

ΜΟΝΑΔΑ ΦΥΣΕΩΣ ΟΡΥΚΤΩΝ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ

ΣΤΗΝ ΛΑΡΝΑΚΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Άνακοίνωση Έρευνητικής Έργασίας,
Μελέτης Βιομηχανικής Έγκαταστάσεως

Συγγραφείς: Δρ. Άναστάσιος Στ. Κώνστας *
 Δρ. Στέφανος Άν. Κώνστας **
 Γεώργιος Χρ. Γρηγορόπουλος ***

Παρουσίαση: Γεώργιος Χρ. Γρηγορόπουλος

* Δρ. Άν. Κώνστας: Χημικός Π.Α., Τεχνικός Σύμβουλος για την
Χημική Βιομηχανία από τό 1925, ίδρυτής τής
ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΩΝΣΤΑΣ ΕΠΕ (1967).

** Δρ. Στ. Κώνστας: Χημικός Π.Α., Τεχνικός Σύμβουλος για την
Χημική Βιομηχανία από τό 1962, ίδρυτής τής
ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΩΝΣΤΑΣ ΕΠΕ (1967).

*** Γ. Γρηγορόπουλος: Χημικός Μηχανικός Ε.Κ.Π., Συμμεργάτης τής
ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΩΝΣΤΑΣ ΕΠΕ από τό 1971 καί μέτοχος
άπό τό 1979.

Άθήναι,
Μάιος 1980

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ἡ ἐργασία αὐτή ἀφορᾷ ἕνα ἐργοστάσιο πού ἔγινε στήν Κύπρο γιά τήν μετατροπή τοῦ χρώματός μέ φρύξη σέ χρωστικά ὀρυκτά, ὅπως ὄμπρα καί σιέννα, ὠρισμένες ποικιλίες τῶν ὁποίων συναντῶνται μόνο στήν Μεγαλόνησο. Γιά τήν μονάδα αὐτή ἀπαιτήθηκε ἐργαστηριακή ἔρευνα πού καθώρισε τίς συνθήκες φρύξεως καί ἀκολούθησε ἡ μελέτη τοῦ ἐξοπλισμοῦ.

Τά βασικά στοιχεῖα της εἶναι ἕνας περιστρεφόμενος κλίβανος μήκους 20 μ. καί ἕνα φυγετο 15 μ., τὸ δέ καύσιμο εἶναι μαζούτ. Ἰδιαίτερα χαρακτηριστικά της εἶναι ἡ ἐνδιάμεση θερμοκρασία φρύξεως, 400° C, ἔναντι τῶν ξηραντηρίων ἢ τῶν κλιβάνων γιά τσιμέντα ἢ ἀσβέστη καί ἡ εὐπάθεια τοῦ χρώματος τοῦ ὑλικοῦ γιά μικρές ἀποκλίσεις τῆς θερμοκρασίας.

Κατωτέρω περιγράφονται τά διάφορα στάδια τῆς μελέτης, τά συμπεράσματα πού προέκυψαν σέ αὐτά, τά προβλήματα πού ἀντιμετωπίσθηκαν καί ἡ ἐμπειρία πού ἀποκτήθηκε κατά τήν λειτουργία τῆς μονάδας.

A. ΤΟ ΥΛΙΚΟ

Προϊόν τοῦ ἐργοστασίου εἶναι χρωστικά ὀρυκτά, φαιοχρώματα (PIGMENTS) πού ἔχουν σάν βάση τό ὀξειδίο τοῦ σιδήρου - σέ ἔνυδρες κρυσταλλικές μορφές του - καί χρησιμοποιοῦνται σάν συστατικά χρωμάτων ἢ γιά τήν χρώση μαζῶν π.χ. πλαστικῶν κ.λ.π.

Στήν Κύπρο συναντῶνται συνήθως οἱ ἑξῆς ποικιλίες:

- α) ὄχρα, κίτρινη ἢ κόκκινη
- β) σιέννα, πού κρατᾷ τό ὄνομα της ἀπό τήν ὁμώνυμη Ἰταλική πόλη
- γ) ὄμπρα, ἢ στήν τοπική διάλεκτο τεραντόμπρα (TERRA D'UMBRA), ὄνομασμένη ἀπό τήν Ἰταλική ἐπαρχία UMBRA. Ἡ ὄμπρα σήμερα ὅμως ἐξορύσσεται ἀποκλειστικά στήν Κύπρο.

Λόγω τῆς φυσικῆς τῆς προελεύσεως καί τῆς σταθερότητος τους, τά χρώματα αὐτά εἶναι γνωστά ἀπό τόν "Ὀμηρο ἀκόμα καί συμπεριλαμβάνονται στά βασικώτερα χρώματα τῆς παλλέττας τῶν ζωγράφων, εἴτε σάν "φυσικά" εἴτε σάν "ψημένα".

Ἡ χημική σύστασή τους καί ἡ κρυσταλλική τους μορφή ποικίλλει.
Ἐνδεικτικές συνθέσεις ἀπό τήν βιβλιογραφία ἢ ἀναλύσεις δειγμάτων τῶν κυπριακῶν ὄρυκτῶν δίνονται στόν Πίνακα 1.

Τό ἐργοστάσιο φαιοχρωμάτων τῶν κ.κ. ΜΑΝΤΟΒΑΝΙ βρίσκεται στήν περιοχή τῆς Λάρνακας στό χωριό Τροῦλλοι, στήν πράσινη ζώνη τοῦ Ο.Η.Ε. μεταξύ τῆς ἐλεύθερης καί τῆς Τουρκοκρατούμενης Κύπρου, καί ἐπεξεργάζεται κυρίως τίς ποικιλίες ὄμπρα καί σιέννα πού ἐξορύσσονται σέ ὄρυχεῖα τῆς περιοχῆς.

Τά ὄρυκτά αὐτά ἐξάγονται εἴτε στήν φυσική τους κατάσταση εἴτε φρυγμένα κυρίως στίς Η.Π.Α. καί στήν Μ. Βρετανία, σέ βιομηχανίες χρωμάτων πού τά ἀλέθουν ἀπό 40 μικρά καί τά χρησιμοποιοῦν σάν συστατικά τῶν προϊόντων τους.

Ἡ ἀλλαγὴ τοῦ χρώματος πού γίνεται μέ τήν φρύξη στούς 400°C περίπου εἶναι γιά τήν σιέννα ἀπό κιτρινωπό σέ "φλογερό" καστανοκόκκινο λόγω τῆς ἀφαιρέσεως τῶν κρυσταλλικῶν νερῶν τοῦ λειμονίτη ($2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$) καί γιά τήν ὄμπρα πού περιέχει μέχρι 20 ο/ο ὀξειδίου τοῦ μαγγανίου ἀπό σιοῦρο καφεπράσινο σέ "ζεστό" καστανό.

Β. ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ἀπό τό 1850 μέχρι τό 1975 ἡ κατεργασία στό ἐργοστάσιο τῶν Τρούλλων γινόταν σέ κατακόρυφους φούρνους 3 X 3 X 3 μ. περίπου. Τό ὑλικό κτιζόταν πάνω σέ σχάρες, πρῶτα τά μεγάλα κομμάτια μετά τά μικρά καί τελευταῖο τό χῶμα πλασμένο μέ νερό σέ συσσωματώματα. Κάτω ἀπό τίς σχάρες ἀναβαν ξύλα καί σέ 2-3 ἡμέρες ὁ ἔμπειρος ἐργάτης ἔκρινε ὅτι τό ὑλικό εἶχε ψηθεῖ. Ὁ φούρνος κρύωνε 1-2 ἡμέρες καί ἀδειάζοταν, ὑπῆρχαν δέ 3-4 τέτοιοι φούρνοι πού ἀναβαν περιοδικά ἀνάλογά μέ τήν ζήτηση.

Παρόμοιες μικρότερες έγκαταστάσεις λειτουργοῦν καί σήμερα ακόμη άλλοῦ στήν Κύπρο.

Βέβαια δέν ὑπῆρχε ὁμοιομορφία χρώματος μεταξύ παρτίδων, τεμαχίων ἀπό διάφορετικά σημεῖα τοῦ φούρνου ἢ ακόμη κέντρου (ψύχας) καί ἐπιφανείας στό ἴδιο τεμάχιο.

Ἀναπόφευκτα πολλές παρτίδες βρισκόντουσαν καμμένες (χωρίς λάμψη στό χρώμα) ἢ ἄψητες. Οἱ συνθήκες ἐργασίας ἦταν γιά τά σημερινά δεδομένα ἀπαράδεκτες καί δέν ὑπῆρχε δυνατότητα αὐξήσεως τῆς παραγωγῆς γιά νά καλυφθεῖ ἡ μεγαλύτερη ζήτηση, ἢ βελτιώσεως τῆς γιά νά ἀνταποκριθεῖ τό προϊόν στίς εἰδικές ἀπαιτήσεις ποιότητας καί σταθερότητας τῶν ἀποχρώσεων.

Τέλος ὑπῆρχε συχνά καί πρόβλημα ἐξευρέσεως τῶν καυσίμων ξύλων.

Ἀντιμετωπίζοντας τά προβλήματα αὐτά μᾶς πλησίασαν οἱ ἐνδιαφερόμενοι καί μᾶς ζήτησαν νά μελετήσουμε τό θέμα τους ἀποβλέποντας σέ αὐξηση τῆς παραγωγῆς ἀπό 5.000 σέ 8.000 τόννους ἐτησίως σέ πρώτη φάση καί μέ προοπτική πάνω ἀπό 20.000 τόννους γιά ἀργότερα.

Γ. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Ἡ ἐργασία ἄρχισε μέ προσπάθεια νά προσδιοριστοῦν οἱ συνθήκες φρύξεως, κάτι πού ἦταν ἀδύνατο νά ἐλεγχθεῖ στούς φούρνους τοῦ ἐργοστασίου. Πρέπει νά σημειώσουμε ἐδῶ ὅτι ακόμη καί οἱ ἐταιρεῖες ἀγοραστές τῶν προϊόντων δέν εἶχαν περισσότερη ἐμπειρία ἢ γνώσεις ὡς πρός τήν σύσταση τοῦ ὑλικοῦ, τίς μετατροπές πού ὑφίστατο στήν φρύξη καί τίς ἐπιδράσεις τῆς θερμοκρασίας καί τοῦ χρόνου φρύξεως στήν ἀπόχρωση καί τήν λαμπρότητα τῶν προϊόντων. Ἐκινῶν ἀπλῶς ἕναν ὀπτικό ἔλεγχο μέ διάλυση τοῦ ὀρυκτοῦ σέ λινέλαιο καί βάσει ἑνός πρότυπου χρωματολόγιου τό ἀναμίγνυαν, κατά τήν σύνθεση τῶν τελικῶν χρωμάτων, στήν κατάλληλη ἀναλογία.

Έτοι ή επίσκεφή μας σέ δύο τέτοιες έγκαταστάσεις στίς Η.Π.Α., πού είχάν κλιβάνους γιά άλλα χρωστικά όρυκτά, δέν έδωσε καμμία λύση στό θέμα τών όρυκτών τής Κύπρου. Μάλιστα διατυπώθηκαν και ώρισμένες έπιφυλάξεις γιά τό αν θά ήταν δυνατός μέ άλλη μέθοδο ό έλεγχος τής θερμοκρασίας και ή έπιτυχία του χρώματος κατά τήν φρύξη τής ιδιαίτερα εύπαθοϋς όμπρας.

Έν τω μεταξύ είχάν προχωρήσει οι έρευνες πού έγιναν από τόν συνεργάτη χημικό Μηχανικό Δρα Τρ. Αναγνωστόπουλο μέ δείγματα από τήν Κύπρο.

Η πρώτη σειρά δοκιμών έγινε γιά 3-4 βασικές ποικιλίες σέ σειρές δειγμάτων μέ διαφορετικές θερμοκρασίες και χρόνους φρύξεως. Τά δείγματα έλέγχθηκαν τόσο από τόν έπιχειρηματία όσο και από τούς πελάτες του και προσδιορίσθηκαν κατ'άρχή οι άπαιτούμενες συνθήκες φρύξεως.

Κατά τίς δοκιμές αυτές προέκυψαν τά έξής συμπεράσματα:

1. Κάτω από μία πρώτη "κρίσιμη" θερμοκρασία 350 - 400°C περίπου, τό υλικό δέν άλλαζε χρώμα όση ώρα και αν έμενε έντεθειμένο σέ αυτή.
2. Σέ μία ψηλότερη θερμοκρασιακή περιοχή εύρους 50°C περίπου άπαι- τεϊτο χρόνος φρύξεως από 20 έως 10 λεπτά όσο αυξανόταν ή θερμο- κρασία. Παράτασις του χρόνου αυτού πάντως έπηρέαζε έλάχιστα τήν λαμπρότητα του χρώματος και τό προϊόν μπορούσε νά θεωρηθεϊ καλό.
3. Πάνω από μία δεύτερη "κρίσιμη" θερμοκρασία τό υλικό άλλαζε χρώμα σέ λίγα λεπτά και άμέσως μετά κινδύνευε νά καεϊ.
4. Οι δύο αυτές κρίσιμες θερμοκρασίες ήταν 350 - 400°C γιά τίς όμπρες και 400 - 450°C γιά τίς σιέννες.

Αποφασίσθηκε λοιπόν ότι τό υλικό δέν έπρεπε κατ'άρχή νά υπερβεϊ, ανάλογα μέ τήν ποικιλία, τήν ανώτερη κρίσιμη θερμοκρασία, δηλαδή τούς 400 - 450°C.

Ακολούθησε νέα σειρά δοκιμῶν, πού ἐπαναλήφθηκε καί κατά τήν λεπτομερῆ μελέτη, μέ καταγραφή τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑλικοῦ ἀπό ἓνα θερμοστοιχεῖο βυθισμένο στήν μάζα του, ἀναμόχλευση τοῦ ὑλικοῦ καί ἐλεγχόμενη ἀνύψωση τῆς ἔξωτερικῆς θερμοκρασίας, ὥστε νά δημιουργηθοῦν κατά τό δυνατόν συνθήκες ὅμοιες ἐκείνων τῆς βιομηχανικῆς λειτουργίας.

Τά συμπεράσματα πού προέκυψαν ἀπό αὐτές τίς δοκιμές ἦταν:

1. Ἡ ἀναμόχλευση συντόμευε κάπως τούς χρόνους φρύξεως, κυρίως στό κέντρο τῆς μάζης τοῦ ὑλικοῦ, ἀλλά δέν ἐπηρεάζε τίς τιμές τῶν κρισίμων θερμοκρασιῶν.
2. Τό ὑλικό παρέμενε 10-15 λεπτά στήν "ἐπικίνδυνη" περιοχή τῶν $100 - 150^{\circ}\text{C}$ μέχρι νά ἀφαιρεθῆ ἡ φυσική του ὑγρασία (17-20 ο/ο). Σημειώνεται ὅτι ἡ ἐξάτμιση αὐτῆ καταναλίσκει τό 60 ο/ο τοῦ συνόλου τῶν θερμίδων πού ἀπαιτοῦνται γιά τήν φρύξη.
3. Παρουσιάσθηκε κάποια καμπή στήν καμπύλη τῆς θερμοκρασίας στήν περιοχή τῆς φρύξεως, προφανῶς λόγω τῆς ἀφαιρέσεως τῶν κρυσταλλικῶν νερῶν χωρίς ὅμως νά εἶναι τέτοια πού νά μπορεῖ νά ἐλεγχθεῖ.
4. Ἡ εὐνοϊκώτερη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ φούρῳ καί ὑλικοῦ βρέθηκε νά εἶναι $50 - 80^{\circ}\text{C}$. Αὔξηση τῆς διαφορᾶς αὐτῆς στά τελευταῖα στάδια τῆς φρύξεως ἦταν ἐπικίνδυνη γιά τό ὑλικό. Τό διάγραμμα 1 δείχνει μία καμπύλη τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑλικοῦ συναρτήσει τοῦ χρόνου.

Δ. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Μέ τά στοιχεῖα αὐτά προχωρήσαμε στήν σύνθεση τῆς μονάδας πού προτάθηκε σέ πρώτη φάση καί δίνεται στό διάγραμμα 2. Ἡ παραγωγή καθορίστηκε σέ 4 τόννους ῥυαίως, δηλαδή 5 τόννοι τροφοδοσίας. Καθοριστικό ρόλο γιά τήν ἐπιλογή τοῦ τύπου τοῦ κλιβάνου ἔπαιξε τό μέγεθος τοῦ ὑλικοῦ πού φθάνει ἀπό τά ὄρυχεῖα σέ κομμάτια ἀπό 30 ἐκ. μέχρι σκόνη ἢ μερικές φορές τόν χειμῶνα λασπερό.

Ο περιστροφικός κλίβανος πού προκρίθηκε παρουσιάζει τά εξής πλεονεκτήματα:

α) Μπορεί νά έπεξεργαστεῖ ύλικό μέ μεγάλα τεμάχια ή ύλικό πολύ άνομοιογενές.

β) Δέν έπηρεάζεται πολύ άπό διακυμάνσεις τής παροχής ή τής ύγρασίας καί Έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα λόγω τής ύψηλης τιμής ύγρασίας τοῦ ύλικου ὥστε νά μή κινδυνεύει νά καεῖ τό ύλικό.

γ) Μέ τήν συνεχή άναμόχλευση φρύσσει όμοιογενῶς τό ύλικό.

δ) Έπιτρέπει χρόνους παραμονής μεγάλους, πάνω άπό μισή ὠρα, ὅπως άπαιτοῦσε ή περίσταση καί ύπάρχει δυνατότητα ρυθμισέως τοῦ χρόνου σέ εύρέα ὅρια μέ άπλή μεταβολή τῶν στροφῶν.

ε) Είναι άπλός στήν λειτουργία, παρακολούθηση καί συντήρηση, πρᾶγμα σημαντικό στήν άπομακρυσμένη εκείνη περιοχή.

Προβλέφθηκαν έν τούτοις πρίν άπό τήν φρύξη, ρυθμιζόμενος τροφο-δότης καί θραύση τοῦ ύλικου μέ μασητήρα μέχρι μέγεθος 2-3 έκ., ὥστε νά σταθεροποιηθοῦν κατά τό δυνατόν οί συνθήκες λειτουργίας τοῦ κλίβανου.

Επίσης κρίθηκε έντελῶς άσύμφορο νά ύπολογισθεῖ ή μονάδα για ύγρότερο ύλικό, μέχρι καί 40 ο/ο, πού μπορεί νά παρουσιασθεῖ ὀρισμένες φορές μετά άπό βροχή. Για τίς περιπτώσεις αυτές προτάθηκε ή προστασία τοῦ άποθηκευμένου στό ὕπαιθρο ύλικου μέ πλαστικά φύλλα.

Αλλα στοιχεῖα τής μονάδας είναι τό φυγεῖο μέ ρυθμιζόμενα άνοίγματα - περσίδες στήν είσαγωγή τοῦ άέρα, ή έστία μέ τόν ρυθμιζόμενο αυτόματα καυστήρα μαζούτ καί τόν χῶρο άναμίξεως τοῦ άέρα τοῦ φυγείου μέ τά καυσαέρια στήν έπιθυμητή θερμοκρασία τῶν 450 - 500°C πρίν άπό τήν είσαγωγή στόν κλίβανο, τά σιλό τοῦ προϊόντος καί τό σύστημα τῶν άπαερίων μέ τόν κυκλώνα για τίς σκόνες, τόν άνεμιστήρα καί τήν καπνοδόχο, τά μεταφορικά μηχανήματα, κοχλίες / άναβατόρια.

Ε. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Τά ἀποτελέσματα τῶν δοκιμῶν κρίθηκαν ἀρκετά ἱκανοποιητικά καί ἐνθαρρυντικά γιά νά προχωρήσει κατ'εὐθεΐαν χῶρίς βαθμίδα ἡμιβιομηχανικῆς κλίμακας ἡ μελέτη τῆς μονάδας παραγωγῆς.

Ὁ ὑπολογισμός τοῦ κλίβανου καί τοῦ φυγεῖου βασίσθηκαν περισσότερο στήν ἐμπειρία τοῦ γραφείου μας ἀπό τήν λειτουργία ξηραντηρίων ὁμοίου τύπου μέ συντελεστή ἐναλλαγῆς $K: 125 \text{ KCAL/H.M}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ γιατί οἱ ὁχέςσεις πού δίδονται στήν βιβλιογραφία δέν βρέθηκαν νά συμφωνοῦν μεταξὺ τους.

Τά μεγέθη τῶν τύμπάνων καθορίστηκαν σέ 20 M μήκος μέ 2,20 M διάμετρο γιά τόν κλίβανο καί 15 M μήκος μέ 1,60 M διάμετρο γιά τό φυγεῖο.

Τά κατασκευαστικά προβλήματα πού ἀντιμετωπίσθηκαν γιά τόν κλίβανο καί τό φυγεῖο, ἐπιλύθηκαν μέ τήν πολύτιμη συνεργασία τῶν μηχανικῶν τοῦ Μηχανοποιείου Κούππα πού τά κατασκεύασε.

Τέτοια προβλήματα ἦταν ἡ στεγάνωση τοῦ ἄκρου τοῦ κλίβανου πρὸς τό μέρος τῆς ἐστίας λόγω τῆς σημαντικῆς διαστολῆς του (ὀλική 22 CM) πού ἀντιμετωπίσθηκε μέ τήν διάταξη πού δίνεται στό διάγραμμα 3 καί πού ἀκουμπᾷ σέ μία ἀντίστοιχη στεφάνη στερεωμένη στήν ἐστία. Τά τύμπανα κατασκευάσθηκαν σέ τρία τμήματα τό καθένα, μέ περιμετρικές φλάντζες, γιά τήν ἐπί τόπου σύνδεση τους ὥστε νά διευκολυνθῆ ἡ μεταφορά τους.

Γιά τό ὑλικό κατασκευῆς τοῦ κλίβανου, καί μέ βάση τά ἀποτελέσματα τῶν δοκιμῶν πού ἔδειξαν ὅτι τά ἀέρια δέν ἔπρεπε νά εἶναι στό θερμότερο ἄκρο του θερμότερα κατὰ 50°C ἀπό τό ὑλικό, δηλαδή 500°C μέγιστο, ἀποφασίστηκε ἡ χρησιμοποίηση ἀπλῶν χαλυβδοελασμάτων.

Πράγματι σήμερα μετὰ ἀπό 4 χρόνια λειτουργίας τόσο τό τύμπανο ὅσο καί τά ἑσωτερικά του πτερύγια εἶναι ἄθικτα.

Ὁ κλίβανος μονώθηκε ἐξωτερικά σέ ὅλο του τό μήκος μέ στρώμα ὑαλοβάμβακος. Ἡ χοάνη προωθήσεως τοῦ ζεστοῦ ὑλικοῦ πρὸς τό φυγεῖο

Έγινε από πυρίμαχο χάλυβα και προστατεύθηκε με πυρίμαχα τοϋβλα. Έξετάσθηκε επίσης ή δυνατότητα συνδέσεως τῶν δύο τυμπάνων έν σειρᾶ ἀλλά προτιμήθηκε ή έγκατάσταση τοϋ φυγείου κάτω από τόν κλίβανο γιατί έτσι απλουστεύεται ή κατασκευή τῆς έστίας και βέβαια μειώνεται κατά 40 ο/ο ή επίφάνεια τοϋ υποστέγου.

Οί διαστάσεις τοϋ βασικοϋ έξοπλισμοϋ τῆς μονάδας δίνονται στό Διάγραμμα 5. Όρισμένα χρήσιμα συμπεράσματα πού προέκυψαν από τήν σύγκριση τῶν στοιχείων πού υπολογίσθηκαν και εκείνων πού βρέθηκαν κατά τήν λειτουργία δίνονται στό έπόμενο κεφάλαιο.

ΣΤ. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η έγκατάσταση τῆς μονάδας είχε προχωρήσει αρκετά όταν έγινε ή είσβολή τῶν Τούρκων τόν Ιούλιο τοϋ 1974. Έτσι ή μονάδα ολοκληρώθηκε και ξεκίνησε μόλις στό τέλος τοϋ 1975.

Κατά τήν εκκίνηση διαπιστώθηκε κατ'άρχή ότι ο πραγματικός χρόνος φρύξεως ήταν κατά 10 περίπου λεπτά μεγαλύτερος από τά 35 - 40 λεπτά πού είχαν εκτιμηθεῖ με βάση τίς δοκιμές. Η παράταση αὐτή τοϋ χρόνου αντιμετώπισθηκε με ανάλογη μείωση τῶν στροφῶν τοϋ κλίβανου.

Έδῶ πρέπει νά σημειωθεῖ ότι επιβεβαιώθηκε στήν πράξη, με ἀπόλυτα ικανοποιητική ἀκρίβεια, ο τύπος τῶν FRIEDMAN AND MARSHALL πού χρησιμοποιήθηκε για τόν υπολογισμό τοϋ χρόνου διαδρομῆς, με ή χωρίς ρεϋμα ἀέρα.

Αντίθετα ή απαιτούμενη ισχύς για τήν κίνηση τοϋ κλίβανου πού υπολογίσθηκε με βάση τόν τύπο πού ἀναφέρει ο PERRY βρέθηκε αρκετά χαμηλή ὅπως δείχνει και τό Διάγραμμα 4, κυρίως όταν πληρώθηκε ο κλίβανος με ὕλικο. Επίσης ρυθμίσθηκαν και τά έλατήρια τῆς στεφάνης στεγανώσεως πού παρουσίασαν στήν ἀρχή λόγω τῆς διαστολῆς σημαντικές τριβές (2 KW).

Τονίζεται πάντως ότι τόσο ή κατασκευή όσο και ή ζυγοστάθμιση του κλίβανου ήταν άριστες. Μάλιστα στίς δοκιμές κατώρθωσε ένας -χειροδύναμος βέβαια- έργατης νά τόν στρέφει από τόν σύνδεσμο του μειωτήρα μερικά εκατοστά μέ τά χέρια του.

Οί θερμοκρασίες λειτουργίας στά θερμόμετρα πού είχαν προβλεφθεῖ στόν κλίβανο δίνονται στό Διάγραμμα 5 μαζί μέ άλλα στοιχεία λειτουργίας τής μονάδας. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης είδικές γραφίδες για τήν εύρεση τής θερμοκρασίας σέ διάφορα σημεία του φυγείου και απόδείχθηκαν πολύ χρήσιμες.

Ο όγκομετρικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας βρέθηκε ύψηλότερος από $150 \text{ kcal/m}^3 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ και αυτό επέτρεψε τήν αύξηση τής τροφοδοσίας σέ 6 τόννους τήν ώρα.

Η παραγωγή όμως δέν αύξήθηκε ανάλογα. Τό ξηρό ύλικό είναι πάρα πολύ εύθρυπτο και οί συνολικές απώλειες σέ σκόνη έφθαναν τό 15 ο/ο τής τροφοδοσίας. Αν και ανοίχθηκαν οί πλάκες του μασητήρα ώστε τό ύλικό νά εισέρχεται μέ μέγεθος μέχρι και 10 μm , τό προϊόν βγαίνει κάτω από 1 μm και οί απώλειες είναι πάντα σημαντικές. Επειδή μάλιστα ή σκόνη φεύγει στεγνή και μισοψημένη απορροφά και αυτή σχεδόν όσο καύσιμο χρειάζεται ίση ποσότητα προϊόντος.

Ο κυκλώνας τής μονάδας λειτουργεί πολύ καλά συγκρατώντας πάνω από 95 ο/ο του ύλικού, πάνω από 40 μικρά (400 MESH) και τό 35 ο/ο του ύλικού πού είναι λεπτότερο από 400 MESH.

Έτσι, και για νά προστατευθεῖ ή περιοχή από τήν λεπτότατη αυτή σκόνη πού διαφεύγει και φτάνει τά 200 KG ώριαίως (3 ο/ο), έγκαταστάθηκε ένα φίλτρο αέρος, μέ ακροφύσια πέπιεσμένου αέρος για τόν καθαρισμό των σάκκων.

Τό φίλτρο έγκαταστάθηκε τό 1977 και είχε αρχικά σάκκους από τό άνθεκτικότερο ύλικό KOMEX. Πρόσφατα βρέθηκε όμως μεγάλη φθορά στό ύφασμα. Έρευνήθηκε ή σκόνη και βρέθηκε ότι περιείχε μέχρι και 2,5 ο/ο θείικά έναντι 0,12 του αρχικού ύλικού. Προφανώς τό

διοξειδίο από τήν καύση τοῦ θείου τοῦ μαζούτ μετατρέπεται παρουσία τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων σέ τριοξειδίο. Ἡ λειτουργία τῶν ἀερίων κοντά στό σημεῖο δρόσου καί ἡ συμπύκνωση τῶν υἰδρατμῶν πάνω στό "υφασμα ἐπιδεινώνει τήν κατάσταση. Γιά τούς λόγους αὐτούς σήμερα ἀντικατάστάθηκαν οἱ σάκκοι μέ ἄλλους πού ἔχουν ὑποστεῖ ἐπιφανειακή προστασία μέ σιλικόνη.

Ὁ πίνακας 2 δίνει τήν κοκκομετρική σύσταση τῆς σκόνης πού συλλέγεται σέ διάφορα σημεῖα τῆς μονάδας.

Σήμερα μελετᾶται ἡ προοπτική νά ἐγκατασταθεῖ ἕνας μικρός κλίβανος, μέ ἔμμεση θέρμανση, πού θά φρύξει τήν σκόνη πού συλλέγεται καί πού μπορεῖ νά πωληθεῖ σάν εἰδικό κονιοποιημένο προϊόν σέ τιμή σχεδόν διπλάσια ἐκείνης τοῦ προϊόντος.

Ζ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ἡ μονάδα ὀλοκληρώθηκε κάτω ἀπό ποικίλες συνθήκες ὥστε νά μὴν εἶναι εὐκόλο νά εὑρεθεῖ τό πραγματικό της κόστος. Ἐκτιμᾶται ὅτι σήμερα θά ἐστοίχιζε 30.000.000 δρχ. περίπου. Ἡ λειτουργία τῆς μονάδας εἶναι ἐξ ὀλοκλήρου αὐτόματη καί χρειάζεται μόνο ἕνας ἐργοδηγός καί ἕνας τεχνίτης χειριστής τοῦ φορτωτῆ γιά τήν τροφοδοσία τοῦ ὑλικῶ. Ὁ τελευταῖος μπορεῖ νά ἀσχολεῖται πάντως καί μέ ἄλλες ἐργασίες τῆς ἀποθήκης μαζί μέ τούς 2-3 ἐργάτες πού βοηθοῦν στήν συσκευασία καί τίς φορτώσεις. Ἐπισημαίνεται ὅτι ἡ παλαιή ἐγκατάσταση χρειαζόταν 20 ἐργάτες.

Ἡ θερμική ἀπόδοση τοῦ καυσίμου βρέθηκε γιά συνεχή λειτουργία 60 ορ. Πάντως τά ἀπαέρια φεύγουν ἀπό τόν κλίβανο μέ θερμοκρασία 80° - 100° C, ἐνῶ τό ὑλικό φύχεται στό φυγεῖο σέ 40° C, δηλαδή ὑπάρχει ἡ μέγιστη δυνατή οἰκονομία θερμίδων στό σύστημα.

Λόγω όμως τών είδικών τοπικῶν συνθηκῶν ἡ μονάδα δέν μπορεῖ νά λειτουργήσῃ σέ τρεῖς βάρδιες. "Ας μή ξεχνᾶμε ὅτι βρίσκειται σέ ἀπόσταση 1-2 χλμ. ἀπό τήν Τουρκοκρατούμενη περιοχή." Ἐπί πλέον ἡ ζήτηση καλύπτεται σήμερα μέ 50 ο/ο τοῦ διαθέσιμου χρόνου ἀπασχολήσεως τῆς.

Γιά τούς λόγους αὐτούς ἡ λειτουργία περιορίζεται σέ 1-2 ὀκτώωρα τήν ἡμέρα καί ἡ ἐστία ἀνάβει καί σβύνει κάθε μέρα. Ἡ διαδικασία αὐτή μειώνει τήν ἀπόδοση τοῦ καυσίμου σέ 45-50 ο/ο, ἠδηλαδή 50 λίτρα ἀνά τόννο προϊόντος, καί ὁπωσδήποτε ἐπιβαρύνει τό κόστος μέ νεκρούς χρόνους.

Μέ βάση τά δεδομένα αὐτά ὑπολογίζεται ὅτι τό κόστος ἐπεξεργασίας κατανέμεται σέ 45-50 ο/ο γιά καύσιμο, 20 ο/ο γιά ἐργατικά μέ τούς ἐργάτες αὐλῆς, 15-20 ο/ο γιά ἐνέργεια καί 15 ο/ο γιά διάφορα ἔξοδα συσκευασίας.

Οἱ βελτιώσεις πού ὑφίσταται συνεχῶς ἡ μονάδα καί οἱ προοπτικές ἐπεκτάσεως πού συζητῶνται ἀποδεικνύουν ὅτι ἡ μονάδα αὐτή εἶναι ἰδιαίτερα ἀποδοτική ἀκόμη καί μέ τίς ἀπώλειες σέ σκόνη καθώς καί τίς ὀχι καί τόσο εὐνόηκες συνθήκες πού ἐργάζεται σήμερα.

ΒΑΣΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. J.H. Perry - Chemical Engineering Handbook, 4th and 5th Edition, McGraw-Hill
2. Le sechage et ses applications industrielles. A. Dascalescou. Dunod, 1969
3. Kirk & Othmer Encyclopedia of Chemical Technology
4. Iron Oxide Pigments - Industrial Minerals. November 1971.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ (PIGMENTS)

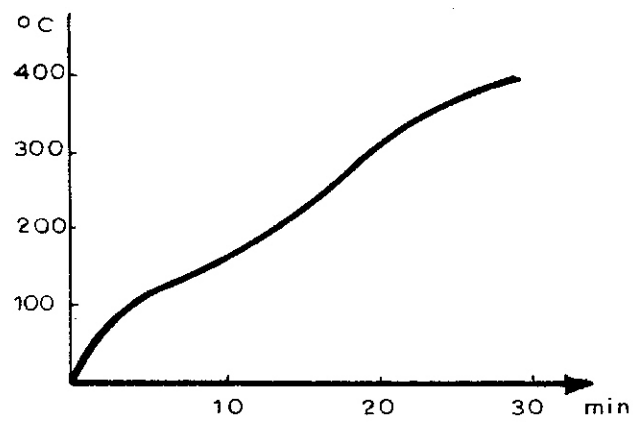
(έπύ ξηρών δειγμάτων)

Ποικιλία	Σιέννα	Όμπρα
Fe_2O_3	50 %	50 % (στήν Κύπρο 45-48%)
SiO_2	30 %	20 %
Al_2O_3	15 %	10 % (στήν Κύπρο ελάχιστο)
MnO_2	5 %	12 % (10 - 20 %)
CaO	5 %	4 %
άπώλειες καύσεως	2-3 %	2 - 3 %

ΠΙΝΑΚΑΣ 2ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΚΟΝΗΣ (%)

ASTM Mesh	μικρά	A άπό χοάνη τροφοδοσίας	B άπό κωκλώνα	Γ άπό φύλτρο
+100	150	4	-	13 *
+140	106	26	4,5	1
+200	75	25	8	1
+270	53	20	21	1
+400	38	13	26	1,5
-400	38	12	40	82,5

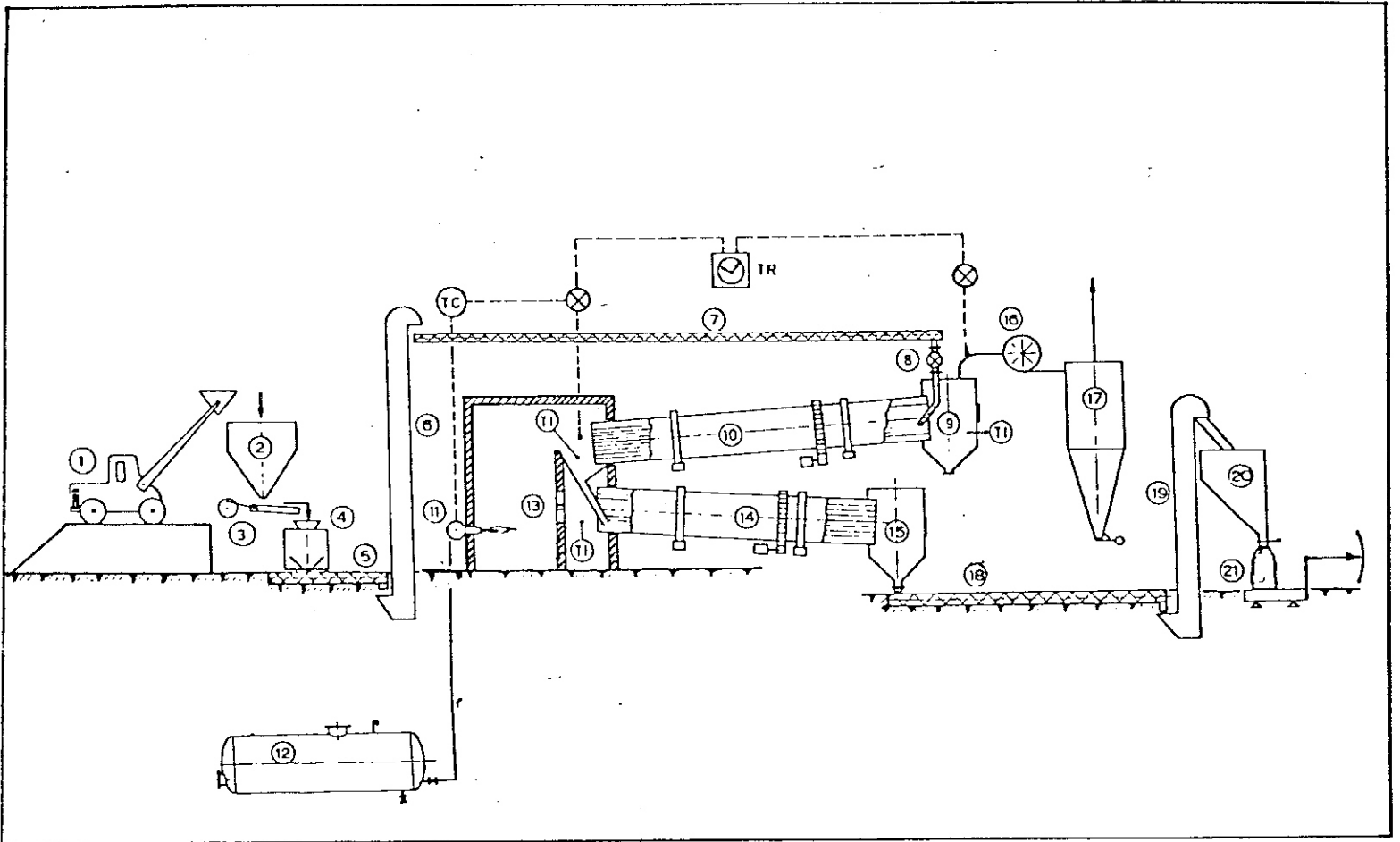
* Συσσωματώματα εϋθρυπτα μέ τό χέρι



ΣΧΕΔΙΟ 1

=====

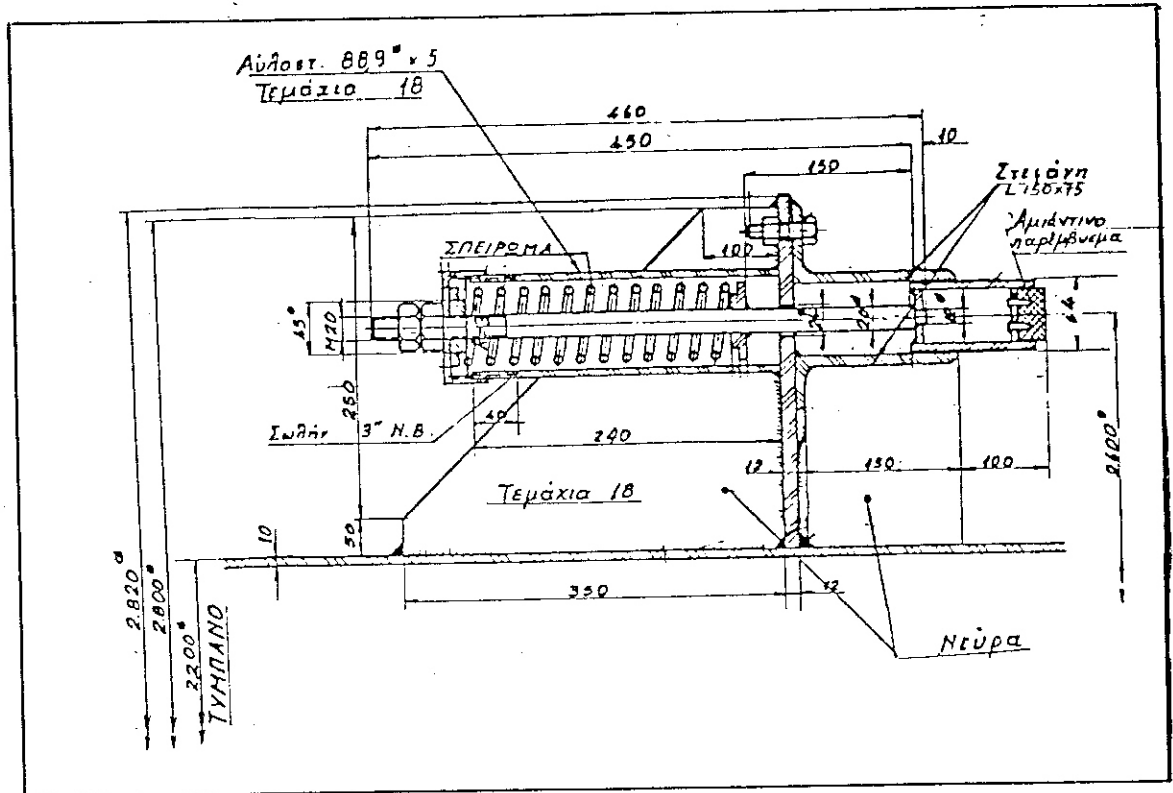
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ
ΦΡΥΞΗ ΟΜΗΡΑΣ



ΣΧΕΔΙΟ 2

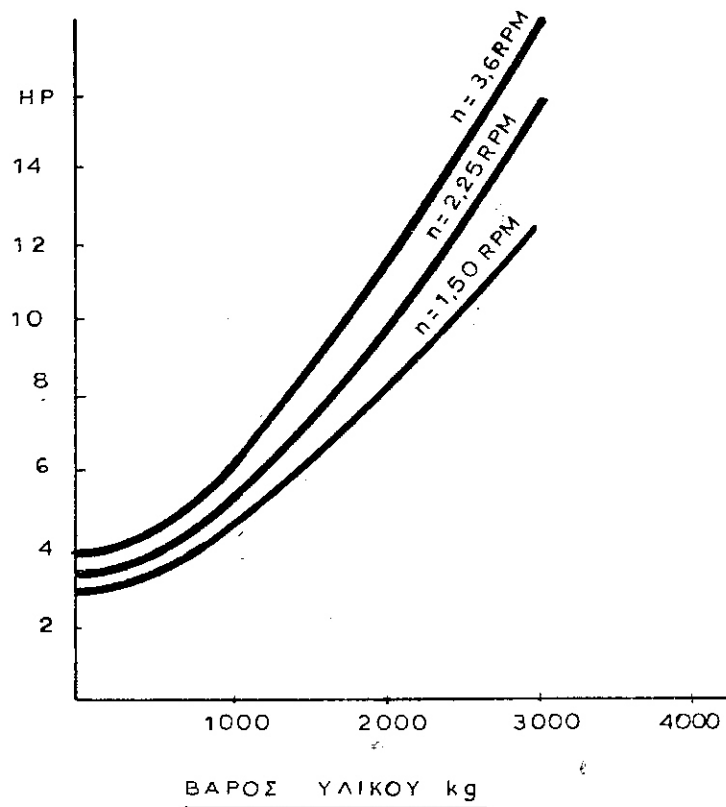
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| 1. Φορτωτής | 11. Καυστήρας |
| 2. Σιλό τροφοδοσίας | 12. Δεξαμενή καυσίμου |
| 3. Τροφοδότης | 13. Έστια καύσεως |
| 4. Σπαστήρας | 14. Ψυγεύο |
| 5. Κοχλίας | 15. Χαάνη άπαγωγής |
| 6. Αναβατόριο | 16. Άνεμιστήρας άπαερίων |
| 7. Κοχλίας | 17. Κυκλώνας |
| 8. Διάταξη τροφοδοσίας | 18. Κοχλίας |
| 9. Χαάνη τροφοδοσίας | 19. Αναβατόριο |
| 10. Κλίβανος | 20. Σιλό συσκευασίας (3 τεμάχ.) |
| | 21. Ζύγιση σάκων |



ΣΧΕΔΙΟ 3

ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΤΕΓΑΝΩΣΕΩΣ ΕΣΤΙΑΣ



ΣΧΕΔΙΟ 4

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΚΛΙΒΑΝΟΥ

Φ 2,20 X 20 μ. (κρύου)