

ΟΙ ΑΛΕΞΑΝΔΡΙΝΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΟΙ ΚΤΗΣΙΒΙΟΣ - ΦΙΛΩΝ - ΗΡΩΝ

Δημήτριος Καλλιγερόπουλος

Δρ Τεχνικών Επιστημών, Καθηγητής Αυτομάτου Ελέγχου & Ιστορίας της Τεχνολογίας,
Τμήμα Αυτοματισμού, ΤΕΙ Πειραιά

Η Αλεξάνδρεια θεμελιώθηκε το 330 π.Χ., στα μέσα του 3ου αιώνα απέκτησε 400.000 κατοίκους και έγινε αδιαμφισβήτητα το πολιτιστικό κέντρο της Μεσογείου. Το Μουσείο της μετατράπηκε από τέμενος των Μουσών σε σημαντικό πνευματικό, ερευνητικό και εκπαιδευτικό ίδρυμα, που περιείχε την περίφημη Βιβλιοθήκη, με 500.000 περίπου τόμους βιβλίων.

Κατά τους ελληνιστικούς χρόνους (323-31 π.Χ.) πραγματοποιείται στην Αλεξάνδρεια μια ιδιότητα «Αναγέννησης» του αρχαίου ελληνικού πνεύματος. Κι όπως κατά τον 8ο αιώνα π.Χ. ο Ομηρος, μόνος ή με μια ομάδα αισιών της Ιωνίας, έβαλε σε τάξη τις προφορικές ιστορίες παραδόσεις, συνέταξε ιστορικούς καταλόγους και διαμόρφωσε τη φυσιογνωμία των Ελλήνων, έτοι και στην ελληνιστική Αλεξάνδρεια, πέντε αιώνες αργότερα, καθήκον των στοχαστών ήταν να συλλέξουν, να επεξεργαστούν, να βάλουν σε τάξη το τεράστιο υλικό, γραπτό αυτή τη φορά, που κληρονόμησαν κυρίως από την κλασική Ελλάδα, να προσθέσουν σ' αυτό τη σύγχρονη εμπειρία, να το εμπλουτίσουν με τις γνωσεις άλλων λαών και να διαμορφώσουν τη νέα οικουμενική φυσιογνωμία του ελληνισμού. Με τη διαφορά ότι οι σύγχρονοι αυτοί στοχαστές ήταν αυτή τη φορά μηχανικοί, τεχνολόγοι, αυτοματοποιοί. «Θεωρούμε αναγκαίο να βάλουμε σε τάξη σα μας αφήσαν οι αρχαίοι (μηχανικοί) και να προσθέσουμε σ' αυτά όσα εμείς καινούργια βρήκαμε» γράφει ο Ήρων στην εισαγωγή των Πνευματικών του.

Mέσα σ' αυτό το αλεξανδρινό πνεύμα της τάξης, της συλλογής, της επεξεργασίας, της κριτικής «Αναγέννησης» του αρχαίου ελληνικού πνεύματος, της πράξης, της εμπειρίας και της εφαρμογής, της έρευνας και της διδασκαλίας, μέσα στο χώρο του Μουσείου και της Βιβλιοθήκης της μεταπολεμικής Αλεξάνδρειας αναδειχθήκαν οι αλεξανδρινοί μηχανικοί και δημιουργήγαντα αυτόματα τους. Στη σχολή αυτών των αλεξανδρινών μηχανικών ανήκουν ο Κτησίβιος ο Αλεξανδρεύς, ο Φίλων ο Βυζάντιος και ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς.

Κτησίβιος ο Αλεξανδρεύς

Ο Κτησίβιος έζησε μεταξύ του 300 και του 230 π.Χ. περίπου (δηλαδή πην εποχή του Πτολεμαίου Β' του Φιλάδελφου) στην Αλεξάνδρεια. Θεωρείται ιδρυτής της σχολής των αλεξανδρινών μηχανικών

και μελετητής των πνευματικών και υδραινικών συστημάτων. Το σχετικό του έργο δεν διασώθηκε. Αναφορές γι' αυτόν βρίσκουμε κυρίως στον Βιτρώνιο. Ιδου μερικά παραδείγματα:

Ο αυτόματος καθρέπτης

«Ο Κτησίβιος γεννήθηκε στην Αλεξάνδρεια από πατέρα κουρέα. Διακρίνενος από όλους τους υπόλοιπους για την ευφύΐα και τη μεγάλη φιλέργια του ευρισκών ευχάριστη στην κατασκευή τεχνημάτων. Θέλος λοιπόν κάποτε να κρεμάσει τον καθρέπτη στο κατάστημα του πατέρα του με τέταιο τρόπο, ώστε σταν κάποιος τον κατεβάσει ή τον ανεβάσει να κατεβαίνει να ανεβαίνει αντιστοιχά, με ένα κρυμμένο σχοινί, ένα βάρος. Έτσι κατασκεύασε τον έξι μηχανισμό: Κάτω από μια δοκό στερέωσε έναν ξύλινο αγωγό και του πρόσαρμός τους τροχαλίες. Μέσα από τον αγωγό οδήγησε το σχοινί πρας τη γυναίκα του τοίχου όπου και

έφτιαξε έναν κατακόρυφο σωλήνα στον οποίο ο-λισθανεί, προσαρμοσμένη στο σχοινί μια σφαιρά από μολύβι. Το βάρος κατεβαίνοντας μέσα στο στενό χώρο του σωλήνα, προκαλούσε τη συμπύκνωση του αέρα. Έτσι, με τη βίαιη κάθοδο του, το βάρος εξαθισύει μεγάλη ποσότητα του αέρα, έτσι ώστε αυτός να βγαίνει συμπιεσμένος μέσα από το στόμιο και να παράγει έναν διακριτικό ήχο» (Βιτρούβιος, Περὶ Αρχιτεκτονικῆς 9.8.2).

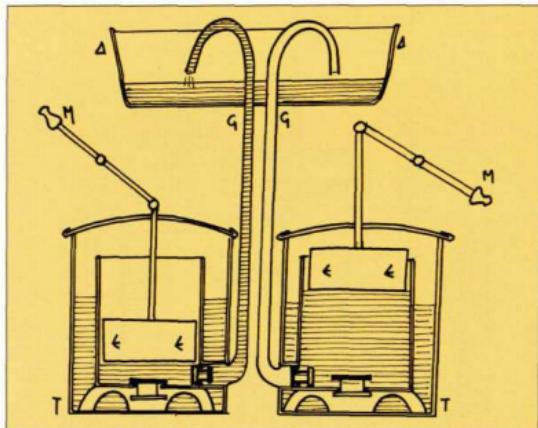
Από την περιγραφή αυτή συμπεραίνουμε ότι δεν πρόκειται εδώ για αυτόματο μηχανισμό ανύψωσης του καθρέπτη, αλλά για αξιοποίηση των τριβών στις τροχαλίες έτσι ώστε ο καθρέπτης να ισορροπεί σε διάφορα ύψη, με τη βοηθεία ενός αντισταθμιστικού μολύβδου βάρους. Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει η δεύτερη παραλλαγή κατά την οποία το βάρος λειτουργεί σαν έμβολο μέσα σε σωλήνα, συμπιέζει τον εγκλωβισμένο αέρα, τον οποίο να διαφύγει από ένα ακροφύσιο και παράγει ήχο.

Η ανακάλυψη αυτή οδήγησε τον Κητσιβίο στην κατασκευή του πρώτου υδραυλικο-πνευματικού μουσικού οργάνου και της πρώτης υδραντλίας.

Η υδραυλική «μηχανή» - αντλία

Μηχανής για την άντληση νερού υπό πήρχαν και παλαιότερα. Η αντλία όμως του Κητσιβίου θεωρείται τη παλαιότερη εμβολόφορη υδραντλία. Ιδού η περιγραφή της υδραντλίας από τον Βιτρούβιο:

«Θα πρωχρίσω τώρα στην περιγραφή της υδραυλικής μηχανής, της υδραντλίας, του Κητσιβίου, που μπορεί να μεταφέρει νερό σε μεγάλο ύψος. Στη βάση της κατασκευάζονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους δύο ομοιοί κυλίνδροι, στους οποίους είναι προσαρμοσμένο δύο σωλήνες. Οι σωλήνες αυτοί σηματίζονται μιαν ανεστραμμένη διχάλα καθώς ενώνονται μεταξύ τους και καταλήγουν σε ένα δοχείο τοποθετημένο στη μέση της συσκευής. Στην κάτω απολήγει των σωλήνων, στους κυλίνδρους που αναφέραμε, τοποθετούνται μικρές βαλβίδες με τη μορφή τυμπάνων. Τα τύμπανα αυτά εφαρμόζονται ακριβώς στα στόμια



1. Η αντλία του Κητσιβίου κατά τον Βιτρούβιο.

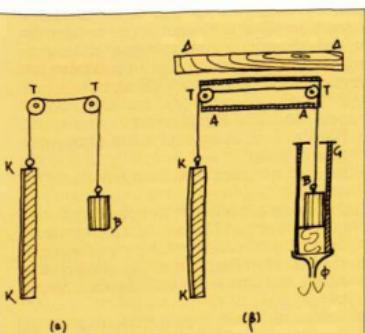
των σωλήνων και τα αποφράζουν όταν κλείνουν, έτσι δεν επιτρέπουν να διαρύγεται το νερό που με την άθρηση του "πνεύματος" (του αέρα) έχει εισέλθει στο δοχείο.

Πάνω στο δοχείο βρίσκεται προσαρμοσμένο ένα σκέπτασμα με μορφή ανεστραμμένης χράντης, που συγκρατείται από σφίνες περασμένες σε πόρρες, έτσι ώστε η δύναμη του νερού να μην μπορεί να το αναστρώσει. Πάνω του προσαρμόζεται ένας κατακόρυφος σωλήνας, που ονομάζεται "σάλπιγγα". Στον πυθμένα των κυλίνδρων, πιο κάτω από τις κάτω απολήγεις των σωλήνων που αναφέραμε, έχουν ανοιχτή στοιχεία που φέρουν μικρά τύμπανα. Στο πάνω μέρος των κυλίνδρων εφαρμόζονται έμβολα, λειασμένα στον τόρνο και καλά λαδωμένα.

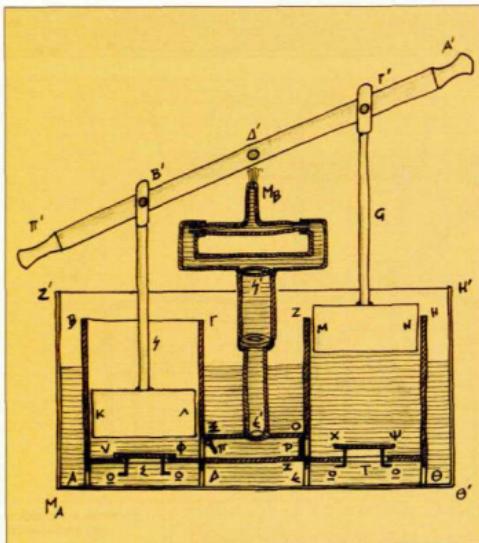
Με την πίεση που μέσω των βραχιόνων ασκούμε με μοχλούς στα έμβολα, αυτά αναδεύουν τον αέρα που βρίσκεται μαζί με το νερό στους κυλίνδρους εμφυνώντας πνοή στο νερό, το συγκεντρώνουν στους κυλίνδρους και το εκποτίζουν μέσω των στομάτων των σωλήνων, αφού οι οπές στον πυθμένα αποφράζονται από την πύμα στο δοχείο. Η πνοή εξημετεί το νερό να ανέβει μέσω του κατακόρυφου σωλήνα ψηλά, οδηγώντας το από τη δεξιότητα που είναι τοποθετημένη στο κάτω μέρος της αντλίας να αναβλύσσει στην κορυφή της» (Βιτρούβιος, Περὶ Αρχιτεκτονικῆς 10.7).

Η ασφήση αυτή περιγραφή του Βιτρούβιου συμπληρώνεται από την περιγραφή της υδραντλίας στα Πνευματικά του Φιλωνίου και ιδιαιτέρα από τη λεπτομερέστατη περιγραφή στα Πνευματικά του Ήρωνος μιας πυροσβεστικής αντλίας, βασισμένης στην υδραντλία του Κητσιβίου (Ηρων, Πνευματικά A28).

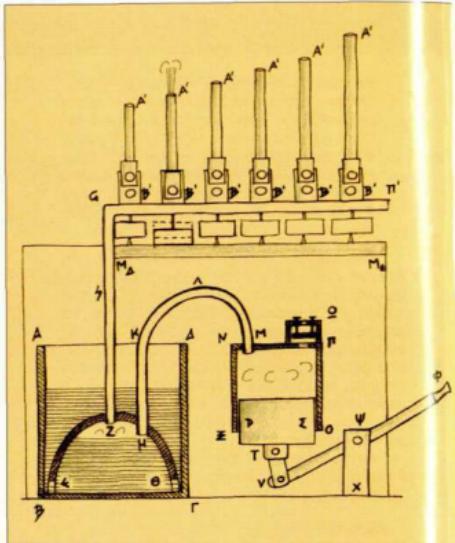
Η εμβολόφορος αυτή πυροσβεστική αντλία λειτουργούσε σαν ένας διχρονος κινητήρας: διέθετε έναν μόνο μοχλό με δύο έμβολα που εκτε-



2. Ο «αυτόματος» καθρέπτης του Κητσιβίου κατά τον Βιτρούβιο
(a) απλός, αποτελουμένος από τον καθρέπτη K, τις τροχαλίες T και το βάρος B.
(b) με μηχανισμό παραγωγής ήχου, αποτελουμένο από σωλήνα S με στόμια Φ.



3. Η πυροσβεστική αντλία του Ήρωνος βασισμένη στην αντλία του Κτησιού.



4. Το υδραυλικό μουσικό όργανο του Ήρωνος.

λούσαν παιλινδρομικές κινήσεις και εκτόξευαν υπό πίεση νερό σε μια κατεύθυνση.

Υδραυλικός Μουσικός Όργανος: Στον Κτησιό αποδίδεται η κατασκευή του πρώτου πλήρη υδραυλικού μουσικού οργάνου, της υδραυλεώς. Περιγραφή του οργάνου αυτού βρίσκομε στον Βίτρυούλο (Περὶ Ἀρχιτεκτονικῆς 10,8). Πρόκειται για ένα σύστημα με δύο εμβολοφόρους αντλίες που λειτουργούσαν χειροκίνητα. Οι κύλινδροι των αντλιών διέθεταν βαλβίδες αντεπιστροφής και διοχέτευαν πεπιεσμένο αέρα μέσα σε έναν αεροθάλαμο, με σχήμα ανεστραμμένης χοάνης εμβοτισμένη σε νερό. Ο πεπιεσμένος αέρας διοχετεύεται μέσω ενός σωλήνα στη επανά κιβώτιο του οργάνου που διέθετε μια σειρά πλήκτρων και αιώνων. Το πάτημα του πλήκτρου επετρέπει τη διέλευση του αέρα στον αιώνα και την παραγωγή ήχου. Λεπτομερέστατη περιγραφή αυτού του υδραυλικού οργάνου, απλοποιημένου και λειτουργικού, εφαρδισμένου με έναν υδραυλικό μηχανισμό ελέγχου της πίεσης του πεπιεσμένου αέρα στον αεροθάλαμο, βρίσκομε στα Πνευματικά του Ήρωνος του Αλεξανδρίνου. Ο Ήρων μάλιστα παρουσιάζει μια παραλλαγή του οργάνου με αεραντλία κινούμενη από μια ανεμοκίνητη φτερωτή (Ήρων, Πνευματικά Α42 και Α43 αντιστούχα το άρθρο του Βασιλή Καρασμάνη, «Η αρχαία υδραυλική και η ανακατασκευή της», σ. 61.)

Το υδραυλικό ωρολόγιο

Στον Κτησιό αποδίδεται και η κατασκευή ενός πρωτότυπου υδραυλικού ωρολογίου. Το ωρολόγιο αυτό αποτελούσε εξέλιξη των υδραυλικών

ωρολογίων τύπου κλεψύδρας, διέθετε δοχείο σταθερής ροής του νερού και εξασφάλιζε τη γραμμική λειτουργία του δείκτη του. Διέθετε ακόμα έναν κυλινδρικό πίνακα με διαφορετικές κλίμακες για τις χειμερινές και τις θερινές ώρες.

Φίλων ο Βυζάντιος

Ο Φίλων πρέπει να ήταν περίπου μια γενιά νεότερος του Κτησιού, να έζησε δηλαδή περί του 250 π.Χ. Πέρασε μεγάλο χρονικό διάστημα της ζωής του στην Αλεξανδρεία και έγραψε το σημαντικότερο τεχνικό εγχειρίδιο της ελληνιστικής αρχαιότητας, το περίφημο έργο Μηχανική Σύνταξης. Το έργο αυτό περιείχε ενέδη βιβλία, εκ των οποίων μόνο τα Πνευματικά σώθηκαν σε αραβική μετάφραση. Τα βιβλία αυτά αποτελούσαν τη βάση για την εκπαίδευση των νέων μηχανικών στο Μουσείο της Αλεξανδρείας, καθόρισαν τα μαθήματα των τεχνικών σπουδών και τους κλάδους των ειρημόσιων τεχνικών επιστημών των αλεξανδρινών χρόνων. Τα πρώτα έξι βιβλία είναι:

1. Εισαγωγή στα εφαρμοσμένα και προσεγγιστικά μαθηματικά.
2. Μοχλικά, η σχετική θεωρία των μοχλών και της στατικής.
3. Λιμενοποιικά, η τεχνική της κατασκευής των λιμένων και στοιχεία δομικής και αρχιτεκτονικής.
4. Βελοποιικά, η θεωρία της βολής και η κινηματική.
5. Πνευματικά, η θεωρία των αερίων και η κατασκευή αυτόματων πνευματικών και υδραυλικών μηχανών.
6. Αυτοματοποιητική, η μελέτη και η κατασκευή των αυτόματων θεάτρων.

Τα επόμενα τρία βιβλία του Φιλωνος είναι αιφερώμενα σε εφαρμογή πολεμικών μηχανών.

Στα Πνευματικά του Φιλωνος που διασώθηκαν περιλαμβάνονται μερικές από τις σημαντικότερες εφαρμογές πνευματικών και υδραυλικών συστημάτων, όπως: τα σιφώνια, συστήματα ελέγχου στάθμης υγρού, πνευματικοί μηχανισμοί με ποιλιά που τραγουδούν, αυτόματοι νιπτήρες, διάφοροι τύποι αντλιών και μερικές πρώτες εφαρμογές αυτοκίνητων μηχανών. Ιδού μερικά παραδείγματα:

Δράκοντας πίνει νερό

Στο κεφάλαιο 59 των Πνευματικών του Φιλωνος περιγράφεται ένα υδραυλικό αυτόματο, το οποίο παριστάνει έναν δράκοντα και έναν Πάνα μπροστά από μια κρήπη. Ο δράκοντας πίνει νερό μόνο σταν ο Πάνος παριστρέφεται. Αναλυτική περιγραφή του αυτόματου αυτού βρίσκουμε στον Ήρωνα τον Αλεξανδρινό (Πνευματικά Α30).

Ποιλιά που κελαζδούν

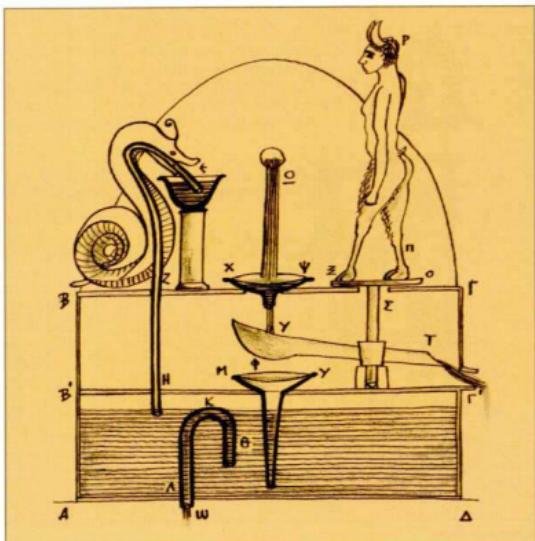
Στο κεφάλαιο 60 των Πνευματικών του ο Φιλωνος περιγράφει ένα μηχανισμό που παράγει ρήχο πουλιών, όπου «νερό εισέρχεται σε ένα στεγανό δοχείο και ο συμπιεσμένος αέρας του δοχείου διοχετεύεται σε μία σφυρύχτρα (σύριγγα)».

Στο κεφάλαιο 61 ο Φιλωνος περιγράφει μηχανισμό που εξασφαλίζει το διαρκές κελαζδόσιμα των πουλιών και την περιοδική διακοπή της ροής του νερού με μια περιστρεφόμενη κουκουβάγια. Αναλυτική περιγραφή του μηχανισμού αυτού περιέχεται στα Πνευματικά του Ήρωνος (Α16). Ο μηχανισμός αυτός την Ήρωνος λειτουργεί αυτόματα, δηλαδή η ροή του νερού προκαλείται από μόνη της το περιοδικό κελαζδόσιμα των πουλιών και την περιστροφή της κουκουβάγιας.

Αυτόματος νιπτήρας

Στο κεφάλαιο 31 ο Ήρων περιγράφει έναν αυτόματο νιπτήρα που λειτουργεί ως εξής: Ο νιπτήρας διαθέτει μια βρύση, σαν κεφαλή πουλιού, και πάνω από αυτήν έχει ποικά μιαν ελαφρόπτετρα. Αν κάποιος πάρει την ελαφρόπτετρα, το χέρι εξασφαλίζεται πώπο από μια πόρτα που κλείνει και από τη βρύση αρχίζει να τρέγει νερό, σπαν γρήγορα για να υγρανθεί η ελαφρόπτετρα και μετά αρκετό νερό για πλύσιμο. Στη συνέχεια η ροή σταματά, τη πόρτα ανοιγεί και το χέρι εμφανίζεται πάλι κρατώντας μιαν άλλη ελαφρόπτετρα, ετοιμό για την επόμενη χρήση.

Σχετικά με την κατασκευή του μηχανισμού αυτού υπάρχει η εξής περιγραφή: Το χέρι είναι στερεωμένο στην άκρη ενός στελέχους με αντίβαρο, που γέρνει προς τα πίσω κλείνοντας και τα φύλλα της πόρτας, σταν αφαρεθεί η ελαφρόπτετρα. Ταυτόχρονα ανοίγει μια βάνα που επιτρέπει τη ροή του νερού. Το νερό ρέει σε μια κουτάλια που αδειάζει το νερό στο στόμιο, ενώ ένας μακρύτερος και φαρδύς σωλήνας αδειάζει το υπόλοιπο νερό. Κατά την επαναρρόφηση της κουτάλας απελευθερώνει την επόμενη ελαφρόπτετρα, που πέφεται στο χέρι κάνοντάς το να ανοίξει την πόρτα και να παρουσιάστει.



Σ. Δράκοντας πίνει νερό σταν ο Πάνος παριστρέφεται.

Ήρων ο Αλεξανδρεύς

Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς, ο Ήρων ο Κητησίου (μαθητής του Κητησίου), ή ο Ήρων ο Μηχανικός, δύπις ονομαζόταν, ανήκει στους ελάχιστους αρχαίους συγγραφείς το έργο των οποίων διασώθηκε σχεδόν ακέραιο. Κι αυτό γιατί αντιγράφηκε, μεταφράστηκε και αξιοποιήθηκε από τους επόμενους μηχανικούς, Ελληνες, Ρωμαιούς, Βυζαντινούς, Αραβαίς ή μηχανικούς της Αναγέννησης.

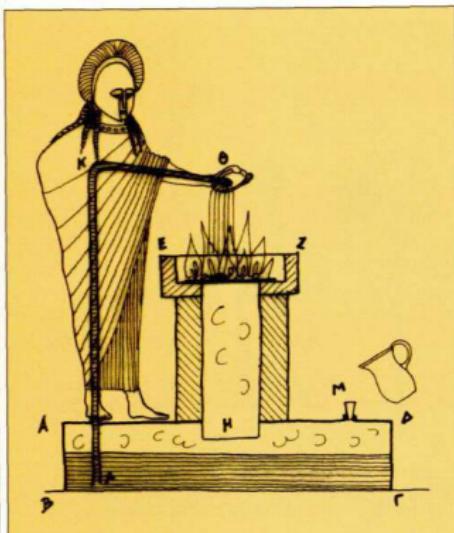
Ο Ήρων έζησε μάλλον μετά τον 1ο αιώνα π.Χ. (ή όπως πολλοί υποστηρίζουν τον 1ο αιώνα μ.Χ.). Ασχολήθηκε ιδιαίτερα με τα μαθηματικά και τα θέματα που περιέχει η Μηχανική Σύνταξης του Φιλωνος, δηλαδή τη Μηχανική, τα Βελοποικά, τα Πνευματικά και την Αυτοματοποιητική.

Τα Πνευματικά του Ήρωνος

Τα Πνευματικά του Ήρωνος είναι το παλαιότερο από τα ελληνικά συγγραμμάτα που σώθηκαν στο πρωτότυπο και περιέχουν εφαρμογές πνευματικών και υδραυλικών αυτόματων συστημάτων. Ογδόντα τέτοια παραδείγματα αναφέρονται στο έργο αυτό, όπως: υδραυλικά σιφώνια και μηχανισμοί ελέγχου ροής, αυτόματα σιντριβάνια, αυτόματα βιβιοί, μηχανές που αξιοποιούν την πίεση του αέρα, συσκευές που παράγουν χόκους πουλιών, θερμοσυσκευές, μηχανές κινούμενες με από μ. κλ. Ιδού μερικά παραδείγματα:

Αυτόματος βωμός

Παράδειγμα Α12: «όταν ανέβουμε φωτιά σε ορισμένους βωμούς οι μορφές πάνω σ' αυτούς ρίχνουν σπόνδη [και σβήνουν αυτόματα τη φωτιά]». Στο παράδειγμα αυτό ο Ήρων αξιοποιεί τη διαστολή του αέρα που θερμαίνεται από τη φω-



6. Αυτόματος βωμός.

7. Αυτόματες πύλες ναού.

τιά για να ανεβάσει το νερό μέσα από ένα σωλήνα και να σβήσει τη φωτιά.

Αυτόματες πύλες ναού

Παράδειγμα Α38: «Κατασκευάζεται ναός, έτσι ώστε μόλις γίνει η θυσία στο βωμό που βρίσκεται στην είσοδο του ναού, οι πόρτες να ανοίγουν αυτόμata, και μάλις σβήσει η φωτιά στο βωμό, οι πόρτες να κλείνουν πάλι από μόνες τους». Εδώ ο Ἡρών αξιοποιεί τη διαστολή του θερμαινόμενου αέρα κάτω από το βωμό για να διοχετεύσει νερό από ένα σταθερό σε ένα κινητό δοχείο και θέτει ετούτο σε κίνηση το μηχανόμποτο που ανοίγει τις πόρτες.

Αυτόματος κερματοδέκτης

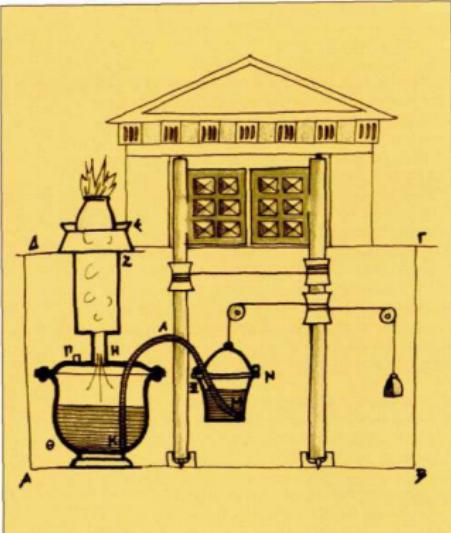
Παράδειγμα Α21: «Σε μερικά αγγεία, όταν τους ρίχνουμε ένα πεντάδραχμο νόμισμα, το νερό ρέει απ' αυτά για αγιασμό». Το νόμισμα έπεφτε σε ένα ζυγό, που μετακινούμενος ανοιγεί μια βαλβίδα και έρρει λίγο νερό.

Αυτορρυθμιζόμενο λυχνάρι

Παράδειγμα Α34: «Κατασκευάζεται λυχνάρι αυτορρυθμιζόμενο». Το λυχνάρι αυτό τροφοδοτείται αρχικά με λάδι, όσο όμως το λάδι καίγεται και χαμηλώνει η στάθμη του, ένας μικρός πλωτήρας μετακινείται προς τα κάτω, συμπαρασύρει έναν τροχό και αυτός με τη σειρά του μετακινεῖ ένα σύρμα γύρω από το οποίο είναι τυλιγμένο το φτιλό. Έτσι, όταν κατεβαίνει η στάθμη του λαδιού ανεβαίνει το φτιλό.

Η σφάιρα του Αιόλου

Παράδειγμα Β11: «Όταν ανάβουμε φωτιά κάτω από έναν λέβητα, μια σφάιρα μπορεί να περιστρέψει τόσα γύρω από έναν άρνα». Ο Ἡρών μετατρέπει



εδώ τη διαστολή του θερμού ατμού σε κινητήρια δύναμη για τη γρήγορη περιστροφή μιας κοιλής σφαίρας που διαβέτει δύο κεκαμένα ακροφύστα και σπριζείται πάνω σε έναν σταθερό άρνα. Προκειται για έναν προάγγελο της ατμομηχανής.

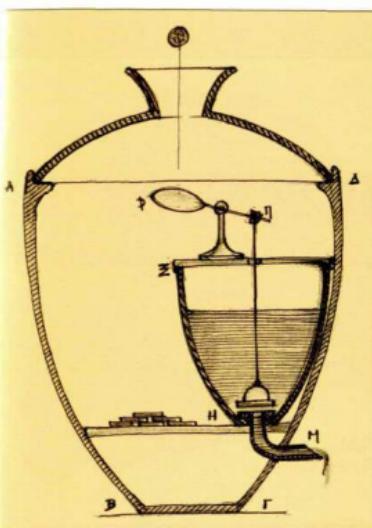
Η Αυτοματοποιητική του Ἡρώνος

Η Αυτοματοποιητική του Ἡρώνος είναι το αρχαιότερο γνωστό κείμενο που περιέχει περιγραφές αυτόματων μηχανικών συστημάτων ικανών να πραγματοποιούν προγραμματισμένες κινήσεις. Ο Ἡρών παρουσιάζει στο έργο του την τέχνη της κατασκευής των αρχαίων αυτόματων θεάτρων και τα χωρίζει σε δύο είδη: το κινητό (υπάγον) και το σταθερό (στατόν) αυτόματο. Και στα δύο είδη των αυτόματων θεάτρων η κίνηση των μηχανισμών προέρχεται από την πτώση ενός μολύβδινου βάρους μέσα σε μία κλεψύδρα, ενώ ο προγραμματισμός των κινήσεων πραγματοποιείται στην τρία διαφορετικά είδη περιελέων των νήματος γύρω από τον κινητήριο άρνα, με τον οποίο είναι συνδεδεμένο το μολύβδινο βάρος.

Το κινητό αυτόματο έχει τη μορφή μικρού ναού και μπορεί να κινείται από μόνο του, καθώς και να προκαλεί περίτεχνες κινήσεις των μορφών που περιέχει. Το σταθερό αυτόματο έχει τη μορφή θεάτρου. Καθώς αναγκάλευνεν οι πόρτες της σκηνής του αυτοκίνητες μορφές παρουσιάζουν μια ολόκληρη θεατρική παράσταση.

Οι αλεξανδρινοί αυτοί δάσκαλοι και μηχανικοί, οι επινοητές και κατασκευαστές των αυτόματων, κατόρθωνται με την τέχνη τους να υλοποιήσουν το μυθικό άρμα του Ομήρου, που αιώνες πριν περιγράφει τους αυτόματους τρίποδες του, κατόρθωνται να εφαρμόσουν τις ιδέες του Πλάτω-

8. Αυτόματος κερματοδέκτης.



να και του Αριστοτέλη, που εισηγήθηκαν πρώτοι την Κυβερνητική σαν θεωρία του Αυτόματου Ελέγχου, κατορθώνου να συλλέξουν, να ταξινομήσουν και να εμπλουτίσουν με δικές τους ιδέες τα πολύάριθμα παραδείγματα αυτόματων μηχανισμών, να τα διδάξουν και να τα θέσουν στην υπηρεσία της Τεχνολογίας και του Ανθρώπου.

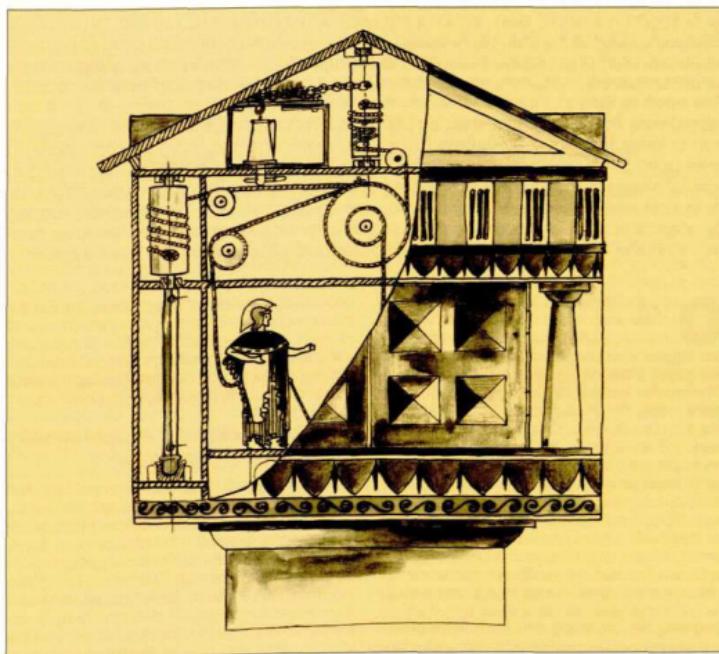
The Engineers and Automaton-Makers of Alexandria: Ctesibius, Philon, Heron

Dimitrios Kalligeropoulos

The Automata hold a special position in the history of Technology and particularly in the history of Technology of ancient Greece. The mythic anthropocentric conception that envisages engines –works of gods– with human shape and motion is gradually realized and becomes an applied, instrutive science, which comprises all the branches of Mechanics in the Hellenistic age. The main representatives of this new science, the Automatopoeiki (art, science and technology of making Automata), are the Alexandrian engineers Ctesibius, Philon of Byzantium and Heron of Alexandria. Heads of the famous Bibliotheca of Alexandria, and teachers at the Museum of the same city, they have collected the most important examples from the history of Automata, connected Mathematics with Mechanics, studied the problems of automation and programming and disseminated the art of Automata making. They have manufactured not only self-regulated lamps and automatic slot-machines, but also automatic fountains and theaters "in order to facilitate the human's life and to cause surprise and admiration" to quote Heron.

Βιβλιογραφία

- ΚΑΛΙΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ, Δ., Αυτοματοποιητική Ήρωα των Αλεξανδρίνων, Η Τέχνη της Κατασκευής των Αυτόματων, Αθήνα, 1998.
ΛΕΒΑΤΗΣ, Βασιλίος Παρ. Αρχιτεκτονική Πλατείας, Αθήνα 1998.
DRACHMANN, A.G.: Ctesibios, Philon and Heron. A Study in Ancient Pneumatics, Acta Historica, Copenhagen 1948.
SCHMIDT, W.: Heron Alexandrinus, opera V. Teubner, Leipzig 1899, επανέδομο: Stuttgart 1976.



9. Εσωτερική διάσταση των μηχανισμών του σταθερού αυτόματου του Ήρωνος.