

2016

ΑΕΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΑΡΥΠΙΔΗΣ



[Συσσωρευτές μολύβδου και εφαρμογές στη Ναυτιλία]

Μια χρήσιμη τεχνολογία λοιπόν είναι αυτή της μπαταρίας (ηλεκτρικός συσσωρευτής) η οποία αποθηκεύει περίσσια ηλεκτρική ενέργεια σε χημική μορφή και την αποδίδει ξανά στην αρχική της μορφή όταν υπάρξει ζήτηση.

Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΚΑΡΥΠΙΔΗ ΘΕΟΔΩΡΟ-ΚΩΝ Α.Μ. : 3280

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Κ.ΛΑΜΠΙΟΥΡΑ

ΘΕΜΑ

«Συσσωρευτές μολύβδου και εφαρμογές
στη Ναυτιλία»

Ημερομηνία ανάληψης Π.Ε:

Ημερομηνία παράδοσης της Π.Ε:

Α/Α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1				
2				
3				
	ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ			

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Νομοί του faraday για την ηλεκτρόλυση	.5
2. Πόλωση	.6-7
3. Ο ψευδάργυρος και ο χαλκός μέσα σε διάλυση από θειικό οξύ	.8-9
4. Η πόλωση του στοιχείου	.10
5. Τοπικές δράσεις	.11
6. Χαρακτηριστικά των στοιχείων	.11-12
7. Ο συσσωρευτής	.13-14
8. Ο συσσωρευτής μόλυβδου	.15-19
9. Γενικά για την κατασκευή του συσσωρευτή	.20
10. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη του συσσωρευτή	.21
11. Πως μεταβάλετε η τάση του συσσωρευτή κατά την εκφόρτωση ή την φόρτωση του	.22-26
12. Χαρακτηριστικά του συσσωρευτή θειικού οξέως	.27
13. Η αναζωογόνηση του συσσωρευτή	.28
14. Αυτοεκφοροση του συσσωρευτή	.29
15. Η θειίκωση των πλακών	.30
16. Άλλες βλάβες	.31
17. Συντήρηση των συσσωρευτών κατά την ανάπαυση τους	.32-33
18. Ο αλκαλικός συσσωρευτής	.34
19. Πως διαπιστώνουμε το ποσό ξεφορτώσε ο συσσωρευτής	.35
20. Φόρτιση των συσσωρευτών	.36
21. Εφαρμογή στις ηλεκτρομηχανές	.37
22. Βασική εφαρμογή των συσσωρευτών στο GMDSS	.38
23. Φωτογραφικό υλικό	.39-40
24. Βιβλιογραφία	.41

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της στους μεγάλους θερμοηλεκτρικούς και υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Οι παραπάνω μορφές παραγωγής ενέργειας καταναλώνουν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο ή ουράνιο και άλλα σχάσιμα υλικά ή χρησιμοποιούν υδατοπτώσεις. Όλες όμως αυτές οι ενεργειακές πηγές έχουν σχετικά περιορισμένες προοπτικές αφού τα αέρια, υγρά ή στερεά και γενικά τα συμβατικά καύσιμα αλλά και τα πυρηνικά καύσιμα εξαντλούνται βαθμιαία, ενώ η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ποσοτικά καθορισμένη και γεωγραφικά περιορισμένη. Επιπλέον, γνωστές είναι και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των παραπάνω μορφών παραγωγής ενέργειας, καθιστώντας απαραίτητη την ανάπτυξη και χρήση τεχνολογιών για την εκμετάλλευση ήπιων μορφών ενέργειας. Μια χρήσιμη τεχνολογία λοιπόν είναι αυτή της μπαταρίας (ηλεκτρικός συσσωρευτής) η οποία αποθηκεύει περίσσια ηλεκτρική ενέργεια σε χημική μορφή και την αποδίδει ξανά στην αρχική της μορφή όταν υπάρξει ζήτηση. Οι μπαταρίες χρησιμοποιούνται στις μέρες μας κατά κόρον σχεδόν σε όλα τα ηλεκτρικά-ηλεκτρονικά προϊόντα που υπάρχουν ακόμη και σε διάφορες μεγάλες εφαρμογές. (Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ηλεκτρικά οχήματα και μηχανάκια, ναυτιλία κλπ.) Σε αυτήν την εργασία θα αναπτυχθούν και θα παρουσιαστούν τα παραπάνω καθώς και η συμπεριφοράς των στοιχείων. Στην καθημερινότητα μας χρησιμοποιούμε σχεδόν όλοι μας πολλά είδη μπαταριών. Ελάχιστη όμως γνωρίζουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά. Στόχος λοιπόν της εργασίας αυτής είναι ο εμπλουτισμός γνώσεων με σκοπό την βελτίωση της χρήσης κάθε είδους μπαταρίας. Στο σημείο αυτό θέλω να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μ κύρια Λαμπουρα για για την καθοδήγηση τις κατά την σύνθεση και παρουσίαση της εργασίας.

Νόμοι του Faraday για την ηλεκτρόλυση.

ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ

Ας πάρουμε τέσσερις ηλεκτρολυτικές συσκευές. Απ' αυτές, ή μια θα μας χρησιμέψει για να ηλεκτρολύσουμε νερό, ή δεύτερη χαλκό, ή τρίτη μολύβι, και ή τέταρτη ασήμι. Κάθε συσκευή έχει, φυσικά, και τον αντίστοιχο ηλεκτρολύτη. Ας στείλουμε τώρα και το ρεύμα, το απαιτούμενο γι' αυτήν τη δουλειά. Όταν θελήσουμε να δούμε το αποτέλεσμα, θα διαπιστώσουμε πως οι ποσότητες του υδρογόνου, του χαλκού, του μολυβιού, και του ασημιού που παρουσιάζονται στα αρνητικά ηλεκτρόδια των συσκευών είναι ανάλογες με την ποσότητα του ρεύματος που περνά μέσα από τις συσκευές. Ο πρώτος νομός λοιπόν μας καθορίζει ότι η ποσότητα (το βάρος) του υδρογόνου η των μετάλλων, που παρουσιάζεται στην κάθοδο, είναι ανάλογη με την ποσότητα του ρεύματος, που περνά μέσα από τον αντίστοιχο ηλεκτρολύτη. Την ποσότητα όμως Q , του ρεύματος τη βρίσκουμε εύκολα αν πολλαπλασιάσουμε την ένταση I του ρεύματος με το χρόνο t . Ο νόμος λοιπόν αυτός μπορεί να εκφραστεί με τον ακόλουθο απλό μαθηματικό τύπο : $B = a \times Q = a \times I \times t$.

Σ' αυτόν, το B παριστάνει το βάρος του υδρογόνου ή των μετάλλων σε χιλιοστά του γραμμαρίου η σε γραμμάρια, και το Q την ποσότητα του ηλεκτρισμού σε κουλό ή αμπάρια. Αν αγνοούμε την ποσότητα Q και ξέρουμε μονάχα την ένταση I και το χρόνο t , το I εκφράζεται σε αμπέρ και το t σε δευτερόλεπτα. Το a παριστάνει ένα συντελεστή πού λέγεται «ηλεκτροχημικό ισοδύναμο».

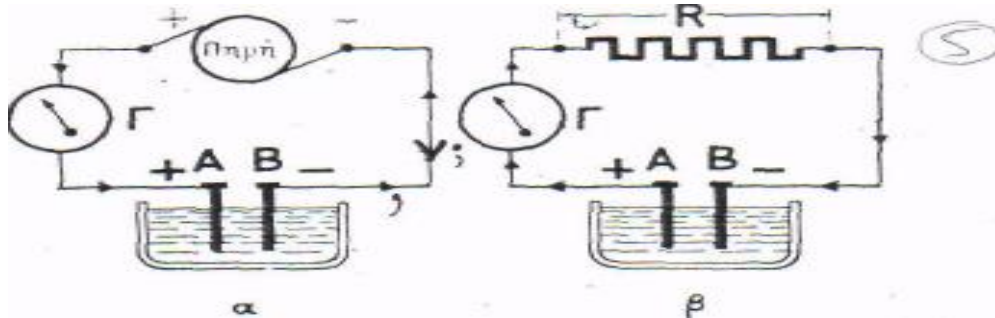
ΑΜΠΕΡ ονομάζεται ή ένταση, πού έχει ένα σταθερό ρεύμα, όταν διαρρέοντας έναν ηλεκτρολύτη από νιτρικό άργυρο, ελευθερώνει σε κάθε δευτερόλεπτο, 1,118 χιλιοστά του γραμμαρίου ασήμι.

Ο δεύτερος νόμος για την ηλεκτρόλυση μας λέει τα ακόλουθα :

Όταν το ίδιο ρεύμα περνά διαδοχικά από διάφορους ηλεκτρολύτες τα βάρη του υδρογόνου ή των μετάλλων, πού παρουσιάζονται στην κάθοδο, είναι ανάλογα μετά χημικά τους ισοδύναμα.

Ἡ πόλωση.

Ἐχουμε μια ηλεκτρολυτική συσκευή AB, που ο ηλεκτρολύτης της είναι νερό και θειικός ψευδάργυρος. Τα δυο ηλεκτρόδια είναι από πλατίνα. Ἡ πηγή μας δίνει το ρεύμα για την ηλεκτρόλυση. Το γαλβανόμετρο Γ μας μετρά το ρεύμα αυτό.



Αφού περάσει το ρεύμα αρκετή ώρα, αφαιρούμε την πηγή και την αντικαθιστούμε με μια αντίσταση R. Το αμπερόμετρο Γ μας δείχνει πως πάλι στο κύκλωμα κυκλοφορεί ένα ρεύμα. Το ρεύμα όμως τώρα έχει αντίθετη φορά. Ενώ δηλαδή, κάναμε την ηλεκτρόλυση, το ρεύμα το ρεύμα πήγαινε από το θετικό πόλο της πηγής στο ηλεκτρόδιο A και, από το ηλεκτρόδιο B, γυρνούσε στον αρνητικό πόλο, τώρα ξεκινά από το ηλεκτρόδιο A, περνά την αντίσταση R και καταλήγει στο ηλεκτρόδιο B. Το ρεύμα αυτό διαρκεί λίγο. Βλέπουμε, λοιπόν, πως η ηλεκτρολυτική συσκευή έγινε τώρα πηγή ηλεκτρικού ρεύματος και, για να την ξεχωρίζουμε από την πηγή Π που μας έδωσε το ρεύμα για την ηλεκτρόλυση, την ονομάζουμε «δευτερεύουσα πηγή ή». Την πρώτη, μπορούμε να τη λέμε «πρωτεύουσα». Το ρεύμα, που μας παρέχει ή δευτερεύουσα πηγή, το ονομάζουμε «δευτερεύον ρεύμα», για να το ξεχωρίζουμε από το πρώτο ρεύμα που το αποκαλούμε «πρωτεύον», και λέμε πως οφείλεται σ' ένα φαινόμενο, που ονομάζεται «πόλωση» (γένεση πόλων). Ἡ πόλωση παρουσιάζεται όχι μονάχα με τα ηλεκτρόδια και τον ηλεκτρολύτη που προαναφέραμε, αλλά και με οποιαδήποτε άλλα. Πετυχαίνει όμως καλά, όταν τα ηλεκτρόδια είναι από μόλυβδο και ο ηλεκτρολύτης, αποσταγμένο νερό με θειικό οξύ. Τότε και το δευτερεύον ρεύμα διαρκεί περισσότερο. Σ' αυτό ακριβώς το φαινόμενο στηρίζεται και η λειτουργία του συσσωρευτή από μόλυβδο.

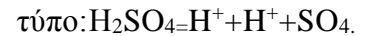
Το δευτερεύον ρεύμα γεννιέται από την αλλοίωση που παθαίνουν τα ηλεκτρόδια, επειδή τα προσβάλλει ο ηλεκτρολύτης. Κι' αλήθεια : "Αν μετά το πέρασμα του ρεύματος, που μας δημιούργησε ή πρωτεύουσα πηγή Π, μεταφέρουμε τα ηλεκτρόδια σε άλλη συσκευή απ' όπου δεν πέρασε ρεύμα, βλέπουμε πως και με τη νέα συσκευή μπορεί να δημιουργηθεί δευτερεύον ρεύμα. Απ' αυτήν τη διαπίστωση συμπεραίνουμε, πως ή αιτία που δημιουργεί αυτό το ρεύμα, βρίσκεται στα ηλεκτρόδια. Αυτά ονομάζονται τότε *πολωμένα*. Κατά την ηλεκτρόλυση που γίνεται στη συσκευή με τα πλατινένια ηλεκτρόδια και τον διαλυμένο στο νερό θειικό ψευδάργυρο, το αρνητικό ηλεκτρόδιο σκεπάζεται από ψευδάργυρο, γιατί αυτός, σα μέταλλο που είναι, πηγαίνει

προς την κάθοδο. Το θετικό πάλι ηλεκτρόδιο σκεπάζεται με οξυγόνο. Το οξυγόνο απορροφάται λίγο από την πλατίνα. Το τελευταίο ηλεκτρόδιο περιτριγυρίζεται και από το θεϊκό οξύ πού σχηματίζεται κατά την ηλεκτρόλυση. Από την ηλεκτρόλυση λοιπόν γεννιέται μια ασυμμετρία στα ηλεκτρόδια. Ο ηλεκτρολύτης πού περιβάλλει το αρνητικό ηλεκτρόδιο, δεν έρχεται πια σ' επαφή με την πλατίνα, αλλά με τον ψευδάργυρο πού σκέπασε το ηλεκτρόδιο αυτό. Το αρνητικό λοιπόν ηλεκτρόδιο δεν είναι όμοιο με το θετικό, όπως ήταν πριν περάσει τα πρωτεύον ρεύμα. Όταν όμως παρουσιαστεί μια τέτοια κατάσταση, έχουμε, , ένα ηλεκτρικό στοιχείο, γιατί, για να κάνουμε ένα ηλεκτρικό στοιχείο, αρκούν δυο ηλεκτρόδια από διαφορετικό μέταλλο, βουτηγμένα μέσα στον ανάλογο ηλεκτρολύτη. Απ' όλα αυτά πού αναφέραμε, βγάζουμε το συμπέρασμα πώς κάθε ηλεκτρολυτική συσκευή γεννά μια αντίθετη ηλεκτρεγερτική δύναμη πού μας δημιουργεί δευτερεύον ρεύμα. Την ηλεκτρεγερτική αυτή δύναμη πρέπει να την ονομάσουμε «αντιηλεκτρεγερτική δύναμη» της συσκευής γιατί πράγματι, αφού προκαλεί ρεύμα αντίθετο προς το πρωτεύον ρεύμα, εναντιώνεται στην ηλεκτρεγερτική δύναμη της πρωτεύουσας πηγής, πού μας χορηγεί το πρωτεύον ρεύμα. Για να γίνει λοιπόν ηλεκτρόλυση σε μια συσκευή, πρέπει η ή.ε. δύναμη της πρωτεύουσας πηγής να είναι μεγαλύτερη από την αντιηλεκτρεγερτική δύναμη της συσκευής, γιατί, αλλιώς, το πρωτεύον ρεύμα εξουδετερώνεται ολότελα από το δευτερεύον ρεύμα και ή ηλεκτρόλυση δε γίνεται.

Ο νόμος του "Ωμ παίρνει σ' αυτή την περίπτωση τη γενική του μορφή, δηλαδή : $I = (E - E') / R$ όπου I , ή ένταση του ρεύματος, , η ή.ε. δύναμη της πρωτεύουσας πηγής, E' , η ά.η ε. δύναμη της ηλεκτρολυτικής συσκευής, και R , ή ολική αντίσταση του κυκλώματος. Δεν παρουσιάζεται πόλωση σε ηλεκτρόδια που είναι βουτηγμένα σε ηλεκτρολύτη καμωμένο με άλας από το ίδιο μέταλλο, όπως π.χ. στην περίπτωση χάλκινων ηλεκτροδίων βυθισμένων μέσα σε ηλεκτρολύτη από θεϊκό χαλκό. Σ' αυτή την περίπτωση, το αρνητικό ηλεκτρόδιο σκεπάζεται πάλι με χαλκό. Στο θετικό ηλεκτρόδιο επιδρά ή ρίζα (SO_4) και απλώς λειώνει το ηλεκτρόδιο χωρίς να, του αλλοιώνει τη χημική σύνθεση. Παραμένει, λοιπόν, στην ουσία το ίδιο. Από τον προηγούμενο τύπο παίρνουμε: $E = RI + E'$ και $E' = E - RI$ "Αν πολλαπλασιάσουμε την εξίσωση $E = RI + E'$ με το I , και το t , έχουμε $EIt = RI^2t + E'It$. Εδώ βλέπουμε, ότι, από ολόκληρη την ενέργεια πού χορηγεί ή πηγή, ένα τμήμα, το RI^2t , ξοδεύεται ζεσταίνοντας ανώφελα την αντίσταση R του κυκλώματος και το υπόλοιπο, το $E'It$, δαπανάται για τις χημικές δράσεις πού γίνονται μέσα στη συσκευή.

Ο ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ ΚΑΙ Ο ΧΑΛΚΟΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΔΙΑΛΥΣΗ ΑΠΟ ΘΕΙΚΟ ΟΞΥ.

Αν πάρουμε δυο κομμάτια από διαφορετικό μέταλλο και τα βυθίσουμε μέσα σ' έναν ηλεκτρολύτη, έχουμε αμέσως μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος. Πως, όμως, εξηγείται αυτό το φαινόμενο με την Ηλεκτρονική θεωρία ; "Ας παραδεχτούμε, λοιπόν, πώς βυθίζουμε μέσα σε ηλεκτρολύτη από νερό και θειικό οξύ μια πλάκα από ψευδάργυρο και μια πλάκα από χαλκό, δίχως φυσικά, ν' ακουμπούν μεταξύ τους, κι' ας δούμε τι γίνεται μέσα στο <<ηλεκτρικό στοιχείο>> Γνωρίζουμε ότι τα μόρια ορισμένων χημικών ενώσεων διασπώνται σε θετικά και αρνητικά ιόντα, όταν οι ενώσεις αυτές διαλύονται μέσα σε νερό. Μια απ' αυτές τις ενώσεις είναι και το θειικό οξύ (H_2SO_4). Ένα μόριο από θειικό οξύ αποτελείται άπα δυο άτομα υδρογόνου (H), ένα άτομο θείο (S) και τέσσερα άτομα οξυγόνου (O). Όταν το οξύ ανακατωθεί με το νερό, ο σύνδεσμος των ιόντων πολλών μορίων του γίνεται πολύ πιο χαλαρός απ' όσο ήταν πριν το βάλουμε από νερό. Λέμε, ότι πολλά από τα μόρια του διασπώνται. Τα δυο άτομα του υδρογόνου γίνονται θετικά Ιόντα (H^+). Τα ηλεκτρόνια που έχασαν βρίσκονται στο υπόλοιπο συγκρότημα SO_4 , Κ' επειδή αυτό έχει δυο ηλεκτρόνια παραπάνω απ' όσα πρέπει να έχει, αποχτά αρνητικό φορτίο. Έτσι ή ρίζα SO_4 γίνεται αρνητική. Αυτό μπορούμε να το διατυπώσουμε με το χημικό



Ο ηλεκτρολύτης λοιπόν του στοιχείου αυτού δεν είναι μια συνηθισμένη διάλυση, αλλά μια διάλυση με απειράριθμα ιόντα που μπορούν να μετακινηθούν ελεύθερα.

Όταν βυθίσουμε στον ηλεκτρολύτη μια πλάκα από ψευδάργυρο, προκαλούνται ηλεκτροχημικές αντιδράσεις που κάνουν τον ψευδάργυρο ν' αποχτήσει δυναμικό διαφορετικό άπα το δυναμικό του ηλεκτρολύτη . Ο ψευδάργυρος αποχτά αρνητικό δυναμικό σχετικά με τον ηλεκτρολύτη, γιατί κάθε άτομο του, όταν ενώνεται με τη ρίζα SO_4 για να σχηματίσει θειικό ψευδάργυρο, σύμφωνα με την εξίσωση: $Zn^{2+} + 2e^- + SO_4^{2-} = ZnSO_4$ αφήνει στον υπόλοιπο ψευδάργυρο 2 ηλεκτρόνια. Άλλα και μια πλάκα από χαλκό, βυθιζόμενη μέσα στον ίδιο ηλεκτρολύτη, αποχτά δυναμικό διαφορετικό από το δυναμικό του ηλεκτρολύτη και ή διαφορά δυναμικού μεταξύ χαλκού και ηλεκτρολύτη δεν είναι ή ίδια με τη διαφορά δυναμικού μεταξύ ψευδαργύρου και ηλεκτρολύτη. Και ο χαλκός αποχτά στην πραγματικότητα αρνητικό δυναμικό σχετικά με τον ηλεκτρολύτη, αλλά σ' αυτή την περίπτωση το αρνητικό δυναμικό του χαλκού είναι μικρότερο από τα αρνητικό δυναμικό του ψευδαργύρου, γιατί κάθε άτομο χαλκού, προσβαλλόμενο από τον ηλεκτρολύτη, και αφήνοντας τη χάλκινη πλάκα για να ενωθεί με τον ηλεκτρολύτη, εγκαταλείπει σ' αυτήν ένα μονάχα ηλεκτρόνιο, ενώ κάθε άτομο ψευδαργύρου, χάνοντας την ίδια δουλειά, αφήνει δυο ηλεκτρόνια στην πλάκα του ψευδαργύρου. Δημιουργείται λοιπόν μεταξύ του χαλκού και του ψευδαργύρου μια διαφορά δυναμικού, και μάλιστα ο χαλκός βρίσκεται με δυναμικό κατά 1,1 βολτ υψηλότερο από τον ψευδάργυρο, είναι δηλαδή, σχετικά με τον ψευδάργυρο, θετικός. Αν συνδέσουμε, τώρα, μ' έναν αγωγό τον ψευδάργυρο με το χαλκό, θα έχουμε, γι' αποτέλεσμα της διαφοράς δυναμικού που υπάρχει μεταξύ αυτών των δυο ηλεκτροδίων, μια ροή ηλεκτρονίων από τον ψευδάργυρο προς το χαλκό. Τα ηλεκτρόνια κατακλύζουν το χαλκό και έτσι αυτός έλκει επάνω του τα θετικά (όντα του

υδρογόνου). Κάθε θετικό Ιόν υδρογόνου, φτάνοντας στο χαλκό, παίρνει απ' αυτόν το ηλεκτρόνιο πού του λείπει, γίνεται ουδέτερο κι' αφού ενωθεί μ' ένα άλλο άτομο υδρογόνου σχηματίζει ένα μόριο υδρογόνου, πού ή ξεφεύγει στον αέρα ή παραμένει κοντά στο χαλκό και δημιουργεί «πόλωση».

Ο ψευδάργυρος, πάλι, από τη βίαιη απομάκρυνση των ηλεκτρονίων του βρίσκεται για μια στιγμή φτωχός σε ηλεκτρόνια, φορτισμένος αρά θετικά. Έλκει λοιπόν επάνω του την αρνητική ρίζα SO_4 , και δίνει σ' αυτήν θετικά ιόντα από τον ίδιο τον εαυτό του. Τότε τα περίσσια ηλεκτρόνια του ψευδαργύρου διατρέχουν το εξωτερικό κύκλωμα για να πηγαίνουν προς το χαλκό, που άλλωστε τ' αποζητά κι' αυτός για ν' ανταποκριθεί στις απαιτηθείς των ιόντων του υδρογόνου πού τον προσβάλλουν. Μ' αυτό τον τρόπο, όσα ηλεκτρόνια διαθέτει ο χαλκός για ν' αντιμετωπίσει τα θετικά ιόντα του υδρογόνου, τόσα ηλεκτρόνια του έρχονται από τον ψευδάργυρο. Ο ψευδάργυρος στέλνει τα ηλεκτρόνια του, μέσα από τον αγωγό, στο χαλκό κι' έτσι δημιουργείται το ρεύμα. Όπως βλέπουμε, όταν λειτουργεί το στοιχείο, θετικά ιόντα ψευδαργύρου αφήνουν τον ψευδάργυρο για να ενωθούν με τη ρίζα SO_4 , του ηλεκτρολύτη. Η πλάκα λοιπόν του ψευδαργύρου λιώνει μέσα στον ηλεκτρολύτη, ενώ αυτός μαζεύει, στη θέση του θεικού οξέος, θεικό ψευδάργυρο η εξάντληση αυτή, πού παθαίνει ο ψευδάργυρος, μας δίνει το δικαίωμα να πούμε, ότι ή ή.ε. δύναμη του στοιχείου οφείλεται στη χημική δράση πού γίνεται μεταξύ του ψευδαργύρου και του ηλεκτρολύτη και, γενικά, ότι στο ηλεκτρικό στοιχείο μετατρέπουμε τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Διαπιστώνουμε επίσης από τα προηγούμενα, ότι, κατά τη λειτουργία του στοιχείου, μεταφέρονται μέσα στον ηλεκτρολύτη θετικά (όντα υδρογόνου με φορά από τον ψευδάργυρο προς το χαλκό και αρνητικά (όντα SO_4 με φορά από το χαλκό προς τον ψευδάργυρο. Αυτή ή μεταφορά των [όντων αποτελεί το ρεύμα μέσα στον ηλεκτρολύτη.

Συνάγουμε, λοιπόν, ότι το ηλεκτρικό ρεύμα, πού δημιουργείται όταν λειτουργεί το στοιχείο, αποτελείται κι' εδώ από ρεύμα αγωγιμότητας πού διαρρέει το εξωτερικό τμήμα του κυκλώματος, δηλαδή τους αγωγούς, και από ρεύμα μεταφοράς πού διαρρέει το εσωτερικό τμήμα του κυκλώματος, δηλαδή τον ηλεκτρολύτη. Όσο μεγαλύτερη είναι ή επιφάνεια των ηλεκτροδίων μέσα στον ηλεκτρολύτη, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο αριθμός των ιόντων πού μεταφέρονται μέσα σ' αυτόν κατά δευτερόλεπτο. Επομένως, ή μεταφορά αυτή των ιόντων μπορεί να είναι στα μεγάλα στοιχεία πολύ πιο μεγάλη απ' όση είναι στα μικρά. Αυτό σημαίνει, ότι ένα στοιχείο με μεγάλα ηλεκτρόδια μπορεί να μας δώσει ρεύμα περισσότερο από το ρεύμα πού δίνει ένα στοιχείο με μικρά ηλεκτρόδια.

Πρέπει να γνωρίζουμε, επίσης, ότι δε χρησιμοποιούμε μονάχα χαλκό, ψευδάργυρο και ηλεκτρολύτη από νερό και θεικό οξύ στην κατασκευή των στοιχείων. Στην πράξη μάλιστα χρησιμοποιούμε πολύ σπάνια το θεικό οξύ γι' αυτόν το σκοπό. Παρακάτω δίνουμε μια σειρά από διάφορα σώματα πού μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάλλιστα για την κατασκευή των ηλεκτροδίων ενός στοιχείου. Σ' αυτήν τη σειρά τα διάφορα σώματα είναι, βαλμένα κατά τρόπο, ώστε, αν δυο απ' αυτά βυθιστούν σ' έναν ηλεκτρολύτη, το σώμα πού προηγείται στη σειρά αποχτά και το υψηλότερο δυναμικό. Έτσι, αν πάρουμε κάρβουνο και χαλκό, το κάρβουνο θα είναι το θετικό ηλεκτρόδιο. Αν προτιμήσουμε χαλκό και ψευδάργυρο, ο χαλκός θ' αποτελέσει,

όπως και προηγουμένως είδαμε, το θετικό ηλεκτρόδιο . Όσο πιο μακριά βρίσκονται τα σώματα αυτά, το ένα από το άλλο, στη σειρά πού δίνουμε, τόσο μεγαλύτερη είναι και ή διαφορά δυναμικού, ή δημιουργούμενη μεταξύ τους, όταν τα βάλουμε μέσα στον κατάλληλο ηλεκτρολύτη.

Ή σειρά είναι ή ακόλουθη :

1.ΚΑΡΒΟΥΝΟ	6.ΣΙΔΗΡΟΣ
2.ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΣ	7.ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ
3.ΑΡΓΥΡΟΣ	8.ΜΟΛΥΒΔΟΣ
4.ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ	9.ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ
5.ΧΑΛΚΟΣ	10.ΜΑΓΓΑΝΙΟ

"Αν πάρουμε λοιπόν, κάρβουνο και ψευδάργυρο, θα έχουμε διαφορά δυναμικού μεγαλύτερη απ' αυτήν που θα έχουμε αν προτιμήσουμε χαλκό και ψευδάργυρο.

Ή πόλωση του στοιχείου.

Είπαμε στην ηλεκτρόλυση, το υδρογόνο ή το μέταλλο παρουσιάζεται πάντοτε στην κάθοδο. Εδώ στο στοιχείο, όπως αναφέραμε παραπάνω, το ρεύμα κατευθύνεται στο εσωτερικό του, σύμφωνα με την κλασική διεύθυνση, από τον ψευδάργυρο προς το χαλκό. Ο χαλκός λοιπόν παριστάνει σε αυτήν την περίπτωση την κάθοδο. Τα άτομα του ψευδαργύρου, πού διαλύεται στον ηλεκτρολύτη του θεικού οξέος, γίνονται θεικός ψευδάργυρος, και το υδρογόνο ακολουθεί τη φορά του ρεύματος. Ένα μέρος απ' αυτό ανεβαίνει στην επιφάνεια του υγρού και απ' εκεί ξεφεύγει στον αέρα, ενώ το υπόλοιπο σκεπάζει σιγά σιγά το χαλκό. Τότε σχηματίζεται στο εσωτερικό του στοιχείου ένα δεύτερο στοιχείο, πού έχει για ηλεκτρόδια το στρώμα του υδρογόνου, που σκεπάζει το χαλκό, και τον ψευδάργυρο, και για ηλεκτρολύτη, τα θεικό οξύ. Το στοιχείο όμως αυτό παρουσιάζει ηλεκτρεγερτική δύναμη αντίθετη απ' εκείνη πού παρουσίαζε πριν ο ψευδάργυρος με τω χαλκό.

Ή αντιηλεκτρεγερτική αυτή δύναμη μειώνει την κύρια ή ε. δύναμη του στοιχείου και σε λίγο χρονικό διάστημα τη μικραίνει τόσο, πού το στοιχείο σχεδόν νεκρώνεται. Λέμε τότε, πώς το στοιχείο είναι πολωμένο, γιατί ή πόλωση, όπως καταλαβαίνουμε, μικραίνει την ηλεκτρεγερτική του δύναμη. Για να εξαλείψουμε την πόλωση, ανακατεύουμε τη διάλυση ή σκουπίζουμε τις φυσαλίδες του υδρογόνου πού μαζεύονται γύρω στο χαλκό. Ο τρόπος όμως αυτός δεν είναι πραχτικός και γι' αυτό φροντίζουμε με άλλη μέθοδο, πιο καλή, να εξουδετερώσουμε το ανεπιθύμητο αυτό φαινόμενο. Συνήθως βάζουμε, γύρω από το θετικό ηλεκτρόδιο, μια χημική ουσία πού ενώνεται εύκολα με το υδρογόνο. Ή ουσία, πού χρησιμοποιούμε γι' αυτόν το σκοπό, λέγεται *αντιπολιτικός*.

Τοπικές δράσεις.

Ο κοινός ψευδάργυρος, πού βρίσκεται στο εμπόριο, είναι πάντοτε ακάθαρτος, γιατί περιέχει κυρίως μολύβι και σίδηρο. Τα δυο αυτά με τα αλλιά σχηματίζουν με τον ψευδάργυρο και με την επίδραση του ηλεκτρολύτη τοπικά κυκλώματα. Η χημική λοιπόν ενέργεια του ψευδαργύρου μετατρέπεται σε θερμαντική, δίχως το στοιχείο να παρέχει ρεύμα σ' εξωτερικό κύκλωμα. Δυο τρόποι υπάρχουν για ν' αποφύγουμε το δυσάρεστο αυτό φαινόμενο. "Η να χρησιμοποιήσουμε χημικώς καθαρό ψευδάργυρο, πράμα πού κοστίζει πολύ, ή να χρησιμοποιήσουμε ψευδάργυρο εφυδραργυρωμένο. Φυσικά, προτιμούμε το δεύτερο τρόπο. Για να εφυδραργυρωθεί ο ψευδάργυρος, τον καθαρίζουμε καλά μέσα σε λουτρό από θειικό οξύ και νερό και υστέρτα τον σκουπίζουμε. Έπειτα τον βυθίζουμε μέσα σ' ένα δοχείο με υδράργυρο. Σε λίγα λεπτά τον βγάζουμε και τον τρίβουμε με ξερό και καθαρό ύφασμα. Ο ψευδάργυρος φαίνεται τότε σαν ασημένιος.

Χαρακτηριστικά των στοιχείων.

1. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη.

Για να υπολογίσουμε ακριβώς την ή.ε. δύναμη ενός στοιχείου, πρέπει να γνωρίζουμε τους νόμους της Ηλεκτροχημείας, γιατί αυτοί μας λένε πώς ή ηλεκτρική ενέργεια, πού πετυχαίνουμε μ' ένα στοιχείο, είναι ίση με το έργο πού μας παρέχουν οι χημικές συγγένειες των υλικών του. Για μας είναι αρκετό να ξέρουμε μονάχα από τι εξαρτάται ή ηλεκτρεγερτική δύναμη. Η ή.ε δύναμη κάθε στοιχείου δεν εξαρτάται από το μέγεθος ή το σχήμα πού έχουν τα ηλεκτρόδια του, αλλά μονάχα από τις χημικές αντιδράσεις πού γίνονται μέσα του, μ' αλλά λόγια, από τη φύση των ηλεκτροδίων και του ηλεκτρολύτη. Όποιες κι' αν είναι οι διαστάσεις του στοιχείου και οι μάζες των ενεργών υλικών πού περιέχει, ή ή.ε. δύναμη του θα εξαρτηθεί μονάχα από τη φύση αυτών των υλικών.

"Αν πάρουμε π.χ. δυο στοιχεία με ίδια ηλεκτρόδια και ίδιο ηλεκτρολύτη, το ένα όμως μικρό και το άλλο μεγάλο, θα δούμε πώς ή ηλεκτρεγερτική τους δύναμη έχει την ίδια τιμή. Το μεγαλύτερο, όμως, επειδή έχει μεγαλύτερη επιφάνεια από ενεργά υλικά, δρα και εσωτερική αντίσταση μικρότερη, παρουσιάζει μεγαλύτερη χωρητικότητα. Αυτό σημαίνει, ότι μπορεί να μας δώσει περισσότερα αμπερώρια. Η ή.ε. δύναμη των στοιχείων κυμαίνεται από 1—2 βολτ, ανάλογα με τη φύση των ηλεκτροδίων και του ηλεκτρολύτη του στοιχείου.

2. Η εσωτερική αντίσταση.

Όταν στους πόλους ενός στοιχείου συνδέσουμε μια αντίσταση (Rεξ.). Ένα ρεύμα διαρρέει το κύκλωμα. Το ρεύμα όμως αυτό θα διαρρέει, όπως ξέρουμε, μονάχα την εξωτερική αντίσταση, αλλά και τα ηλεκτρόδια και τον ηλεκτρολύτη.

Το ρεύμα, λοιπόν, δε βρίσκει μονάχα στο εξωτερικό κύκλωμα αντίσταση, αλλά και μέσα στο στοιχείο. Η αντίσταση αυτή $R_{εξ}$, πού απαρτίζεται από την αντίσταση των ηλεκτροδίων και την αντίσταση της στήλης του ηλεκτρολύτη, λέγεται εσωτερική αντίσταση του στοιχείου και μετριέται πάλι σε $\omega\mu$. Στα στοιχεία, ή εσωτερική αντίσταση κυμαίνεται από 0,01 — 10 $\omega\mu$ και εξαρτάται από την ειδική αντίσταση και τις διαστάσεις των ηλεκτροδίων, από τη μεταξύ τους απόσταση, καθώς και από τη φύση του ηλεκτρολύτη. Όσο μεγαλύτερα σ' ένα στοιχείο είναι τα ηλεκτρόδια του και όσο μικρότερη ή απόσταση πού τα χωρίζει, τόσο μικρότερη είναι και η εσωτερική του αντίσταση. Δεν πρέπει ποτέ να παραβλέπουμε την εσωτερική αντίσταση των στοιχείων, όταν μάλιστα χρησιμοποιούμε πολλά σ' ένα κύκλωμα.

3. Η χωρητικότητα του στοιχείου.

Η χωρητικότητα δηλαδή ή ποσότητα του ηλεκτρισμού πού μπορεί να μας δώσει σε $\alpha\mu\pi\epsilon\rho\acute{\omega}\rho\iota\alpha$ ένα στοιχείο, εξαρτάται από τη φύση των ηλεκτροδίων και του ηλεκτρολύτη και από τις διαστάσεις τους.

Από τη φύση των ηλεκτροδίων και του ηλεκτρολύτη του στοιχείου θα εξαρτηθεί η ηλεκτρεγερτική του δύναμη. Από τις διαστάσεις τους, η εσωτερική του αντίσταση, πού με την ή.ε. δύναμη και την εξωτερική αντίσταση θα μας καθορίσουν την ένταση, δηλαδή, τον ένα συντελεστή πού θα μας δώσει τα $\alpha\mu\pi\epsilon\rho\acute{\omega}\rho\iota\alpha$. Ο άλλος συντελεστής είναι, όπως ξέρουμε, ο χρόνος t . ($Q = I X t$).

4. Κανονική παροχή.

Αυτή είναι ή μεγαλύτερη ένταση με την οποία μπορεί να δουλεύει. Ένα στοιχείο χωρίς τον κίνδυνο να πολωθεί γρήγορα. Η ένταση αυτή εξαρτάται από τη χωρητικότητα του στοιχείου.

5. Ή ισχύ του στοιχείου.

Όλική ισχύ $P_{ολ} = E X I$ (όπου $E =$ ή.ε. δύναμη του στοιχείου). Ωφέλιμη ισχύ $P_{ωφ.} = U X I$ (όπου $U =$ διαφορά δυναμικού).

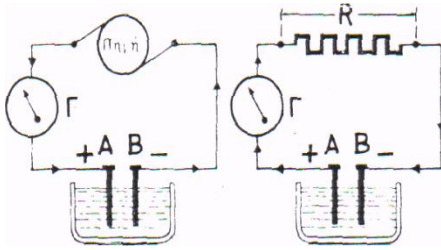
Ο ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο συσσωρευτής είναι μια αποθήκη, όπου αποθηκεύουμε την ηλεκτρική ενέργεια με μορφή χημικής ενέργειας, για να την ξαναπάρουμε πάλι, όταν θελήσουμε, με την αρχική της μορφή, μετατρέποντας τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική. Με αλλά λόγια, στο συσσωρευτή έχουμε συνδυασμό της ηλεκτρολυτικής συσκευής και του ηλεκτρικού στοιχείου. Ο συσσωρευτής ξεχωρίζεται σε δυο κύριες κατηγορίες: Στη μια, ανήκει ο συσσωρευτής μολύβδου, που λέγεται και συσσωρευτής θεικού οξέος, και στην άλλη, ο αλκαλικός συσσωρευτής.

Σε κάθε στοιχείο του συσσωρευτή, αδιάφορο σε πια κατηγορία ανήκει, διακρίνουμε τα δυο του ηλεκτρόδια, θετικό και αρνητικό, τον ηλεκτρολύτη, και το δοχείο που περιέχει τα ηλεκτρόδια και τον ηλεκτρολύτη. Για να αποθηκεύσουμε μέσα του την ηλεκτρική ενέργεια με μορφή χημικής ενέργειας, για να τον φορτίσουμε όπως λέμε, συνδέουμε το θετικό ηλεκτρόδιο του με το θετικό πόλο μιας πηγής που μας δίνει συνεχές ρεύμα και τα αρνητικό του ηλεκτρόδιο, με τον αρνητικό πόλο της ίδιας πηγής. Έτσι, στέλνουμε το ρεύμα της πηγής στο συσσωρευτή. Ύστερα από ορισμένες ώρες, ξεσυνδέουμε το συσσωρευτή από την πηγή και μπορούμε να τον μεταχειριστούμε για να μας τροφοδοτήσει άλλα ηλεκτρικά μηχανήματα. Τότε ο συσσωρευτής ξεφορτίζεται. Άμα ο συσσωρευτής αδειάσει, μπορεί να συνδεθεί πάλι στην ηλεκτρική πηγή για να ξαναφορτιστεί. Αφού φορτιστεί, θα είναι πάλι έτοιμος να μας ξαναδώσει την ηλεκτρική ενέργεια, που αποθήκεψε με μορφή χημικής ενέργειας. Στο συσσωρευτή δεν αποθηκεύουμε πραγματικά ηλεκτρισμό, αλλά, με το ρεύμα που του στέλνουμε κατά τη φόρτιση, προξενούμε χημική αλλοίωση στα ηλεκτρόδια του. Όταν έπειτα τον ξεφορτώσουμε, όταν δηλαδή παίρνουμε απ' αυτόν ρεύμα, τα ηλεκτρόδια του μας επιστρέφουν με μορφή ηλεκτρικής ενέργειας τη χημική ενέργεια που απόχτησαν στη φόρτιση. Ωστε ο συσσωρευτής μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε χημική κατά τη φόρτιση του, και τη χημική σε ηλεκτρική κατά την εκφόρτωση του από τα παρακάτω θα φανεί ολοκάθαρα τι ακριβώς γίνεται.

Που βασίζεται ή λειτουργία του συσσωρευτή.



Στο σχήμα βλέπουμε πάλι την ηλεκτρολυτική συσκευή με ηλεκτρολύτη από νερό και θειικό ψευδάργυρο, και τα δυο της ηλεκτρόδια από πλατίνα. "Αν συνδέσουμε στα άκρα των ηλεκτροδίων της μια αντίσταση R δίχως να έχουμε συνδέσει προηγουμένως τη συσκευή σε ηλεκτρική πηγή, διαπιστώνουμε με ένα αμπερόμετρο πως η συσκευή δε δίνει ρεύμα. Αυτό είναι φυσικό, θα μπορούσε κανείς να φανταστεί το αντίθετο, αν τυχόν παρασυρόταν από το ηλεκτρικό στοιχείο. Και το στοιχείο βέβαια έχει δυο ηλεκτρόδια βουτηγμένα μέσα σε ηλεκτρολύτη, αλλά δεν πρέπει να ξεχνούμε τη λεπτομέρεια, πώς, στο στοιχείο, τα δυο ηλεκτρόδια είναι από διαφορετικό μέταλλο. Αίτια λοιπόν που ή ηλεκτρολυτική συσκευή του δε μας δίνει ρεύμα, είναι γιατί τα δυο της ηλεκτρόδια είναι, και τα δυο, από πλατίνα. Αν όμως συνδέσουμε τη συσκευή σε μια ηλεκτρική πηγή και αφήσουμε το ρεύμα της πηγής να περάσει μέσα από τη συσκευή αρκετή ώρα, τα πράγματα, όπως είδαμε μιλώντας και για την πόλωση, αλλάζουν. Το ρεύμα, πηγαίνοντας από το ηλεκτρόδιο A, μέσα από τον ηλεκτρολύτη, προς το ηλεκτρόδιο B, μεταφέρει τα ιόντα του ψευδαργύρου και του οξυγόνου του ηλεκτρολύτη στ' αντίστοιχα ηλεκτρόδια. Ο ψευδάργυρος, σα μέταλλο πού είναι, ακολουθεί τη φορά του ρεύματος και κολλάει στην κάθοδο, δηλαδή στο ηλεκτρόδιο B, ενώ το οξυγόνο ανεβαίνει προς το ηλεκτρόδιο A, πού αποτελεί την άνοδο, και απορροφάται λίγο απ' αυτήν. Ο ψευδάργυρος, πού σκεπάζει πια το ηλεκτρόδιο B, εμποδίζει τώρα τον ηλεκτρολύτη να βρεθεί σε άμεση επαφή με την πλατίνα του ηλεκτροδίου αυτού. Είναι λοιπόν σαν' αντικαταστήσαμε το πλατινένιο ηλεκτρόδιο με άλλο καμωμένο από ψευδάργυρο. Το ηλεκτρόδιο A εξακολουθεί να μένει όπως ήταν και πριν, δηλ. πλατινένιο. Η συσκευή μας άρα έχει, υστέρα από το πέρασμα του ρεύματος από μέσα της, το ένα της ηλεκτρόδιο από πλατίνα και το άλλο από ψευδάργυρο. Μεταμορφώθηκε λοιπόν, όπως βλέπουμε, σε ηλεκτρικό στοιχείο. "Αν τώρα την ξεσυνδέσουμε από την πηγή και τη

συνδέσουμε στην αντίσταση R, θα δούμε πώς ή συσκευή δίνει ρεύμα.

Το ρεύμα αυτό το ονομάσαμε «δευτερεύον ρεύμα», για να το ξεχωρίζουμε από το πρώτευαν ρεύμα της ηλεκτρικής πηγής, που μας μεταμόρφωσε την ηλεκτρολυτική συσκευή σε ηλεκτρικό στοιχείο. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται στην πόλωση και ότι παρουσιάζεται όχι μονάχα με τα ηλεκτρόδια και τον ηλεκτρολύτη που προαναφέραμε, αλλά και με οποιαδήποτε άλλα.

Ο ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ ΜΟΛΥΒΔΟΥ

Τι γίνεται μέσα στο συσσωρευτή μολύβδου.

Ας πάρουμε τώρα για ηλεκτρόδια δυο πλάκες από μονοξείδιο του μολύβδου (PbO) (λιθάργυρος) και για ηλεκτρολύτη, θειικό οξύ (H_2SO_4) αραιωμένο σε αποσταγμένο νερό. Όπως είπαμε, το φαινόμενο της πόλωσης πετυχαίνει πολύ καλύτερα, όταν τα δυο ηλεκτρόδια είναι από μολύβδο και ο ηλεκτρολύτης, αραιωμένο θειικό οξύ. "Αν συνδέσουμε ένα τέτοιο συγκρότημα με μια πηγή συνεχούς ρεύματος και στείλουμε από μέσα του το ρεύμα της πηγής αρκετές ώρες, θα δούμε πώς κι' εδώ τα ιόντα του ηλεκτρολύτη μεταφέρονται στ' αντίστοιχα ηλεκτρόδια. Θα διαπιστώσουμε ακόμη, πώς ή μολύβδινη πλάκα, που τη συνδέσαμε με το θετικό πόλο της πηγής, και που, όπως θα δούμε παρακάτω, αποτελεί το θετικό ηλεκτρόδιο του συσσωρευτή, αλλάζει το χρώμα της και γίνεται, από γκρίζα που ήταν, καστανή. Συμπεραίνουμε λοιπόν, πώς το ηλεκτρόδιο αυτό έπαθε στην επιφάνεια του μεταβολές. Η άλλη μολύβδινη πλάκα, που είναι το αρνητικό ηλεκτρόδιο, μένει γκρίζα, παίρνει όμως και αυτή άλλη χημική σύνθεση.

Και πράγματι, πριν ακόμη περάσει ρεύμα από το συσσωρευτή, η σύνθεση του είναι ή ακόλουθη :

A ηλεκτρόδιο

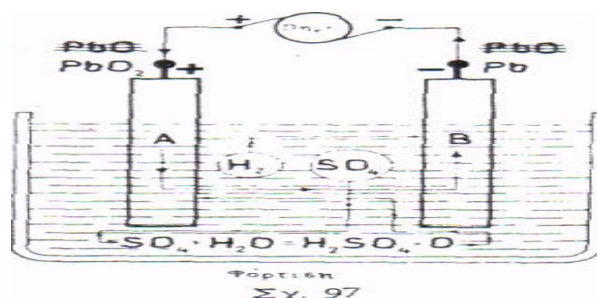
Ηλεκτρολύτης

B ηλεκτρόδιο

PbO

H_2SO_4

PbO

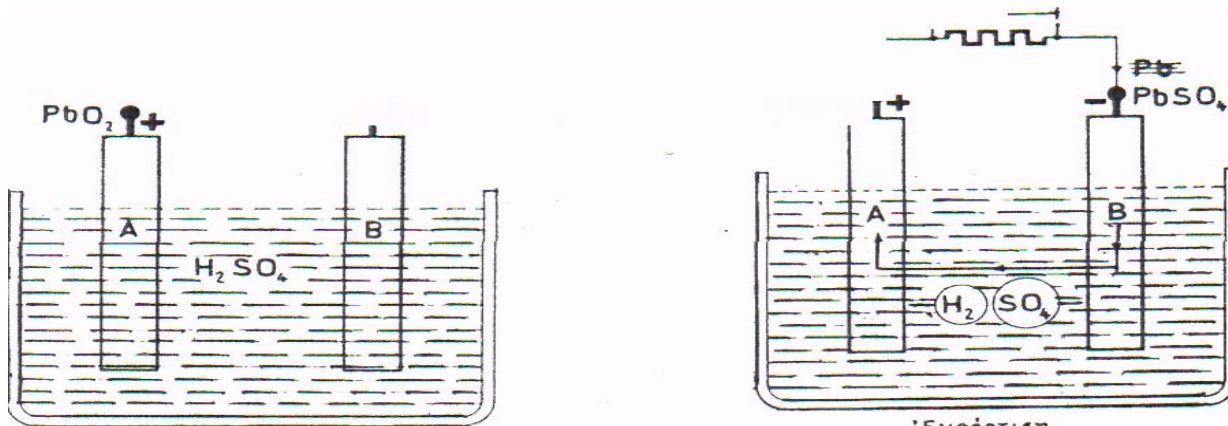


Δηλαδή, το Α ηλεκτρόδιο είναι μονοξειδίο του μολύβδου (PbO), ο ηλεκτρολύτης, αραιωμένο θειικό οξύ (H₂SO₄), και το Β ηλεκτρόδιο, επίσης μονοξειδίο του μολύβδου (PbO). Και τα δυο ηλεκτρόδια λοιπόν είναι χημικός όμοια. Ο συσσωρευτής μας, άρα, δεν αποτελεί ηλεκτρικό στοιχείο. "Αν τώρα, θέλοντας να φορτίσουμε το συσσωρευτή, συνδέσουμε το Α ηλεκτρόδιο του με το θετικό πόλο μιας πηγής, πού μας δίνει συνεχές ρεύμα, και το Β ηλεκτρόδιο του με τον αρνητικό πόλο της ίδιας πηγής, όπως δείχνει το Σχήμα , το ρεύμα, πηγαίνοντας από το θετικό πόλο της πηγής στο ηλεκτρόδιο Α, και απ' αυτό, μέσα από τον ηλεκτρολύτη, από ηλεκτρόδιο Β, για να επιστρέψει στον αρνητικό πόλο της πηγής, μετακινεί τα ιόντα H₂ και SO₄ του ηλεκτρολύτη. Το υδρογόνο H₂ ακολουθώντας, όπως είπαμε, τη φορά του ρεύματος, πηγαίνει στην κάθοδο, πού σ' αυτή την περίπτωση είναι το ηλεκτρόδιο Β, την προσβάλλει, παίρνει απ' αυτήν οξυγόνο, για να σχηματίσει ένα μόριο νερό (H₂O), και έτσι την ανάγει από μονοξειδίο του μολύβδου που ήταν πριν, σε σπογγομόλυβδο (Pb), σύμφωνα με την εξίσωση : $PbO + H_2 = H_2O + Pb$

Η ρίζα SO₄ ενώνεται με ένα μόριο νερό και σχηματίζει πάλι θειικό οξύ, σύμφωνα με την εξίσωση $so_4 + H_2 = H_2SO_4 + O$

Από τον τύπο αυτόν βλέπουμε, πώς, από τη δράση πού παριστάνει, ελευθερώθηκε ένα άτομο οξυγόνο (O). Το ελεύθερο αυτό οξυγόνο πηγαίνει στο ηλεκτρόδιο Α, το οξειδώνει και τα κάνει διοξειδίο του μολύβδου, όπως δείχνει και η εξίσωση : $PbO + O = PbO_2$

Στο τέλος λοιπόν της φόρτισης, τα ηλεκτρόδιο A έχει γίνει διοξείδιο του μολύβδου (PbO_2) και έχει χρώμα καστανό, και το ηλεκτρόδιο B, σπογγομόλυβδος (Pb), και είναι γκριζός. Άλλαξε, άρα, ή χημική σύνθεση των δυο ηλεκτροδίων και ο συσσωρευτής μας μεταμορφώθηκε



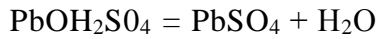
πραγματικά σε ηλεκτρικό στοιχείο, ικανό να μας δώσει ρεύμα, με θετικό πόλο το ηλεκτρόδιο A και αρνητικό, το ηλεκτρόδιο B. Το Σχήμα δείχνει πώς είναι το στοιχείο αυτό.

Όπως καταλαβαίνουμε απ' όλα αυτά πού είπαμε, η ηλεκτρική ενέργεια, πού πήραμε από την πηγή για να φορτίσουμε το συσσωρευτή μας, ξοδεύτηκε για ν' αλλοιώσει χημικά τη σύνθεση των δυο ηλεκτροδίων.

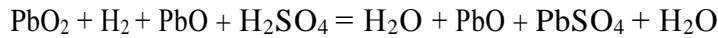
Σωστά λέμε, λοιπόν, πως η ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται στο συσσωρευτή με μορφή χημικής ενέργειας. "Αν τώρα συνδέσουμε στους πόλους των ηλεκτροδίων A και B αυτού του στοιχείου έναν αποδέκτη με αντίσταση R, μέσα στο στοιχείο αυτό γίνονται τ' ακόλουθα:

Το ρεύμα ξεκινάει από το θετικό πόλο A, περνάει από την αντίσταση R, πηγαίνει στον αρνητικό πόλο B, και απ' αυτόν, μέσα από τον ηλεκτρολύτη, στον πόλο A, για να συνεχίσει το δρόμο του. Στο πέρασμα του από τον ηλεκτρολύτη, μετακινεί πάλι τα ιόντα υδρογόνο και SO_4 . Το υδρογόνο, ακολουθώντας το ρεύμα, πηγαίνει στο ηλεκτρόδιο A, πού είναι από διοξείδιο του μολύβδου, το προσβάλλει, του παίρνει ένα άτομο οξυγόνου για να σχηματίσει νερό και έτσι το ανάγει σε μονοξείδιο του μολύβδου, σύμφωνα με την εξίσωση : $PbO_2 + H_2 = H_2O + PbO$

Το μονοξείδιο, όμως, του μολύβδου προσβάλλεται από το θειικό οξύ του ηλεκτρολύτη και μεταβάλλεται σε θειικό μόλυβδο($PbSO_4$), όπως δίνει ή εξίσωση :



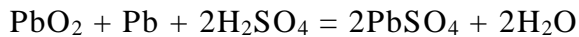
Απ' αυτήν τη δράση, βλέπουμε πώς γεννιέται ένα μόριο νερό (H₂O). "Αν προσθέσουμε τις εξισώσεις (δ) $\text{PbO}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{PbO}$ και (ε) $\text{PbO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ περνούμε



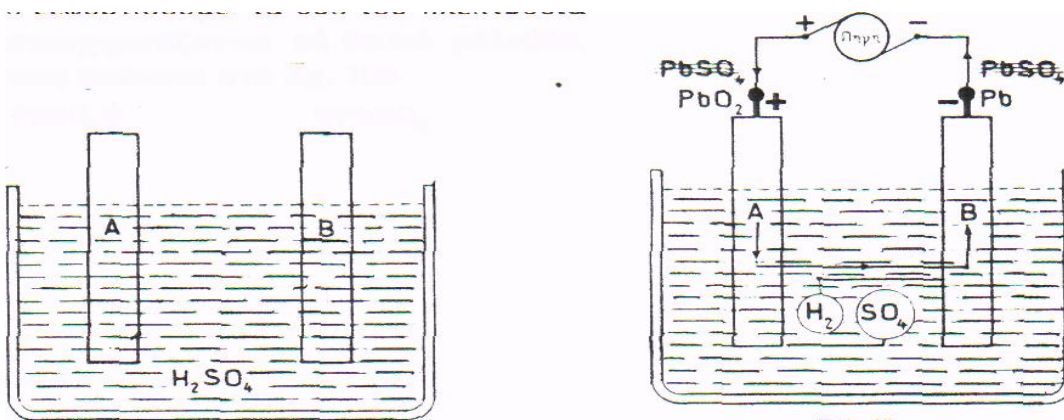
Το PbO φεύγει και από τα δυο μέλη της χημικής εξίσωσης και μένει για τελικό άθροισμα η εξίσωση: $\text{PbO}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Η ρίζα SO₄ του ηλεκτρολύτη πηγαίνει στο ηλεκτρόδιο B, γιατί αυτό παριστάνει τώρα την άνοδο, και το ανάγει σε θειικό μόλυβδο, σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{Pb} + \text{SO}_4 = \text{PbSO}_4$

Τα αθροίσουμε κατά τον ίδιο τρόπο τις εξισώσεις (στ) και (ζ) θα έχουμε :



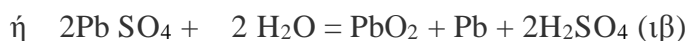
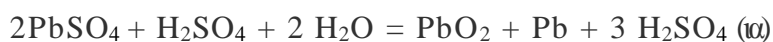
Έτσι λοιπόν, όταν πάρουμε ρεύμα από το στοιχείο, όταν δηλαδή



το ξεφορτώσουμε τα δυο του ηλεκτρόδια μετασχηματίζονται σε θειικό μόλυβδο, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Στα ηλεκτρόδια A και B δε φαίνονται τα σημεία + και —, γιατί, αν ξεφορτώσουμε ολότελα τα στοιχεία, οι πόλοι του δε θα έχουν τάση "Αν φορτίσουμε για δεύτερη φορά το στοιχείο του συσσωρευτή, συνδέοντας πάλι το ηλεκτρόδιο A στο θετικό πόλο της πηγής και το ηλεκτρόδιο B, στον αρνητικό της, όπως δείχνει το σχήμα, το ιόν H₂ του ηλεκτρολύτη πηγαίνει στο ηλεκτρόδιο B, ενώνεται με τη ρίζα SO₄ για να σχηματίσει θειικό οξύ (H₂SO₄) και ανάγει το ηλεκτρόδιο B σε σπογγομόλυβδο (Pb), σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{PbSO}_4 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}$ (θ)

Η ρίζα SO₄ του ηλεκτρολύτη πηγαίνει στο ηλεκτρόδιο A, ενώνεται με 2 μέρη νερό, σχηματίζει 2 μέρη θειικό οξύ και έτσι οξειδώνει το ηλεκτρόδιο A και το κάνει διοξειδίο του μολύβδου, όπως δηλαδή και στην αρχική φόρτιση. Η εξίσωση, πού παριστάνει αυτήν τη δράση, είναι: $\text{PbSO}_4 + \text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (ι)
Αθροίζοντας τις εξισώσεις (θ) και (ι) έχουμε :



Εδώ βλέπουμε ότι ο ηλεκτρολύτης πλουτίζει σε θειικό οξύ αρά γίνεται πυκνότερος.

Έτσι ο συσσωρευτής μεταβάλλεται πάλι σε ηλεκτρικό στοιχείο. "Αν τον ξεφορτώσουμε, το υδρογόνο H_2 θα πάει στο θετικό ηλεκτρόδιο Α, θα το μεταβάλλει σε μονοξείδιο του μολύβδου και θα βγάλει και νερό, πού αραιώνει τον ηλεκτρολύτη $PbO_2 + H_2 = PbO + H_2O$ (1γ)

Το μονοξείδιο του μολύβδου θα ενωθεί με τω θεικό οξύ και απ' αυτή την ένωση θα βγει πάλι νερό και το ηλεκτρόδιο θα μεταβληθεί τελικά σε θεικό μόλυβδο $Pb + SO_4 = PbSO_4$ (1δ) Η ρίζα SO_4 του ηλεκτρολύτη θα πάει στο αρνητικό ηλεκτρόδιο R και θα σχηματίσει μαζί του πάλι θεικό μόλυβδο : $Pb + SO_4 = PbSO_4$ (1ε). Από τις παραπάνω εξισώσεις βγαίνει τα συμέρασμα, πώς ο ηλεκτρολύτης γίνεται κατά τη φόρτιση του συσσωρευτή πυκνότερος, γιατί με τη χημική δράση, πού γίνεται μέσα του με το πέρασμα του ρεύματος, παράγεται και θεικό οξύ πού μεγαλώνει την πυκνότητα. Από τις παραπάνω εξισώσεις βγαίνει τα συμέρασμα, πώς ο ηλεκτρολύτης γίνεται κατά τη φόρτιση του συσσωρευτή πυκνότερος, γιατί με τη χημική δράση, πού γίνεται μέσα του με το πέρασμα του ρεύματος, παράγεται και θεικό οξύ πού μεγαλώνει την πυκνότητα του.

Στην εκφόρτωση του στοιχείου ο ηλεκτρολύτης γίνεται αραιότερος, γιατί αυτήν τη φορά παράγεται από τη χημική δράση νερό, πού ενώνεται με το θεικό οξύ, και μικραίνει την πυκνότητα του.

"Αν παραβάλουμε την εξίσωση (1β): $2Pb SO_4 + 2H_2O = PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4$ με την εξίσωση (η): $PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4 + 2 H_2O$ βλέπουμε πώς ή εξίσωση (φ) είναι ακριβώς αντίθετη από την εξίσωση (η). Αυτές λοιπόν οι κύριες εξισώσεις, από τις όποιες η (η) μας φανερώνει τι γίνεται στην εκφόρτωση και ή (1β)τι γίνεται στη φόρτιση, μπορούν να παρουσιαστούν, για να τις θυμόμαστε και πιο εύκολα, με την ακόλουθη μορφή $PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4 + 2H_2O$ Το κάτω βέλος δείχνει το τι γίνεται στη φόρτιση, και το επάνω, το τι γίνεται στην εκφόρτωση. Κι' αλήθεια : Όταν η φόρτιση έχει τελειώσει, το ένα ηλεκτρόδιο γίνεται διοξείδιο του μολύβδου, το άλλο σπόγγο-μόλυβδος (Pb) και ο ηλεκτρολύτης πυκνώνει παίρνοντας δυο μέρη θεικό οξύ. Όταν πάλι τελειώνει η εκφόρτωση, τα δυο ηλεκτρόδια είναι από θεικό μόλυβδο και ο ηλεκτρολύτης αραιώνει, γιατί παίρνει δυο μέρη νερό. "Αν θελήσουμε να εξακολουθήσουμε τη φόρτιση και αφού ακόμη αλλοιώθηκε ο θεικός μόλυβδος και των δυο ηλεκτροδίων σε διοξείδιο του μολύβδου (θετικό ηλεκτρόδιο) και σε σπονγομόλυβδο (αρνητικό ηλεκτρόδιο), ή ρίζα του θεικού οξέος (SO_4) ενώνεται στο θετικό ηλεκτρόδιο με το νερό, σχηματίζει θεικό οξύ και ελευθερώνει και ένα άτομο οξυγόνο, σύμφωνα με την εξίσωση : $SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O$

Στο αρνητικό ηλεκτρόδιο παρουσιάζεται υδρογόνο (H). "Αν εξακολουθήσουμε λοιπόν τη φόρτιση, δεν αποθηκεύουμε πια στο συσσωρευτή ηλεκτρική ενέργεια, αλλά την ξοδεύουμε άσκοπα, γιατί τότε ελευθερώνεται οξυγόνο και υδρογόνο. Το μίγμα αυτών των δυο αερίων κάνει, το λεγόμενο εκρηχτικό αέριο που μας δημιουργεί έκρηξη, όταν έρθει σ' επαφή με φωτιά. Ξέροντας τον κίνδυνο αυτόν, δεν πρέπει να μπαίνουμε ούτε καν μ' αναμμένο τσιγάρο σε χώρους, πού τους χρησιμοποιούμε για φόρτιση συσσωρευτών, όταν γίνεται ή φόρτιση, Ό κίνδυνος είναι ασήμαντος, όταν έχουμε να κάνουμε με φόρτιση μικρών συσσωρευτών.

Γενικά για την κατασκευή του συσσωρευτή.

Το σπουδαιότερο μέρος σε κάθε συσσωρευτή είναι οι πλάκες, τα ηλεκτρόδια του. Οι πλάκες είναι καμωμένες από μόλυβδο ή ενώσεις μολύβδου, πού κατά τη φόρτιση και εκφόρτωση παθαίνουν, όπως είδαμε στα προηγούμενα ορισμένες χημικές αλλοιώσεις. Ο καθαρός μόλυβδος είναι, όπως ξέρουμε, μαλακός. Για να δώσουν λοιπόν στις πλάκες και κάποια μηχανική αντοχή, βάζουν στους σκελετούς, πού έχουν επάνω τους τις ενεργές ουσίες, και 4—10% αντιμόνιο. Το κράμα από μόλυβδο και αντιμόνιο είναι γνωστά και με το όνομα << αντιμονιούχος μόλυβδος». Οι πλάκες μπαίνουν μέσα σ' ένα δοχείο καμωμένο από υλικά πού δεν καταστρέφονται, πού δεν «προσβάλλονται», όπως λέμε από οξέα. Τέτοια είναι το φυσικό ή τεχνητό καουτσούκ, το γυαλί, ο εβονίτης, το σελλυλόϊντ, το μμπολάν και τα παρόμοια. Για μόνιμες εγκαταστάσεις συσσωρευτών χρησιμοποιούν και ξύλινα δοχεία, πού έχουν μέσα μολύβδινη επένδυση. Οι πλάκες, ή κρέμονται μέσα στο δοχείο ή στηρίζονται επάνω σε βάσεις πού βρίσκονται στον πυθμένα του. Και στις δυο περιπτώσεις δεν πρέπει να έρχονται σ' επαφή με τον πυθμένα, αλλά να έχουν ορισμένη απόσταση απ' αυτόν, για να μη βραχυκυκλώνονται από τις ενεργές ουσίες πού πέφτουν σα λάσπη εκεί κάτω.

Ανάμεσα στις πλάκες βάζουμε μονωτικά υλικά, για να εμποδίζουν το βραχυκύκλωμα από άμεση επαφή τους. Πρέπει να ξέρουμε, πώς κάθε συσσωρευτής δεν έχει μονάχα μια πλάκα θετική και μια αρνητική, όπως το

ρεύμα, πού μπορούν να μας δώσουν τα στοιχεία, γίνεται μεγαλύτερο, αν συνδέσουμε τα' στοιχεία παράλληλα, έτσι και στο συσσωρευτή πετυχαίνουμε αύξηση της χωρητικότητας του, αν κάνουμε το θετικό του ηλεκτρόδιο από πολλές πλάκες ενωμένες μεταξύ τους και το αρνητικό από αντίστοιχες πλάκες. Κάθε θετική πλάκα βρίσκεται ανάμεσα σε δυο αρνητικές. Έτσι, σε κάθε συσσωρευτή θεικού οξέος, οι αρνητικές πλάκες είναι περισσότερες, κατά μια πλάκα, από τις θετικές. Και δεν είναι μόνο οι πολλές πλάκες πού μεγαλώνουν τη χωρητικότητα, αλ' ακόμη και το ότι εργάζονται και οι δυο επιφάνειες κάθε πλάκας. Το κέρδος λοιπόν είναι διπλό. Όλες αυτές οι πλάκες πρέπει να χωρίζονται από τους λεγόμενους « διαχωριστήρες », δηλ. άπα μονωτικά υλικά (σκληρό καουτσούκ, βακελίτη, υαλοβάμβακα, γυάλινα ραβδιά, ή ειδικώς παρασκευασμένα ξυλάκια. Το αραιωμένο θειικό οξύ, πού θα χρησιμοποιηθεί για ηλεκτρολύτης, πρέπει να είναι αρκετό, ώστε οι πλάκες να είναι ολόκληρες βουτηγμένες μέσα του, για να μη έρχονται σ' επαφή με τον αέρα.

Τα υλικά, πού χρησιμοποιούμε για την κατασκευή του συσσωρευτή, πρέπει να είναι όσο γίνεται καθαρότερα, γιατί και οι μικρότερες ακόμη ακαθαρσίες μικραίνουν τη ζωή του συσσωρευτή.

Η ηλεκτρεγερτική δύναμη του συσσωρευτή.

Αν συνδέσουμε στους πόλους ενός συσσωρευτή ένα βολτόμετρο, όταν δεν περνάει μέσα απ' αυτόν ρεύμα, όταν δηλαδή ούτε φορτίζεται, ούτε ξεφορτίζεται, το βολτόμετρο μας μετράει την ή.ε. δύναμη του συσσωρευτή. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη του συσσωρευτή, που λέγεται και « τάση η ρ ε μ ί α ς », είναι 2,04 βολτ. "Αν θελήσουμε να καθορίσουμε τα πράγματα ακριβέστερα, θα δούμε, πώς η ή. ε. δύναμη εξαρτάται από την πυκνότητα του ηλεκτρολύτη και μάλιστα από την πυκνότητα της ποσότητας του, που βρίσκεται σε άμεση επαφή με τα ενεργά υλικά του συσσωρευτή. Η ή.ε. δύναμη E σε βολτ, μπορεί να υπολογιστεί με τον εμπειρικό τύπο : $E = (0,84 + \text{ειδ. } \beta.)$

Στον τύπο, το ειδ. $\beta.$ δηλώνει το ειδικό βάρος του ηλεκτρολύτη. "Αν ο ηλεκτρολύτης έχει ειδικό βάρος 1,2, ο συσσωρευτής παρουσιάζει ή.ε. δύναμη : $E = 0.844 + 1,2 = 2,04$ βολτ. Η ηλεκτρεγερτική, λοιπόν, δύναμη του συσσωρευτή είναι, για τις πυκνότητες του ηλεκτρολύτη πού χρησιμοποιούμε στην πράξη, λίγο μεγαλύτερη από 2 βολτ.

Η ή.ε. δύναμη είναι ανεξάρτητη άπα το μέγεθος και τον αριθμό των πλακών που έχει ο συσσωρευτής. Ο συσσωρευτής, είτε μικρός είναι, είτε μεγάλος, παρουσιάζει πάντοτε την ίδια ή.ε. δύναμη. Για να πετύχουμε,

λοιπόν, μια μεγαλύτερη ή.ε. δύναμη, πρέπει να συνδέσουμε στη σειρά, όπως ακριβώς κάνουμε και για τα ηλεκτρικά στοιχεία, πολλά στοιχεία συσσωρευτών και να σχηματίσουμε μια συστοιχία απ' αυτά. Στους πόλους αυτής της συστοιχίας συνδέουμε έπειτα τον αποδέκτη πού θέλουμε να τροφοδοτήσουμε. Μια συστοιχία π.χ. του αυτοκινήτου με τάση 6 βολτ, πρέπει να έχει τρία στοιχεία συσσωρευτών. Αν θέλουμε πάλι τάση 12 βολτ, πρέπει να συνδέσουμε στη σειρά 6 στοιχεία.

Αν συνδέσουμε 6 στοιχεία συσσωρευτών παράλληλα, η ή.ε. δύναμη ολόκληρης της συστοιχίας είναι όση και η ή.ε. δύναμη του ενός στοιχείου, δηλαδή 2 βολτ. Στη σύνδεση όμως αυτήν, ή ισχύ ή η χωρητικότητα, πού θα μας δώσει ή συστοιχία, θα είναι έξη φορές μεγαλύτερη από την ισχύ ή τη χωρητικότητα πού παρουσιάζει το ένα από τα στοιχεία πού τη σχημάτισαν.

Πώς μεταβάλλεται ή τάση του συσσωρευτή κατά την εκφόρτωση ή τη φόρτιση του.

Αν συνδέσουμε στους πόλους ενός συσσωρευτή έναν οποιοδήποτε αποδέκτη, αν δηλαδή θελήσουμε να ξεφορτίσουμε το συσσωρευτή, ή διαφορά δυναμικού πού μετρούμε στους πόλους του, ή «πολική τάση» του, πέφτει στην αρχή πολύ γρήγορα κάτω άπα την τιμή της ή.ε. δύναμης.

Ύστερα, το πέσιμο γίνεται αργό και ομαλό, ενώ ή εσωτερική αντίσταση του συσσωρευτή" αυξάνει στην αρχή αργά και, τέλος, γρήγορα. Έτσι, σε μια κανονική εκφόρτιση, ή πολική τάση πέφτει στην αρχή γρήγορα από τα 2 βολτ, π.χ., στα 1,95 — 1,92 και απ' εκεί, πέφτοντας αργά, φτάνει, υστέρα από εκφόρτιση 10 ωρών, στα 1,83 - 1,8 βολτ. Αυτήν τη στιγμή πρέπει να πάψουμε την εκφόρτιση. Όχι γιατί εξαντλήθηκε τελείως το στοιχείο. Το στοιχείο μπορεί να μας δώσει ακόμη αρκετή ενέργεια. Αν εξακολουθήσουμε όμως να το ξεφορτίζουμε, η τάση του θα πέσει στα 1,7 βολτ και υστέρα απότομα στο μηδέν.

Πρέπει πάντοτε να προσέχουμε να μη φτάνουμε στο απότομο αυτό πέσιμο της τάσης, γιατί :

Πρώτο, γιατί ο συσσωρευτής, αν εξακολουθήσει η εκφόρτισή του, θα

εκφορτιστεί ολότελα και θα είναι ανίκανος να μας δώσει ρεύμα.

Δεύτερο, τόσο εξαντλητικές εκφορτίσεις αποσπών ενεργή ύλη από τις πλάκες του συσσωρευτή, τις καμπυλώνουν και, γενικά, τις καταστρέφουν.

Τρίτο, μια συνέχιση της εκφόρτισης είναι άσκοπη για τον αποδέκτη. "Αν π.χ. ο αποδέκτης είναι φωτιστική λάμπα, το ρεύμα, πού παίρνει από έναν τόσο ξεφορτισμένο συσσωρευτή, έχει τόσο μικρή ένταση, ώστε, δεν μπορεί να πυρακτωθεί καλά, για να μας φωτίσει. Το σχήμα μας δείχνει πώς μεταβάλλεται ή πολική τάση του

συσσωρευτή σε μια δεκάωρη εκφόρτιση με σταθερή ένταση ρεύματος. Η πολική τάση έπεσε στα 1,83 βολτ. Η εκφόρτιση συνεχίστηκε ακόμη μισή ώρα, οπότε ή τάση έπεσε πιο κάτω από το 1,8 βολτ.

Ας πούμε ακόμη, πώς πάντοτε, μόλις αρχίσουμε να ξεφορτίζουμε το συσσωρευτή, ή πολική του τάση πέφτει γρήγορα και ύστερα πάλι υψώνεται για ν' ακολουθήσει έπειτα το βαθμιαίο πέσιμο που προαναφέραμε. Τα φαινόμενο αυτό δεν έχει πραχτική σημασία, γι' αυτό και δε σημειώνεται στην καμπύλη του σχήματος.

Ας δώσουμε τώρα μια εξήγηση για την ιδιότροπη μορφή πού παρουσιάζει ή καμπύλη της τάσης, όταν ο συσσωρευτής ξεφορτίζεται.

Κατά το νόμο του Ωμ, ή πολική τάση u εκ. στους πόλους του συσσωρευτή, όταν αυτός ξεφορτίζεται, είναι :

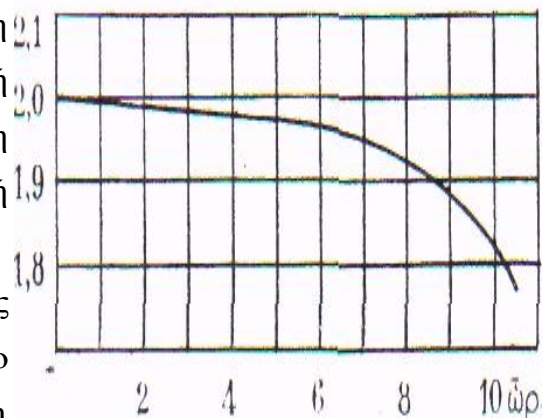
$$U_{εκφ.} = E - r I_{εκφ.}$$

όπου E , ή ή.ε. δύναμη του συσσωρευτή, r , ή εσωτερική του αντίσταση, και $I_{εκφ.}$ το ρεύμα της εκφόρτισης. Από τον τύπο βγαίνει αμέσως το συμπέρασμα, πώς ή πολική τάση $U_{εκφ.}$ πρέπει να είναι κατά την εκφόρτιση, μικρότερη από την ή.ε. δύναμη.

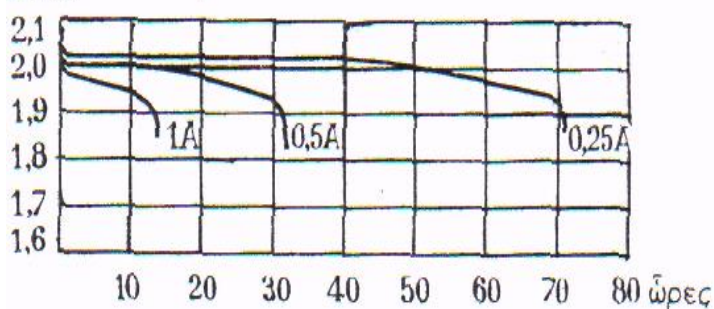
Η εσωτερική αντίσταση r του συσσωρευτή είναι μικρή. Στους μικρούς συσσωρευτές βρίσκεται κάτω από το 0,01 του Ωμ. Στους μεγάλους, κάτω από το 0,001 Ω.

Πραγματικά, όμως, ή πολική

Έκφορτιση



Βόλτ



τάση είναι μικρότερη από την τιμή, πού έπρεπε να πάρει, αν υπολογίζαμε μονάχα την πτώση της τάσης στο εσωτερικό του συσσωρευτή. Αιτία είναι ή αστάθεια της ή.ε, δύναμης E . Είδαμε, πως η ή.ε. δύναμη εξαρτάται από την πυκνότητα του ηλεκτρολύτη και μάλιστα εκείνου, πού έρχεται σε άμεση επαφή με τις ενεργές ύλες των πλακών. Η πυκνότητα, όμως, του ηλεκτρολύτη γίνεται κατά την εκφόρτιση του συσσωρευτή μικρότερη. Μικραίνει αρά η ή.ε δύναμη του συσσωρευτή και μαζί μ' αυτήν, φυσικά, και ή πολική τάση. Έτσι εξηγείται και το βραχυχρόνιο πέσιμο της πολικής τάσης, πού παρουσιάζεται όταν αρχίζει η εκφόρτιση και τελειώνει, όταν ισορροπήσουν χημικά τα επάνω στρώματα του ηλεκτρολύτη μ' εκείνα πού έρχονται σ' επαφή με τις πλάκες. Με συνεχή εκφόρτιση ή πυκνότητα του ηλεκτρολύτη εξακολουθεί να μικραίνει, ενώ ταυτόχρονα μεταβάλλεται το διοξείδιο του μολύβδου της θετικής πλάκας και ο σπογγομόλυβδος της αρνητικής, όσο πάει και περισσότερο, σε θειικό μόλυβδο. Ο θειικός μόλυβδος, όμως, έχει μεγαλύτερο όγκο από το διοξείδιο του μολύβδου, και πιο μεγαλύτερο από το σπογγομόλυβδο. Οι πόροι λοιπόν των ενεργών υλικών των πλακών γίνονται όσο πάει και στενότεροι και έτσι ο ηλεκτρολύτης δυσκολεύεται πολύ να φτάσει στα ενεργά υλικά. Η πολική τάση επομένως πρέπει, σε συνεχή εκφόρτιση, να πέφτει διαρκώς. Το γρήγορο και στο τέλος απότομο πέσιμο της πολικής τάσης, πού διαπιστώνουμε όταν τελειώνει ή εκφόρτιση οφείλεται στη μεγάλη δυσκολία που συναντά ο ηλεκτρολύτης για να μπει γρήγορα μέσα στα βαθιά στρώματα των ενεργών Ολικών. Έτσι τα υλικά αυτά φτωχαίνουν σε οξύ.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε, πώς, όταν η εκφόρτιση γίνεται με ισχυρά ρεύματα, και τελειώνει επομένως γρήγορα, μονάχα τα εξωτερικά κυρίως στρώματα των ενεργών υλικών μας χορηγούν την ηλεκτρική ενέργεια. Αν, αντιθέτως, η εκφόρτιση γίνει με μικρή ένταση, ο ηλεκτρολύτης βρίσκει καιρό να προσβάλει και τα βαθύτερα ακόμη στρώματα των ενεργών υλικών.

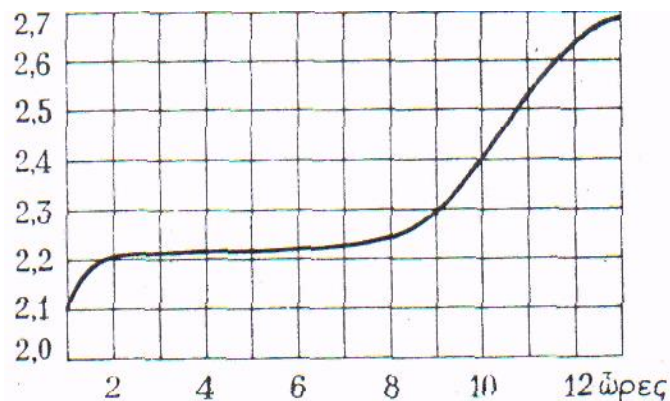
Στην τελευταία περίπτωση χρησιμοποιούμε αποδοτικότερα τα υλικά αυτά. Γι' αυτόν το λόγο και ή πολική τάση, σε εκφορτίσεις με μικρή ένταση ρεύματος, κρατιέται ψηλότερα περισσότερο χρόνο από την τάση πού έχουμε σε εκφορτίσεις με Ισχυρότερα ρεύματα.

Στο σχήμα βλέπουμε τρεις καμπύλες του ίδιου συσσωρευτή, πού ξεφορτίστηκε την πρώτη φορά με 1 αμπέρ, τη δεύτερη με 0,5 και την τρίτη, με 0,25 αμπέρ.

Η εκφόρτιση κόπηκε και τις τρεις φορές, όταν ή πολική τάση έφτασε στα 1,83 Βολτ.

Ας δούμε τώρα με τη βοήθεια της καμπύλης του σχήματος τι γίνεται κατά τη φόρτιση του συσσωρευτή.

Όταν συνδέουμε το συσσωρευτή στους πόλους της πηγής, πού θα τον φορτίσει, ή πολική τάση του ανεβαίνει αμέσως στα 2,15-2,17 βολτ, για να φτάσει, υστέρη από δυο ώρες, στα 2,25 βολτ.



Κατά τα τέλος της φόρτισης, παρουσιάζεται ένα απότομο ανέβασμα της πολικής τάσης. Από τη στιγμή αυτήν αρχίζουν να παρουσιάζονται φυσαλίδες από οξυγόνο στο θετικό πόλο και από υδρογόνο στον αρνητικό. Οι φυσαλίδες γίνονται περισσότερες, όταν η τάση φτάσει σία 2,5-2,6 βολτ. Απ' αυτό καταλαβαίνουμε πως ή μετατροπή του θεικού μολύβδου σε διοξείδιο του μολύβδου και σε σπογγαμόλυβδο έχει προχωρήσει τόσο, ώστε από την ηλεκτρική ενέργεια, που μας δίνει ή πηγή για τη φόρτιση του συσσωρευτή, ένα μέρος μονάχα χρησιμεύει για τη συμπλήρωση αυτής της μετατροπής, ενώ το υπόλοιπα ξοδεύεται άσκοπα για τη διάσπαση του νερού του ηλεκτρολύτη στα συστατικά του.

Όταν ή τάση φτάσει στα 2,6 βολτ, εξακολουθεί ακόμη ν' ανεβαίνει, τη φορά όμως αυτήν αργότερα. Στα 2,7 βολτ φτάνει την ψηλότερη της τιμή. Και το φαινόμενο αυτό εξηγείται αρκετά ικανοποιητικά.

Κατά το νόμο του Ωμ, η πολική τάση U_{ϕ} , όταν φορτίζουμε το συσσωρευτή είναι:

$$u_{\phi} = E + rI_{\phi}$$

Το E παριστάνει πάλι τη ή.ε. δύναμη του συσσωρευτή, το r , την εσωτερική του αντίσταση και το I_{ϕ} το ρεύμα της φόρτισης.

Από τον τύπο βλέπουμε αμέσως πώς ή πολική τάση, όταν φορτίζουμε το συσσωρευτή, πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την ή.ε. δύναμη, ή πολική τάση όμως αυξάνει περισσότερο ακόμη, απ' όσο καθορίζει ο παραπάνω τύπος. Αυτό το πράμα γίνεται, γιατί κατά τη φόρτιση σχηματίζεται, από το θεικό μολύβδο των πλακών, θεικό οξύ. Πυκνώνει άρα ο ηλεκτρολύτης, ή ή.ε. δύναμη αυξάνει και μαζί μ' αυτήν και η πολική τάση. Με συνεχή φόρτιση, όλο και περισσότερος θεικός μολύβδος μεταβάλλεται σε διοξείδιο του μολύβδου στο θετικό πόλο και σπογγομόλυβδο στον αρνητικό, και ταυτόχρονα πλουτίζει και ο ηλεκτρολύτης σε

θειικό οξύ. Σιγά σιγά αρχίζει να διασπάται και το νερό του ηλεκτρολύτη στα συστατικά του, δηλαδή σε οξυγόνο και υδρογόνο. Η διάσπαση αυτή δημιουργεί χάσιμο νερού και πλουτισμό του ηλεκτρολύτη σε θειικό οξύ. Άρα έχει για συνέπεια το γρήγορο ανέβασμα της πολικής τάσης, οπότε αυτή φτάνει και την ψηλότερη της τιμή.

Όπως στην αρχή της εκφόρτισης παρουσιάζεται ένα βραχυχρόνιο και απότομο πέσιμο της πολικής τάσης, έτσι και στην αρχή της φόρτισης παρατηρούμε μια βραχυχρόνια και απότομη ύψωσή της. Κι' αυτή ή απότομη αύξηση οφείλεται στην πύκνωση του ηλεκτρολύτη, που έρχεται σε άμεση επαφή με τις πλάκες, από τη δημιουργία θειικού οξέος.

Η απότομη αύξηση τελειώνει, όταν τα ανώτερα στρώματα του ηλεκτρολύτη ισορροπήσουν με τα άλλα, που βρίσκονται σ' επαφή με τις πλάκες. Η μεταβολή της πολικής τάσης κατά τη φόρτιση, εξαρτάται και από την ένταση που έχει το ρεύμα της φόρτισης. Γιατί, όσο εντατικότερο είναι αυτό, τόσο και περισσότερο οξύ αποχωρίζεται, για τον ίδιο χρόνο της φόρτισης, από τα ενεργά υλικά των πλακών. Για τον ίδιο επίσης λόγο αρχίζει νωρίτερα και η διάσπαση του νερού, που περιέχει ο ηλεκτρολύτης, σε οξυγόνο και υδρογόνο. Η καμπύλη, λοιπόν, που μας δείχνει τη μεταβολή της πολικής τάσης κατά τη φόρτιση με μεγάλη ένταση ρεύματος, παίρνει, αμέσως μετά τη σύνδεση του συσσωρευτή στην πηγή που τον φορτίζει, υψηλές τιμές και εξακολουθεί και έπειτα την ίδια πορεία.

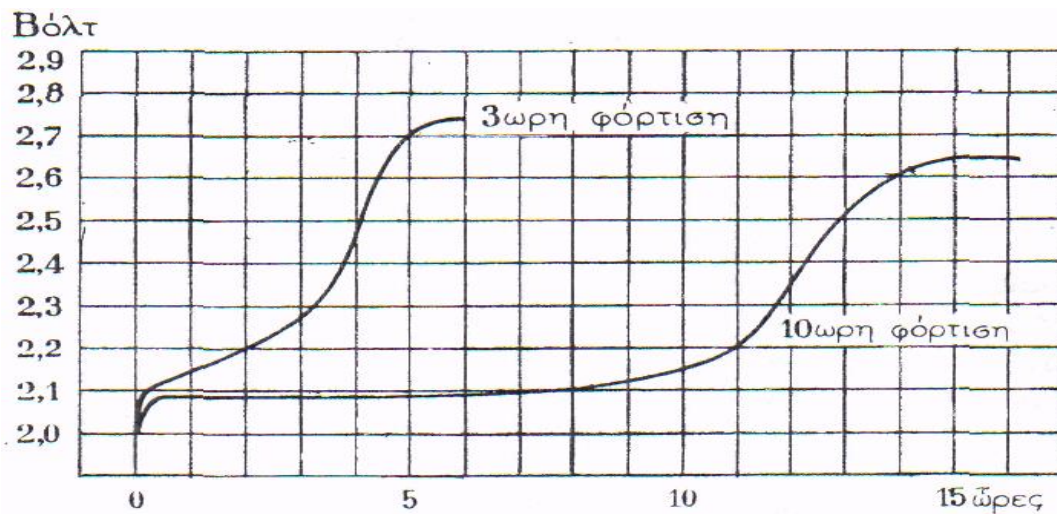
Το σχήμα παρακάτω μας δίνει, για παράδειγμα, τη μεταβολή της πολικής τάσης του ίδιου συσσωρευτή κατά τη φόρτιση του, τη μια φορά με ένταση ρεύματος τέτοια, που ο συσσωρευτής να φορτιστεί σε 3 ώρες, και την άλλη με ένταση ρεύματος για τη φόρτιση του σε 10 ώρες.

"Αν συγκρίνουμε τις δυο καμπύλες του σχήματος παρακάτω βλέπουμε πώς, όταν χρησιμοποιούμε μικρά ρεύματα για τη φόρτιση, η πολική τάση δεν ξεπερνάει την οριακή τιμή των 2,63 βολτ, Αν χρησιμοποιήσουμε μικρότερα ακόμη ρεύματα, βλέπουμε πάλι, πώς η πολική τάση, όσο και αν συνεχίζεται ή φόρτιση, δεν ξεπερνάει μια ορισμένη τιμή που είναι, φυσικά, μικρότερη από την τιμή που προαναφέραμε.

Και με τέτοια μικρά ρεύματα μπορούμε πάλι να φορτίσουμε τέλεια το συσσωρευτή, αφού τον στέλνουμε την απαιτούμενη ποσότητα ρεύματος.

Άμα τελειώσει ή φόρτιση, ή πολική τάση πέφτει στην αρχή γρήγορα και ύστερα αργά, στην τιμή της ή.ε. δύναμης, δηλαδή στα 2,04 βολτ, που Αντιστοιχεί στα ειδικό

βάρος του ηλεκτρολύτη. Η μέτρηση της πυκνότητας του ηλεκτρολύτη, αμέσως υστέρα από την αποσύνδεση του συσσωρευτή από την πηγή που τον φόρτισε, δίνει ψεύτικα αποτελέσματα.



Πρέπει, λοιπόν, να περιμένουμε να ισοροπήσουν πρώτα τα στρώματα του ηλεκτρολύτη και υστέρα να κάνουμε τη μέτρηση.

"Αν διακόψουμε την εκφόρτιση, ή πολική τάση του συσσωρευτή ανεβαίνει γρήγορα στη τιμή της ή.ε. δύναμης, δηλαδή στα 2,04 βολτ, ακόμη και όταν ξεφορτίστηκε ο συσσωρευτής αρκετά. Για να εξακριβώσουμε, λοιπόν, σε ποιο σημείο βρίσκεται η εκφόρτιση του συσσωρευτή, πρέπει να μετρήσουμε την πολική τάση, όταν ο συσσωρευτής παρέχει ρεύμα σ' εξωτερικό κύκλωμα.

Χαρακτηριστικά του συσσωρευτή θειικού οξέος.

α) Η ηλεκτρεγερτική δύναμη. Η η.ε.δ. ενός στοιχείου συσσωρευτή είναι, όπως είδαμε, ίση με 2,04 ή, χοντρικά, 2,1 βολτ.

β) Η εσωτερική αντίσταση του συσσωρευτή. Αυτή εξαρτάται άπα τις διαστάσεις των ηλεκτροδίων, από τη μεταξύ τους απόσταση, και από την αγωγιμότητα του ηλεκτρολύτη. Μπορούμε να τη λογαριάζουμε 0,1 Ω κατά τετραγωνικό υποδεκάμετρο της επιφάνειας των πλακών. Αν η επιφάνεια των πλακών είναι 5 τετραγωνικά υποδεκάμετρα, ή εσωτερική αντίσταση του συσσωρευτή είναι 0,1/5Ω. Κυμαίνεται λοιπόν από το 1/100 του ώμ ως το 1/1000, ανάλογα με τις διαστάσεις του συσσωρευτή.

γ) Η χωρητικότητα του συσσωρευτή. Λέγοντας «χωρητικότητα» ενός συσσωρευτή εννοούμε την ποσότητα ηλεκτρισμού σε αμπερώρια, που μπορούμε

να πάρουμε από ένα συσσωρευτή, όταν τον χρησιμοποιούμε συμφωνά με τις οδηγίες του εργοστασίου που τον κατασκεύασε. Η χωρητικότητα, πού μας δίνει ο συσσωρευτής θεϊκού οξέος, εξαρτάται, σε μεγάλη αναλογία, από την ένταση που έχει το ρεύμα της εκφόρτισης. Όσο ή ένταση αυτή είναι μεγαλύτερη, τόσο μικρότερη είναι και ή χωρητικότητα.

Η ένταση, όμως, πού θα έχει το ρεύμα κατά την εκφόρτιση, εξαρτάται από την πυκνότητα του ρεύματος, δηλαδή από τα αμπέρ κατά τετραγωνικό υποδεκάμετρο της επιφάνειας πλακών. Η μέγιστη πυκνότητα ρεύματος εξαρτάται από τη δρώσα επιφάνεια των πλακών, από το πάχος των ενεργών υλικών και άλλα.

Είναι ευνόητο, πως η χωρητικότητα ενός συσσωρευτή εξαρτάται από τη χωρητικότητα της θετικής πλάκας και από τη χωρητικότητα της αρνητικής. Αν όμως η μια πλάκα, έστω η αρνητική, έχει χωρητικότητα μικρότερη από τη χωρητικότητα της θετικής, τότε και ολόκληρος ο συσσωρευτής παρουσιάζει χωρητικότητα ίση με τη χωρητικότητα της αρνητικής πλάκας και αντίστροφα.

Η αναζωογόνηση του συσσωρευτή.

Τις περισσότερες φορές η εκφόρτιση του γίνεται κατά διαλείμματα. Όταν λοιπόν θελήσουμε, υστέρα από μια διακοπή της εκφόρτισης του, να ξαναξεφορτίσουμε το συσσωρευτή, η πολική του τάση δε βρίσκεται στην τιμή πού παρουσίαζε πριν διακοπεί η εκφόρτιση, αλλά φτάνει την τιμή αυτήν υστέρα από ορισμένο χρόνο.

Ο συσσωρευτής μας δίνει, όταν ξεφορτίζεται με διακοπές, χωρητικότητα μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα πού του παίρνουμε, αν τον ξεφορτίσουμε μια και καλή. Λέμε, πώς ο συσσωρευτής συνέρχεται όταν ξεκουράζεται. Η αναζωογόνηση αυτή του συσσωρευτή οφείλεται στο ότι κατά την ανάπαυση του, τα ενεργά υλικά των πλακών, που φτώχυναν σε οξύ όσο διαρκούσε η εκφόρτιση, παίρνουν τώρα νέο οξύ. Γίνεται, λοιπόν, μια ισορρόπηση σ' ολόκληρο τον ηλεκτρολύτη.

Αυτοεκφόρτιση του συσσωρευτή.

Αν αφήσουμε ένα φορτισμένο συσσωρευτή αχρησιμοποίητο πολύ καιρό και θελήσουμε έπειτα να τον ξεφορτίσουμε, θα διαπιστώσουμε πώς ο συσσωρευτής έχει χάσει ένα μέρος, έστω και μικρό, από τη χωρητικότητά του. Ο συσσωρευτής λοιπόν αυτοξεφορτίζεται μερικώς. Την αυτοεκφόρτιση του μπορούμε να την εξακριβώσουμε βλέποντας, πώς και η πυκνότητα του ηλεκτρολύτη του έγινε στο μεταξύ μικρότερη.

Την αυτοεκφόρτιση την προκαλεί κυρίως ή θετική πλάκα, πού, όπως ξέρουμε, έχει σκελετά από μόλυβδο και για ενεργό υλικό, διοξείδιο του μολύβδου. Το διοξείδιο όμως του μολύβδου με το μεταλλικό μόλυβδο αποτελούν, με τη βοήθεια του ηλεκτρολύτη, γαλβανικό στοιχείο. Παρουσιάζεται λοιπόν τοπική δράση, και ή θετική πλάκα ξεφορτίζεται. Η αυτοεκφόρτιση της θετικής πλάκας είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι και η επιφάνεια της επαφής του ενεργού υλικού με το σκελετό της.

Στις αρνητικές πλάκες, που το ενεργό τους υλικό, όταν ο συσσωρευτής είναι φορτισμένος, είναι από καθαρά μόλυβδο, δεν παρουσιάζεται τοπική δράση με τη μορφή πού προαναφέραμε. Σ' αυτές όμως μπορεί να παρουσιαστεί τοπική δράση από τυχόν μέταλλα πού θα έχει ο ηλεκτρολύτης.

Η αναζωογόνηση και ή αυτοεκφόρτιση του συσσωρευτή εξασκούν, όπως βλέπουμε, μια αντίθετη επίδραση. Μπορεί μάλιστα ή αυτοεκφόρτιση σε συσσωρευτή με ορισμένο τύπο πλακών (πλάκες με μεγάλη επιφάνεια) να είναι τόση, πού ή αναζωογόνηση του ούτε καν να φαίνεται.

Η θειϊκωση των πλακών.

Η αυτοεκφόρτιση, εκτός από το ανώφελο ξόδεμα της ηλεκτρικής ενέργειας, παρουσιάζει, για το συσσωρευτή θεικού οξέος ειδικά, και ένα μεγάλο κίνδυνο. Οι πλάκες του μπορούν να ποθούν θειϊκωση. Όπως και στα προηγούμενα είδαμε, όταν ξεφορτίζεται ο συσσωρευτής, τα δυο του , ηλεκτρόδια ανάγονται σε θειικό μόλυβδο. Ο θειικός αυτός μόλυβδος, πού

έχει μάλλον σπογγώδη μορφή, διαλύεται εύκολα όταν φορτίζουμε το συσσωρευτή. Αν όμως η εκφόρτιση γίνει πέρα από τα κανονικά όρια ή αν η εκφόρτιση γίνει μεν κανονικά, αφήσουμε όμως υστέρια αχρησιμοποίητο το συσσωρευτή για ορισμένο χρονικό διάστημα, οπότε αρχίζει και αυτοξεφορτίζεται, ο θειικός μόλυβδος, πού σχηματίζεται παίρνουν ένα χρώμα μάλλον άσπρο. Το στρώμα πού τις σκεπάζει γίνεται μέρα με την ημέρα σκληρότερο και δε διαλύεται εύκολα, όταν θελήσουμε να ξαναφορτίσουμε το συσσωρευτή. Ο θειικός μόλυβδος σ' αυτή την κρυσταλλική του μορφή παρουσιάζει μικρή αγωγιμότητα στο ηλεκτρικά ρεύμα και δυσκολεύει την αποκατάσταση της ισορροπίας στον ηλεκτρολύτη. Γι' αυτό και οι απώλειες Τζαούλ είναι μεγαλύτερες, όταν φορτίζουμε η ξεφορτίζουμε ένα συσσωρευτή με θεικωμένες πλάκες. Η θειίκωση έχει και άλλο βλαβερό αποτέλεσμα. Κυρτώνει τις πλάκες σε βαθμό πού μπορούν να βραχυκυκλωθούν μεταξύ τους.

Άμεσο λοιπόν αποτέλεσμα της θειίκωσης των πλακών ενός συσσωρευτή είναι η μείωση της χωρητικότητας του. Γι' αυτό και πρέπει να τον προστατεύουμε απ' αυτή την αρρώστια.

Τη θειίκωση των πλακών μπορούμε εύκολα να τη διαπιστώσουμε, αν μετρήσουμε, υστέρια από μια φόρτιση του συσσωρευτή, την πυκνότητα του ηλεκτρολύτη και τη συγκρίνουμε έπειτα με την πυκνότητα, πού θα μετρήσουμε στις επόμενες φορτίσεις. Αν άρχισε στο μεταξύ ή θειίκωση, ή πυκνότητα του ηλεκτρολύτη, έπειτα από κάθε φόρτιση, είναι μικρότερη από την πυκνότητα πού μετρήσαμε στην προηγούμενη φόρτιση. Η διαφορά αυτή μεγαλώνει ανάλογα με τη θειίκωση και οφείλεται στο ότι, κατά τη φόρτιση, το κρυσταλλικό στρώμα του θειικού μολύβδου διαλύεται δύσκολα, άρα και το θειικό οξύ, πού πλουτίζει τον ηλεκτρολύτη, είναι όσο πάει και λιγότερο.

Για ν' αποφεύγουμε τη θειίκωση, πρέπει να φορτίζουμε το συσσωρευτή κάθε μήνα η τουλάχιστο, κάθε δυο μήνες, έστω κι' αν δεν τον χρησιμοποιούμε. Αν όμως άρχισαν οι πλάκες του να θειικωνονται, πρέπει να προσπαθήσουμε ν' απομακρύνουμε το κρυσταλλικό στρώμα, πού σχηματίστηκε επάνω τους, με μια μακροχρόνια φόρτιση του συσσωρευτή με μικρό ρεύμα. (Συνήθως 3 φορές περισσότερες ώρες με 1/3 περίπου της έντασης). Η

φόρτιση αυτή πρέπει να παύει κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα, για να διευκολύνουμε την ισορρόπηση του ηλεκτρολύτη.

. Παραπάνω είδαμε, πώς ή πυκνότητα του ηλεκτρολύτη σ' ένα θεϊκωμένο συσσωρευτή είναι μικρή. Δεν πρέπει όμως να την κάνουμε μεγαλύτερη προσθέτοντας θεϊκό οξύ, γιατί κατά τη φόρτιση, επειδή θα σχηματιστεί, άπα τη μετατροπή του θεϊκού μολύβδου των πλακών σε διοξείδιο του μολύβδου και καθαρό μόλυβδο, και νέο θεϊκό οξύ, ή πυκνότητα του ηλεκτρολύτη θα μεγαλώσει μόνη της. Πολλές φορές μάλιστα επιβάλλεται το αντίθετο. Πρέπει να μειώνουμε, δηλαδή, ακόμη περισσότερο την πυκνότητα του ηλεκτρολύτη, ρίχνοντας μέσα του αποσταγμένο νερό.

. Την εξαφάνιση του κρυσταλλικού θεϊκού μολύβδου τη διαπιστώνουμε από την αλλαγή του χρωματισμού των πλακών, που αρχίζουν να παίρνουν το κανονικό τους χρώμα. Επίσης δοκιμάζουμε να τρυπήσουμε τις πλάκες με μια βελόνα. Αν τις τρυπήσουμε εύκολα, οι πλάκες θεραπεύτηκαν.

Την πρώτη μακροχρόνια φόρτιση της θεραπείας του" συσσωρευτή, πρέπει ν' ακολουθεί και μια όμοια μακροχρόνια εκφόρτιση του με μικρό επίσης ρεύμα. Έπειτα μπορούμε να ξαναφορτίσουμε το συσσωρευτή με την κανονική ένταση ρεύματος. Η διάρκεια αυτής της δεύτερης φόρτισης πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερη από τη διάρκεια της κανονικής φόρτισης.

Άλλες βλάβες

Κάθε εργοστάσιο συσσωρευτών δίνει και οδηγίες για τη μεταχείριση των διαφόρων τύπων συσσωρευτών πού κατασκευάζει. Μια απ' αυτές καθορίζει και τη μεγαλύτερη ένταση ρεύματος, πού επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουμε για να φορτιστεί ο συσσωρευτής. Πρέπει να προσέχουμε να μη ξεπερνούμε ποτέ την ένταση αυτήν. Για τη χρησιμοποίηση, κατά τη φόρτιση, μικρών ρευμάτων δεν υπάρχει περιορισμός. Επειδή όμως τα μικρά ρεύματα αυξάνουν το χρόνο της φόρτισης, μας συμβουλεύουν ν' αρχίζουμε τη φόρτιση με το επιτρεπόμενο εντατικότερο ρεύμα και να ελαττώνουμε το ρεύμα αυτό μόλις αρχίζουν να παράγονται φυσαλίδες. Η συνέχιση τότε της φόρτισης με το ίδιο εντατικό ρεύμα είναι επικίνδυνη, γιατί οι φυσαλίδες καταστρέφουν, με μηχανικό πια τρόπο, το στρώμα του διοξειδίου του μολύβδου των θετικών πλακών και μειώνουν,

επομένως, τη ζωή τους. Τα μόρια του διοξειδίου του μολύβδου, πού ξεκολλούν έτσι από τις θετικές πλάκες, πέφτουν σα λάσπη στον πυθμένα του δοχείου ή' φτάνουν στις αρνητικές πλάκες. Και στις δυο περιπτώσεις μπορεί και να βραχυκυκλώσουν, λίγο ή πολύ, τα ηλεκτρόδια.

Βραχυκυκλώματα μπορούν επίσης να παρουσιαστούν, αν πέσουν μέσα στο συσσωρευτή ξένα μεταλλικά κομμάτια. Αν ο συσσωρευτής βραχυκυκλωθεί στο εσωτερικό του, το μεγαλύτερο μέρος του ρεύματος, κατά τη φόρτιση του, περνάει κατ' ευθείαν από το βραχυκύκλωμα και δεν επηρεάζει τον ηλεκτρολύτη. Έτσι, δε γίνονται κανονικά οι χημικές δράσεις και ο συσσωρευτής μένει σχεδόν αφόρτιστος.

Κατά την εκφόρτιση του, το περισσότερο ρεύμα περνάει πάλι από το βραχυκύκλωμα. Δε γίνεται άρα κανονική και η εκφόρτισή του. Και σε ανάπαυση όμως να βρίσκεται ο συσσωρευτής, το εσωτερικό βραχυκύκλωμα δουλεύει ύπουλα μέσα του και σιγά σιγά τον καταστρέφει.

Την ύπαρξη βραχυκυκλώματος μέσα στο συσσωρευτή την αναγνωρίζουμε εύκολα κατά τη φόρτιση του, γιατί ούτε η ηλεκτρεγερτική του δύναμη αυξάνει, ούτε η πυκνότητα του ηλεκτρολύτη του μεγαλώνει. Άλλη ένδειξη πώς υπάρχει εσωτερικό βραχυκύκλωμα, είναι ή αργοπορία του βρασμού που παρουσιάζεται στο τέλος κάθε φόρτισης.

Συντήρηση των συσσωρευτών κατά την ανάπαυση τους.

Όταν μια συστοιχία συσσωρευτών δε χρησιμοποιηθεί γι' αρκετό καιρό, πρέπει να φροντίζουμε για την καλή της συντήρηση. Αν η συστοιχία είναι καμωμένη από στοιχεία μεγάλης χωρητικότητας, είναι φρόνιμο να καλέσουμε έναν ειδικό, για να μας πει τι ακριβώς θα κάνουμε.

Ο συσσωρευτής μολύβδου είναι μια πολύ λεπτή συσκευή και δεν πρέπει να πεταχτεί στην άκρη χωρίς καμιά συντήρηση, έστω και αν φροντίσαμε πριν να τον ξεφορτίσουμε ολότελα. Ο συσσωρευτής, όπως ξέρουμε πια, αυτοξεφορτίζεται. Σε ένα συσσωρευτή πού βρίσκεται σε καλή κατάσταση, η αυτοεκφόρτισή του μπορεί να φτάσει στο 1 % της χωρητικότητας του τη μέρα. Μετά 3 μήνες, λοιπόν, ή συστοιχία θα έχει ξεφορτιστεί. Όπως είδαμε όμως, σε κάθε εκφόρτιση, επομένως και σε κάθε αυτοεκφόρτισή, σχηματίζεται στα

ηλεκτρόδια θειικός μόλυβδος. Μέσα σε λίγο καιρό ο θειικός αυτός μόλυβδος γίνεται κρυσταλλικός θειικός μόλυβδος και ο συσσωρευτής παθαίνει θειϊκωση. Μια συστοιχία λοιπόν πού δε βρίσκεται σε λειτουργία, πρέπει να φορτίζεται κάθε έξη βδομάδες, για ν' αποφεύγουμε την εκφόρτιση της σε μεγάλο βαθμό. Ύστερα από δυο τρεις φορτίσεις ξεφορτίζουμε κανονικά τη συστοιχία και αφού την ξαναφορτίσουμε, την αφήνουμε πάλι να ησυχάσει.

Για τη συντήρηση της συστοιχίας πρέπει να εξετάζουμε συχνά και τη στάθμη του ηλεκτρολύτη.

Το νερό, πού έχει ο ηλεκτρολύτης, εξατμίζεται σιγά σιγά. Πρέπει λοιπόν να το ανανεώνουμε, για ν' αναπληρώνουμε την ποσότητα πού χάνεται. Δεν πρέπει να ξεχνούμε, πώς η στάθμη του ηλεκτρολύτη πρέπει να είναι 10-15 χιλιοστόμετρα επάνω από την ανώτερη επιφάνεια των πλακών.

Εκτός από τη στάθμη, πρέπει να εξετάζουμε και την πυκνότητα του ηλεκτρολύτη. Αν ή πυκνότητα του μεγαλώσει, την κατεβάζουμε στην κανονική της τιμή, προσθέτοντας αποσταγμένο νερό. Αν, αντιθέτως, η πυκνότητα του γίνει μικρότερη, προσθέτουμε αραιωμένο θειικό οξύ.

Αν όμως δεν μπορούμε για οποιοδήποτε λόγο ή δε μας συμφέρει να συντηρήσουμε τα στοιχεία των συσσωρευτών, όπως προαναφέραμε, κάνουμε τ' ακόλουθα : (Αυτά που θα πούμε ίσχυουν κυρίως για τα στοιχεία συσσωρευτών, που οι πλάκες τους χωρίζονται μεταξύ τους με ξυλάκια). Πρώτα φορτίζουμε τα στοιχεία κανονικά. Έπειτα χύνουμε τον ηλεκτρολύτη και τον αντικαθιστούμε με αποσταγμένο νερό. Ύστερα τα ξαναφορτίζουμε έξη περίπου ώρες με το ίδιο ρεύμα και αντικαθιστούμε πάλι το αποσταγμένο νερό που βάλαμε πριν, με άλλο καινούργιο. Βιδώνουμε έπειτα τα καλύμματα τους και αποθηκεύουμε τα στοιχεία. Όταν θελήσουμε αργότερα να τα βάλουμε σε λειτουργία, αδειάζουμε το αποσταγμένο νερό, το αναπληρώνουμε με κανονικό ηλεκτρολύτη και τα φορτίζουμε. Στο τέλος της φόρτισης φέρνουμε τον ηλεκτρολύτη στην κανονική του πυκνότητα, προσθέτοντας σ' αυτόν, ανάλογα με την κατάσταση του, αποσταγμένο νερό ή αραιωμένο θειικό οξύ.

Εκείνο πού πρέπει να προσέξουμε εδώ είναι να μην αποθηκέψουμε τα στοιχεία σε μέρος κρύο, γιατί υπάρχει φόβος να παγώσει το αποσταγμένο νερό και, με τη διαστολή του, να καταστρέψει τις πλάκες. Ν' αφήσουμε πάλι τα στοιχεία δίχως νερό, δεν κάνει. Τα ξυλάκια, που βρίσκονται ανάμεσα στις πλάκες, θα ξεραθούν με τον καιρό και θα σκάσουν. Ο κίνδυνος αυτός δεν υπάρχει στα

στοιχεία συσσωρευτών, που οι πλάκες τους δε χωρίζονται με ξυλάκια, αλλά κρατιούνται μεταξύ τους σε απόσταση με άλλο τρόπο. Για ν' αποθηκεύσουμε ένα συσσωρευτή του τύπου αυτού, τον ξεφορτίζουμε, αντικαθιστούμε τον ηλεκτρολύτη του με αποσταγμένο νερό και τον αφήνουμε έτσι 24 περίπου ώρες. Ύστερα βγάζουμε τις πλάκες του, τις στεγνώνουμε, και τις ξαναβάζουμε μέσα στο δοχείο, αφού πρώτα το αδειάσουμε από το αποσταγμένο νερό και το σκουπίσουμε καλά. Ο συσσωρευτής σε τέτοια κατάσταση δε χρειάζεται καμιά συντήρηση.

Για να βάλουμε πάλι σε λειτουργία το συσσωρευτή αυτόν, τον φορτίζουμε αρκετό χρόνο για να φύγουν τα οξείδια που σχηματίζονται στις πλάκες του από την επαφή τους με τον αέρα.

Ο ΑΛΚΑΛΙΚΟΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ

Χημικές δράσεις.

Ο αλκαλικός συσσωρευτής κατασκευάζεται σήμερα σε δυο βασικούς τύπους. Ο ένας είναι ο συσσωρευτής σιδηρονίκελ και ο άλλος, ο συσσωρευτής καδμιονίκελ. Και στους δυο τύπους, ο ηλεκτρολύτης είναι καυστική ποτάσα (KOH)

Όταν το στοιχείο είναι φορτισμένο, το ενεργό υλικό για το θετικό ηλεκτρόδιο του είναι υδροξείδιο του νίκελ (Ni(OH)_3), και για το αρνητικό, μεταλλικό σίδηρο (Fe). Κατά την εκφόρτιση διασπάται το νερό της καυστικής ποτάσας στα συστατικά του, δηλαδή σε υδρογόνο και σε οξυγόνο. Το υδρογόνο πηγαίνει στο θετικό ηλεκτρόδιο και το οξυγόνο, στο αρνητικό. Γι' αυτόν το λόγο, το υδροξείδιο του νίκελ πέφτει σε κατώτερο βαθμό οξείδωσης και γίνεται Ni(OH)_2 , ενώ το μεταλλικό σίδηρο του αρνητικού ηλεκτροδίου μεταβάλλεται σε Fe(OH)_2 .

Κατά τη φόρτιση του στοιχείου, το οξυγόνο του νερού πηγαίνει από το αρνητικό στο θετικό ηλεκτρόδιο. Στη φόρτιση, λοιπόν, γίνεται το αντίθετο απ' ότι γίνεται κατά την εκφόρτιση, και έτσι τα ενεργά υλικά των δυο ηλεκτροδίων ξαναέρχονται στην αρχική τους κατάσταση. Δηλαδή, το θετικό ηλεκτρόδιο μετασχηματίζεται πάλι σε Ni(OH)_3 , και το αρνητικό σε Fe. Ο ηλεκτρολύτης μένει αναλλοίωτος, γιατί δεν ενώνεται χημικά με τα ηλεκτρόδια του στοιχείου, όπως

γίνεται στο συσσωρευτή θειικού οξέος.

Στο συσσωρευτή καδμιονίκελ, έχουμε, κατά την εκφόρτιση και τη φόρτιση του, τα ίδια φαινόμενα. Σ' αυτόν, τα κάδμιο μετατρέπεται κατά την εκφόρτιση σε υδροξείδιο του καδμίου $\text{Cd}(\text{OH})_2$ και κατά τη φόρτιση ξαναγυρίζει στην πρώτη του κατάσταση, γίνεται δηλαδή πάλι κάδμιο (Cd).

Πως διαπιστώνουμε το πόσο ξεφορτίστηκε ο συσσωρευτής.

Πριν φορτίσουμε μια συστοιχία, καλό είναι να ξέρουμε πόσο Έχει ξεφορτιστεί και πόσα, αμπερώρια μπορεί ακόμη να μας δώσει.

Γι' αυτόν το σκοπό εξετάζουμε την πυκνότητα του ηλεκτρολύτη και την τάση του συσσωρευτή.

1. Η πυκνότητα του ηλεκτρολύτη. Είδαμε πως στο συσσωρευτή θειικού οξέος ή πυκνότητα του ηλεκτρολύτη μικραίνει κατά την εκφόρτιση και έρχεται πάλι στην κανονική της τιμή κατά τη φόρτιση του.

Η μείωση του ειδικού βάρους του ηλεκτρολύτη είναι ανάλογη και με την ποσότητα του ρεύματος που παίρνουμε από το συσσωρευτή. Το πυκνόμετρο, λοιπόν, μπορεί να μας βοηθήσει για να διαπιστώσουμε το πόσο ξεφορτίστηκε ο συσσωρευτής. Πρέπει όμως να ξέρουμε από πριν τι πυκνότητα παρουσιάζει ο ηλεκτρολύτης στην αρχή και στο τέλος της εκφόρτισης του συσσωρευτή.

2. Η πολική τάση. Η πολική τάση του συσσωρευτή πέφτει, όταν ο συσσωρευτής ξεφορτίζεται. Μπορούμε λοιπόν και μ' ένα βολτόμετρο να δούμε αν ο συσσωρευτής ξεφορτίστηκε ή όχι. Δεν πρέπει να ξεχνούμε όμως, πως η μέτρηση αυτή πρέπει να γίνεται με ταυτόχρονη λήψη ρεύματος από το συσσωρευτή, γιατί η ή.ε. δύναμη είναι πάντοτε 2,04 βολτ, αδιάφορο πόσο βαθιά ξεφορτίστηκε ο συσσωρευτής. Η τάση, όμως, της εκφόρτισης τότε ο συσσωρευτή δεν εξαρτάται μονάχα από τη διάρκεια της εκφόρτισης, αλλά και από την ένταση που θα έχει το ρεύμα που ξεφορτίζει.

Γι' αυτό, ή εξακρίβωση της κατάστασης του συσσωρευτή από την πολική του τάση, μας δίνει καλά αποτελέσματα μόνον όταν ο συσσωρευτή παρέχει, κατά τη μέτρηση, το ρεύμα της κανονικής εκφόρτισης του.

Φόρτιση των συσσωρευτών.

Για τη φόρτιση των συσσωρευτών χρειάζεται πάντοτε, ρεύμα συνεχές. Για πηγές, λοιπόν, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε:

- 1) Ένα δίκτυο συνεχούς ρεύματος,
- 2) Μια δυναμομηχανή (πηγή συνεχούς ρεύματος),
- 3) Ένα δίκτυο εναλλασσομένου ρεύματος, πού το ρεύμα του μετατρέπεται πρώτα σε συνεχές.

Ηλεκτρομηχανές.

Εξυπηρετούν την ηλεκτρική εγκατάσταση του πλοίου, που έχει σκοπό να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και να την διανέμει για ηλεκτροφωτισμό του πλοίου και κίνηση ή λειτουργία των ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων, συσκευών ή μηχανισμών του.

Είναι ή πιο μεγάλη σε έκταση βοηθητική εγκατάσταση. Από αυτήν εξαρτώνται οι περισσότερες από τις βοηθητικές λειτουργίες του πλοίου, πού σχετίζονται με την ασφάλεια, τους χειρισμούς και το φορτίο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, εξαρτάται ακόμη και ή λειτουργία της εγκαταστάσεως προώσεως.

Η σημασία της έχει γίνει τελευταία πολύ μεγαλύτερη, γιατί στις σύγχρονες κατασκευές εγκαταλείπονται σιγά-σιγά τα ατμοκίνητα μηχανήματα, ενώ ή χρήση των ηλεκτροκίνητων συνεχώς αυξάνεται.

Κατά κανόνα αποτελείται:

α) από δύο ή περισσότερες ηλεκτρογεννήτριες, β) μία ηλεκτρογεννήτρια κινδύνου, η οποία κινείται πάντοτε από μηχανή Ντήζελ, και γ) από συστοιχίες συσσωρευτών ή εγκατάσταση χαμηλής τάσεως. Επίσης ανήκουν σ' αυτήν και ο κύριος πίνακας διανομής, ο πίνακας γεννήτριας κινδύνου, και άλλοι βοηθητικοί πίνακες διανομής των διαφόρων υποσταθμών ελέγχου του πλοίου. Τέλος, η εγκατάσταση ολοκληρώνεται από τις απαραίτητες ηλεκτρικές καλωδιώσεις, τους ηλεκτροκινητήρες των διαφόρων μηχανημάτων και τους πίνακες ελέγχου τους.

β) Οι κινητήριες μηχανές των ηλεκτρογεννητριών μπορεί να είναι ατμομηχανές παλινδρομικές ή στρόβιλοι, Μ.Ε.Κ., ενώ σε μερικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται

τελευταία και οι αεριοστρόβιλοι.

Σε πλοία με ατμοστρόβιλους, χρησιμοποιούνται στροβιλογεννήτριες ή και πετρελαιογεννήτριες.

Σε πλοία με Μ.Ε.Κ. και αεριοστρόβιλους, χρησιμοποιούνται οι πε-τρελαιογεννήτριες. Όταν όμως, όπως κατά κανόνα συμβαίνει, υπάρχει βοηθητικός λέβητας καυσαερίων, τότε υπάρχει και ιδιαίτερη βοηθητική εγκατάσταση ατμού. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται και ατμοστρόβιλοι, για την κίνηση των ηλεκτρογεννητριών.

Οι πετρελαιογεννήτριες είναι συνήθως κατακόρυφου τύπου, με τους κυλίνδρους σε σειρά ή σε διάταξη V. Οι κύλινδροι μπορεί να είναι μέχρι 12, με κυμαινόμενη ισχύ και μεσαίο αριθμό στροφών από 300 ως και 1200 r.p.m.

Οι ηλεκτρογεννήτριες.

Είναι απ' ευθείας συνδεμένες με τον άξονα του κινητήριου μηχανή . Σε περιπτώσεις στροβιλογεννητριών, κινούνται μέσω μειωτήρα στροφών, λόγω του υψηλού αριθμού στροφών του στροβίλου.

Είναι συνεχούς (110V ή 220 V) ή εναλλασσόμενου ρεύματος. Στις σύγχρονες εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται περισσότερο το εναλλασσόμενο ρεύμα (τριών φάσεων, 60 κύκλων, 440 V για την κίνηση και 110 V για το φωτισμό).

Από τους κανονισμούς των Νηογνομώνων, όπως π.χ. του Lloyd's Register of Shipping ή του Bureau Veritas κ.λπ., και τις διατάξεις των διεθνών συμβάσεων τις οποίες έχει εγκρίνει και η Ελλάδα, και κυριότερη θεωρείται η «Διεθνής Σύμβασης Ασφαλείας της ανθρώπινης Ζωής εν θαλασσή», του 1960, ή, όπως συνηθίζεται να λέγεται, «SOLAS - 60», δηλ. Safety of Life at Sea - 1960), προβλέπεται η ύπαρξη ντιζελογεννητριας κινδύνου. Η γεννήτρια αυτή εκκινεί αυτόματα, αν για οποιοδήποτε λόγο σταματήσει ή παροχή ηλεκτρικής ενεργείας από τις κύριες γεννήτριες. Από αυτήν τότε τροφοδοτούνται τα ζωτικά και ουσιώδη μόνο κυκλώματα του πλοίου, όπως οι πλοϊκοί φανοί, το ηλεκτροκίνητο πηδάλιο, ο ηλεκτροφωτισμός κινδύνου, η διάταξη κλεισίματος των στεγανών θυρών του πλοίου, τα ηχητικά σήματα, οι διάφοροι δείκτες κ.λπ. Ανάλογη είναι και η πρόβλεψη τροφοδοτήσεως, επί ορισμένο χρόνο, μερικών από τα ζωτικά αυτά κυκλώματα άπα πηγή ηλεκτρικής ενεργείας χαμηλής τάσεως (συσσωρευτές).

Η τοποθέτηση και των ντιζελογεννητριών κινδύνου και της πηγής Χ.Τ. γίνεται σε μέρος του πλοίου επάνω από το κύριο κατάστρωμα, και με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται ότι πυρκαγιά, ή άλλη ζημιά μέσα στο μηχανοστάσιο, δεν θα επιδρά στην τροφοδότηση ή στη

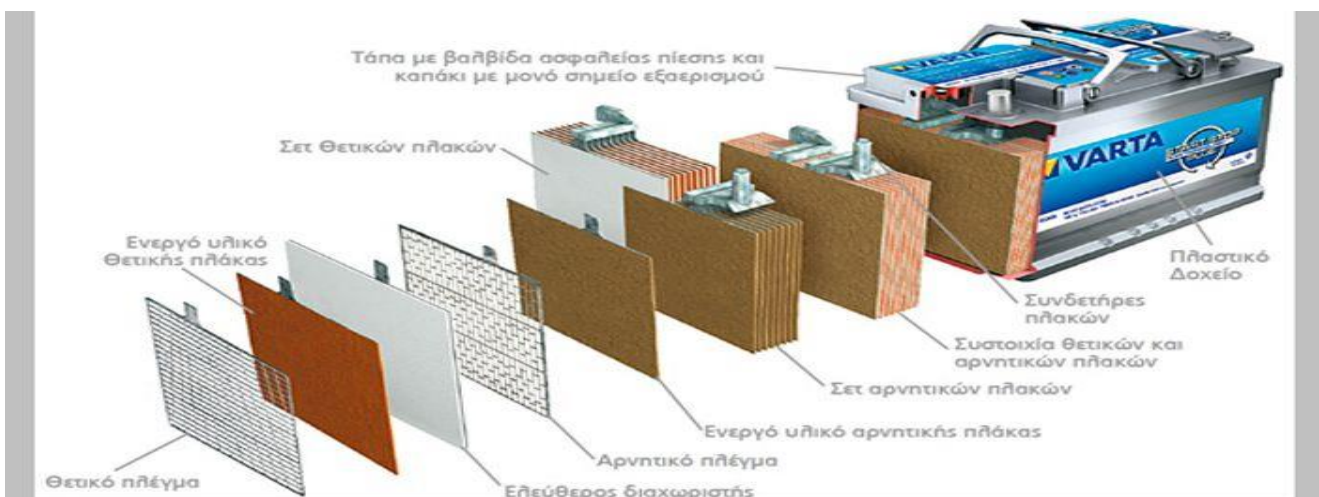
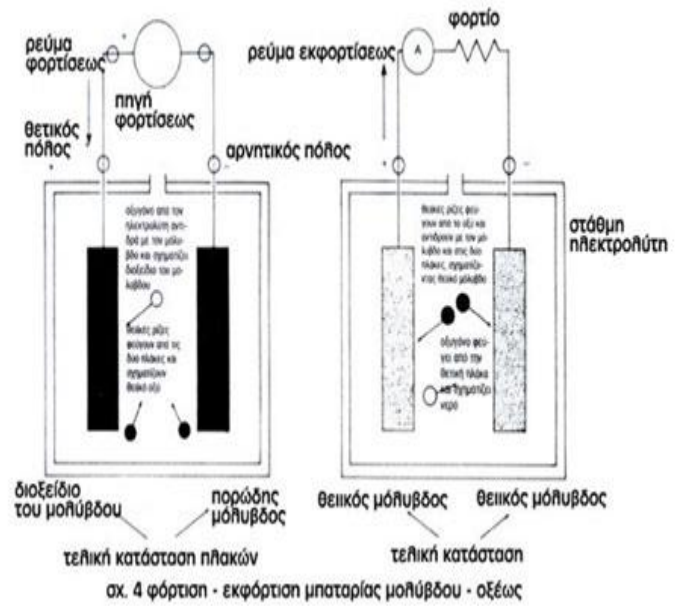
διανομή του.

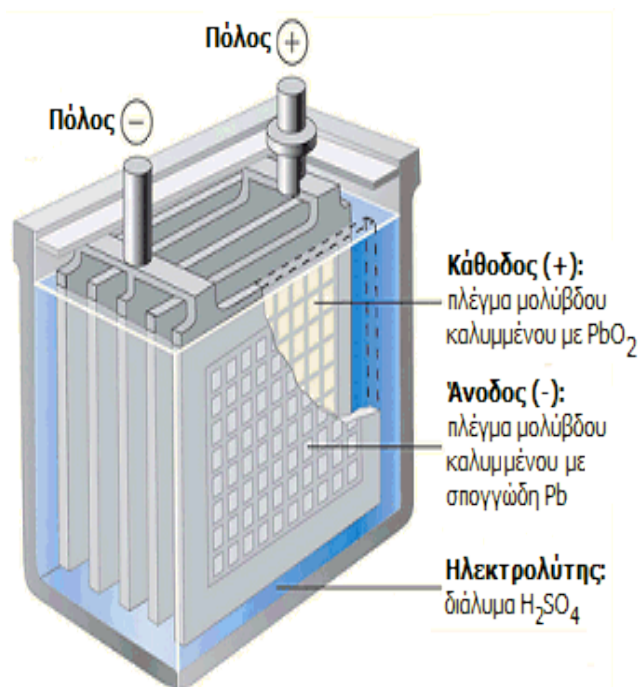
Βασική εφαρμογή των συσσωρευτών στο GMDSS

Οι μπαταρίες χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτήσουν τον εξοπλισμό του GMDSS. Είναι πολύ σημαντικές γιατί αν είναι αφόρτιστες ο εξοπλισμός του GMDSS δε θα λειτουργήσει όπως πρέπει. Αυτό θα είναι πολύ επικίνδυνο σε περίπτωση κινδύνου. Οι μπαταρίες πρέπει λοιπόν να τηρούνται σε καλή κατάσταση.

Οι μπαταρίες αποθηκεύουν ηλεκτρική ενέργεια με τη μορφή χημικής ενέργειας. Όταν χρησιμοποιείται ηλεκτρισμός από τη μπαταρία, εκτελείται μια χημική αντίδραση μέσα στη μπαταρία. Η μπαταρία θα συνεχίσει να παράγει ηλεκτρισμό μέχρι να εξαντληθούν όλα τα χημικά στοιχεία της. Ο ηλεκτρολόγος είναι υπεύθυνος για την συντήρηση και συμπλήρωση τυχόν υγρών που χρειάζεται η μπαταρία για να λειτουργήσει

ΦΩΤΩΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Π. ΔΡΑΝΔΑΚΗ, ΜΕΓΑΛΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ
2. Γ. ΠΡΩΤΟΠΑΠΑΔΑΚΗ, ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ Σ.Ν. ΔΟΚΙΜΩΝ
3. DOE HANDBOOK, PRIMR ON LEAD ACID STORAGE BATTARIES, DEPARTMENT OF ENERGY
4. Η. Α. ΚΙΕΗΝΕ, BATTERY TECHNOLOGY HANDBOOK
5. SIMON SCWUNG, BATTERY SYSTEMS FOR STORING RENEWABLE ENERGY
6. ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΗ ΛΥΚΕΙΟΥ
7. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ
8. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΓΕΝΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΤΟΥ ΟΡΓ. ΕΚΔ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
9. https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CF%80%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%B5%CF%83+%CE%BC%CE%BF%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B4%CE%BF%CF%85&client=aff-maxthon-maxthon4&hs=Jj4&affdom=maxthon.com&channel=t26&biw=1368&bih=621&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiUysCTrYfMAhUMGZoKHXXqDEIQ_AUIBi_gB

