τύπο ή μοντέλο ανιχνευτή αερίου.

Ανιχνευτές καταλυτικού τύπου απαιτούν μια ρουτίνα ελέγχου κάθε 90 μέρες, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Για να επαληθεύσει τη σωστή λειτουργία ένας αισθητήρας, είναι απαραίτητο

να εφαρμόζεται μια γνωστή συγκέντρωση αερίου στον αισθητήρα. Αυτό συνήθως γίνεται χειροκίνητα με της φιάλες αερίου. Δεδομένου ότι ο αισθητήρας αντιδρά με το αέριο βαθμονόμησης, οι προσαρμογές γίνονται με το σύστημα παρακολούθησης για να φέρει τη βαθμονόμηση του σε συμφωνία με την γνωστή συγκέντρωση του αερίου βαθμονόμησης. Αυτή είναι μια απλή διαδικασία και συνήθως απαιτεί 1-3 λεπτά.

Είναι πολύ σημαντικό να καταλάβουμε, ότι η διατήρηση των αισθητήρων καταλυτικού τύπου και γαλβανικού στοιχείου, ποικίλει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τα επίπεδα έκθεσης αερίου. Η υπερβολική σκόνη ή το βρώμικο περιβάλλον, όπως επίσης και το υγρό και ζεστό περιβάλλον κυρίως σε πολλά μέρη της Ασίας, της Μέσης Ανατολής, της Αφρικής και της Λατινικής Αμερικής, απαιτούν πιο συχνές επιθεωρήσεις ώστε να εξασφαλιστεί ότι οι αισθητήρες λειτουργούν αποτελεσματικά.

Εάν κατά τη λειτουργία τους αυτοί οι αισθητήρες εκτίθενται συνεχόμενα σε υψηλά επίπεδα αερίου υδρογονάνθρακα, θα αυξηθούν οι απαιτήσεις συντήρησης και να μειωθεί η πιθανή διάρκεια ζωής αυτών των προϊόντων.

Θα πρέπει πάντα να ελέγχεται πριν από την χρήση των συσκευών ανίχνευσης αερίων η μπαταρία για να διαπιστωθεί η καλή λειτουργία του συσκευής. Συνήθως στις περισσότερες συσκευές προβάλλεται στην οθόνη η κατάσταση της μπαταρίας και μας προειδοποιεί εάν θέλει φόρτιση ή αντικατάσταση.

Τα φίλτρα των αισθητήρων, θα πρέπει να αντικαθίστανται με καινούρια φίλτρα ίδιου τύπου, σύμφωνα πάντα με της οδηγίες του κατασκευαστή. Τα φίλτρα προστατεύουν τον αισθητήρα από την εισχώρηση σκόνης υγρασίας αλλά και την παρεμβολή από άλλα αέρια.

4.3 Σωστή χρήση της συσκευής

Είναι απαραίτητο ο χειριστής της φορητής συσκευής ανίχνευσης αερίου να γνωρίζει της δυνατότητες της συσκευής που κατέχει. Κάθε συσκευή έχει διαφορετική τεχνική ανάγνωσης του αερίου και για αυτό θα πρέπει να συμβουλευέτε πάντα το εγχειρίδιο λειτουργίας της συσκευής.

Μέτρηση σε ανοιχτό περιβάλλον

Συνήθως οι περισσότερες φορητές συσκευές ανίχνευσης αερίου δεν απαιτούν ειδική μεταχείριση αρκεί να είναι ενεργοποιημένες στη λειτουργία ανίχνευσης, έτσι ώστε με αυτόν τον τρόπο να ξεκινήσουν να μετράνε τα αέρια του περιβάλλοντα χώρου στην περιοχή που βρίσκεται ο ανιχνευτής με συνεχή ένδειξη των αποτελεσμάτων στην οθόνη της συσκευής.

Μέτρηση σε κλειστούς χώρους

Με τον όρο κλειστοί χώροι εννοούμε δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμων, βιομηχανίας και πλοίων, υπόγειες τάφρους, φρεάτια κλπ. που δεν έχουν επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα ή είναι αεριζόμενοι χώροι. Κάθε χρόνο μεγάλο πλήθος εργατοτεχνιτών επισκέπτονται περιορισμένους ή εγκλωβισμένους χώρους για να εκτελέσουν διάφορες εργασίες όπως καθαρισμούς, οξυγονοκολλήσεις, επιθεωρήσεις και πλήθος άλλων εργασιών. Πολλές φορές στους χώρους αυτούς υπάρχουν επικίνδυνες συνθήκες που δεν γίνονται αντιληπτές στους εργατοτεχνίτες, όπως έλλειψη οξυγόνου, διαρροή οξυγόνου, ατμόσφαιρα εκρηκτικών αερίων ή ατμόσφαιρα επικίνδυνων τοξικών αερίων.

Για να μετρηθεί μια δεξαμενή αποτελεσματικά θα πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε τη φύση των αερίων. Κάθε αέριο έχει διαφορετικό ατομικό βάρος και δεν αναμιγνύονται όλα με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Για να μετρηθεί σωστά η δεξαμενή θα πρέπει να πάρουμε δείγμα από τρία ή τέσσερα διαφορετικά ύψη της δεξαμενής και αυτό χωρίς να εισέλθει εντός της δεξαμενής ο χειριστής της συσκευής ανίχνευσης αερίου. Για να γίνει αυτό υπάρχουν αντλίες αυτόματου τύπου, ηλεκτρικές ή χειροκίνητες, που προσαρμόζονται επάνω στον ανιχνευτή αερίου με έναν μακρύ ελαστικό σωλήνα ώστε ο χειριστής του ανιχνευτή να μπορέσει με ασφάλεια εκτός του κλειστού χώρου να πάρει δείγματα αερίου εντός του κλειστού χώρου χωρίς να χρειάζεται να εισέλθει σε αυτόν.



Εικόνα 26: Κλειστή δεξαμενή αερίου

Με αυτήν την τεχνική προκύπτει το εξής πρόβλημα: εάν ο κλειστός χώρος έχει αδρανές αέριο, τότε οι ανιχνευτές με καταλυτική καύση δεν θα μπορέσουν να αναγνωρίσουν τυχόν εκρηκτικά αέρια, διότι απαιτείται οξυγόνο ώστε να μπορέσει ο αισθητήρας να αναγνωρίσει το αέριο. Για αυτόν τον λόγο θα πρέπει να προσθέσουμε ένα εξάρτημα αραίωσης στη συσκευή. Αυτό το εξάρτημα μπαίνει ανάμεσα στην αντλία και το λάστιχο δειγματοληψίας και λειτουργεί σαν τζιφάρι δηλαδή η ροή του αερίου δείγματος που περνά μέσα από το εξάρτημα αραίωσης αναρροφά μια μικρή ποσότητα ατμοσφαιρικού αέρα και αναμιγνύεται με αυτή ώστε να υπάρχει και οξυγόνο μαζί με το δείγμα.



Εικόνα 27: Συσκευή ανίχνευσης αερίου με εξάρτημα αραίωσης

(Πηγή: http://www.rkiinstruments.com/pages/faq/What_is_a_Dilution_Fitting.htm)

Κεφάλαιο V

Χρήση ατομικών συσκευών ανίχνευσης αερίου σε δεξαμενόπλοια

5.1 Δεξαμενόπλοια

Με τον όρο Δεξαμενόπλοιο χαρακτηρίζεται ο γνωστός τύπος πλοίου “Τάνκερ” ή “Γκαζάδικο” και είναι σχεδιασμένο να μεταφέρει υγρά φορτία χύδην, όπως:

- Προϊόντα υδρογονανθράκων όπου στη προκειμένη περίπτωση τα δεξαμενόπλοια χαρακτηρίζονται γενικά πετρελαιοφόρα, ή υγροποιημένο φυσικό αέριο όπου τότε χαρακτηρίζονται υγραεριοφόρα.
- Χημικά, όπως αμμωνία, χλώριο κ.λ.π.
- Νερό, όπου στη περίπτωση αυτή τα δεξαμενόπλοια ονομάζονται υδροφόρα.

Τα δεξαμενόπλοια αυτά ποικίλλουν σε μέγεθος. Ξεκινούν από μερικές εκατοντάδες τόνους, τα οποία εξυπηρετούν μικρά λιμάνια, ως βοηθητικά λιμένες ή ναυστάθμου και φτάνουν μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιάδες τόνους, τα οποία χρησιμοποιούνται για μεταφορές μεγάλων ποσοτήτων σε μεγάλες αποστάσεις.

5.2 Χρήση ατομικών συσκευών ανίχνευσης αερίου σε δεξαμενόπλοια

Η δεξαμενή φορτίου (αμπάρι) ή οποιοσδήποτε κλειστός χώρος επί του πλοίου θα πρέπει να αξιολογηθεί, αν απαιτείται, για να εξασφαλιστεί ότι ο συγκεκριμένος χώρος είναι καθαρός από αέρια (gas free) και έχει άφθονη ποσότητα οξυγόνου για το προσωπικό που εργάζεται εκεί. Οι συνθήκες υπό αξιολόγηση θα είναι:

- Πριν από την είσοδο της δεξαμενής.
- Πριν από οποιαδήποτε εργασία επισκευής.
- Ο έλεγχος της ποιότητας του αμπαριού πριν από τη φόρτωση (συνήθως ένας επιθεωρητής με λεπτομερή εξέταση ελέγχει την δεξαμενή φορτίου).

Η αξιολόγηση μιας δεξαμενής γίνεται για να εξασφαλιστεί ότι η ατμόσφαιρα μέσα στη δεξαμενή είναι αρκετά ασφαλής για την είσοδο προσωπικού.

Ένα αντλιοστάσιο περιέχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση αγωγών φορτίου του κάθε χώρου εντός του πλοίου και η διαρροή ενός πτητικού προϊόντος από οποιοδήποτε μέρος αυτού του συστήματος θα μπορούσε να οδηγήσει στην ταχεία παραγωγή μιας εύφλεκτης ή τοξικής ατμόσφαιρας.

Το αντλιοστάσιο μπορεί επίσης να περιέχει κάποιες πηγές ανάφλεξης εκτός και αν τηρούνται αυστηρά οι καθορισμένες συντηρήσεις, επιθεωρήσεις και η διαδικασία ελέγχου του αντλιοστασίου.

Εξοπλισμός ανίχνευσης αερίου απαιτείται για να εξασφαλιστεί ότι ο χώρος του αντλιοστασίου είναι ασφαλής για την είσοδο προσωπικού, εργασία του προσωπικού μέσα στο χώρο ή άλλες περαιτέρω εργασίες.

Υπάρχουν διάφορες συσκευές που διατίθενται στο πλοίο για την αξιολόγηση της ατμόσφαιρας εντός του αντλιοστασίου ή μιας δεξαμενής, οι οποίες είναι :

- 1) Εκρηγνυόμετρα (explosimeters) για την ανίχνευση εκρηκτικών αερίων.
- 2) Συσκευή αναγνώρισης μη καυστικών αερίων (Tankscope).
- 3) Αναλυτές πολλαπλών αερίων.
- 4) Αναλυτές οξυγόνου.
- 5) Αναλυτές τοξικών αερίων.

5.3 Νομοθεσία

Η σύμβαση S.O.L.A.S. (Safety of Life at Sea), η διεθνής σύμβαση για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα, είναι μια διεθνής συνθήκη για την ασφάλεια στη θάλασσα και διασφαλίζει ότι τα πλοία με σημαία από τα υπογράφοντα κράτη συμμορφώνονται με τις ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας στην κατασκευή, τον εξοπλισμό και τη λειτουργία ενός εμπορικού πλοίου. Στο κεφάλαιο VI κανονισμός 3 αναφέρεται ότι :

- 1) Κατά τη μεταφορά χύδην φορτίου η οποία είναι ικανή να εκπέμπει τοξικά ή εύφλεκτα αέρια, ακόμα και την εξάντληση οξυγόνου στο χώρο του φορτίου, ένα κατάλληλο όργανο για την μέτρηση συγκέντρωσης αερίων ή οξυγόνου στον αέρα θα πρέπει να παρέχεται μαζί με λεπτομερείς οδηγίες για τη χρήση του. Ένα τέτοιο όργανο θα πρέπει να πληροί τις προϋποθέσεις της διοίκησης του πλοίου.

- 2) Η διοίκηση του πλοίου θα πρέπει να λάβει μέτρα για να εξασφαλίσει ότι το πλήρωμα του πλοίου είναι εκπαιδευμένο για τη χρήση τέτοιων οργάνων.

Επίλογος - Συμπεράσματα

Με βάση την προϋπάρχουσα έρευνα και την τεχνολογική ακμή, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι ανιχνευτές αερίων ναι μεν βοηθούν στην εξάλειψη ατυχημάτων και στην καλύτερη ποιότητα εργασίας στα δεξαμενόπλοια, αλλά πιστεύεται ότι για την καλύτερη μεθοδολογία στην αναζήτηση αποτελεσμάτων, και διότι τα ήδη υπάρχοντα εργαλεία έχουν ακόμη ατέλειες ως προς τη σωστή λειτουργία τους, θα έπρεπε ο κάθε εργαζόμενος να κατέχει από δύο ανιχνευτές για την αποφυγή λαθών και την επαλήθευση των αποτελεσμάτων.

Τέλος, από την πλευρά του πληρώματος, προκειμένου να μειωθούν τα ατυχήματα που γίνονται κατά την εκτέλεση εργασιών πάνω στο πλοίο απαραίτητη κρίνεται η κατάλληλη εκπαίδευση, η επαγρύπνηση του προσωπικού, η θέσπιση και χρήση όλων των κανόνων ασφαλείας, καθώς επίσης και η επαρκής συντήρηση, κατάλληλη και ορθή χρήση του εξοπλισμού που φέρει το πλοίο.

Βιβλιογραφία

1. <http://www.ukpandi.com/loss-prevention/article/614-12-08-oxygen-analysis-and-gas-detection-equipment-worldwide-871/>
2. <http://www.rkiinstruments.com>
3. <http://www.ferret.com.au/c/Lear-Siegler-Australasia/Disposable-gas-detector-n707056>
4. http://rise.odessa.ua/texts/SOLAS92_gIVie.php3
5. <http://www.rkiinstruments.com/pages/gaswatch.htm>
6. <http://www.mariscon.net/files/isgott2010.pdf>
7. <http://dmohankumar.wordpress.com/2012/11/17/how-stuff-works-gas-sensors/>
8. <http://www.equipcoservices.com/support/tutorials/introduction-to-radiation-monitors/>
9. <http://www.rkiinstruments.com/pages/calibration.htm>
10. <http://www.advanceddiver magazine.com/articles/sensors/sensors.html>
11. http://www.esainc.com/resources/detector_tech/how_ec_works
12. <http://electrochem.cwru.edu/encycl/art-s02-sensor.htm>
13. http://wiki.answers.com/Q/How_does_a_gas_sensor_work
14. <http://www.delphian.com/electrochemical%20sensors.htm>
15. http://www.systechillinois.com/en/thermal-conductivity_52.html
16. <http://www.rkiinstruments.com/pages/sdm2009.htm>
17. <http://www.sgxsensortech.com/site/sgx-sensortech-products-services/gas-sensors-industrial-safety/products-is/pellistor-catalytic-bead/>
18. <http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Katharometer.html>
19. <http://www.intlsensor.com/pdf/photoionization.pdf>
20. <http://www.raesystems.eu/products/colorimetric-gas-detection-tubes>
21. <http://www.gastec.co.jp/english/reference/c4-con.htm>
22. <http://www.permapure.com/>
23. http://www.gmigasandflame.com/article_april2006.html
24. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%99%CF%83%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CF%85%CF%84%CF%85%CE%BB%CE%AD%CE%BD%CE%B9%CE%BFhttp://en.wikipedia.org/>
25. http://wiki/Wheatstone_bridge
26. http://ehstoday.com/industrial_hygiene/instrumentation/best-practices-portable-gas-confined-spaces-0801

27. http://ehstoday.com/industrial_hygiene/instrumentation/best-practices-portable-gas-confined-spaces-0801
28. http://www.rkiinstruments.com/pages/faq/What_is_a_Dilution_Fitting.htm
29. <http://www.metadosi-ischios.gr/article.php?ID=129>
30. <http://www.brandtinst.com/biosystems/detector/MultiVisionGasDetector/>
31. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B5%CE%BE%CE%B1%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CF%8C%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%B9%CE%BF>
32. http://en.wikipedia.org/wiki/SOLAS_Convention
33. <http://www.brighthubengineering.com/marine-engines-machinery/84331-gas-detection-meters-for-ships/>
34. <http://shipsbusiness.com/pumproom-inspection.html>

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract	4
Πρόλογος	5
Κεφάλαιο I: Γενικά στοιχεία ανίχνευτών	6
1.1 Μόνιμα συστήματα ανίχνευσης αερίων.....	6
1.2 Φορητές συσκευές ανίχνευσης αερίων	6
Κεφάλαιο II: Τα μέρη της φορητής συσκευής.....	8
Κεφάλαιο III: Λειτουργία και είδη των αισθητήρων ανίχνευσης αερίων	10
3.1 Αισθητήρας γαλβανικού στοιχείου	10
3.2 Αισθητήρας καταλυτικής καύσης	16
3.3 Αισθητήρας θερμικής αγωγιμότητας	19
3.4 Οπτικός αισθητήρας υπέρυθρων.....	22
3.5 Αισθητήρας ανίχνευσης ιόντων	24
3.6 Σωλήνας ανίχνευσης αερίου	29
Κεφάλαιο IV: Λειτουργία, ρύθμιση και συντήρηση φορητών συσκευών.....	32
4.1 Calibration (βαθμονόμηση της συσκευής).....	32
4.2 Συντήρηση της συσκευής.....	36
4.3 Σωστή χρήση της συσκευής.....	37
Κεφάλαιο V: Χρήση ατομικών συσκευών ανίχνευσης αερίου σε δεξαμενόπλοια.....	40
5.1 Δεξαμενόπλοια.....	40
5.2 Χρήση ατομικών συσκευών ανίχνευσης αερίου σε δεξαμενόπλοια.....	40
5.3 Νομοθεσία.....	41
Επίλογος - Συμπεράσματα	43
Βιβλιογραφία.....	44