

## **Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ (VALVE REGULATED)**

### **Γενικά για τους Συσσωρευτές μολύβδου κλειστού τύπου ή Συσ/τές Ρυθμιστικής Βαλβίδας, Valve Regulated Lead Acid Batteries**

Στα τελευταία 10 έτη οι συσσωρευτές μολύβδου κλειστού τύπου, ή όπως αναφέρονται VR από το Valve Regulated, παίρνουν συνεχώς αυξανόμενο μερίδιο στην αγορά των συσσωρευτών μόνιμης εγκατάστασης (stand-by). Οι περισσότερες εγκαταστάσεις συστημάτων αδιάλειπτης λειτουργίας, UPS, σήμερα χρησιμοποιούν αυτού του τύπου συσσωρευτές. Οι περισσότεροι από τους συσσωρευτές αυτούς είναι τεχνολογίας “εμποτισμένου ηλεκτρολύτη”, ή AGM από το Absorbed Glass Mat. Παράλληλα όλο και πιο συχνά συναντώνται σε εφαρμογές Τηλεπικοινωνιών και Ηλεκτρικών εγκαταστάσεων όπου και απαιτούνται νέες συμπαγείς εγκαταστάσεις συστοιχιών.

Ίσως θα μπορούσε να λεχθεί ότι σήμερα είναι “μόδα” ή χρήση αυτών των τύπων συσσωρευτών. Συναντώνται ακόμη και σε εγκαταστάσεις όπου υπάρχει αρκετός χώρος ή ειδικό δωμάτιο συσσωρευτών. Πολλές φορές ίσως στις εγκαταστάσεις αυτές συσσωρευτές “ανοικτού τύπου”, FV, Free Ventilated, θα μπορούσαν να λειτουργήσουν το ίδιο καλά και πιθανόν καλύτερα.

Εκτός από το προτέρημα της τοποθέτησης σε οποιαδήποτε θέση, οριζόντια ή πλάγια, οι συσσωρευτές αυτοί προωθούνται και ως “Ανευ συντήρησης” (maintenance free) ή “κλειστές” (sealed) και με μεγάλο χρόνο ζωής.

Όλοι αυτοί οι χαρακτηρισμοί είναι λογοπαίγνια. Μετά από κάποια χρόνια εμπειρίας στη χρήση αυτών των συσσωρευτών παρουσιάστηκαν διάφορα προβλήματα. Για παράδειγμα υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, μειωμένες χωρητικότητες και μικρότερο από τον αναμενόμενο χρόνο ζωής. Ίσως οι συσσωρευτές αυτοί δεν αποδίδουν τα υποσχόμενα. Θα μπορούσε όμως αυτό να οφείλεται από ελλιπή συντήρηση και συνήθως λάθος εγκατάσταση. Συχνά συμπαγή συστήματα με VR-συσσωρευτές τεχνολογίας AGM στεγασμένους σε μεταλλικά ερμάρια με ελλιπή αερισμό παρουσιάζουν υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας μικρή διάρκεια ζωής και πιθανόν εκδήλωση του φαινομένου της ανεξέλεγκτης αύξησης της θερμοκρασίας.

Η ανεξέλεγκτη αύξηση της θερμοκρασίας (thermal runaway), είναι φαινόμενο που θα μπορούσε να εμφανιστεί σε όλους τους τύπους των συσσωρευτών. Είναι συνδεδεμένο με τις θερμικές απώλειες στους συσσωρευτές. Οι συσσωρευτές VR με τεχνολογία AGM έχουν υψηλότερες θερμικές απώλειες. Σε αυτούς τους τύπους εμφανίζεται συχνότερα το φαινόμενο αυτό.

## Πως λειτουργεί ο συσσωρευτής VR

Όταν το στοιχείο, ενός συσσωρευτή “ανοικτού τύπου” έχει φορτιστεί το νερό  $H^2O$  έχει διασπασθεί. Δημιουργείται οξυγόνο στην θετική πλάκα και υδρογόνο στην αρνητική. Το αέριο διαφεύγει έξω από το στοιχείο με αποτέλεσμα απώλεια νερού. Όταν φορτίζεται ένας συσσωρευτής αρχικά δημιουργείται οξυγόνο. Το υδρογόνο παρουσιάζεται όταν η αρνητική πλάκα είναι πρακτικά πλήρως φορτισμένη.

Ενας συσσωρευτής VR είναι εν μέρει, σχεδιασμένος για άλλη λειτουργία. Όταν παράγεται οξυγόνο στην θετική πλάκα, (1) το ενεργό υλικό της αρνητικής πλάκας σε μεγάλο βαθμό αποτελείται από πολύ πορώδες μόλυβδο. Εάν το οξυγόνο αποκτήσει την δυνατότητα να προσεγγίσει τη αρνητική πλάκα, αυτό δεν διαφεύγει από το στοιχείο. Παραμένει αντιδρώντας με τον μόλυβδο της αρνητικής πλάκας, παράγοντας οξειδίο του μολύβδου (2). Το οξειδίο αυτό αντιδρά με τον ηλεκτρολύτη, θειικό οξύ, παράγοντας υπεροξειδίο του μολύβδου (3).

Το αποτέλεσμα είναι μία αυτοεκφόρτιση της αρνητικής πλάκας η οποία αντιστοιχεί στην φόρτιση (4). Με τον ίδιο τρόπο η αρνητική πλάκα δεν θα είναι πλήρως φορτισμένη και η δημιουργία υδρογόνου αδύνατη.



Οι παραπάνω αντιδράσεις ορισμένες φορές αναφέρονται και ως “ανασύζευξη οξυγόνου” ή ως “κύκλος οξυγόνου”.

## Ανάλυση του σχεδιασμού των συσσωρευτών VR

Η απαίτηση να λειτουργεί το στοιχείο ενός συσσωρευτή σε αυξημένη πίεση βοηθά το οξυγόνο να προσεγγίσει την αρνητική πλάκα. Αυτός είναι ο λόγος ύπαρξης της ρυθμιστικής βαλβίδας. Η βαλβίδα αυτή πρέπει να ανοίγει σε ορισμένη πίεση, τυπική τιμή 100mbar, περίπου 1,4 Psi. Παράλληλα αποτρέπει την είσοδο του ατμοσφαιρικού αέρα εσωτερικά του συσσωρευτή. Έτσι πήρε και το όνομα του ως συσσωρευτής ρυθμιστικής βαλβίδας, “Valve regulated battery”.

Εκτός αυτού το περιβάλλον γύρω από την αρνητική πλάκα πρέπει να περιέχει ορισμένο όγκο αερίου το οποίο είναι πιθανό να μεταφέρει το οξυγόνο εκεί. Ο σχεδιασμός των συσσωρευτών VR βασίζεται στην ανάγκη να προστεθεί από την αρχή ακριβής ποσότητα ηλεκτρολύτη. Αυτή η ποσότητα πρέπει να είναι αρκετή για όλη την ζωή του συσσωρευτή. Μία καθορισμένη ποσότητα νερού πρόκειται να καταναλωθεί από την “απόδραση” του υδρογόνου διαμέσου της βαλβίδας καθώς επίσης και από την χρήση του οξυγόνου στην **διάβρωση** της θετικής πλάκας.

Αυτή η απώλεια νερού είναι ελεγχόμενη και αποδεκτή από κατασκευής αυτών των συσσωρευτών. Υψηλές απώλειες νερού οδηγούν στην καταστροφή του συσσωρευτή αφού είναι αδύνατη η συμπλήρωση του. **Οι συσσωρευτές VR είναι αντίστοιχα πολύ**

**ευαίσθητοι στην αυξημένη θερμοκρασία περιβάλλοντος και στην αυξημένη τάση φόρτισης.** Όλα αυτά οδηγούν επίσης σε αύξηση των απωλειών του νερού.

Σήμερα υπάρχουν δύο μέθοδοι δημιουργίας αερίων όγκων στην περιοχή της αρνητικής πλάκας. Συσσωρευτές με “**εμποτισμένο ηλεκτρολύτη**” (absorbed electrolyte, AGM) και συσσωρευτές με “**ηλεκτρολύτη σε μορφή ζελέ ή ζελατίνης**” (Gel electrolyte).

### **Συσσωρευτές με “ηλεκτρολύτη σε μορφή ζελέ”**

Οι συσσωρευτές αυτοί συνήθως σχεδιάζονται με τον ίδιο τρόπο όπως οι συμβατικοί συσσωρευτές. Η διαφορά είναι ότι στον ηλεκτρολύτη τους έχει προστεθεί οξείδιο του πυριτίου (SiO<sub>2</sub>), το οποίο του προσδίδει την μορφή ζελέ. Μετά από κάποια χρήση το ζελέ ξεραίνεται σε κάποια σημεία και μπορεί να δημιουργηθούν ραγίσματα. Αυτό δίνει την δυνατότητα στο οξυγόνο να αντιδράσει και να δημιουργηθεί νερό. Έτσι η ανάγκη νερού μειώνεται και αντίστοιχα μηδενίζεται η ανάγκη συμπλήρωσης. Εφόσον ο ηλεκτρολύτης έχει την μορφή ζελέ, οι συσσωρευτές φυσικά μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιαδήποτε θέση.

Συσσωρευτές VR με ηλεκτρολύτη σε μορφή ζελέ έχουν συνήθως πλαστικούς χωριστήρες όπως αυτοί που χρησιμοποιούνται και για τους συμβατικούς συσσωρευτές “ανοικτού τύπου”. Οι χωριστήρες αυτού διαχωρίζουν τις θετικές με τις αρνητικές πλάκες μηχανικά και ηλεκτρικά. Αυτοί οι χωριστήρες μπορούν να παραχθούν τόσο για χρήση σε επίπεδες όσο και για σωληνωτές θετικές πλάκες. Θετικές σωληνωτές πλάκες είναι η πιο αξιόπιστη λύση σε αυτούς τους σχεδιασμούς μιας και έχουν τον μεγαλύτερο αναμενόμενο χρόνο ζωής.

### **Συσσωρευτές με “εμποτισμένο ηλεκτρολύτη”**

Σ’ αυτό τον σχεδιασμό ο χωριστήρας είναι κατασκευασμένος από “glass fibre mat”, ένα είδος υαλοβάμβακος. Ο ηλεκτρολύτης είναι πλήρως εμποτισμένος στο ενεργό υλικό των πλακών και στο πορώδες υλικό των χωριστήρων. Ωστόσο, ο χωριστήρας είναι αδιαπέραστος από το οξύ. Οι κενοί πόροι του χωριστήρα δημιουργούν για το οξυγόνο πιθανότητες μεταφοράς. Το σύστημα αυτό συχνά αναφέρεται ως AGM, “Absorbed Glass mat Material” ή “Starved design” αφού μία ανεπαρκής ποσότητα ηλεκτρολύτη έχει προστεθεί στο στοιχείο συσσωρευτή. Εφόσον ο ηλεκτρολύτης είναι περιοριστικός παράγοντας της χωρητικότητας, αυτοί οι συσσωρευτές συχνά έχουν υψηλή πυκνότητα οξέως η οποία με την σειρά της έχει αποτέλεσμα σε υψηλή τιμή τάσης συντηρητικής φόρτισης (floating charge).

Η απόσταση μεταξύ των πλακών στον AGM συσσωρευτή θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο μικρή για να είναι δυνατή και εύκολη η μεταφορά αερίων μεταξύ των ηλεκτροδίων. Αυτός ο σχεδιασμός δίνει πολύ καλή επανασύζευξη οξυγόνου.

Αυτό είναι απαραίτητο λόγω της περιορισμένης ποσότητας του οξέως στο στοιχείο συσσωρευτή. Ο τύπος αυτός του σχεδιασμού μέχρι στιγμής κατασκευάζεται μόνο με **επίπεδες παστωμένες με οξείδια του μολύβδου πλάκες**. Το ύψος του στοιχείου είναι περιορισμένο εξαιτίας του ρόλου του χωριστήρα ως φυτίλι και γι’ αυτό είναι λιγότερο εμποτισμένος από ηλεκτρολύτη στο επάνω μέρος του από το κάτω. Λιγότερος εμποτισμός σημαίνει μειωμένη χωρητικότητα.

Επιπρόσθετα με την δυνατότητα να τοποθετηθούν αυτοί οι συσσωρευτές σε οποιαδήποτε θέση ακόμη και πλαγίως, αυτοί οι συσσωρευτές είναι κατάλληλοι για υψηλά ρεύματα εκφόρτισης. Αυτό σημαίνει καταλληλότητα για χρήση σε εγκαταστάσεις UPS εκεί όπου οι χρόνοι εκφόρτισης κυμαίνονται μεταξύ 5 και 15 πρώτα λεπτά. Ο αναμενόμενος όμως χρόνος ζωής τους είναι μικρότερος, συγκρινόμενος με VR συσσωρευτές με σωληνωτές θετικές πλάκες και ηλεκτρολύτη σε μορφή ζελέ.

### Χρόνος ζωής των συσσωρευτών VR

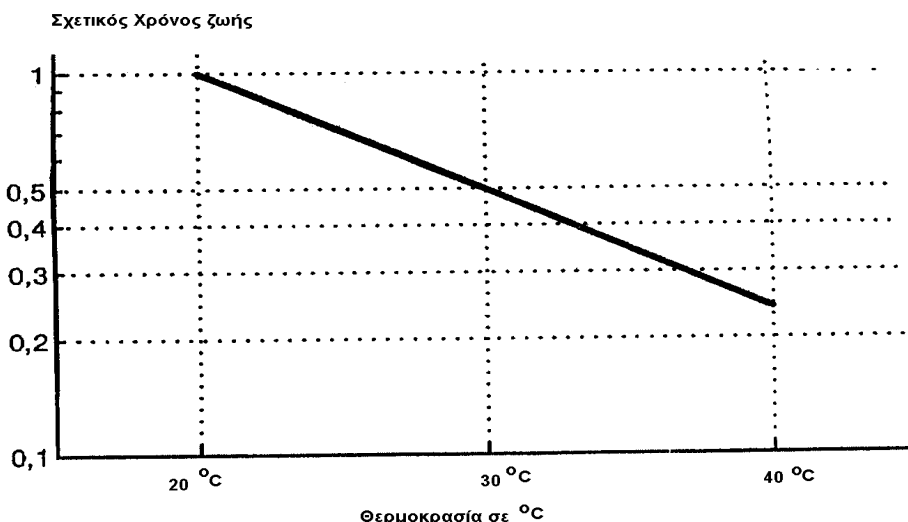
Συσσωρευτές VR υπάρχουν στην αγορά σε διάφορους σχεδιασμούς με διαφορετικούς αναμενόμενους χρόνους ζωής και βαθμούς αξιοπιστίας. Εξαρτάται τόσο από τους αντίστοιχους σχεδιασμούς αλλά και από τις τεχνικές λύσεις κατά την φάση της παραγωγής. Σε λειτουργία συντηρητικής φόρτισης στους 20°C, σε συστήματα εφεδρείας για παράδειγμα οι συσσωρευτές ζελέ με θετικές σωληνωτές πλάκες έχουν αναμενόμενο χρόνο ζωής 12-15 χρόνια. Οι αντίστοιχοι συσσωρευτές με επίπεδες παστωμένες πλάκες συνήθως έχουν χρόνο ζωής 3 και 10 έτη.

Οι “επαγγελματικής χρήσης” συσσωρευτές βρίσκονται στο επάνω όριο της κλίμακας, 10 έτη, ενώ αντίστοιχα συσσωρευτές για συνήθη και ερασιτεχνική χρήση στο άλλο όριο, 3 έτη.

**Ο χρόνος ζωής εξαρτάται πολύ από την θερμοκρασία λειτουργίας. Αύξηση θερμοκρασίας κατά 10°C οδηγεί σε κατά 50% μείωση του αναμενόμενου χρόνου ζωής.**

Το παρακάτω **σχήμα 1**. παρουσιάζει τον χρόνο ζωής των συσσωρευτών ως συνάρτηση της θερμοκρασίας λειτουργίας. Δείχνει επίσης ότι συσσωρευτές με μικρό αναμενόμενο χρόνο ζωής πρακτικά δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές με υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας.

Χρόνος ζωής των συσσωρευτών σε σχέση με την θερμοκρασία



Σχήμα 1.

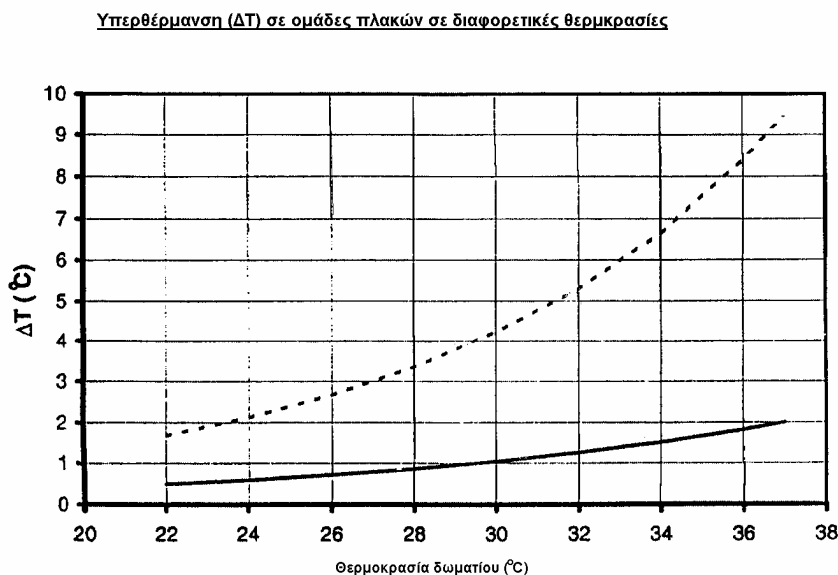
Η εσωτερική ανασύζευξη του οξυγόνου στους συσσωρευτές VR δημιουργεί υψηλές εσωτερικές

θερμοκρασίες. Φορτίζοντας ανοικτού τύπου συσσωρευτές η ενέργεια εν μέρει μεταδίδεται ως χημική ενέργεια στα παραγόμενα αέρια οξυγόνο και υδρογόνο. Στον συσσωρευτή VR όλη η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα. Η απώλεια θερμότητας έχει αποτέλεσμα, υψηλές εσωτερικές θερμοκρασίες στους συσσωρευτές VR.

Αυξημένη απόδοση στην ανασύζευξη οξυγόνου έχει αποτέλεσμα σε αυξημένες απώλειες και συνεπώς αύξηση θερμοκρασίας λειτουργίας. Με αυξημένη θερμοκρασία το ρεύμα αυξάνει, αυξάνοντας τις απώλειες, κ.ο.κ.

Αυτό σημαίνει ότι διαφορετικοί σχεδιασμοί συσσωρευτών μπορεί να λειτουργήσουν με διαφορετικά σενάρια και σχέσεις της θερμοκρασίας.

Το σχήμα 2 παρακάτω παρουσιάζει την αύξηση της θερμοκρασίας λειτουργίας του συσσωρευτή ως συνάρτηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος στους δύο διαφορετικούς σχεδιασμούς συσσωρευτών VR, AGM & Gel.



Σχήμα 2.

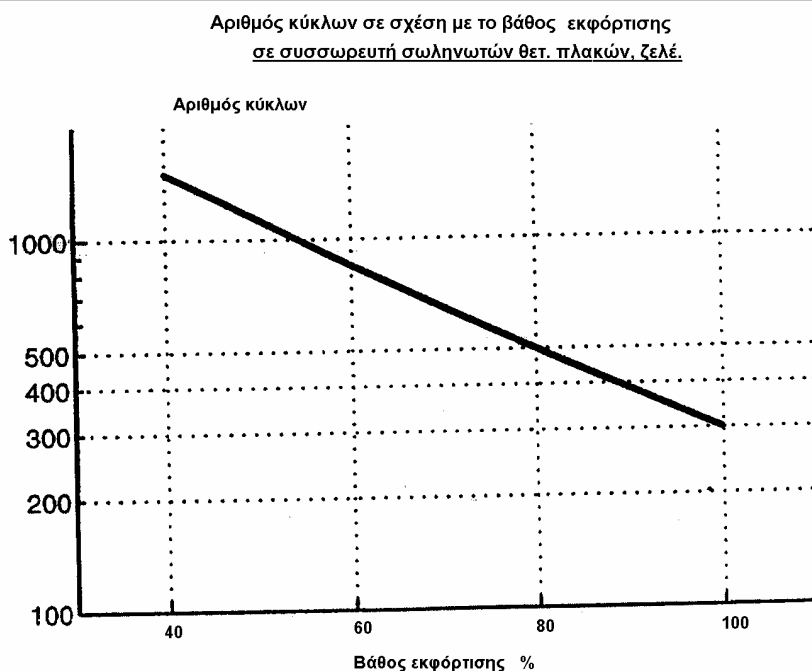
- - - - AGM (2.27V/στοιχείο)      - - - - - Gel (2.24V/στοιχείο)

Ο συσσωρευτής σωληνωτής θετικής πλάκας με ηλεκτρολύτη ζελέ, έχει 1-2°C αυξημένη θερμοκρασία για λειτουργία σε περιβάλλον μεταξύ 22-37°C. Αντίστοιχα ο συσσωρευτής AGM έχει περίπου 2°C αυξημένη θερμοκρασία σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος αλλά περίπου 9°C αντίστοιχα σε υψηλές. Έτσι ο αναμενόμενος χρόνος ζωής των συσσωρευτών AGM θα πρέπει να βασίζεται στους 46°C και όχι στους 37°C.

Το χειρότερο φαινόμενο είναι η ανεξέλεγκτη αύξηση της θερμοκρασίας όπως προαναφέρθηκε "Thermal Runaway". Αυτό εξηγείται επειδή αυξημένη θερμοκρασία οδηγεί σε αύξηση του ρεύματος το οποίο με την σειρά του οδηγεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες, κ.ο.κ.

Το αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η αρκετά υψηλή θερμοκρασία συσσωρευτή η οποία τον καταστρέφει. Οι συσσωρευτές αυτοί δεν επισκευάζονται. Οι θερμοκρασίες δε είναι τόσο μεγάλες ώστε δημιουργούνται παραμορφώσεις στα δοχεία των συσσωρευτών.

Η κυκλική λειτουργία, δηλαδή επαναλαμβανόμενη φόρτιση-εκφόρτιση, καταπονεί τους συσσωρευτές. Ο δυνατός αριθμός εκφορτίσεων, εξαρτάται από το βάθος εκφόρτισης σε κάθε κύκλο. Διαφορετικοί σχεδιασμοί συσσωρευτών έχουν διαφορετική ικανότητα για αυτή την κυκλική λειτουργία. Συσσωρευτές με θετική σωληνωτή πλάκα είναι κανονικά πιο κατάλληλοι γι' αυτή την χρήση σε σχέση με τους συσσωρευτές με επίπεδες πλάκες. Βλέπε σχήμα 3.



Σχήμα 3.

Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανισθεί ένας αριθμός περιπτώσεων όπου οι συσσωρευτές VR παρουσίασαν μικρή διάρκεια ζωής. Παρακάτω αναφέρονται διάφορες πιθανές αιτίες βλαβών γι' αυτούς τους συσσωρευτές.

- Από τους συσσωρευτές διαρρέει ηλεκτρολύτης. Αυτό σημαίνει απώλεια χωρητικότητας. Η διαρροή αυτή πιθανόν να οφείλεται σε διαρροή μεταξύ των δοχείων και του πώματος ή σε ελαττωματικές βαλβίδες. Ακόμη και η φόρτιση με υψηλή τάση θα έχει ως αποτέλεσμα υψηλές απώλειες νερού.
- Διάβρωση της σύνδεσης των αρνητικών πλακών μεταξύ τους, (post straps), εσωτερικά στα στοιχεία των συσσωρευτών. Αυτό σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προξενηθεί από ακατάλληλο συνδυασμό κράματος. Η χαμηλή τάση συντήρησης μπορεί επίσης να δημιουργήσει αυτή την βλάβη.

- Βραχυκύκλωμα. Κάτω από μη ευνοϊκές καταστάσεις, διαμέσου του χωριστήρα δημιουργούνται βραχυκυκλώματα.
- Παραμόρφωση του δοχείου του συσσωρευτή. Ο λειτουργικός σχεδιασμός των συσσωρευτών AGM είναι τέτοιος έτσι ώστε οι ομάδες των πλακών είναι σφικτά τοποθετημένες στο δοχείο για να επιτευχθεί καλή επαφή μεταξύ των πλακών. Εάν το δοχείο παραμορφωθεί, η επαφή μειώνεται και η χωρητικότητα επίσης. Λόγος μπορεί να είναι και ο κακός σχεδιασμός αλλά συχνά οι παραμορφώσεις αυτές δημιουργούνται από υψηλές θερμοκρασίες συνήθως λόγω υπερφορτίσεων.

### **Συντήρηση συσσωρευτών VR**

Οι συσσωρευτές VR χρειάζονται, όπως και οι αντίστοιχοι ανοικτού τύπου, συντήρηση και εποπτεία με σκοπό την επίτευξη ασφαλούς λειτουργίας.

Περνώντας μετρήσεις τάσεως εντός των προτεινομένων διαστημάτων, μπορούν να προβλεφθούν βλάβες όπως για παράδειγμα εσωτερικά βραχυκυκλώματα. Μετρήσεις της τάσης του καθενός στοιχείου είναι πιο ασφαλής μέθοδος από την μέτρηση της συνολικής τάσης του συσσωρευτή. Μετρώντας την συνολική τάση του συσσωρευτή ένα ελαττωματικό στοιχείο μπορεί να “καλυφθεί” από ένα αντίστοιχα καλό. Πρέπει οι συσσωρευτές VR να έχουν σημεία μετρήσεων της τάσης καθενός στοιχείου ή ακόμη καλύτερα συνδετήρες για εφαρμογή, εάν είναι δυνατό, αυτόματου συστήματος μέτρησης τάσεων με χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή, PC.

Είναι σημαντικό να ελέγχεται η τάση συντήρησης. Εάν αυτή είναι πολύ υψηλή θα οδηγήσει σε αυξημένη θερμοκρασία λειτουργίας η οποία με την σειρά της, μειωμένη διάρκεια ζωής και στην χειρότερη περίπτωση το φαινόμενο “Thermal Runaway”. Αυτό είναι περισσότερο πιθανό στους συσσωρευτές τεχνολογίας AGM. Εάν η τάση συντηρητικής φόρτισης είναι πολύ χαμηλή, ο συσσωρευτής σιγά-σιγά εκφορτίζεται μετά από κάποιο χρόνο λειτουργίας.

Τα τελευταία χρόνια μετρήσεις εσωτερικής αντίστασης ή αγωγιμότητας έχουν παρουσιαστεί ως εναλλακτικές μετρήσεις της κατάστασης συσσωρευτών. Με τις μετρήσεις αυτές φανερώνεται ότι οι συσσωρευτές με αποδεκτά επίπεδα τάσεως είναι δυνατόν να έχουν μικρές χωρητικότητες. Μόνο οι μετρήσεις εσωτερικής αντίστασης ή αγωγιμότητας μπορούν να βρουν αυτούς τους συσσωρευτές.

**Ο έλεγχος χωρητικότητας που γίνεται με πραγματική εκφόρτιση είναι ο ασφαλέστερος και πιο αξιόπιστος τρόπος ελέγχου της κατάστασης αυτών των συσσωρευτών.**

### **Εγκαταστάσεις συσσωρευτών VR**

Επειδή οι συσσωρευτές VR έχουν μη-υγρό ηλεκτρολύτη, μπορούν να εγκατασταθούν πιο ελεύθερα από τους αντίστοιχους συμβατικούς. Μπορούν να τοποθετηθούν οριζόντια ή εδραζόμενοι στις πλευρικές επιφάνειες τους. Αυτό σημαίνει ότι θα μπορούσαν να τοποθετηθούν σε πολλά επίπεδα ραφιών ή σε βάθρα, αλλά ακόμη και



σε κλειστά ερμάρια. Εφόσον δεν γίνεται πλήρωση με οξύ ορισμένες εγκαταστάσεις είναι συμπαγείς και λιγότερο ή περισσότερο δύσκολο να ελεγχθούν οι συσσωρευτές τους.

Πρέπει να αναφερθεί ότι ακόμη και οι συσσωρευτές VR απαιτούν συντήρηση. Δηλαδή έλεγχο της τάσης φόρτισης, εξωτερικό καθαρισμό και σύσφιξη των συνδέσεων. Για τον λόγο αυτό ο χώρος εγκατάστασης των συσσωρευτών πρέπει να έχει ευρυχωρία μεταξύ των ραφιών ειδικότερα όταν οι συσσωρευτές τοποθετούνται σε οριζόντια θέση. Τοποθετώντας τους συσσωρευτές σε πλάγια θέση είναι πολύ πιο εύκολο αφού οι πόλοι τους είναι πρόσωπο με πρόσωπο με τον συντηρητή.

Λόγω της αποδέσμευσης από τους συσσωρευτές VR του υδρογόνου είναι απαραίτητο να εξασφαλισθεί ο συνήθης αερισμός. Πολλές φορές πρέπει να γίνεται και υπολογισμός αυτού του αερισμού για να υπάρχει κάποια ικανοποιητική εφεδρεία,

Οι γερμανικοί κανονισμοί VDE-0510, ειδικότερα τα μέρη 2&7 αναφέρονται σε αυτούς τους υπολογισμούς. Αναφέρονται για εγκαταστάσεις συσσωρευτών σε κλειστά ερμάρια αλλά και σε βάθρα. Σκοπός του απαραίτητου αερισμού είναι όχι μόνο ο περιορισμός των αερίων που παράγονται αλλά και η συγκράτηση της θερμοκρασίας σε επίπεδα μεταξύ 15 και 25°C με αντίστοιχο περιορισμό στην πιθανότητα μείωσης του χρόνου ζωής που συμβαίνει σε αυξημένες θερμοκρασίες. Πρέπει να αναφερθεί ότι το αέριο υδρογόνο που παράγεται σε ογκομετρικές συγκεντρώσεις ποσοστού 4% δημιουργεί εκρηκτικό μείγμα.

Σε συμπαγείς εγκαταστάσεις πρέπει επίσης να υπολογίζεται και η επιφανειακή φόρτιση του δαπέδου στο χώρο τοποθέτησης των συσσωρευτών. Λόγω του αυξημένου βάρους και των μικρών διαστάσεων των συσσωρευτών (μόλυβδος) πολλές φορές η πίεση του δαπέδου μπορεί να φθάσει Και τα 2.000 kg/m<sup>2</sup>. Πρέπει συνεπώς να γίνεται μελέτη αντοχής τόσο για το βάθρο όσο και το δάπεδο τοποθέτησης αυτών των συσσωρευτών. Σήμερα πλέον όλα τα βάθρα είναι αντισεισμικής κατασκευής.

## **Φόρτιση των συσσωρευτών VR**

Οι συσσωρευτές VR φορτίζονται συνήθως με εφαρμογή σταθερής συντηρητικής τάσης φόρτισης, (floating voltage). Η φόρτιση τους ακολουθεί την καμπύλη IU κατά DIN 41773. Εάν είναι επιθυμητό να μειωθεί ο χρόνος φόρτισης με αύξηση της τάσης φόρτισης, πρέπει να ακολουθούνται προσεκτικά οι οδηγίες του κατασκευαστή.

Συνεχή φόρτιση με υψηλή τάση οδηγεί σε υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, αυξημένες απώλειες νερού και κίνδυνος φαινομένου "thermal runaway". Για να μειωθεί η παραγόμενη θερμότητα σε συντηρητική φόρτιση από υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, η συντηρητική τάση πρέπει να αντισταθμίζεται με την σταθερά -0.003V/°C για κάθε βαθμό θερμοκρασίας πάνω από τους 20°C. Η σταθερά αυτή δίνεται από τον κατασκευαστή των συσσωρευτών. Όσο μικρότερη είναι η τιμή της τόσο λιγότερος είναι ο επηρεασμός της θερμοκρασίας λειτουργίας στον χρόνο ζωής των συσσωρευτών. Αυτό μπορεί να ενσωματωθεί στα ηλεκτρονικά κυκλώματα του φορτιστή. Ο φορτιστής αυτόματα θα διορθώνει την αντίστοιχη τιμή της τάσης συντηρητικής φόρτισης με την θερμοκρασία των συσσωρευτών. ο αισθητήρας πρέπει βέβαια να τοποθετηθεί σε άμεση επαφή με το δοχείο του συσσωρευτή που λειτουργεί στο "θερμότερο" σημείο της εγκατάστασης. Συνήθως αυτό είναι στη μέση της συστοιχίας.



## **Οικονομικά στοιχεία εγκαταστάσεων συσσωρευτών VR**

Μία εγκατάσταση συστοιχίας συσσωρευτών από οικονομικής πλευράς εξαρτάται από διάφορους συντελεστές οι οποίοι είναι:

- Τον αξιόπιστο χρόνο ζωής.
- Το αρχικό κόστος αγοράς της συστοιχίας συσσωρευτών.
- Το κόστος αλλαγής των συσσωρευτών. Συσσωρευτές με μικρό χρόνο ζωής απαιτούν συχνές αλλαγές με αυξημένο κόστος. Συχνές αλλαγές σημαίνει δημιουργία οικολογικού προβλήματος μιας και οι συσσωρευτές ρυπαίνουν με τα οξείδια του μολύβδου το περιβάλλον.
- Το κόστος του χώρου εγκατάστασης των συσσωρευτών. Οι συσσωρευτές VR συνήθως δεσμεύουν μικρότερο χώρο, και δεν απαιτούν ειδικά δωμάτια σε σχέση με τους συμβατικούς συσσωρευτές ανοικτού τύπου.
- Το κόστος του συστήματος κλιματισμού-αερισμού. Με σκοπό να επιτευχθεί αποδεκτός χρόνος ζωής και ασφάλεια λειτουργίας πρέπει να ρυθμίζεται αυτόματα η θερμοκρασία και ο αερισμός του χώρου συσσωρευτών σε αποδεκτά επίπεδα. Ειδικά για συσσωρευτές με υψηλές θερμικές απώλειες.
- Ασφάλεια / κόστος λειτουργίας. Διακοπές λειτουργίας μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένο πραγματικό κόστος. Συσσωρευτής με μεγάλη αναμενόμενη διάρκεια ζωής για ασφαλή λειτουργία μπορεί να μειώσει αυτό το κόστος.

Δημοσθένης Ισ. Στάμπας  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. "Specification for electric storage batteries and battery plants", VDE-0510/DIN-57510/01-1977
2. "Technical brochure SGV, gelled tubular blocks VRLA batteries", TUDOR-SONNAK AG, Norway.
3. "Technical brochure dryfit Batteries", SONNENSHEIN BATTERIES GmbH, Germany.
4. "Instructions for use and maintenance of SGF batterie blocks", TUDOR-SONNAK AG. Norway.
5. "Drysafe series batteries, General leaflet", HAGEN GmbH, Germany.
6. "Batteries in UPS instalations", FISKARS POWER SYSTEMS OY, Finland.
7. " Η ανάγκη για προστασία από συστήματα αδιάλειπτης παροχής ενέργειας", Δ. Στάμπας, Μάρτης, 1996.