

# ΗΡΩΝΟΣ ΤΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΙΝΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΜΟΣ ΙΙΙ

ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΑΔΙΟΥ ΚΑΙ ΜΟΥΣΤΟΥ

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ ΠΑΥΛΟΣ ΜΙΧΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 3<sup>ου</sup> ΒΙΒΛΙΟΥ

1. Βοηθήματα για τη μετακίνηση φορτίων σε επίπεδα	1
2. Ανυψωτική μηχανή με ένα στύλο.	1
3. Ανυψωτική μηχανή με δύο στύλους.	2
4. Ανυψωτική μηχανή με τρεις στύλους.	3
5. Ανυψωτική μηχανή με τέσσερις στύλους	3
6. Καταπέλτης: μηχανήμα όπου το φορτίο κρέμεται με πολύσπαστο	3
7. Οι κάβουρες που χρησιμεύουν για τον ίδιο σκοπό	4
8. Τρία μανταλάκια σιδερένια για το φορτίο	4
9. Μια ευκολότερη διαδικασία από την προηγούμενη	5
10. Όμοιες μηχανές για να μεταφέρονται κολόνες	6
11. Μεταφορά βαρέων αντικειμένων στη θάλασσα	7
12. Ευθυγράμμιση γερμένου τοίχου.	12
13. Πρώτο συμπιεστικό μηχανήμα με μοχλό.	12
14. Ανάρτηση της πέτρας στο μοχλό πίεσης.	13
15. Δεύτερο συμπιεστικό με μοχλό	13
16. Κατασκευή της Γαλεάγρας με πηγάκια	10
17. Η Γαλεάγρα από επίπεδα τεμάχια	10
18. Διαφορά μεταξύ πιεστηρίων με μοχλό από αυτά με κοχλία	11
19. Το συμπιεστικό με δύο κοχλίες	11
20. Το συμπιεστικό με ένα κοχλία	13
21. Κατασκευή του κοχλία	14

— 1. Στο προηγούμενο βιβλίο, μιλήσαμε για τις πέντε απλές μηχανές, και δείξαμε τις αιτίες που προκαλούν τη μετακίνηση μεγάλων βαρών από μικρές δυνάμεις. Έχουμε μείνει σε αυτό που σκέφτηκαν οι περισσότεροι από αυτούς που έχουν προηγηθεί σε αυτό το σημείο. Έχουμε εξηγήσει γιατί η δράση της ισχύος είναι πιο αργή σε μεγαλύτερες συσκευές και έχουμε εκθέσει διάφορες προτάσεις από τις οποίες χρησιμοποιούν όσοι διδάσκουν μηχανική και τους νόμους της βαρύτητας, δίνοντας τις εξελίξεις που είναι επαρκείς για αρχάριους. Σε αυτό το βιβλίο, θα περιγράψουμε όργανα που χρησιμεύουν για τη διευκόλυνση των προηγούμενων εργασιών και που βοηθούν στην κίνηση βαρέων σωμάτων. Θα περιγράψουμε επίσης τις συσκευές που χρησιμοποιούνται για το πάτημα, γιατί ο χειρισμός τους απαιτεί και τη χρήση μεγάλων δυνάμεων.

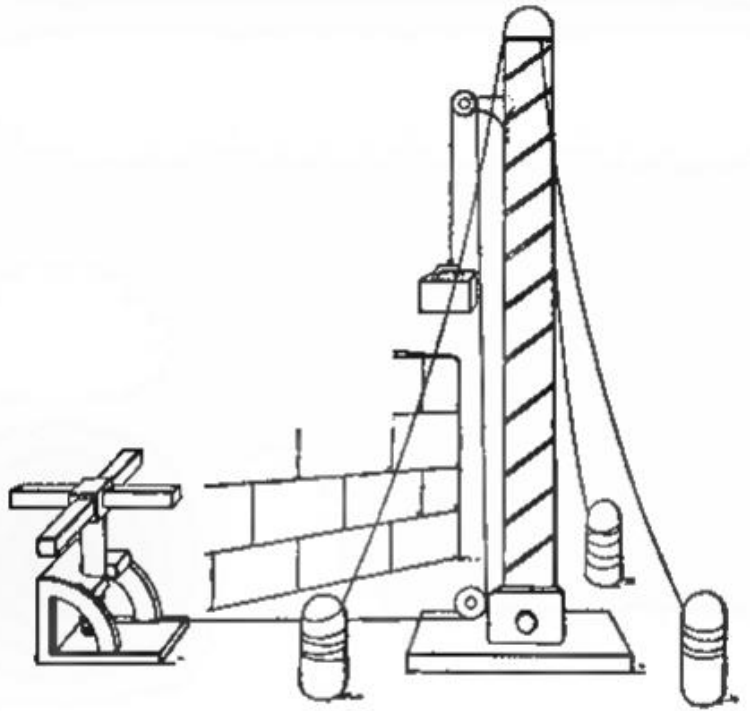
Τα φορτία που σέρνονται στη στεριά σέρνονται στη χελώνα. Είναι ένα συμπαγές σώμα που σχηματίζεται από ένα τετράγωνο κομμάτι ξύλου και στρογγυλεμένο στα δύο άκρα. Πάνω σε αυτό το κομμάτι τοποθετούνται τα βάρη: στις άκρες του στερεώνουμε σκοινιά ή κάτι άλλο που τεντώνουμε και με το οποίο τραβάμε τη χελώνα. Τα σκοινιά τεντώνονται με το χέρι ή χρησιμοποιώντας διάφορα όργανα. Όταν τραβιέται, η χελώνα προχωρά στο έδαφος. Τοποθετούμε κάτω από τη χελώνα στρογγυλεμένους και λεπτούς ξύλινους πασσάλους ή δοκούς, έτσι ώστε να γλιστρά πάνω τους. Εάν το φορτίο είναι ελαφρύ, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν στρογγυλεμένοι σωροί· αλλά εάν το βάρος είναι σημαντικό, είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσετε τα δοκάρια, επειδή η κίνηση είναι λιγότερο γρήγορη· οι στρογγυλεμένοι σωροί που περιστρέφονται κάτω από το φορτίο, θα μπορούσαν να σπάσουν από την επίδραση μιας πολύ γρήγορης κίνησης. Πολλοί δεν χρησιμοποιούν δοκούς ή στρογγυλεμένους πασσάλους, αλλά τοποθετούν στιβαρούς τροχούς τα άκρα της χελώνας με τους οποίους κινείται η χελώνα

2. Για την ανύψωση βαρέων σωμάτων χρειάζονται διάφορα μηχανήματα. Μεταξύ αυτών, άλλοι έχουν μόνο ένα στήριγμα, άλλοι έχουν δύο, άλλοι τρία, άλλοι τέσσερα.

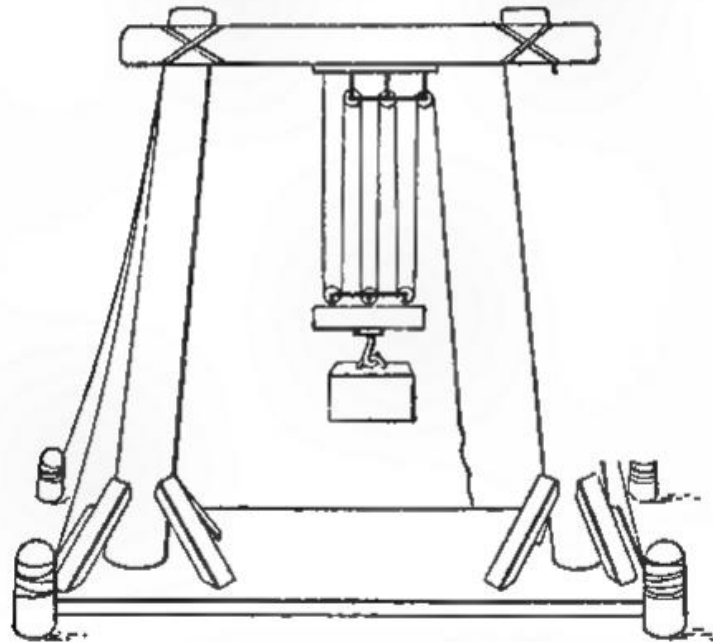
Οι μηχανές με ένα στήριγμα κατασκευάζονται ως εξής. Παίρνουμε ένα μακρύ ξύλινο στύλο, με ύψος μεγαλύτερο από αυτό στο οποίο θέλουμε να ανεβάσουμε το βάρος. Αυτός ο στύλος είναι ήδη αρκετά στιβαρός από μόνος του, παίρνουμε ένα σχοινί το οποίο στερεώνουμε στον ιστό και το τυλίγουμε σε μια έλικα γύρω του· η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δύο στροφών του σχοινιού είναι τέσσερις παλάμες. Η σταθερότητα του ιστού αυξάνεται έτσι και το κουλουριασμένο κορδόνι χρησιμεύει ως σκαλιά για τον εργάτη που έχει να κάνει κάποια δουλειά στην κορυφή του ιστού· αυτό διευκολύνει τη λειτουργία. Εάν ο ιστός δεν είναι πολύ στιβαρός από μόνος του, πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε το βάρος που προτείνεται να ανυψωθεί να μην πιο πολύ βαρύ από το βάρος αυτού του στηρίγματος. Στήνουμε λοιπόν τον στύλο σε κάθετη θέση, σε ξύλινη βάση, πάνω στην οποία μπορεί να κινηθεί, και στερεώνουμε στην κορυφή του τρία ή τέσσερα σκοινιά, το άλλο άκρο των οποίων δένουμε σε σταθερές και πολύ συμπαγείς κολώνες. Στη συνέχεια τοποθετούμε τροχαλίες στην κορυφή του ιστού, οι οποίες συγκρατούνται εκεί με σκοινιά. Στη συνέχεια, συνδέοντας τα κορδόνια που περνούν πάνω από τις τροχαλίες στο φορτίο που θέλουμε να

σηκώσουμε, τεντώνουμε αυτά τα κορδόνια με το χέρι ή με κάποιο όργανο και το φορτίο ανεβαίνει.

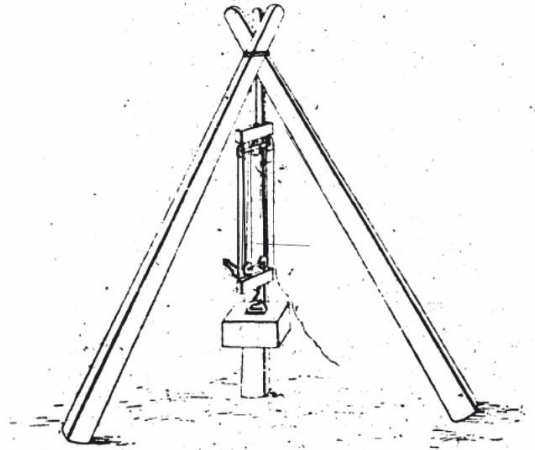
Εάν θέλετε να μεταφέρετε μια πέτρα σε έναν τοίχο ή σε οποιοδήποτε άλλο μέρος, λύνετε το σχοινί που συνδέεται σε μια από τις σταθερές κολόνες που χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση του στύλου στον οποίο είναι στερεωμένη η τροχαλία, επιλέγοντας την κολόνα που βρίσκεται στην πλευρά απέναντι από την ένα όπου θέλετε να μεταφέρετε την πέτρα· ο ιστός γέρνει προς αυτήν την κατεύθυνση. στη συνέχεια τραβάτε αργά το σχοινί από την τροχαλία μέχρι να φτάσετε στο σημείο όπου θέλετε να καθίσει η πέτρα. Εάν δεν μπορείτε, γέρνοντας τον στύλο στον οποίο είναι στερεωμένη η τροχαλία, να προσεγγίσετε το ανυψωμένο βάρος στο επιθυμητό σημείο, τοποθετείτε στρογγυλεμένους πασσάλους κάτω από τη συσκευή στην οποία την κάνετε να γλιστρήσει ή αλλιώς τον σπρώχνετε με τη βοήθεια μοχλών. μέχρι να πάρει μια βολική θέση. Η λειτουργία ολοκληρώθηκε, ο στύλος επαναφέρεται στην αρχική του θέση, τραβώντας τον προς τον εαυτό του. το σχοινί επανασυνδέεται και στη συνέχεια η λειτουργία συνεχίζεται όπως πριν..



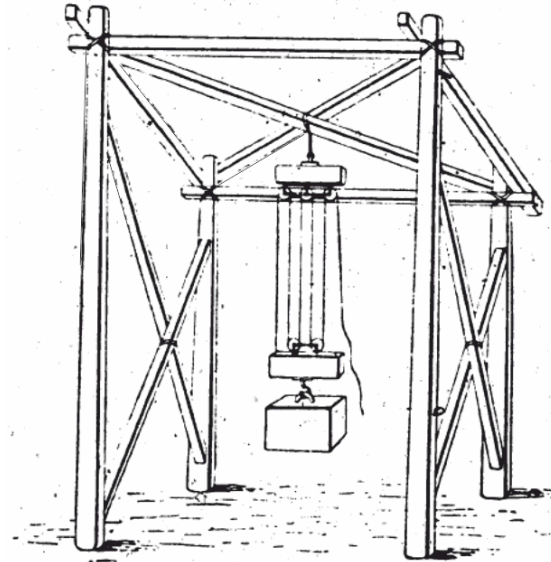
3. Η μηχανή με δύο στηρίγματα κατασκευάζεται ως εξής. Κατασκευάζεται μια βάση που ονομάζεται *σودός* πάνω στην οποία τοποθετούνται τα δύο στηρίγματα. Αυτά έχουν κλίση ελαφρώς προς τα πάνω, ώστε να πλησιάζουν κατά το ένα πέμπτο της απόστασης μεταξύ τους στο κάτω μέρος. Στη συνέχεια τα δύο στηρίγματα ενισχύονται σε αυτή τη βάση, ώστε να δημιουργηθεί σύνδεση μεταξύ των κάτω άκρων τους. Τα πάνω άκρα τους συνδέονται με ένα άλλο εγκάρσιο τεμάχιο στο οποίο στερεώνεται το ένα από τα πλαίσια ενός πολύσπαστου, ενώ το άλλο πλαίσιο του πολύσπαστου είναι στερεωμένο στην πέτρα. Τα σκοινιά του πολύσπαστου τραβιούνται όπως στην πρώτη περίπτωση είτε με το χέρι είτε με τη βοήθεια οργάνων και το βάρος ανεβαίνει. Για να μείνουν ίσοι οι ορθοστάτες πρέπει να ενισχυθούν με σχοινιά, όπως εξηγήσαμε παραπάνω. Βάζουμε λοιπόν την πέτρα. μετά την οποία η συσκευή μεταφέρεται σε άλλη πλευρά του κτιρίου, όπου το απαιτεί η ανάγκη.



4. Η συσκευή τριών στύλων είναι κατασκευασμένη ως εξής. Δημιουργούμε τρεις ορθοστάτες που γέρνουν ο ένας προς τον άλλο και συναντώνται στην κορυφή τους. Σε αυτό το σημείο συνάντησης των τριών ορθοστατών, στερεώνουμε ένα από τα πλαίσια ενός πολύσπαστου, το άλλο πλαίσιο του οποίου συνδέεται με το φορτίο. Όταν τραβούν τα σχοινιά από τις τροχαλίες, το βάρος ανεβαίνει. Αυτή η συσκευή έχει πιο σταθερή και ασφαλή βάση από οποιαδήποτε άλλη. Ωστόσο, δεν ενδείκνυται η χρήση του σε καμία περίπτωση, παρά μόνο στην περίπτωση που κάποιος θέλει να σηκώσει το βάρος στη μέση του οργάνου. Όταν χρειάζεται να ανυψώσετε ένα φορτίο σε σημείο γύρω από το οποίο μπορείτε να σηκώσετε αυτά τα τρία στηρίγματα, χρησιμοποιείτε αυτό το σύστημα.



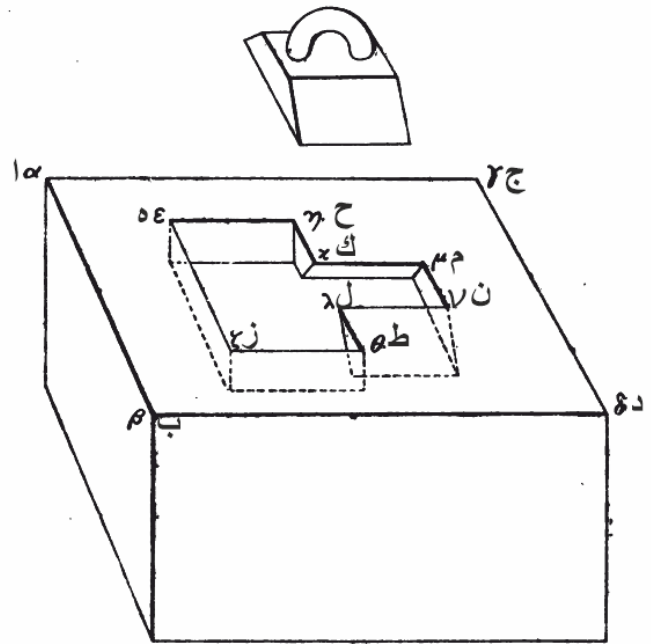
5. Η συσκευή, με τέσσερα στηρίγματα, χρησιμοποιείται για την ανύψωση σημαντικών βαρών. Τέσσερα ξύλινα δοκάρια έχουν στηθεί σε σχήμα τετραγώνου, και υπάρχει ανάμεσα τους αρκετός χώρος για να αιωρείται η πέτρα και να σηκώνεται εύκολα. Στην κορυφή αυτών των δοκών στερεώνει κανείς τα κομμάτια ξύλου που τα συνδέει μεταξύ τους και τα προσαρμόζει με τέλεια στερεότητα στη συνέχεια σε αυτά τα ξύλινα εγκάρσια τεμάχια τοποθετούμε άλλα τα οποία είναι στερεωμένα μεταξύ τους και τα οποία συνδέουν διαγώνια τα στηρίγματα μεταξύ τους. Στη συνέχεια, τοποθετούμε το πολύσπαστο στη μέση αυτής της σκαλωσιάς, στο σημείο όπου τέμνονται τα εγκάρσια τεμάχια. δένουμε τα σχοινιά των τροχαλιών στην πέτρα τραβάμε αυτά τα κορδόνια και το βάρος ανεβαίνει.



Είναι απαραίτητο σε όλα αυτά τα μηχανήματα να αποφεύγεται η χρήση σιδερένιων ή ξύλινων καρφιών και γενικά ό,τι απαιτεί τρύπα, ειδικά όταν χειρίζεστε μεγάλα βάρη. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιεί κανείς καλώδια και κορδόνια, με τα οποία συνδέει αυτό που θέλει όπου θα ήταν το καρφί.

6. Επειδή συμβαίνει μερικές φορές με το εργαλείο που μοιάζει με καταπέλτη, με το οποίο σηκώνει κανείς πέτρες, να είναι άβολο να βάλει την πέτρα εκεί που πρέπει να την βάλει, χρησιμοποιούμε το όργανο που λέγεται «θηλιά». Σχεδιάζουμε στην επιφάνεια της πέτρας, δηλαδή στο επίπεδο  $αβγδ$ , μια φιγούρα όπως αυτή που απεικονίζεται στο σχέδιο. Κάθε ένα από τα επίπεδα  $εζηθ$  και  $κλμν$  είναι, δηλαδή ένα ορθογώνιο· ας είναι  $εζηθ$  πλατύτερο από  $κλμν$ . Αλλά ας είναι ίσα σε μήκος, δηλ. η γραμμή  $κλ$  είναι ίση με τη γραμμή  $εη$ . Στη συνέχεια χαράσσουμε αυτή τη φιγούρα βαθιά στην πέτρα, αφήνοντας το βάθος της κοιλότητας να αντιστοιχεί στο βάρος της πέτρας. Η κοιλότητα του επιπέδου  $εζηθ$  ας είναι ομοιόμορφα

κάθετη, αυτή του επιπέδου κλμν, όμως, κεκλιμένη, δηλ. ας είναι το κάτω μέρος πιο φαρδύ από το πάνω, ώστε να σχηματιστεί μια κοιλότητα σαν ξύλινη κλειδαριά. Έστω το στενό (μέρος) ίσο με κλμν, το φαρδύ ίσο με εζηθ. Έπειτα φτιάχνουμε ένα σιδερένιο σώμα που μοιάζει επίσης με ξύλινο μπουλόνι, που χωράει σε αυτό το κοίλωμα, στο πάνω μέρος του οποίου είναι στερεωμένος ένας δακτύλιος και που μπαίνει στην κοιλότητα εζηθ, έτσι ώστε να είναι εξ ολοκλήρου μέσα· μετά το σπρώχνει κανείς και το σπρώχνει, μέχρι να μπει στη μητρική κοιλότητα (κλμν), χωρίς να μετακινηθεί. Τώρα βάζει κανείς στο κούφωμα εζηθ ένα [κομμάτι] ξύλο για να μην γλιστρήσει το σίδερο έξω. Στη συνέχεια, στερεώνει κανείς στο δαχτυλίδι που είναι στο σιδερένιο μανταλάκι τα σχοινιά που έφεραν τον καταπέλτη, στον οποίο βρισκόταν η πέτρα, και τον σηκώνει έτσι, μέχρι να φτάσει στο σημείο που προορίζεται, χωρίς να τον εμποδίσει τίποτα. Όταν μπει η πέτρα στη θέση της, αφαιρείται το ξύλινο μανταλάκι, τραβιέται το σίδερο, για να μπει σε άλλη πέτρα που επίσης σηκώνεται.



7 Οι πέτρες μπορούν επίσης να σηκωθούν με τα εργαλεία που ονομάζονται «καβούρια», εάν έχουν τρία ή τέσσερα στηρίγματα και τα άκρα τους είναι λυγισμένα ώστε να μοιάζουν με αγκίστρια ψαριών και αυτά τα αγκίστρια φέρονται στα πλαϊνά του φορτίου. Στα άκρα τους (των στηρίξεων) τοποθετούνται εγκάρσιες δοκοί και στερεώνονται με σχοινιά και στη συνέχεια ανυψώνονται ώστε να σηκώσουν το φορτίο. Πρέπει να στερεώσουμε τις εγκάρσιες δοκούς στα άκρα αυτών των στηρίξεων έτσι ώστε να ενώνονται με τις άκρες τους έξω από την πέτρα, έτσι ώστε η πέτρα, όταν κρέμεται από αυτά και σηκώνεται, να μην πέφτει, αλλά αυτές οι εγκάρσιες δοκοί πρέπει να δένονται μεταξύ τους, και τα σχοινιά πρέπει να συνδέονται με τις τροχαλίες στο εξωτερικό τους· όταν σφίγγονται σηκώνουν την πέτρα.

8 Για τον ίδιο σκοπό εφαρμόζεται και μια άλλη διαδικασία που είναι ευκολότερη και ασφαλέστερη από αυτή. Αφήστε την επιφάνεια της πέτρας να χαρακτηριστεί αβγδ και ας χαραξουμε μέσα της μια μορφή παρόμοια με ένα ορθογώνιο, δηλαδή εζηθ, ομοιόμορφου βάθους. Αφήστε αυτό το κοίλο να έχει αιχμηρές πλευρές, δηλ. αφήστε το να έχει στις δύο πλευρές ένα σημαντικό εξόγκωμα. Πάνω από αυτό το εξόγκωμα ας είναι πολύ δυνατό για να μπορεί να φέρει την πέτρα που αιωρείται από αυτό. Τώρα χρησιμοποιούμε δύο σιδερένια μανταλάκια, αφήστε τα πλαϊνά τους να είναι κεκλιμένα, παρόμοια με το γράμμα Γάμα. Αφήστε να υπάρχει ένα δαχτυλίδι ή μια τρύπα στην κορυφή τους· μετά βάζουμε καθένα από τα δύο

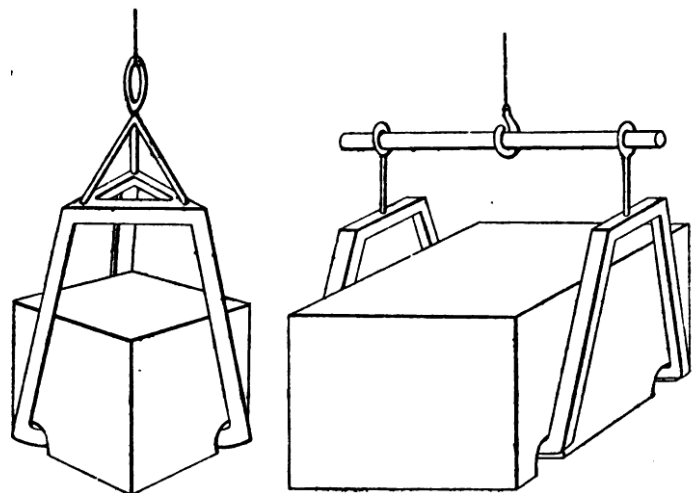
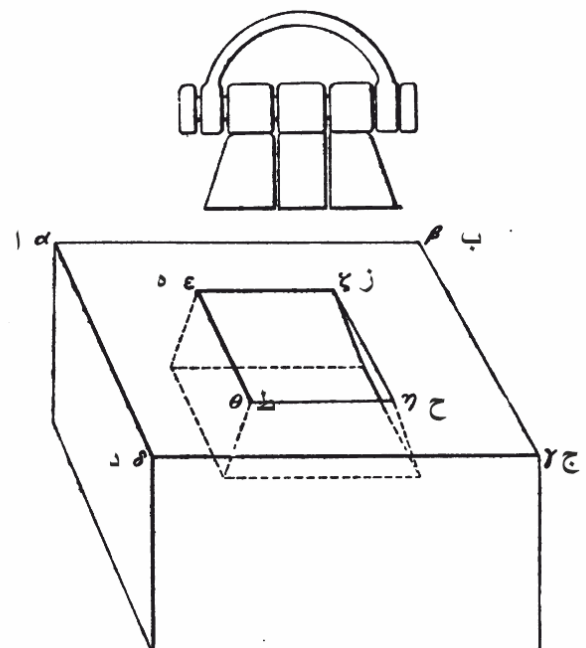


Fig. 52.

μανταλάκια στη μία πλευρά του κοίλου και φέρνουμε το κεκλιμένο μέρος τους στο κεκλιμένο εξόγκωμα, φτιάχνουμε ένα τρίτο μανταλάκι από σίδηρο που το βάζουμε ανάμεσα στα δύο πρώτα για να μην μετακινηθούν. Αφήστε το τρίτο μανταλάκι επίσης να τρυπηθεί στο επάνω άκρο του με μια τρύπα που αντιστοιχεί στην τρύπα που έχουν τα δύο πρώτα μανταλάκια. Στη συνέχεια εισάγουμε στις τρεις τρύπες έναν άξονα, του οποίου το ένα άκρο είναι πιο χοντρό. Τώρα τα τρία μανταλάκια γεμίζουν το κοίλο <εζηκ> και τα κεκλιμένα (τμήματα) τμήματα που έχουν τα δύο μανταλάκια βρίσκονται στο εξόγκωμα που βρίσκεται και στις δύο πλευρές του κρεβατιού του κοίλου, ενώ το τρίτο γεμίζει το διάστημα μεταξύ των δύο πρώτων. Έτσι τα τρία μανταλάκια μοιάζουν με ένα ενιαίο σώμα. Στη συνέχεια, στερεώνουμε τα σχοινιά που οδηγούν σε ένα μπλοκ και κολλάμε στον άξονα που περνάει από τα τρία μανταλάκια. Ας υπάρχει στο πάνω μέρος του μηχανήματος, με το οποίο σηκώνουμε το φορτίο, ένα μπλοκ και ένα τάκλιν παράλληλο με αυτό που είναι στερεωμένο στην πέτρα. αν περάσουμε τα σχοινιά και τα σφίξουμε, η πέτρα σηκώνεται, γιατί το μεσαίο μανταλάκι δεν αφήνει να φύγουν τα άλλα δύο που τα κεκλιμένα μέρη τους έχουν κολλήσει στην πέτρα. Στη συνέχεια το σηκώνει κανείς μέχρι να βρεθεί απέναντι από το σημείο που θέλουμε να το εισάγουμε και το αφήνουμε να εγκατασταθεί σε αυτό το μέρος. Όταν η πέτρα στηρίζεται στη θέση της, ο άξονας βγαίνει και αφαιρείται ο μεσαίος γόμφος και μετά οι δύο μανταλάκια με κεκλιμένες πλευρές. Στη συνέχεια ετοιμάζουμε μια άλλη πέτρα και την προχωράμε όπως πριν. Σε αυτή τη διαδικασία πρέπει να προσέξετε να μην χρησιμοποιήσετε πολύ σκληρό σίδηρο, ώστε να μην σπάσει. αλλά πρέπει επίσης να προσέχετε το πολύ μαλακό [σίδηρο], έτσι ώστε να μην λυγίζει και να λυγίζει λόγω του βάρους της πέτρας, αλλά χρησιμοποιεί μεσαίο [σίδηρο], όχι πολύ σκληρό και όχι πολύ μαλακό. Θα πρέπει επίσης να προσέξει κανείς για μια στροφή ή πτυχή στο σίδηρο ή μια ρωγμή που θα μπορούσε να του συμβεί κατά τη διάρκεια της εργασίας, γιατί ένα σφάλμα σε αυτό είναι πολύ επικίνδυνο, όχι μόνο επειδή μπορεί να πέσει η πέτρα, αλλά και επειδή χτυπά τους εργάτες όταν πτώσει.

9. Για τον ίδιο σκοπό εφαρμόζεται και μια άλλη διαδικασία που είναι ευκολότερη και ασφαλέστερη από αυτή. Αφήστε την επιφάνεια της πέτρας να χαρακτηριστεί αβγδ και ας χαραξουμε μέσα της μια μορφή παρόμοια με ένα ορθογώνιο, δηλαδή εζηθ, ομοιόμορφου βάθους. Αφήστε αυτό το κοίλο να έχει αιχμηρές πλευρές, δηλ. αφήστε το να έχει στις δύο πλευρές ένα σημαντικό εξόγκωμα. Πάνω από αυτό το εξόγκωμα ας είναι πολύ δυνατό για να μπορεί να φέρει την πέτρα που αιωρείται από αυτό. Τώρα χρησιμοποιούμε δύο σιδερένια μανταλάκια, αφήστε τα πλαϊνά τους να είναι κεκλιμένα, παρόμοια με το γράμμα Γάμα. Έστω ότι υπάρχει ένα δαχτυλίδι ή μια τρύπα στην κορυφή τους. μετά βάζουμε καθένα από τα δύο μανταλάκια στη μία πλευρά του κοίλου και φέρνουμε το κεκλιμένο μέρος τους στο κεκλιμένο εξόγκωμα, φτιάχνουμε ένα τρίτο μανταλάκι από σίδηρο που το βάζουμε ανάμεσα στα δύο πρώτα για να μην μετακινηθούν. Αφήστε το τρίτο μανταλάκι επίσης να τρυπηθεί στο επάνω άκρο του με μια τρύπα που αντιστοιχεί στην τρύπα που έχουν τα δύο πρώτα



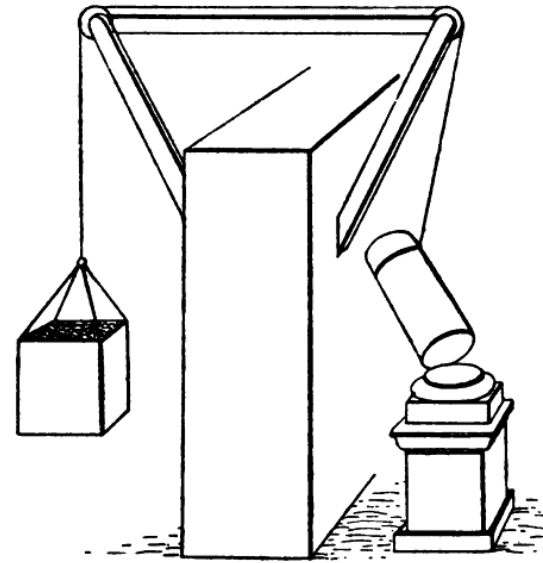
μανταλάκια. Στη συνέχεια εισάγουμε στις τρεις τρύπες έναν άξονα, του οποίου το ένα άκρο είναι πιο χοντρό. Τώρα τα τρία μανταλάκια γεμίζουν το κοίλο εζηθ και τα κεκλιμένα (τμήματα) που έχουν τα δύο μανταλάκια βρίσκονται στο εξόγκωμα που βρίσκεται και στις δύο πλευρές του κρεβατιού του κοίλου, ενώ το τρίτο γεμίζει το διάστημα μεταξύ των δύο πρώτων· έτσι τα τρία μανταλάκια μοιάζουν με ένα ενιαίο σώμα. Στη συνέχεια, στερεώνουμε τα σχοινιά που οδηγούν σε ένα πολύσπαστο και κολλάμε στον άξονα που περνάει από τα τρία μανταλάκια. Ας υπάρχει στο πάνω μέρος του μηχανήματος, με το οποίο σηκώνουμε το φορτίο, ένα πολύσπαστο παράλληλο με αυτό που είναι στερεωμένο στην πέτρα· αν περάσουμε τα σχοινιά και τα σφίξουμε, η πέτρα σηκώνεται, γιατί το μεσαίο μανταλάκι δεν αφήνει να φύγουν τα άλλα δύο που τα κεκλιμένα μέρη τους έχουν κολλήσει στην πέτρα. Στη συνέχεια το σηκώνει κανείς μέχρι να βρεθεί απέναντι από το σημείο που θέλουμε να το εισάγουμε και το αφήνουμε να εγκατασταθεί σε αυτό το μέρος. Όταν η πέτρα στηρίζεται στη θέση της, ο άξονας βγαίνει και αφαιρείται ο μεσαίος γόμφος και μετά οι δύο μανταλάκια με κεκλιμένες πλευρές. Στη συνέχεια ετοιμάζουμε μια άλλη πέτρα και την προχωράμε όπως πριν. Σε αυτή τη διαδικασία πρέπει να προσέξετε να μην χρησιμοποιήσετε πολύ σκληρό σίδηρο, ώστε να μην σπάσει· αλλά πρέπει επίσης να προσέχετε το πολύ μαλακό [σίδηρο], έτσι ώστε να μην λυγίζει και να λυγίζει λόγω του βάρους της πέτρας, αλλά χρησιμοποιεί μεσαίο [σίδηρο], όχι πολύ σκληρό και όχι πολύ μαλακό. Θα πρέπει επίσης να προσέξει κανείς για μια στροφή ή πτυχή στο σίδηρο ή μια ρωγμή που θα μπορούσε να του συμβεί κατά τη διάρκεια της εργασίας, γιατί ένα σφάλμα σε αυτό είναι πολύ επικίνδυνο, όχι μόνο επειδή μπορεί να πέσει η πέτρα, αλλά και επειδή χτυπά τους εργάτες όταν πτώσει.

10α Οι τρόποι ανύψωσης βαρέων αντικειμένων και να τα φέρουμε σε ύψος είναι λοιπόν αυτοί που αναφέραμε. Πρέπει, ωστόσο, να λάβουμε υπόψη τον τόπο, τον χρόνο και άλλες απαιτήσεις και να εξηγήσουμε πώς προχωράμε σύμφωνα με κάθε μία από αυτές (αυτές τις περιστάσεις). Για τη μεταφορά μεγάλων κύβων από τις κορυφές των ψηλών βουνών, κάποιος χρησιμοποιεί εξοπλισμό για να εμποδίσει την πέτρα να κυλήσει λόγω της κλίσης του βουνού μέσω της ίδιας της προς τα κάτω κίνησης και να μην πέσει πάνω στα κτήνη και να τα κτήνη που την τραβούν και το βαγόνι. Ως εκ τούτου, κάποιος χρησιμοποιεί στο βουνό, στο μέρος όπου θέλει να μεταφέρει το πέτρινο [μπλοκ] στην κατηφόρα, δύο μονοπάτια που τα κάνει όσο το δυνατό πιο ομαλά, και κάποιος παίρνει δύο τετράτροχα βαγόνια, εκ των οποίων το ένα βάζει στην ψηλότερη θέση του μονοπατιού πάνω στο οποίο θέλει κανείς να μεταφέρει την πέτρα [μπλοκ], ο άλλος στη χαμηλότερη θέση του δεύτερου μονοπατιού. Έπειτα, προσαρμόζει κανείς τροχαλίες σε έναν σταθερό στύλο ανάμεσα στα δύο μονοπάτια, οδηγεί από το βαγόνι που μεταφέρει τις πέτρες, σχοινιά πάνω από τις τροχαλίες και τα κάνει να πάνε στο κάτω βαγόνι. Αυτό το κάτω βαγόνι φορτώνει με μικρά βράχια που προκύπτουν από το κόψιμο του μεγάλου μπλοκ, μέχρι να φορτωθεί με βάρος (λίγο) μικρότερο από αυτό της πέτρας [μπλοκ] που πρόκειται να μεταφερθεί κάτω. Στη συνέχεια προσδένει σ' αυτό το βαγόνι ζώα έλξης που το τραβούν προς τα πάνω και μέσω της σταδιακής αναρρίχησης αυτού του βαγονιού η μεγάλη πέτρα [μπλοκ] κινείται επίσης εύκολα και σταδιακά προς τα κάτω.

10β. Μερικοί θέλουν να σηκώσουν με τα ίδια μέσα μεγάλες κολώνες και να τις καθίσουν στις βάσεις τους στο επιθυμητό σημείο. Σε αυτό το σύστημα, προσαρμόζουμε σχοινιά στην κορυφή της στήλης που θέλουμε να στήσουμε. Οδηγούνται τα σχοινιά σε τροχαλίες στερεωμένες σε κάποια συμπαγή τοιχοποιία, πάνω από τις οποίες σπρώχνονται τα σχοινιά

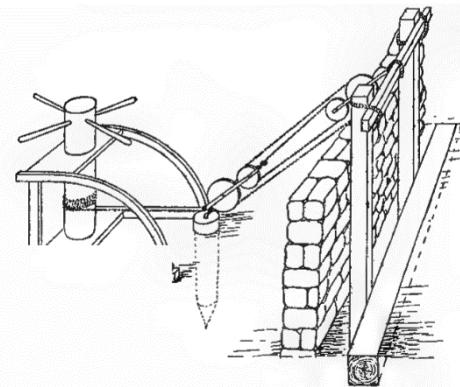


για να περάσουν. βγαίνουν από την άλλη πλευρά των τροχαλιών και, αφού τις διασχίσουν, θα προσκολληθούν από τις άκρες τους σε δοχεία ικανά να περιέχουν πέτρες και βαριά σώματα, και παρόμοια σε κουτιά ή κάτι τέτοιο. Μια ποσότητα από πέτρες και βαρίδια τοποθετούνται σε αυτά τα δοχεία, μέχρι να αντισταθμιστεί και να ξεπεραστεί το βάρος της κολόνας, τότε, η κολόνα υψώνεται και στέκεται όρθια στη βάση της. Προσοχή πρέπει να δέσετε το κάτω μέρος της κολόνας στη βάση για να μην φεύγει και να μην αποκλίνει από αυτήν. Ή τυλίγετε γύρω από τα κορδόνια της βάσης που το κάνουν σαν βραχιόλι. όταν η στήλη ανεβαίνει, το κάτω μέρος της δεν βγαίνει από αυτόν τον κύκλο των σχοινιών που έχει σχηματιστεί γύρω της.



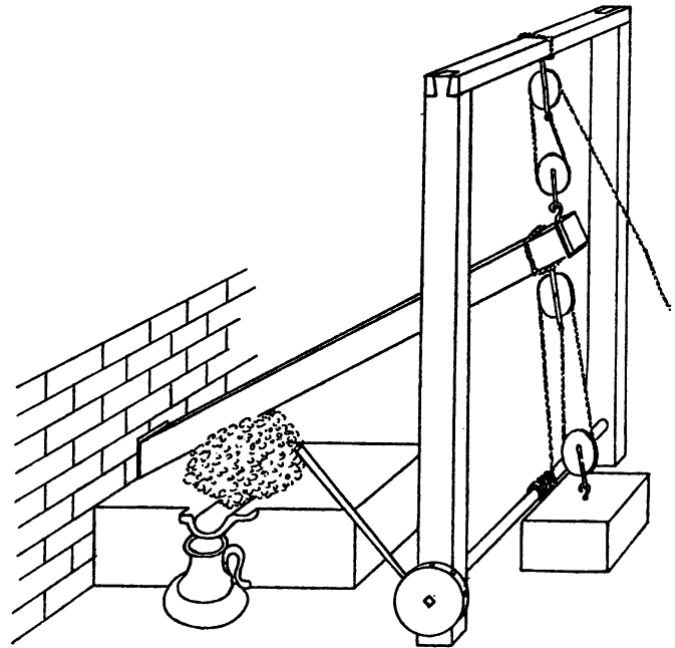
11. Η ακόλουθη διαδικασία έχει εφευρεθεί για τη μετακίνηση βαρέων φορτίων στη θάλασσα· φτιάχνουμε μια ξύλινη σχεδιά που τα μέρη της είναι συνδεδεμένα το ένα με το άλλο με καρφιά και βίδες, και γύρω του κάνουμε ένα ισχυρό τοίχωμα και το φέρνουμε στο νερό στη θέση που θέλουμε να φορτώσουμε το βάρος. Κάτω από τη σχεδιά τοποθετούνται σακούλες γεμάτες άμμο, τα ανοίγματα των οποίων είναι κλεισμένα με σχοινιά, και τοποθετούμε τη σχεδιά πάνω από τις σακούλες. Έπειτα φέρνουμε δύο βάρκες, που τις δένουν με σχοινιά στερεά και από τις δύο πλευρές της σχεδιάς, στα τοιχώματά του· το βάρος τοποθετείται στη σχεδιά. οι σακούλες λύνονται και αφήνεται η άμμος να ξεφεύγει. Στη συνέχεια, οι βάρκες βγαίνουν στη θάλασσα κουβαλώντας τη σχεδιά.

12 Άλλοι σκέφτηκαν να μεταφέρουν μεγάλους ογκόλιθους με τον ίδιο τρόπο, με επίπλευση στη θάλασσα. Μερικοί εφάρμοσαν την ακόλουθη μέθοδο για να ισιώσουν τοίχους που είχαν κλίση σε σεισμούς. Σκάβει κανείς, στην πλευρά προς την οποία έχει κλίση ο τοίχος, ακολουθώντας το μήκος του τοίχου, ένα όρυγμα στο έδαφος. Σε μικρή απόσταση από τον τοίχο βάζει κανείς μέσα ένα τετράγωνο δοκάρι και στήνει ανάμεσα στον τοίχο και το τετράγωνο δοκάρι που βρίσκεται στην τάφρο άλλα δοκάρια (που συνδέονται με εγκάρσια δοκό). Στα άκρα των κάθετων δοκών προσαρμόζονται τροχαλίες και οδηγούνται πάνω τους σχοινιά στο εργαλείο που ονομάζεται «βαρούλκο». Στη συνέχεια γυρίζει κανείς αυτό το εργαλείο μέχρι να σφίξουν τα σχοινιά και να τραβηχτεί η εγκάρσια δοκός προς τα πάνω. Με αυτόν τον τρόπο οι κάθετες δοκοί έλκονται προς τα πάνω και προκαλούν μεταβολή στην κλίση του τοίχου μέχρι να τον επαναφέρουν στην προηγούμενη θέση του. Όταν επιστραφεί στη θέση του, το αφήνουμε για αρκετή ώρα όρθιο, στηριζόμενο από αυτά τα δοκάρια, έτσι ώστε οι πέτρες να καθίσουν η μία μέσα στην άλλη. Στη συνέχεια αφαιρεί κανείς τα δοκάρια και ο τοίχος στέκεται σταθερά στην κάθετη του κατάσταση.



13 Τι είναι απαραίτητο για τη μετακίνηση φορτίων και τι είναι χρήσιμο για αυτό, έχουμε τώρα εξηγήσει επαρκώς. Τώρα τα γεωργικά εργαλεία, δηλαδή αυτά με τα οποία κάποιος πιέζει κρασί και λάδι, δεν απέχουν πολύ από τη χρήση των μοχλών που αναφέραμε. γιατί είναι απαραίτητο να το εξηγήσουμε αυτό και να το διευκρινίσουμε όσο χρειάζεται να γνωρίζουμε. Η δοκός που λέγεται Όρος, που άλλοι την λένε και πρέσα, δεν είναι παρά ένας μοχλός με το Υπομόχλιο του. Το τελευταίο είναι εδώ το τοίχωμα της πρέσας, στο οποίο

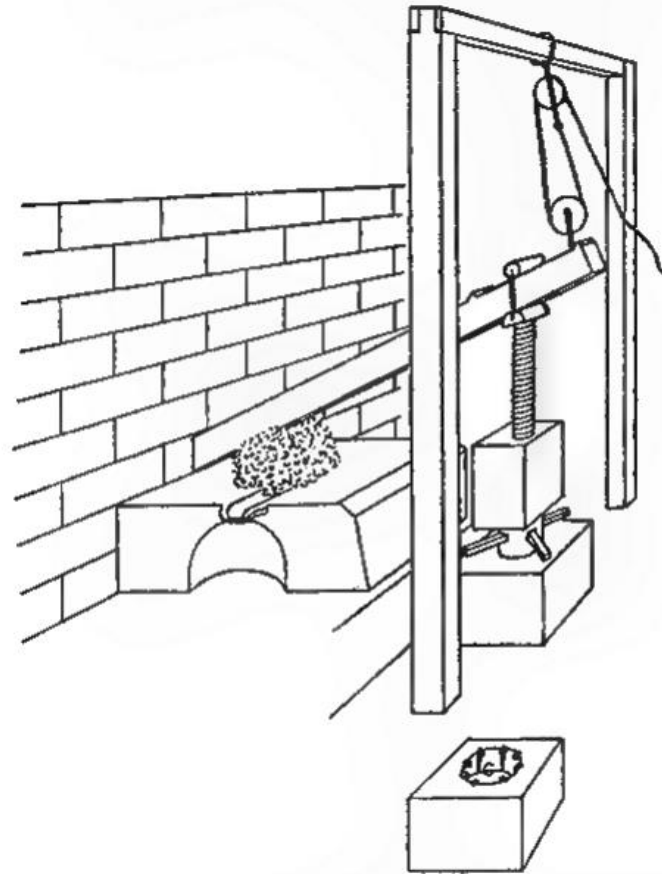
συνδέεται το άκρο της δοκού πίεσης. Το φορτίο είναι το δίχτυ που τυλίγεται γύρω από τα σταφύλια που πρόκειται να πατηθούν και η κινητική δύναμη είναι η πέτρα [μπλοκ] που αιωρείται από το άκρο της δοκού πίεσης, που ονομάζεται Λίθος. Στα μεγάλα πιεστικά δοκάρια βλέπουμε ότι και το βάρος της πέτρας είναι μεγάλο, ώστε να είναι αρκετά δυνατό για πάτημα. Οι μακριές δοκοί συμπίεσης έχουν μερικές φορές μήκος έως και είκοσι πέντε πήχεις και η πέτρα που κρέμεται από αυτά, που ονομάζεται Λίθος, έχει βάρος είκοσι τάλαντα.



14 Θέλουμε τώρα να δούμε την ανάρτηση της πέτρας. Προχωράμε ως εξής: Παίρνουμε ένα πολύσπαστο και στερεώνουμε τη μια τροχαλία στην άκρη του Όρους, την άλλη στην πέτρα (και περνάμε ένα σχοινί πάνω από τις τροχαλίες). Στην πέτρα προσαρμόζουμε επιπλέον μια εγκάρσια δοκό πάνω από την τροχαλία, η οποία είναι στερεωμένη στο [κομμάτι] ξύλου που ονομάζεται Όρος (για να αναρτηθεί η πέτρα από τη δοκό πίεσης, όταν ανυψωθεί με την μπλοκ και τάλκιν). Στη συνέχεια οδηγούμε αυτό το σχοινί σε έναν άξονα με τον τροχό, περιστρέφουμε τον τροχό, έτσι ώστε το σχοινί να τυλίγεται γύρω από τον άξονα και η πέτρα να σηκώνεται.

15 Έχουμε άλλη μια μέθοδο για να κατεβάσουμε το ξύλο που ονομάζεται Όρος και να σηκώσουμε την πέτρα που ονομάζεται Λίθος. Γιατί η ακαμψία των σχοινιών εμποδίζει το κατέβασμα του ξύλου και την ανύψωση της πέτρας, γιατί το σχοινί, αν είναι άκαμπτο, δεν τρέχει πάνω από τις τροχαλίες, προς τα πάνω κατά την ανύψωση της πέτρας και προς τα κάτω κατά το χαμήλωμα της δοκού. Κατά την ανύψωση της πέτρας πρέπει επίσης να χρησιμοποιήσουμε μακριές ακτίνες (δοκούς), για να περιστρέψουμε τον άξονα με αυτές. Είμαστε, ωστόσο στην εξής περίπτωση: όταν τα σταφύλια που πρέπει να πατηθούν που βρίσκονται κάτω από τη δοκό είναι πάρα πολλά ή τα άτομα που περιστρέφουν τον άξονα στον οποίο βρίσκεται το σχοινί είναι πολλοί, δεν είναι ασφαλείς από το σπάσιμο μεμονωμένων ακτίνων, έτσι ώστε (το πέτρα) πέφτει κάτω και έτσι τους συμβαίνει ένα ατύχημα ή για να γλιστρήσουν (οι ακτίνες) από την τρύπα, για να πέσει και (η πέτρα) και να τους συμβεί το ίδιο ατύχημα. Έτσι, κάποιος έχει βρει μια διαφορετική μέθοδο για την οποία δεν χρειάζεται σχοινί, η οποία είναι πιο εύκολη και ασφαλής. Η περιγραφή του είναι η εξής. Χρησιμοποιούμε ένα τετράγωνο σώμα από ξύλο που μοιάζει με τούβλο και το στερεώνουμε κάτω από τη δοκό που ονομάζεται Όρος στη θέση που ήταν το σχοινί. Το ένα από τα μέρη του που κατευθύνεται προς τα πάνω το κάνουμε καμπύλο και στις δύο πλευρές του σταθερού στηρίγματος προσαρμόζουμε εμπόδια που στερεώνονται στη δοκό που λέγεται Όρος, ώστε αυτό το τούβλο να μην μετακινηθεί περισσότερο από όσο χρειάζεται, αλλά να μπορεί να μετακινείται και στις δύο πλευρές. Στη συνέχεια σηκώνουμε τη δοκό πίεσης όσο πιο ψηλά γίνεται, για να βάλουμε τα σταφύλια από κάτω, μετράμε την

απόσταση μεταξύ του τούβλου και της πέτρας, παίρνουμε το μισό ή λίγο παραπάνω και κάνουμε σύμφωνα με αυτό το μήκος ένα ομοιόμορφο χοντρό, φακοειδή κοχλία. Αλλά έστω ότι το σπείρωμα του κοχλία από τη μία πλευρά να μην πάει στην άκρη του ξύλου του κοχλία· αλλά από την άλλη πλευρά το ελικοειδές σπείρωμα πρέπει να φτάσει στην άκρη του ξύλου του κοχλία. Το προεξέχον μέρος του ξύλου κάνουμε τετράγωνο και κόβουμε σε αυτό το τετράγωνο μια κοιλότητα, που λέγεται Τόρμος (ή κατά τον de Noeux *τράμις*). Πρόκειται για μια κυκλική τρύπα, η οποία ανοίγεται στην άκρη του ξύλου, έτσι ώστε αυτό το ξύλο να μπορεί να ενωθεί με το ξύλο (το τούβλο), με το οποίο πρόκειται να συνδεθεί. Στη συνέχεια προσθέτουμε αυτόν τον Τόρμο σε μια από τις πλευρές του τούβλου που βρίσκονται κάτω από τη δοκό πίεσης, παίρνουμε σιδερένια σταυρωτά καρφιά, εισάγουμε τις άκρες τους σε αυτή την τρύπα και καρφώνουμε τα υπόλοιπα στο τούβλο. Τώρα χρησιμοποιούμε έναν σιδερένιο άξονα, τον οποίο εισάγουμε σε αυτόν τον Τόρμο, τον τοποθετούμε στο τούβλο και τον στερεώνουμε σε αυτό, ώστε να αυξήσει τη δύναμη του δεσμού με το τούβλο.

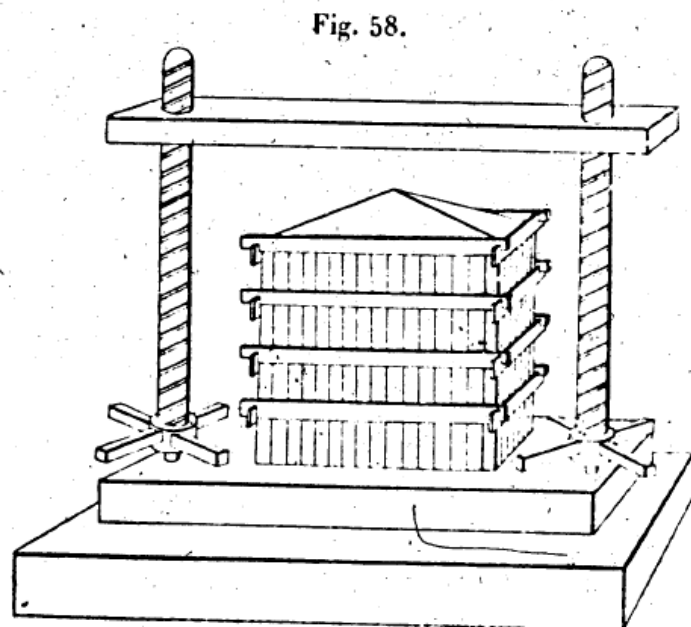


Στη συνέχεια παίρνουμε ένα άλλο τετράγωνο κομμάτι από ισχυρό σκληρό ξύλο, ίδιου μήκους με τον κοχλία· και έστω το πλάτος του, που καθορίζεται από μια από τις πλευρές του τετραγώνου της βάσης του, να είναι τόσο μεγαλύτερο όσο η διάμετρος του βιδωτού κυλίνδρου, ώστε να μπορούμε να εισάγουμε αυτόν τον κύλινδρο στο εσωτερικό αυτού του τετραγώνου [κομματιού] ξύλου. Στη συνέχεια το χωρίζουμε κατά μήκος, κάνουμε μια στρογγυλή αυλάκωση σαν κανάλι σε καθένα από τα δύο μέρη, για να κάνουμε από αυτό ένα παξιμάδι, κόβουμε το σπείρωμα του κοχλία, ώστε να μπει το μπουλόνι. Στη συνέχεια (ξανά)συνδέουμε τα δύο μέρη, ώστε να γίνουν ένα κομμάτι. Το σπείρωμα (αυλάκι) επίσης στο ξύλο καρυδιάς να πάει από τη μία πλευρά μέχρι το άκρο του [κομματιού] ξύλου· στην άλλη άκρη το αφήνει ατρύπητο, συμπαγές. Αν τώρα εισαγάγουμε το άκρο του κοχλία στο άκρο του τρυπημένου ξύλου, του οποίου το σπείρωμα πηγαίνει στο εξωτερικό του (άκρη) και περιστραφεί ο κοχλιάς, τότε μπαίνει εντελώς στο τρύπιο [κομμάτι] ξύλο, μέχρι να εξαφανιστεί τελείως. Όταν το κάνουμε αυτό, κόβουμε στην άκρη αυτού του [κομματιού] ξύλου που είναι κούφιο εσωτερικά στο λαιμό του σε μικρή απόσταση από το άκρο έναν κύκλο (α) και βάζουμε ένα σιδερένιο δαχτυλίδι (γ), όπως κάνει κανείς με τους άξονες βαγονιών. Στη συνέχεια χαράσσουμε στον λίθο [μπλοκ] μια τρύπα (γ), τόσο φαρδιά, ώστε η άκρη αυτού του [κομματιού] ξύλου (α, δ) να χωράει μέσα και να μπορούμε εύκολα να το περιστρέψουμε μέσα. Τώρα εισάγουμε το άκρο του [κομματιού] ξύλου σε αυτήν την τρύπα και προσαρμόζουμε σιδερένια άγκιστρα (f, f) σε αυτήν (το πέτρινο [μπλοκ]), που εμποδίζουν το [κομμάτι] ξύλο να γλιστρήσει έξω από την κοιλότητα του πέτρα [μπλοκ]. Στον κύκλο που είναι σκαλισμένος στην άκρη του [κομματιού] ξύλου κολλάμε και ένα σιδερένιο δακτύλιο (d), για να μπορεί να περιστρέφεται πιο εύκολα. Πάνω από αυτό το άκρο που

τοποθετείται στο πέτρινο [μπλοκ] κάνουμε δύο τρύπες απέναντι η μία στην άλλη, από τις οποίες προεξέχουν οι τέσσερις άκρες δύο ακτίνων. Όταν το κάνουμε αυτό και θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τη δοκό που λέγεται Όρος, πλησιάζουμε τις δύο άκρες του κοχλία και το [κομμάτι] ξύλο που είναι κουφωμένο το ένα μέσα στο άλλο. Στη συνέχεια, οι τέσσερις ακτίνες περιστρέφονται, έως ότου ο κοχλίας εισχωρήσει στο κοίλο, η δοκός πιέζεται προς τα κάτω, η πέτρα [μπλοκ] ανεβαίνει και έτσι όλα κάτω από τη δοκό συμπιέζονται προς τα έξω. Όταν η πέτρα [μπλοκ] έχει χαμηλώσει τόσο πολύ ώστε να κάθεται στο έδαφος, στρίβουμε αντίθετα (κατεύθυνση), οπότε η δοκός ανεβαίνει, ενώ η πέτρα [μπλοκ] παραμένει ξαπλωμένη. Αυτή η διαδικασία είναι δυνατή και σωστή, με ασφαλές αποτέλεσμα (ασφαλές) και χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια.

16 Μερικοί σκέφτηκαν να εφεύρουν διάφορα είδη εργαλείων πίεσης. Αντί για το δίχτυ που τυλίγεται γύρω από τα σταφύλια για να πατηθούν και τα καλάθια στα οποία βάζει κανείς τις ελιές αφού έχει γίνει μια τομή (;) και που φέρνει κάτω από το Όρος, έχουν φτιάξει ένα όργανο από ξύλο, που ονομάζεται Γαλεάγρα. Αυτό γεμίζει με οποιοδήποτε [είδος] υλικό, το βάζει κάτω από τη δοκό που ονομάζεται Όρος και χαμηλώνει τη δοκό πάνω της. Μέσω αυτού αποκτά κανείς μεγάλο χώρο για αυτό που θέλει να πατήσει και η δουλειά γίνεται πιο εύκολη. Η κατασκευή της Γαλεάγρας γίνεται με δύο τρόπους. Στον ένα από αυτούς συναρμολογείται και ολοκληρώνεται σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία. Παίρνει κανείς ξύλο ισχυρής και σκληρής συνοχής και φτιάχνει από αυτό πηχάκια στο μήκος του οργάνου που θέλει να φτιάξει. Έστω ότι το πλάτος τους να είναι δύο ανοίγματα και το πάχος τους έξι δάχτυλα. Στη συνέχεια χαράσσουμε και τις δύο άκρες σε κάθε πηχάκι, και από τις δύο πλευρές, αφού αφήσουμε ελεύθερα έξι δάχτυλα, μια εγκοπή στο πάνω μέρος και το αφήνουμε να εισχωρήσει στο βάθος στο πηχάκι για το ένα τέταρτο του πάχους του. Το ίδιο κάνουμε και στην κάτω πλευρά, ώστε το υπόλοιπο πάχος του ξύλου να είναι το μισό. Οι εγκοπές στα πηχάκια πρέπει να είναι κανονικές, ώστε η μία να ταιριάζει στην άλλη. Στη συνέχεια συναρμολογούμε τα πηχάκια έτσι ώστε από τη συναρμολόγηση όλων να σχηματιστεί ένα ισόπλευρο, τετράγωνο πλαίσιο σαν κουτί. Οι εσωτερικές ενώσεις μεταξύ των πτερυγίων πρέπει να είναι φαρδιές, ώστε τα υγρά να στραγγίζονται γρήγορα. Σε αυτό το εργαλείο το [κομμάτι] ξύλο που βρίσκεται πάνω από τα σταφύλια και οι σανίδες που είναι στοιβαγμένες από πάνω του, δεν χρειάζεται να είναι πολύ χοντρές, γιατί, όταν πιέζονται τα σταφύλια, (βάζοντας καινούργια σανίδια), ανάλογα με την ποσότητα αυτού που έχει ήδη πιεστεί προς τα έξω, προεξέχουν πέρα από τα πηχάκια για να μην αποτελούν εμπόδιο.

17 Όπως και τώρα για την άλλη Γαλεάγρα, η σύνδεση των τοίχων της μεταξύ τους γίνεται με τρεις εγκάρσιες δοκούς σε καθένα από αυτούς. Στις πλευρές αυτών των τριών εγκάρσιων δοκών πρέπει να υπάρχει μια προεξοχή που να είναι εφοδιασμένη με μια εγκοπή που εκτείνεται μέχρι το μέσο του πάχους της, έτσι ώστε τα τέσσερα τοιχώματα να ενώνονται σταθερά, όταν συναρμολογούνται. Επίσης σε αυτό το εργαλείο οι ενώσεις πρέπει να είναι φαρδιές και πάνω από την επάνω σανίδα να μπαίνει ένα ξύλο, το οποίο, σύμφωνα με όσα προαναφέραμε, προεξέχει από πάνω, ώστε η δοκός



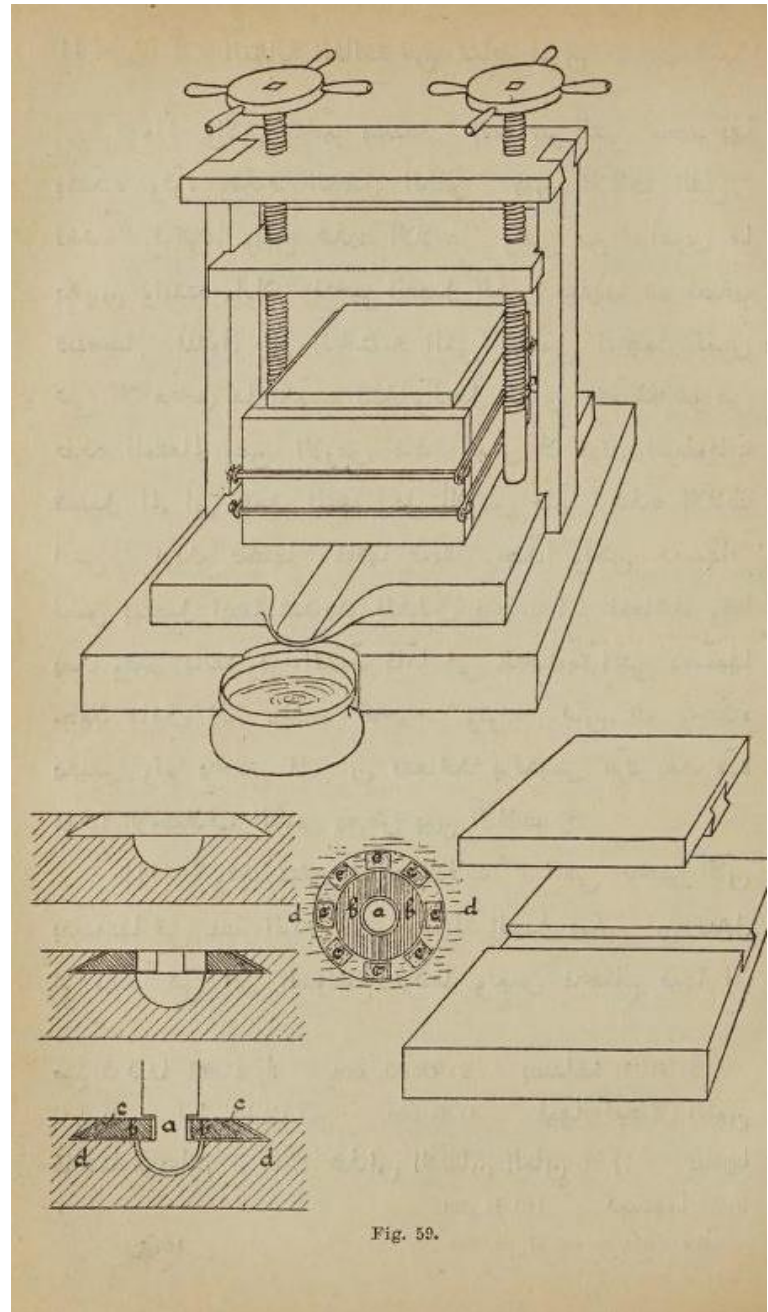
πίεσης να μην αγγίζει μέρος από τα σταφύλια, αλλά το ξύλο πέφτει στον πάτο της Γαλεάγρας.

18 Τώρα θέλουμε να συζητήσουμε την κατασκευή των πιεστηρίων που πιέζουν δυνατά και με μεγάλη ισχύ και θέλουμε να δηλώσουμε τη διαφορά που υπάρχει μεταξύ των εργαλείων που ήδη αναφέρθηκαν και των παρακάτω, που είναι από τα ισχυρότερα και τελειότερα που υπάρχουν. Αρχικά εξηγούμε τη διαφορά μεταξύ τους και στη συνέχεια περιγράφουμε την κατασκευή τους. Λέμε λοιπόν ότι η δοκός που ονομάζεται Όρος δεν είναι παρά ένας μοχλός που πιέζεται προς τα κάτω από ένα βάρος. Το βάρος που το πιέζει βρίσκεται στο ένα από τα άκρα του που είναι ανυψωμένο από το έδαφος. Όταν ασκεί πίεση, τα υγρά ρέουν συνεχώς, μέχρι το βάρος να ακουμπάει στον πυθμένα. Τα εργαλεία που θέλουμε να περιγράψουμε τώρα, ενώ είναι πολύ ισχυρά, η πίεσή τους δεν είναι συνεχής και μάλιστα ισχυρή. Επομένως, πρέπει να επαναλαμβάνεται το γύρισμα και το πάτημα από καιρό σε καιρό. Με τη δοκό που λέγεται Όρος, όμως, η πέτρα μόνη της, όταν αιωρείται και στη συνέχεια απελευθερώνεται, ασκεί την πίεση και δεν είναι απαραίτητη η συνεχής επανάληψη της πίεσης. Αυτή είναι η διαφορά μεταξύ των εργαλείων.

19 Τα εργαλεία των οποίων την κατασκευή θα συζητήσουμε τώρα χρησιμεύουν για την έκθλιψη του ελαιόλαδου. Είναι εύκολα στο χειρισμό, μπορούν να μεταφερθούν και να χρησιμοποιηθούν σε οποιοδήποτε μέρος. Δεν χρειάζεται κανείς γι' αυτά μακριές, και σκληρές ακόμη δοκούς, ούτε μια μεγάλη, βαριά πέτρα, ούτε γερά σχοινιά, επίσης δεν συναντάμε κανένα εμπόδιο λόγω της σκληρότητας των σχοινιών, αλλά είναι απαλλαγμένα από όλα αυτά, ασκούν ισχυρή πίεση και κατορθώνουν να βγάλουν τελείως τα υγρά. Η κατασκευή τους γίνεται με τον τρόπο που θα εξηγήσουμε τώρα. Παίρνουμε ένα τετράγωνο [κομμάτι] ξύλο μήκους έξι σπιθαμών και ας είναι το πλάτος του όχι μικρότερο από δύο πόδια και το πάχος του όχι μικρότερο από ένα πόδι. Αφήστε αυτό το [κομμάτι] ξύλο να είναι ισχυρού είδους, όχι πολύ μαλακό και όχι πολύ στεγνό, αλλά μέτριας (ποιότητας). Το λέμε «τραπέζι». Βάζουμε τώρα το τραπέζι επίπεδα και τρυπάμε στις δύο άκρες του, σε ίση απόσταση, δύο βαθιές, στρογγυλές τρύπες. Σε κάθε τρύπα βάζουμε δύο ξύλινες ράβδους κλειδώματος (β, β) που προεξέχουν στο βάθος του τραπεζιού. Τα δύο άκρα τους να είναι τόξα που συναντώνται, ώστε να σχηματιστεί ένας μικρός κύκλος, ο οποίος είναι μικρότερος από τις κυκλικές τρύπες που έχουν ανοίξει. Αφήστε αυτές τις δύο ξύλινες ράβδους κλειδώματος να κοπούν λοξά, ώστε, όταν μπουν, να μείνουν σταθερές και να μην υποχωρούν. Στη συνέχεια παίρνουμε δύο σκληρά, τετράγωνα, ίσια [κομμάτια] ξύλου, ίσου πάχους και πλάτους. ένα κεφάλι τους αφήνουμε, για επαρκή χώρο, τετράγωνο. Παίρνουμε τις άκρες από το υπόλοιπο μέρος των δύο [κομματιών] ξύλου και τις καμπυλώνουμε με μια λίμα και κατασκευάζουμε πάνω τους ένα κοχλία ομοιόμορφου πάχους. Στην άκρη του βιδωτού ξύλου που έχουμε αφήσει τετράγωνο στερεώνουμε ένα δίσκο με τέσσερις τρύπες, μέσα στον οποίο εισάγουμε τέσσερις ακτίνες. Αφήνουμε να τρέξουμε γύρω από την άλλη άκρη των δύο [κομματιών] ξύλου μια πρόχειρη κυκλική τομή που αφαιρούμε από την άκρη μέχρι τη στρογγυλή τρύπα, που έχουμε ανοίξει στο τραπέζι (δ), είναι βαθιά. Αφήστε τη διάμετρο αυτού του κύκλου να είναι ίση με τη μισή διάμετρο του κύκλου της βάσης του κοχλία. Όταν συμβεί αυτό, εισάγουμε το άκρο (α) του κοχλία, στην οποία βρίσκεται ο σκαλισμένος κύκλος, στη στρογγυλή τρύπα του τραπεζιού. Στη συνέχεια οδηγούμε τα μπλοκαριακά ξύλα (β, β), που έχουμε φτιάξει [με σφήνες (γ, γ)], μέχρι να εισχωρήσουν στον σκαλιστό κύκλο και να κολλήσουν μέσα του και έτσι να μην γλιστρήσει ο κοχλίας. Με τον ίδιο τρόπο προχωράμε με το κοχλία που πηγαίνει στην άλλη άκρη του τραπεζιού. Τώρα παίρνουμε ένα μακρύ, τετράγωνο [κομμάτι] ξύλου μήκους του κάτω [κομματιού] ξύλου, μέσα στο οποίο μπαίνουν οι κοχλίες. Σε αυτό το ξύλο υπάρχουν δύο κύκλοι που μπαίνουν

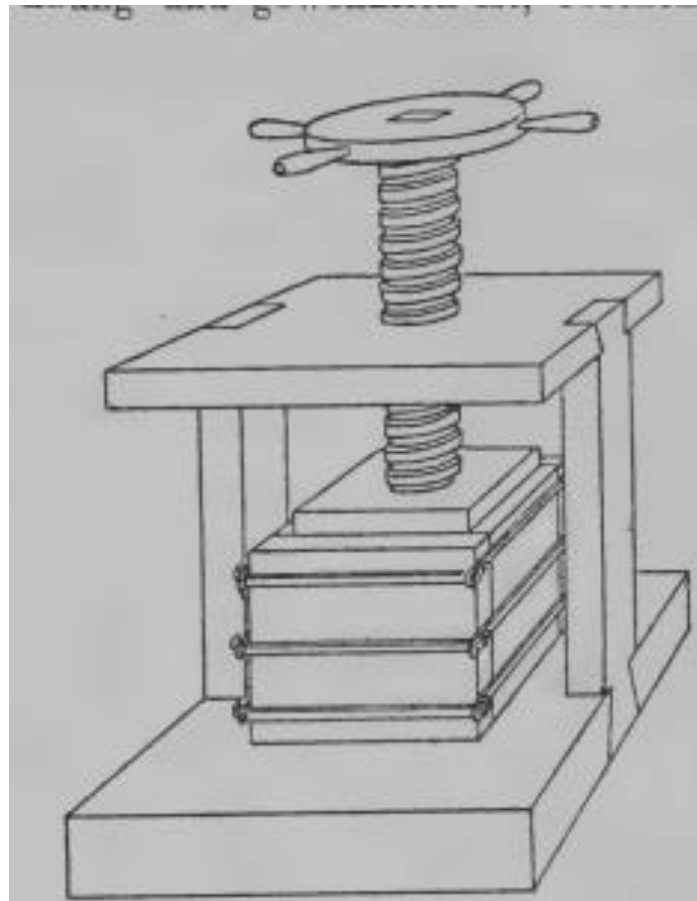
μέσα στο ξύλο και περνούν από την άλλη πλευρά, στην ίδια θέση με τις δύο κυκλικές κοιλότητες, στις οποίες κάθονται τα άκρα του κοχλία. Ας υπάρχει ένα σπείρωμα στο εσωτερικό αυτών των δύο κυκλικών ανοιγμάτων, έτσι ώστε να σχηματίζουν τα παξιμάδια, έτσι ώστε, όταν οι δύο βίδες περιστρέφονται, το [κομμάτι] ξύλου να πέφτει και να ανεβαίνει με τον ίδιο τρόπο όταν περιστρέφονται οι βίδες. στην άλλη πλευρά. Πώς κατασκευάζει κανείς το παξιμάδι, ωστόσο, θα το εξηγήσουμε παρακάτω. Το μήκος και το

πάχος αυτού του [κομματιού] ξύλου έχει, όπως είπα, τις μετρήσεις του μήκους και του πάχους του τραπέζιου. Το πλάτος του πρέπει να είναι κατά ένα τέταρτο μικρότερο [από το πλάτος του πίνακα]. Στη συνέχεια φτιάχνουμε ένα τετράγωνο, ορθογώνιο πόδι για το τραπέζι, του οποίου το κάτω μέρος μοιάζει με σκαλοπάτι και του οποίου το μήκος είναι λίγο μεγαλύτερο από το πλάτος του τραπέζιου, ώστε ολόκληρο το εργαλείο να στέκεται σταθερά πάνω του. Πρέπει να δώσουμε στο μέσο αυτού του ποδιού μια επαρκή αυλάκωση και στη μέση του τραπέζιου με ένα τένοντα που αντιστοιχεί στην αυλάκωση και να το τοποθετήσουμε σε αυτό, ώστε να κάθεται πολύ σταθερά. Στη συνέχεια, τοποθετήσαμε στο τραπέζι, ανάμεσα στις δύο κοχλίες, τέσσερις διασυνδεδεμένους τοίχους από λεπτές σανίδες, που έχουν πάχος λιγότερο από ένα δάχτυλο. Αφήστε το μήκος και το πλάτος του τετραγώνου μεταξύ αυτών των σανίδων να είναι τέτοια ώστε, όταν η Γαλεάγρα μπαίνει στο κέντρο του, να παραμένει ένας ελεύθερος χώρος μεταξύ των δύο, που περιβάλλει τη Γαλεάγρα, μέσα στον οποίο ρέει το υγρό. Στο κέντρο του τραπέζιου πρέπει να κάνουμε ένα λάκκο, πλάτους όσο η βάση της Γαλεάγρας που ακουμπάει στο τραπέζι, δηλαδή να χωράει και εισάγουμε τη Γαλεάγρα σε αυτό το λάκκο. Έπειτα βάζουμε από πάνω μια χοντρή σανίδα που τη γεμίζει (κατά πλάτος) και από πάνω ένα ξύλο μικρότερου μήκους και πλάτους από την σανίδα, αλλά τόσο χοντρό που γεμίζει τη Γαλεάγρα (κατά βάθος). Στη συνέχεια γυρίζουμε τους κοχλίες μέσω των ακτίνων που υπάρχουν στους δίσκους, μέχρι να πέσει το [κομμάτι] ξύλο, μέσα στο οποίο βρίσκονται τα παξιμάδια, στο κομμάτι του ξύλου. Στη συνέχεια, το κομμάτι του ξύλου πιέζεται και το κομμάτι του ξύλου πιέζει την σανίδα μέσα στη Γαλεάγρα και πιέζει το σώμα στη Γαλεάγρα και το υγρό αποστραγγίζεται. Στη συνέχεια γυρίζει κανείς τον κοχλία προς την άλλη πλευρά, έτσι ώστε το [κομμάτι] ξύλου να σηκωθεί, να αφαιρεθεί το κομμάτι του ξύλου και να ανταλλάσσεται το αντικείμενο που θα πιεστεί, μέχρι να βγει όλο το υγρό του.

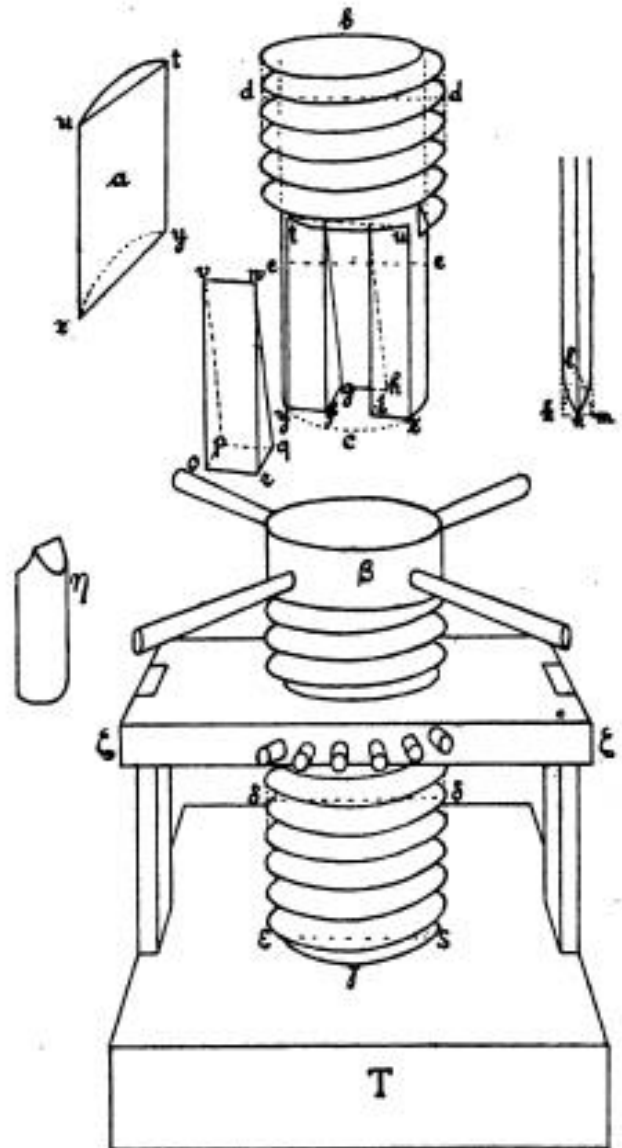


20 Υπάρχει ένα άλλο εργαλείο με κοχλία. Αποτελείται από την προσάρτηση δύο στύλων στο τραπέζι που στηρίζουν την εγκάρσια δοκό στην οποία βρίσκεται το παξιμάδι. Αφήστε το παξιμάδι να βρίσκεται στο κέντρο αυτού του [κομματιού] ξύλου. Στη συνέχεια εισάγουμε τον κοχλία σε αυτή την τρύπα και τον γυρίζουμε με τις ακτίνες που υπάρχουν στο δίσκο, μέχρι να πέσει ο κοχλίας στην σανίδα που έχει στρωθεί πάνω από τη Γαλεάγρα, να την πιέζει και στραγγίσει το υγρό. Κάποιος πρέπει να επαναλάβει το πάτημα αρκετές φορές, έως ότου δεν έχει μείνει υγρό στο σώμα που πρέπει να πιεστεί. Υπάρχουν ακόμη πολλά άλλα είδη πιεστηρίων, τα οποία περιγράφουν τα οποία όμως δεν μας φαίνονται καλά, επειδή η χρήση τους είναι συχνή και συνηθισμένη στον κόσμο, αν και στην πραγματικότητα είναι κατώτερα από αυτά που αναφέραμε.

21 Το παξιμάδι τώρα κατασκευάζεται με τον ακόλουθο τρόπο. Παίρνει κανείς ένα σκληρό κομμάτι ξύλου (*bc*), του οποίου το μήκος είναι διπλάσιο από το παξιμάδι και του οποίου το πάχος είναι ίσο με αυτό. Στη μία πλευρά φτιάχνουμε ένα κοχλία (*d, d*) στο μισό του [κομματιού] ξύλου, σύμφωνα με την περιγραφή που δόθηκε προηγουμένως. Αφήστε το βάθος των σπειρωμάτων του να είναι τόσο μεγάλο όσο αυτό των σπειρωμάτων στον κοχλία που θέλουμε να βιδώσουμε στο παξιμάδι. Από την άλλη πλευρά αφαιρούμε γυρίζοντας την ποσότητα του πάχους των αυλακώσεων του κοχλία, ώστε το [κομμάτι] ξύλου να γίνει σαν ένα ομοιόμορφο χοντρό μανταλάκι (*e, e*). Στη συνέχεια σχεδιάζουμε τη διάμετρο της βάσης του [κομματιού] ξύλου και το χωρίζουμε σε τρία ίσα μέρη. Σε ένα από τα δύο διαχωριστικά σημεία ορθώνουμε μια κάθετη στη διάμετρο. Στη συνέχεια σχεδιάζουμε από το άκρο (σημεία) αυτής της ευθείας που είναι κάθετη στη διάμετρο, σε όλο το μήκος που έχει το μανταλάκι, δύο ευθείες (*ty, uz*). Αυτό το πετυχαίνουμε βάζοντας το μανταλάκι σε μια ίσια σανίδα και αυλακώνοντάς το με πένσα, μέχρι να φτάσουμε στο σπείρωμα. Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε προσεκτικά ένα ψιλό πριόνι και το πριονίζουμε μέχρι το σπείρωμα. Έπειτα αποσπάμε το σημαδεμένο τρίτο (*utzy*) από το μανταλάκι και χαράσσουμε στο κέντρο των δύο εναπομεινάντων τμημάτων ένα αυλάκι σαν κανάλι (*fghi*) σε όλο το μήκος, στο μισό βάθος από το υπόλοιπο πάχος. Στη συνέχεια παίρνουμε μια σιδερένια βέργα (*lknm*) και τη γυρίζουμε σύμφωνα με τα σπειρώματα του κοχλία. Στη συνέχεια το στερεώνουμε στο μανταλάκι (*ee*), στο οποίο βρίσκεται το αυλάκι, και αφήνουμε το (αμβλύ) άκρο του να πλησιάσει το σπείρωμα (από ξύλο που τελειώνει σε *u*), αφού έχουμε συνδέσει καλά τα δύο κομμάτια (το πριονισμένο ένα και το κούφιο). ένα), έτσι ώστε το ένα να προσκολλάται στο άλλο και να μην μένει κανένας απολύτως χώρος μεταξύ τους. Στη συνέχεια παίρνουμε μια μικρή σφήνα (*opqrnw*), την εισάγουμε στο αυλάκι που μοιάζει με κανάλι και χτυπάμε, μέχρι να διώξει τη σιδερένια ράβδο και να πέσει ανάμεσα στα δύο μέρη. Αφού το κάνουμε αυτό, εισάγουμε τον κοχλία σε ένα τρυπημένο [κομμάτι] ξύλο (*z, z*),



στο οποίο υπάρχει μια εντελώς ευθεία τρύπα ίσου με το πάχος του κοχλία (dd). Στη συνέχεια ανοίγουμε στα τοιχώματα αυτής της μεγάλης τρύπας μικρές τρύπες, τοποθετημένες δίπλα-δίπλα, εισάγουμε μέσα τους μικρά, λοξά βύσματα (η) και τα αφήνουμε να εισχωρήσουν τόσο μακριά μέχρι να συνδεθούν με το σπείρωμα του κοχλία. Στη συνέχεια κάνουμε παίρνουμε το [κομμάτι] ξύλο (T), μέσα στο οποίο θέλουμε να τρυπήσουμε το νήμα του παξιμαδιού, ανοίγουμε μια τρύπα (<ee>) που αντιστοιχεί στο βιδωτό μανταλάκι (ee) και συνδέσουμε αυτό το [κομμάτι] ξύλο με το ένα στην οποία έχουμε βάλει τον κοχλία, με δύο στύλους που στερεώνουμε εντελώς. Στη συνέχεια εισάγουμε το μανταλάκι (γ), στο οποίο βρίσκεται η σφήνα, στην τρύπα (εε), που βρίσκεται στο [κομμάτι] ξύλο (T) που πρόκειται να τρυπηθεί για να [σχηματίσει] ένα σπείρωμα παξιμαδιού, τρυπάμε στο πάνω άκρο (β) των οπών για τον κοχλία, στις οποίες εισάγουμε ακτίνες, και το γυρίζουμε, μέχρι να εισχωρήσει (το μανταλάκι γ) μέσα στο ξύλο. Δεν σταματάμε να το γυρίζουμε πάνω κάτω και να οδηγούμε τη σφήνα ξανά και ξανά, μέχρι να τρυπήσουμε το σπείρωμα του παξιμαδιού όπως το θέλαμε. Στη συνέχεια έχουμε τρυπήσει τα σπείρώματα των παξιμαδιών. και αυτό είναι το σχήμα, και με την ολοκλήρωσή του ολοκληρώνεται το βιβλίο (TB)





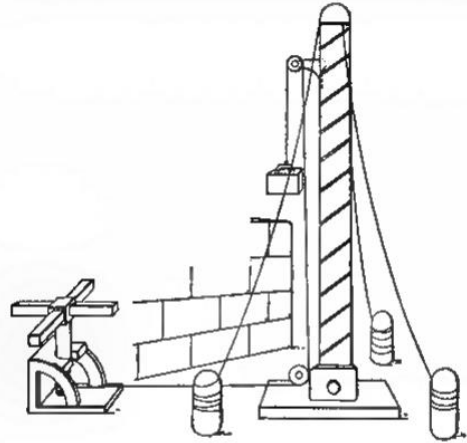
المقالة الثالثة من كتاب ايرن  
في رفع الأشياء الثقيلة

[1] أما في المقالة التي قبل هذه فقد قلنا في الخمس قوى وبيننا العمل التي تحرك بها الثقال العظيمة بقوة يسرة واثبتنا في ذلك فيما نظن أكثر ممن كان قبلنا وبيّن العلة لم صار يتبع الآلات العظيمة القوة الابطاء وبيّننا أشياء أخر ينتفع بها المتعلمون في الميل والكبس فيها كفاية للمتعلمين فأما في هذه المقالة فأنا نكتب حيلًا ننتفع بها في بسهيل ما تقدّم وجوده واستعماله تعين ايضا على حركة الاجسام الثقيلة وأيضًا نعمل آلات ننتفع بها في العصر لان هذه أيضا تحتاج الى قوة عظيمة في استعمالها أما الأشياء التي تحرّ على الأرض فأنها تجرّ على اللجآت واللجأة هي جسم ثابت معمول من خشب مربع اطرافه مفروضة فهذه اللجآت تصير عليها الاثقال وتشدّ في اطرافها حبال او شيء آخر ممدود تجرّ اللجآت به وهذه القلوس إما ان تمدّ بالأيدي وإما بأجسام اخر وغذا مدّت القليس سارت اللجآت على الأرض وقد يصير تحت اللجآت خشب مستدر دقيق او الألواح لتتحرك اللجآت عليها فأن كان الحمل صغيرا فأنته ينبغي ان نستعمل الخشب المستدير وان كان الثقل عظيما فينبغي ان نستعمل الألواح لأنها لتتحرك سرعا وذلك انّ الخشب المستدير اذا تدحرج تحت الحمل يندقّ تحت الحمل لشدة سرعة حركته وقوم لا يستعملون ألواحا ولا خشبا مستديرا ولكنهم صيروا في اطراف اللجآت فلما صلبة تتحرك عليها [2] وقد نحتاج في رفع الأشياء الثقيلة الى العلو

الى حيل ما فمنها ما هو ذو قائمة واحدة ومنها ما هو ذو قائمتين ومنها ما هو ذو ثلث ومنها ما هو ذو اربع قوائم أما التي هي ذات قائمة واحدة فأنتها تكون على هذه الجهة نأخذ خشبة طويلة لها ارتفاع اعظم من البعد الذي نريد ان نرفع الثقل اليه فأن كان هذا العود في نفسه صلبا نأخذ قلسا فنشدّه عليه ونلقه على بعد متساو وليكن الخطّ القائم الذي بين كلّ لفة قدر أربعة اشبار فتزداد قوة العود ويكون النفاف القلس عليه كدرج لمن يريد يعمل شيئا ما في اعلى العود وتكثر به سهولة العمل فأن

205

لم يكن ذلك العود في نفسه سلبا في نفسه صلبا فينبغي ان ننظر في قدر النقل الذي نريد ان نرفعه لان لا تكون قوة النقل اعظم من قوة تلك القائمة فنقيم تلك القائمة مستوية على خشبة تكون مضطربة فيها ونربط في أعلى ذلك الركن ثلاثة حبال او أربعة ونشدّها الى اركان ثابتة شديدة الثبات فنشدّ الحبال عليها ثم نصير في طرف هذا الركن بكرا تشدّ اليه بحبل ونربط القلوس التي في البكر بالحمل الذي نرثد ان نقله ثم نمّد القلوس إما بالأيدي وإما لالة أخرى فأدّا تعالی الحمل وان احتجت ان تصير الحجر على حائط او على ايّ موضع اردت تحلّ الحبل الذي ي اح الأركان الثابتة التي تمدّ الركن الذي البكرة عليه مشدودة ما يودى الثقل المرفوع الى الموضع الذي نريد صيرنا تحته خشبا مستديرا نمشيه



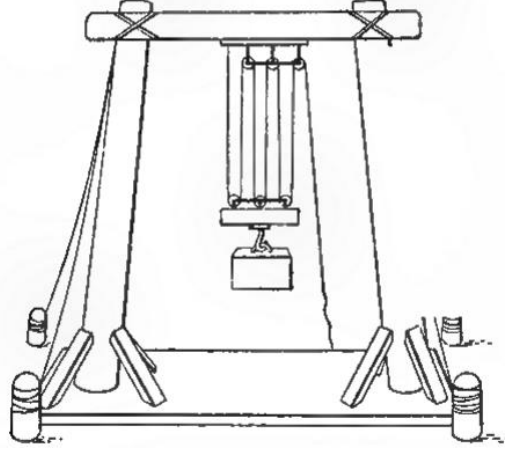
عليه او ندفعه بالمخل حتى نصيره في الموضع الذى

207

نريد فاذا فعلنا ذلك رددنا الركن الى موضعه من الجهة الأخرى التي تلى الينا ثم نشده أيضا ونستعلم فيه مثل العمل الأول

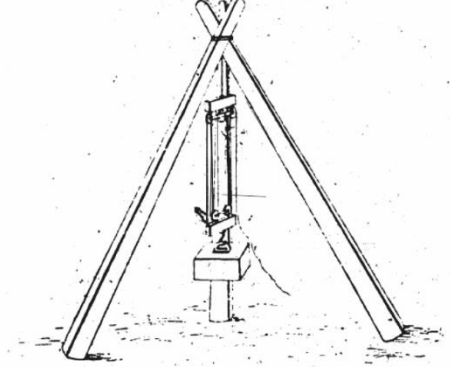
[3] فأما الحيلة التي هي ذات ركنين لأنها تعلم بهذا العمل نستعمل الألة التي تسمى اودوس ونركب علينا الأركان ولتكن تمل اى الجهة العليا ميلا يسيرا يكون قدر خمس من البعد السفلائي ثم نشد الركنين على هذا الاودوس ليجتمع طرفيهما بعضها الى بعد ونصير في اطراف الأركان عارضة أخرى نشد عليها بكرة كثيرة الرفع ولتكن بكر اخر مشدود في الحجر ثم نمد ذلك الحبل مثل العمل الأول إما بالأيدي وإما بدواب فيرتفع الثقل ولتعالى هذه الأركان ينبغي ان تكون مرتبطة بالحبال كالربط الذى وصفنا أولا هم ندع الحجر وننقل ذلك الاودوس الى الجهة الأخرى من البناء على قدر ما تدعو الحاجة اليه

[4] فأما الحيلة التي هي ذات ثلاثة اركان فأنها



209

تعمل على هذه الجهة نعمل ثلاثة اركان بعضها مائل الى بعض تجتمع اطرافها على علامة واحدة ونشد على تلك العلامة التي اجتمعت الثلاثة الأركان عليها بكرة كثيرة الرفع ويكون بعضها مشدودا على الحمل فاذا جذبت فلوس البكر ارتفع الحمل وهذه الآلة قاعدتها اوثق وأمن من غيرها ولكن ليس يصلح ان تستعمل في كل موضع نريد لكن في الموضع الذى نريد ان نرفع الحمل في وسط هذه الآلة فاذا احتجنا ان نقل حملا الى موضع يكن ان نصير هذه الآلة تحط بوسطه استعملناها عند ذلك



[5] وأما الحيلة التي هي ذات اربع قوائم فأنها تستعمل في الاثقال المفرطة في العظم وهي ان يقام أربعة اركان من خشب تكون حلقتهما كحلقة مربع متوازي الاضلاع وليكن في سعته على المقدار الذى يمكن الحجر ان يضطرب فيه ويتعالى بسهولة ثم نشد على اطراف هذه الأركان خشبا نصل بعضها ببعض وليكن ذلك بأحكام ووثاقة ثم نصير أيضا هذه الخشب خشبا أخر نشد

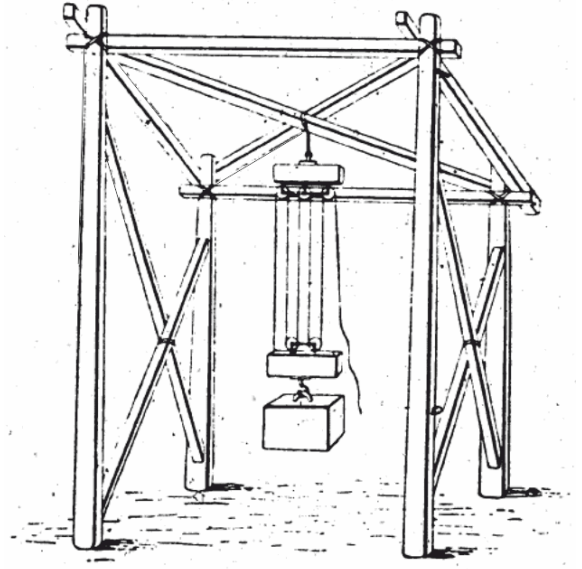
211

بعضها ببعض شدا مخالف الترتيب ليربط جميع الأركان بعضها ببعض ثم نشد البكر في وسط هذه الخشب على العلامة التي تلقى الاعواد بعضها بعضها عليها ثم نشد الحجر

في تلك الحبال التي في البكر ونجذبها فيرتفع الحمل

فقد ينبغي ان نتوقى في جميع آلات الحيل من ان نستعمل مسامير واوتادا وبالجملة كلنا يكون في ثقل فنشد بها ما نريد مكان الشيء الذى نريد ان نسمره

[6] ومن اجل انه قد يعرض للالة التي كهينة المقلاع التي بها يرتفع الحجر ان تمنع من تركيب الحجر في الموضع الذى نحتاج ان يركب فيه فأنا



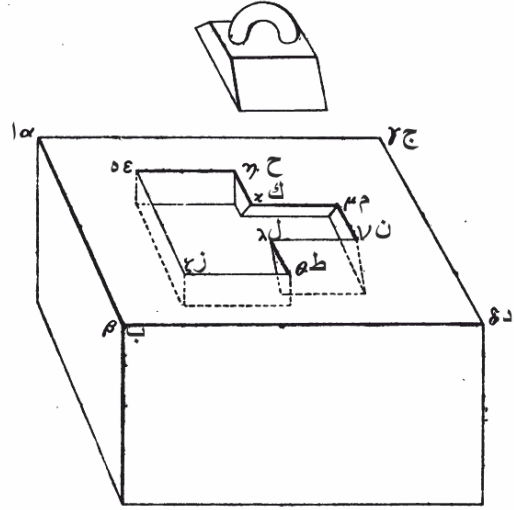
نستعمل هذه الحيلة وهي التي تسمى علقاً نرسم على قاعدة الحجر التي هي سطح ا ب ج د شكلاً مشابهاً للشكل المرسوم وهو ان يكون كل واحد من سطحي ه ز ح ط ك ل م ن متوازي الأضلاع وليكن ه ز ح ط اعظم عرضاً من ك ل م ن فأما في الطول فليكونا متساويين اعنى ان يكون خط ك م مساوياً لخط ه ح ثم نحفر هذا الشكل في عمق الحجر وليكن عمق الحفر على قدر ثقل الحجر وليكن 213

حفر سطح ه ز ح ط قائم لزاويا مستقصى قيامها وأما سطح ك ل م ن فمورّب الحفر اعنى ان يكون اسفله أوسع من أعلاه فيكون حفراً كهيئة القفل الخشب يكون الضيق منه مساوياً ك ل م ن والعريض منه مساوياً ه ز ح ط ونعمل جسماً كهيئة القفل الخشب أيضاً من حديد يترابك على ه ز ح ط حتى يعبر فيه ثم يدفع ويدار حتى يصير في الحفر الانثى حتى لا ينقلع ثم يركب على حفر ه ز ح ط خشب لنلا تندفع الحديدية ثم نصير في الحلقة المتصلة بالوتد الحديد الحبال اتي كانت تحمل المقلاع الذي كان يكون الحجر فيه فيقلّ بهذا العمل حتى يصير في الموضع الذي نريد بلا ان يكون يمنعه شيء فاذا ركب الحجر في موضعه خلعت تلك الاوتاد ونزعت الحديدية ثم ركبت في حدر آخر ويرتفع أيضاً [7] وقد تتعالى الحجارة أيضاً بالآلات التي تسمى السراطين اذا كانت ذات ثلاث قوائم او اربع وعوّجت أطرافها حتى بصير كهيئة الشخصاص وركبت هذه الشخصاص في جانب الحمل وصير في أطرافها عوارض 215

اعنى في اطراف القوائم وشدّت بحبال ورفعت لأنها ثقل الحمل وقد ينبغي ان يصير في اطراف هذه القوائم عوارض يجمع بعضها الى بعض خارج الحجر في أطرافها لكي لا تكون اذا تعلّق الحجر عليها فقالت فيقع الحجر لكن تكون هذه العارضة تشدّ العارضة تشدّ بعضها الى بعض وتكون الحبال مشدودة عليها خارجة منها الى البكر فاذا مدّت رفعت الحجر 0

[8] وقد نستعمل في هذا عملاً آخر اسهل من ذلك واكثر وثاقه منه فلنكن قاعدة الحجر التي عليها ا ب ج د ولنحفر فيها حفراً شبيهاً بالمتوازي الاضلاع وهن ه ز ح ط وليكن معتدل اعماق وليكن حفره مورّب الجوانب اعنى ان يكون له في اسفله من الجانبين غور مقتدر ويكون على ذلك الغور صلباً ليحجر الحجر الذي عليه ونستعمل وتدين من حديد تكون اطرافهما معوّجة كهيئة حرف غما وليكن في اعلاها حلق ان ثقّب ثم نركب كلّ واحد منهما في جانب من الحفر وندخل المعوّج منه في الحفر المورّب ونعمل أيضاً وتا آخر 217

ثالثاً حديداً نركبه بين هذين الوتدين ليمنع هذين الوتدين من ان يضطربا ولكن الوتد الثالث أيضاً متقرباً في أعلاه ثقبا موازاً للثقبين الوتدين الآخرين و نركب في الثلاث الثقب محورا يكون احد طرفيه غليظاً فتكون الثلاثة الاوتاد قد ملات حفر ه ز ح ط وكون المعوّج من 219



الوتدين قد دخل في الحفر الذى عن جنبتي سطح الحفر ويكون الوتد الثالث عد ملاً ما بين الوتدين فصارت الثلاثة الاوتاد كهيئة جسم واحد ثم يشد على ذلك المحور النافذ في الثلاثة الأوتاد قلوس تكون فيها بكر وتكون في اعلى الآلة التي بها نرفع الثقل بكر اخر محاذية للتي في الحجر فتتخذ القلوس فيها وتجبذ فأن الحجر يرتفع لان الوتد الأوسط لا يدع الوتدين اللذين اطرافهما المعوّحة في داخل الحجر توكد ثم يرفع الى ان يحاذى الموضع الذى نريد ان يركب فيه فيجلس على ذلك الموضع فاذا جلس الحجر في موضعة اخرج المحور وقلع الوتد الأوسط واخرج كل واحد من الوتدين المعوّجة الأطراف ثم نركب حجرا آخر ونعمل به العمل الأول ٥ وقد ينبغي ان نتوقى في هذا العمل استعمال ما صلب من الحديد لئلا ينقصف ونتوقى أيضا للين منه لئلا يتعوج وينقلب لثقل الحجر بل نستعمل منه ما كان متوسطا ليس شديد السلاية ولا شديد اللين ونبغي أيضا ان يتوقى عطف شيء من الحديد وتثنية او شق يناله في سنعته فان الخطاء فيه يعظم جدا ليس لوقوع الحجر فقط لكن لأنه ينال الصنّاع أيضا اذا وقع ٥

[9] اما الأنواع التي نرفع بها او نعلى الشيء الثقيل فأتها هذه التي ذكرنا وقد ينبغي ان احتال في

221

المكان والزمان وما يحتاج اليه من غير هذا أيضا ونبين كيف ينبغي ان نستعمل في كل واحد من هذه ٥ فقد استعمل قوم في اصدار الحجارة الكبار من رؤس الجبال الشاهقة حيلة لئلا يكون لانصاب الجبل تحدر الحجر لحيدة نفسه فيقع الى الدواب في الجبل في الموضع الذى فيتلفها فاستعملوا طريقتين في الجبل في الموضع الذى أرادوا ان يحدروا الحجر فيه من أعلاه الى اسفله وسهلوها بغاية ما يمكنهم واتخذوا عجلتين ذات اربع اصدار الحجر فيها والأخرى في اسفل الطريق الآخر ثم شدوا على ركن ثابت بين الطريقتين بكرا واجازوا من العجلة الأخرى التي اسفل وصيروا على تلك العجلة التي اسفل حجارة صغارا ممّا وقع لهم من نجارة الحجر الأعظم حتى تَقْلُوها ثقلا ما اقل من الحجر الذى أرادوا اصداره ثم شدوا الى تلك العجلة دواب تجرها مصعدا فكان يصعدون اصدارا سهلا قليلا قليلا أيضا ٥

223

[10] وقد رام قوم ان يرفعوا بهذا العمل أيضا

اساطين

عظما فيجلسوها على قواعدها في الموضع الذى يريدون وبهذه الحيلة ربطوا في رأس الأسطوانة التي

أرادوا رفعها حبالا واجروها الى بكر مشدودة في

برج ثابت

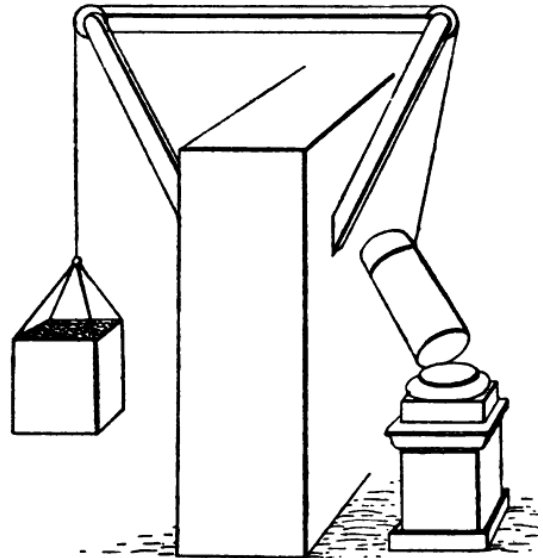
وانفذوها حتى خرجت الى الجهة الأخرى عن

البكر ثم

شدوا في أطرافها انفذت في البكر او عية تحتل ان

توضع فيها الحجارة واشياء ثقيلة اعنى كالصناديق

او غير



ذلك ممّا يشبهه ثم صيّروا في تلك الاوعية حجارة  
مقتدرة واثقالا حتى توازن ثقل العمود وتقوى عليه فأثّها  
عند ذلك ترفعه فيقوم قائما على قاعدته وقد ينبغي ان  
يشدّ اسفل الاسطوانة الى قاعدتها لئلا يخرج عنها اذا  
رفعت ان يزول عنها او يلفت على قاعدة الاسطوانة فلوس  
تصير لها مثل الاكليل ليكون اذا رفعت الاسطوانة ثبت  
اسفلها في تلك القلوس التي قد اديرت عليها  
[11] وقد رام قوم ان يجروا احمالا عظاما في  
البحر بهذه الحيلة فأثّهم عملوا طوفا من خشب مربعا  
يشدّ بعضه الى بعض بمسامير واوتاد وصيّروا له حيطانا  
وثيقة والقوة في الماء حيث أرادوا ان يحملوا الثقل  
225

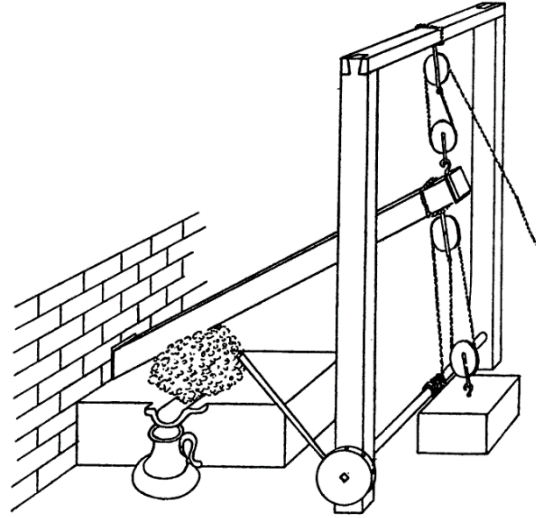
وصيّروا تحت الطوف تلاليس مملوءة رملا مشدودة  
الاكفال فركبوا الطوف على التلاليس ثم اخذوا سفينتين  
فشدوهما بالقلوس عن جنبتي الطوف في حائطيه ثم  
صيّروا السفينتين في البحر فنفذت تحمل الطوف  
[12] وقوم احتالوا أيضا بان يسبحوا الحجارة  
العظام في البحر بهذه الجهة وقوم احتالوا في رفع  
الحيطان التي قد مالت في الزلازل بهذه الجهة حفروا  
في الأرض في الجهة التي مال اليها الحائط حفرا بطول  
الحائط ثم وضعوا فيه خشبا مربعا بعيدا عن الحائط  
بعدا يسيرا واقاموا خشبا آخر قائما فيما بين الحائط  
والخشب المربع الذي صيّروا في الحفر ثم صيّروا في  
اطراف اخشب القاتك بكرا واجازوا عليها  
الحبال الى آلة

تسمى ملقة ثم اداروا تلك الآلة حتى انجذبت  
الحبال  
وجذبت الخشبة المعترشة وانجذب بانجذابها  
الخشب  
القائم فميل الحائط حتى رده الى موضعه فلما  
رده الى  
موضعه تركوه مشدودا بذلك الخشب زمانا  
لتنسقر

227  
الحجارة بعضها على بعض ثم حلوا الخشب  
فيثبت الحائط  
على حالته المستوية  
[13] اما ما يحتاج اليه في حركة الانتقال وما  
ينفع

في ذلك فقد بيانه اثبتنا بما فيه كفاية والآن آلات  
الفلاحة اعنى التي تعصر بها الانبذة والادهان ليس  
ببعيدة عما ذكرنا من استعمال الامخال فانه قد يجب  
229

ان نبين ذلك ونشرح منه قدر ما يكتفى بمعرفه  
فأما الخشبة التي تسمى جبلا الذي يسميه قوم  
آخرون عصارا فليس شيئا آخر غير مخل ما وحجرة  
الذي تحت المخل وهو حائط المعصرة الذي طرف  
الخشبة الذي يسمي لثس وقد يعرض في الخشب  
العظام ان يكون ثقل الحجر عظيما أيضا ليقوى على  
العصر أما الخشبة العظيمة فانه قد يكون طولها خمشة



وعشرين ذراعا والحجر المعلق عليه الذى يسمّى لئس  
يكون ثقله عشرين قنطاراً

[13] فنريد ان نحتال في تعليق الحجر فنستعمل  
هذا العمل نتخذ آلة كثيرة الرفع ونشدّ على طرف  
الجبل بكرة وعلى الحجر بكرة أخرى ونشدّ على الحجر  
فوق البكرة خشبة معترضة نعلقها على الخشبة التي تسمى  
الفلكة فيلتفت الحبل على المحور ويرتفع الحجر  
[14] وقد نجد حيلة أخرى نحطّ بها الخشبة  
التي تسمى اورس ونرفع بها الحجر الذى يسمّى لئس  
231

فأنّ صلابة الحبل تفعل امتناعا ما من انحطاط الخشبة  
وارتفاع الحجر لأن الحبل اذا كان صلبا فأنه لا يجرى  
على البكر في رفع الحجر الى الجهة العليا وفي انحطاط  
الخشبة الى اسفل وفي رفع الحجر يحتاج ان نستعمل  
اوتادا طويلا ندير المحور بها ولا تأمنا اذا كان العنب  
المرضوض الذى تحت الخشبة كثيرا وكان الذين  
يديرون هذا المحور الذى الحبل عليه جماعة ان ينكسر  
بعض الاوتاد فيقع فينالهم ضرر ان ينقلب من الثقب فيقع  
أيضا فينالهم مثل ذلك فاستخرجوا حيلة أخرى لا يحتاج  
فها الى حبل اسهل من هذه واوثق مهنا وهذه صفتها  
نستعمل جسما من خشب مربع كهيئة اللبنة فنكبتها  
تحت الخشبة التي تدعى الجبل في الموضع الذى  
كان يصير فيه الحبل وليصير احد اجزائه التي تلى ما فوق  
مستديرة ونصير من كلّ جهة من ناحيتي الركن الثابت  
نجات ثابتة على الخشبة التي يقال لها الجبل لئلا  
تجرى هذه اللبنة اكثر مما يحتاج اليه ويمكنها ان تميل  
الى الجهتين جميعا ثم نرفع الخشبة اعظم رفعها الذى  
نرفعه لوضع العنب تحتها ونقدر البعد الذى بن اللبنة

233  
وبين الحجر وتأخذ نصفه او اكثر من ذلك قليلا ونعمل  
بهذا الطول لوليا عدسيا معتدل الثخن وليكن الحفر  
اللولبي لا يخرج الى نهاية خشبة اللولب من الجهة الواحدة  
فأما من الجهة الأخرى فأنه ينبغي ان يكون الحفر  
اللولبي يبلغ نهاية الخشبة اللولبية ونصير الفاضل من  
الخشبة مربعا ونفرض في هذا لمربع حفرا يسمّى طرمس  
وهو دائبة بحفر في طرف العود حتى يتراكب العود  
بالخشبة التي يحتاج ان يوصل بها ثم نرطب هذا الطرمس  
في احدى جهات اللبنة التي تلى ما تحت الخشبة ثم  
نستعمل مسامير من حديد معترضة لتركب أطرافها في  
هذا الحفر ونسمر باقيها على اللبنة ونستعمل أيضا محور  
حديد نحيزه في هذا الطرمس ونخرجه الى اللبنة فنشده  
فيها ليزيده وثاقه واتصالا باللبنة ثم نستعمل خشبة  
أخرى مربعة من عود صلب قوى يكون طولها مساويا لطول  
اللولب وعرضها الذى يحيط به ضلع من اضلاع مربع  
قاعدتها الطول من قطر الأسطوانة اللولبية بالقدر الذى  
يمكن به ان تركب تلك الأسطوانة في داخل هذه الخشبة  
المربعة ثم نشقها بنصفين طولا ونحفر من كل واحد من  
جزئها حفرا ميزانيا مستندرا نصيره أنثى اللولب ونحفره  
حفرا لولبيا يمكن ان يتراكب فيه اللولب الذكر ثم نلصق

235

الجزئين حتى تصيرا شيئا واحدا ينبغي ان يكون الحفر اللولبي أيضا في الخشبة الاثنى نافذا في الجهة الواحدة الى غاية الخشبة فأما في الجهة الأخرى فإنه يدع غير محفور صلبا فاذا ركبنا طرف اللولب في طرف الخشبة المحفوفة التي قد بلغ حفرها اللولبي الى أقصاها ودورة ذلك ينفذ اللولب كله في الخشبة المحفورة حتى سنتر كله فاذا فعلنا ذلك حفرنا في طرف هذه الخشبة المحفورة الداخل دائرة في عنقها دون طرفها ببعده يسير وركبنا عليه خواتيم حديد كما نفعل في محاور العجل ثم نحفر في الحجر حفرا يسع طرف هذه الخشبة ان تتراكب فيه وليكن يمكن فيه ان تدور الخشبة تدويرا سهلا ثم نركب طرف الخشبة في ذلك الحفر ويصير له ضبابا حديدا تمنع الخشبة من ان تخرج من الحفر الذي في الحجر ونصير على الدائرة المفروضة في طرف الخشبة أيضا خاتما حديدا ليكون تدويرها سهلا ونصير فوق هذا الطرف المركب في الحجر ثقبا متخالفة تخرج منها أربعة اطراف وتدين فاذا فعلنا ذلك وارادنا استعمال الخشبة التي تسمى الجبل اوصلنا طرف اللولب والخشبة المحفورة الداخل ثم تدار الأربعة الاوتاد

237

فتتكبس الخشبة ويرتفع الحجر فينعصر كل شيء تحت الخشبة فاذا انحط الحجر الى ان يقعد على الأرض اردناه تدويرا ضد ذلك حتى ترتفع الخشبة ويثبت الحجر وهذا العمل قوى وثيق مأمون العاقبة ليس فيه كثير تعب

[16] وقد احتال قوم في استخراج اجناس اخر من آلات العصر فعملوا مكان الحبل الذي يلف على العنب المرضوض ومكان القفاف التي تصير فيها الزيتون بعد على العنب فرض وتدخل تحت الجبل لآلة من خشب سمها غالاغرا يملؤها ما ارادوا ويضعونها تحت الخشبة التي بسمي الجبل ويحطون الخشبة عليها لأنه يجتمع لهم بذلك وسع لما يريدون ان يعصرونه وسهولة العمل وهذه الغالاغرا صنعتها على ضربين احدهما يكون مركبة وهي على هذا العمل توخذ خشبة صلبة في طبيعتها مكنتزه فنعمل منها مساطر يكون طولها بقدر الآلة التي نريد ان نعملها ويكون عرضها قدر شبرين وثخنها قدر سنه أصابع ثم نفرض في طرفي كل مسطرة من الجهتين جميعا بعد ان ندع منها سنه أصابع فرضا في اعلاها وننفذ في عمق المساطر قدر ربع ثخنها وكذلك أيضا نفعل في

239

اسافلها حتى يكون الذي يبقى من ثخن الخشب قدر نصفه وقد ينبغي ان يكون الفرض الذي في المساطر متساويا لتراكب بعضها على بعض ثم نركب المساطر حتى يكون بتركيب جميعها شكل مربع متساوي الاضلاع شبيهة بالتابوت وقد ينبغي ان تكون فرج المساطر الداخلة واسعة لتسهيل الرطوبات منها سريعا اما في هذه الآلة فليس يحتاج ان يكون الخشب على العنب والالواح المركبة فوقه ثخينة جدا لأنه اذا انعصر العنب فيقدر ما انعصر منه يرتفع من المساطر لئلا يعرض منها امتناع

[17] فأما الغالاغرا الأخرى فان أربعة حيطانها تعمل متصلة بعضها ببعض بثلاث عوارض في كل واحد

منها وقد ينبغي ان يضبر في هذه الثلاث العوارض  
 فضل في جوانبها مفروض فرضا يبلغ الى نصف ثخنها لان  
 تكون اذا ركب بعضها الى بعض تثبت الأربعة الحيطان  
 مهندمة وقد ينبغي في هذه الآلة ايضا ان تكون فرجها  
 واسعة وتوضع على لوحها الأعلى قرميّة يكون لها ارتفاع  
 على ما ذكرنا أولا لئلا تنال الخشبة بعض العنب وتزول  
 القرمية الى اسفل الغالاغرا o

241

[18] والآن نخبر بصنعة المعاصر التي تعصر بها  
 بشدة وقوة ونذكر الفصل الذي بن الآلات التي  
 تقدم ذكرها وبين هذه الآلات وهي من اقوى ما  
 يكون واتقنه واولا نخبر الفصل الذي بينهما ثم نصف

صنعتها فنقول إن الخشبة التي تسمى الجبل ليس  
 في الا مخل ما يكبسه ثقل والثقل الذي يكبسه هو في  
 طرفه المتعالي عن الأرض فاذا كرس لا تزال الرطوبات  
 التي نرد صفتها فأنها قويّة جدًا ولكن كبسها  
 ليس بمتصل ايضا شديد فلذلك يجب ان نتعاهد وقتا  
 بعد وقت بالتدوير والشد فأما في الخشبة التي تسمى  
 جبلا فانك اذا علقت الحجر وتركته كان هو وحده  
 يكبس ولم يحتج الى ان تتعاهد بالكبس مرّة بعد مرّة  
 فهذا الاختلاف الذي يقرض بين الآلات o

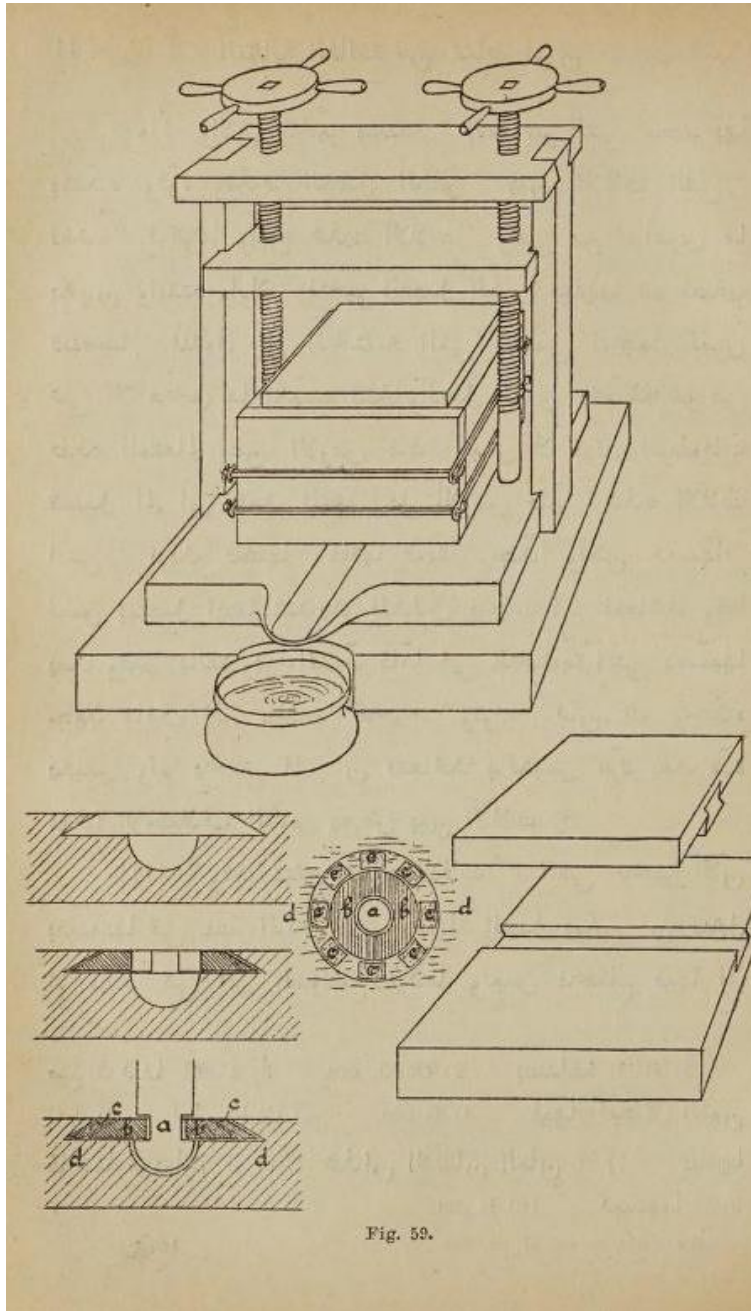
[19] وقد تنفع هذه الآلات التي نخبر الآن  
 بصنعتها في عصر الزيت وهي سهلة العمل يمكن ان تنقل  
 او تصير في ايّ المواضع اردنا ويس نحتاج فيها الى  
 243

خشبة طويلة مستوية صلبة في طبيعتها ولا الى حجر  
 ثقيل عظيم ولا حبال قويّة ولا بناينا فيها امتناع لصلابة  
 الحبال ولكنها سليمة من هذا كله تكبس كبسا شديدا  
 وتخرج الرطوبات باستقصاء وصنعتها هي هذه التي نحن  
 ذكروها o نستعمل خشبة مربعة يكون طولها ستة اشباره  
 وعرضها ليس بأقل من قدمين وثخنها ليس بأقل من  
 قدم واحد ولتكن هذه الخشبة صلبة في جنسها لا تكون



شديدة اللين ولا هشيمة لكنها تكون متوسطة ولنسَمَها  
مائدة فنضع المائدة معترفة ولحفر في طرفيها على علي بعد  
متقارب ثقيبين عميقين في داخلها مستديرين ونصير لكل  
ثقب ضبطين من خشب نافذتين في عمق المائدة وليكن  
طرفاهما قسيًا تلتقي فتكون منهما دائرة صغيرة اصغر من  
الدوائر المحفورة ولتكن هذه الضباب موزبة الحفر لتكون  
اذا رُكبت ثبتت فلا تنقطع بتّه ثم نأخذ عودين صلبين  
مستويين مربعين على مسطرة يكون ثخنهما وعرضهما  
متساويين ولندع من احد رأسيهما بعدا مقتدرا مربعًا  
ونأخذ زوايا باقي العودين وننورها بالمبرد ونرسم  
عليهما لولنا متساوي الثخن ونصير في طرف خشب  
اللؤلؤ الذي تركناه مربعًا فلكة متقوية بأربع ثقب ونصير  
245

في هذه الثقب أربعة اوتاد وباقي العودين تحيط



به دائرة بفرض غليظ تكون داخله  
عن طرفهما قدر  
عمق الحفر المستدير الذي حفرناه  
في المائدة وليكن  
قطر هذه الدائرة نصف قطر دائرة  
قاعدة اللؤلؤ فاذا  
فعلنا هذا رُكبتا طرف اللؤلؤ الذي  
فيه هذه الدائرة  
المفروضة في الحفر المستدير الذي  
في المائدة ثم دفعنا  
الضباب التي عملناها حتى تداخل  
الدائرة المفروضة فثبتت  
عليها فلا تدع للؤلؤ مخرج وكذلك  
أيضا نفعل باللؤلؤ  
الذي في الرأس الأخرى من المائدة  
ثم نأخذ خشبة مربعة  
طويلة يكون طولها قدر الخشبة  
السفلية التي اللؤلؤ  
مركب فيها وليكن في هذه الخشبة  
دائرتان نافذتان  
في عمق الخشبة تخرجان الى الجهة  
الأخرى مسامتتان  
هاتين الدائرتين اللتين طرفا  
اللؤلؤين فيهما وليكن في  
هاتين الدائرتين حفر للؤلؤين حتى  
تكون اذا دُور اللؤلؤان تنحط  
الخشبة فأما كيف نعمل حفر اللؤلؤ  
الانثى فأنا سنخبر

به فيما بعد وقد ينبغي ان يكون طول هذه الخشبة وثنخنها  
كما قلنا على قدر طول المائدة وثنخنها فأما عرضها فينبغي  
247

ان يكون اقل من عرض تلك برقع عرضها ثم نصير لهذه  
المائدة رجلا مربعاً على زوايا قائمة يكون اسفلها كهيئة  
الدرج ويكون طولها اكثر من عرض المائدة بشيء يسير  
ليقوم عليها جميع الآلة قياماً جيداً وينبغي ان نفرض  
نصف القائمة فرضاً مقتدرًا ونفرض نصف المائدة بقدر  
ذلك الفرض الذي في القائمة ونركب احد الفرضين على  
الأخر حتى يثبت عليه ثباتاً جيداً ثم نصير على المائدة  
بين اللولبين أربعة حيطان متصلة من الواح رفاق يكون  
ثنخنها اقل من اصبع ويكون طول المربعة وعرضها التي  
تكون بين هذه اللوح بالقدر الذي اذا صيرت في  
وسطها الغالاغرا يكون بينهما وسع يحيط بالغالاغرا  
تسيل فيه الرطوبات وينبغي ان نحفر في وسط هذه  
المائدة حفراً يسع سطح الغالاغرا الذي يماس المائدة  
أي تدخل فيه ونركب الغالاغرا في هذا الحفر ثم نصير  
في الماهة لوحاً ثخيناً ملاها ونركب عليه قرمة اصغر  
من اللوح طولاً وعرضاً يكون ثخنها يملأ الغالاغرا ثم ندير  
اللولبين بالأوتاد الانثى على القرمة فتتكبس القرمة  
ولكيس القرمة اللوح الذي في داخل الغالاغرا فيعصر  
الجسم الذي في الغالاغرا وتسيل الرطوبات ثم يدار  
249

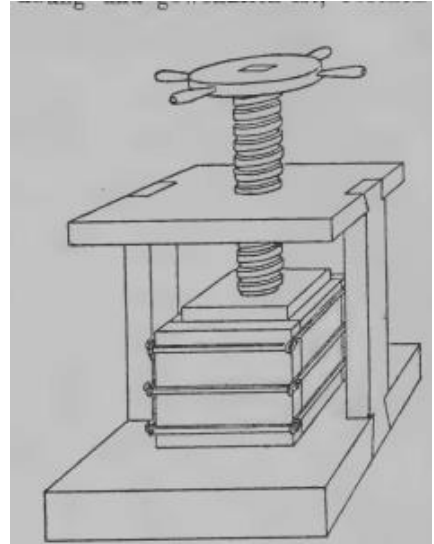
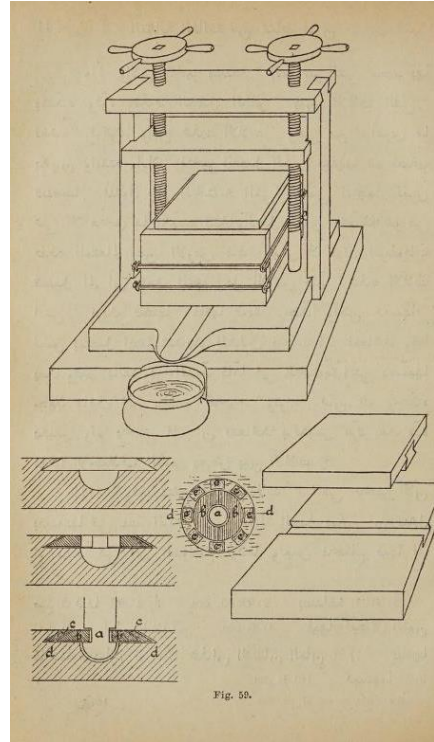
اللولب أيضاً في الجهة الأخرى فترتفع الخشبة وتقلع  
القرمة ويبدل الجسم المعصور حتى يخرج كل شيء فيه  
من الرطوبات ٥

[20]

وقد تكون أمة أخرى بلولب واحد وذلك  
بان نعمل على المائدة قائمتين تحمل الخشبة المعترضة  
التي فيها الحفر اللولبي الانثى وليكن الحفر اللولبي  
في وسط هذه الخشبة ثم يدخل اللولب في هذا الحفر  
ويدور بالأوتاد التي في الفلحة حتى ينحط اللولب على  
اللوحة المركبة على الغالاغرا فيكيسه فتسيل الرطوبات وقد  
ينبغي ان نتعاهد بالشد مرة بعد مرة حتى لا يبقى في  
الجسم المعصور من الرطوبات شيء ٥ وقد يكون من  
المعاصر اجناس اخر غير هذه كثيرة مل نر ان نكتبها لأنها  
قد كثر استعمالها عند العامة وخلقت عندهم وهي دون  
هذه التي ذكرناها في الفعل ٥

[21] فأما اللولب الانثى فآته يمل على هذه الجهة  
تؤخذ خشبة صلبة يكون طولها اكثر من مثلئ اللولب  
الانثى وثنخنها مشاوا للولب الانثى ونعمل في الجهة  
الواحدة في نصف طول الخشبة لولبا على ما قدمنا صفته  
وليكن عمق الدوائر اللولبية فيه كعمق دوائر اللولب  
الذي نريد ان نديره في هذا اللولب الانثى ونخرط من  
251

الجهة الأخرى قدر ثخن الدوائر اللولبية حتى تصيره  
كوتد متساوي الثخن ونحرد قطر قاعدة الخشبة



ونقسمه بثلاثة اقسام متساوية ونخرج على علامة واحدة من علامتي القسمة خطا قائما على القطر ثم نخرج من طرفي الخط القائم على ذلك القطر في طول الورد كله خطين قائمين وذلك يتهيأ لنا اذا وضعنا هذا الورد على لوح قائم وخططنا بالكلبتين الى ان ننال الحفر اللولبي ثم نتلطف بمنشار دقيق حتى ننشر ما يلي الحفر اللولبي ثم نفصل هذا الثلث المرسوم من الورد ونفرض في الجزئين الباقيين في وسطهما حفرا ميزابيا قضييا من حديد فنديره على الدوائر اللولبية ثم نركبه على الورد الذي الحفر فيه ثم نصير طرفه في الدوائر اللولبية بعد ان نشد القطعتين جميعا شدا جيدا حتى يلتأم احدهما الى الأخرى ولا يكون بينهما حلل بثة ثم نتخذ اسفينا صغيرا فندخله في الحفر الميزابي ونضربه الى ان يخرج القضيب الحديد فيقع بين القطعتين فاذا فعلنا ذلك ركبنا اللولب في خشبة محفورة فيها ثقب

253

مستقصى الاستواء بقدر ثخن اللولب ثم نتقب في جوانب هذا الحفر الواسع ثقبا صغارا متوالية ونركب فيها اوتادا صغارا مائلة مستديرة وننفذها الى ان تقع في دوائر اللولب

ثم نأخذ الخشبة التي نريد ان نحفر فيها اللولب الانثى فننقب فيها ثقبا بقدر وتد اللولب ونصل بين هذه الخشبة والخشبة التي ركبنا فيها اللولب بقائمتين نشدهما شدا مستقصى ثم نركب الورد الذي فيه الاسفين في الحفر الذي في الخشبة التي نريد ان نحفر فيها اللولب الأنثى وينقب في طرف اللولب الأعلى ثقبا نصير فيها

اللولب الأنثى ونتقب في طرف اللولب الأعلى ثقبا نصير فيها اوتادا فنديرها الى ان تنفذ في الخشبة فلا نزال نديرها صاعدا ونازلا ونتعاهد هذا الاسفين بالضرب مرة بعد مرة حتى يحفر اللولب الانثى الحفر الذي نريد فنكون قد حفرنا اللولب الأنثى وهذا الشكل وبتمامه تم الكتاب

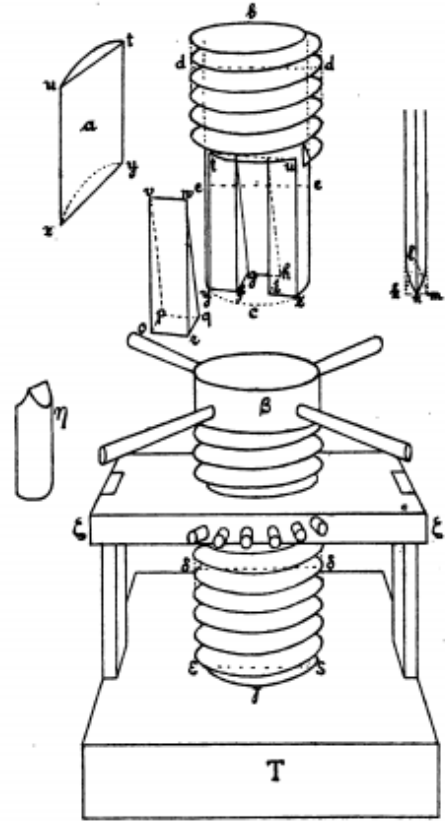


Fig. 81.