



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΑ ΤΟΥ
18ου ΚΑΙ 19ου ΑΙΩΝΑ. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ
ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ
ΒΡΕΤΑΝΙΚΟ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΤΖΑΛΟΝΙΚΟΥ ΗΛΙΑΝΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΑΛΑΝΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΠΑΤΡΑ 2009

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1	
1.1. Η Διάδοση της εκβιομηχάνισης.....	5
1.2. Κοινωνικές ανακατατάξεις.....	8
1.3. Η Αγροτική ανάπτυξη.....	10
1.4. Υφαντουργία.....	12
1.4.1 Αργαλειός Jacquard.....	15
Κεφάλαιο 2	
Εφαρμογές της ατμοκίνησης.....	17
2.1. Ατμοκινούμενα χερσαία οχήματα.....	17
2.2. Ατμοκινούμενα πλοία.....	30
2.3. Ατμοκινούμενοι συρμοί.....	34
2.4. Κινητήρας Stirling.....	40
2.5. Η απουσία της ακαδημαϊκής επιστήμης.....	41
Κεφάλαιο 3	
Εργαλειομηχανές.....	44
3.1. Τόρνος.....	44
3.2. Πλάνες.....	48
3.3. Κονσέρβες.....	48
Κεφάλαιο 4	
Αρχιτεκτονική.....	51
4.1. Το Τεχνικό σχέδιο.....	53
4.2. Οδοί και οδοστρώματα.....	54
4.3. Τσιμέντο – Μπετόν.....	57
4.4. Μεταλλουργία –Χάλυβας.....	59
Κεφάλαιο 5	
Ηλεκτρολογικές επινοήσεις.....	63
5.1. Ηλεκτρικός φως.....	63
5.2. Ο ηλεκτρικός λαμπτήρας.....	65
5.3. Θερμοηλεκτρισμός.....	66
5.4. Ηλεκτρισμός.....	67
5.4.1. Ηλεκτρισμός από μαγνητισμό από Faraday.....	67
Κεφάλαιο 6	
Η Θερμοδυναμική.....	70
Κεφάλαιο 7	
Τηλεπικοινωνίες.....	73
7.1. Ηλεκτρομηχανικός διακόπτης (ρελαί).....	74
7.2. Ο Ενσύρματος τηλεγράφος.....	74
7.3. Η Επέκταση του τηλεγραφικού δικτύου.....	75

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

7.4. Νεότερες ηλεκτρολογικές επινοήσεις και βελτιώσεις.....	76
Κεφάλαιο 8	
Φωτογραφία –Ζωγραφική.....	77
8.1. Η φωτογραφική μηχανή.....	77
8.2. Ζωγραφική.....	85
Κεφάλαιο 9	
Τέχνες.....	87
Κεφάλαιο 10	
Παιδεία.....	88
Κεφάλαιο 11	
Εξελικτική Θεωρία.....	89
11.1. Προϊστορία.....	89
11.2.Εξελικτικές και συναφείς ιδέες.....	90
11.3.Φυσική Επιλογή.....	93
11.4. Αντιδράσεις.....	94
11.5. Δημιουργίες.....	96
11.6 Κληρονομικότητα.....	97
Κεφάλαιο 12	
Ιατρική.....	99
12.1. Αφετηρία της σύγχρονης Ιατρικής.....	100
12.2. Η Ιατρική κατά τον 19 ^ο αιώνα.....	101
Κεφάλαιο 13	
Παστερίωση –Μικροβιολογία.....	104
13.1. Κινίνη.....	105
13.2. Λύσσα.....	106
Κεφάλαιο 14	
Επιστήμες.....	107
Συμπεράσματα.....	109
Βιβλιογραφία.....	119

Περί τα μέσα του 18^{ου} αιώνα άρχισε στην Αγγλία μια εξέλιξη, η οποία μετέτρεψε αυτή τη χώρα σε κέντρο της σύγχρονης τεχνολογίας. Αυτή η εξέλιξη οδήγησε στην εκμηχάνιση της παραγωγής, ένα φαινόμενο που ήταν μέχρι τότε άγνωστο στην Ιστορία. Η εκμηχάνιση έδωσε, με τις αλληπάλληλες δομικές και λειτουργικές βελτιώσεις και τις αναδράσεις και κλιμακώσεις, οι οποίες προκαλούσαν αλυσιδωτά νεότερες βελτιώσεις, τη θέση της στην εκβιομηχάνιση και αυτή με τη σειρά της το έναυσμα για τη βιομηχανική επανάσταση.



Η βιομηχανική επανάσταση ήταν ένα ιδιαίτερα σύνθετο σύστημα τεχνικών, οικονομικών και κοινωνικών ανακατατάξεων, οι οποίες οδήγησαν τις ευρωπαϊκές κοινωνίες από την αγροτική στη βιομηχανική μορφή τους. Το νεότευκτο οικονομικό σύστημα του *καπιταλισμού* οδήγησε αρχικά, από τη μία πλευρά τους ιδιοκτήτες των μέσων παραγωγής σε οικονομική ανάπτυξη και πλούτο και από την άλλη πλευρά, μετέτρεψε τους εργαζόμενους σε θύματα εκμετάλλευσης και οικονομικής εξαθλίωσης. Το κράτος πήρε σ' αυτή τη σύγκρουση συμφερόντων αρχικά ουδέτερη στάση, στη συνέχεια όμως, μέσα από κοινωνικές ανακατατάξεις και επαναστατικές εκρήξεις και με τη σταδιακή άνοδο των σοσιαλιστικών κινημάτων, υιοθέτησε ένα παρεμβατικό ρόλο αναδιανομής του πλούτου.

Η Τεχνική δεν ήταν προφανώς η μοναδική συνιστώσα που ώθησε στη βιομηχανική επανάσταση, έπαιξε όμως αποφασιστικό ρόλο με τον εκμηχανισμό των παραγωγικών διαδικασιών, την αυξανόμενη αξιοποίηση των πορισμάτων της επιστήμης και τη χρήση όλο και περισσότερων υλικών, μορφών ενέργειας και πληροφοριών. Η δεσπόζουσα θέση της Τεχνικής στην οικονομία άρχισε να απαιτεί μεγαλύτερο αριθμό ανθρώπων με εξειδικευμένες γνώσεις, με αποτέλεσμα να ιδρυθούν στο 19ο αιώνα τεχνικές και πολυτεχνικές σχολές κάθε κατευθύνσεως και επιπέδου. Αυτή η βελτίωση της κατάρτισης είχε ως αποτέλεσμα, πέρα από την άνοδο του γενικότερου μορφωτικού επιπέδου της κοινωνίας, νέες τεχνικές βελτιώσεις, επινοήσεις και εφευρέσεις, ώστε να εξηγείται η εκθετική εκσφενδόνιση στα ύψη της καμπύλης καινοτομιών στο διάγραμμα του Lilley.

Οι αλλαγές που έγιναν στην περίοδο που λέμε βιομηχανική επανάσταση ήταν πάρα πολλές και σημαντικές. Για παράδειγμα ο πληθυσμός αυξήθηκε 100%. Η μέση ηλικία του ανθρώπου

πήγε από 25 στα 75 χρόνια και τα αγαθά που μπορεί να καταναλώσει ο άνθρωπος αυξήθηκαν κατά 8 τουλάχιστον φορές. Επίσης αναπτύχθηκαν τρόποι με τους οποίους οι πρώτες ύλες μπορούσαν να δουλευτούν από μηχανές που τις κινούσε μηχανική ενέργεια. Έγινε δυνατό να χρησιμοποιηθούν υλικά που ήταν υποθηκευμένα στη γη σε τεράστιες ποσότητες. Βελτιώθηκαν οι μεταφορές και οι επικοινωνίες και αυτό το γεγονός έδωσε τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν αγαθά που βρίσκονταν σε πολύ μακρινά μέρη. Τέλος, η εξειδίκευση των ανθρώπων και των περιοχών έδωσε τη δυνατότητα σε πολύ αυξημένη παραγωγή(¹Ανδρέας Δημαρογκώνας,2003). Αυτοί είναι μερικοί από τους λόγους οι οποίοι παρουσιάζουν ενδιαφέρον προς εξέταση. Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίσουμε μέσα από την καταγραφή των γεγονότων, την εξελεγκτική πορεία στους κυριότερους τομείς της βιομηχανικής επανάστασης και αυτό γιατί, όλες αυτές οι αλλαγές που θα μελετήσουμε στα παρακάτω κεφάλαια, έκαναν τη ζωή του βρετανικού λαού(18^ο -19^ο αιώνα)και κατ' επέκταση τη ζωή της υπόλοιπης Ευρώπης πιο εύκολη. Επίσης η ζωή και τα επιτεύγματα των ανθρώπων που συνέβαλαν στη τεχνολογική ανάπτυξη έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον όπως επίσης και το πως επηρέασε η λεγόμενη βιομηχανική ανάπτυξη τους κατοίκους της Βρετανίας.

Ειδικότερα θα επιδιώξουμε να προσεγγίσουμε ιστορικά τις προϋποθέσεις, την ζωή και τις συνέπειες της βιομηχανικής επανάστασης και κυρίως θα ανακαλύψουμε και θα καταγράψουμε ποιες εξελίξεις οδήγησαν σε αυτή και μάλιστα στην Αγγλία Από τη σημερινή σκοπιά δεν φαίνεται να υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεγάλων χωρών της Ευρώπης, Βρετανία, Γαλλία, Γερμανία.

Και όσον αφορά τον τεχνολογικό τομέα, αυτή η αντίληψη είναι σωστή. Υπήρχαν όμως διαφορές στον πολιτικό, στον οικονομικό και στον κοινωνικό τομέα, τις οποίες θα παραθέσουμε στα επόμενα κεφάλαια. Γιατί λοιπόν «πρώτα στην Αγγλία:»,όπως συνοψίστηκε ο προβληματισμός σε ένα ερώτημα.

Η Μεγάλη Βρετανία ήταν αυτή την εποχή η ισχυρότερη από τις μεγάλες δυνάμεις και ίσως η μοναδική παγκόσμια δύναμη. Σε όλες τις ηπείρους υπήρχαν αποικίες και ο πολεμικός στόλος της όργωνε τις θάλασσες και τους ωκεανούς.

¹ Δημαρογκώνας Ανδρέας,2003, *Η ιστορία της τεχνολογίας : Η βιομηχανική επανάσταση (μέχρι το 1890)*. II, Μακεδονικές Εκδόσεις, Αθήνα,

Ο εμπορικός στόλος ήταν απόλυτα προστατευμένος και μετέφερε μαζικά πρώτες ύλες και προϊόντα από τις αποικίες. Μέσω της ναυπηγικής ανάπτυξης εξελίχθηκαν κι άλλες βιομηχανίες όπως η ξυλουργική, η κατασκευή σχοινιών, η κατασκευή ιστίων, η κατασκευή οργάνων ναυσιπλοΐας και ρολογιών, η μεταλλουργία και η κατασκευή λιμανιών και λιμενικών εγκαταστάσεων. Αν και μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα κύρια πηγή εσόδων στη Βρετανία ήταν ο γεωργικός τομέας, το εμπόριο αναπτυσσόταν όλο και περισσότερο και τελικά έπαιξε, μαζί με τη βιομηχανία, πρωτεύοντα ρόλο στην οικονομική πρωτοπορία της χώρας.

Στη Βρετανία επικρατούσε σταθερότητα του πολιτικού συστήματος, η οποία εμπεδώθηκε μετά την «ένδοξη επανάσταση» (glorious revolution, 1688). Μετά από αντιπαράθεση μερικών αιώνων με τους Άγγλους πρίγκιπες, το κοινοβούλιο απέκτησε, ως αντιπροσωπευτικό όργανο της λαϊκής βούλησης, μεγάλη σημασία στην πολιτική ζωή. Από την αρχή του 18^{ου} αιώνα είχε χάσει η Σκωτία την ανεξαρτησία της και, αφού ενσωματώθηκε στη Μεγάλη Βρετανία, αποτελούσε πηγή σημαντικών πρώτων υλών που διέθετε στο υπέδαφός της.

Στα μέσα του 17^{ου} αιώνα είχε μεταβληθεί η παραδοσιακή δομή της μεγάλης αγροτικής ιδιοκτησίας στη Βρετανία, κάτι που ήταν συνέπεια μιας «κοινωνικής επανάστασης». Οι διαχωριστικές γραμμές μεταξύ κοινωνικών τάξεων είχαν γίνει σε πολλές περιπτώσεις δυσδιάκριτες, λόγω παραμερισμού διαφόρων παραδοσιακών εμποδίων ανεξίτητος. Έτσι, δημιουργήθηκε μεταξύ των επαγγελματιών κινητικότητα, η οποία βοήθησε στη μεταφορά και διάδοση γνώσεων και δεξιοτήτων. Οι συντεχνίες που άκμαζαν στην ηπειρωτική Ευρώπη, είχαν σχεδόν εξαφανιστεί στη Βρετανία περί το τέλος του 17^{ου} αιώνα.



Η σταδιακή σημαντική αύξηση του πληθυσμού στη Βρετανία προκάλεσε αυξημένη ζήτηση προϊόντων, με αποτέλεσμα να ενισχύεται η παραγωγή.

Παγκόσμιος χάρτης με βρετανικά εδάφη (κόκκινο,19^{ος} αιώνας).

Οι δυσκολίες που προέκυπταν από ρυθμίσεις του νομισματικού συστήματος εξομαλύνθηκαν και η συσσώρευση κεφαλαίου οδήγησε σε αυξημένη προσφορά χρήματος, το οποίο διατέθηκε για επενδύσεις. Μάλιστα, το χρήμα που συσσωρεύτηκε τις ίδιες δεκαετίες στην Ολλανδία, επενδύθηκε επίσης στη Βρετανία, λόγω της ασφαλούς προοπτικής που προσέφερε αυτή η χώρα. Σε αντίθεση με την ηπειρωτική Ευρώπη, η Βρετανία είχε μία φιλελεύθερη οικονομία, χωρίς περιορισμούς στη διακίνηση προϊόντων και χρήματος. Κυρίως αυτή η αντίληψη της ανοικτής αγοράς και η τάση για εισαγωγή καινοτομιών υποβοήθησαν τη βιομηχανική επανάσταση.

Ένα φαινομενικά ασήμαντο για εκείνη την εποχή μέτρο που στήριξε τις τεχνολογικές καινοτομίες και οδήγησε στην αντίληψη ότι κάθε τεχνολογική επινόηση και βελτίωση προκαλεί οικονομικό όφελος, ήταν το δίκαιο ευρεσιτεχνιών. Κάθε εφεύρεση που αναγνωριζόταν και έπαιρνε τίτλο ευρεσιτεχνίας, προστατευόταν από αντιγραφές για 41 χρόνια. Αυτό αποτελούσε σοβαρό οικονομικό κίνητρο για μεμονωμένους ερευνητές και τεχνικούς, δεδομένου ότι την αμοιβή εισέπραττε ο εφευρέτης και όχι η εταιρία ή ο ηγεμόνας, στις υπηρεσίες του οποίου βρισκόταν ο συγκεκριμένος ερευνητής ή τεχνικός. Αυτή η αντιμετώπιση των ευρεσιτεχνιών ευνόησε μακροπρόθεσμα την οικονομία και τον τεχνικό πολιτισμό γενικότερα(²Αθανάσιος Βακαλιός,1995).

² Βακαλιός Αθανάσιος,1995,*Τεχνολογία, Κοινωνία, Πολιτισμός, Αρμός, Αθήνα*

1.1. Διάδοση της εκβιομηχάνισης

Οι Ευρωπαίοι παρακολουθούσαν με εξαιρετικό ενδιαφέρον τις εξελίξεις στη Βρετανία και είχαν άμεσο ενδιαφέρον να αποκτήσουν την τεχνογνωσία στους τομείς της υφαντουργίας, των ατμομηχανών, της μεταλλουργίας κ.ά. (³Δημαρόγκωνας Ανδρέας,2003). Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1790 η ανταλλαγή εμπειριών και προϊόντων, κυρίως από τη Βρετανία προς την ηπειρωτική Ευρώπη ήταν συχνή, αν και εμποδιζόταν από εξαγωγικές απαγορεύσεις στη Βρετανία. Με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, οι αγγλικοί αργαλειοί του τύπου «Jenny» εγκαταστάθηκαν στη Γαλλία ήδη το 1771 και το 1783 αποκτήθηκε και ανακατασκευάστηκε η λεγόμενη «Mule». Στη γερμανική Σαξονία ανακατασκευάστηκαν επίσης το 1780 οι πρώτοι αγγλικοί αργαλειοί, πιθανόν με τη συμμετοχή Άγγλων μεταναστών. Το 1796 κατασκευάστηκε στο γερμανικό Gleiwitz η πρώτη υψικάμιнос με κοκ, στις οποίες την κατασκευή συνέβαλε ο Σκοτσέζος John Baildon. Μέχρι το τέλος της δεκαετίας και στην αρχή της επόμενης δημιουργήθηκαν στην Ελβετία, το Βέλγιο και τη Γερμανία μεγάλα κλωστήρια και υφαντουργεία.

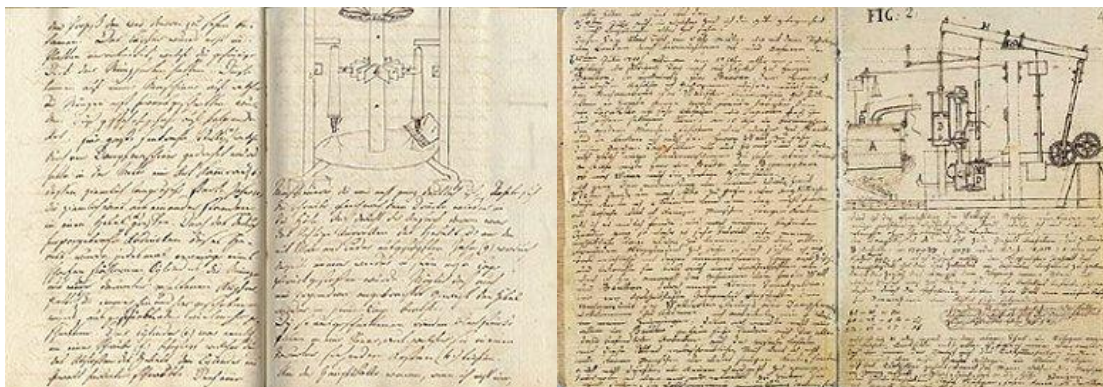
Ήδη όμως ως συνέπεια των πολέμων μετά τη Γαλλική Επανάσταση, αλλά κυρίως με τους Ναπολεόντειους πολέμους μέχρι το 1814 μειώθηκαν στο ελάχιστο οι επαφές με τη Βρετανία, ενώ στον ευρωπαϊκό χώρο οι καταστροφές των χώρων παραγωγής και οι μαζικές ανθρώπινες απώλειες οδήγησαν σε ελαχιστοποίηση των επενδύσεων και της παραγωγής. Στις εξελίξεις της τεχνολογίας που προέκυψαν στη Βρετανία κατά την εικοσαετία 1795-1815 οι Ευρωπαίοι δεν είχαν καμιά πρόσβαση πλέον.

Μετά το 1815 άρχισαν δειλές επαφές και ανταλλαγές απόψεων μεταξύ τεχνικών (υφαντουργών) της ηπειρωτικής Ευρώπης και της Βρετανίας.

³Δημαρόγκωνας Ανδρέας,2003, *Η ιστορία της τεχνολογίας : Η βιομηχανική επανάσταση (μέχρι το 1890)*. II, Μακεδονικές Εκδόσεις, Αθήνα,

Η ανάγνωση φυλλαδίων και επαγγελματικών εντύπων που εκδίδονταν από τις κατασκευάστριες εταιρείες και από μεμονωμένους μηχανικούς, συμπλήρωναν την πληροφόρηση των τεχνικών στην ηπειρωτική Ευρώπη. Επίσης, επισκέπτες σε βρετανικά εργοστάσια ενημερώνονταν για τις εξελίξεις και μετέφεραν προφορικά τις ιδέες στις χώρες τους, ενώ πολύ συχνά αγοράζονταν μηχανές και εγκαταστάσεις, οι οποίες μεταφέρονταν στα ευρωπαϊκά εργοστάσια, όπου μεθοδεύονταν η ανακατασκευή τους, με τις απαραίτητες βελτιώσεις που επινοούσαν οι μηχανικοί. Για την αφομοίωση των νέων γνώσεων έπαιξε αποφασιστικό ρόλο η τεχνική εκπαίδευση που επεκτάθηκε σημαντικά κατά τις πρώτες δεκαετίες του 19ου αιώνα σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, ιδίως στη Γαλλία.

Όλη αυτή η ροή πληροφοριών και προϊόντων που οδηγούσε στη διάδοση της τεχνογνωσίας δεν ήταν εύκολη υπόθεση, δεδομένου ότι στη Βρετανία ίσχυαν, όπως προαναφέρθηκε, νόμοι περί απαγορεύσεως των εξαγωγών προϊόντων της (τότε) υψηλής τεχνολογίας. Ήδη από το 1696 ίσχυε ο νόμος για απαγόρευση εξαγωγής των πλεκτικών μηχανών, ενώ μέχρι το 1782 προστέθηκαν άλλοι πέντε σχετικοί νόμοι, οι οποίοι αφορούσαν εργαλεία, μηχανές, πρότυπα μοντέλα της υφαντουργίας, αλλά και την μετανάστευση εξειδικευμένων τεχνιτών. Μέχρι το 1795 ακολούθησαν άλλοι τρεις νόμοι που αφορούσαν την απαγόρευση μετανάστευσης ωρολογοποιών, τεχνίτες χυτηρίων και επεξεργαστές μετάλλου κ.ά. όσον αφορά τις μηχανές, η απαγόρευση εξαγωγής αφορούσε εκείνες που είχαν «άξονα» μεγαλύτερο από 1,5 ίντσα.



Σχήμα 1.1. Σημειωματάρια μηχανικών από βιομηχανική κατασκοπεία που έχουν διασωθεί.

Όλοι αυτοί οι απαγορευτικοί νόμοι και μερικές άλλες ρυθμίσεις ίσχυαν μέχρι το 1824, οπότε καταργήθηκε η απαγόρευση μετανάστευσης εξειδικευμένου προσωπικού, μαζί με την άρση της απαγόρευσης για τη δημιουργία σωματείων, συνεταιρισμών κλπ.⁴(Saller Karl,1989). Διάφορες ομάδες βιομηχάνων, κυρίως του μηχανολογικού τομέα, προσπάθησαν με αυτή την αφορμή να καταργήσουν και την απαγόρευση εξαγωγών μηχανημάτων. Άλλες ομάδες όμως, κυρίως της κλωστοϋφαντουργίας, επέμεναν στη διατήρηση των απαγορεύσεων. Όπου υπάρχουν απαγορεύσεις, ακολουθούν καταστρατηγήσεις και συνέπεια αυτών είναι η θεσμοθέτηση ποινών. Για παράνομες εξαγωγές προβλεπόταν, εκτός από την κατάσχεση των υλικών, ποινή 200 λίρες για τον εξαγωγέα και 100 για τον καπετάνιο του μεταφορικού πλοίου, αλλά και για κάθε τελωνειακό υπάλληλο που είχε δωροδοκηθεί. Τα μισά από τα χρήματα αυτά εισέπρατταν οι τελωνειακοί υπάλληλοι που είχαν ανακαλύψει τη λαθραία εξαγωγή. Ταυτόχρονα, τεχνίτες που μετανάστευαν για επαγγελματικούς λόγους στο εξωτερικό, τιμωρούνταν με δωδεκάμηνη φυλάκιση και 500 λίρες, την πρώτη και τα διπλάσια τη δεύτερη φορά. Σε περίπτωση δε που το λαθρεμπόριο γινόταν με εχθρική χώρα, τότε οι δράστες απειλούνταν με θανατική καταδίκη.

Γίνεται αντιληπτό ότι το λαθρεμπόριο και η παράκαμψη των απαγορευτικών νόμων αποτέλεσε επικερδή δραστηριότητα για κάθε είδους τυχοδιώκτες. Μηχανήματα αγοράζονταν σε αγγλικό έδαφος και, αφού γινόταν αποσυναρμολόγησή τους, στέλνονταν τα εξαρτήματα τμηματικά στο εξωτερικό, ως επουσιώδη εργαλεία. Στα χρόνια μεταξύ 1826 και 1828 εξήγαγε η εταιρία «Sharp & Roberts» από το Μάντσεστερ, με τη μέθοδο της τμηματικής αποστολής ένα πλήρες εργοστάσιο υφαντουργίας και τα κατασκευαστικά σχέδια των μηχανών στη γαλλική Αλσατία. Σημαντικό πρόβλημα για τους ελέγχους ήταν, βέβαια, ότι οι τελωνειακοί ήταν αδαείς ως προς τη σημασία και τον προορισμό διαφόρων εξαρτημάτων, οπότε, με το σχετικό «λάδωμα», διευκολυνόταν πολύ η διαδικασία. Το 1835 έφτασε ένα πλοίο από τη βρετανική πόλη Hull στη πόλη της Σουηδίας Goeteborg με 40 κιβώτια που περιείχαν αργαλειούς⁵(Lilley Samuel,1966). Όταν ο Άγγλος πρόξενος ρώτησε στο λιμάνι, πώς δόθηκε έγκριση για την εξαγωγή αυτών των μηχανημάτων, ο καπετάνιος του πλοίου δήλωσε αφελώς, για να μην προδώσει τους συνεργαζόμενους Εγγλέζους τελωνειακούς, ότι κατευθυνόταν στο Newcastle, αλλά μία απρόβλεπτη καταιγίδα τον έφερε μέχρι το σουηδικό λιμάνι.

⁴ Saller Karl,1989,*Ιστορία των ανθρώπινων φυλών*,«Πορεία»,Αθήνα.

⁵Lilley Samuel,1966,*Men, Machines and History*,Cobbett 1948, New York.

Φυσικά, παράλληλα με όλες αυτές τις ενέργειες παράκαμψης των απαγορεύσεων, λειτουργούσε και η βιομηχανική κατασκοπεία, τα πρώτα χρόνια. Δίθην περίεργοι τουρίστες και αδιάφοροι επισκέπτες μονάδων παραγωγής στην Αγγλία ήταν στην πραγματικότητα εκπαιδευμένοι τεχνικοί, οι οποίοι αποτύπωναν στο μυαλό τους και κατέγραφαν με την επιστροφή στο ξενοδοχείο, τμήματα από μονάδες παραγωγής, καθένας διαφορετικό τμήμα.

Πίσω στην πατρίδα τους άρχιζε η προσπάθεια για σύνθεση των σχεδίων και ανακατασκευή της μονάδας παραγωγής. Τελικά, οι απαγορεύσεις των Βρετανών οδήγησαν τους υπόλοιπους Ευρωπαίους στο σχεδιασμό βελτιωμένων ή νέων μηχανών, παράλληλα με την εντατικοποίηση της εκπαίδευσης όλων των βαθμίδων (Jacomy Bruno,1995). Στα μέσα του 19ου αιώνα μετατράπηκαν πολλές τεχνικές σχολές σε Πολυτεχνεία ή ιδρύθηκαν καινούργια για την εμπέδωση των νέων γνώσεων. Η απόσταση με τους Βρετανούς μειώθηκε σταδιακά και σε μερικούς τομείς έγινε πρωτοπορία.

1.2. Κοινωνικές ανακατατάξεις

Όπως αναφέρθηκε σε διάφορες περιπτώσεις, οι βελτιώσεις στη γεωργία και η σταδιακή εκμηχάνιση διαφόρων παραγωγικών τομέων, ιδιαίτερα μετά την εισαγωγή της ατμομηχανής, ελευθέρωσαν πολλά εργατικά χέρια. Οι άνεργοι αγρότες, χωρίς καμιά εκπαίδευση και κατά κανόνα αναλφάβητοι, συνέρρευσαν στις πόλεις για να εργαστούν στις φάμπρικες της εποχής. Αυτή η ταυτόχρονη μεταβολή τόπου εργασίας και αντικειμένου απασχόλησης, μαζί με το μεγάλο αριθμό διαθέσιμων εργατικών χεριών, οδήγησαν σε σημαντικές κοινωνικές εκρήξεις και ανακατατάξεις.

Μαζί με τους άντρες εργάζονταν οι γυναίκες και τα παιδιά, τα οποία προφανώς είχαν μεγαλύτερη ευχέρεια προσαρμογής. Ενώ όμως παλαιότερα στην οικοτεχνία των αγροτικών περιοχών προσάρμοζαν οι γυναίκες ελεύθερα το ρυθμό εργασίας τους, έπρεπε τώρα στον εκβιομηχανισμένο τρόπο παραγωγής να υποταχτούν σε μια γενικότερη πειθαρχία που επέβαλαν οι μηχανές. Οι οποίες μηχανές, με τη συνεχή βελτίωση της λειτουργίας τους, προκαλούσαν μείωση των απαιτούμενων εργατικών χεριών, δηλαδή αύξηση της ανεργίας. Επιβαρυντικός παράγοντας ήταν φυσικά η ολοήμερη εργασία, συχνά μέχρι 16 ώρες το 24ωρο, κάτω από τελείως ανθυγιεινές συνθήκες.

⁶Jacomy Bruno,1995,*Συνοπτική ιστορία των τεχνικών*, Πολιτιστικό ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς, Αθήνα.



Σχήμα 1.2.Επικήρυξη Λουδιτών

Αυτός ο φαύλος κύκλος προκάλεσε εκρήξεις και εξεγέρσεις, αρχικά κατά των μηχανών. Στις τελευταίες δεκαετίες του 18^{ου} και στις αρχές του 19^{ου} αιώνα παρουσιάστηκε μία «συνωμοσία» κατά των μηχανών που βρήκε κορυφαία έκφραση στο Λουδιτισμό. Οι Λουδίτες κατέστρεφαν τις μηχανές, οι οποίες τους επέβαλαν αυξημένους ρυθμούς παραγωγής και πειθαρχημένο τρόπο εργασίας, αν δεν τους οδηγούσαν στην ανεργία.

Αυτό βέβαια προκάλεσε μέτρα από την εργοδοσία και το κράτος με αποτέλεσμα την καταπίεση και την αστυνομοκρατία. Το έτος 1812 έφτασαν οι βανδαλισμοί κατά των αργαλειών στο αποκορύφωμά τους, οπότε καταστρέφονταν περί τα 200 μηχανήματα κάθε μήνα. Το ίδιο έτος εκτελέστηκαν στο Γιορκ 14 Άγγλοι εργάτες με την κατηγορία ότι κατέστρεψαν τις νέες μηχανές στο εργοστάσιο που δούλευαν! Οι εργαζόμενοι κατάλαβαν αργότερα ότι δεν ήταν οι μηχανές το αίτιο για τη δεινή θέση τους, αλλά οι σχέσεις εργασίας, τις οποίες ήταν απαραίτητο να καταπολεμήσουν. Ο Καρλ Μαρξ τοποθετήθηκε μερικές δεκαετίες αργότερα (1867) στο «Κεφάλαιο» ενάντια στη λογική των Λουδιτών: «Χρειάζεται χρόνος και πείρα για να μάθει ο εργάτης να διακρίνει τις μηχανές από την κεφαλαιοκρατική τους χρησιμοποίηση κι έτσι να στρέψει τις επιθέσεις του όχι ενάντια στα ίδια τα υλικά μέσα παραγωγής, αλλά ενάντια στην κοινωνική μορφή της εκμετάλλευσής τους.» Ο όρος Λουδίτης λέγεται ότι προέρχεται από το επώνυμο ενός ηγέτη αυτού του κινήματος, του Ned Ludd, είναι όμως αμφίβολο αν υπήρξε ποτέ τέτοιο πρόσωπο και μάλλον πρόκειται για μυθοποίηση.

Η συνεχής εγρήγορση για αναζήτηση καλύτερων συνθηκών εργασίας οδήγησε σε δράσεις αλληλεγγύης μεταξύ των εργαζομένων, αρχικά με την αμοιβαία βοήθεια σε περίπτωση ασθένειας, ανεργίας κλπ. Αυτό ήταν το πρώτο βήμα για την ίδρυση στη Βρετανία μετά το 1824 τοπικών εργατικών σωματείων, πράγμα που έγινε δυνατόν μετά την άρση της απαγόρευσης της δημιουργίας εργατικών συνεταιρισμών και ενώσεων το έτος 1799.

Παρ'όλα αυτά, συνέχιζε όμως να ισχύει ο νόμος για την απαγόρευση απεργιών. Αν και η βιομηχανική κοινωνία βρισκόταν στις πρώτες δεκαετίες της σε συνεχή αναβρασμό, οι δυνατότητες κοινής δράσης των εργατών ήταν πολύ περιορισμένες, γιατί οι κοινωνικές και μορφωτικές διαφορές ανάμεσά τους ήταν τεράστιες και η συνεννόηση για κοινή έκφραση πολύ δύσκολη. Τα πρώτα σωματεία σε περιφερειακή και εθνική βάση δημιουργήθηκαν το 1829, αλλά η σημασία τους παρέμεινε περιορισμένη, γιατί έλειπε ο απαραίτητος επαγγελματισμός στην οργάνωση και στον τρόπο δραστηριοποίησης.

1.3.Η αγροτική ανάπτυξη

Από τη φύση της η αγροτική παραγωγή δεν προσφέρεται για δραστικές αλλαγές για σύντομο χρονικό διάστημα. Επειδή η βάση της αγροτικής παραγωγής είναι οργανικές και βιολογικές διαδικασίες είναι πολύ δύσκολο να αλλάξει δραστικά χωρίς να έχει τον κίνδυνο καταστροφικών αποτελεσμάτων.

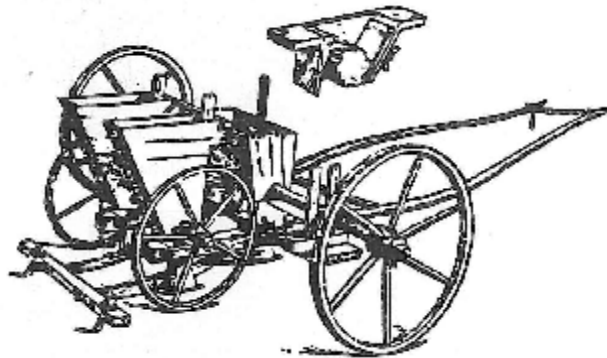
Αν ο πειραματισμός στη βιομηχανία μπορεί να κρατάει καμιά φορά λίγες ώρες, ο πειραματισμός στην αγροτική παραγωγή δεν είναι δυνατόν ποτέ να κρατήσει λιγότερο από ένα χρόνο και συνήθως κρατάει πολύ περισσότερο.

Το 15^ο και 16^ο αιώνα το μεγαλύτερο μέρος της Δυτικής Ευρώπης χρησιμοποιούσε το παλαιό σύστημα των ανοικτών αγρών. Ανοικτοί αγροί σήμαινε ότι δεν υπήρχαν φράκτες ανάμεσα στα χωράφια του ενός και του άλλου αγρότη. Σε πολλές περιοχές όμως ιδίως κοντά στη Μεσόγειο χρησιμοποιούσαν το σύστημα των κλειστών χωραφιών όπου κάθε χωράφι είχε γύρο του ένα φράκτη και συνήθως ακολουθούσε το σύστημα ένα χρόνο σπορά-ένα χρόνο αγρανάπωση. Γενικά όμως αυτό που λέμε αγροτική επανάσταση έγινε κυρίως στις περιοχές που είχαν ανοικτά χωράφια.

Η πρώτη πραγματική μηχανή με κάποιο μηχανισμό που χρησιμοποιήθηκε για την γεωργία ήταν η μηχανή φυτέματος. Κάτι τέτοιο πρέπει να ήταν γνωστό και στην αρχαία Βαβυλωνία, αλλά είχε χαθεί. Στη Δυτική Ευρώπη το φύτεμα γινόταν με το χέρι μέχρι περίπου το 18^ο αιώνα. Ο Jethro Tull ήταν ο πρώτος που έκανε ένα πετυχημένο μηχάνημα που άνοιγε τρύπες και έριχνε μέσα στο σπόρο και ανέπτυξε ένα σύστημα βοτανίσματος με συσκευή που παρασυρόταν από άλογο και για το σκοπό αυτό έπρεπε να φυτευτούν τα φυτά σε σειρές (⁷Cardwell D.,2004).

⁷Cardwell D.,2004,*Ιστορία της Τεχνολογίας*,Μεταίχμιο,Αθήνα

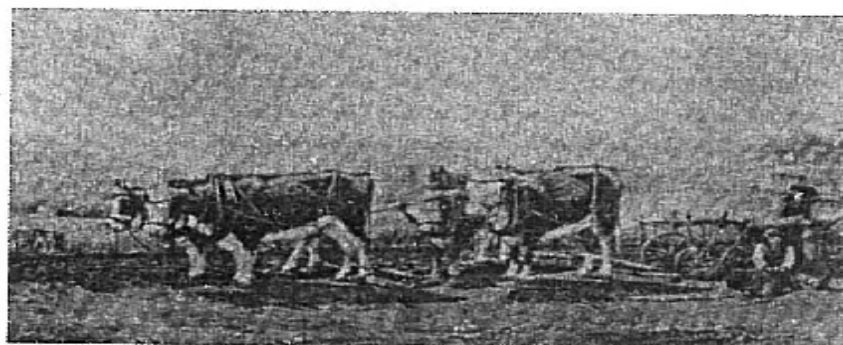
Ο Coke ήταν ένας άλλος ήρωας της αγροτικής επανάστασης. Αυτός ανέπτυξε στην περιφέρεια του Νόρφολκ στην Αγγλία, το σύστημα με τις τέσσερις εναλλασσόμενες σπορές. Αυτό αύξησε πολύ την παραγωγή ακόμη και για τον απλό λόγο ότι η αγρανάπαυση γινόταν μια φορά στα πέντε χρόνια αντί να γίνεται χρόνο παρά χρόνο. Αυτό έδωσε τη δυνατότητα να υπάρξει μεγαλύτερη παραγωγή κρέατος όπως επίσης η αύξηση της διαθέσιμης κοπριάς έδωσε τη δυνατότητα για μεγαλύτερη παραγωγή.



Σχήμα 1.3. Μηχανή φυτεύματος Jethro Tull.

Αλλά η δραστική βελτίωση έγινε στο αλέτρι. Τα αλέτρια που αναπτύχθηκαν την εποχή αυτή διακρινόταν σε μονά και διπλά, τα μονά γύριζαν το χώμα προς τις δύο πλευρές. Ακόμη προστέθηκαν και το τροχοί για να καθορίζεται έτσι με ακρίβεια το βάθος του οργώματος.

Ενώ όμως η σπορά και το όργωμα είχαν βελτιωθεί πάρα πολύ μηχανικά, ο θερισμός γινόταν ακόμη με το χέρι με το γνωστό δρεπάνι. Κατά τα τέλη του 18^{ου} αιώνα είχαν γίνει μερικές προσπάθειες για να κατασκευαστεί μια θεριστική μηχανή αλλά μόνο μεταξύ 1820 και 1830 αναπτύχθηκε μια πρακτικά χρήσιμη μηχανή του Bell στη Σκωτία καθώς και η φημισμένη θεριστική μηχανή του Mac Cormick στην Αμερική (1834). Κατασκευάστηκε ακόμη την εποχή εκείνη και μια λιχνιστική μηχανή που δεν είχε όμως πολύ πλατειά χρήση.



Σχήμα 1.4. Όργωμα με διπλό αλέτρι, Αγγλία του 1800.



Σχήμα 1.5. Θερισμός με δρεπάνι, 18^{ος} αιώνας.

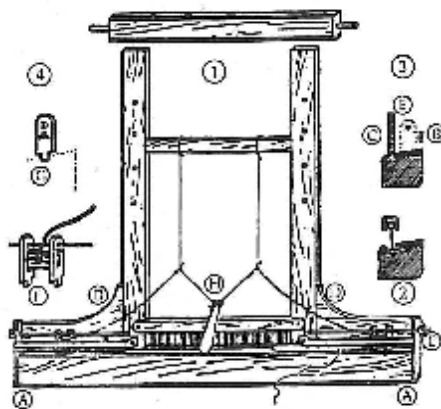
Η κοινωνία επηρεάστηκε βέβαια πολύ από τις αλλαγές στην αγροτική παραγωγή και όπως μπορούσε να περιμένει κανείς περισσότερο στην Αγγλία όπου η βιομηχανική επανάσταση είχε οδηγήσει σε μεγάλη συγκέντρωση του πληθυσμού που παράλληλα γνώριζε τεράστια αύξηση. Υπήρχαν βέβαια πάντοτε στην ύπαιθρο άνθρωποι χωρίς γη αλλά η κίνηση για το κλείσιμο της γης και την εντατική αγροτική εκμετάλλευση χρειαζόταν μεγάλα κεφάλαια και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη συγκέντρωση της γης σε λίγους και την τεράστια αύξηση των ανθρώπων που είχαν γη. Στο τέλος του 18^{ου} αιώνα υπήρχαν στην ύπαιθρο άνθρωποι οι ιδιοκτήτες της γης, οι ενοικιαστές και οι εργάτες. Υπήρχαν βέβαια ακόμη αγρότες με μικρές ιδιοκτησίες αλλά η μεγάλη πλειοψηφία ανήκε στις τρεις παραπάνω κατηγορίες. Είναι ειρωνικό ότι η αγροτική επανάσταση είχε σαν αποτέλεσμα την παραγωγή πολύ περισσότερης τροφής αλλά βέβαια παράλληλα υπήρχαν πολύ περισσότεροι άνθρωποι για να την καταναλώσουν που μεγάλο μέρος τους δούλευαν στη βιομηχανία. Για την μεγάλη πλειοψηφία του πληθυσμού οι νέες μέθοδοι παραγωγής δεν έκαναν τίποτα. Οι φτωχοί έγιναν φτωχότεροι παρά την αισιόδοξη διαπίστωση ότι το γενικό επίπεδο ζωής είχε αυξηθεί. Έτσι ενώ οι αριθμοί ευημερούσαν οι άνθρωποι υπέφεραν όλο και περισσότερο.

1.4. Υφαντουργία

Η υφαντουργία ήταν το ξεκίνημα της βιομηχανικής επανάστασης και ακόμη η χρησιμοποίηση της μηχανικής ενέργειας στην υφαντουργία ήταν εκείνο το στοιχείο που της έδωσε τις δυνατότητες να αναπτυχθεί. Η ανάπτυξη της υφαντουργίας στην περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης ήταν το στοιχείο εκείνο που ξεκίνησε τη μεγάλη αυτή διαδικασία

που έφερε τόσο μεγάλες αλλαγές στη δυτική κοινωνία. Οι βιομηχανίες οργανώθηκαν πάνω στη βάση του συστήματος του εμπόρου-εργοδότη. Βέβαια υπήρχε μια σχετική καθυστέρηση στη μηχανοποίηση της κλώσης και της ύφανσης πράγμα που οφειλόταν σε τεχνικές δυσκολίες που υπήρχαν εκείνη την εποχή στον έλεγχο της κίνησης που χρειάζονται αυτές οι διαδικασίες. Την εποχή εκείνη στην Ευρώπη έγιναν σημαντικές ανακαλύψεις στις μηχανές που ξεκίνησαν από την κατασκευή ρολογιών. Αυτό έδωσε τη δυνατότητα να μελετηθούν αναλυτικά και τα γρανάζια και το εκκρεμές και να μπου οι βάσεις για μια πιο ορθολογική κατασκευή μηχανών. Από αυτές τις συγκυρίες βοηθήθηκαν όλες οι διαδικασίες μηχανοκατασκευών και η ανάπτυξη των υφαντουργικών μηχανών.

Η ανακάλυψη από τον Kay της ιπτάμενης σαΐτας έδωσε μια ώθηση στις έρευνες για την μηχανοποίηση της κλώσης διότι η αύξηση της απόδοσης των αργαλειών που έφερε η ιπτάμενη σαΐτα έκανε αναγκαία την τεράστια αύξηση της παραγωγής του νήματος έτσι που να είναι αναγκαία η ανάλογη αύξηση της αποδοτικότητας στα συστήματα κλώσης.



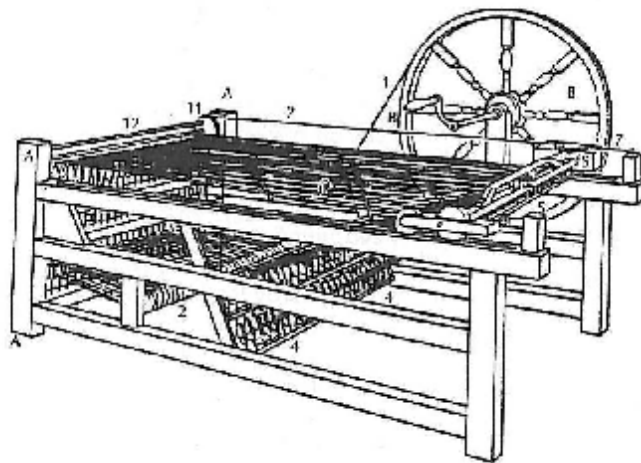
Σχήμα 1.6. Ιπτάμενη σαΐτα του Kay

Έχει υποστηριχθεί ότι η κλώστρια εφευρέθηκε από τον Wyatt γύρω στο 1730 και ότι ένα μικρό μοντέλο της λειτούργησε στην πραγματικότητα στο Sutton Coldfield στα 1733. Το γεγονός αυτό δεν έχει αποδειχθεί. Η εφεύρεση για την οποία μιλήσαμε παραπάνω είχε δοθεί στον Paul που ήταν συνεργάτης του Wyatt το 1738. Δεν υπάρχει σχέδιο αυτού του μηχανήματος αλλά υπάρχει μια περιγραφή που περιέχει περισσότερο από ένα ζευγάρι κυλίνδρων, που σημαίνει δηλαδή ότι ήταν δυνατή η κλώση περισσότερων από μιας κλωστής κατά τον ίδιο χρόνο.

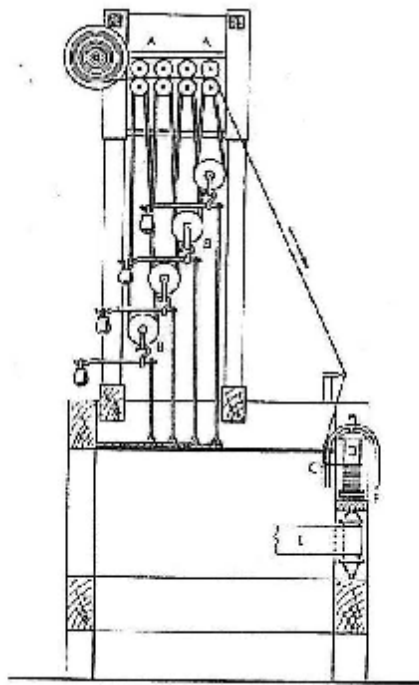
Η πρώτη τέτοια μηχανή κατασκευάστηκε στο Λονδίνο το 1740 και τα ακόλουθα χρόνια κι άλλες μηχανές κατασκευάστηκαν σε άλλα μέρη της Αγγλίας. Οι εφευρέτες των μηχανών αυτών δεν ήταν σίγουροι για την λειτουργία τους και έτσι εγκαταλείφθηκε η ιδέα του τραβήγματος του φυτίλιού ανάμεσα στους κυλίνδρους.

Εργασίες σε μηχανές τύπου carding άρχισαν από τον Paul και τον Bourne γύρω στα 1745 και είχαν διάφορες αρχές λειτουργίας αλλά με βασική αρχή ότι ολόκληρη η διαδικασία παραγωγής του νήματος μπορούσε να μηχανοποιηθεί. Το κύριο μέρος της διαδικασίας ήταν ότι το φυτίλι περνούσε από μια προκαταρκτική διαδικασία κλώσης έτσι που να γίνεται μια πρώτη μορφή νήματος χοντρικά κατεργασμένου.

Γύρω στα 1750 η βιομηχανία του βαμβακιού είχε αρχίσει να αναπτύσσεται πολύ γρήγορα έτσι που να υπάρχει πολύ μεγάλη ανάγκη για σημαντικές βελτιώσεις στην παραγωγικότητα και στην ποιότητα των μηχανών κλώσης.



Σχήμα 1.7. Μηχανή του Hargreaves.



Σχήμα 1.8. Τομή κλώστριας. Οι κύλινδροι A-A γυρίζουν με διαδοχικά μεγαλύτερες ταχύτητες. Το περιστρεφόμενο στοιχείο C στρίβει το νήμα που τελικά τυλίγεται στο μασούρι D.

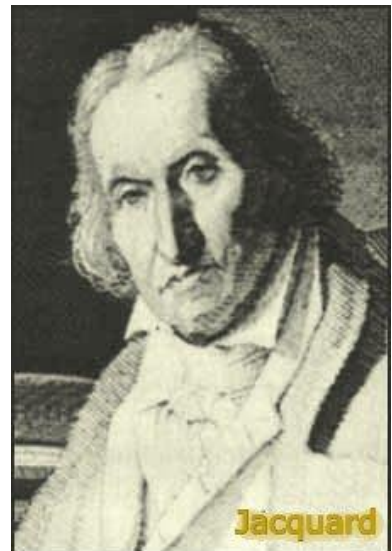
Κατά τα επόμενα χρόνια υπήρχαν πολλές εφευρέσεις από τις κυριότερες κλωστικές μηχανές αυτής της εποχής. Η μηχανή του Hargraves που φαίνεται στα σχήματα 1.7. 1.8. κατασκευάστηκε από το 1764 ως 1779. Οι δύο μηχανές που δείχνονται στα παραπάνω σχήματα δεν είναι όμοιες αλλά συμπληρώνουν η μία την άλλη. Η μηχανοποίηση της κλώσης αναπτύχθηκε παραπέρα στα 1770 με την μηχανή του Arkwright που λειτουργούσε με έναν υδροτροχό. Η βασική ιδιότητα αυτής της μηχανής ήταν ότι μπορούσε να τραβάει βαμβάκι να το στρίβει μέσα από ζευγάρια κυλίνδρων όπως είπαμε και πρωτύτερα με διαδοχικά μεγαλύτερες ταχύτητες και περνώντας τα τελικά από ένα βραχίονα περιστρεφόμενο πριν τυλιχτούν γύρω από την μπομπίνα. Η πρώτη μηχανή του Arkwright είχε τέσσερις μπομπίνες. Επειδή η διαδικασία στη μηχανή του Arkwright ήταν συνεχής η μηχανή αυτή ήταν μηχανικά ανώτερη από αυτές που την ακολούθησαν αλλά δεν μπορούσε να παράγει πολύ λεπτές κλωστές, γιατί τα νήματα δεν στρίβονταν πριν τραβηχτούν πρώτα. Η μηχανή του Hargraves που είδαμε, έκανε καλύτερα αυτή τη δουλειά διότι ακολουθούσε σχεδόν πιστά το χειροκίνητο κλώσιμο. Τελικά στα 1780 ο Samuel Crompton κατασκεύασε μια μηχανή που ήταν συνδυασμός των προηγούμενων μηχανών. Στη μηχανή του Crompton τα σφονδύλια ήταν τοποθετημένα σε ένα φορείο κινούμενο που αρχικά δούλευε με το χέρι και αργότερα στα 1825 είχε μηχανοποιηθεί και μπορούσε να παράγει πολύ λεπτά νήματα.

Μέχρι το 1810 η ύφανση γινόταν βασικά με το χέρι στους αργαλειούς. Η ανάπτυξη του μηχανοποίητου αργαλειού σημειώνει τη μετάβαση σε μια άλλη φάση της βιομηχανικής επανάστασης στην οποία η παραγωγή του υφάσματος είχε εντελώς βιομηχανοποιηθεί.

1.4.1. Αργαλειός Jacquard

Έτσι ο 19ος αιώνας ξεκινάει με μία εφεύρεση του Γάλλου Joseph-Marie Jacquard (Ζακάρ, 1752-1834), η οποία αυτοματοποίησε σημαντικά την υφαντουργία και προκάλεσε νεότερες παραγωγικές και κοινωνικές ανακατατάξεις (⁸Mumford Lewis,1997). Ο Ζακάρ δούλευε από μικρός στην επιχείρηση του πατέρα του που διέθετε μερικούς αργαλειούς και έμαθε νωρίς τις σχετικές εργασίες. Επειδή τον κούραζε όμως η μονότονη δουλειά στον αργαλειό, προτίμησε να εκπαιδευτεί στη βιβλιοδεσία.

Όταν πέθανε ο πατέρας του, ο Ζακάρ κληρονόμησε τη βιοτεχνία στη Λυών, την οποία και προσπάθησε να αναπτύξει. Μετά από μια ολική καταστροφή κτηρίων και μηχανημάτων στην περίοδο της γαλλικής επανάστασης, η προσπάθεια του Ζακάρ για ανασυγκρότηση και βελτίωση συνεχίστηκε το 1795, οπότε διάφοροι χρηματοδότες ενδιαφέρθηκαν να συμβάλουν στην κατασκευή ενός νέου αργαλειού που τους είχε υποσχεθεί. Σε πρώτη φάση βελτίωσε ο δαιμόνιος τεχνικός γνωστούς αργαλειούς από την Αγγλία και την Αυστρία και τελικά, το 1804, παρουσίασε μία νέα τεχνική ύφανσης, με τη βοήθεια της οποίας μετακινούνταν οι στήμονες κατάλληλα, ώστε το υφάδι να δημιουργεί στο ύφασμα σχέδια οποιασδήποτε περιπλοκότητας.



Η τεχνική αυτή στηριζόταν σε μια ατέρμονη ταινία από κάρτες, κάθε μία από τις οποίες είχε οπές. Επάνω σε κάθε κάρτα πάταγαν τα στενόμακρα βαρίδια που βρίσκονταν στο άκρο νημάτων και, όπου τα βαρίδια συναντούσαν οπή, προχωρούσαν και τραβούσαν το αντίστοιχο στήμονα στο άκρο του νήματος. Όπου δεν υπήρχε οπή, το βαρίδι σταματούσε εκεί και ο στήμονας έμενε στη θέση του. Έτσι δημιουργήθηκε μία περίπλοκη αλλά σαφώς προμελετημένη σχέση θέσεων μεταξύ των στημόνων και το υφάδι που περνούσε ανάμεσά τους, δημιουργούσε τα σχέδια στο ύφασμα. Επειδή η ταινία ήταν ατέρμων, τα σχέδια επαναλαμβάνονταν στο ύφασμα περιοδικά.

Προφανώς η ταινία μπορούσε να αλλαχθεί και να δημιουργηθούν έτσι νέα σχέδια στα υφάσματα, πράγμα για το οποίο ήταν αρμόδιοι καλλιτέχνες, εκπαιδευμένοι στη σχεδίαση υφασμάτων. Αυτή η «μηχανή Ζακάρ» ήταν και η πρώτη στην Ιστορία της Τεχνικής που λειτουργούσε με προγραμματισμό και όλη αυτή η διαδικασία παραγωγής ήταν το πρώτο

βήμα για τις αυτοματοποιημένες μηχανές. Μάλιστα, σήμερα αναγνωρίζουμε στην επινόηση του Ζακάρ τα πρώτα βήματα της ψηφιοποίησης λειτουργιών. Κάθε οπή στην κάρτα της ταινίας Ζακάρ αντιστοιχεί στο **1** και κάθε απουσία οπής στο **0** του δυαδικού αριθμητικού συστήματος.

Ο Ναπολέων ήταν ενθουσιασμένος από τη σημαντική αυτή εφεύρεση του Ζακάρ και προσπάθησε το 1806 να την εισαγάγει σε όλες τις μονάδες παραγωγής στη Γαλλία. Συνάντησε όμως τη σκληρή αντίδραση των συντεχνιών, όπως περιγράψαμε στα προηγούμενα για την Αγγλία, γιατί έβλεπαν ότι χάνονται έτσι θέσεις εργασίας. Μάλιστα, ο Ζακάρ οδηγήθηκε κατηγορούμενος στα δικαστήρια, επειδή η εφεύρεσή του άρχισε να διαδίδεται στην Αγγλία. Το δικαστήριο αθώωσε τον Ζακάρ και η εφεύρεσή του πήρε σταδιακά το δρόμο της υλοποίησης.

Με τον αυτοματοποιημένο αργαλειό του Ζακάρ έγινε δυνατόν, τα ακριβά υφάσματα με σχέδια που δημιουργούσαν παλαιότερα υφάντρες υψηλής εξειδίκευσεως χειρονακτικά, να παράγονται πλέον αυτόματα και με σχετικά χαμηλό κόστος. Ένα προϊόν που προοριζόταν αρχικά για τις κυρίες της υψηλής κοινωνίας, έγινε με την εφεύρεση του Ζακάρ αντικείμενο ευρείας κατανάλωσης για τη μεσαία τάξη, κάτι που έδωσε σημαντική ώθηση στην παραγωγή. Ταυτόχρονα όμως, η μηχανή του Ζακάρ εξαφάνισε πολλές θέσεις εργασίας και προκάλεσε σημαντικές κοινωνικές αντιπαραθέσεις.

⁸Mumford Lewis, 1997, *Τέχνη και Τεχνική*, Νησίδες, Αθήνα .

2 Εφαρμογές της ατμοκίνησης

Γενικά

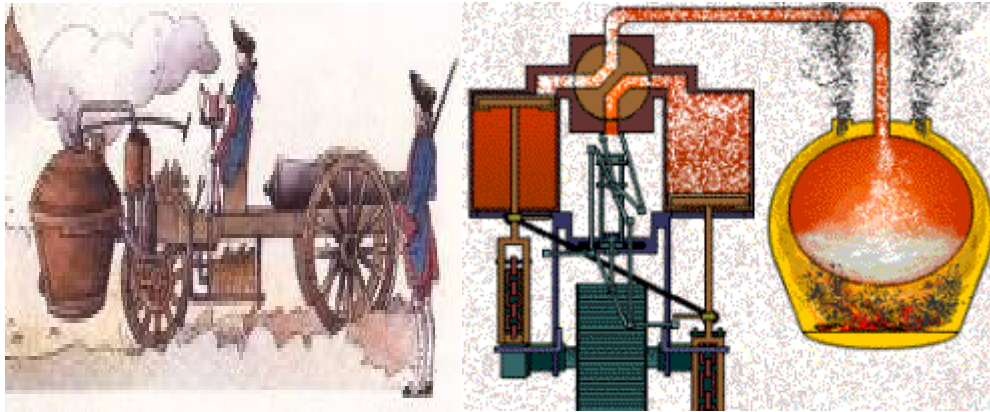
Οι πρώτες ατμομηχανές χρησιμοποιήθηκαν, όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, για την κίνηση αντλιών σε ορυχεία, αλλά και σε διάφορες μονάδες παραγωγής με κλωστοϋφαντουργικές μηχανές, εργαλειομηχανές κ.α., η ιδέα να χρησιμοποιηθούν αυτές οι μηχανές για τη μεταφορά προσωπικού και αγαθών δεν ήταν μακριά. Οι πρώτες ατμομηχανές απετέλεσαν λοιπόν κίνητρο για την κατασκευή αυτοκινούμενων οχημάτων.

2.1. Ατμοκινούμενα χερσαία οχήματα

Το όραμα όλων των τεχνικών και ερευνητών για κατασκευή αυτοκινούμενου «μικρού» οχήματος ήταν ισχυρό, τα διαθέσιμα τεχνικά μέσα ήταν όμως ανεπαρκή. Ήδη κατά το Μεσαίωνα παρουσιάστηκαν οχήματα, των οποίων τους τροχούς κινούσε ένας ανεμόμυλος, άλλοι σκέφτηκαν να «αξιοποιήσουν» τη μυϊκή δύναμη των ανθρώπων, δηλαδή των δούλων. Ο Leonardo da Vinci σχεδίασε επίσης ένα όχημα, το οποίο θα κινούσε με μοχλούς ο οδηγός του, ίσως και κάποιος βοηθός. Ο άνθρωπος μπορεί να διαθέσει όμως με το σώμα του μια σταθερή ισχύ της τάξης των 70 W, η οποία είναι ανεπαρκής για να διατηρηθεί σε κίνηση για μακρύ χρονικό διάστημα και με αξιόλογη ταχύτητα ένα τετράτροχο όχημα με επιβάτη. Δεν ήταν λοιπόν δυνατή η κατασκευή αυτοκινούμενου οχήματος, αν δεν υπήρχε κατάλληλη κινητήρια μηχανή. Ο Νεύτωνας είχε σχεδιάσει επίσης ένα ατμοκινούμενο βαγόνι (steam carriage), του οποίου η λειτουργία θα στηριζόταν στην αρχή της ατμώθησης. Στις σημειώσεις που βρέθηκαν μετά το θάνατό του υπήρχαν όμως μόνο σκίτσα και πουθενά περιγραφές και υπολογισμοί. Σίγουρα δεν έγινε ποτέ κάποια σχετική κατασκευή.

Πρώτη κατασκευή τέτοιου είδους που λειτούργησε, ήταν ένας αυτοκινούμενος κιλλίβαντας πυροβόλου που ανέθεσε το έτος 1764 ο γαλλικός στρατός στον Nicolas Joseph Cugnot (Κουνιό, 1725-1804). Ο Κουνιό προσπάθησε να περιορίσει το μέγεθος της ατμομηχανής που χρησιμοποιείτο ήδη σε βιομηχανίες και ορυχεία και πέτυχε να κατασκευάσει ένα αυτοκινούμενο «τέρας», το οποίο ανέπτυξε μέγιστη ταχύτητα περί τα 4,5 km/h και απαιτούσε να ανεφοδιάζεται με νερό περίπου ανά δώδεκα λεπτά. Ο θόρυβος και ο καπνός που εξέπεμπε αυτή η μηχανική χελώνα πρέπει να διασκέδαζε πολύ τους κατοίκους του

Παρισιού, οι οποίοι έβλεπαν όμως το πρώτο αυτοκινούμενο όχημα στην ιστορία. Τον Απρίλιο του 1770 οδήγησε ο Κουνιό το όχημά του από το Παρίσι στο Βενσέν, με μέση ταχύτητα 4 km/h.



Σχήμα 2.1.Αυτοκινούμενος κιλίβαντας με ατμομηχανή Κουνιό και σχηματική παράσταση λειτουργίας.

Τα οικονομικά προβλήματα και οι πολιτικές ανακατατάξεις της εποχής εμπόδισαν όμως τη χρηματοδότηση για βελτίωση αυτού του οχήματος, το οποίο ήταν πολύ δυσκίνητο και έτσι η κατασκευή του Κουνιό ξεχάστηκε (⁹Ashton T.S,2007). Πρέπει να επισημάνουμε βέβαια ότι εκείνη την εποχή έπρεπε να επινοηθούν από την αρχή όλα τα τεχνικά συστήματα ενός αυτοκινούμενου οχήματος, σύστημα οδήγησης, πέδησης κλπ. Σε διάφορα ευρωπαϊκά μουσεία υπάρχουν σύγχρονες ανακατασκευές του οχήματος του Κουνιό.

Σε όλη την περίοδο που εξετάζουμε η παλινδρομική ατμομηχανή βρίσκεται στο κέντρο του ενδιαφέροντος. Την ίδια χρονιά (1770) οι ατμοσφαιρικές μηχανές του Newcomen είχαν τη μορφή βασικά που τους είχε δώσει ο εφευρέτης τους.

⁹Ashton T.S,2007,*Η βιομηχανική επανάσταση*,Τόπος.

Ένας φημισμένος Άγγλος ο John Smeaton έκανε έναν αριθμό από μικρές βελτιώσεις στη μηχανή του Newcomen που είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμικής απόδοσης από το αρχικό μισό τοις εκατό % σε περίπου 1%. Στα 1774 μια μηχανή που σχεδιάστηκε από τον Smeaton έδωσε μια θερμική απόδοση περισσότερο από 1,1% σε δοκιμές. Είχε έναν κύλινδρο με διάμετρο περίπου 1,30 μέτρα και είχε κατασκευαστεί για την άντληση νερού. Η κατασκευή αυτή είχε γίνει πολύ πιο προσεκτικά από παλιότερες μηχανές, ιδιαίτερα ο κύλινδρος που είχε τορνευτεί σε μια ειδική μηχανή που κατασκευάστηκε από τον Smeaton γι' αυτό το σκοπό ενώ το έμβολο είχε στεγανοποιηθεί με σχοινί για να ελαχιστοποιεί τη διαρροή κατά τη διάρκεια της κίνησης του εμβόλου. Τρία χρόνια αργότερα ο Smeaton κατασκεύασε μια ατμοσφαιρική μηχανή 60 ίππων στη Ρωσία.

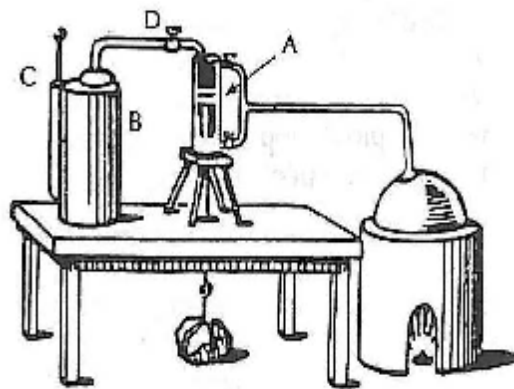
Από τη βασική αρχή της κατασκευής της η μηχανή του Newcomen είχε το μειονέκτημα ότι μπορούσε να παράγει έργο μόνο κατά τη μια διαδρομή του εμβόλου ήταν δηλαδή μια μηχανή απλής ενέργειας. Η κατασκευή της μηχανής δεν επέτρεπε να λειτουργήσει κατά την άλλη κατεύθυνση. Για να κάνουν περιστροφική κίνηση αντλούσαν νερό με μια τέτοια μηχανή σε ένα δοχείο και από εκεί το νερό έτρεχε και γύριζε έναν υδροτροχό ο οποίος τότε είχε συνεχή λειτουργία. Με τέτοια συστήματα μπορούσαν να λειτουργούν υφαντουργικές μηχανές.

Ένα μεγάλο βήμα για την ανάπτυξη της ατμομηχανής έγινε από τον James Watt στα 1769 όταν πήρε την πατέντα του για τον χωριστό συμπυκνωτή. Ο Watt ήταν ένας κατασκευαστής μαθηματικών οργάνων στο Πανεπιστήμιο της Γλασκόβης και του είχε δοθεί ένα μοντέλο της μηχανής του Newcomen για επισκευή. Η μηχανή αυτή κατανάλωνε τόσο πολύ ατμό που δεν μπορούσε να λειτουργεί περισσότερο από μερικά λεπτά κάθε φορά. Είδε τότε ο Watt ότι δεν ήταν αποδοτικό να βάζουμε στον κύλινδρο διαδοχικά τροφοδοσία ατμού και μετά ζεστού νερού αλλά θα έπρεπε ο κύλινδρος να διατηρείται ζεστός όλο το χρόνο έτσι που να μην χρησιμοποιείται ατμός για να ξαναζεστάνει τον κύλινδρο σε κάθε κύκλο. Έτσι έφτιαξε γύρω από τον κύλινδρο ένα θύλακα ατμού, κατήργησε το δακτύλιο του νερού στο πάνω μέρος του εμβόλου, τοποθέτησε ένα καπάκι με μια τρύπα και δαχτυλίδια στεγανότητας για τη ράβδο του εμβόλου και χρησιμοποίησε ατμό με πίεση αντί για την ατμόσφαιρα για να κινεί το έμβολο προς τα κάτω.

Η βασική εφεύρεση ήταν η συμπύκνωση του ατμού όχι στον κύλινδρο κάτω από το έμβολο αλλά σε ένα χωριστό δοχείο που ήταν συνδεδεμένο με τον κύλινδρο με ένα σωλήνα και ανάμεσα τους μια βαλβίδα. Όταν σκέφτηκε αυτή την ιδέα δεν ήταν βέβαιος πόσο γρήγορα θα μπορούσε ο ατμός να φτάσει στο άδειο δοχείο για να συμπυκνωθεί και έτσι έκανε ένα

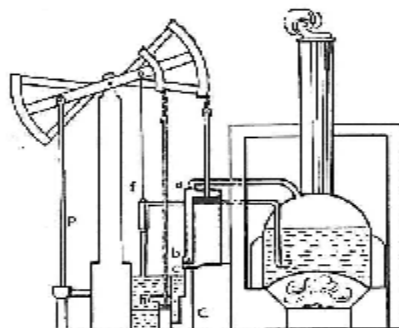
μοντέλο για να το δοκιμάσει. Τα αποτελέσματα άλλαξαν τη μορφή της ανάπτυξης των μηχανών.

Το μοντέλο αυτό έχει πολύ μεγάλη ιστορική σημασία και για το λόγο αυτό ότι ήταν ένα από τα πρώτα μοντέλα πειραματικών συσκευών για τεχνολογική έρευνα. Φαίνεται διαγραμματικά στο Σχήμα 2.2. όπου A είναι ο κύλινδρος που έχει το έμβολο, B είναι ο συμπυκνωτής, C είναι αεραντλία για την αφαίρεση του αέρα πριν αρχίσει το πείραμα και D είναι η βάννα για την είσοδο του ατμού από τον κύλινδρο προς τον συμπυκνωτή. Όταν άνοιγε η βάννα το έμβολο ανέβαινε και σήκωνε το βάρος.

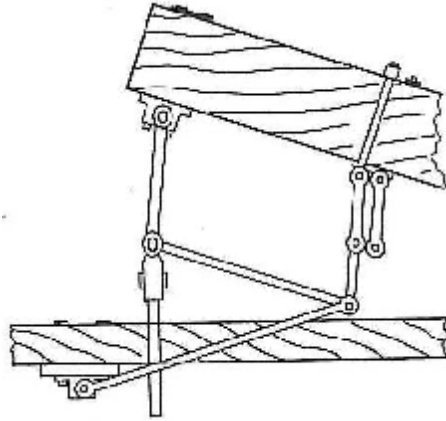


Σχήμα 2.2. Πειραματικό μοντέλο του Watt.

Από τα 1775-1800, όταν πήρε σύνταξη, ο James Watt έκανε πολλές βασικές αλλαγές στο σχέδιο της μηχανής συμπύκνωσης. Όλες οι μηχανές του ήταν μηχανές τύπου δοκού.

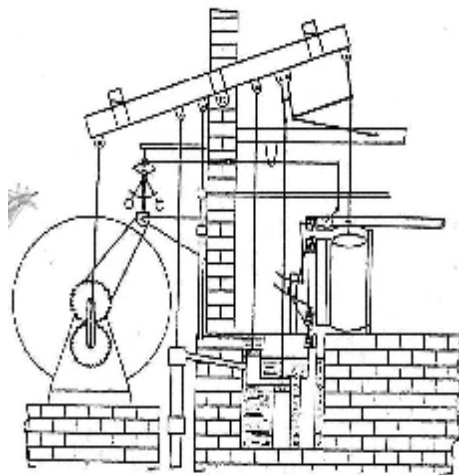


Σχήμα 2.3. Μηχανή του Watt απλής ενέργειας.



Σχήμα 2.4.Μηχανισμός παράλληλης κίνησης του Watt.

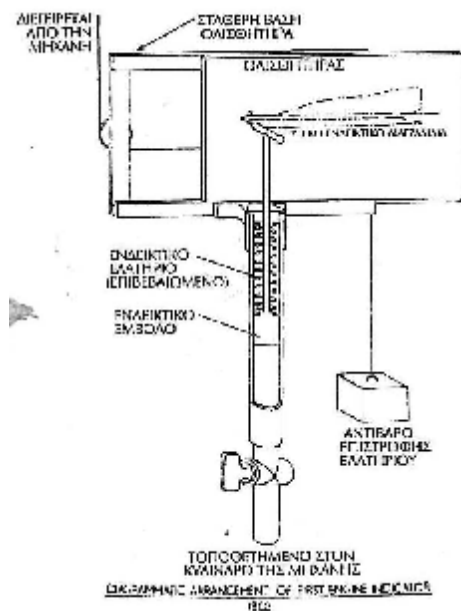
Έφτιαξε τη μηχανή διπλής ενέργειας (Σχήμα 2.5.) και την παράλληλη κίνηση (Σχήμα 2.4.) έτσι που και η δύναμη προς τα πάνω να μπορεί να εφαρμοστεί στη δοκό. Κατασκεύασε τον φυγόκεντρο ρυθμιστή της ταχύτητας της μηχανής. Χρησιμοποίησε τη διαστολή του ατμού για την παραγωγή έργου κόβοντας την παροχή από το καζάνι πριν από το τέλος της διαδρομής. Χρησιμοποίησε μια αεραντλία που έπαιρνε κίνηση από τη δοκό από τον συμπυκνωτή. Και επειδή προβλήματα ευρεσιτεχνιών τον εμπόδιζαν να χρησιμοποιήσει διωστήρα και στρόφαλο για να αποκτήσει περιστροφική κίνηση έκανε μια κατασκευή με γρανάζια γι' αυτή τη δουλειά.



Σχήμα 2.5. Μηχανή Watt διπλής ενέργειας

Ο Watt συνδύασε σε ένα μεγάλο βαθμό τις ιδιότητες του επιστήμονα και του πρακτικού μηχανικού. Αυτές οι ιδιότητες του James Watt συνδυάστηκαν με τις εμπορικές ικανότητες του Boulton για να γίνει η εταιρεία Boulton & Watt που αποδείχθηκε ιδιαίτερα επιτυχημένη. Την περίοδο από το 1775-1800 η εταιρεία αυτή κατασκεύασε 496 μηχανές από τις οποίες 308 ήταν περιστροφικές, 164 κινούσαν αντλίες και 24 χρησιμοποιούνταν για φουσητήρες.

Το πιο διαρκές επίτευγμα του Watt στον επιστημονικό τομέα ήταν η εισαγωγή μιας μονάδας ισχύος ή του ρυθμού της παραγωγής μηχανικού έργου. Πρότεινε τον όρο ιπποδύναμη (75 χιλιογραμμόμετρα ανά δευτερόλεπτο) βρίσκοντας πειραματικά ότι ένας μέσος ίππος μπορούσε να κάνει περίπου 2/3 αυτής της ισχύος, έκανε δηλαδή τη μονάδα του της ισχύος 50% περισσότερη από την μέση ισχύ ενός πραγματικού ίππου. Ο Watt επίσης ήταν αυτός που διέκρινε τη λανθάνουσα θερμότητα του ατμού και κατασκεύασε την πρώτη ενδεικτική συσκευή της ατμομηχανής που την χρησιμοποίησε για να λειτουργεί στις βαλβίδες της μηχανής του, Σχήμα 2.6. Είχε έναν ιδιαίτερο φόβο για τις υψηλές πιέσεις του ατμού και δεν ήθελε να τις χρησιμοποιήσει διότι ο λέβητας μπορούσε να εκραγεί κάτω από υψηλές πιέσεις, κάτι που δεν ήταν πολύ σπάνιο.



Σχήμα 2.6. Ενδεικτική συσκευή του Watt.

Πολλές βελτιώσεις στην μηχανή του Watt έκανε ο Murdock που σε όλη του τη ζωή εργαζόταν στην εταιρεία Boulton & Watt. Κατασκεύασε πολλές από τις μηχανές της εταιρείας στην Κορνουάλλη και ήταν υπεύθυνος για πολλές από τις βελτιώσεις που έγιναν σε

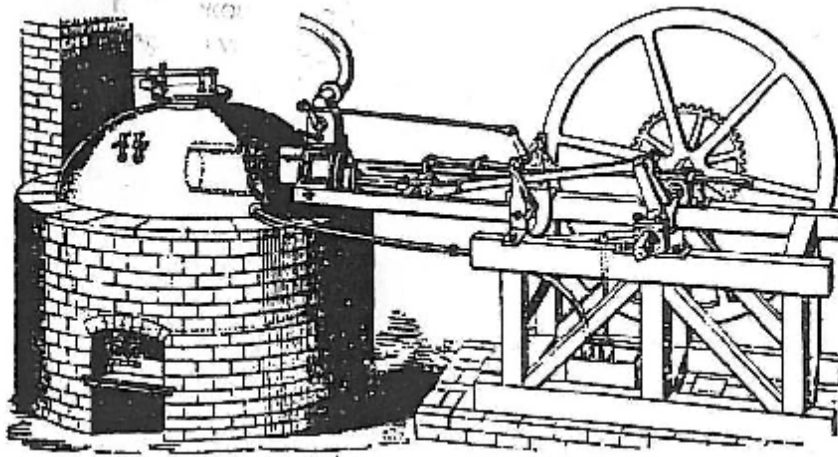
πολλές λεπτομέρειες των μηχανών. Οι κυριότερες εφευρέσεις ήταν το έκκεντρο, η ολισθαίνουσα βαλβίδα και η χρησιμοποίηση του γκαζιού για φωτισμό. Μετά την αποχώρηση από την ενεργό δραστηριότητα του James Watt και τη λήξη των ευρεσιτεχνιών του καθένας πια μπορούσε να συναγωνιστεί την εταιρεία Boulton & Watt στην επισκευή ατμομηχανών.

Ένας πολύ δραστήριος εφευρέτης που μπήκε στο συναγωνισμό εκείνη την εποχή ήταν ο Richard Trevithick που είναι ο πραγματικός εφευρέτης της σιδηροδρομικής ατμομηχανής, της οριζόντιας ατμομηχανής υψηλής πίεσεως και άλλων μηχανών και λεβήτων όπως επίσης των χερσαίων αυτοκινούμενων οχημάτων, τόσο σε ελεύθερο δρόμο, όσο και σε τροχιά. Στο Σχήμα 2.7. βλέπουμε το σχέδιο μιας μηχανής του Trevithick



υψηλής πίεσεως με οριζόντιο κύλινδρο που κατασκεύασε στα 1803 (¹⁰Γαβρόγλου Κων/νος, 2004). Ο κύλινδρος τοποθετείται στο πάνω μέρος του σφαιρικού λέβητα αλλά κατά τα άλλα η μηχανή στα κυριότερα σημεία της δεν είχε σημαντική διαφορά από την οριζόντια μηχανή που επικράτησε για ένα αιώνα μετά. Τον επόμενο χρόνο έγραψε σε ένα φίλο του ότι κοντά 50 από τις μηχανές του ήταν σε λειτουργία μερικές με οριζόντιους και μερικές με κατακόρυφους κυλίνδρους και είχαν χρήση όχι μόνο για την άντληση νερού αλλά και για το άλεσμα καλαμποκιού, την εξόρυξη σιδήρου και την κίνηση μηχανών ζάχαρης.

¹⁰Γαβρόγλου Κων/νος, 2004, *Το παρελθόν των Επιστημών ως Ιστορία*, ΠΕΚ.



Σχήμα 2.7. Οριζόντια ατμομηχανή του Trevithick.

Ο Τρέβιθικ, μετά από νεανικά χρόνια ως παλαιστής, εργάστηκε με τον πατέρα του σε ορυχεία κι εκεί έβαλε ως στόχο του να βελτιώσει την ατμομηχανή του Νιουκόμμεν, κάτι που έκανε παράλληλα και ο Βατ. Πράγματι κατασκεύασε ο Τρέβιθικ μια ατμομηχανή υψηλής πίεσης σε συνεργασία με τον Edward Bull, η οποία μηχανή αξιοποιήθηκε στο ορυχείο.

Με τον καιρό ωρίμασε στο μυαλό του Τρέβιθικ η ιδέα να κατασκευάσει ένα αυτοκινούμενο όχημα, αφού είχε δουλέψει ως μαθητευόμενος δίπλα στον Μέρντοχ. Από το έτος 1796 και μετά κατασκεύασε λοιπόν ο Τρέβιθικ μία μικρή σε όγκο ατμομηχανή υψηλής πίεσης (2,8 bar), γιατί η μηχανή χαμηλής πίεσης του Βατ ήταν ογκώδης. Το 1800 κατακυρώθηκε η ευρεσιτεχνία γι' αυτή τη μηχανή στον Τρέβιθικ και το 1801 παρουσίασε ο εφευρέτης το πρώτο όχημά του, το οποίο είναι και το πρώτο αυτοκινούμενο όχημα που μπορούσε να αντιμετωπίζει ανωφέρειες στους δρόμους. Βέβαια, το όχημα αυτό πήρε το όνομα *Puffing Devil*, δηλαδή «διάβολος» που ξεφυσάει, γιατί ο θόρυβος και ο καπνός του γίνονταν αντιληπτά ήδη από πολλές εκατοντάδες μέτρα.

Χαρακτηριστικό αυτού του οχήματος είναι ότι δεν είχε προβλεφθεί θέση για τον οδηγό, οι κατασκευαστές είχαν στο μυαλό τους τη σταθερή ατμομηχανή, στην οποία απλώς τοποθέτησαν ρόδες. Αποτέλεσμα ήταν να τρέχει ο οδηγός πίσω από το όχημα και να το χειρίζεται. Έτσι κι αλλιώς η μέση ταχύτητά του δεν ήταν σημαντική, αν και η μέγιστη λέγεται

ότι έφτανε τα 8 km/h. Ακόμα και στις σημερινές ανακατασκευές του οχήματος που βρίσκονται σε μουσεία και κυκλοφορούν δοκιμαστικά σε διάφορες επετείες, οι επιβαίνοντες στηρίζονται σε μικρές προεξοχές που δεν υπήρχαν στο αρχικό όχημα.

Λέγεται ότι αυτό το όχημα του Τρέβιθικ καταστράφηκε, όταν ο εφευρέτης το άφησε χωρίς να το επιβλέπει και δεν πρόσεξε ότι είχε εξαντληθεί το απόθεμα νερού στο λέβητα. Στην Αγγλία κυκλοφορούν πολλές ιστορίες για τα έργα και τις επιτυχίες ή αποτυχίες του Τρέβιθικ. Ο εφευρέτης κατασκεύασε και ατμομηχανή πάνω σε τροχίες, για την οποία θα γίνει αναφορά στα επόμενα. Γεγονός είναι ότι ο ίδιος, μάλλον από έλλειψη εμπορικού πνεύματος, απέτυχε οικονομικά και, όταν πέθανε, κηδεύτηκε με έρανο των φίλων.



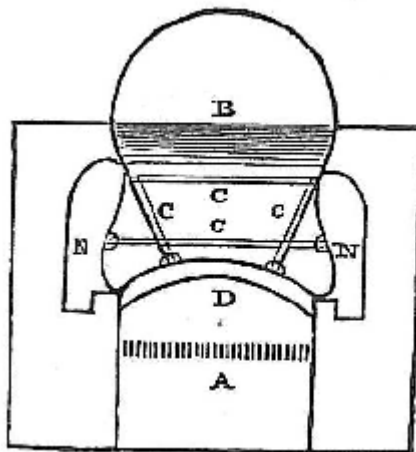
Σύγχρονη ανακατασκευή του οχήματος του Trevithick.

Ένας άλλος μηχανικός στην Αγγλία που εργάστηκε για την ανάπτυξη της ατμομηχανής υψηλής πίεσης ήταν ο Woolf που πρόσθεσε έναν κύλινδρο υψηλής πίεσης σε μια μηχανή που υπήρχε στο Λονδίνο στα 1803. Η τακτική αυτή του να προστίθεται ένας κύλινδρος υψηλής πίεσης σε μια μηχανή τύπου Watt αναπτύχθηκε αργότερα στα 1848 από τον Mc Naught που τοποθέτησε ένα δεύτερο κύλινδρο στην αντίθετη πλευρά της δοκού που έδινε μια δεύτερη παράλληλη κίνηση για τη δοκό και χρησιμοποιούσε ατμό με πίεση περίπου 10 ατμοσφαιρών. Όπως σε όλες τις σύνθετες μηχανές ο ατμός από τον κύλινδρο υψηλής πίεσης εκτονωνόταν

στον κύλινδρο χαμηλής πίεσης πριν να πάει στο συμπυκνωτή και έτσι μπορούμε να πούμε ότι πριν συμπυκνωθεί έδινε δύο φορές έργο.

Η ανάπτυξη της ατμομηχανής έφερε βέβαια και την ανάγκη για την ανάπτυξη καλύτερων λεβήτων που θα μπορούσαν να δώσουν μεγάλα ποσά ατμού σε υψηλές πιέσεις. Στις πρώτες ατμομηχανές οι λέβητες ήταν χάλκινα δοχεία ψησίματος μύρας που είχαν τη φωτιά στο κάτω μέρος. Εξέλιξη αυτής της χύτρας αποτέλεσαν οι κατοπινοί λέβητες. Στη συνέχεια μετά το 1825 άρχισαν να γίνονται λέβητες από σιδερένιες λαμαρίνες καρφωμένες με καρφιά. Η εφεύρεση του Watt έκανε αναγκαία την κατασκευή λεβήτων με μεγαλύτερη απόδοση και μεγαλύτερη θερμαινόμενη επιφάνεια και για να γίνει αυτό κατασκεύασαν λέβητες με αρκετά μεγάλο μήκος που να μοιάζει με την εξέλιξη του λέβητα της ατμομηχανής που όμως δεν μπορούσε να δώσει την εποχή εκείνη πιέσεις παραπάνω από μισή ατμόσφαιρα που όμως ήταν αρκετή πίεση για την μηχανή του Watt.

Σχήμα:2.8.



Σχήμα 2.8 Λέβητας οχημάτων.

Μέσα στα επόμενα 80 χρόνια, μέχρι το 1886 που παρουσίασε ο Carl Friedrich Benz το πρώτο αυτοκινούμενο όχημα με μηχανή εσωτερικής καύσης, κατασκευάστηκαν πάνω από X ατμοκίνητα οχήματα, το ένα καλύτερο από το άλλο, αλλά όλα με το μειονέκτημα του μεγάλου βάρους, του θορύβου και του καπνού. Θα παραθέσουμε εδώ συνοπτικά τα κυριότερα από αυτά τα οχήματα:

- Το έτος 1805 παρουσίασε ο Αμερικάνος Oliver Evans ένα αμφίβιο όχημα. Ο Έβανς ασχολήθηκε από νεαρής ηλικίας με ατμομηχανές και κατασκεύασε ένα όχημα για τους δρόμους της πολιτείας Delaware ήδη το 1786. Δεν φαίνεται να εντυπωσίασε τις αρχές με το κατασκευάσμα του, πιθανόν λόγω του θορύβου και της καπνιάς που εξέπεμπε το όχημά του. Αργότερα, το έτος 1805 πρόσθεσε ο Έβανς μια προπέλα στο 20 τόνων όχημά του και το μετέτρεψε σε αμφίβιο, το οποίο έτσι εκτελούσε μεταφορές για λογαριασμό του Υπουργείου Υγείας. Θεωρείται το πρώτο όχημα που κυκλοφόρησε στις ΗΠΑ.
- Ο Τρέβιθικ είχε δείξει ότι οι μεταλλικοί τροχοί είχαν επαρκή τριβή στο χωμάτινο έδαφος για να κυλήσει ένα όχημα. Ο Άγγλος David Gordon σκέφτηκε όμως μια άλλη λύση, να μιμηθεί τα πόδια του αλόγου κατά την κίνηση του αυτοκινήτου του. Το εντυπωσιακό κατασκευάσμα δεν διατηρήθηκε όμως για πολύ στην κυκλοφορία, αφενός επειδή, λόγω του πολύπλοκου μηχανισμού του, είχε συχνά βλάβες, αφετέρου επειδή προκαλούσε ζημιές στους δρόμους.
- Ένας άλλος Άγγλος, ο Sir Goldsworthy Gurney (1793-1875) ήταν γνωστός τεχνικός της εποχής και εγκατέστησε συστήματα θέρμανσης και φωτισμού στη Βουλή των Κοινοτήτων. Το έτος 1825 κατασκεύασε το πρώτο ατμοκίνητο όχημά του, το οποίο χρησιμοποιούσε στις ανωφέρειες βοηθητικά πόδια, όπως προηγουμένως το όχημα του Γκόρντον. Με το όχημα αυτό πραγματοποίησε ο Γκάρνι πολλά ταξίδια από το Λονδίνο στο Bath. Τόσο όμως το γεγονός ότι κάθε 7 χιλιόμετρα περίπου απαιτείτο ανατροφοδότηση του οχήματος με κάρβουνο και νερό, όσο και επειδή σε ένα ταξίδι υπέστη ο μηχανισμός σημαντική βλάβη και επέστρεψε στο Λονδίνο συρόμενο από άλογα, ανακαταλήφθηκε αυτή η κατασκευή οριστικά

Ένα επόμενο όχημα του Γκάρνι δοκιμάστηκε, τόσο σε δρόμο, όσο και σε σιδηροτροχιές. Στην πραγματικότητα επρόκειτο για μηχανή έλξης μιας παραδοσιακής άμαξας, το όχημα αυτό τοποθετήθηκε δηλαδή στη θέση του αλόγου. Λέγεται ότι στη συρόμενη άμαξα ήταν δυνατόν να επιβαίνουν 18 άτομα, τα οποία θα δέχονταν κατά πρόσωπο όλη την καπνιά της ατμομηχανής. Η μηχανή του Γκάρνι εξεργάγη το 1831, κατά μερικές πληροφορίες λόγω σαμποτάζ, κατ' άλλες όταν προσπάθησαν να το λειτουργήσουν ανεκπαίδευτοι στα μυστικά των ατμομηχανών και έκτοτε δεν

- ανακατασκευάστηκε. Μέχρι την καταστροφή του, το όχημα αυτό είχε κάνει σχεδόν 400 ταξίδια και είχε καλύψει κάπου 6.000 χιλιόμετρα.
- Το πρώτο όχημα του Walter Hancock ήταν τρίκυκλο, τέθηκε σε κυκλοφορία το 1827 και ονομάστηκε «Infant» (νήπιο). Η κίνηση μεταφερόταν από την ατμομηχανή στις ρόδες με αλυσίδα, περίπου όπως σήμερα στα ποδήλατα. Το 1831 εξερράγη ο λέβητας και σκοτώθηκε ο οδηγός, όταν αυτός έκλεισε μια βαλβίδα ασφαλείας για να αυξήσει την πίεση.
- Μετά από αυτό το ατύχημα ο Χάνκοκ κατασκεύασε το 1833 ένα νέο όχημα, το οποίο ονόμασε «Enterprise» (εγχείρημα), ενισχυμένο και προστατευμένο σε σχέση με το προηγούμενο. Στα δρομολόγια που πραγματοποιούσε, έπαιρναν μέρος επιφανείς εκπρόσωποι της επιστήμης και του τύπου, για να ξεπεράσει ο κόσμος τη φοβία του από αυτά τα «ατμοκίνητα άλογα», όπως τα ονόμαζε.
- Το έτος 1833 αποφάσισε ο Dr. Church να δρομολογήσει ένα αυτοκίνητο όχημά του που ονόμασε «Leviathan», στη διαδρομή Οξφόρδη – Μπέρμιγχαμ. Ήταν τρίτροχο, με ελαστικά καλύμματα στους μεταλλικούς τροχούς και έπαιρνε 50 επιβάτες. Είχε δε μοντέρνα για την εποχή διακόσμηση ροκοκό για να προσελκύσει το κοινό, το ποίο δεν έβλεπε με καλό μάτι όλα αυτά τα «διαβολικά κατασκευάσματα». Το όχημα του Τσέρτς πραγματοποίησε μόνο δύο ταξίδια, τα οποία κατέληξαν με βλάβη του οχήματος και επιστροφή του συρόμενο από άλογα.
- Επίσης το έτος 1833 παρουσίασαν ο συνταγματάρχης Francis Macerone και ο John Squire ένα δικής τους εμπνεύσεως ατμοκίνητο όχημα, το οποίο δρομολογήθηκε στα περίπου 35 χιλιόμετρα μεταξύ Λονδίνου και Windsor και μετέφερε 11 επιβάτες σε 2 ώρες. Στη συνέχεια προέκυψαν αντιδικίες μεταξύ των συνεταίρων και η προσπάθεια για δημιουργία μεγάλης κατασκευαστικής εταιρίας έληξε άδοξα.
- Το έτος 1840 κατασκεύασε ο F. Hill από το Κεντ ένα όχημα, το πρώτο με διαφορετικό στον πίσω άξονα. Επιχειρηματικός στόχος του ήταν να επιβληθεί στις συγκοινωνίες και μεταφορές του σιδηροδρόμου που αναπτυσσόταν όλο και περισσότερο - εγχείρημα που απέτυχε σε μικρό χρονικό διάστημα.

Πέρασαν περί τα 15 χρόνια χωρίς αξιόλογη μεταβολή στο χώρο των ατμοκίνητων οχημάτων, μέχρι που ο Thomas Rickett ολοκλήρωσε μια σειρά από τρίκυκλα οχήματα.

- Με τις πρώτες δοκιμές το όχημα αυτό έφτανε μια ταχύτητα 18 km/h, με αξιόλογη σταθερότητα κινήσεως για την εποχή.
- Το έτος 1862 κατασκεύασε ο T. Cowan από το Greenwich ένα όχημα με σχέδια των Yarrow και Hilditches, το οποίο ονομάστηκε «Greenwich» και έφτανε μια ταχύτητα 48 km/h, ανεβαίνοντας σε ανωφέρειες 7% με ταχύτητα 8 km/h. Αυτό ακριβώς το όχημα κίνησε σε μια έκθεση αυτοκινήτων την προσοχή ενός νεαρού γερμανού τεχνικού, του Gottlieb Daimler, ο οποίος 2 δεκαετίες αργότερα παρουσίασε το πρώτο αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης⁽¹⁾ Pacey Arnold, 1996).
- Η μόνη αξιόλογη νέα κατασκευή ατμοκίνητου οχήματος στη δεκαετία του 1870 ήταν αυτή του Γάλλου μηχανικού Amedee Bollee. Ο πατέρας του είχε ιδρύσει ένα εργοστάσιο στην πόλη Mans το έτος 1842, δύο χρόνια πριν γεννηθεί ο Amadee. Τα οχήματα που παρουσίασε ο Bollee στις αρχές της δεκαετίας του 1870 είχαν διάφορες καινοτομίες στον έλεγχο κατεύθυνσης και στη μεταφορά της κίνησης. Το έτος 1875 ταξίδεψε ο κατασκευαστής σε απόσταση 200 km μέχρι το Παρίσι, έχοντας μαζί του και επιβάτες. Στην πρωτεύουσα προκάλεσε το όχημά του σημαντική εντύπωση, δεν έφερε όμως παραγγελίες.

Όλες αυτές οι κατασκευές δείχνουν ότι το πρόβλημα του δυσκίνητου, θορυβώδους και ρυπογόνου ατμοκίνητου οχήματος δεν είχε ξεπεραστεί. Ενώ την ίδια εποχή κυκλοφορούσαν τα τραίνα και τα πλοία μακριά από πυκνοκατοικημένες περιοχές και δεν ενοχλούσαν σημαντικά, τα ατμοκίνητα αυτοκίνητα έπρεπε εκ προδιαγραφής να κυκλοφορήσουν μέσα στις πόλεις και αυτό ακριβώς δημιουργούσε προβλήματα. Ο κινητήρας Stirling που ήταν διαθέσιμος ήδη από το έτος 1816, δεν παρείχε την απαραίτητη σταθερή ισχύ για να κινηθεί ένα ογκώδες όχημα.

Έτσι, όταν μετά τη δεκαετία του 1880 παρουσιάστηκαν τα πρώτα αυτοκίνητα με κινητήρα εσωτερικής καύσης, τα ατμοκίνητα οχήματα που είχαν όλα αυτά τα χρόνια ως ανταγωνιστή μόνο τα ιππήλατα αμάξια και τα ποδήλατα, άρχισαν να υποχωρούν στην Ευρώπη, με εξαίρεση κάποιους ελκυστήρες (τρακτέρ) για αγροτικές και δομικές εργασίες. Στην Αμερική κρατήθηκαν μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, αλλά με τη σταδιακή βελτίωση του βενζινοκινητήρα εγκαταλείφθηκαν κι εδώ οριστικά.

2.2.Ατμοκινούμενα πλοία

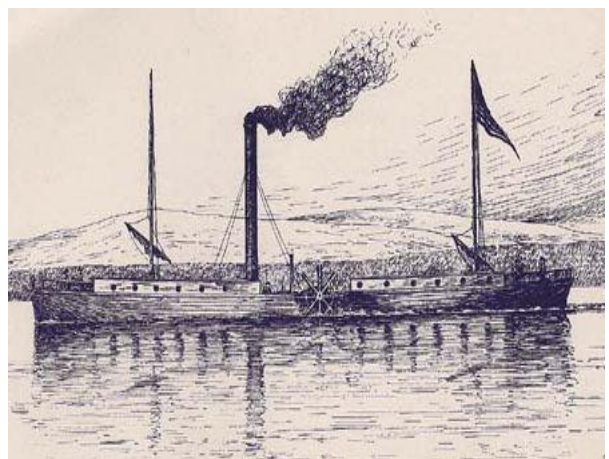
Το έτος 1736 λέγεται ότι κατασκεύασε ο Άγγλος Jonathan Hull από το Gloucestershire, μια ατμοκίνητη μαούνα. Αν και δεν υπάρχουν άλλα στοιχεία, πέρα από ένα σχέδιο του πλοίου, αυτή η κατασκευή θα έπρεπε να θεωρείται το πρώτο ατμοκίνητο πλεούμενο στην ιστορία. Είναι όμως πολύ πιθανόν να μην κατασκευάστηκε ποτέ αυτό το πλοίο, παρότι ο Hull είχε πάρει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

Θα αναφέρουμε μερικές από τις ανακαλύψεις που έγιναν μερικές δεκαετίες αργότερα. Το έτος 1783 δοκίμασε ο μαρκήσιος Jouffroy d'Abbens στη Λυών ένα *ατιμόπλοιο* με όνομα «Pyroscaphe» (πυροσκάφος), δηλαδή ένα πλοίο (για την ακρίβεια ποταμόπλοιο), με κινητήρια ατμομηχανή. Το δοκιμαστικό ταξίδι του κράτησε μόνο 15 λεπτά, γιατί η ατμομηχανή άρχισε να προκαλεί κραδασμούς, με αποτέλεσμα να υποστεί το σκάφος ρωγμές και να βυθιστεί.

¹¹Pacey Arnold,1996,*Η τεχνολογία στον παγκόσμιο πολιτισμό*,Πολιτιστικό ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς,Αθήνα.

Το έτος 1787 κατασκευάστηκε ένα ποταμόπλοιο με ατμομηχανή από τον Αμερικανό εφευρέτη John Fitch (Φιτς, 1743-1798). Ο Φιτς είχε χρησιμοποιήσει σχέδια και ιδέες ενός άλλου εφευρέτη, του William Henry (Χένρυ, 1729-1786), του οποίου όμως τα πλοία δεν είχαν καλή τύχη. Το πρώτο από αυτά βυθίστηκε και το δεύτερο δεν έφτασε καν μέχρι το νερό, γιατί ο εφευρέτης πέθανε! Το πλοίο του Φιτς που ήταν ίσως το πλοίο του Χένρυ σε ολοκληρωμένη μορφή, δρομολογήθηκε στον ποταμό Delaware μεταξύ των πόλεων Φιλαδέλφεια και Τρέντον. Επειδή όμως δεν υπήρξε ικανοποιητική προσέλευση επιβατών, το πλοίο αποσύρθηκε από την κυκλοφορία και ξεχάστηκε.

Το έτος 1807, είκοσι χρόνια μετά τον Φιτς, κατασκεύασε ο επίσης Αμερικανός Robert Fulton (Φούλτον, 1765-1815) ένα νέο ατιμόπλοιο, του



οποίου η μηχανή είχε καλύτερη απόδοση από εκείνη του Φιτς. Το δρομολόγιο του πλοίου ήταν στον ποταμό Χάτσον, μεταξύ Νέας Υόρκης και Όλμπανυ (Albany), με ταχύτητα περίπου τα 8 km/h. Όλα τα ατμόπλοια εκείνης της εποχής είχαν ταυτόχρονα και πανιά, για την περίπτωση που η ατμομηχανή πάθαινε βλάβη, πράγμα σύνηθες.

Το ατμόπλοιο του Φούλτον

Το πρώτο αμιγώς ατμοκίνητο πλοίο ήταν το καναδικό «Royal William» που κατασκευάστηκε το έτος 1831. Η λειτουργία της γραμμής που εξυπηρετούσε το πλοίο του Φούλτον, αποδείχθηκε επικερδής και ο εφευρέτης δρομολόγησε κι άλλα ποταμόπλοια στην ίδια διαδρομή.

Η εμπορική επιτυχία του μέσου οδήγησε στη διάδοση του ονόματος του Φούλτον, με αποτέλεσμα να θεωρείται αυτός, ανακριβώς, ως πρώτος κατασκευαστής ατμόπλοιου στην Ιστορία της Τεχνικής.

Λέγεται ότι ο Φούλτον είχε προσπαθήσει να κερδίσει το ενδιαφέρον του Ναπολέοντα στη Γαλλία, ήδη το 1801, για την κατασκευή ενός πολεμικού ατμόπλοιου. Ο εφευρέτης παρουσίασε, μαζί με Γάλλους τεχνικούς, τα πλεονεκτήματα ενός ατμοκινούμενου πλοίου, τα οποία ο Ναπολέων δεν φαίνεται να καταλάβαινε. Αρχικά αναρωτήθηκε ο στρατηγός, αν είναι ποτέ δυνατόν να κινηθεί ένα πλοίο χωρίς πανιά. Στο τέλος, μετά από πολλές συζητήσεις, συνόψισε ο Ναπολέων τα συμπεράσματα λέγοντας περίπου ότι αποκλείεται να κρύβεται στον καπνό η ίδια δύναμη που έχει μέσα του ο αέρας Έβλεπε τον καπνό που θα έβγαζε το υπό κατασκευή πολεμικό πλοίο, αλλά δεν αντιλαμβανόταν ότι αυτός ήταν ένα παραπροϊόν της λειτουργίας της ατμομηχανής. Έπρεπε εκείνη την εποχή να είναι κάποιος εξαιρετικά διορατικός για να κατανοήσει ότι, μετά από μερικές χιλιάδες χρόνια, τελείωνε η εποχή των ιστιοφόρων και άρχιζε μια νέα εποχή για τη ναυσιπλοΐα και την τεχνική γενικότερα.

Είναι ενδιαφέρον ότι όλες οι αρχικές προσπάθειες για τη λειτουργία ατμοπλοϊκών συγκοινωνιών έγιναν σε ποταμούς και λίμνες, ενώ από τη σημερινή σκοπιά θα θεωρούσαμε αυτονόητο να επιδιωχθούν από την αρχή υπερωκεάνιες συγκοινωνίες και μεταφορές. Η κατάσταση στις αρχές του 19^{ου} αιώνα ήταν όμως τελείως διαφορετική. Η λειτουργία ατμομηχανών προϋπέθετε την παρουσία εξειδικευμένου τεχνικού προσωπικού και την ύπαρξη εξοπλισμένων συνεργείων. Η ιδέα να ταξιδεύει με το πλοίο ένας εκπαιδευμένος

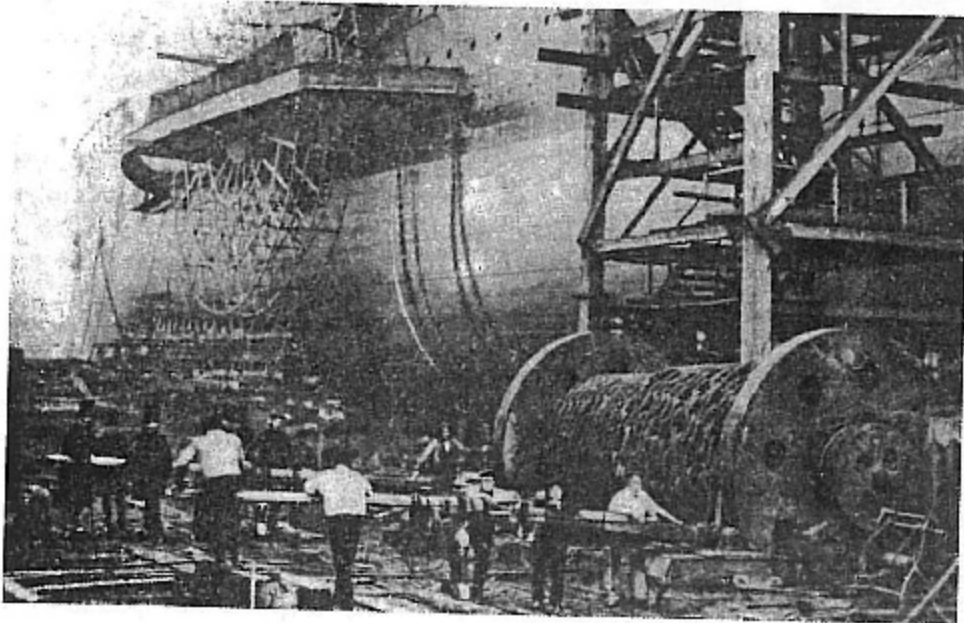
μηχανικός είναι μεταγενέστερη και η σημασία της δημιουργίας μηχανουργείων σε κάθε μεγαλύτερο λιμάνι αναγνωρίστηκε επίσης αργότερα. Αυτός είναι και ο λόγος που σχεδόν όλα τα ατμόπλοια είχαν μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα, ταυτόχρονα και ιστία για την ανάρτηση πανιών, όταν παρουσιάζονταν μεσοπέλαγα βλάβες στη μηχανή.

Το έτος 1833 πραγματοποίησε το ατμοκίνητο ιστιοφόρο «Royal William» ένα υπερατλαντικό ταξίδι 25 ημερών από το λιμάνι Πίκτου στον Καναδά, μέχρι το Λονδίνο. Το πλοίο αυτό που είχε κατασκευαστεί στον Καναδά το 1831 κινήθηκε σε όλο το ταξίδι με την ισχύ των μηχανών και μόνο κατά τη διάρκεια της αφάλατωσης των λεβήτων που ήταν απαραίτητη ανά τετραήμερο, χρησιμοποιήθηκαν τα πανιά. Το Royal William είχε μήκος 54m, πλάτος 8,5m, ισχύ 300 ίππων και ταχύτητα 5 κόμβων.

Το πρώτο πραγματικό *υπερωκεάνιο* ατμόπλοιο που κατασκευάστηκε το 1837 στο Bristol και εκτελούσε τακτικά ταξίδια στον Ατλαντικό από το έτος 1838, ήταν το «Great Western», με μήκος 72m, βάρους 1.340 τόνων, μια μηχανή δύο κυλίνδρων συνολικής ισχύος 750 ίππων και ταχύτητα 8,5 κόμβων.

Ο Isambard Kingdom Brunel (1806-1859) που κατασκεύασε τρία μεγάλα πλοία, το ατμόπλοιο Great Western, το Great Britain που ήταν το πρώτο ατμόπλοιο κατασκευασμένο από σίδηρο και που χρησιμοποιούσε για την κίνησή του τον έλικα, σχεδίασε και κατασκεύασε στα ναυπηγεία Millwall μαζί με τον John Scott Russell (1808-1882) ένα νεότερο υπερωκεάνιο με όνομα «Great Eastern», το οποίο ήταν έξι φορές μεγαλύτερο από κάθε άλλο πλοίο της εποχής, με μήκος 210m, πλάτος 26m, βύθισμα 9m, βάρος 18.915 τόνους, ταχύτητα 13,5 κόμβους και ισχύ μηχανών 8.300 ίππους σε μία έλικα και δύο τροχούς, ένας σε κάθε πλευρά του πλοίου. Το Great Eastern συνοδεύτηκε όμως από σειρά ατυχημάτων: Ήδη κατά την καθέλκυση σφηνώθηκε η πλώρη του στα ναυπηγεία, κατά το πρώτο δοκιμαστικό ταξίδι του εξερράγη ένας λέβητας και σκοτώθηκαν 6 ναύτες και, λόγω δεισδαιμονίας του κόσμου, στο πρώτο υπερατλαντικό ταξίδι του βρίσκονταν στο κατάστρωμα μόνο 43 τολμηροί επιβάτες, ενώ το πλοίο είχε θέσεις για 3.000 άτομα. Όταν έφτασε δε στην Αμερική διαπιστώθηκε ότι δεν βρισκόταν επαρκής χώρος να μανουβράρει σε

κανένα λιμάνι. Τελικά πουλήθηκε αυτό το πλοίο σε εταιρία πόντισης υποβρύχιων τηλεγραφικών καλωδίων και αξιοποιήθηκε μέχρι το έτος 1888.



Σχήμα 2.9. Το πλοίο Great Eastern

Σημαντικό είναι επίσης να σημειωθεί ότι αρχικά είχαν όλα τα ατμόπλοια ως κινητήριο μηχανισμό ένα πλευρικό και σε μερικές περιπτώσεις οπίσθιο τροχό, ο οποίος και προωθούσε το πλοίο. Σταδιακά άρχισε να χρησιμοποιούνται έλικες και από τη δεκαετία του 1840 πολλά πλοία είχαν μόνο έλικα. Αυτή ακριβώς τη δεκαετία κατασκευάζονταν πολεμικά πλοία με έλικα, σε μερικές περιπτώσεις μάλιστα με διπλή έλικα στον ίδιο άξονα (John Ericson), επειδή αυτή βρισκόταν κάτω από την επιφάνεια του νερού και ήταν προστατευμένη από τα εχθρικά πυρά. Το έτος 1860 είχαν καθιερωθεί στα υπερωκέανια πλοία αποκλειστικά οι έλικες και μόνο ποταμόπλοια κατασκευάζονταν πλέον με τροχό.

2.3.Ατμοκινούμενοι συρμοί

Η ιδέα χειρσαίας αυτοκίνησης με χρήση ατμομηχανής απασχολούσε πολλούς τεχνικούς εκείνα τα χρόνια, μόνο που οι δρόμοι δεν προσφέρονταν για ομαλή κίνηση. Όταν



αναφερόμαστε σε «δρόμο» στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, εννοούμε αυτό που ονομάζουμε σήμερα μονοπάτι· μία φαρδιά λωρίδα εδάφους χωρίς χόρτα. Ο Βρετανός εφευρέτης ¹Τρέβιθικ, στον οποίο αναφερθήκαμε στα προηγούμενα, επινόησε τότε την κατασκευή σιδηροδρόμου, δηλαδή τις σιδηροτροχιές που γνωρίζουμε και σήμερα.

Ο Στέφενσον σε ουγγαρέζικο γραμματόσημο.

Πάνω σ' αυτές τις τροχιές, απεριόριστου μήκους, θα κινείτο το αυτοκινούμενο όχημα με ατμομηχανή. Η ιδέα της κίνησης σε σιδηροτροχιές προερχόταν από τα γερμανικά ορυχεία, στα οποία χρησιμοποιείτο το λεγόμενο dog. Για τους ανθρώπους εκείνης της εποχής η επινόηση του σιδηροδρόμου ήταν το ίδιο σύμβολο του θριάμβου μέσω της τεχνολογίας.

Έτσι το έτος 1801 ο Τρέβιθικ έκανε τις πρώτες επιδείξεις λειτουργίας του «σιδηροδρόμου» του και το 1804 μπορούσε η ατμομηχανή του να σύρει 5 βαγόνια σε απόσταση 15 χιλιομέτρων με μέση ταχύτητα 8 km/h. Αυτή ήταν και πρώτη χειρσαία μεταφορά προσωπικού και αγαθών με ατμοκίνηση. Όπως συμβαίνει όμως συχνά στην Ιστορία, η κοινωνία και η οικονομία δεν ήταν ακόμα έτοιμες να δεχτούν αυτό το μεταφορικό μέσον. Λόγω απουσίας χρηματοδοτών έμεινε λοιπόν ο πρώτος σιδηρόδρομος αναξιοποίητος. Πάντως, ο Τρέβιθικ είναι στην πραγματικότητα ο πρώτος κατασκευαστής σιδηροδρόμου με ικανοποιητική λειτουργία.

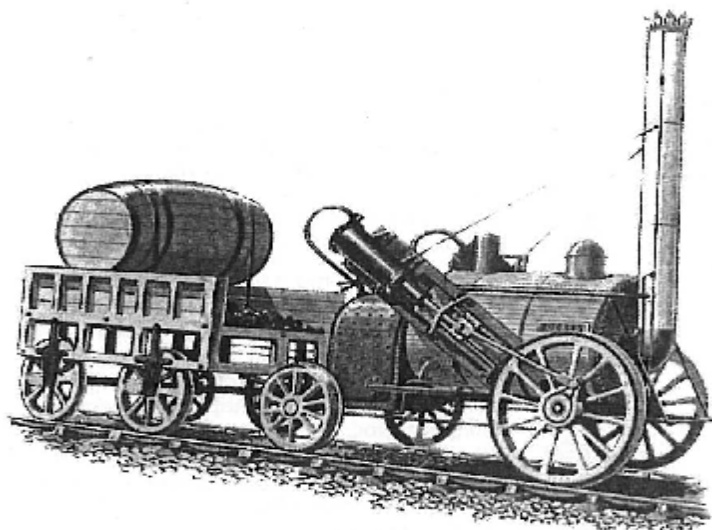
Για ένα διάστημα μετά το 1816 εγκαταστάθηκε ο Τρέβιθικ στη νότια Αμερική όπου κατασκεύασε ατμομηχανές για τα ορυχεία και ξεκίνησε τον πρώτο σιδηρόδρομο του Περού.

Είχε σημαντικές τεχνικές και οικονομικές επιτυχίες, αλλά το 1826, όταν ξέσπασε ο πόλεμος ανεξαρτησίας του Περού ενάντια στους Ισπανούς, αναγκάστηκε ο εφευρέτης να εγκαταλείψει τα πάντα και να φτάσει με ποδαρόδρομο σε ασφαλές λιμάνι της Κολομβίας.

Οι ατμομηχανές που κατασκευάζονταν και λειτουργούσαν τις πρώτες δύο δεκαετίες του 19^{ου} αιώνα είχαν ακόμα βαθμό αποδόσεως περί το 7%, όπως τον βελτίωσε ο Βατ. Διάφορες προσπάθειες για περαιτέρω βελτίωση αυτής της αποδόσεως δεν είχαν επιτυχία.

Το έτος 1824 προέκυψε όμως μία βελτίωση σε θεωρητικό επίπεδο, όταν ο Γάλλος Φυσικός Nicolas Leonard Carnot (Καρνό, 1796-1832) δημοσίευσε σε ηλικία 28 ετών ένα βιβλίο με τον περίεργο για τη σημερινή αντίληψη τίτλο «*Reflexions sur la puissance motrice du feu*» (*Σκέψεις σχετικά με την κινητήρια δύναμη της φωτιάς*). Την εποχή εκείνη δεν είχαν καθοριστεί ακόμα στην επιστήμη οι έννοιες θερμότητα, θερμοκρασία, ισχύς, ενέργεια και έργο και γι' αυτό η ορολογία σχετιζόταν με την άμεση αντίληψη των φαινομένων που αποκτούσαν οι επιστήμονες μέσω των αισθήσεων.

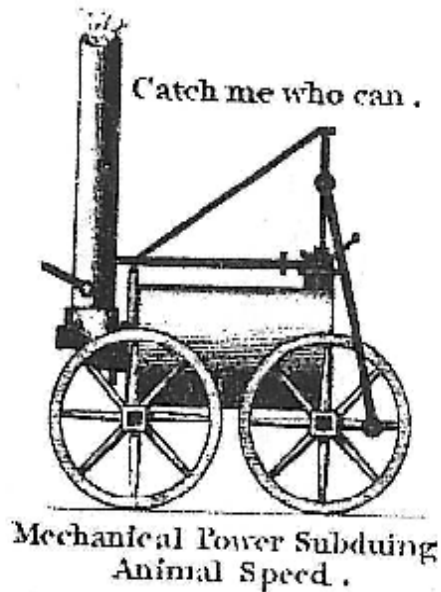
Ο Καρνό απέδειξε ότι η μέγιστη απόδοση μιας ατμομηχανής δεν εξαρτάται από οποιεσδήποτε ενδιάμεσες λειτουργίες και από τη διάρκεια των θερμικών διεργασιών, αλλά μόνο από τη διαφορά μεταξύ της μέγιστης θερμοκρασίας του ατμού και της ελάχιστης θερμοκρασίας του νερού που χρησιμοποιείται για την ατμοποίηση. Με αυτή τη μελέτη του θεμελίωσε ο Καρνό, ο οποίος πέθανε σε ηλικία 36 ετών σε ψυχιατρείο, την επιστήμη της *Θερμοδυναμικής*.



Σχήμα 2.10. Μηχανή τύπου “Ρουκέτας”.

Στα 1829 ο Stephenson κατασκεύασε τη σιδηροδρομική μηχανή τύπου ρουκέτας (Σχήμα:2.10) που είχε ένα οριζόντιο φλογοσωλήνα και έναν αριθμό από οριζόντιους φλογοαυλούς που εκτείνονταν από τη μια μεριά που ήταν ο καυστήρας κατά μήκος του λέβητα μέσα από το νερό και διοχέτευαν τα καυσαέρια σ’ένα καπνοδόχο. Μια άλλη βελτίωση που υπήρχε στη μηχανή τύπου ρουκέτας, ήταν η εξαγωγή του ατμού από τους κυλίνδρους της μηχανής μέσω μιας σωλήνας από την καπνοδόχο έτσι που να δημιουργεί αναρρόφηση στην καπνοδόχο και έτσι βιασμένη κυκλοφορία του αέρα. Με τον τρόπο αυτό η καύση μπορούσε να γίνει εντονότερη και η απόδοση σε ενέργεια μεγαλύτερη. Η αρχική ιδέα γι’αυτό ανήκει στον Trevithick που την χρησιμοποίησε σε μια μικρή ατμομηχανή σιδηροδρόμου, Σχήμα 2.11. που εκτέθηκε στο Λονδίνο. Ο Trevithick, όπως είδαμε και παραπάνω έδειξε πρώτος ότι η τριβή ανάμεσα στη σιδηροδρομική μηχανή και στις ράγες ήταν αρκετή για την έλξη ενός αρκετά μεγάλου συρμού.

Υποστηρίζουν πολλοί ότι ο Stephenson πήρε τις ιδέες αυτές από τον Trevithick, πολύ πιθανό από τους εργάτες του που χρησιμοποίησε για την κατασκευή μιας μηχανής σχεδιασμένης από τον Trevithick το 1805.



Σχήμα 2.11. Κινητή μηχανή του Trevithick

Ο George Stephenson κατασκεύασε την πρώτη του σιδηροδρομική μηχανή το 1803 και το 1825 παρουσιάζει ένα βελτιωμένο σιδηρόδρομο, του οποίου η ατμομηχανή «Locomotion» έσυρε 39 βαγόνια με ταχύτητα 20-25 km/h. Αυτό ήταν και το ταχύτερο αυτοκινούμενο όχημα που είχε κατασκευαστεί ποτέ στην Ιστορία. Πολλοί θεωρούν ότι οι κύριες επιτεύξεις του Stephenson δεν ήταν τόσο η μηχανική βελτίωση της μηχανής του σιδηροδρόμου αλλά περισσότερο η υποδομή, όπως η τοποθέτηση των τροchioδρόμων, των βάσεων, των σημάτων, των γεφυρών κ. α. Ο Stephenson έδειξε πολλή μεγάλη δραστηριότητα στο να χρησιμοποιεί μεθόδους και εφευρέσεις που υπήρχαν με το σωστό τρόπο για τη σωστή δουλειά και να χρησιμοποιεί ιδέες άλλων ανθρώπων πάλι με τον κατάλληλο τρόπο. Μ' αυτήν τη μέθοδο μπόρεσε να κατασκευάσει διάφορες μηχανές με τον γιο του Robert. Ολόκληρη η εξέλιξη από τις πρώτες ατμομηχανές μέχρι τον τύπο που σχεδόν χρησιμοποιείται και μέχρι σήμερα ήταν δουλειά του Robert Stephenson. Έκανε πολλές βελτιώσεις σε κάθε καινούργιο σχέδιο μηχανής με τις πρώτες μηχανές τοποθετημένες με μια κλίση και άμεση κίνηση με διωστήρες ενώ οι πιο τελευταίες μηχανές φτιάχνονταν με οριζόντιους κυλίνδρους και στρόφαλα. Όλες αυτές οι μηχανές κινούνταν με κοκ γιατί δεν έπρεπε να βγάζουν πολύ καπνό.



Καλλιτεχνική απόδοση του σιδηροδρόμου του Στέφενσον.

Η σημασία της ατμομηχανής για την παραγωγή και τις μεταφορές και, γενικότερα, για την εξέλιξη της παγκόσμιας ιστορίας είναι θεμελιώδης. Σταδιακά επηρεάστηκαν όλοι οι τομείς οικονομικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων. Όσοι έμειναν στις παλιές τεχνικές με υδρόμυλους, ανεμόμυλους, ιστιοφόρα κλπ., εξαφανίστηκαν από την παραγωγή και το εμπόριο. Από το 1825 αρχίζει η ταχύτατη εγκατάσταση σιδηροτροχιών, καταρχήν στην Αγγλία, στη γραμμή Stockton-Darlington, όπου γινόταν μεταφορά μεταλλεύματος. Το έτος 1830 εγκαινιάστηκε η γραμμή για μεταφορά επιβατών, Liverpool-Manchester. Η πυρετώδης ανάπτυξη του σιδηροδρομικού δικτύου στη Μ. Βρετανία οδήγησε το έτος 1870 σε ένα μήκος γραμμών σχεδόν 22.000 km και το έτος 1914 στα 32.000 km. Όμως, με τη διάδοση του αυτοκινήτου μετά το β' παγκόσμιο πόλεμο και την προσαρμογή του σιδηροδρομικού δικτύου στις μεταφορικές ανάγκες προϊόντων και προσωπικού που είχαν διαμορφωθεί στις ενδιάμεσες δεκαετίες, συρρικνώθηκε αυτό το σιδηροδρομικό δίκτυο στα τέλη του 20^{ου} αιώνα στα 16.000 km.

Οι υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, κυρίως Γαλλία και Γερμανία, και οι ΗΠΑ ακολούθησαν το παράδειγμα της Αγγλίας και ανέπτυξαν ήδη το 19^ο αιώνα επίσης εκτεταμένα σιδηροδρομικά δίκτυα, ανάλογα με τις ανάγκες εμπορικών και επιβατικών μεταφορών που είχαν διαμορφωθεί. Στην Ελλάδα εγκαταστάθηκε ο πρώτος σιδηρόδρομος στα τέλη του 19^{ου} αιώνα από την κυβέρνηση του Χαρίλαου Τρικούπη.

Το σημαντικότερο στην Ιστορία της Τεχνολογίας ενιαίο σιδηροδρομικό έργο είναι ο «υπερσιβηρικός σιδηρόδρομος» (Transsib), ο οποίος κατασκευάστηκε στο πέρασμα από το 19^ο στον 20^ο αιώνα και έχει συνολικό μήκος πάνω από 9.000 km. Τα τελευταία ατμοκίνητα τρένα με κάρβουνο κυκλοφόρησαν μέχρι τον Οκτώβριο του 2005 στην επαρχία της *Εσωτερικής Μογγολίας* της Κίνας. Πρόκειται για τη γραμμή του Τζιτόνγκ, μήκους 905 km. Το δίκτυο της Κίνας είχε κατά το έτος 2005 μήκος 68.000 km και επεκτείνεται με σταθερούς ρυθμούς

Αξιοσημείωτο γεγονός σε σχέση με τη δημιουργία σιδηροδρομικών δικτύων σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες είναι ότι προέκυψε μία αναστρεπτή επέμβαση στο περιβάλλον, η πρώτη τέτοιας κλίμακας στην παγκόσμια ιστορία. Μέχρι σήμερα, ιδίως με την εισαγωγή της ηλεκτροκίνησης μετά το β' παγκόσμιο πόλεμο, η παρουσία των σιδηροδρόμων έχει σφραγίσει την εικόνα σε ορισμένες περιοχές μεγαλουπόλεων! Έκτοτε ακολούθησαν ακόμα τρεις δραστικές επεμβάσεις στην εικόνα του φυσικού τοπίου: Οι γραμμές τηλεγράφου ήδη από το τέλος του 19^{ου} αιώνα, οι γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας κατά τον 20^ο αιώνα και τα εκτεταμένα οδικά δίκτυα, ιδιαίτερα μετά το β' παγκόσμιο πόλεμο.



Σύγχρονο σιδηροδρομικό τοπίο σε ευρωπαϊκές πόλεις

2.4. Κινητήρας Stirling



Κινητήρας Stirling σε λειτουργική μικροκατασκευή

Το έτος 1816 κατασκεύασε ο 26χρονος Σκοτσέζος ιερωμένος Robert Stirling (Στίρλινγκ, 1790-1878) τον πρώτο κινητήρα εσωτερικής καύσης ως ανταγωνιστικό τύπο προς τις ατμομηχανές υψηλής πίεσης, στις οποίες αρκετά συχνά προκαλούνταν εκρήξεις στο λέβητα, λόγω ατελών βαλβίδων ασφαλείας κλπ., με προφανείς καταστροφικές συνέπειες για το προσωπικό και τις εγκαταστάσεις. Εκείνη την εποχή δεν υπήρχαν ακόμα οι μηχανές που ονομάζουμε σήμερα «εσωτερικής καύσης».

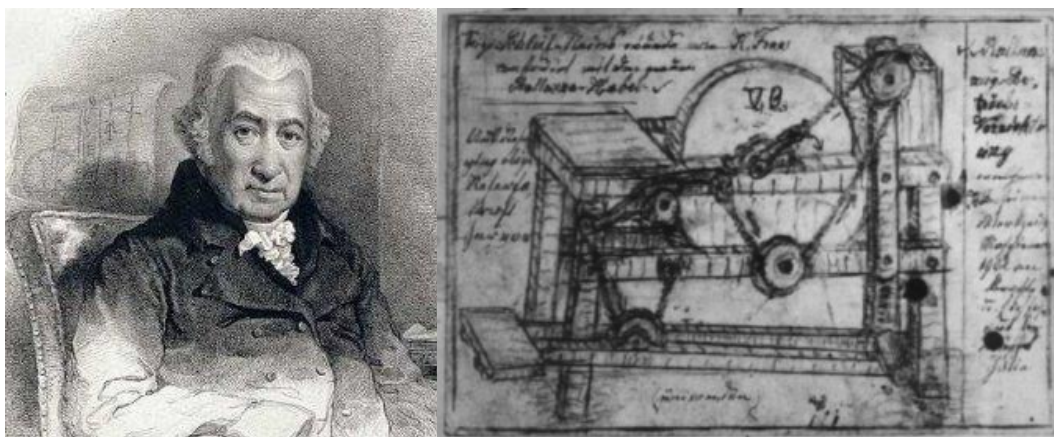
Η καλύτερη εποχή για του κινητήρες Στίρλινγκ ως αυτοτελής πηγή κινητικής ενέργειας κυρίως για οικιακή χρήση, ήταν τα τέλη του 19ου αιώνα, οπότε έπαιζαν το ρόλο που έχουν σήμερα οι μικροί ηλεκτροκινητήρες (για ανεμιστήρες κ.ά.) Εκείνη την εποχή ήταν οι βενζινοκινητήρες (Otto) και οι μεταγενέστεροι πετρελαιοκινητήρες (Diesel) ακόμα ογκώδεις και θορυβώδεις με υποτυπώδες δίκτυο τροφοδοσίας καυσίμου, ενώ και οι ηλεκτροκινητήρες είχαν επίσης μεγάλο όγκο και δεν ήταν διαθέσιμα τα οικιακά ηλεκτρικά δίκτυα για την τροφοδοσία τους.

Περί τα μέσα του 20ου αιώνα μελετήθηκαν οι κινητήρες Στίρλινγκ από διάφορες βιομηχανικές μονάδες για την αξιοποίησή τους σε χερσαία και θαλάσσια οχήματα, αλλά και για στρατιωτική χρήση, λόγω της ανεξαρτησίας από συγκεκριμένο καύσιμο. Σε σύγχρονες κατασκευές αυτού του κινητήρα αξιοποιείται για τη λειτουργία τους ακόμα και η ηλιακή ενέργεια. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 λειτουργούν οι κινητήρες Στίρλινγκ σε συστήματα θερμομηχανικής μετατροπής μικρής κλίμακας. Σημαντικό για τη λειτουργία αυτών των κινητήρων είναι ότι δεν παράγονται καυσαέρια, έχουν όμως χαμηλή σταθερή ισχύ σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μηχανές εσωτερικής καύσης.

2.5. Η απουσία της ακαδημαϊκής επιστήμης

Το 16ο και 17ο αιώνα μεταφερόταν η τεχνογνωσία από μια περιοχή και μια χώρα της Ευρώπης σε μια άλλη με τη μετακίνηση εξειδικευμένου προσωπικού. Συγκεκριμένα, άλλοτε δελεάζονταν εξειδικευμένοι τεχνίτες με υψηλούς μισθούς και άλλοτε μετανάστευαν μάστορες οικιοθελώς, λόγω κάποιας οικονομικής ή πολιτικής κρίσης. Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, στα τέλη του 16ου και του 17ου αιώνα μετανάστευσαν οι Ουγενότοι (προτεστάντες) από τη Γαλλία σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, εξ αιτίας των διώξεων και των σφαγών που υπέστησαν από καθολικούς ηγεμόνες και την καθολική εκκλησία.

Έναν αιώνα μετά, οι συνθήκες είναι διαφορετικές. Οι ανάγκες της παραγωγής και των τεχνιτών σε γνώσεις είναι υψηλές, αλλά οι πηγές περιορισμένες. Οι περισσότεροι από τους εφευρέτες και κατασκευαστές των αρχών της βιομηχανικής επανάστασης στην Αγγλία είναι αυτοδίδακτοι ή και επαγγελματικά άσχετοι με το αντικείμενο που τους απασχολεί. Οι νέοι λέβητες των ατμομηχανών που κατασκευάζονταν λειτουργούσαν με υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις, χωρίς οι κατασκευαστές τους να έχουν γνώσεις αντοχής υλικών και τεχνικής μηχανικής. Οι εκρήξεις λεβήτων κατά την ώρα λειτουργίας ήταν σύνηθες φαινόμενο και οι θάνατοι προσωπικού και οι υλικές καταστροφές στην ημερήσια διάταξη



Αριστερά: Ο James Watt περί το έτος 1818, Δεξιά: Σχέδιο εργαλειομηχανής περί το έτος 1820

Οι επιστήμονες δεν έδιναν σημασία σε θέματα εφαρμογής και μια νέα επινόηση τις απασχολούσε μόνο ως αφορμή για τη διερεύνηση θεωρητικών συσχετισμών. Τα πανεπιστήμια Κέμπριτζ και Οξφόρδης δεν παίζουν αυτή την εποχή κανένα ρόλο τις

τεχνολογικές εξελίξεις και το αποστασιοποιημένο ακαδημαϊκό προσωπικό τις ασχολείται αποκλειστικά με τις θεωρητικές επιστήμες. Η «Royal Society» βρίσκεται την ίδια εποχή σε μια βαθειά κρίση λόγω προσωπικών αντιδικιών και έλλειψης προσανατολισμού.

.Στη δεκαετία του 1765 συγκροτείται στο Birmingham μια ομάδα από τεχνίτες-επιχειρηματίες, ελεύθερους ερευνητές και τεχνικούς, η οποία δημιουργεί ένα σωματείο με τίτλο «Lunar Society». Μέλη τις είναι, μεταξύ άλλων, οι επιχειρηματίες Boulton (μηχανολογία), Wedgwood (χημικά, πορσελάνες) και Keir (χημικά), ο James Watt και άλλοι. Στόχος αυτών των σωματείων ήταν η συγκροτημένη ανταλλαγή απόψεων για τεχνικά θέματα, η αλληλοενημέρωση για ευρεσιτεχνίες, η έκδοση ενημερωτικών τευχών κ.ά. Μέχρι το τέλος του 18^{ου} αιώνα επεκτάθηκαν αυτές οι ενώσεις και λέσχες σε τις αγγλικές πόλεις, τις οποίες ιδρύθηκαν «Philosophical Societies». Μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα αποτέλεσαν αυτές οι ομάδες τη σημαντικότερη πλατφόρμα διάδοσης των τεχνολογικών εφαρμογών στην Τις.

Στη Σκωτία ήταν τα πράγματα λίγο διαφορετικά! Τα πανεπιστήμια του Εδιμβούργου και τις Γλασκόβης καλλιεργούσαν τις εφαρμοσμένες επιστήμες από αρκετά νωρίς. Ήδη περί τα μέσα του 18^{ου} αιώνα διδάσκονταν οι σπουδαστές σ' αυτά τα ιδρύματα θέματα χημικών διεργασιών παραγωγής και το ακαδημαϊκό προσωπικό είχε σημαντικό μερίδιο στην ανάπτυξη και βελτίωση νέων μεθόδων. Τα πανεπιστήμια ήταν ο τόπος συνάντησης των επιστημόνων με τις τεχνίτες. Αυτές οι ιδέες δεν άργησαν να υιοθετηθούν και στην Τις, όπου τις τα βραδυκίνητα πανεπιστήμια δεν ήταν εύκολο να προσαρμοστούν. Έτσι το 1818 ιδρύθηκε ο σύνδεσμος μηχανικών «Mechanical Engineers» και το 1847 η «Institution of Civil Engineers». Τεχνικοί και φυσιοδίφες που εγκατέλειψαν την κλυδωνιζόμενη «Royal Society», ίδρυσαν το 1831 την «Association for the Advancement of Science». Η αδράνεια των κατεστημένων φορέων οδήγησε στη δημιουργία ανεξάρτητων ιδιωτικών με σημαντική προσφορά στην τεχνολογική πρόοδο.

Μια σημαντική πηγή ενημέρωσης για τεχνολογικές καινοτομίες είναι σήμερα οι ευρεσιτεχνίες και τα τεχνικά πρότυπα. Αυτά ήταν τις αρχές του 19^{ου} αιώνα στην Τις σχεδόν ανύπαρκτα και, όσα κείμενα ευρεσιτεχνιών ήταν διαθέσιμα, δεν γίνονταν κατανοητά ακόμα και από έμπειρους τεχνίτες. Επειδή δεν είχε αναπτυχθεί ουσιαστικά ακόμα το τεχνικό σχέδιο, οι εφευρέτες είχαν την ιδέα στο μυαλό τις και την κατέγραφαν σε σκίτσα μόνο περιληπτικά. Ο μελετητής τις τέτοιου σκίτσου μόνο πολύ δύσκολα μπορούσε να αντιληφθεί τον τρόπο κατασκευής, συναρμολόγησης και λειτουργίας τις μηχανής, πέρα από το γεγονός ότι στα

σκίτσα δεν υπήρχαν διαστάσεις, αναφορές σε υλικά και τα άλλα συναφή που γνωρίζουμε σήμερα από τα κατασκευαστικά σχέδια.

Συνολικά πρέπει να συμπεράνουμε ότι ο κυριότερος τρόπος διάδοσης των γνώσεων ήταν η προσωπική επικοινωνία και η αμοιβαία επίσκεψη των τεχνιτών τις χώρους κατασκευής των συναδέλφων. Γι' αυτό οι ενώσεις τεχνικών που δημιουργήθηκαν στην Τίς και παράλληλα τις τις ευρωπαϊκές χώρες έπαιξαν πολύ σημαντικότερο ρόλο από απλές κοινωνικές συναθροίσεις.

Εργαλειομηχανές

Γενικά

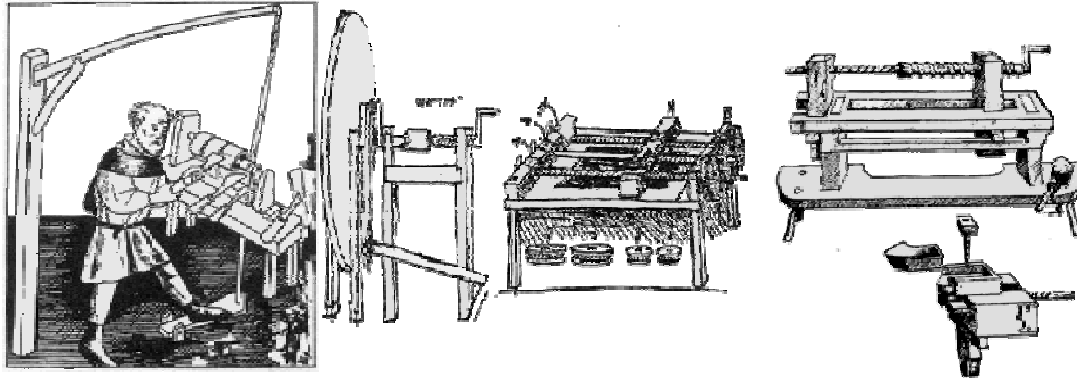
Η ανάπτυξη καινούργιων εργαλειομηχανών και η βελτίωση των παλιών έπαιξε ένα πολύ βασικό ρόλο στην βιομηχανική επανάσταση. Εργαλειομηχανές ονομάζονται μηχανές σταθερής θέσης με εξωτερική κίνηση, με τις οποίες γίνεται επεξεργασία τεμαχίων στερεού υλικού (π.χ. ξύλο, μέταλλο) για την δημιουργία διαφόρων προϊόντων. Γνωστότερη από τις αρχαίους χρόνους εργαλειομηχανή είναι ο *τόρνος* που μέχρι το 1750 ήταν ακόμη ξύλινος, τις είναι το δράπανο, η φρέζα, η πλάνη η πρέσα κ.ά.

3.1. Τόρνος

Έχουν διασωθεί γραφικές αποτυπώσεις που παριστάνουν τεχνικούς ήδη στη Μεσοποταμία και την αρχαία Αίγυπτο να χειρίζονται ένα είδος τόρνου, δηλαδή μιας «μηχανής» που περιστρέφει (με τη μυϊκή δύναμη του βοηθού, συνήθως δούλου) το τις επεξεργασία αντικείμενο και ο χειριστής (μάστορας) να επεμβαίνει στη μορφή του αντικειμένου και να το διαμορφώνει. Αντίστοιχες παραστάσεις γνωρίζουμε από την Κίνα, την αρχαία Ελλάδα και τις περιοχές τις Ευρώπης και τις Ασίας. Σημαντικά δημιουργήματα με χρήση τόρνου έχουν διασωθεί από τις Κέλτες και τις Ετρούσκους. Συνηθέστερη και πρωταρχική μορφή τις τις διαδικασίας επεξεργασίας είναι η διαμόρφωση με τα χέρια πήλινων κεραμικών στον περιστρεφόμενο τροχό. Στον τόρνο επεξεργαζόμαστε κυρίως υλικά αρκετά πιο σκληρά από τον πηλό.

Το Μεσαίωνα χρησιμοποιούνται συνεχώς κάποιες μορφές τόρνου για διάφορες κατασκευές, αλλά κυρίως μετά το 14^ο αιώνα υπάρχουν συγκεκριμένες αποτυπώσεις και περιγραφές, συχνότερα στο γερμανόφωνο χώρο από τις ωρολογοποιούς, οι οποίοι κατασκεύαζαν λεπτά

σπειρώματα σε βίδες. Ο Λεονάρντο ντα Βίντσι έχει σχεδιάσει πρωτότυπους τórνους για την κατασκευή πολεμικών μηχανών, δεν είναι γνωστό τις, αν αυτές οι εργαλειομηχανές είναι επινοήσεις του ίδιου του μεγάλου μηχανικού και καλλιτέχνη και αν κατασκευάστηκαν ποτέ πραγματικά.



Αριστερά: Σχήμα 3.1. Τórνος σε γερμανικό μηχανουργείο στα τέλη του 14^{ου} αιώνα, Μέση: Σχήμα 3.2. Σχέδια για τórνους του Λεονάρντο ντα Βίντσι, Δεξιά: Σχήμα 3.3. Τórνος Γερμανού ωρολογοποιού στα τέλη του 15^{ου} αιώνα.

Μέχρι την Αναγέννηση φαίνεται να επικρατούσε τις τórνους η παλινδρομική κίνηση. Δηλαδή το τις επεξεργασία αντικείμενο άλλαζε φορά περιστροφής, λόγω του τοξοειδούς κινητήριου μηχανισμού που χειριζόταν ο βοηθός ή ενεργοποιούσε με το πόδι ο τεχνίτης. Από τα μέσα του 15^{ου} αιώνα φαίνεται να καθιερώνονται οι τórνοι σταθερής κίνησης, τις τις του Λεονάρντο με τον τροχό μάζας, ο οποίος διατηρεί μια σταθερή ταχύτητα περιστροφής.

Η σύγχρονη ιστορία των εργαλειομηχανών αρχίζει το έτος 1775, όταν ο Άγγλος John Wilkinson (Ουίλκινσον, 1728-1808) κατασκεύασε ένα οριζόντιο δράπανο για το τórνισμα του εσωτερικού μέρους μεγάλων κυλίνδρων που χρησιμοποιήθηκαν αργότερα τις υδραυλικές και θερμικές μηχανές. Αυτή η μηχανή είναι γνωστή και σαν φρεζοδράπανο (¹²Forbes R.J. – Dijksterhuis E.J, 1963). Τις δίσκος που είχε πάνω του τα κοπτικά εργαλεία μεταφερόταν αξονικά με μια ράβδο που δεν περιστρεφόταν. Στην άκρη τις ράβδου που ήταν πρόβολος από την μηχανή, ήταν στερεωμένος τις οδοντωτός κανόνας που κινούταν αξονικά από ένα μικρό γρανάζι που η ταχύτητα του μπορούσε να ρυθμιστεί για να δίνει την αναγκαία πρόωση στο εργαλείο.

¹²Forbes R.J. – Dijksterhuis E.J, 1963, *A history of science and technology*, London.



Ο Henry Mosley (Μόσλυ, 1771-1831) κατασκεύασε το 1800 ένα μεταλλικό τórνο στην Της και αυτό ήταν σημαντικό λιθάρι στην ανάπτυξη των εργαλειομηχανών. Ο Mosley που ήταν ο πρώτος που κατασκεύασε μεταλλικό τórνο έδωσε μεγάλη προσοχή στην ακρίβεια τις κατασκευής του κεντρικού κοχλία και των επιπέδων επιφανειών του τórνου. Στη συνέχεια δε κατασκεύασε ο τις διάφορους όμοιους τórνους με μεταβαλλόμενη ταχύτητα περιστροφής, καθώς τις κοπτικές μηχανές για σπειρώματα και γρανάζια.

Ακόλουθα ο Roberts ήταν τις πολύ έξυπνος μηχανικός που ανάπτυξε τον τórνο, την κίνηση στην κεφαλή του τórνου μ'ένα σύστημα γραναζιών, την τροχαλία με τέσσερις διαφορετικές διαμέτρους για την αλλαγή των στροφών καθώς και τον κεντρικό κοχλία τον οποίο για πρώτη φορά χρησιμοποίησε όχι μόνο για την κοπή σπειρωμάτων αλλά και για την μετακίνηση του εργαλειοφορείου για την κανονική τórνευση. Η ταχύτητα τις κίνησης αυτού του κοχλία μπορούσε να μεταβληθεί με την αλλαγή των γραναζιών που του έδιναν την κίνηση από την κεντρική κίνηση, τις γίνεται και στα σημερινά μηχανήματα.

Διάφορες μηχανές, τύπου τυπογράφου αναπτύχθηκαν την εποχή αυτή το 1810 για να αντιγράφουν μετάλλια, ανάγλυφα, ακόμη και γλυπτά, μια μηχανή που χρησιμοποιείται συχνά και σήμερα. Κατά τα χρόνια τις πτώσης του ο James Watt έκανε τις βελτιώσεις τις μηχανές που ήταν τότε σε χρήση αλλά ο παντογράφος μπορούμε να πούμε ότι είχε γενική χρήση.

Ο Thomas Blanchard (Μπλάνσαρντ, (1788-1864) κατασκεύασε ένα τórνο, στον οποίο το κοπτικό εργαλείο καθοδηγείτο από μια επαφή που «ακολουθούσε» ένα προκατασκευασμένο υπόδειγμα. Με τον τρόπο αυτό κατασκεύαζε ο Μπλάνσαρντ κάνες μικρών όπλων. Ένα σημαντικό ελάττωμα τις κατασκευές του Blanchard ήταν ότι η δύναμη που έβαζε ο

ακόλουθος τις πρότυπης επιφάνειας ενώ οι σημερινές μηχανές χρησιμοποιούν εξωτερική πηγή ενέργειας για την κίνηση του εργαλείου με τη βοήθεια τις serνο-συστήματος. Στη δεκαετία του 1840 κατασκευάστηκε ο πρώτος αυτόματος τόννος (ρεβόλβερ), μια από τις πιο ριζικές αλλαγές στην ανάπτυξη του τόννου. Στον οποίο το εργαλειοφορείο έχει επάνω του όλα τα κοπτικά εργαλεία. Με μια περιστροφή του φορείου έρχεται το κατάλληλο εργαλείο σε θέση εργασίας και εξοικονομείται έτσι σημαντικός χρόνος.



Σχήμα 3.4.Ο πρώτος τόννος του Μόσλυ για κοπή σπειρωμάτων (~1800).

Σημαντική στον τομέα των εργαλειομηχανών ήταν στα μέσα του 19ου αιώνα η συμβολή του Άγγλου Joseph Whitworth (1803-1887), ο οποίος ασχολήθηκε με κατασκευές οργάνων μετρήσεως και σπειρωμάτων. Ο σημαντικός αυτός μηχανικός δημιούργησε, εκτός από τις



τεχνικές κατασκευές, και τις αρχές της *τυποποίησης*, σύμφωνα με την οποία, κάθε τεχνικό εξάρτημα που είχε μελετηθεί και δοκιμαστεί, έπρεπε να κατασκευάζεται, ανεξάρτητα από την υπόλοιπη μηχανή, με ακριβείς προδιαγραφές και σχέδια που προέβλεπαν διαστάσεις, ανοχές κλπ. Έτσι, κάθε εξάρτημα σε μια μηχανή θα ήταν εύκολο να αντικατασταθεί, σε περίπτωση βλάβης, με ένα *ανταλλακτικό*, ακριβώς ίδιο. Με αυτές τις ιδέες του Γουίθγουορθ η Μηχανουργία περνάει από τη βιοτεχνική

στη βιομηχανική εποχή, κατά την οποία η μηχανολογική παραγωγή μαζικοποιείται. Το όνομα του πρωτοπόρου αυτού τεχνικού έχει δοθεί σε ένα τυποποιημένο σπείρωμα (Whitworth thread, -Gewinde) που στηρίζεται σε ίντσες και είναι διαδεδομένο κυρίως στον αγγλοσαξονικό χώρο. Στην ηπειρωτική Ευρώπη κυριαρχεί το *μετρικό σπείρωμα* που βασίζεται στο δεκαδικό σύστημα.

3.2. Πλάνες

Οι πρώτες πλάνες για μεταλλικές επιφάνειες κατασκευάστηκαν περί το 1800 στην Αγγλία. Το μηχάνημα αυτό είναι ίδιο με το αντίστοιχο ξυλουργικό, μόνο που το εργαλείο πρέπει να έχει σημαντική ανθεκτικότητα για να πλανίζει μεταλλικές επιφάνειες. Το 1825 μια μηχανή φτιαγμένη από τον Clements μπορούσε να πλανίζει μια επιφάνεια 2x2 μέτρων. Η μηχανή αυτή λειτουργούσε με το χέρι και το τραπέζι της στηριζόταν πάνω σε κυλίνδρους και υπήρχαν εργαλεία κοπής και στις δύο κατευθύνσεις της κίνησης του τραπεζιού. Στις πρώτες δεκαετίες του 19ου αιώνα κατασκευάστηκαν μεγάλες πλάνες στην Αγγλία, την Αμερική και τη Γερμανία, με τις οποίες πραγματοποιήθηκαν σημαντικές μεταλλικές κατασκευές.

Η ραγδαία εξέλιξη των εργαλειομηχανών έδωσε τη δυνατότητα, αφενός για μαζική παραγωγή τυποποιημένων προϊόντων, αφετέρου για ακριβείς κατασκευές, με αποτέλεσμα να αρχίσουν να προσφέρονται στην αγορά τεχνολογικά προϊόντα σε όλο και χαμηλότερες τιμές. Οι αυξημένες πωλήσεις οδηγούσαν σε υψηλά έσοδα, τα οποία σε μεγάλο βαθμό επενδύονταν σε όλο και καλύτερες μηχανές κ.ο.κ. Αυτή η συνεχής κλιμάκωση οδήγησε τις επινοήσεις και την παραγωγή σε ένα απρόβλεπτα υψηλό σημείο. Πέρα απ' αυτά, η ακρίβεια των εργαλειομηχανών διευκόλυνε την παραγωγή ήδη κατά το 19ο αιώνα υψηλής ποιότητας λεπτομηχανικών κατασκευών, όπως όργανα μετρήσεως, ρολόγια, βελτιωμένα μουσικά όργανα, μικρά όπλα κ.ά.

3.3. Κονσέρβες

Μια μεταλλική κατασκευή που επηρέασε σε σημαντικό βαθμό τις κοινωνικές συνήθειες, ήταν αυτή της *κονσέρβας* για τρόφιμα. Πέρα από την ανεκτίμητη βελτίωση στην τροφοδοσία ευρύτερων τμημάτων του πληθυσμού με διατηρημένα τρόφιμα, εκτιμάται ότι η επινοήση

αυτής της τεχνικής για τη συντήρηση τροφίμων βοήθησε σημαντικά στην πραγματοποίηση των μεγάλων πολέμων του 19^{ου} και 20^{ου} αιώνα. Μέχρι τότε, ένα σημαντικό μέρος των ανδρών ασχολείτο με τη λεηλασία ζώων από στάβλους αγροτών, από τα οποία σιτιζόταν το στράτευμα. Με τη διάθεση τροφίμων σε κονσέρβες έγινε δυνατόν να μετακινούνται εύκολα οι στρατιωτικές μονάδες σε κατοικημένες ή σε ακατοίκητες περιοχές.



Κονσέρβες, 19^{ου} αιώνα και σύγχρονη

Στα τέλη του 18^{ου} αιώνα προκήρυξε ο Ναπολέων Βοναπάρτης ένα διαγωνισμό με έπαθλο 12.000 χρυσά φράγκα για την επινόηση μεθόδου που θα επέτρεπε την εύκολη τροφοδοσία του στρατεύματος με τρόφιμα. Ο μάγειρας και ζαχαροπλάστης Nicolas-Francois Appert (1749–1841) παρουσίασε το 1810 μια κονσέρβα από γυαλί.

Δημοσίευσε δε και σχετική μελέτη με τίτλο «Περί της τεχνικής να διατηρούνται ζωικά και φυτικά υλικά για πολλά έτη», ώστε να πάρει, εκτός από την αμοιβή του διαγωνισμού, και σχετικό Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας. Ο Άπερτ ξεκίνησε για την κατασκευή του από το μεταλλικό κουτί για τη φύλαξη του ταμπάκου, εισάγοντας το βρασμό των τροφίμων για αποστείρωση, πριν αυτά κλειστούν στη γυάλινη κονσέρβα. Αργότερα κατασκεύασε και μεταλλικές κονσέρβες από λευκοσίδηρο.

Φαίνεται όμως ότι και στη Βρετανία γίνονταν ανάλογες προσπάθειες για παροχή συντηρημένων τροφίμων, με αποτέλεσμα περίπου ταυτόχρονα με την κυκλοφορία της κονσέρβας του Άπερτ να τροφοδοτείται και το βρετανικό ναυτικό με όμοια προϊόντα. Ως εφευρέτης στη βρετανική πλευρά αναφέρεται ο Peter Durant_αγνώστων λοιπών στοιχείων. Η κονσέρβα του Ντυράν ήταν επίσης μεταλλική και για το στεγανό κλείσιμο χρησιμοποιείτο αρχικά συγκόλληση μολύβδου, πράγμα που είχε ως αποτέλεσμα να παρουσιαστούν σε πληρώματα πλοίων μαζικά κρούσματα μολυβδίασης. Το πρώτο εργοστάσιο στη Βρετανία για μαζική παραγωγή κονσερβών με τρόφιμα λειτούργησε το έτος 1846.

Οι παλιές κονσέρβες έπρεπε να αδειάσουν αμέσως μόλις ανοιγόταν το καπάκι τους, επειδή η εσωτερική επιφάνεια οξειδωνόταν από το οξυγόνο. Αργότερα και μέχρι σήμερα αυτό είναι περιττό, γιατί η εσωτερική επιφάνεια των κονσερβών προστατευόταν από λεπτό στρώμα κασσίτερου (0,3μm) και αργότερα από ένα λεπτό φιλμ βερνικιού, εφόσον αυτό δεν αντιδρούσε με τα τρόφιμα. Στον 20^ο αιώνα χρησιμοποιείται επίσης αλουμίνιο για την κατασκευή κονσερβών.

Αρχιτεκτονική

Εισαγωγή

Αυτές τις εποχές ο μηχανικός και ο αρχιτέκτων ήταν το ίδιο πρόσωπο επειδή η κύρια δουλειά της τεχνολογίας ήταν οι κατασκευαστές. Η έννοια του αρχιτέκτονα εμφανίστηκε, όπως υποδηλώνει και ο όρος, στην Αρχαία Ελλάδα σαν ένας αρχιμάστορας που είχε μορφωθεί με μαθητεία κοντά σε κάποιο άλλο.

Ο μοντέρνος διεθνής όρος engineer έχει τη ρίζα του κάπου στο 200 μ.Χ. όταν ο όρος ingenium δόθηκε σε μερικές στρατιωτικές μηχανές που για την εποχή είχαν θαυμαστή συγκρότηση (ingenius) και αυτός που θα μπορούσε να σχεδιάσει και να κατασκευάσει τέτοιες έξυπνες (ingenious) έγινε γνωστός σαν ingeniator. Μέχρι τη βιομηχανική επανάσταση ο μηχανικός είχε σαν κύρια αποστολή του την κατασκευή στρατιωτικών μηχανών.

Στη βιομηχανική επανάσταση όμως ο μηχανικός άρχισε να αποκτά ονόματα σαν σχεδιαστής και κατασκευαστής όχι στρατιωτικών μηχανών αλλά για διάφορες χρήσεις και άρχισε να γίνεται μια διάκριση ανάμεσα σε στρατιωτική και πολιτική τεχνολογία, λέγοντας πολιτική τεχνολογία αυτή που αναφερόταν σε μη στρατιωτικούς σκοπούς. Φαίνεται ότι από εκεί ξεκίνησε ο όρος πολιτικός μηχανικός. Ο μεγάλος μηχανικός του 18ου αιώνα στην Αγγλία John Smeaton που ξέρουμε ότι είχε σημαντική συνεισφορά στις θερμικές μηχανές, φαίνεται να είναι ο πρώτος που χρησιμοποίησε για τον εαυτό του τον τίτλο πολιτικός μηχανικός.

Όπως είπαμε ο μηχανικός έχει σαν κύριο προορισμό την εφαρμογή της υπάρχουσας γνώσης και την προέκτασή της. Έτσι έγινε γρήγορα φανερό η ανάγκη για πιο συστηματική μόρφωση των μηχανικών στην υπάρχουσα γνώση και στη μεθοδολογία εφαρμογής και προέκτασή της. Το πρώτο επαγγελματικό στοιχείο για τη μόρφωση μηχανικών θεωρείται η σχολή γεφυρών και δρόμων που έγινε στην Γαλλία το 1747. Το σχολείο αυτό δίδασκε και πολιτική και στρατιωτική τεχνολογία και ένας από τους μαθητές της σχολής αυτής ο διακεκριμένος μαθηματικός Garpard Monge δημιούργησε την επόμενη σχολή μηχανικών το 1794, την Ecole Polytechnique. Από τη σχολή αυτή αποφοίτησαν πολλοί σπουδαίοι κατοπινοί μηχανικοί όπως Carnot, ο Eiffel. Πολλές χώρες ακολούθησαν αμέσως το Γαλλικό παράδειγμα, εξαίρεση αποτέλεσε η μεγάλη Βρετανία, όσο και να φαίνεται παράξενο μια και ήταν η χώρα που

αναπτύχθηκε η Βιομηχανική Επανάσταση. Μια και είναι μια χώρα που τηρεί την παράδοση, στη Μεγάλη Βρετανία εξακολουθούσε να υπάρχει το σύστημα της μαθητείας, κάτι που σε ένα βαθμό έχει παραμείνει μέχρι τις μέρες μας. μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα οι Βρετανοί μηχανικοί εξακολουθούσαν να προέρχονται βασικά από μαθητεία. Τα σχολεία ήταν τα ινστιτούτα μηχανικών νωρίς τον 19ο αιώνα που όμως ήταν επαγγελματικά σχολεία που έδιναν βραδινά μαθήματα μετά τη δουλειά. Συστηματική εκπαίδευση μηχανικών άρχισε να δίνεται μετά το 1840 στα Πανεπιστήμια του Λονδίνου και της Γλασκόβης και πήρε αρκετό χρόνο για να καθιερωθεί σαν μια επιστημονική και ακαδημαϊκή περιοχή.

Στα μέσα του 19ου αιώνα ήταν η μεγάλη εποχή των Βρετανών μηχανικών. Ήταν προϊόντα μιας κοινωνίας όπου η μόρφωση των μηχανικών γινόταν όπως είπαμε με το σύστημα της μαθητείας και που οι μηχανικοί της εποχής μάθαιναν την τέχνη τους από τους μεγάλους προκατόχους τους. Είχαν ακόμη και το πλεονέκτημα ότι δούλευαν στην πιο προοδευμένη βιομηχανική κοινωνία της εποχής. Ίσως αυτό ακριβώς το γεγονός να συντέλεσε στο να καθυστερήσει η πρόοδος της εκπαίδευσης των μηχανικών στη Μεγάλη Βρετανία επειδή η μέθοδος της μαθητείας έδινε μια αρκετά ικανοποιητική παραγωγή ειδικευμένων μηχανικών.

Δεν υπήρχε ακόμη αρκετή αντίληψη του ότι η αναπτυσσόμενη πολυπλοκότητα της τεχνολογίας χρειαζόταν ένα καινούργιο είδος μηχανικού με πιο συστηματική μόρφωση στην επιστήμη και τα μαθηματικά από εκείνη που μπορούσε να του δώσει το παλιό σύστημα. Σιγά-σιγά όμως η ανάγκη αυτή έγινε περισσότερο φανερή και άρχισαν να αναπτύσσονται τα τεχνολογικά ινστιτούτα, τα Πολυτεχνία, όπως και στον υπόλοιπο κόσμο. Οι επαγγελματικές εταιρείες του Λονδίνου, άμεσοι απόγονοι των μεσαιωνικών συντεχνιών, ίδρυσαν το ινστιτούτο για την πρόοδο της τεχνικής εκπαίδευσης στα 1876. Αυτό οδήγησε στην ίδρυση του City and Guilds College που αναπτύχθηκε σε αυτό που ξέρουμε σήμερα σαν Imperial College of Science and Technology.

4.1. Το τεχνικό σχέδιο

Το έτος 1795 παρουσίασε ο καθηγητής πανεπιστημίου και πολιτικός υπάλληλος του



υπουργείου οχυρωματικών έργων, Gaspard Monge (1746-1818) ένα βιβλίο με τίτλο «Geometrie Descriptive», εγκαινιάζοντας με αυτό τον κλάδο του τεχνικού σχεδίου στην Ευρώπη. Ο Μονζ ήταν φυσικομαθηματικός και έγινε σε ηλικία 16 ετών καθηγητής στο πανεπιστήμιο της Λυών. Στο βιβλίο αυτό έδειξε ο Μονζ ότι μπορούμε να παραστήσουμε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο επακριβώς, σχεδιάζοντας διάφορες απόψεις και/ή τομές του με συγκεκριμένους κανόνες.

**Γαλλικό γραμματόσημο
με απεικόνιση του Monge**

Οι στρατιωτικοί εκτίμησαν ότι αυτή η ιδέα του Μονζ πρέπει να θεωρηθεί κρατικό μυστικό, γιατί έδινε προβάδισμα στους Γάλλους στην καταγραφή τεχνικών λεπτομερειών και στην επικοινωνία μεταξύ τεχνικών. Παρ' όλες τις προσπάθειες μυστικότητας, η ιδέα του τεχνικού σχεδίου διαδόθηκε γρήγορα στην Ευρώπη, με εξαίρεση την Αγγλία. Εκεί προτιμήθηκε αρχικά η εμπειρική καταχώριση των στοιχείων, χωρίς ακριβείς κανόνες.

Αργότερα δημιουργήθηκε και στην Αγγλία και κατ' επέκταση στην Αμερική ένα σύνολο κανόνων, το οποίο σε ορισμένα σημεία του διαφέρει από το ευρωπαϊκό. Το τεχνικό σχέδιο εξελίχθηκε μέχρι τις ημέρες μας σε μεγάλο βαθμό και αποτέλεσε μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές των υπολογιστών στον τεχνικό τομέα.

Ο Μονζ, σημαντικός ερευνητής και πρόδρομος του Gauss στη μαθηματική επιστήμη, είχε μια διαδρομή στη ζωή του με μεγάλα σκαμπανεβάσματα, όπως και πολλοί άλλοι επιφανείς Γάλλοι στα χρόνια της επανάστασης και της ναπολεόντειας περιόδου. Φλογερός οπαδός της επανάστασης και φίλος του Βοναπάρτη, συμμετείχε ο Μονζ, αφενός σε όλες τις προσπάθειες της εποχής για τη δημιουργία συγκροτημένης εκπαίδευσης, αφετέρου σε όλες τις πολιτικές επιλογές και σε μερικές εκστρατείες του Ναπολέοντα. Ήταν συνιδρυτής της Ecole Polytechnique και καθηγητής της, μέλος της επιτροπής μέτρων και σταθμών υπό τον Λαπλάς, καθώς επίσης υπουργός με διάφορες αρμοδιότητες. Το 1816, με την οριστική κατάρρευση του ναπολεόντειου καθεστώτος στη Γαλλία και την επάνοδο των Βουρβόνων, εκδιώχθηκε ο Μονζ από όλες τις δημόσιες θέσεις του και έζησε ακόμα 2 χρόνια σε απόλυτη φτώχεια και μοναξιά.

4.2. Οδοί και οδοστρώματα

Μέχρι το 18ο αιώνα το οδικό δίκτυο της Ευρώπης ήταν υποτυπώδες. Από την κατάλυση της δυτικής ρωμαϊκής αυτοκρατορίας και μετά δεν συντηρήθηκαν οι παλιοί ρωμαϊκοί δρόμοι και δεν κατασκευάστηκαν σε μεγάλη κλίμακα νέοι, γιατί δεν υπήρχε και ανάγκη διακίνησης εμπορικών προϊόντων ή μετακινήσεων στρατιωτικών δυνάμεων στην έκταση που αυτό γινόταν την παλιά εποχή. Στη Γαλλία και Αγγλία αρμόδιος φορέας κατασκευής και συντήρησης δρόμων ήταν η κοινότητα και η εμβέλειά της έφθανε το πολύ στα μέσα της διαδρομής μέχρι το επόμενο χωριό. Στη Γερμανία αρμόδιος για έργα υποδομής ήταν ο τοπικός φεουδάρχης ή ηγεμόνας. Οι τεχνικοί στην Ευρώπη δεν γνώριζαν πια τις τεχνικές κατασκευής οδοστρωμάτων και, όπου ήταν απαραίτητο να κατασκευαστεί κάποια μεγαλύτερη οδική σύνδεση, αυτό γινόταν εμπειρικά και σε κάθε περιοχή με διαφορετικά πρότυπα.

Στην Αγγλία οι μεταφορές γίνονταν σε σημαντικό βαθμό με την παράκτια ναυσιπλοΐα και οι μονάδες παραγωγής βρίσκονταν κοντά σε λιμάνια. Οι εσωτερικές εμπορικές μεταφορές, μικρής εμβέλειας κατά κανόνα, γίνονταν με άμαξες που σύρονταν από 2, 4, 6 ή και 8 άλογα. Οι ταξιδιώτες, εφόσον δεν πήγαιναν με τα πόδια ή δεν διέθεταν ιδιωτική άμαξα, χρησιμοποιούσαν, οι ευπορότεροι τις ταχυδρομικές άμαξες (μέχρι 7 επιβάτες και ένας οπλισμένος φρουρός) ή τις εμπορικές άμαξες, στοιβαγμένοι μαζί με τα εμπορικά προϊόντα στο χώρο που τυχόν περίσσευε. Τα ζώα μεταφέρονταν στις εμποροπανηγύρεις και στα σφαγεία στις ίδιες οδικές αρτηρίες που χρησιμοποιούσαν οι άμαξες και οι πεζοί.

Με βροχή, οι δρόμοι αυτοί μετατρέπονταν σε βούρκο, ο οποίος αναδευόταν από τα πατήματα των αλόγων και τους τροχούς των διερχόμενων αμαξών, με ξηρασία γέμιζε η ατμόσφαιρα στην ευρύτερη περιοχή με σκόνη. Στη Γερμανία και τη Γαλλία δεν έπαιξε αντίστοιχα σημαντικό ρόλο η παράκτια ναυσιπλοΐα, αξιοποιούνταν όμως εντατικά οι μεγάλοι ποταμοί που διασχίζουν αυτές τις χώρες και κατασκευάζονταν κανάλια για την εγκάρσια διασύνδεση των ποταμών. Και στην Αγγλία κατασκευάζονταν βέβαια κανάλια, με αποτέλεσμα στην αλλαγή από το 18ο στο 19ο αιώνα να υπάρχει στην Ευρώπη ένα σημαντικό δίκτυο καναλιών.

Έτσι έγινε δυνατόν να δημιουργηθούν μονάδες παραγωγής και μακρύτερα από τα λιμάνια, όπου τις συμπληρωματικές διαδρομές μέχρι την αυλή των εργοστασίων κάλυπταν πάλι άμαξες. Με αυξανόμενο ρυθμό διάδοσης του σιδηροδρόμου, απλώθηκαν κατά το 19ο αιώνα ακόμα περισσότερο οι βιομηχανίες της εποχής, αφού τώρα έφτανε το τραίνο μέχρι την πύλη τους.

Το 1716 συγκροτήθηκε στη Γαλλία ένα τεχνικό σώμα για την κατασκευή δρόμων και γεφυρών. Αυτό το σώμα αποτέλεσε πόλο έλξης των καλύτερων μηχανικών, εκτός του στρατού. Έτσι, εκτός από τους *στρατιωτικούς μηχανικούς*, απέκτησε η Γαλλία και *πολιτικούς μηχανικούς* και έκτοτε υπάρχει αυτός ο τίτλος για τους μηχανικούς των κάθε μορφής δομικών κατασκευών.

Ο John Metcalfe (1717-1810), ένας γεννημένος τυφλός Σκοτσέζος μηχανικός, άρχισε στη δεκαετία του ¹1760 τη μελέτη και εφαρμογή σχεδίων για την κατασκευή δρόμων στο Yorkshire. Συνολικά κατασκευάστηκαν τότε σχεδόν 300 χιλιόμετρα οδοστρώματος με καλή αποχέτευση, το οποίο οδόστρωμα αποτελείται από τρία στρώματα: Πρώτα μία βάση από μεγάλες πέτρες, μετά γέμισμα με το υλικό εκσκαφής και τέλος ένα στρώμα από χαλίκια σταθεροποιημένα με χώμα. Η εξασφάλιση της απορροής των νερών της βροχής από τους δρόμους επιτεύχθηκε με την επινοήση του Thomas Telford (1757-1834) να κάνει το οδόστρωμα κυρτό, με κλίση προς τις πλευρές.

Βελτιωμένη λύση του προβλήματος ήρθε όμως από το Σκοτσέζο τοπογράφο John Loudon McAdam (1756-1836) ο οποίος, μετά από πολύχρονες μελέτες και δοκιμές κατέληξε σε ένα τύπο



οδοστρώματος που ονομάζεται έκτοτε προς τιμήν του «Macadam». Αυτό το πρότυπο δρόμων που διαδόθηκε σταδιακά σε όλη την Ευρώπη, προέβλεπε αφενός υπερύψωση του οδοστρώματος για εύκολη αποχέτευση των υδάτων και αφετέρου επάλληλες επιστρώσεις, μία με μεγάλες πέτρες και από μία με χοντρό και λεπτό χαλίκι, το οποίο σταθεροποιείτο με άμμο. Αργότερα στη θέση της άμμου ως συνδετικού μέσου χρησιμοποιήθηκε ασφαλτος. Οι δρόμοι που κατασκευάζονταν έκτοτε με τις προδιαγραφές του Μακάνταμ απαιτούσαν λιγότερο υλικό και μικρότερο κόστος συντήρησης.

Πρώτος δρόμος που επιστρώθηκε στην Ευρώπη με ασφαλτο ήταν το 1824 η Champs-Elyse στο Παρίσι. Στη Γερμανία επιστρώθηκε με ασφαλτο για πρώτη φορά το έτος 1838 ένας κεντρικός δρόμος στο Αμβούργο. Στη δεκαετία του 1840 είχε κατασκευαστεί στην Ευρώπη ήδη ένα αξιόλογο δίκτυο δρόμων, πάνω στο οποίο μεταφέρονταν πολύ ευκολότερα τα εμπορικά προϊόντα με άμαξες, μέχρι που άρχισε η ραγδαία ανάπτυξη του σιδηροδρομικού δικτύου, το οποίο αξιοποιήθηκε στις χερσαίες μεταφορές και συγκοινωνίες. Το οδικό δίκτυο των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών κρατών βελτιώθηκε και επεκτάθηκε πάλι από το τέλος του 19ου και μετά, με την εφεύρεση των μηχανών εσωτερικής καύσης και την κατασκευή αυτοκίνητων οχημάτων με δυνατότητα ελεύθερης διαδρομής.

4.3. Τσιμέντο – Μπετόν

Οι συγκολλητικές ύλες για τη σύνδεση των αδρανών οικοδομικών υλικών (χαλίκι, άμμος) ως μίγμα από ασβέστη, τριμμένο τούβλο ή ηφαιστειακή τέφρα έχει πολύ παλιά ιστορία. Ήδη πριν από 14.000 χρόνια χρησιμοποιούσαν λαοί της ανατολικής Μικράς Ασίας ως συγκολλητική ύλη για να κατασκευάσουν τοίχους από τούβλα της εποχής, λάσπη από ασβέστη και άμμο. Οι Φοίνικες ανακάτευαν πριν από 3.000 χρόνια στη λάσπη τέφρα ηφαιστείου και δημιουργούσαν ένα μίγμα που στερεοποιείται και σκληραίνει με την προσθήκη νερού. Τις ίδιες περίπου τεχνικές χρησιμοποιούσαν και οι αρχαίοι Έλληνες οικοδόμοι και γνωρίζουμε σήμερα ότι έστησαν ναούς, βιβλιοθήκες, στάδια και θέατρα, τα οποία, αν δεν είχαν υποστεί καθαιρέσεις από απρόβλεπτους σεισμούς και προβλεπτά εμπαθή χέρια, θα βρίσκονταν σήμερα ακόμα στην αρχική τους μορφή.

Οι ίδιες τεχνικές υιοθετήθηκαν από τους Ρωμαίους μέχρι που τον πρώτο μ.Χ. αιώνα επινοήθηκε η παραγωγή ανθεκτικών δομικών στοιχείων, κάτι σαν τους σημερινούς τσιμεντόλιθους, από άμμο και θρυμματισμένη πέτρα, συγκολλημένα με υδραυλική κονία. Αυτό το μίγμα ονομάστηκε «Opus Caementitium» ή *ρωμαϊκό τσιμέντο*, όπως λέγεται σήμερα, και με τη χρήση του δημιουργήθηκαν τα κτήρια, τα υδραγωγεία, οι γέφυρες, τα λιμάνια και οι ρωμαϊκοί δρόμοι που βρίσκονται ακόμα στη θέση τους, όπως κατασκευάστηκαν. Έκτοτε δεν παρατηρείται οποιαδήποτε αλλαγή στην παραγωγή φυσικού τσιμέντου και μόνο από το 1700 και μετά αρχίζουν να χρησιμοποιούνται διάφορες παραλλαγές υλών για τη δημιουργία της υδραυλικής κονίας, με σημαντικότερη πάντα την τέφρα από τα ηφαίστεια.

Η σύγχρονη ιστορία του τσιμέντου αρχίζει το έτος ¹1824, όταν ένας Άγγλος οικοδόμος, ο Joseph Aspdin (1778-1855) δημιούργησε ένα μίγμα αργίλου και ασβεστόλιθου, το οποίο «έψησε» σε κλίβανο. Αυτό το μίγμα ήταν ο τελευταίος πρόδρομος του σημερινού *υδραυλικού τσιμέντου* και ονομάστηκε «τσιμέντο Πόρτλαντ», λόγω του χρώματός του που μοιάζει με το πέτρωμα της χερσονήσου Portland στην Αγγλία. Το σημερινό τσιμέντο πέτυχε να



δημιουργήσει είκοσι χρόνια αργότερα ο Isaac Charles Johnson ο οποίος ψήνοντας το μίγμα αργίλου και ασβεστόλιθου σε θερμοκρασίες περί τους 1400 βαθμούς Κελσίου, το έφερε σε ρευστή κατάσταση. Στο τέλος, αφού κρύωσε το προϊόν που σήμερα ονομάζεται klinker (κλίνκερ), το έτριψε ο Τζόνσον σε λεπτόκοκκη σκόνη. Αυτή η γκρίζα λεπτή σκόνη αποδείχθηκε ένα άριστο συγκολλητικό υλικό για την άμμο

και το χαλίκι, τα οποία, με την προσθήκη νερού, αποτελούν το λεγόμενο «σκυρόδεμα» (μπετόν) που στερεοποιείται και σκληραίνει.

Ο υιός William Aspdin ίδρυσε εκείνα τα χρόνια, μαζί με συνεταίρους, το πρώτο εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου στην Αγγλία. Στις δεκαετίες που ακολούθησαν αυτές τις επινοήσεις, έγιναν διάφορες τροποποιήσεις για τη βελτίωση των υδραυλικών ιδιοτήτων του τσιμέντου, αλλά και για τη μείωση της τιμής του. Έτσι, από τα τέλη του 19ου αιώνα προστίθεται στο κλίνκερ και τέφρα από υψικαμίλους ή τέφρα θερμοηλεκτρικών σταθμών που καίνε λιγνίτη κλπ.

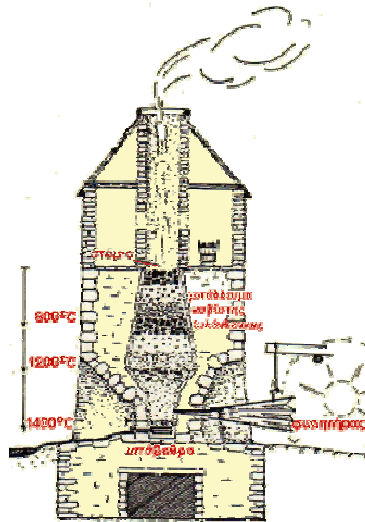
Το έτος 1849 γέμισε ο Γάλλος κηπουρός Joseph Monier μεγάλες γλάστρες φυτών με μπετόν, στο οποίο τοποθέτησε μέσα ένα πλέγμα από βέργες σιδήρου. Στόχος του ήταν να σταθεροποιήσει τις γλάστρες που παρασύρονταν από τους δυνατούς ανέμους. Αυτός ο συνδυασμός, μπετόν με μεταλλικές βέργες, δημιούργησε ένα στέρεο σύνολο και ακριβώς αυτή η ιδέα αποτέλεσε το πρώτο βήμα για το λεγόμενο σήμερα «οπλισμένο σκυρόδεμα» (οπλισμένο μπετόν ή μπετόν αρμέ).

Με αυτό το οπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευάζονται σήμερα σχεδόν αποκλειστικά οι σκελετοί των σύγχρονων κτηρίων. Οι τοίχοι από τούβλα ή πέτρες έπαψαν να φέρουν πια το βάρος της οικοδομής, ενώ ο σκελετός από μπετόν αρμέ έχει και την ελαστικότητα που απαιτείται ώστε να αντέξει ένα κτήριο στις καταπονήσεις από σεισμούς.

Το σημερινό τσιμέντο αποτελείται από οξειδία του ασβεστίου, πυριτίου, αργιλίου και σιδήρου που είναι ενωμένα μεταξύ τους και αποτελούν το 90% του βάρους του. Το υπόλοιπο μέρος είναι γύψος και μικρές ποσότητες αλάτων μαγνησίου, καλίου, νατρίου και άλλων στοιχείων.

4.4. Μεταλλουργία-Χάλυβας

Η ανάπτυξη των σιδηροδρομικών δικτύων και της ατμοπλοΐας στην Ευρώπη και την Αμερική δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την ευχέρεια για μαζική παραγωγή σιδήρου και χάλυβα. Η εξόρυξη



του μεταλλεύματος ήταν μια γνωστή από πολλούς αιώνες διαδικασία και είχε τυποποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Κατά το 19^ο αιώνα μετατρέπονταν το σιδηρομετάλλευμα μέσω μιας διεργασίας δύο βαθμίδων σε ενδιάμεσο προϊόν για την τροφοδοσία χυτηρίων. Ο σίδηρος που παραγόταν κατά την πρώτη βαθμίδα από την κάμινο τήξεως περιείχε μεγάλη ποσότητα άνθρακα, κυρίως από την καύσιμη ύλη (γαιάνθρακας, κοκ) που απαιτείται για την τήξη του μεταλλεύματος. Το παραγόμενο προϊόν (*χυτοσίδηρος*) είναι σκληρό αλλά εύθραυστο. Έτσι, πρέπει να απομακρυνθεί ο άνθρακας ώστε να απομείνει καθαρός αλλά μαλακός σίδηρος, πράγμα που επιτυγχανόταν με την καύση του άνθρακα με παροχή οξυγόνου και ισχυρή θέρμανση.

Στη συνέχεια, στη δεύτερη βαθμίδα επεξεργασίας, πρέπει να προστεθεί συγκεκριμένη ποσότητα άνθρακα, ώστε να διαθέτει ο παραγόμενος *χυτοχάλυβας* την επιθυμητή σκληρότητα. Αυτή η διαδικασία ήταν πολύπλοκη και πολυδάπανη και γι' αυτό το κόστος των χάλυβδινων προϊόντων υψηλό. Το 1746 αναπτύχθηκε μια μέθοδος παραγωγής χυτοχάλυβα, στην οποία χρησιμοποιείτο ένα μίγμα σκόνης άνθρακα. Έτσι τα χυτοχάλυβα έγιναν πρωτοπόρα στην παραγωγή φθηνού χάλυβα υψηλής μηχανικής αντοχής. Μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα διαδόθηκε αυτή η μέθοδος σε όλη την Ευρώπη και την Αμερική, κυρίως μέσω βιομηχανικής κατασκοπείας, κι έτσι όλοι οι κατασκευαστές ατμομηχανών, οχημάτων, σιδηροτροχιών και εργαλειομηχανών είχαν στη διάθεσή τους χυτοχάλυβα υψηλής ποιότητας.

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα καθιερώθηκαν οι πρώτοι τύποι χάλυβα και οι μέθοδοι ελέγχου της αντοχής τους. Αυτές οι τυποποιήσεις προκάλεσαν και σημαντικές αντιπαραθέσεις μεταξύ χυτοχάλυβων, κυρίως Γερμανών και Αμερικάνων, όπως συμβαίνει κατά κανόνα με όλες τις τυποποιήσεις βιομηχανικών προϊόντων. Κύριο πρόβλημα κατά την τυποποίηση του χάλυβα ήταν να αντιμετωπιστεί με χαμηλό κόστος ο αυξανόμενος αριθμός αστοχιών του υλικού, όπως εκρήξεις λεβήτων, θραύσεις αξόνων και σιδηροτροχιών κ.ά.



Ο Βρετανός μηχανολόγος και μεταλλουργός Henry Bessemer (Μπέσεμερ, 1813-1898) αναζητούσε μια λιγότερο δαπανηρή μέθοδο για την απομάκρυνση του άνθρακα από το χυτοσίδηρο και την βρήκε το έτος 1855, καταρχάς θεωρητικά, με τη διοχέτευση αέρα ή και οξυγόνο μέσα από τον ρευστό σίδηρο. Αυτός ο συνδυασμός αέρα και άνθρακα του σιδήρου, οδηγούσε σε αύξηση της θερμοκρασίας και όχι σε μείωση, όπως θα πίστευε κάποιος ανυποψίαστος.

Το οξυγόνο του αέρα δεσμεύει τον άνθρακα του σιδήρου και δημιουργεί μονοξείδιο (CO), το οποίο καίγεται και διατηρεί υψηλά τη θερμοκρασία. Με έλεγχο του χρώματος του λιωμένου σιδήρου μπορούσε ο εργοδηγός να ελέγξει, πότε είχε ολοκληρωθεί η καύση του άνθρακα, ώστε να διακόψει τη διεργασία. Έτσι, δεν χρειαζόταν να αφαιρεθεί ολοκληρωτικά ο άνθρακας και να προστεθεί στη συνέχεια η απαιτούμενη ποσότητά του με μια χρονοβόρα διαδικασία, ώστε να καταλήξει ο μεταλλουργός στην επιθυμητή ποιότητα χυτοχάλυβα: η αφαίρεση έφτανε μέχρι εκείνου του σημείου ώστε να παραμένει στο λιωμένο υλικό η επιθυμητή ποσότητα άνθρακα. Οι δύο διαδικασίες είχαν ενοποιηθεί σε μία.

Καταρχάς πρέπει να σημειωθεί ότι η εμφύσηση αέρα σε λιωμένο σίδηρο δεν είναι μια απλή διαδικασία, όσο εύκολα περιγράφεται. Απαιτούνται ισχυρές δυνάμεις και υλικά με ανθεκτικότητα σε υψηλές θερμοκρασίες. Γι' αυτό το σκοπό κατασκευάζονταν στο εξής ειδικές ατμομηχανές. Πέρα από αυτό, ενώ τα πειράματα στο εργαστήριο έδιναν πολύ καλά αποτελέσματα, η εφαρμογή της μεθόδου Μπέσεμερ σε πραγματικές συνθήκες κατέληξε σε ακατάλληλο προϊόν. Το μυστικό ήταν ότι ο Μπέσεμερ είχε χρησιμοποιήσει στα πειράματά του σουηδικό σιδηρομετάλλευμα, ενώ στην παραγωγή ήταν διαθέσιμο μόνο βρετανικό μετάλλευμα, το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε φωσφόρο που επηρέαζε αρνητικά το αποτέλεσμα.

Η λύση σ' αυτό το πρόβλημα δόθηκε από τους εξαδέλφους μεταλλουργούς S. G. Thomas και P. C. Gilchrist, οι οποίοι υπέδειξαν να επενδυθούν τα δοχεία τήξης του σιδήρου με ασβεστολιθικό τοίχωμα. Αυτό οδήγησε σε άριστα αποτελέσματα και γρήγορα άρχισαν να κατασκευάζονται *υψικάμινοι Bessemer* σε όλες τις χαλυβουργίες.

Όπως συμβαίνει συχνά με τις έρευνες και εφευρέσεις σε μια ανοικτή κοινωνία, με τη δημοσιοποίηση της τεχνικής Bessemer παρουσιάστηκε ένα μεταλλουργός με όνομα Kelly από τις ΗΠΑ, ο οποίος είχε λάβει εκεί σχετική έγκριση ευρεσιτεχνίας πέντε χρόνια πριν από τον Bessemer, χωρίς όμως να αντιληφθεί την τεχνική και οικονομική σημασία της επινοήσεώς του. Πιθανότατα ο Κέλυ δεν είχε τις κατάλληλες επαφές με τη χαλυβουργία, ώστε να του δοθεί η ευκαιρία να δοκιμάσει την ιδέα του. Σ' αυτό το διάστημα ο Bessemer είχε γίνει ήδη πάμπλουτος με τη δική του ευρεσιτεχνία, οπότε ικανοποίησε τον Αμερικάνο ανταγωνιστή του με κάποιο ικανοποιητικό χρηματικό ποσό, εξαγοράζοντας την ευρεσιτεχνία του.



Ο Robert F. Mushet (1811-1891) ήταν από τους σημαντικότερους μεταλλουργούς της Βρετανίας, όπως και ο πατέρας του εξ άλλου και συνέβαλλε σημαντικά στην ανάπτυξη της μεθόδου Bessemer. Επίσης ανακάλυψε με συνεχείς δοκιμές διάφορα πρόσθετα υλικά, τα οποία σε μικροποσότητες βελτίωναν τα χαρακτηριστικά του χυτοχάλυβα. Τέτοια κράματα χάλυβα περιείχαν τιτάνιο, βολφράμιο, μαγγάνιο, χρώμιο κ.ά., με αποτέλεσμα να πετυχαίνονται κατά περίπτωση μεγαλύτερη ανθεκτικότητα

σε υψηλές θερμοκρασίες, οξειδωση, εφελκυσμό κλπ. Από αυτά τα πρόσθετα σημαντικότερο ρόλο έπαιξε το μαγγάνιο (**Mn**), το οποίο δέσμευε υπόλοιπα οξυγόνου και έτσι δεν δημιουργούνταν φυσαλίδες στο χυτοχάλυβα.

Επίσης σημαντικό ρόλο στις μελέτες και τα πειράματα για την παραγωγή και επεξεργασία του χυτοχάλυβα έπαιξε η διαδικασία σκλήρυνσης (βαφή), η οποία γινόταν, άλλοτε με

σταδιακή ψύξη στον αέρα, άλλοτε με βάπτιση σε νερό ή λάδι και άλλοτε με ενδιάμεσες θερμικές επεξεργασίες (χαλάρωση κ.ά.)



Το έτος 1883 πειραματίστηκε ο Βρετανός μεταλλουργός Robert A. Hadfield (1858-1940) με μεγάλες προσμίξεις μαγγανίου στο χυτοχάλυβα, μέχρι 12%. Όταν στη συνέχεια θερμάνει το κράμα στους 1000 °C έπαυε αυτό να είναι εύθραυστο, αλλά με ψύξη σε ειδικό λουτρό βαφής, γινόταν ιδιαίτερα σκληρό. Έτσι κατάφερε ο Χάτφιλντ να κατασκευάσει με το κράμα του σιδηροδρομικές

τροχιές, οι οποίες είχαν διάρκεια ζωής άνω των 20 ετών, ενώ οι μέχρι τότε χρησιμοποιούμενες δεν έφταναν τον ένα χρόνο. Με τον *χάλυβα Hadfield* άρχισε η εποχή των κραμάτων με διάφορες προσμίξεις και συνδυασμούς.

Οι βιομήχανοι προσέλκυσαν Άγγλους χαλυβουργούς από το Sheffield, οι οποίοι είχαν μεν σημαντικές δεξιότητες και γνώσεις, αλλά τελείως διαφορετική εργασιακή νοοτροπία. Οι μετανάστες είχαν συνηθίσει στην Αγγλία σε ρυθμούς εργασίας με «τσαγκαροδευτέρα», αυξημένο αριθμό αργιών, πολλά διαλείμματα (tea time), μειωμένη ετοιμότητα για προσαρμογή στις εντολές των εργοδηγών κ.ά. Ήδη εκείνη την εποχή γινόταν εύκολα αντιληπτό το διαφορετικό κλίμα εργασίας μεταξύ των αμερικάνικων και των ευρωπαϊκών βιομηχανικών μονάδων.

Το έτος 1856 δήλωσαν οι αδελφοί Friedrich και Wilhelm-William Siemens μία ευρεσιτεχνία για υψικάμινο με πολύ υψηλές θερμοκρασίες μέσω προθέρμανσης αερίου και αέρα που διοχετεύεται στο ρευστό σίδηρο. Η μέθοδός τους δεν ήταν δυνατόν όμως να λειτουργήσει σε πραγματικές συνθήκες, γιατί στους 1600 °C άρχιζαν να λιώνουν τα τοιχώματα της υψικαμίνου. Η μέθοδος αυτή αποδείχθηκε όμως επιτυχής για την κατασκευή γυαλιού με αποτέλεσμα να γίνει ο Friedrich Siemens ο μεγαλύτερος παραγωγός γυαλιού στην Ευρώπη.

Ηλεκτρολογικές επινοήσεις

5.1. Ηλεκτρικό φως



Η εφεύρεση της ηλεκτρικής μπαταρίας το έτος 1800 άνοιξε το δρόμο στους ερευνητές για εξήγηση διαφόρων ηλεκτρικών φαινομένων και αναζήτηση νέων εφαρμογών. Η πρώτη μεγάλη εφεύρεση μετά το αλεξικέραυνο αφορούσε τον ηλεκτρικό φωτισμό. Σύντομα διαπιστώθηκε ότι μεταλλικά σύρματα και κομμάτια άνθρακα θερμαίνονταν, όταν περνούσε από αυτά ρεύμα. Και σε περίπτωση υψηλών ρευμάτων, αυτοί οι αγωγοί πυρακτώνονταν και ακτινοβολούσαν. Η πρώτη σχετική αναφορά οφείλεται στον Humphrey Davy (1778-1829)

και η πρώτη δημόσια επίδειξη με διέλευση ισχυρού ρεύματος από σύρμα λευκόχρυσου έγινε το 1802 (¹³Αραμπατζής Θ., Γαβρόγλου Κ. κ.ά,1999). Δυστυχώς, αυτό το *θαύμα της τεχνικής* διαρκούσε λίγο, γιατί το σύρμα «καιγόταν». Μέχρι το 1809 έκαναν ο Ντέιβυ και άλλοι ερευνητές πολλά πειράματα για να διατηρήσουν το φως για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά χωρίς επιτυχία. Τελικά παρουσίασε ο σκληροτράχηλος αυτός ερευνητής το 1813 την πρώτη *λυχνία τόξου*, η οποία φώτιζε για αρκετά λεπτά το χώρο επιδείξεως. Επρόκειτο για *βολταιϊκό τόξο* που δημιουργείτο μεταξύ δύο τεμαχίων άνθρακα, των οποίων τα άκρα βρίσκονταν σε απόσταση περίπου 1 mm.

¹³Αραμπατζής Θ., Γαβρόγλου Κ. κ.ά,1999,*Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας*, ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Βέβαια, αυτό που δεν έβλεπαν οι θεατές του πειράματος, γιατί ήταν κρυμμένο πίσω από ένα παραβάν, ήταν η τροφοδοσία αυτής της λάμπας που αποτελείτο από 2.000 βολταϊκά στοιχεία. Αν και η τεχνική διάταξη δεν ήταν ακόμα ώριμη για αξιοποίηση, όπως συμβαίνει τις περισσότερες φορές με τις σημαντικές εφευρέσεις, είχε αποδειχθεί η δυνατότητα του *ηλεκτροφωτισμού*. Η αναζήτηση λύσης στο θέμα του ηλεκτροφωτισμού κράτησε αρκετές δεκαετίες, με κύριο στόχο τον εντοπισμό υλικών που δεν θα καίγονταν στην ατμόσφαιρα, μετά από κάποιο χρόνο πυρακτώσεώς τους με τη διέλευση υψηλού ηλεκτρικού ρεύματος. Η αρχική λύση του Ντέιβυ βελτιώθηκε με άνθρακα καλύτερης ποιότητας και γεωμετρίας και με ένα μηχανισμό αυτόματου ελέγχου, ο οποίος διατηρούσε τους δύο ακροδέκτες σε σταθερή απόσταση, ώστε να μη σβήνει το τόξο.

Έτσι, το 1844 ηλεκτροφωτίστηκε πανηγυρικά η Place de la Concorde στο Παρίσι και το νέο έκανε αμέσως το γύρο του κόσμου, ως τεχνολογική κατάκτηση. Για την κατασκευή αυτού του φωτισμού είχαν εργαστεί ο μηχανικός Louis-Joseph Deleuil (1795-1862) και ο Φυσικός Jean Bernard Leon Foucault (1819-1868). Το παράδειγμα το Παρισιού έσπευσαν να αντιγράψουν κι άλλες μεγάλες πόλεις της Ευρώπης, αν και η λύση του βολταϊκού τόξου δεν ήταν τεχνικά ολοκληρωμένη. Αφενός το πρόβλημα των ηλεκτροδίων απαιτούσε συχνή συντήρηση, αφετέρου η τροφοδοσία με ηλεκτρική ενέργεια στηριζόταν ακόμα σε ακριβές και ογκώδεις μπαταρίες. Η οριστική λύση του προβλήματος επήλθε με την κατασκευή λυχνιών κενού (Edison κ.ά.) και με την κατασκευή σταθμών ηλεκτρικής τροφοδοσίας. Για το σκοπό αυτό έπρεπε όμως να εφευρευθούν πρώτα οι ηλεκτρικές γεννήτριες με περιστρεφόμενο δρομέα.



Ηλεκτροφωτισμός της πλατείας Ομονοίας στο Παρίσι.

5.2. Ο ηλεκτρικός λαμπτήρα



Ήδη από το έτος 1844 είχε ηλεκτροφωτιστεί η Place de la Concorde στο Παρίσι με χρήση βολταϊκού τόξου, λύση που είχε σημαντικά τεχνικά προβλήματα. Στη δεκαετία του 1860 προσπάθησε ο Άγγλος τεχνικός Josef Swan να κατασκευάσει λάμπες με νήμα άνθρακα, αλλά η επιτυχία είχε μικτή διάρκεια, αφού μετά από μερικά λεπτά το νήμα καταστρεφόταν. Μετά από ένα διάλειμμα 18 ετών, άρχισε ο ίδιος το 1878 πάλι δοκιμές, αξιοποιώντας όμως την αντλία υψηλού κενού που είχε εν τω μεταξύ εφευρεθεί. Πράγματι, η διάρκεια ζωής της λυχνίας με κενό αέρα είχε πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από ότι είχε προηγουμένως. Το 1879 παρουσίασε ο Swan την εφεύρεση του στη δημοσιότητα, αλλά διαπίστωσε ότι είχε αργήσει λίγο.

Μερικούς μήνες πριν είχε υποβάλει ο Thomas Edison στην Αμερική αίτηση ευρεσιτεχνίας για μια όμοια λάμπα κενού. Ο Edison ισχυριζόταν ότι είχε ήδη κάνει επίδειξη της λυχνίας του, αλλά κανείς δεν είδε κάποιο δείγμα της εφεύρεσής του. Μάλλον επρόκειτο για πετυχημένη παραπλάνηση της κοινής γνώμης. Η διαφορά του Edison από τους άλλους εφευρέτες ήταν ότι, ενώ αυτοί πρώτα ερευνούσαν και υπολόγιζαν τις συσκευές τους, μέχρι να αποκτήσουν βεβαιότητα για τη λειτουργία τους, πριν βγουν στη δημοσιότητα, είχαν δηλαδή την επιστημονική νοοτροπία, ο Edison κατασκεύαζε εμπειρικά κάτι και, εφόσον αυτό λειτουργούσε στοιχειωδώς, αναζητούσε με την ησυχία του τη θεωρητική εξήγηση, αφού είχε υποβάλει τη σχετική αίτηση ευρεσιτεχνίας. Έτσι έφτασε στα περίπου 1.400 διπλώματα ευρεσιτεχνίας, πολλά από τα οποία δεν απέκτησαν ποτέ σημασία.

Την πρωτοχρονιά του 1879 παρουσίασε ο Edison μια συστοιχία από 50 λαμπτήρες, οι οποίες έπαιρναν ρεύμα από μια γεννήτρια συνεχούς ρεύματος. Στη Μεγάλη Βρετανία άρχισε ο Swan την κατασκευή λαμπτήρων ήδη από το 1880, επιλέγοντας ως νήμα πυρακτώσεως επεξεργασμένες με άνθρακα ίνες βαμβακιού.

5.3. Θερμοηλεκτρισμός



Το έτος 1822 ανακαλύφθηκε ένα φαινόμενο που αποτέλεσε αφορμή για τη δημιουργία του τομέα της θερμοηλεκτρικής τεχνολογίας. Ο Φυσικός Thomas Johann Seebeck (1770-1831) που είχε επιδόσεις σε μελέτες της Οπτικής, πειραματιζόταν με κλειστούς συρμάτινους βρόχους, οι οποίοι ήταν κατά το ένα μισό από χαλκό και κατά το υπόλοιπο από σίδηρο. Οι βρόχοι αυτοί είχαν έτσι δύο σημεία συγκολλήσεως χαλκού και σιδήρου. Ο Ζήμπεκ διαπίστωσε ότι, αν μεταξύ των δύο σημείων συγκολλήσεως υπήρχε διαφορά θερμοκρασίας, ο βρόχος διαρρέοταν από ρεύμα, με ένταση ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασιών.

Μερικά χρόνια αργότερα έγινε κατανοητό ότι μια τέτοια διάταξη ήταν κατάλληλη για τη μέτρηση της θερμοκρασίας. Το ένα σημείο συγκολλήσεως (*θερμικό ζεύγος*) τοποθετείται στο σημείο που έπρεπε να μετρηθεί η θερμοκρασία και το άλλο έμενε ελεύθερο στη θερμοκρασία δωματίου.

Με την πάροδο των ετών ερευνήθηκαν διάφοροι συνδυασμοί μετάλλων για δημιουργία θερμικών ζευγών, με στόχο τη γραμμική ανταπόκριση του συστήματος, την αύξηση της ευαισθησίας και τη διεύρυνση της περιοχής μέτρησης. Με ίδιους στόχους δημιουργήθηκαν συστοιχίες θερμικών ζευγών, δηλαδή επάλληλες συνδέσεις με εναλλαγή των συγκολλημένων μετάλλων. Ακριβώς το αντίστροφο φαινόμενο εντόπισε ο ερευνητής Jean Charles Athanase Peltier (1785-1845) το έτος 1834, όταν διαπίστωσε ότι ένας βρόχος από δύο διαφορετικά μέταλλα που διαρρέεται από σταθερό ρεύμα, παρουσιάζει διαφορά θερμοκρασιών στα σημεία συγκολλήσεως.

Ο Πελτιέ υπέθεσε ότι αυτό το φαινόμενο οφείλεται σε κάποιο σφάλμα του νόμου του Τζάουλ, μια και δεν υπήρχε συγκροτημένη ηλεκτρονική θεωρία για να ερμηνεύσει τα θερμοηλεκτρικά φαινόμενα. Το έτος 1838 επιβεβαίωσαν οι Becquerel και Lenz το φαινόμενο Πελτιέ, αλλά η εξήγησή του δόθηκε περί το 1860 από τον Thomson ο οποίος ήταν γιος ενός βιβλιοπώλη, στα 14 μπήκε Owens College. Το 1876 έλαβε υποτροφία στο Trinity College του Cambridge, όπου και παρέμεινε για το υπόλοιπο της ζωής του. Λόγω της μικρής διαφοράς

θεοκρασιών που προέκυπτε κατά τη διέλευση ρεύματος, δεν αξιοποιήθηκε τεχνικά αυτό το φαινόμενο. Μετά από περίπου 100 χρόνια όμως χρησιμοποιήθηκε το φαινόμενο Πελτιέ στην ψύξη ημιαγωγών.

5.4. Ηλεκτρισμός

5.4.1. Ηλεκτρισμός από Μαγνητισμό, Faraday

Το 1831 ανακάλυψε ο αυτοδίδακτος Φυσικός και Χημικός Michael Faraday (Φαρανταίν, 1791-1867) ένα σημαντικό φαινόμενο που εντάσσεται στην αλυσίδα των σχέσεων ηλεκτρισμού και μαγνητισμού. Κατά την εκτέλεση πειραμάτων με δύο γειτονικά πηνία, στο ένα από τα οποία παρείχε ρεύμα με διακόπτη, παρατήρησε ότι κατά το άνοιγμα και το κλείσιμο του διακόπτη, το γαλβανόμετρο που είχε συνδεθεί σε σειρά με το άλλο πηνίο έδειχνε αποκλίσεις. Ο Φαρανταίν είχε δημιουργήσει ουσιαστικά εκείνη την τεχνική διάταξη που ονομάστηκε αργότερα *μετασχηματιστής*, αλλά κυρίως είχε καταγράψει το φαινόμενο της *ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής*, δηλαδή, πώς από τη μεταβολή του μαγνητισμού προκύπτει ηλεκτρισμός, το αντίστροφο από αυτό που περιέγραψαν οι Μπίο-Σαβάρ και ο Αμπέρ.

Ο Φαρανταίν καταγόταν από μια φτωχή οικογένεια ενός πεταλωτή αλόγων· ο ίδιος είχε ως επαγγελματική του απασχόληση αρχικά την πώληση εφημερίδων, ενώ αργότερα εκπαιδεύτηκε στη βιβλιοδετική. Παρακολούθησε από προσωπικό ενδιαφέρον διαλέξεις του Χ. Ντέιβυ στο πανεπιστήμιο, χωρίς να σπουδάσει ποτέ και τις κατέγραψε με τέτοια πληρότητα και γνώση του αντικειμένου, ώστε προσελήφθη από τον καθηγητή σε θέση παρασκευαστή Χημείου. Σύντομα άρχισε προσωπικές έρευνες και οι πρώτες εργασίες του ήταν «Η περιστροφή του ρεύματος γύρω από ένα μαγνήτη και η περιστροφή ενός μαγνήτη γύρω από ένα ρεύμα», με την οποία προαναγγέλλονται ουσιαστικά οι στροβιλισμοί στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, καθώς επίσης «Η υγροποίηση αερίου χλωρίου».



Άλλες σημαντικές ανακαλύψεις του Φαρανταίου, εκτός από την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και την ηλεκτροδυναμική αρχή, ήταν η *διηλεκτρική σταθερά* (σήμερα: *επιτρεπτότητα*), η *παρα- και δια-μαγνητική* συμπεριφορά των υλικών, οι εικόνες των ηλεκτρικών και μαγνητικών περιοδικών γραμμών, η δημιουργία απομονωμένης περιοχής από ηλεκτρικές επιδράσεις με το σχηματισμό του λεγόμενου *κλωβού Φαρανταίου* κ.ά. Ειδικότερα, η εισαγωγή των *πεδιακών γραμμών* ή των γραμμών *μαγνητικής δυνάμεως*, όπως ονομάζονταν τότε, οδήγησε τον Φαρανταίου στο συμπέρασμα, ότι πρέπει αυτές να διαχέονται σε όλο το χώρο με άπειρη ταχύτητα. Αυτό αποτελεί μία πρώτη, τελείως διαισθητική βέβαια, σύλληψη του Φαρανταίου για την ύπαρξη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Γεγονός είναι πάντως ότι, ακόμα και διάσημοι επιστήμονες της εποχής, αμφισβήτησαν την ιδέα, μέχρι που αυτή έγινε γενικά αποδεκτή από την ηλεκτρομαγνητική θεωρία που διατύπωσε ο Maxwell, εισάγοντας τον περιορισμό της ταχύτητας του φωτός.

Άμεση συνέχεια της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής ήταν η ανακάλυψη του Φαρανταίου ότι, όταν ένα πηνίο περιστρέφεται κοντά σ' ένα μόνιμο μαγνήτη, παράγει στους ακροδέκτες μία μεταβαλλόμενη τάση. Αυτό το φαινόμενο ονομάστηκε *dynamo principle*, από την ελληνική λέξη *δύναμη* και αποτελεί τη βάση της γεννήτριας με περιστρεφόμενο δρομέα. Τέτοιες απλές γεννήτριες χρησιμοποιούνται και σήμερα με διάφορες βελτιώσεις π.χ. στα ποδήλατα, όπου η κίνηση του τροχού περιστρέφει το δρομέα (μόνιμος μαγνήτης) κι αυτός παράγει στο πηνίο ηλεκτρική τάση. Ο τρόπος εργασίας του Φαρανταίου ήταν καθαρά διαισθητικός, αφού ο μεγάλος αυτός ερευνητής δεν διέθετε μαθηματική προπαίδεια για να διευκολυνθεί στις μελέτες του. Μετά το θάνατό του σε ηλικία 76 ετών, βρέθηκαν στα συρτάρια του κάπου 95 τιμητικά διπλώματα διαφόρων επιστημονικών και άλλων οργανώσεων, όλα ιδιόχειρα δεμένα με την ικανότητα του έμπειρου βιβλιοδέτη. Ο Φαρανταίου θεωρείται ο χρονικά *δεύτερος κορυφαίος* ερευνητής του ηλεκτρομαγνητισμού.



Ο Faraday σε κουβανικό γραμματόσημο.

Παράλληλα με τον (Αγγλο) Φαρανταίου αλλά ανεξάρτητα από αυτόν εργαζόταν ο (Αμερικάνος) Φυσικός Joseph Henry (Χένρυ, 1797-1878), ο οποίος γνώριζε το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, αλλά δεν είχε αντιληφθεί την τεράστια σημασία του. Ο Χένρυ διατύπωσε με μαθηματικές εξισώσεις τη σχέση μεταξύ της μεταβολής του μαγνητικού πεδίου και του ηλεκτρισμού και εισήγαγε την έννοια της *αυτεπαγωγής*. Το έτος 1834 διατύπωσε ο Φυσικός Heinrich F.E. Lenz (1804-1865) τον κανόνα, στον οποίο δόθηκε από της μεταγενέστερους το όνομά του: *Το ρεύμα που επάγεται σε ένα πηνίο έχει πάντα τέτοια φορά, ώστε να αντιδρά στο αίτιο που το προκαλεί.*

Αργότερα, όταν αποκτήθηκε γενικότερη εποπτεία της νόμους που διέπουν τα φυσικά φαινόμενα, ήταν εύκολο να διαπιστωθεί ότι ο νόμος της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής έπαιξε στον ηλεκτρομαγνητισμό τον ίδιο ρόλο που έπαιξε και η αδράνεια στην κίνηση. Η γενικότερη φυσική αρχή που εκφράζεται με της δύο της, φαινομενικά άσχετους μεταξύ της νόμους είναι ότι, *η ενεργειακή κατάσταση της συστήματος δεν μεταβάλλεται ποτέ με ασυνέχειες, αλλά πάντα ομαλά (εκθετικά).*

Η Θερμοδυναμική

Η ιστορία της θερμοδυναμικής είναι μια θεμελιώδης πτυχή στην ιστορία της φυσικής, της ιστορίας της χημείας, και η ιστορία της επιστήμης εν γένει. Λόγω της συνάφειας της θερμοδυναμικής σε μεγάλο μέρος της επιστήμης και της τεχνολογίας, η ιστορία του είναι λεπτή υφασμένα με την εξέλιξη της κλασικής μηχανικής, η κβαντική μηχανική, μαγνητισμό, και κινητική χημικών, για της πιο απομακρυσμένες εφαρμόζονται τομείς της η μετεωρολογία, θεωρία πληροφοριών, και η βιολογία (φυσιολογία), και για της τεχνολογικές εξελίξεις, της η ατμομηχανή, μηχανή εσωτερικής καύσης, cryogenics και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ανάπτυξη της θερμοδυναμικής τόσο οδήγησε και προήλθε από την ατομική θεωρία. Της, αν και σε ένα λεπτό τρόπο, κίνητρα νέες κατευθύνσεις για την πιθανότητα και της στατιστικές? Βλ., για παράδειγμα, το χρονοδιάγραμμα της θερμοδυναμικής.



αέρια

Υπάρχουν διάφορες προεργασίες και μελέτες της θερμοδυναμικής της αυτή του Benjamin Thompson ή δούκα Rumford, ο οποίος το έτος 1798 πραγματοποιεί εκτεταμένα πειράματα παραγωγής θερμότητας από της μορφές ενέργειας ή αυτή του Sir Humphry Davy, ο οποίος ένα χρόνο αργότερα δημοσίευσε της όμοιες μελέτες. Αλλά και ακόμα παλαιότερα είναι δυνατόν να τοποθετηθούν οι αρχές της Θερμοδυναμικής, της στο νόμο των Boyle-Mariott για τα ιδανικά

Σ' αυτές της προμελέτες προστίθεται και η εργασία του Benjamin Thompson φυσικά(Τόμσον, 1753-1814), ο οποίος σημαδεύει την αρχή της αντίληψης για το *μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας*, δηλαδή ότι η θερμότητα και το μηχανικό έργο μπορούν να μετασχηματιστούν αμοιβαία, υπό ιδανικές συνθήκες δε χωρίς απώλειες.

Συγκεκριμένα, ο Τόμσον ήταν Αμερικάνος φυσιοδίφης που περιφερόταν σε διάφορα σαλόνια της Ευρώπης. Όταν βρισκόταν στη Βαυαρία, παρατήρησε σε κάποια πολεμική επίδειξη ότι

μετά από κάθε βολή του πυροβολικού οι κάνες των κανονιών είχαν τόσο υψηλή θερμοκρασία, ώστε θα μπορούσε κάποιος να βράσει ένα δοχείο με νερό. Αυτές οι παρατηρήσεις τον οδήγησαν να εγκαταλείψει της θεωρίες περί φλογιστού και να προσχωρήσει στην άποψη ότι η θερμότητα είναι ένα φαινόμενο ενεργειακής υφής. Στη συνέχεια υπολόγισε δε προσεγγιστικά ένα συντελεστή αντιστοιχίας μεταξύ θερμότητας και μηχανικής ενέργειας.



Η σκέψη του Τόμσον για το *μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας* ολοκληρώθηκε σαράντα χρόνια μετά από τον Φυσικό και Άγγλο James Prescott Joule ο οποίος γεννήθηκε το 1818 στο Salford της Αγγλίας και ο οποίος τελικά υπολόγισε την ακριβή τιμή του. Ο Τζάουλ πραγματοποίησε πλήθος πειραμάτων, μετατρέποντας προκαθορισμένες ενεργειακές ποσότητες σε θερμότητα και κατέληξε το 1843 στο συμπέρασμα ότι $1 \text{ kcal} = 4,18 \times 10^3 \text{ J}$ (με σημερινές μονάδες).

Βέβαια είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι ο Γερμανός Julius Robert Mayer το 1842 αντιμετώπισε τη θερμότητα ως μορφή ενέργειας που αφορά την «κίνηση των ελάχιστων σωματιδίων της ύλης». Φυσικά της αποδείχτηκε η αρχή αυτή αποτελεί σημαντικό φυσικό νόμο (¹⁵Weinberg Steven, 1995). Σύμφωνα με την *αρχή διατήρησης της ενέργειας*, η οποία αποτελεί το *πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα*, κάθε θερμικά απομονωμένο σύστημα έχει μια σταθερή ποσότητα ενέργειας (U), η οποία ούτε εξαφανίζεται, αλλά ούτε πολλαπλασιάζεται. Κάθε διακύμανση της της συνολικής ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή έργου (W) και τη μεταβολή της θερμικής κατάστασης του συστήματος (Q): $dU=dW+DQ$. Έτσι, στα μέσα του 19^{ου} αιώνα καθιερώθηκε, μετά την ορμή, η ενέργεια ως το δεύτερο φυσικό μέγεθος που διατηρείται. Τέλος στην περαιτέρω εξέλιξη της επιστήμης διατυπώθηκαν ακόμα δύο *αρχές διατήρησης*.

Επιστήμονες οραματίζονταν την κατασκευή μιας μηχανής που θα ήταν σε θέση να παράγει, ως κλειστό σύστημα, περισσότερη ενέργεια από αυτή που δέχεται να έχει δηλαδή *βαθμό αποδόσεως* μεγαλύτερο από τη μονάδα. Το έτος 1854 διατυπώθηκε το *δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα*, το οποίο αναφέρεται στην «ποιότητα» των διαφόρων ενεργειακών μορφών.

Εδώ είναι σκόπιμο να αναφέρουμε και ένα μεθοδολογικό παράδοξο: Αφού είχαν διατυπωθεί τα τρία θερμοδυναμικά αξιώματα, διαπιστώθηκε ότι η λογική της θεμελίωσης της

Θερμοδυναμικής στο μέγεθος της θερμοκρασίας απαιτούσε ένα ακόμα, εισαγωγικό αξίωμα, το οποίο εξασφαλίζει τη μεταβατικότητα της ιδιότητας του θερμικού ισοζυγίου. Επειδή της είχαν ήδη «εξαντληθεί» οι προσδιορισμοί *πρώτο*, *δεύτερο* και *τρίτο*, αυτό το μεταγενέστερο αξίωμα ονομάστηκε *μηδενικό αξίωμα της Θερμοδυναμικής*.

¹⁴ KnowLex – The free Encyclopedia.

¹⁵ Weinberg Steven, 1995, *Ονειρα για μια τελική θεωρία, Η αναζήτηση των θεμελιωδών νόμων της φύσης*, Κάτοπτρο, Αθήνα.

Τηλεπικοινωνίες

Γενικά

Η μεταφορά μηνυμάτων αποτέλεσε από την αρχαιότητα και αποτελεί μέχρι σήμερα μία σημαντική αναγκαιότητα, είτε αυτά τα μηνύματα είχαν εμπορική και στρατιωτική σημασία, είτε έχουν της μέρες της εκπαιδευτικό και ψυχαγωγικό περιεχόμενο. Οι φυσικοί φορείς μεταφοράς ήταν πάντα το φως και ο ήχος. Χωρίς φως κάθε μήνυμα ή σήμα θα παραμείνει, κυριολεκτικά, στο σκοτάδι και χωρίς ήχο δεν είναι δυνατόν να γίνει αντιληπτή η ομιλία. Η διαδικασία μεταφοράς μηνυμάτων πρέπει να ικανοποιεί δύο θεμελιώδεις απαιτήσεις: *Ταχύτητα* και *αξιοπιστία*. Ακόμα και της πρώτες δεκαετίες του 19^{ου} αιώνα δεν είχε βρεθεί κάποια ικανοποιητική λύση αυτού του προβλήματος.

Η ιστορία των τηλεπικοινωνιών είναι αρκετά παλιά, αρχίζει κιόλας από την αρχαιότητα. Συνοπτικά θα αναφέρουμε κάποιες ανακαλύψεις. Ο Claude Chappe παρουσίασε ένα μοντέλο οπτικού τηλεγράφου, ο οποίος ουσιαστικά τυποποιούσε και μηχανοποιούσε της ήδη γνωστές μεθόδους αποστολής και παραλαβής μηνυμάτων. Προφανώς αυτό το τηλεπικοινωνιακό σύστημα είχε όλα τα μειονεκτήματα των προηγούμενων, όσον αφορά της καιρικές συνθήκες και άλλα σχετικά μειονεκτήματα. Δεν είναι λοιπόν περίεργο που αναζητούνταν διαρκώς νεότερα και καλύτερα συστήματα τηλεπικοινωνιών. Της πρώτες δεκαετίες του 19^{ου} αιώνα οι έρευνες στρέφονταν της τον ηλεκτρομαγνητισμό. Έτσι ο Gauss και ο Weber το 1833 με γραμμή μήκους της χιλιομέτρου, από το Πανεπιστήμιο του Γκαίτινγκεν στο τοπικό αστεροσκοπείο, που περιελάμβανε ένα γαλβανόμετρο ως δέκτη. Τέλος ο Paul Schilling von Canstatt παρουσίασε το 1835 ένα μαγνητό-ηλεκτρικό τηλέγραφο. Αυτές οι προσπάθειες έδειχναν ότι ήταν μια δυνατή λύση, δεν αποτελούσαν της τεχνικά αξιοποιήσιμες προτάσεις.

7.1. Ηλεκτρομηχανικός διακόπτης (ρελαί)



Το 1834 αρχίζει η ιστορία του διακόπτη με τηλεχειρισμό, ο Φυσικός Charles Wheatstone ο οποίος γεννήθηκε κοντά στο Gloucester της Αγγλίας της 6 Φεβρουάριος του 1802, δημοσίευσε μια επινόηση που αφορούσε ένα διακόπτη με διαφορετικό κύκλωμα ελέγχου από το κύκλωμα διελεύσεως του ρεύματος. Της ο διακόπτης ονομάστηκε *relais* και με αυτό το όνομα διαδόθηκε και έμεινε στην Τεχνική. Ρελαί ονομάζονταν εκείνη την εποχή στην Της τα χάνια που ξεκουράζονταν οι αμαξάδες και άλλαζαν τα άλογα της άμαξης.

Το ρελαί του Wheatstone αποτελείτο από ένα πηνίο, το οποίο, όταν διαρρέοταν ρεύμα, τράβαγε στο εσωτερικό του μία λεπτή μεταλλική ράβδο, η οποία με τη σειρά της ενεργοποιούσε δύο επαφές που έκλειναν κύκλωμα μέσα σε δοχείο υδραργύρου. Εκείνη την εποχή ήταν πολύ διαδεδομένη η χρήση του υδραργύρου, της μετάλλου ρευστού σε θερμοκρασία δωματίου, χωρίς να είναι γνωστές οι επιπτώσεις στην υγεία από της δηλητηριώδεις αναθυμιάσεις του. Πολλοί επιστήμονες υπέστησαν μόνιμες βλάβες στην υγεία της, ανάμεσά της και ο Φαρανταίν, ο οποίος προσεβλήθη από αμνησία και αναζητούσε λύσεις σε τεχνικά προβλήματα, τα οποία είχε ήδη διερευνήσει ο της με επιτυχία.

7.2. Ο ενσύρματος τηλεγράφος

Ενδεικτικά θα αναφέρουμε ότι η τεχνική βελτίωση του ρελαί προήλθε από τον Samuel F.B.Morse το έτος 1838. Σ' αυτό το ρελαί ο σπλισμός του μαγνήτη έκλεινε το κύκλωμα, όταν βρισκόταν σε έλξη και το άνοιγε με τη βοήθεια της ελατηρίου, όταν δεν περνούσε ρεύμα από το πηνίο. Ο Μορς χρησιμοποίησε το ρελαί που κατασκεύασε ο Wheatstone για να εξοπλίσει τον *ηλεκτρομαγνητικό τηλεγράφο του με ταινία*. Βέβαια, αυτή η κατασκευή θα ήταν άχρηστη, αν ο Μορς δεν είχε επινοήσει της ένα κώδικα για τα γράμματα του αλφαβήτου, της 10 αραβικούς αριθμούς και τα σημεία στίξης. Βέβαια παράλληλα με τον Μορς το 1835 ανέλαβε να μελετήσει και ο Wheatstone τον ηλεκτρικό τηλεγράφο.

Οι προσπάθειες του Μορς να εγκαταστήσει το τηλεγραφικό του σύστημα στην Της δεν ευδοκίμησαν αρχικά αλλά τελικά το 1845 εγκαταστάθηκαν οι πρώτες τηλεγραφικές συνδέσεις στην Της (Λονδίνο-Πόρτσμουθ).

Άλλοι τύποι τηλεγράφων σε ηλεκτρική βάση που είχαν κατασκευαστεί από Ευρωπαίους Φυσικούς και τεχνικούς αποδείχθηκαν της πρώτες προσπάθειες υποδεέστεροι του τηλεγράφου που επινόησε ο Μορς. Της μία εταιρία σιδηροδρόμων υιοθέτησε ένα τηλεγράφο με δείκτη τον Γουίτστοουν, ο οποίος ίδρυσε την εταιρία Electronic Telegraph Company για την κατασκευή και εγκατάσταση τηλεγραφικού δικτύου σε ξύλινες κολώνες κατά μήκος σιδηροδρομικών γραμμών. Με την ευρύτερη εγκατάσταση αυτού του τηλεπικοινωνιακού μέσου δημιουργήθηκε και το επάγγελμα του τηλεγραφήτη και παράλληλα ιδρύθηκαν σχολές για την εκπαίδευσή της. Τέλος της της σπουδαίος ερευνητής, ο Werner Siemens παρουσίασε το 1846 μια βελτιωμένη παραλλαγή του τηλεγράφου με δείκτη πάντα την κατασκευή του Γουίτστοουν. Βασική αρχή λειτουργίας αυτού του τηλεγραφικού συστήματος ήταν ότι στον πομπό και στο δέκτη γύριζε σύγχρονα της δείκτης πάνω σε μια πλάκα με τα γράμματα του αλφαβήτου, τα οποία ήταν σημειωμένα πάνω σε πλήκτρα με διακόπτη. Βέβαια η διάδοση του τηλεγράφου Μορς και η εγκατάσταση εκτεταμένων δικτύων δημιούργησε διάφορα τεχνικά προβλήματα. Αρχικά τοποθετούνταν τα χάλκινα καλώδια γυμνά στο έδαφος, αλλά λόγω της υγρασίας προέκυπταν βραχυκυκλώματα. Έτσι λοιπόν ο Wilhelm Siemens, αδελφός του Werner που είχε εγκατασταθεί στην Της βρήκε ένα υλικό, η *γουταπέρκα*, το οποίο σε υψηλές θερμοκρασίες είναι μαλακό και εύπλαστο και σε χαμηλές σκληρό και απρόσβλητο από την υγρασία. Αυτό το υλικό είχε άριστα αποτελέσματα.

7.3. Η επέκταση του τηλεγραφικού δικτύου



Στα επόμενα χρόνια είναι ασταμάτητη η επέκταση του τηλεγράφου σε όλη την Της. Στην Της άλλαξε το φυσικό τοπίο με την εγκατάσταση χάλκινων γραμμών τηλεγράφου σε ξύλινες κολώνες. Η σημασία αυτών των αλλαγών που

σήμαιναν τότε τεχνολογική πρόοδο, δεν έγιναν φυσικά αντιληπτές. Αργότερα ακολούθησαν και οι γραμμές, ακόμα επιβλητικότερες, μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, με της οποίες έχει αλλοιωθεί οριστικά το φυσικό τοπίο της αναπτυγμένες χώρες.

Υπογείως γινόταν εγκατάσταση καλωδίων σε σχετικά μικρό βάθος και μόνο εφόσον αυτά είχαν μόνωση γουταπέρκας. Η συμπληρωματική προστασία των γραμμών με σιδερένιους σωλήνες ήταν σπάνια, με αποτέλεσμα να διακόπτονται συχνά οι τηλεγραφικές συνδέσεις, άλλοτε εξ αιτίας τρωκτικών που ροκάνιζαν τη μόνωση, άλλοτε λόγω καταστροφών από της εργασίες της σιδηροδρομικές γραμμές, παράλληλα της οποίες είχαν θαφτεί τα καλώδια του τηλεγράφου.

Της σημαντικός τομέας δραστηριοτήτων για την επέκταση του τηλεγραφικού δικτύου ήταν οι υποθαλάσσιες συνδέσεις. Το πρώτο καλώδιο αυτού του είδους τοποθετήθηκε το 1850 από της John Watkin και James Brett, μεταξύ Γαλλίας και Αγγλίας. Το καλώδιο που χρησιμοποιήθηκε είχε διάμετρο μονωμένων συρμάτων 1,8 mm και συνολική εξωτερική διάμετρο 12,5 mm. Μοναδική μόνωσή του ήταν από γουταπέρκα, χωρίς άλλη προστασία, πράγμα που οδήγησε στην καταστροφή της σύνδεσης ήδη μία ημέρα μετά την εγκατάσταση. Το επόμενο έτος, 1851, έγινε μια δεύτερη εγκατάσταση, όπου αυτή τη φορά χρησιμοποιήθηκε καλώδιο με μεταλλικό χιτώνα. Αυτή η σύνδεση λειτούργησε χωρίς προβλήματα για πάρα πολλά χρόνια.

Τέλος αναφέρουμε ότι της ΗΠΑ είχε εγκατασταθεί μέχρι το 1861 ένα δίκτυο γραμμών τηλεγράφου με συνολικό μήκος περί τα 6.000 km, μεταξύ Της Υόρκης και Σαν Φρανσίσκο. Της η αμερικάνικη εταιρία Cyrus Field εγκατέστησε ένα υποβρύχιο καλώδιο, μετά από της ανεπιτυχείς προσπάθειες, στο βόρειο Ατλαντικό, μεταξύ Αμερικής και Ευρώπης. Έτσι λοιπόν το 1867 ξεκίνησε η υλοποίηση της σχεδίου ασύλληπτων διαστάσεων, η σύνδεση Λονδίνου-Καλκούτας με υποβρύχιο καλώδιο. Οι πολιτικοί λόγοι για έγκαιρη επικοινωνία του κέντρου με τη μεγάλη αποικία των Ινδιών ήταν προφανείς. Το έργο αυτό ολοκληρώθηκε το 1870 χωρίς σημαντικά προβλήματα, παρά τα 11.000 km καλωδίου που ποντίστηκαν μέσα σε 3 χρόνια.

Η εφεύρεση και διάδοση του τηλεγράφου, ήταν ίσως η δεύτερη σημαντικότερη επινόηση, μετά την ατμομηχανή, που προκάλεσε αλυσιδωτές και απρόβλεπτες οικονομικές, τεχνικές αλλά και πολιτικό-στρατιωτικές ανακατατάξεις σε παγκόσμια κλίμακα. Αν αναλογιστεί κάποιος τα ποσά που επενδύθηκαν και οι θέσεις εργασίας που δημιουργήθηκαν, γίνεται κατανοητό πόσο σημαντική ήταν αυτή η εφεύρεση και της οι συναφείς βελτιώσεις και προεκτάσεις της

7.4. Νεότερες ηλεκτρολογικές επινοήσεις και βελτιώσεις

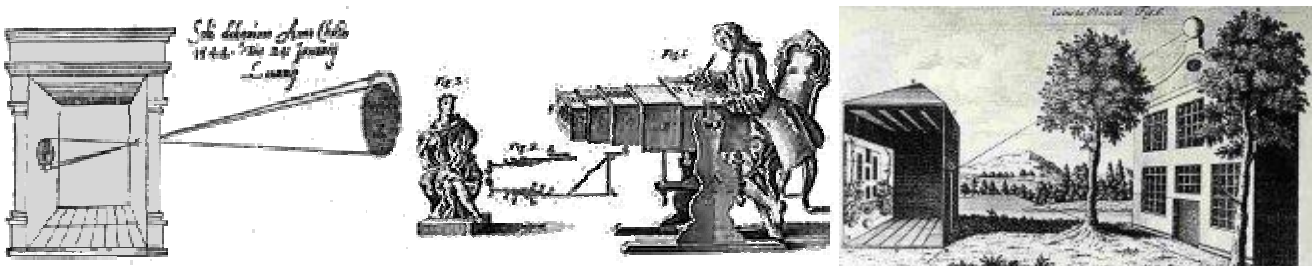
Το έτος 1854 περιέγραψε ο Χημικός John Tyndall (1820-1893) ένα οπτικό φαινόμενο που δεν έμελλε να αξιοποιηθεί σύντομα: Μία τοξοειδής ακτίνα νερού καθοδηγούσε το φως, χωρίς αυτό να ξεφεύγει πλευρικά. Αιτία είναι οι διαφορετικοί δείκτες διαθλάσεως νερού και αέρα που δεν επιτρέπουν στο φως να διαφύγει, για μικρές γωνίες προσπτώσεως, έξω από το μέσο, στο οποίο διαδίδεται. Μετά από περίπου 110 χρόνια, στα μέσα της δεκαετίας του 1960, αξιοποιήθηκε αυτή η ανακάλυψη του Tyndall με της οπτικές ίνες. Μέχρι τότε, μοναδική πηγή τροφοδοσίας του τηλεγράφου ήταν οι ηλεκτροχημικές μπαταρίες.



Ο Μηχανικός Josef Wilson Swan (Σουόν, 1828-1914) κατασκεύασε το έτος 1860 μία λυχνία με νήμα άνθρακα, η οποία βρισκόταν κλεισμένη σε γυάλινη φούσκα (κώδωνα). Το νήμα αυτό ήταν σπειροειδές και κατασκευαζόταν από απανθρακωμένο χαρτί. Αιτία γι' αυτή την επιλογή ήταν το αρκετά χαμηλότερο κόστος, σε σχέση με τα ευγενή υλικά που χρησιμοποιούσαν προγενέστεροι. Τα δύο προβλήματα που παρουσίαζε αυτή η λυχνία δεν κατάφερε να αντιμετωπίσει ολοκληρωτικά ο εφευρέτης της: Αφενός το εσωτερικό μαύρισμα του κώδωνα που αντιμετωπίστηκε ικανοποιητικά με επιλογή καταλληλότερων υλικών, αφετέρου η καταστροφή του νήματος μετά από σύντομη λειτουργία της λυχνίας. Αυτό αποτελούσε ένα σοβαρό πρόβλημα. Ο Σουόν είχε αντιληφθεί ότι η διάρκεια ζωής του νήματος ήταν τόσο μεγαλύτερη, όσο καλύτερο κενό μπορούσε να δημιουργήσει στη φούσκα της λυχνίας. Της οι τεχνικές της εποχής δεν του επέτρεπαν να πετύχει ένα σχεδόν απόλυτο κενό. Τέλος η πρώτη αντλία, η οποία ήταν σε θέση να δημιουργήσει υψηλό κενό, κατασκευάστηκε το 1865 από το Χημικό Hermann Sprengel ο οποίος γεννήθηκε το 1834 κοντά στο Ανόβερο. Το 1859 πήγε στην Της όπου και ξεκίνησε η χημική έρευνα του με τη βοήθεια της οποίας βελτιώθηκαν αργότερα οι λυχνίες φωτισμού και σχεδιάστηκαν οι ηλεκτρονικές λυχνίες. Αλλά και σε της τεχνικές κατασκευές για διαδικασίες παραγωγής ή πειραματισμού, η δημιουργία κενού είναι σημαντική προϋπόθεση, με αποτέλεσμα, μια φαινομενικά δευτερεύουσα εφεύρεση, της αυτή της αντλίας κενού, να έχει υποβοηθήσει της, τελείως άσχετες τεχνικές εξελίξεις.

8.1. Η φωτογραφική μηχανή

Η σύγχρονη φωτογραφική μηχανή είναι συνδυασμός εξειδικευμένων τεχνολογιών από τρεις τομείς, των *λεπτοκατασκευών*, της *οπτικής* και, αφενός της *χημικής τεχνολογίας*, αφετέρου της *μικροηλεκτρονικής*. Η ιστορία της, αν και ξεκινάει ουσιαστικά στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, έχει ρίζες της αρχαίους πολιτισμούς, π.χ. της Κίνας και της Ελλάδας, και σχετίζεται με το *σκοτεινό θάλαμο* (camera obscura, pinhole camera) που περιγράφει ήδη ο Αριστοτέλης! Σε ένα σκοτεινό θάλαμο (κλειστό κουτί) με μια μικρή τρύπα σε επίπεδη επιφάνειά του, εισέρχεται το φως και απεικονίζει στην απέναντι από την τρύπα επιφάνεια ένα αντιστραμμένο είδωλο του εξωτερικού κόσμου.



Αριστερά: Σχήμα 8.1. Αρχή λειτουργίας της camera obscura σε βιβλίο του 16^{ου} αιώνα, Μέση Σχήμα 8.2. και Δεξιά: Σχήμα 8.3. Καλλιτέχνες του 17^{ου} αιώνα ζωγραφίζουν τις εικόνες των ειδώλων που απεικονίζονται σε σκοτεινούς θαλάμους της εποχής.

Αυτή η αρχή αξιοποιήθηκε κατά την Αναγέννηση για την καταγραφή εικόνων, όπου ο καλλιτέχνης «περνάει» με το μολύβι ή χρώματα τα ίχνη των προβαλλόμενων ειδώλων. Κατά το 16ο αιώνα τοποθετήθηκε στη μικρή οπή ένας συγκεντρωτικός φακός, ο οποίος βελτίωνε σημαντικά την οπτική ποιότητα του απεικονιζόμενου ειδώλου. Αναφέρεται ότι ο Κέπλερ σχεδίαζε τοπία με σημαντική ακρίβεια, αξιοποιώντας αυτή την αρχή. Το 17ο αιώνα κατασκευάστηκαν δε και φορητοί θάλαμοι, οι οποίοι έδωσαν ανεξαρτησία κινήσεων στους καλλιτέχνες. Η ιδέα της απεικόνισης του κόσμου σε μια επιφάνεια είναι λοιπόν παλιά, παρέμενε μόνο το πρόβλημα πώς θα αποτυπωθεί μόνιμα αυτή η εικόνα σε ένα χαρτί.



Αριστερά: Σύγχρονη camera obscura με φακό, Μέση και Δεξιά: Σύγχρονες εικόνες παρατήρησης αντικειμένου και απεικόνισής του στην camera obscura.

Στις αρχές του 17ου αιώνα διαπίστωσε ο Ιταλός φυσικός Angelo Sala (1576-1637) ότι κάποια άλατα του αργύρου μαυρίζουν στο φως του ήλιου, δεν ήταν όμως σε θέση να σταματήσει αυτή τη διεργασία και να διατηρήσει μια απόχρωση του γκρι.

Το 18ο αιώνα υπήρχε ήδη σημαντική εμπειρία σε θέματα ευαισθησίας διαφόρων χημικών αλάτων στο φως. Οι Άγγλοι Thomas Wedgwood (1771-1805) και Humphrey Davy (1778-1829) χρησιμοποίησαν αυτά τα υλικά για να αποτυπώσουν τα περιγράμματα προσώπων, πινάκων ζωγραφικής κ.ά.

Ο Thomas Wedgwood γεννήθηκε τον Μάιο του 1771 στην Ετρουρία τώρα μέρος της πόλης της Stoke-on-Trent στην Αγγλία και ως νέος ενήλικας, άρχισε να ενδιαφέρεται για την καλύτερη εκπαίδευση των παιδιών και να περάσει το χρόνο του μελετώντας τα βρέφη. Από τις παρατηρήσεις του, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι περισσότερες από τις πληροφορίες που οι νέοι εγκέφαλοι απορροφούν έρχονται μέσα από τα μάτια, και συνεπώς είχαν σχέση με το φως και τις εικόνες. Έγιναν προσπάθειές εκ μέρους του για τη δημιουργία μόνιμων εικόνων που δημιουργούνται από τη χρήση του φωτός. Θα μπορούσε να ήταν μια προσπάθεια για την βελτίωση της διδασκαλίας, αλλά αυτή η προσπάθεια του τον οδήγησε στο να επινοήσει την φωτογραφία

Σε πολλά πειράματα του, πάνω στη θερμότητα και στο φως και ενδεχομένως, με συμβουλές για το νιτρικό άργυρο από τον δάσκαλο του, Alexander Chisholm και από τα μέλη του Lunar Society, ο Wedgwood χρησιμοποίησε για πρώτη φορά κεραμικά αγγεία επιχρισμένα με νιτρικό άργυρο, καθώς αντιμετώπιζονταν ως χαρτί και ως λευκό δέρμα, ως μέσο εκτύπωσης, και αυτό που είχε τη μεγαλύτερη επιτυχία ήταν το λευκό δέρμα. Αν και προσπάθησε αρχικά

να δημιουργήσει τις εικόνες με ένα «obscura φωτογραφικών μηχανών,» οι προσπάθειές του ήταν ανεπιτυχείς.

Τα σημαντικά επιτεύγματά του ήταν η εκτύπωση του σχεδιαγράμματος ενός αντικειμένου μέσω της απευθείας επαφής με το αντιμετωπιζόμενο έγγραφο, δημιουργώντας κατά συνέπεια τη μορφή μιας εικόνας σε χαρτί και με μια άλλη παρόμοια μέθοδο, αντέγραψε το διαφανές έργο ζωγραφικής σε γυαλί μέσω της απευθείας επαφής και της έκθεσης στο φως του ήλιου. Οι ημερομηνίες των πρώτων πειραμάτων του στην φωτογραφία είναι άγνωστη, αλλά είναι γνωστό ότι ενημέρωσε τον James Watt σχετικά με τη διαδικασία της φωτογραφίας, περίπου το 1790 ή το 1791.

Έτσι λοιπόν το 1790 ο Wedgwood επινόησε μια επαναλαμβανόμενη χημική μέθοδο, τη σκιαγραφία ενός αντικειμένου στο έγγραφο, με την επένδυση του εγγράφου με το ασημένιο νιτρικό άλας και την έκθεση του εγγράφου, με στόχο την κορυφή στο φυσικό φως, συντηρώντας την έπειτα σε ένα σκοτεινό δωμάτιο. Η καθιέρωση αυτής της επαναλαμβανόμενης διαδικασίας ήταν, ουσιαστικά, η γέννηση της φωτογραφίας δεδομένου όπως την γνωρίζουμε σήμερα. Ο Wedgwood έγινε λοιπόν ένας από τους πρώτους πειραματιστές στη φωτογραφία και βεβαίως ο πιο πρόωρος ο οποίος αξίζει τον τίτλο «του φωτογράφου» “σύλληψη των τυπωμένων υλών ως εικόνες”.

Ο Wedgwood γνώρισε έναν νέο ανερχόμενο φαρμακοποιό τον Humphry Davy (1778-1829) στην πνευματική κλινική του Μπρίστολ. Έτσι λοιπόν ο Davy ετοίμασε την εργασία του φίλου του για τη δημοσίευση του στο περιοδικό του Λονδίνου του βασιλικού οργάνου (1802), με τον τίτλο «ένας απολογισμός μιας μεθόδου που τα έργα ζωγραφικής τυπώνονται επάνω στο γυαλί, και της παραγωγής των σχεδιαγραμμάτων, από την αντιπροσωπεία του φωτός επάνω στο νιτρικό άλας του ασημιού από τον T. Wedgwood, Esq.» Το έγγραφο δημοσιεύθηκε και απαρίθμησε τις διαδικασίες και τις ολοκληρώσεις Wedgwood, όμως το όργανο δεν ήταν η σεβάσμια δύναμη που είναι σήμερα. Τότε το περιοδικό ήταν:

ένα μικρό έγγραφο που τυπώθηκε από καιρό σε καιρό για να περιγράψει τους συνδρομητές στο ίδρυμα νηπίων ξέρω τι γίνεται... το «περιοδικό» δεν έζησε πέρα από έναν πρώτο τόμο. Δεν υπάρχει τίποτα για να αποδείξει ότι ο απολογισμός Davy διαβάστηκε σε οποιαδήποτε συνεδρίαση και η τυπωμένη ύλη του περιοδικού θα είχε διαβαστεί προφανώς, μόνο από το μικρό κύκλο των μελών και των συνδρομητών του περιοδικού του οποίου, μπορούμε να

είμαστε αρκετά βέβαιοι, ότι μόνο μια μικρή μειονότητα μπορεί να είναι επιστημονικοί άνθρωποι».

Όλες οι γνωστές αποτυπώσεις της εποχής δεν είχαν όμως σταθερότητα, γιατί μετά την εμφάνιση της εικόνας συνεχιζόταν το μαύρισμα της χημικής επίστρωσης.

Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποιες επιτυχίες των Niepce και Daguerre. Το έτος 1827 πέτυχε ο Γάλλος φυσικός Joseph Nicéphore Niepce (Νιέπς, 1765-1833) να δημιουργήσει με χρήση σκοτεινού θαλάμου και αρκετά μεγάλο χρόνο έκθεσης (περίπου 8 ώρες!) μια σταθερή εικόνα, την οποία ονόμασε *heliographie* (ηλιογραφία). Πειραματίστηκε για μερικές δεκαετίες με μηχανικά, χημικά και οπτικά θέματα, μέχρι που παρουσίασε την πρώτη ηλιογραφία του στα τέλη του 18ου αιώνα. Το 1829 άρχισε να συνεργάζεται με τον σκηνογράφο Louis Jacques Mande Daguerre (Νταγκέρ, 1787-1851), με στόχο να βελτιώσουν την ποιότητα των ηλιογραφιών. Οι δύο συνεργάτες παρουσίασαν το 1831 εικόνες αποτυπωμένες σε χάλκινες πλάκες επιστρωμένες με ιωδιούχο άργυρο. Η εμφάνιση γινόταν στη συνέχεια με ατμούς υδραργύρου. Και σ' αυτά τα δείγματα όμως δεν ήταν δυνατή η σταθεροποίηση και η εικόνα συνέχιζε να μαυρίζει όσο έμενε στο ηλιακό φως.

Τελική επιτυχία είχε ο Νταγκέρ, μετά το θάνατο του Νιέπς, με πλάκες αργύρου και χλωριούχο νάτριο (μαγειρικό αλάτι) ως σταθεροποιητή, μια επινόηση των Άγγλων John Frederick Herschel (Χέρσελ, 1792-1861) και William Henry Fox Talbot (Τάλμποτ, 1800-1877). Οι εικόνες του Νταγκέρ ονομάστηκαν *νταγκεροτυπίες*, είχαν όμως το μειονέκτημα ότι κάθε μία αποτελούσε μοναδικό δείγμα, αφού στις πλάκες χαλκού και αργότερα γυαλιού εμφανιζόταν απ' ευθείας η λεγόμενη θετική εικόνα. Η ιδέα αρνητικού-θετικού οφείλεται στον Τάλμποτ, με την οποία έγινε δυνατή η απεριόριστη αναπαραγωγή θετικών από μια αρνητική χάρτινη πλάκα.



Ο William Henry Fox Talbot γεννήθηκε στις 11 Φεβρουαρίου του 1800. Ο Talbot εκπαιδεύτηκε στο Harrow και στο Trinity College του Cambridge, όπου του απονεμήθηκε το βραβείο Porson το 1820, και βαθμολογήθηκε δωδέκατος wrangler το 1821. Ήταν ο εφευρέτης της αρνητικής-θετικής φωτογραφικής διαδικασίας, ο πρωτοπόρος

στις περισσότερες φωτογραφικές διαδικασίες του 19ου και 20ου αιώνα. Επίσης συνείσφερε σημαντικά στην ανάπτυξη της φωτογραφίας ως καλλιτεχνικό μέσο. Η εργασία του το 1850 πάνω σε μια φωτογραφία-μηχανικής αναπαραγωγής οδήγησε στη δημιουργία της “photoglyphic διαδικασίας χάραξης” και έτσι ονομάστηκε “πρόδρομος της φωτοχαρακτικής”. Ορισμένοι λέγανε, ότι είχε επιπτώσεις η πρόωρη ανάπτυξη της εμπορικής φωτογραφίας στη Μεγάλη Βρετανία. Επιπλέον, ο Talbot έκανε μερικές σημαντικές πρόωρες φωτογραφίες της Οξφόρδης, του Παρισιού, και της Υόρκης.

Ο Talbot συμμετείχε σε φωτογραφικά πειράματα που άρχισαν το 1834, πολύ πριν από το 1839, όταν ο Louis Daguerre έκθεσε τις εικόνες του που λήφθηκαν από τον ήλιο. Αφότου αναγγέλθηκε η ανακάλυψη Daguerre, ο Talbot παρουσίασε εικόνες τεσσάρων χρόνων στο Βασιλικό Ίδρυμα στις 25 Ιανουαρίου του 1839. Μέσα σε ένα δεκαπενθήμερο, διαβίβασε ελεύθερα τις τεχνικές λεπτομέρειες της φωτογενούς διαδικασίας σχεδίων του, στη Royal Society. Το 1841 ο Talbot ανήγγειλε την ανακάλυψή του calotype ή talbotype διαδικασία. Αυτή η διαδικασία αντικατοπτρίζει το έργο των προκατόχων του κυρίως του Τζον Χέρσελ και του Thomas Wedgwood. Τον Αύγουστο του 1841 ο Talbot χορήγησε άδεια στον Henry Collen, ο οποίος ήταν ένας μικροσκοπικός ζωγράφος, ως πρώτο επαγγελματικό calotypist. Οι αρχικές συνεισφορές του Talbot περιέλαβαν την έννοια ενός αρνητικού από το οποίο πολλές θετικές τυπωμένες ύλες μπορούν να γίνουν και η χρήση του γαλλικού οξέος για την ανάπτυξη της λανθάνουσας εικόνας. Το 1842, για τις φωτογραφικές ανακαλύψεις του, έλαβε το μετάλλιο Rumford της βασιλικής κοινωνίας.

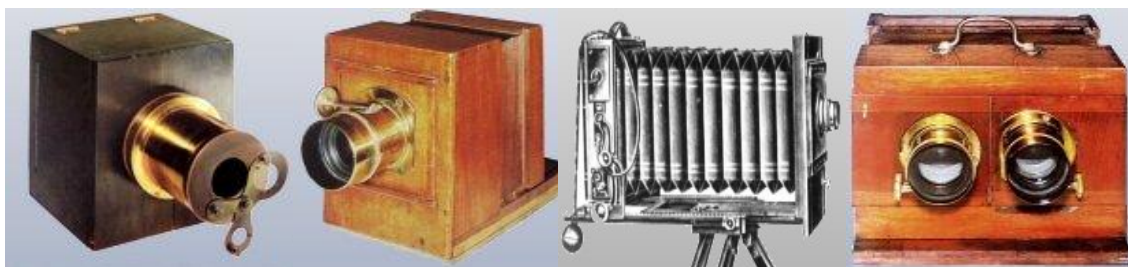


Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η επινόηση για την σταθεροποίηση της φωτογραφίας με πλάκες αργύρου και χλωριούχο νάτριο ήταν μια ανακάλυψη όχι μόνο του Talbot αλλά φυσικά και του John Frederick Herschel. Ο John Frederick Herschel γεννήθηκε στις 7 Μαρτίου το 1792 στο Berkshire, της Αγγλίας. Έβαλε το χέρι του και το μυαλό του στις περισσότερες αρχικές μεθόδους της φωτογραφίας και δεν καταχώρησε ούτε μια “πατέντα” σε αντίθεση με τον φίλο του Talbot που μέσα στον πυρετό του ανταγωνισμού, καταχωρούσε ως δικές του ευρεσιτεχνίες, τις ιδέες άλλων. Μετά από διάφορες ενασχολήσεις πάνω στις επιστήμες και διάφορες άλλες ανακαλύψεις, και μετά από ένα σημαντικό ταξίδι του στην Αφρική, το 1838 αφού γύρισε στην Αγγλία γνώρισε τον Talbot που ήδη είχε αρχίσει τους φωτογραφικούς του πειραματισμούς και εκείνος του έλυσε το πρόβλημα της στερέωσης των εικόνων προτείνοντας του να χρησιμοποιήσει θειικό νάτριο

αντί χλωριούχο νάτριο που χρησιμοποιούσε μέχρι τότε. Βαπτίζει φωτογραφία την καινούργια ανακάλυψη, από τις ελληνικές λέξεις φώς και γραφή και προτείνει τις λέξεις αρνητικό και θετικό στον Talbot για τα αρνητικά και τις εκτυπώσεις του.

Ενώ εντυπωσιάστηκε με τις εικόνες του Daguerre δεν πιστεύει τη μέθοδο του με το μοναδικό αντίτυπο και προσπαθεί για την βελτίωση της μεθόδου του Talbot με την δυνατότητα αναπαραγωγής πολλών και φτηνών αντιγράφων και τελικά επιφέρει πολλές βελτιώσεις. Είναι ο πρώτος που χρησιμοποιεί γυάλινο αρνητικό_και πρώτος που φωτογραφίζει με τηλεσκόπιο. Πειραματίζεται συνεχώς και εφευρίσκει την κυανοτυπία αναζητώντας μια φθηνή μέθοδο αναπαραγωγής των άπειρων σημειώσεων και των σχεδίων του. Οι πειραματισμοί του με τα άλατα του σιδήρου τον οδηγούν στην ανακάλυψη της καλλιτυπίας και της Van Dyke brown print που την ονομάζει έτσι επειδή οι καφετί τόνοι της έμοιαζαν με τα χρώματα στους πίνακες Φλαμανδού ζωγράφου. Εφευρίσκει μια ξεχασμένη σήμερα μέθοδο, την ανθητυπία, που στηρίζεται στις φωτοευαίσθητες χρωστικές διαφόρων κοινών φυτών και λουλουδιών και προτείνει στην βοτανολόγο Anna Atkins να χρησιμοποιήσει την κυανοτυπία για την καταγραφή των βοτάνων του βιβλίου της, του πρώτου βιβλίου με φωτογραφίες στην ιστορία. Αυτή η μικρή βιογραφία είναι μια ελάχιστη περιγραφή της προσφοράς του Herschel στην επιστήμη και στην φωτογραφία. Πολλοί ονομάζουν τον Herschel ως “πατέρα της φωτογραφίας”.

Το μόνο ελάττωμα στην τεχνική *calotype* που αναφέρθηκε παραπάνω ήταν ότι ο χρόνος έκθεσης της επίστρωσης ιωδιούχου αργύρου για τις *κολλοτυπίες* όπως ονομάστηκαν οι δημιουργίες του Τάλμποτ, ήταν αρχικά περίπου 30 δευτερόλεπτα. Σταδιακά μειώθηκε αυτός ο χρόνος σε μερικά δευτερόλεπτα. Το έτος 1839 ο Νταγκέρ και ο Τάλμποτ παρουσίασαν τις δημιουργίες τους σχεδόν ταυτόχρονα σε ευρύτερο κοινό και εντυπωσίασαν.



Πρώτη & Δεύτερη: Πρώτες μηχανές νταγκεροτυπίας (~1840), **Τρίτη:** Voigtlaender του 1850 με φυσούσα για μεταβαλλόμενο μήκος σκοτεινού θαλάμου, **Τέταρτη:** Στερεοσκοπική του Jules Dubosq, 1851.



Πρώτη: Thomas Sutton, 1860, Δεύτερη: Έγχρωμη φωτογράφιση L.Ducos du Hauron, 1873, Τρίτη & Τέταρτη: J. Lancaster & Son, 1888 & 1889.

Οι εξελίξεις ήταν στη συνέχεια ραγδαίες, γιατί πολλοί τεχνικοί και καλλιτέχνες σε πολλές χώρες αναζητούσαν λύση στα μικρά και μεγάλα προβλήματα που παρουσιάζονταν κάθε στιγμή.



Ο Άγγλος καλλιτέχνης Frederick Scott Archer (Άρτσερ, 1813-1857) έκανε μεγάλες ανακαλύψεις, το έτος 1851 παρήγαγε αρνητικά πάνω σε γυάλινα πλακίδια, των οποίων η χημική επεξεργασία έπρεπε να γίνεται πριν στεγνώσουν, γι' αυτό ήταν απαραίτητο να υπάρχει κοντά ένα εργαστήριο. Γεννήθηκε στην Stortford στο Ηνωμένο Βασίλειο και όσο ήταν ακόμα παιδί πήγε στο Λονδίνο για να λάβει μαθητεία ως αργυροχόος. Αργότερα, έγινε γλύπτης και βρέθηκε ως φωτογράφος calotypist. Αργότερα ανέπτυξε το ambrotype από κοινού με τον Peter

Φράι. Η μεγάλη ανακάλυψή του ήρθε τελικά το 1849 όταν επικάλυψε μια γυάλινη πλάκα με ένα μείγμα κολλοδίου και ιωδιούχου καλίου και το βύθισε σε διάλυμα νιτρικού αργύρου. Κολλόδιο είναι ένα υλικό που με τη διάλυση μιας μορφής του όπλου-βαμβάκι στον αιθέρα", καθώς και ιωδιούχο κάλιο έδωσε το πρώτο είδος ενός φωτογραφικού γαλακτώματος για την πραγματοποίηση μιας φωτογραφίας με αρνητικό αποτέλεσμα. Το γαλάκτωμα χύθηκε επάνω στα καθαρά πιάτα γυαλιού και από τον αιθέρα εξατμίστηκε σχεδόν, τα πιάτα δόθηκαν σε ένα λουτρό ασημένιων νιτρικών αλάτων για να τα ευαισθητοποιήσει. Τα υγραμένα πιάτα έπρεπε να εκτεθούν ενώ ήταν ακόμα υγρά, και αμέσως μετά από την έκθεση έπρεπε να αναπτυχθούν. Το κολλόδιο αρνητικό θα μπορούσε να καταγράψει τη λεπτή λεπτομέρεια και τους λεπτούς τόνους " Αυτό ήταν ένα σαφές βήμα προς τα εμπρός, ιδιαίτερα σε σύγκριση με προηγούμενες αρνητικές-θετικές διαδικασίες όπως η διαδικασία *calotype* του Talbot. Η επεξεργασία ήταν ευκολότερη, χωρίς να πρέπει να αντιμετωπιστεί τοξικό quicksilver για την ανάπτυξη, όπως στη διαδικασία δαγεροτυπίας. Η φωτογραφική διαδικασία κολλοδίου δημοσιεύθηκε το

Μάρτιο του 1851 από τον Archer στο *Chemist*. Το 1852 δημοσίευσε μια μέθοδο για να λευκαίνει το κολλόδιο αρνητικό με το υδράργυρο διχλωριούχο. Υποστηρίζεται ότι με το μαύρο έγγραφο, το αρνητικό λευκασμένο γυαλί έγινε ένα θετικό κολλόδιο, μια μέθοδος που έγινε δημοφιλής στη προσωπογραφία που πωλήθηκε ως διαδικασία Ambrotype ιδίως στις ΗΠΑ.

Λόγω της δυσκολίας του χειρισμού του κολλοδίου και της ανάγκης για σύντομη επεξεργασία των αρνητικών, αναζήτησαν οι ερευνητές σε όλες τις χώρες εντατικά ένα νέο υλικό που θα έδινε τη δυνατότητα αναπαραγωγής θετικών από ένα στεγνό αρνητικό και με κάποια άνεση χρόνου. Ο Άγγλος χημικός Joseph Swan εφήυρε μια ξηρά φωτογραφική διαδικασία.

Ο Joseph Swan γεννήθηκε στο Sunderland της Αγγλίας στις 31 Οκτωβρίου του 1828. Η φαρμακευτική εταιρεία που απασχολούταν ο Swan, μεταξύ άλλων αγαθών και υπηρεσιών, παρήγαγε και φωτογραφικές πλάκες, οι οποίες οδήγησαν τον Swan σε ορισμένες από τις πιο εντυπωσιακές επιστημονικές καινοτομίες του. Το 1862, κατοχύρωσε την πρώτη εμπορικά εφικτή διαδικασία για την εκτύπωση άνθρακα στη φωτογραφία με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Αυτό ήταν μια μέθοδος που σήμαινε ότι οι μόνιμες φωτογραφικές τυπωμένες ύλες θα μπορούσαν να γίνουν. Ο λεπτά διαιρεμένος άνθρακας σε μια λεπτή ταινία ζελατίνης ευαισθητοποιήθηκε με το χρωμικό άλας καλίου. Όταν τοποθετήθηκε κάτω από ένα αρνητικό σε ένα πλαίσιο, και εκτέθηκε στο φως, η τυπωμένη ύλη είδε ότι θα μπορούσε να αναπτυχθεί. Με τη χρησιμοποίηση δύο ειδών ζελατίνης, η διαδικασία έδωσε τις βαθμολογήσεις τόνου. Τα σχέδια στη σέπια, την κόκκινη κιμωλία ή το ινδικό μελάνι θα μπορούσαν να αναπαραχθούν με την προσθήκη των χρωστικών ουσιών αντί του άνθρακα. Αυτή η διαδικασία ξεσήκωσε τις φωτογραφικές μεθόδους εκτύπωσης.

Η επιχείρηση Autotype απέκτησε τα αγγλικά δικαιώματα.. Ο Swan πήγε εκεί για να αναπτυχθούν άλλες 70 εφευρέσεις σε αυτόν τον τομέα, συμπεριλαμβανομένης, το 1877, της εφεύρεσης μιας ξηράς φωτογραφικής διαδικασίας πιάτων βασισμένης στη ζελατίνη και της χρήσης του ασημένιου βρωμίου. Στη συνέχεια, αφού παρατήρησε ότι η θερμότητα αυξάνει την ευαισθησία των γαλακτωμάτων βρωμιούχου αργύρου, ο Swan εφηύρε τη ξηρή πλάκα το 1871, ακολουθούμενη από την ανάπτυξη του βρωμιούχου φωτογραφικού χαρτιού το 1879.

Τέλος θα αναφέρουμε συνοπτικά κάποιες σημαντικές ανακαλύψεις που συνέβαλαν σημαντικά στην εξέλιξη της φωτογραφίας. Μεταξύ του 1848 και 1860 οι Γάλλοι φυσικοί

Alexander Becquerel, και Abel Niepce de Saint-Victor δημιούργησαν την πρώτη αν και ασταθή έγχρωμη φωτογραφία.

Το έτος 1891 κατάφερε ο Gabriel Lippmann (1845-1921) διάσημος επιστήμονας από το Λουξεμβούργο, να σταθεροποιήσει μια έγχρωμη φωτογραφία για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο ίδιος ερευνητής εισήγαγε τη φωτογραφική μηχανή ως καταγραφικό όργανο για ταχείες μεταβολές μηχανικών και άλλων φαινομένων.

Περίπου το 1883 ο Αμερικάνος βιομήχανος George Eastman (Ηστμαν, 1854-1932) επινόησε το αρνητικό φιλμ σε μορφή ταινίας και ίδρυσε το έτος 1880 την εταιρία *Kodak*, η οποία εξειδικεύτηκε στην παραγωγή και το εμπόριο φιλμ τυλιγμένων σε καρούλι, όπως τα γνωρίζουμε σήμερα. Τα φιλμ αυτά τοποθετούνταν σε ειδική κάμερα που είχε μορφή κιβωτίου, την οποία κατασκεύαζε επίσης η εταιρία αυτή. Με τη διάδοση του τυλιγμένου φιλμ άρχισε η εποχή της μαζικής χρήσης φωτογραφικών μηχανών και από ερασιτέχνες. Οι συνεχείς βελτιώσεις στο μηχανικό, τον οπτικό και το χημικό τομέα, μετέτρεψαν τη φωτογράφιση σε μια πολύ διαδεδομένη απασχόληση για επαγγελματίες φωτογράφους, καλλιτέχνες και ερασιτέχνες.



Φωτογραφίες των δεκαετιών 1840 και 1850.

8.2.Ζωγραφική

Βέβαια εκτός από την φωτογραφική μηχανή και την εξέλιξή της και ένας άλλος σημαντικός καλλιτεχνικός τομέας εξελίχθηκε. Αυτός είναι η ζωγραφική.

Ο ζωγράφος Joseph Mallord William Turner ήταν ένας Άγγλος ρομαντικός ζωγράφος τοπίων, watercolorist και χαράκτης. Ο Turner θεωρήθηκε αμφιλεγόμενη προσωπικότητα στην εποχή του, αλλά θεωρείται πλέον ως ένας καλλιτέχνης που ανύψωσε τη ζωγραφική τοπίων σε ένα ύψωμα που συναγωνίζεται τη ζωγραφική ιστορία. Αν και είναι διάσημος για τις

ελαιογραφίες του, ο Turner είναι επίσης ένας από τους μέγιστους κυρίους της βρετανικής ζωγραφικής τοπίων watercolour. Το ύφος του Turner στην ζωγραφική λέγεται ότι έθεσε τα θεμέλια για τον Ιμπρεσιονισμό. Γι' αυτό η ζωγραφική άλλαξε: οι ζωγράφοι υπέκυψαν στη γοητεία του *φωτογραφικού στιγμιότυπου* (instantane) που δίδαξε η στιγμιαία εικόνα και απέβλεπαν με τη ζωγραφική, αρχικά στην απόδοση των στιγμιαίων εντυπώσεων (*ιμπρεσιονισμός*) όπως αναφέραμε και παραπάνω, που εισέπρατταν από τον πραγματικό κόσμο, στη συνέχεια δε, μεταχειριζόμενοι την τέχνη ως μέσο διαμαρτυρίας, στην καταγραφή των προεκτάσεων (*εξπρεσιονισμός*) του πραγματικού προς το υποσυνείδητο, το ονειρικό και το άλογο. Στην ιστορία του πολιτισμού ήταν η πρώτη φορά που μια τεχνική εφεύρεση και οι εξελίξεις της, επηρέασαν όχι πια τα μέσα ενός σημαντικού καλλιτεχνικού κλάδου, αλλά το ίδιο το περιεχόμενό του.

ΤΕΧΝΕΣ

Αντί να κουράσουμε τον αναγνώστη με έναν μακρύ κατάλογο ονομάτων θα ήταν προτιμότερο να τονίσουμε το βάθος και το εύρος της πολιτιστικής αναβίωσης, προβάλλοντας κάποια αντιπροσωπευτικά δείγματα κατά περιόδους. Έτσι την περίοδο 1798-1801, ο πολίτης που είχε όρεξη για κάτι πρωτότυπο στη τέχνη μπορούσε να απολαύσει τις Λυρικές μπαλάντες του Wordsworth και του Coleridge στα αγγλικά. Στα χρόνια αυτά 1824-26 δημοσιεύτηκαν επίσης αρκετά νέα μυθιστορήματα του Walter Scott στα αγγλικά. Δέκα χρόνια αργότερα (1834-36) η λογοτεχνία εμπλουτίστηκε με τη θεμελιώδη έκδοση του εθνικού έπους Kalevala στη Βρετανία, με την ποίηση του Browning και του Wordsworth. Εν τω μεταξύ σε όλη την Ευρώπη υπήρχε μια εξέλιξη καλλιτεχνική. Για παράδειγμα ο Constable ζωγράφιζε στην Αγγλία. Από τα τυχαία αυτά δείγματα δύο πράγματα είναι φανερά. Το πρώτο είναι η εξαιρετική μεγάλη διάδοση των καλλιτεχνικών επιτευγμάτων μεταξύ των εθνών. Το φαινόμενο αυτό είναι καινοφανές. Το δεύτερο εμφανές γεγονός είναι η εξαιρετική ανάπτυξη ορισμένων τεχνών και καλλιτεχνικών ειδών. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της λογοτεχνίας και ειδικότερα του μυθιστορήματος. Καμία ίσως πεντηκοσαετία δεν εμφανίζει μεγαλύτερη συγκέντρωση αθανάτων μυθιστορημάτων, ανάμεσα τους ο Thackeray και οι αδελφές Bronte στην Αγγλία.

Παιδεία

Η Αγγλική παιδεία ήταν κακόγουστη φάρσα, μολονότι οι ανεπάρκειές της αντισταθμίζονταν κάπως με τα σκυθρωπά σχολεία στα χωριά και τα αυστηρά, πολυτάραχα δημοκρατικά πανεπιστήμια της καλβινιστικής Σκωτίας, που έστελναν στο νότο πάμπολλους ευφυείς, επιμελείς, φιλόδοξους και γεμάτους ορθολογισμό άνδρες όπως ήταν ο James Watt, ο Thomas Telford, ο Laidon Mc Adam και ο James Mill. Η Οξφόρδη και το Cambridge, τα μόνα αγγλικά πανεπιστήμια, ήταν πνευματικά ανύπαρκτα, όπως ανύπαρκτα ήταν και τα νυσταλέα ιδιωτικά σχολεία και τα λύκεια, με εξαίρεση τις Ακαδημίες που ίδρυσαν οι Dissenters* που είχαν αποκλειστεί από το (αγγλικανικό) εκπαιδευτικό σύστημα. Ακόμη και οι αριστοκρατικές οικογένειες που ήθελαν να μορφωθεί ο γιός τους έπρεπε να βασίζονται σε δασκάλους κατ'οίκον ή στα πανεπιστήμια της Σκωτίας. Δεν υπήρχε κανένα απολύτως σύστημα στοιχειώδους εκπαίδευσης πριν από τον Lancaster (και μετά απ' αυτόν τους αγγλικανούς ανταγωνιστές του) που καθιέρωσε ένα είδος εθελοντικής μαζικής παραγωγής στοιχειώδους παιδείας στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, δίνοντας έτσι την αφορμή για τις ατέρμονες δογματικές διαμάχες που ταλάνισαν την αγγλική παιδεία. Και έτσι οι κοινωνικές φοβίες απομάκρυναν τους φτωχούς από την μόρφωση.

Εξελικτική θεωρία

Γενικά

Ο προβληματισμός γύρω από την προέλευση του ανθρώπου, αν είναι δηλαδή προϊόν εξελικτικής διαδικασίας ή δημιουργίας, δεν αποτελεί θέμα της τεχνολογίας, αφορά όμως την αυτογνωσία των ανθρώπων και των κοινωνιών. Αυτός είναι και ο λόγος που αυτό το ζήτημα βρίσκεται ακόμα στη δημόσια συζήτηση, τόσο σε επιστημονικό επίπεδο με την αναζήτηση ευρημάτων και τις συνεχείς βελτιώσεις των σχετικών θεωριών, όσο και σε ψευδοεπιστημονικό επίπεδο με την αμφισβήτηση των θεμελιωδών επιστημονικών υποθέσεων και προβολή άλλων απόψεων.

11.1. Προϊστορία



Έχει ήδη αναφερθεί ότι από το 16ο αιώνα είχαν καταγράψει βασικές ομοιότητες του σκελετού όλων των σπονδυλωτών, από τα ψάρια μέχρι τον άνθρωπο. Επίσης υπήρχε η άποψη ότι όλοι οι σκύλοι και οι λύκοι πρέπει να κατάγονται από ένα κοινό πρόγονο, όπως επίσης οι γάτες, οι τίγρεις και τα λιοντάρια κ.ο.κ. (¹⁷Shermer Michael, 2004)

Το 18ο αιώνα παρουσιάστηκε μια ονοματολογία πετρωμάτων, φυτών και ζώων, η οποία δεν αφορούσε βέβαια κάποια εξέλιξη, αλλά έδινε μια ιεραρχική δομή στο φυτικό και το ζωικό βασίλειο με αναπτυσσόμενες διακλαδώσεις κατά μειούμενη ομοιότητα των ειδών.

Στη μια σειρά εκδόσεων «Γενικής Ιστορίας της Φύσης» θεωρεί ο Georges-Louis Leclerc Comte de Buffon (1707-1788) ότι όλα τα ζωικά και φυτικά είδη εξελίχθηκαν από αρχικές μορφές ζωής και αυτή η εξέλιξη οφειλόταν στις κλιματικές μεταβολές. Στην Ιστορία του

αναφέρει ακόμα ο Buffon ότι ανατομικές μελέτες σε ανθρώπους και πιθήκους δείχνουν ότι τα δύο αυτά είδη πρέπει να είχαν στο παρελθόν κοινούς προγόνους (¹⁹Σταυριανός Ελευθέριος, 1984). Επίσης, η ηλικία της Γης πρέπει να είναι της τάξης των 75.000. ετών και όχι 6.000 που ισχυριζόταν (και ισχυρίζεται ακόμα) η Εκκλησία

Διάφοροι ερευνητές έκαναν ανατομικές συγκρίσεις οστών υπαρκτών ζώων με ευρήματα από υπολείμματα εξαφανισμένων ειδών σε γεωλογικά στρώματα. Θεωρήθηκε δε ότι κάποια χαρακτηριστικά στην ανατομία των ζώων μαρτυρούν γενικότερες συμπεριφορές και συνήθειες, όπως τα δόντια και τα νύχια των σαρκοβόρων. Έτσι δημιουργήθηκαν σειρές συγγενειών μεταξύ των ειδών και κατάφερε με αυτό τον τρόπο να «αναδημιουργήσει» σχεδιαστικά εξαφανισμένα είδη.

11.2. Εξελικτικές και συναφείς ιδέες

Στο πέρας του 18ου προς τον 19ο αιώνα διατύπωσε ο αγγλικανός ιερέας Thomas Robert Malthus, όπου γεννήθηκε στην Αγγλία το 1766 κ ο οποίος ήταν οικονομολόγος και φιλόσοφος, θεωρίες, όχι σχετικές με την καταγωγή των ειδών, αλλά με την ανάπτυξη του ανθρώπου πάνω στη Γη.

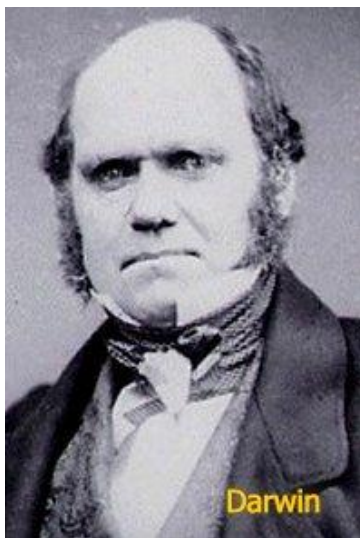
Συγκεκριμένα, το έτος 1798 κυκλοφόρησε το βιβλίο του Malthus «Essay on the Principle of Population» (Δοκίμιο στην αρχή του πληθυσμού), στο οποίο παρουσιάζεται ένα πρόβλημα υπερπληθυσμού στη Γη που θα οδηγήσει, κατά την εκτίμησή του, σε έλλειψη τροφίμων κλπ. Επειδή, υπολόγιζε ο συγγραφέας ότι ο πληθυσμός αυξάνει εκθετικά, αλλά η παραγωγή τροφίμων μόνο γραμμικά, όπως μπορούσε να προβλέψει στις αρχές της βιομηχανικής ανάπτυξης, κάποια στιγμή δεν θα επαρκούν τα τρόφιμα για τον υπερπληθυσμό της Γης.

Αυτές οι σκέψεις του Malthus ονομάστηκαν *μαλθουσιανισμός*. Φυσικά δεν επαληθεύτηκαν, έγιναν όμως τότε αντικείμενο συζητήσεων σε επιστημονικούς κύκλους, αλλά και στα σαλόνια των συναναστροφών.

Στα έτη 1830-33 κυκλοφόρησε ένα πολύτιμο βιβλίο του Charles Lyell ο οποίος ήταν ο πιο σπουδαίος γεωλόγος στην εποχή του. Γεννήθηκε το 1797 στην Αγγλία και το βιβλίο που εκδόθηκε με τίτλο «Principles of Geology» (Αρχές της Βιολογίας), εξηγούσε, πώς η επιφάνεια της Γης μεταβάλλεται πολύ αργά λόγω δράσης φυσικών δυνάμεων. Αποτέλεσμα αυτών των διεργασιών είναι να μετατοπίζονται οι πλάκες του φλοιού της Γης και, κάποια

εδάφη να έχουν μετατραπεί σε νησιά, ενώ παλαιότερα ήταν ενωμένα με ηπείρους ή και οι ηπείροι που ήταν κάποτε ενωμένες να έχουν τώρα αποσυνδεθεί και να βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους. Αυτά τα φαινόμενα που στις αρχές του 21ου αιώνα θεωρούνται αυτονόητα και καταγράφονται συστηματικά, εκείνη την εποχή παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά και εντυπωσίασαν σημαντικά τον κόσμο.

Το έτος 1836 ο Charles Darwin επέστρεψε από ένα ταξίδι που έκανε στη Νότια Αμερική και σε χώρες του νότιου Ειρηνικού Ωκεανού, όπου μπόρεσε να μελετήσει το φυτικό και ζωικό βασίλειο αυτών των περιοχών. Ο Charles Robert Darwin (1809- 1882) ήταν ένας άγγλος φυσιοδίφης που πραγματοποίησε και παρουσίασε πειστικές αποδείξεις ότι όλα τα είδη της ζωής έχουν εξελιχθεί με το χρόνο, μέσω της διαδικασίας που ονομάζεται φυσική επιλογή. Ο Δαρβίνος είχε αρχίσει να σπουδάζει Ιατρική, την οποία εγκατέλειψε, στη συνέχεια δε, σπούδασε Θεολογία με πίεση του πατέρα του, για να αποκατασταθεί επαγγελματικά ως ιερέας. Από μικρός είχε όμως ενδιαφέρον για τη μελέτη σκαθαριών, εντόμων κλπ. και διατηρούσε μια μεγάλη συλλογή από τέτοια είδη, τα οποία ομαδοποιούσε και σχολίαζε. Αυτή η συλλογή του εμπλουτίστηκε με πλήθος νέων δειγμάτων από το πενταετές ταξίδι του.



Πέρα από τη συλλογή σκαθαριών κ.ά. ο Δαρβίνος επεξεργάστηκε συστηματικά τις εμπειρίες του από τα νησιά του Αρχιπελάγους Γκαλαπάγκος, επηρεασμένος και από την οικονομική θεωρία του *μαλθουσιανισμού*. Στα απομονωμένα νησιά, με περιορισμένες τις δυνατότητες διατροφής, είχαν κάποια ζώα διαφορετική μορφή από εκείνη που είχαν άλλα όμοιά τους σε άλλα γειτονικά νησιά και στις ηπείρους. Λόγω του περιορισμένου αποθέματος τροφών και της απουσίας πολλών μικρών ζώων, δεν υπήρχαν και μεγάλα σαρκοβόρα ζώα. Κάποια ζώα που στις ηπείρους ήταν ογκώδη (ελέφαντας), στα νησιά έδειχναν νανισμό. Αντίθετα υπήρχαν γιγάντιες χελώνες και τα πτηνά ήταν ήρεμα και φιλικά προς τον άνθρωπο, με διαφορετικά διαμορφωμένα ράμφη. Π.χ. τα πουλιά που έβρισκαν την τροφή τους στα δέντρα είχαν διαφορετικά διαμορφωμένο ράμφος από τα πουλιά που έβρισκαν την τροφή τους στο έδαφος.

Τη σημασία αυτών των παρατηρήσεων δεν είχε συλλάβει ο Δαρβίνος από την αρχή σωστά, αργότερα αποδείχθηκαν όμως θεμελιώδεις για τις μελέτες του. Συγκεκριμένα, ο μεγάλος φυσιολόγος αναγνώρισε κάποια στιγμή ένα μηχανισμό της εξέλιξης: Για παράδειγμα, τα πουλιά έψαχναν για τροφή που βρισκόταν σε συγκεκριμένο μέρος του περιβάλλοντός τους. Σταδιακά, άρχισε να προσαρμόζεται το ράμφος τους ή, με άλλα λόγια, επιβίωσαν και επικράτησαν, λόγω καλύτερης διατροφής, εκείνα τα πουλιά που είχαν καταλληλότερο ράμφος. Αυτό όμως οδήγησε σε ένα περιορισμό, γιατί με το εξελιγμένο ράμφος μόνο εκεί και σε όμοια μέρη μπορούσαν να βρουν τροφή αυτά τα πουλιά και γι' αυτό μόνο εκεί την αναζητούσαν πλέον. Ο Δαρβίνος δεν ήταν βέβαια σε θέση να απαντήσει στο ερώτημα για το μηχανισμό διάδοσης των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κάθε είδους στις επόμενες γενιές, γιατί εκείνη την εποχή οι γνώσεις για την κληρονομικότητα ήταν εμβρυακές.

Το έτος 1855, 19 χρόνια μετά την ολοκλήρωση του εξερευνητικού ταξιδιού του κι ενώ ο Δαρβίνος είχε καταλήξει σε συμπεράσματα, υιοθετώντας χρήσιμα πορίσματα από τη Συγκριτική Ανατομία, την Εμβρυολογία, την Ταξινομική, τη Βιογεωγραφία και την Παλαιοντολογία, δημοσίευσε ο Άγγλος και ζωολόγος Alfred Russel Wallace στο επιστημονικό περιοδικό «Annals of Nature-History» ένα άρθρο με τίτλο «On the Law which has regulated the Introduction of New Species», στο οποίο παρουσίαζε στοιχεία για σταδιακή εξέλιξη των ζώων και των φυτών στη Γη. Ο γεωλόγος Lyell υπέδειξε τότε στο Δαρβίνο που ήταν φίλος του, αυτή τη δημοσίευση και πρέπει να συμφώνησαν οι δύο τους στις συζητήσεις τους ότι ο Wallace που ήταν εγκαταστημένος στην ανατολική Ασία, έγραφε περίπου τα ίδια με αυτά, στα οποία είχε καταλήξει και ο Δαρβίνος. Έτσι, δεν ήταν μακριά η σκέψη να συνεργαστούν οι δύο φυσιολόγοι.

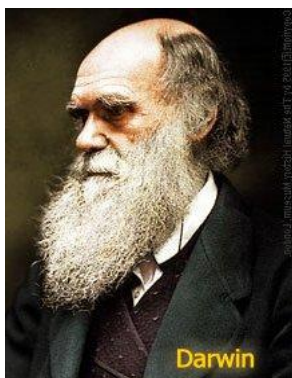
Το 1858 δημοσιεύτηκαν οι μελέτες των Δαρβίνου και Γουόλας και προκάλεσαν σημαντική αναταραχή, γιατί, παρά τα γνωστά όμοια πορίσματα προγενέστερων ερευνητών, η νέα εξελικτική θεωρία των ειδών, αφενός αμφισβητούσε καίριες θρησκευτικές αρχές και την αυτοπεποίθηση των κοινωνιών της εποχής και αφετέρου ήταν τεκμηριωμένη με πλήθος ευρημάτων και συσχετισμούς από άλλες επιστημονικές περιοχές. Το έτος 1859 δημοσίευσε ο Δαρβίνος το βιβλίο του με μια περίληψη της εξελικτικής θεωρίας, «On the Origin of Species» (=Περί της προελεύσεως των ειδών), το οποίο έγινε ανάρπαστο σε μια ημέρα και επανεκδόθηκε πολλές φορές.

11.3. Φυσική Επιλογή

Η θεωρία του Δαρβίνου για την εξέλιξη των ειδών απαρτίζεται από τέσσερα επιμέρους τμήματα:

1. θεωρία της εξέλιξης,
2. θεωρία της σταδιακής υλοποίησης,
3. θεωρίας της καταγωγής και
4. θεωρία της φυσικής επιλογής.

Η θεωρία της εξέλιξης και η θεωρία της σταδιακής υλοποίησης δηλώνουν ότι ο έμβιος κόσμος δεν παραμένει αναλλοίωτος, αλλά μεταβάλλεται βαθμηδόν. Αυτό τεκμηριώνεται, τόσο με την καταγραφή μικρών μεταβολών σε σύντομο χρονικό διάστημα, όσο και με την εξέταση απολιθωμάτων που καλύπτουν τεράστια, σε σχέση με τη ζωή των ανθρώπων, χρονικά διαστήματα (¹⁸Feynman Richard, 1998). Η θεωρία της καταγωγής δηλώνει ότι όλοι οι οργανισμοί προκύπτουν ως απόγονοι κοινών προγόνων με διαδικασίες διαχωρισμού. Τέλος, η θεωρία της φυσικής επιλογής περιγράφει το μηχανισμό που υλοποιεί την εξέλιξη, όπως τον συνέλαβε ο Δαρβίνος:



1. Όλα τα είδη δημιουργούν περισσότερους απογόνους από εκείνους που τελικά επιβιώνουν ή πολλαπλασιάζονται,
2. Τα επιμέρους άτομα κάθε ζωικού ή φυτικού είδους δεν είναι ίδια, αλλά διαφέρουν μεταξύ τους σε χαρακτηριστικά, τα οποία κληρονομούνται στους απογόνους,
3. Σε ένα «αγώνα επιβίωσης» που εξελίσσεται μεταξύ των ατόμων κάθε είδους, αλλά και μεταξύ των ειδών, επιβιώνουν εκείνα τα άτομα που έχουν προσαρμοστεί καλύτερα στις απαιτούμενες συνθήκες,
4. Η επιβίωση των «ικανότερων» αποτελεί μηχανισμό της φυσικής επιλογής, με τον οποίο σταδιακά και σε βάθος χρόνου δημιουργούνται νέα είδη.

Είναι προφανές ότι η δαρβινική θεωρία τροποποιήθηκε και βελτιώθηκε σε διάφορα επιμέρους σημεία της, κυρίως επειδή δεν ήταν στα μέσα του 19^{ου} αιώνα ακόμα γνωστά σημαντικά

πορίσματα από τη Βιολογία, την Παλαιοντολογία, τη Γεωλογία κ.ά. Ακόμα υπάρχουν δε ασαφή ή αδιευκρίνιστα σημεία αυτής της θεωρίας, όπως και σε κάθε επιστημονικό τομέα τέτοιας εμβέλειας εξάλλου, όσο ολοκληρωμένος κι αν θεωρείται αυτός ο τομέας. Για παράδειγμα, μεταξύ παλαιοντολόγων και γενετιστών υπάρχει μια διαφορετική αντίληψη ως προς τον βηματισμό της εξέλιξης, αν γίνεται αυτή δηλαδή με άλματα ή βαθμιαία. Επίσης μια διαφωνία ως προς την παντοδυναμία ή όχι της φυσικής επιλογής, αν το τυχαίο είναι αποκλειστικός παράγων ή μόνο κατά ένα μέρος, ποιο ρόλο και σε ποιο βαθμό επιδρά η εκάστοτε συγκυρία και πόσο η κατευθυνόμενη δράση της επιλογής, ποια είναι η μονάδα ή ο στόχος της επιλογής (το γονίδιο, το άτομο, ο πληθυσμός;), αν η φυσική επιλογή μπορεί να ερμηνεύσει και φαινόμενα άλλων συναφών επιστημών, όπως της οικολογίας (ισορροπία οικοσυστημάτων), της ανοσοβιολογίας (επιλογή κλώνων-αντισωμάτων), της εξελικτικής ψυχολογίας και συμπεριφοράς (εξελικτική προέλευση του εγκεφάλου και των λειτουργιών του και άλλα διάφορα. Αυτό που δεν αμφισβητείται από την επιστημονική κοινότητα είναι ο πυρήνας της εξελικτικής θεωρίας η οποία, αφενός στηρίζεται σε πλήθος ευρημάτων και σε μεγάλο αριθμό εμπειρικών και απαγωγικά τεκμηριωμένων υποθέσεων και, αφετέρου, ενσωματώνεται χωρίς αντιφάσεις σε πολλές άλλες καθιερωμένες επιστημονικές θεωρίες. (Στ. Ν. Αλαχιώτης: «Γιατί ο Δαρβίνος είχε δίκιο»).

Ένα άλλο σημαντικό πόρισμα από τις μελέτες του Δαρβίνου είναι η τάση για μικροσωμία σε αποκλεισμένα βιοσυστήματα. Εφόσον σ' αυτά τα συστήματα (π.χ. νησιά) δεν υπάρχουν σαρκοβόρα αρπακτικά ζώα και λόγω των περιορισμένων πόρων διατροφής, ευνοείται μια εξέλιξη προς τους μικρόσωμους εκπροσώπους κάθε είδους, οι οποίοι επιβιώνουν, γιατί δεν απαιτούν μεγάλες ποσότητες φαγητού. Ο Δαρβίνος είχε παρατηρήσει ότι σε κάποια νησιά του Ειρηνικού οι ελέφαντες ήταν μικρόσωμοι, κάτι που δεν παρουσιάζεται στην Αφρική ή την Ασία, όπου η ύπαρξη αρπακτικών ευνοεί τα μεγαλόσωμα ζώα. Μόλις στις αρχές του 20ου επιβεβαιώθηκε ότι αυτή η αρχή ισχύει και για το ανθρώπινο είδος: ο *Homo Folesiensis* του οποίου υπολείμματα ανακαλύφθηκαν στο νησί Φλόρες της Ινδονησίας και φαίνεται να εξαφανίστηκε πριν από 12.000 χρόνια περίπου, ήταν μικρόσωμος (περίπου 1 μέτρο), επειδή στο νησί του δεν είχαν επιβιώσει σαρκοβόρα αρπακτικά ζώα

11.4. Αντιδράσεις

Το σύγγραμμα του Δαρβίνου στάθηκε η αιτία να αποκτήσει ο ίδιος εχθρούς, που ανήκαν σε δύο κατηγορίες: στην πρώτη κατηγορία συγκαταλέγονταν επιστήμονες της παλαιάς σχολής,

οι οποίοι έβλεπαν το «έργο μιας ζωής» να ανατρέπεται από ένα *ασήμαντο* και *άγνωστο* στους ακαδημαϊκούς κύκλους, φυσιοδίφη. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκαν οι υποστηρικτές της κατά γράμμα θρησκευτικής πίστης (Παλαιά Διαθήκη). Γιατί, αν η εξελικτική θεωρία ήταν σωστή, έπρεπε η περιγραφή της Δημιουργίας στη «Βίβλο Γενέσεως» της Παλαιάς Διαθήκης να είναι λανθασμένη και, ακόμη, αν η εξέλιξη ενεργούσε αυτόματα μέσω της φυσικής επιλογής, τότε δεν υπήρχε χώρος για θεϊκή επέμβαση στη δημιουργία των φυτών, των ζώων και του ανθρώπου. Ο εκκλησιαστικός μηχανισμός σε όλα τα μήκη και πλάτη της Γης αναθεμάτιζε για πολλές δεκαετίες τον Δαρβίνο και το έργο του.

Ως προέκταση και διεύρυνση των απόψεων που εξέθετε στην *Προέλευση των Ειδών*, ο Δαρβίνος δημοσίευσε μεταξύ 1868-1872, τρία ακόμη βιβλία: «The variation of animals and plants under domestication» (1868), «The descent of man and selection in relation to sex» (1871), «The expression of the emotions in man and animals» (1872).

Το έτος 1860 δημοσίευσε ο διευθυντής του βαυαρικού κρατικού μουσείου ορυκτών, Hermann von Meyer (1801-1869), μια ανακοίνωση για ένα φτερό που ανακαλύφθηκε σε κάποιο ασβεστολιθικό στρώμα στην περιοχή Solnhofen, κοντά στη Νυρεμβέργη της Βαυαρίας. Ο Μάγιερ, από τους γνωστότερους μελετητές των σπονδυλωτών ζώων του 19ου αιώνα, είχε προτείνει για τους ονομαζόμενους σήμερα *δεινοσαύρους* το όνομα *ταχύποδα ζώα*. Αργότερα εντόπισε ο Μάγιερ στο ίδιο πέτρωμα του Solnhofen ένα ολόκληρο απολιθωμένο, προϊστορικό ζώο, το οποίο ονομάστηκε *Αρχαιοπτέρυξ*.



Αυτό το εύρημα πουλήθηκε στο βρετανικό μουσείο και μελετήθηκε από το διευθυντή Richard Owen (1804-1892), ο οποίος αμφισβητούσε την ύπαρξη δεινοσαύρων σε παλαιότερες εποχές και ήταν αντίθετος με την εξελικτική θεωρία του Δαρβίνου.

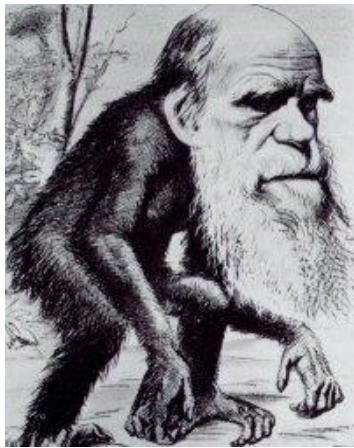
Οι δύο αυτοί ερευνητές, Όουεν και Μάγιερ, δημοσίευσαν μία επιστημονική εργασία, μετά από μελέτη του απολιθωμένου αρχαιοπτέρυγος, στην οποία κατέληγαν στο συμπέρασμα ότι, από τα ευρήματα διαμεινόμενα η εξελικτική θεωρία του Δαρβίνου.

Οι εκκλησιαστικοί κύκλοι της Αγγλίας αναθάρρησαν, βλέποντας ότι διαψευδούν η δυσάρεστη γι' αυτούς αμφισβήτηση των γραφών από μια επιστημονική ανακάλυψη. Όμως, αυτή η δημοσίευση κόστισε στον Όουεν την επιστημονική φήμη του, γιατί το έτος 1871

δημοσίευσε ο Άγγλος Thomas Henry Huxley (1825-1895) βιολόγος και ένθερμος υποστηρικτής της εξελικτικής θεωρίας του Δαρβίνου, ένα άρθρο, στο οποίο αποδεικνυε ότι οι δύο ερευνητές είχαν κάνει, ηθελημένα ή από αμέλεια, σημαντικά λάθη στην περιγραφή του αρχαιοπτέρυγος. Αναιρώντας ο Χάξλυ ένα προς ένα τα εσφαλμένα συμπεράσματα των Όουεν και Μάγιερ, κατέληγε στο συμπέρασμα ότι ο αρχαιοπτέρυξ ήταν ένα αποδεικτικό στοιχείο στη θεωρία του Δαρβίνου.

11.5. Δημιουργίες

Οι αντιδράσεις εναντίον της δαρβινικής θεωρίας και των προεκτάσεών της πήραν κάποια στιγμή συστηματική μορφή και προκάλεσαν, πέρα από την προσπάθεια δυσφήμισης του

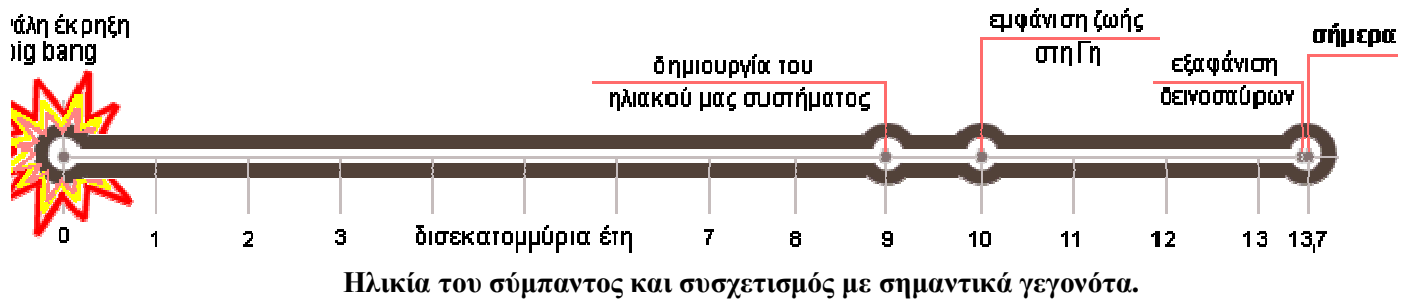


Δαρβίνου με χλευαστικά κείμενα και σχέδια, τη συγκρότηση «επιστημονικών» σωματείων, ακόμα και «εδρών» σε μερικά πανεπιστημιακά ιδρύματα, σχεδόν αποκλειστικά στις ΗΠΑ, με σκοπό να καταπολεμήσουν κάθε περιγραφή και κάθε πόρισμα που θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι αυτό στηρίζει την εξελικτική θεωρία. Στόχος αυτών των κύκλων δεν είναι να βελτιώσουν το ένα ή το άλλο σημείο της θεωρίας, αλλά να την καταργήσουν συνολικά και να επαναφέρουν στη θέση της, ως μοναδική και υποχρεωτική, ακόμα και για τους μη χριστιανούς, την

περιγραφή περί δημιουργίας που αναφέρεται στη Βίβλο. Η συγκεκριμένη προσπάθεια στηρίζεται σε *ψευδό-επιστημονικά επιχειρήματα*. Οι οπαδοί αυτής της κίνησης που βρίσκει αμελητέα ερείσματα εκτός των ΗΠΑ, ονομάζονται *Δημιουργιστές* και η προσπάθεια επιστημοποίησης της βιβλικής μυθοπλασίας ονομάζεται *δημιουργισμός*.

Οι συγκεκριμένοι κύκλοι δεν αποδέχονται το γεγονός ότι με τις μεθόδους *απόλυτης χρονολόγησης* που στηρίζονται σε γνωστούς φυσικούς νόμους, αλλά και με την εξέταση της διάβρωσης των πετρωμάτων και άλλων φυσικό-χημικών διεργασιών, αποδεικνύεται επιστημονικά η ηλικία των απολιθωμάτων. Αντίθετα ισχυρίζονται ότι η ηλικία του σύμπαντος είναι 8-10 χιλιάδες χρόνια και ότι οι νόμοι της φύσης είχαν πριν από μερικές χιλιάδες χρόνια άλλη μορφή από αυτή που διδάσκει σήμερα η Φυσική, ότι οι φυσικές σταθερές και οι συντελεστές των υλικών είχαν άλλες αριθμητικές τιμές, γι' αυτό και η εφαρμογή των νόμων της Φυσικής σε παλιές εποχές οδηγεί, όπως ισχυρίζονται, σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Έτσι, ενώ σε παλαιότερες εποχές που είχαν οι θρησκευτικοί

κύκλοι απόλυτη κυριαρχία, απαγόρευαν ή περιορίζαν την επιστημονική έρευνα, τώρα αξιοποιούν οι πνευματικοί διάδοχοί τους μονομερώς και επιλεκτικά την επιστημονική γνώση και μέθοδο για να πλοηγηθούν σε προκαθορισμένα συμπεράσματα, τα οποία προφανώς είναι ψευδό-επιστημονικά.



11.6. Κληρονομικότητα

Η κληρονομικότητα χαρακτηριστικών από κάθε είδος στους απογόνους του ερευνήθηκε παρεμπιπτόντως από ένα Βενεδικτίνο μοναχό τον Gregor Mendel (1822-1884) και αποτέλεσε ερμηνευτικό συμπλήρωμα στην εξελικτική θεωρία του Δαρβίνου, όπως αυτή προσαρμόστηκε και βελτιώθηκε από νεότερους βιολόγους.

Ο Μέντελ από μία τυχαία περιέργεια ενδιαφέρθηκε να καταγράψει την κληρονομιά χαρακτηριστικών στα μπιζέλια (*pisum sativum*). Αν και τα δημοσιευμένα το έτος 1865 πορίσματα, στα οποία κατέληξε ο Μέντελ, δεν έτυχαν της προσοχής της επιστημονικής κοινότητας, στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, 20 χρόνια μετά το θάνατο του ερευνητή, ανακάλυψαν επιστήμονες αυτές τις δημοσιεύσεις και μελέτησαν τα πορίσματα των ερευνών του.

¹⁷ Shermer Michael, 2004, *Γιατί οι άνθρωποι πιστεύουν σε παράξενα πράγματα;*, ΠΕΚ, Ηράκλειο.

¹⁸ Feynman Richard, 1998, *Το νόημα των πραγμάτων*, Κάτοπτρο, Αθήνα.

¹⁹ Σταυριανός Ελευθέριος, 1984, *Ιστορία του ανθρώπινου γένους*, ΟΕΔΒ, Αθήνα.

²⁰ Asimov Isaac, 2002, *Το χρονικό του Κόσμου*, ΠΕΚ, Ηράκλειο.



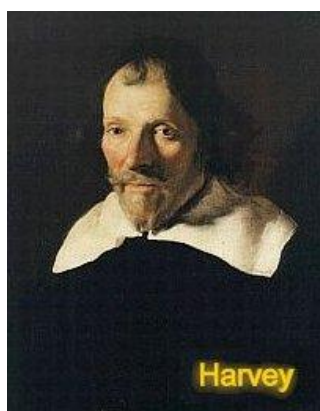
Η διατύπωση των ονομαζόμενων σήμερα «Νόμων του Μέντελ» που συμπυκνώνουν τα τρία απλά χαρακτηριστικά της κληρονομικότητας, την *ομοιομορφία*, το *διαχωρισμό* και την *επικράτηση*, ήταν όμως σωστή, έστω κι αν ο επίμονος αυτός φυσιολόγος εργάστηκε διαισθητικά

Σήμερα γνωρίζουμε ότι και τα 7 χαρακτηριστικά που μελέτησε συμπτωματικά ο Μέντελ, ήταν σε άλλα χρωμοσώματα, ένα σε καθένα από τα 7 χρωμοσώματα του μπιζελιού. ⁽²⁰⁾Asimov

Isaac,2002). Σημαντικό είναι επίσης ότι οι νόμοι αυτοί δεν ισχύουν μόνο για το συγκεκριμένο είδος μπιζελιών ή έστω μόνο για τα φυτά, αλλά για όλα τα είδη του ζωικού και φυτικού κόσμου, γι' αυτό ο Μέντελ θεωρείται ο ιδρυτής της επιστήμης της *Γενετικής*.

ΙΑΤΡΙΚΗ

Εισαγωγή



Η ιατρική επιστήμη δεν φαίνεται να σχετίζεται με την τεχνολογία, ιδίως όταν έχει κάποιος στο μυαλό του τον κλασικό γιατρό που προσπαθεί από περιγραφές συμπτωμάτων και ψηλαφίσεις να διαγνώσει κάποια πάθηση. Στην πραγματικότητα η ιατρική ήταν πάντα στενά συνδεδεμένη με τα τεχνικά μέσα, παλαιότερα για την επεξεργασία φαρμακευτικών βοτάνων και την πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων, σήμερα για ένα πλήθος διαγνωστικών και θεραπευτικών λειτουργιών. Αν και θεωρούμε ότι γενικότερα η επιστήμη έδωσε αυτοπεποίθηση στον άνθρωπο και του παρέσχε τα μέσα να επιδοθεί στη μελέτη της φύσης και της κοινωνίας, η Ιατρική είναι κυρίως η επιστήμη που έδωσε στον άνθρωπο μεγαλύτερη προσδόκιμη μέση διάρκεια ζωής, που τον απελευθέρωσε από φοβίες και δεισιδαιμονίες και τον οδήγησε στο δρόμο της ορθολογικής εξήγησης του κύκλου ζωή-θάνατος των έμβιων όντων και της συστηματικής αντιμετώπισης των ασθενειών.

Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα ο μέσος όρος ζωής στην Ευρώπη βρίσκεται κάτω των 40 ετών, έναν αιώνα μετά είναι πάνω από 40 χρόνια και ακόμα έναν αιώνα μετά, στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, βρίσκεται περίπου στα 80 χρόνια. Αυτή η διαρκής αύξηση από τα σχεδόν 20 χρόνια της ελληνορωμαϊκής εποχής και τα 30 χρόνια του Μεσαίωνα στα σημερινά επίπεδα, ήταν αναπόσπαστα δεμένη με την εξέλιξη της επιστήμης και σχετίζεται ειδικότερα με την ελαχιστοποίηση της βρεφικής θνησιμότητας, αλλά επίσης με την εξάλειψη των θανατηφόρων επιδημικών ασθενειών, με την αντιμετώπιση λιγότερο ή περισσότερο σοβαρών ασθενειών μέσω της διαρκώς βελτιούμενης ιατρικής φροντίδας και με την ευρεία χρήση φαρμακευτικών σκευασμάτων.

Η αύξηση του προσδόκιμου ζωής, πέρα από την αξία που έχει για τον άνθρωπο η μακροβιότητα, προκάλεσε και μία ανάδραση στον τομέα των γνώσεων, εμπειρικών και επιστημονικών: οι τεχνίτες, οι μάστορες και οι φυσιοδίφες της Αρχαιότητας και του Μεσαίωνα δεν έφταναν κατά κανόνα σε ικανή ηλικία ώστε να αξιοποιήσουν τη συσσωρευμένη πείρα τους στη βελτίωση μεθόδων και εργαλείων. Έτσι, οι αλλαγές ήταν εκείνους τους αιώνες και εξ αυτού του λόγου αργές. Η επαγγελματική πείρα των ανθρώπων μετά από 20-25 χρόνια εργασίας παίζει μέχρι και σήμερα σημαντικό ρόλο στην επιστημονική και τεχνολογική εξέλιξη, αλλά και στην εκπαίδευση και επιμόρφωση νεότερων στελεχών. Αυτό εξασφαλίστηκε επειδή πρωτίστως η ιατρική επιστήμη έδωσε τη δυνατότητα γι' αυτή την εντυπωσιακή αύξηση του μέσου όρου ζωής.

12.1. Αφετηρία της σύγχρονης Ιατρικής

Ως αφετηρία της σύγχρονης Ιατρικής πρέπει να θεωρηθεί μια ανακάλυψη του 17^{ου} αιώνα, κατά την οποία ο Άγγλος γιατρός και ανατόμος William Harvey (1578-1657) περιέγραψε την κυκλοφορία του αίματος στο ανθρώπινο σώμα. Ο Χάρβεϋ δημοσίευσε το έτος 1628 ένα «Essay on the Motion of the Heart and the Blood» (=Δοκίμιο για την κίνηση της καρδιάς και του αίματος), στο οποίο περιέγραφε την καρδιά ως αντλία που τροφοδοτεί συνεχώς το σώμα με αίμα. Βέβαια, την κυκλοφορία του αίματος από την καρδιά σε όλο το σώμα είχαν περιγράψει ήδη στην απώτερη αρχαιότητα Αιγύπτιοι ιατροί, όπως προκύπτει από παπύρους. Αυτή η γνώση χάθηκε όμως και έπρεπε να ανακαλυφθεί εκ νέου κατά το 19^ο αιώνα, 4-5 χιλιάδες χρόνια αργότερα. Άλλοι γιατροί όπως ο Thomas Willis, ο Francis Glisson βελτίωσαν και διεύρυναν στη συνέχεια τις περιγραφές του Χάρβεϊ. Ο σημαντικός αυτός ερευνητής δέχτηκε έντονες επιθέσεις για τις μελέτες του, οι οποίες επιθέσεις υποχώρησαν όμως, όταν όλο και περισσότεροι γιατροί επιβεβαίωσαν την ύπαρξη και λειτουργία του κυκλοφοριακού συστήματος.

Ο Καρτέσιος μετέφερε τη μηχανιστική αντίληψή του για τη φύση στο ανθρώπινο σώμα και θεώρησε ότι ο άνθρωπος λειτουργεί σαν μία μηχανή. Αυτή η αντίληψη ταίριαζε με τις ιδέες των *Ιατροφυσικών*, ενώ οι *Ιατροχημικοί* θεωρούσαν ότι το ανθρώπινο σώμα λειτουργεί βάσει ενός συνόλου επαναλαμβανόμενων χημικών διεργασιών. Ο Άγγλος γιατρός Thomas Sydenham (1624-1689) και αργότερα ο Ολλανδός γιατρός Hermann Boerhaave (1668-1738) ασχολήθηκαν περισσότερο με την ιατρική πρακτική και έδωσαν βάρος στην εκπαίδευση των νέων γιατρών πάνω από τον ασθενή.

Κατά το 18^ο αιώνα κυριάρχησε η σύγκρουση μεταξύ της *ανιμιστικής* και της *μηχανιστικής* αντίληψης της ζωής. Οι οπαδοί της πρώτης αντίληψης υποστήριζαν ότι η ψυχή καθοδηγεί κάθε οργανική εξέλιξη, ενώ οι οπαδοί της δεύτερης αντίληψης στήριζαν τον καρτεσιανό μηχανικισμό, με τις απαιτούμενες προσαρμογές. Διάφοροι άλλοι γιατροί διατύπωναν περίεργες θεωρίες για πολλά ή για λίγα φάρμακα, άλλοι για σχέση μεταξύ σχήματος του κρανίου και ευαισθησίας σε ασθένειες και άλλοι, τέλος, περί ζωικού μαγνητισμού, ο οποίος ελέγχει, δήθεν, κάθε βιολογική δραστηριότητα.

12.2. Η Ιατρική κατά το 19^ο αιώνα

Οι εξελίξεις στον τομέα της Ιατρικής μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα είναι πάμπολλες! Γι' αυτό θα αναφερθούν εδώ παραδειγματικά μερικές σημαντικές, όπως προκύπτουν από το έργο διάσημων ερευνητών. Συναφές είναι και το έργο διάσημων Βιολόγων, Φυσικών, Χημικών και Μηχανικών, οι οποίοι συνέβαλαν με τις έρευνές τους, αφενός στη βελτίωση των θεωρητικών ιατρικών και φαρμακολογικών γνώσεων, αφετέρου στην κατασκευή ιατρικών διαγνωστικών και θεραπευτικών μηχανημάτων και συσκευών. Περισσότερες λεπτομέρειες περιέχονται σε εξειδικευμένα βιβλία Ιστορίας της Ιατρικής .

Το έτος 1796 πραγματοποίησε ο Άγγλος επαρχιακός γιατρός Edward Jenner (1749-1823), κατά τη διάρκεια μιας επιδημίας ευλογιάς που οδήγησε περί τα 60 εκατομμύρια Ευρωπαίους στο θάνατο, ένα πείραμα και μετέδωσε την ευλογία των βοοειδών σε ένα παιδί, το οποίο διέτρεχε μεγάλο κίνδυνο να προσβληθεί από αυτή την επιδημική ασθένεια. Μετά από σύντομο χρονικό διάστημα, μετέδωσε ο γιατρός στο παιδί την επιδημική ευλογία και περίμενε τις εξελίξεις. Το παιδί δεν προσεβλήθη από τη θανατηφόρα ασθένεια κι έτσι ο Τζένερ κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ευλογία των βοοειδών λειτουργούσε στον άνθρωπο ως εμβόλιο.

Από την Αρχαιότητα και μέχρι τη νεότερη εποχή η έλλειψη καθαρού νερού και αποχέτευσης προκαλούσε επιδημίες χολέρας, οι οποίες αποδεκάτιζαν χιλιάδες ανθρώπους. Περιγραφές για την ασθένεια υπάρχουν ήδη από το 600 π.Χ όταν μια επιδημία είχε ενσκήψει για άλλη μια φορά στην κοιλάδα του Γάγγη στις Ινδίες. Οι επιδημίες χολέρας αποδίδονταν, όπως και άλλες όμοιες καταστροφές, ιδίως κατά το Μεσαίωνα, σε θεϊκή τιμωρία και αντιμετωπίζονταν με μοιρολατρία. Όταν όμως αυτές οι επιδημίες άρχισαν να πλήττουν στις αρχές του 19^{ου} και την

Ευρώπη, κυρίως τη Βρετανία, με κύρια εστία προέλευσης την Ασία, όπου η χολέρα ήταν ενδημική, οι επιστήμονες της εποχής άρχισαν να ερευνούν τα ακριβή αίτια. Αυτή ακριβώς είναι η διαφορά των κοινωνιών που στηρίζονται στη φυσιοκρατία και τον ορθολογισμό από τις κοινωνίες, στις οποίες υπερισχύει η ανορθολογική θεοκρατία.

Συσχέτιζαν τότε την εμφάνιση και διάδοση αυτής της θανατηφόρας ασθένειας με το ακάθαρτο νερό, αλλά δεν υπήρχαν επαρκείς αποδείξεις. Όταν το έτος 1854 έπληξε μια νέα επιδημία το Λονδίνο, παρατήρησε ο γιατρός John Snow (1813-1858) σε ένα χάρτη, στον οποίο σημείωνε τις περιοχές διάδοσης της ασθένειας, ότι τα κρούσματα συσσωρεύονταν γύρω από μια τοποθεσία με αντλία παροχής νερού. Αναζητώντας την προέλευση του νερού διαπίστωσε ότι ο σωλήνας παροχής από ένα κοντινό πηγάδι στην αντλία συνόρευε για ικανή απόσταση με έναν αποχετευτικό αγωγό. Ο Σνόου έθεσε την αντλία εκτός λειτουργίας και σύντομα μειώθηκαν τα κρούσματα χολέρας σ' αυτή την περιοχή του Λονδίνου. Με τη δημοσιοποίηση αυτών των γεγονότων άρχισε εκστρατεία για βελτίωση της υγιεινής και πολύ γρήγορα μειώθηκαν με προληπτικά μέτρα δραστικά τα κρούσματα και οι επιδημίες χολέρας.

Στη Νέα Υόρκη εμφανίστηκε η χολέρα αρχικά το 1832, ένα χρόνο μετά την εμφάνισή της στο Λονδίνο, αργότερα πάλι το 1849 και το 1866. Τα ίδια περίπου χρόνια αποδεκάτισε η χολέρα τον πληθυσμό του Παρισιού. Εννοείται ότι κανείς, ούτε καν οι γιατροί, δεν ήταν έτοιμος για την εμφάνισή της. Τότε πίστευαν όλοι ότι τις λοιμώξεις προκαλούσαν «οι τοξικοί ατμοί από την οργανική ύλη που εισέπνεαν», ιδέα που επαναλαμβάνεται σε λογοτεχνικά έργα με επίκεντρο τη Ρώμη και τη Βενετία. Η εμφάνιση της χολέρας σε συγκεκριμένες φτωχογειτονίες της Νέας Υόρκης, ενίσχυε αυτή τη θεωρία. Σε περιγραφές, σε σκίτσα και πρώιμες φωτογραφίες από εκείνη την εποχή δεσπόζουν γκάνγκστερ, αδέσποτοι σκύλοι και χοίροι που λαθροβιούσαν συσσωρευμένοι σ' αυτές τις περιοχές. Τουλάχιστον οι χοίροι ήταν χρήσιμοι διότι έτρωγαν τα σκουπίδια.

Τα περισσότερα θύματα της χολέρας στη Νέα Υόρκη πέθαιναν μόλις μία ημέρα αφού διακομίζονταν στο νοσοκομείο. Όταν μάλιστα τα ιδιωτικά θεραπευτήρια άρχισαν να διώχνουν ασθενείς, οι δημοτικές αρχές αναγκάστηκαν να τους στεγάσουν σε σχολεία και άλλα κτίρια. Και ενώ πολλοί Νεοϋορκέζοι πήραν το δρόμο της «προσφυγιάς» για να γλιτώσουν από τον λοιμό, οι φτωχοί μετανάστες εξαναγκάστηκαν να μείνουν στην πόλη.

Το βακτήριο *vibrio cholerae* εντοπίστηκε και περιγράφηκε αρχικά από τον Filippo Pacini το έτος 1854. Περίπου 30 χρόνια μετά, κατάφεραν το έτος 1883 οι Robert Koch, σε συνεργασία με τους Anton Fischer και Georg Theodor August Gaffky να καλλιεργήσουν αυτό το βακτήριο στην Αίγυπτο και να το αντιμετωπίσουν με φαρμακευτικά μέσα. Παρ' όλα αυτά, ο κίνδυνος της χολέρας υπάρχει μέχρι των ημερών μας, λόγω συγκέντρωσης πληθυσμών και κακής υγειονομικής υποδομής. Τελικά ο βρετανός βιολόγος και καθηγητής της χειρουργικής Joseph Lister (1827-1912) εισήγαγε τη φαινόλη ως αντισηπτικό και κατάφερε να μειώσει σημαντικά τους θανάτους από λοιμώξεις. Λέγεται ότι εκείνη την εποχή ήταν περισσότερο επικίνδυνες οι εγχειρίσεις, εξ αιτίας του κινδύνου μολύνσεων, παρά μια συμμετοχή σε πολεμικές επιχειρήσεις. Παρακολουθώντας την εξέλιξη μολύνσεων με το μικροσκόπιο, προβληματιζόταν ο Λίστερ, γιατί οι ίδιες μολύνσεις οδηγούσαν ένα ασθενή στο θάνατο και ένα άλλον όχι. Οι μελέτες του Παστέρ για τους μικροοργανισμούς τού έδωσαν όμως μια ιδέα και υπέθεσε ότι έχει να αντιμετωπίσει όμοιες καταστάσεις, με εκείνες του Γάλλου ερευνητή. Ο Λίστερ θυμήθηκε ότι ένας χημικός χρησιμοποιούσε καθαρή φαινόλη για το χημικό καθαρισμό υγρών αποβλήτων. Έτσι αποφάσισε να χρησιμοποιήσει αυτή την ουσία ως αντισηπτικό στις εγχειρίσεις του και διαπίστωσε ότι είχε σημαντική επιτυχία.

Ο Λίστερ απέδειξε ότι τα βακτηρίδια μεταφέρονται με άμεση επαφή, αλλά και μέσω του αέρα, οπότε απαιτείται η απολύμανση κάθε νοσοκομειακού αντικειμένου, καθώς και των χεριών γιατρών και νοσοκόμων. Οι προσπάθειες του πρωτοπόρου γιατρού να επιβάλει καθαριότητα σε όλους τους χώρους του νοσοκομείου εύρισκαν αντίθετη τη διοίκηση, λόγω τους αυξημένου κόστους λειτουργίας. Ο Λίστερ είχε όμως πολλές επιτυχίες και μάλιστα εφάρμοσε την αντισηπτική μέθοδό του με αυτοπεποίθηση σε μια εγχείριση της βασίλισσας Βικτωρίας. Παράλληλα κατασκεύασε ο γιατρός ένα μηχανισμό για ψεκασμό αραιωμένης φαινόλης στους θαλάμους των ασθενών και σε άλλους χώρους του νοσοκομείου. Σταδιακά η αντισηπτική μέθοδος του Λίστερ έγινε αποδεκτή από τον ιατρικό κόσμο και διαδόθηκε σε όλα τα νοσοκομεία της Ευρώπης και της Αμερικής.

Η ραγδαία πρόοδος της ιατρικής επιστήμης κάλυψε όλη την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης και συνεχίστηκε χωρίς κάμψη και στην επόμενη περίοδο, με αποτέλεσμα να υπάρχει στις βιομηχανικές χώρες των αρχών του 21^{ου} αιώνα ένα υψηλό επίπεδο ιατρικών υπηρεσιών, αν και δεν φτάνουν πάντα σε όλα τα κοινωνικά στρώματα και όλους τους ανθρώπους που χρειάζονται αυτές τις υπηρεσίες.

²⁰Salomon Jean-Jacques, 2003, *Επιβιώνοντας της Επιστήμης*, Μπουκουμάνης, Αθήνα.

Παστερίωση, Μικροβιολογία

Φυσικά δεν μπορούμε να μην αναφέρουμε την μεγάλη ανακάλυψη του Louis Pasteur, την παστερίωση. Μέχρι τη δεκαετία του 1850 οι παραγωγοί κρασιού σε όλη τη νότια Ευρώπη αντιμετώπιζον ένα δίλημμα: όταν επιθυμούν να αφήσουν το κρασί να «παλιώσει», αυτό συχνά ξινίζει με τεράστιες οικονομικές επιπτώσεις για τους οινοποιούς αγρότες. Ο Γάλλος βιοχημικός Louis Pasteur (1822-1895) ανέλαβε να μελετήσει το πρόβλημα και παρατήρησε στο μικροσκόπιο τη δημιουργία μιας ειδικής κατηγορίας μυκήτων που συνέβαλαν στο ξίνισμα παράγοντας *γαλακτικό οξύ*. Κατέληξε δε στο συμπέρασμα ότι μοναδική λύση του προβλήματος ήταν να εξοντωθούν όλοι οι μύκητες μετά το σχηματισμό της αλκοόλης. Ο Παστέρ πρότεινε λοιπόν να θερμαίνεται για λίγο χρόνο το κρασί στους 50 °C και στη συνέχεια να αποθηκεύεται σε κλειστές φιάλες ώστε να παλαιώνεται χωρίς την παρουσία μυκήτων.

Η διαδικασία αυτή της θέρμανσης για σύντομο χρονικό διάστημα σε χαμηλή θερμοκρασία ονομάστηκε *παστερίωση* και εφαρμόστηκε στη συνέχεια, επίσης με επιτυχία, στο γάλα σε θερμοκρασίες 72-75 °C.

Το έτος 1862 διατύπωσε ο Παστέρ τη *μικροβιακή θεωρία* των ασθενειών. Το έτος αυτό εκδόθηκε ένα έργο του, στο οποίο συμπεριέλαβε ο μεγάλος αυτός σκαπανέας της επιστήμης όλες τις μέχρι τότε σχετικές μελέτες του για τους μικροοργανισμούς. Για κάθε ασθένεια αναζητήθηκε συστηματικά ένας μικροοργανισμός που την προκαλεί κι έτσι ήταν δυνατόν να αναζητηθούν μέθοδοι προληπτικής ή κατασταλτικής αντιμετώπισης. Αυτές οι μελέτες του Παστέρ και άλλων διάσημων βιοχημικών αποτέλεσαν την απαρχή της σύγχρονης Ιατρικής.

13.1. Κινίνη

Το έτος 1865 προσπαθούσε ο νεαρός Βρετανός φοιτητής χημείας William H. Perkin (1838-1907) να συνθέσει στο εργαστήριο *κινίνη* που αποτελούσε αποτελεσματικό φάρμακο κατά της ελονοσίας. . Σήμερα γνωρίζουμε ότι αυτή η προσπάθειά του ήταν καταδικασμένη, γιατί η μοριακή δομή της κινίνης είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και γι' αυτό δεν ήταν δυνατόν να παραχθεί με τις συνθετικές μεθόδους εκείνης της εποχής. Στη διάρκεια των πειραμάτων του κατέληξε ο Πέρκιν σε ένα πορφυρό χρωματισμό των υλικών του ο οποίος, με προσθήκη οινόπνευματος, πήρε ένα ωραίο χρώμα που ονομάστηκε αργότερα *μοβ*. Αυτή η ουσία αποδείχθηκε κατάλληλη και σταθερή για βαφή υφασμάτων και ο Πέρκιν, αφού παραμέλησε και τελικά εγκατέλειψε τις σπουδές του, διέθεσε όλες τις οικογενειακές οικονομίες στην κατασκευή ενός εργοστασίου παραγωγής της νέας βαφής. Αυτή η επιτυχία του Πέρκιν παρακίνησε και άλλους Χημικούς να επενδύσουν στον ίδιο κλάδο κι έτσι σύντομα ήταν διαθέσιμα όλα τα χρώματα σε συνθετική μορφή. Με αυτή την τυχαία ανακάλυψη του Πέρκιν τελείωσε η εποχή των *φυσικών* και άρχισε εκείνη των *συνθετικών βαφών*.

Το έτος 1873 ανακαλύφθηκε το βακτήριο που προκαλεί τη νόσο της *λέπρας*. Αυτή η θανατηφόρα και κολλητική ασθένεια με βραδεία εξέλιξη, ήταν γνωστή από την αρχαιότητα και προκαλούσε παραμόρφωση στο πρόσωπο και τα άκρα των θυμάτων. Αναφέρεται δε σε διάφορες ανατολικές θρησκείες ως «μάστιγα και τιμωρία θεού» που επιβάλλεται στους αμαρτωλούς ανθρώπους για παραδειγματισμό. Στην πραγματικότητα το βακτήριο της λέπρας διαδίδεται σε περιοχές που επικρατούν μαζική συμβίωση, κακή διατροφή και υποβαθμισμένες συνθήκες υγιεινής. Με τον εντοπισμό του *βακτηρίου* ξεχάστηκαν όλες οι μεταφυσικές ερμηνείες και οι γιατροί επιδόθηκαν στην κατασκευή φαρμάκων για την καταπολέμησή του. Σταδιακά άδειασαν τα λεπροκομεία από ασθενείς, όπως αυτό στο αποκλεισμένο νησί Σπιναλόγκα, στον όρμο της Ελούντας. Η Ιατρική είχε αφήσει για μία ακόμα φορά πίσω της τις ανατολίτικες δεισιδαιμονίες.

Το έτος 1881 ανακάλυψε ο Παστέρ μια δραστική μέθοδο για την αντιμετώπιση επιδημιών στα ζώα, επειδή τα σπόρια κάποιων βακτηρίων επιβιώνουν στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα και κάτω από πολύ αντίξοες συνθήκες. Μόνη λύση ήταν η θανάτωση όλων των προσβεβλημένων ζώων και η ταφή τους βαθιά στο χώμα. Τα ζώα που επιζούσαν από μια προσβολή άνθρακα είχαν όμως ανοσία σ' αυτή την ασθένεια. Έτσι, παρασκεύασε ο Παστέρ ένα εμβόλιο, το οποίο χορηγήθηκε στα μισά ζώα μιας αγέλης. Όλα τα ζώα παρέμεναν υγιή.

Όταν όμως εισήγαγε ο Παστέρ το βακτήριο του άνθρακα στον οργανισμό των ζώων, προσβλήθηκαν και πέθαναν μόνο εκείνα που δεν είχαν εμβολιασθεί, ενώ τα εμβολιασμένα δεν προσβλήθηκαν καν από την πάθηση.

13.2 Λύσσα

Μία πολύ επικίνδυνη πάθηση που μεταδίδεται από ένα μικροοργανισμό, άγνωστο μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα, είναι η λύσσα, η οποία προσβάλλει το κεντρικό νευρικό σύστημα των θερμόαιμων ζώων και οδηγεί αναπόφευκτα στο θάνατο. Αυτός ο μικροοργανισμός βρίσκεται στους σιελογόνους αδένες λυσσασμένων ζώων και μεταδίδεται με το δάγκωμά τους σε άλλα ζώα ή στον άνθρωπο. Ο Παστέρ δεν κατάφερε να απομονώσει τον υπεύθυνο μικροοργανισμό, ανέπτυξε όμως ένα εξασθενημένο παρασκεύασμα αυτού του μικροοργανισμού, το οποίο μπορούσε να αξιοποιηθεί ως εμβόλιο.

Το 1885 χρησιμοποίησε ο Παστέρ για πρώτη φορά αυτό το εμβόλιο σε ένα περιστατικό λύσσας σε ένα παιδί που είχε δαγκωθεί από λυσσασμένο σκυλί. Αυτή η επέμβασή του αποδείχθηκε σωτήρια για το παιδί και η μέθοδος αυτή εξελίχθηκε σε ένα σημαντικό όπλο στον αντιλυσσικό αγώνα. Έκτοτε δημιουργήθηκαν στις μεγάλες πόλεις *Αντιλυσσικά Ιατρεία* ή *Λυσσιατρεία*, στα οποία εμβολιάζονταν θύματα από επιθέσεις λυσσασμένων ζώων, κυρίως σκύλων.

Το γεγονός ότι ο Παστέρ και άλλοι ερευνητές δεν ήταν σε θέση να απομονώσουν τον υπεύθυνο μικροοργανισμό για διάφορες παθήσεις οδήγησε μερικούς στη σκέψη ότι η *μικροβιακή θεωρία* δεν ήταν σωστή και έπρεπε να βελτιωθεί ή να αντικατασταθεί με διαφορετική θεωρία. Ο Παστέρ υπέθεσε ότι μάλλον κάποιοι μικροοργανισμοί είναι τόσο μικροί, ώστε δεν μπορούν οι ερευνητές να τους εντοπίσουν με τις γνωστές εκείνη την εποχή εργαστηριακές μεθόδους. Διάφοροι ερευνητές διαπίστωσαν παράλληλα ότι κάποια υπόλοιπα καλλιεργειών, από τα οποία είχαν αφαιρεθεί οι μικροοργανισμοί με διήθηση, παρέμεναν δραστικά, άρα υπήρχαν σ' αυτά ακόμα μικροοργανισμοί. Απ' την άλλη πλευρά, οι ερευνητές δεν πίστευαν ότι υπάρχουν μικροοργανισμοί μικρότεροι από τα βακτήρια, άρα κάτι άλλο ήταν αυτό που προκαλούσε τις παθήσεις.

ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Στη Βρετανία πολιτική επανάσταση ούτε νίκησε ούτε είχε κατακτήσεις. Ωστόσο ο τεράστιος πλούτος της χώρας, χάρη στον οποίο μπόρεσαν να δημιουργηθούν ιδιωτικά εργαστήρια όπως του Henry Cavendish και του James Joule, καθώς και η γενική πίεση από έξυπνους αστούς υπέρ της επιστημονικής και τεχνικής εκπαίδευσης, πέτυχε ανάλογα αποτελέσματα. Ο κόμης Rumford, ο φωτισμένος τυχοδιώκτης, ίδρυσε το Βασιλικό Ίδρυμα το 1799. η φήμη του ιδρύματος στον περισσότερο κόσμο, βασιζόταν κυρίως στις περίφημες δημόσιες διαλέξεις του, αλλά στην πραγματική του σημασία έγκειτο στις μοναδικές ευκαιρίες για πειραματική επιστήμη που πρόσφερε στον Humphrey Davy και τον Michael Faraday, ήταν στην ουσία ένα πρώιμο δείγμα ερευνητικού εργαστηρίου. Διάφοροι φορείς για την προαγωγή και την φιλολογική και φιλοσοφική εταιρεία του Manchester κινητοποίησαν την υποστήριξη βιομηχάνων στις επαρχίες: ο John Dalton ο ιδρυτής της ατομικής θεωρίας προήλθε από την δεύτερη εταιρεία. Οι Μπενθαμενιστές ριζοσπάστες στο Λονδίνο ίδρυσαν το μηχανολογικό Ινστιτούτο του Λονδίνου το σημερινό κολλέγιο Birkbeck ως σχολή για τεχνικούς, το πανεπιστήμιο του Λονδίνου ως εναλλακτική λύση στην υπνηλία της Οξφόρδης και του Cambridge και την Βρετανική Ένωση για την Προαγωγή της Επιστήμης (1831) ως εναλλακτική λύση στην αριστοκρατική νάρκη της παρακμασμένης Βασιλικής Εταιρείας. Τα ιδρύματα αυτά δεν αποσκοπούσαν στην καθαρή επιδίωξη γνώσεων για τις ίδιες τις γνώσεις, ίσως γι' αυτό άργησαν να ιδρυθούν ειδικά ερευνητικά κέντρα.

Η εποχή της επανάστασης αύξησε επομένως τον αριθμό των επιστημόνων και των λογίων καθώς και την επιστημονική παραγωγή. Επιπλέον και αυτό έχει μεγαλύτερη σημασία, το γεωγραφικό σύμπαν της επιστήμης έγινε τότε ευρύτερο με δυο τρόπους: αφενός το ίδιο το εμπόριο και η εξερεύνηση πρόσφεραν στην επιστημονική μελέτη, νέα μήκη και πλάτη του κόσμου και έδωσαν έναυσμα για ανάλυση των νέων αυτών περιοχών. Το σύμπαν της επιστήμης διευρύνθηκε για να συμπεριλάβει χώρες και λαούς που ως τότε ελάχιστα είχαν συμβάλει στον τομέα αυτό. Ο κατάλογος των μεγάλων επιστημών του 1750 λόγω χάρη περιέχει Βρετανούς.

Για να μπορέσουμε να κρίνουμε τι είδους αντίκτυπο είχε η διττή επανάσταση στις επιστήμες, θα πρέπει να κάνουμε μια συνοπτική ανασκόπηση της εξέλιξής τους. Σε γενικές γραμμές δεν επήλθε επανάσταση στις κλασικές φυσικές επιστήμες. Αυτό σημαίνει ότι ουσιαστικά παρέμειναν στα όρια που είχε θεσπίσει ο Νεύτων είτε συνεχιζόταν τις ερευνητικές κατευθύνσεις και συντονίζοντας τες σε ευρύτερα θεωρητικά συστήματα. Ο πιο σημαντικός από τους νέους τομείς που άρχισαν να αναπτύσσονται με τον τρόπο αυτό ήταν ο ηλεκτρισμός, ή μάλλον ηλεκτρομαγνητισμός.

Η πιο σημαντική από τις νέες θεωρητικές συνθέσεις ήταν η ανακάλυψη των νόμων της θερμοδυναμικής, των σχέσεων δηλαδή μεταξύ θερμότητας και ενέργειας. Στα έθνη που δεν είχαν μέχρι τότε αφυπνιστεί, ο ιστορικός, ο λεξικογράφος και ο συλλέκτης των δημοτικών τραγουδιών ήταν συχνά οι θεμελιωτές της εθνικής συνείδησης. Έτσι οι Άγγλοι δημιούργησαν το Public Record Office (1826) ενώ η θεωρία ότι η ιστορία πρέπει να βασίζεται σε επιμελή μελέτη και αξιολόγηση των πρωτογενών πηγών αναπτύχθηκε από τον παραγωγικότατο Leopold von Ranke.

Συμπεράσματα

Αρχίσαμε με ανασκόπηση του κόσμου το 1789. Ας τελειώσουμε ρίχνοντας μια ματιά στον κόσμο αυτό πενήντα χρόνια αργότερα, στο τέλος της πιο επαναστατικής πενηνταετίας που είχε καταγράψει η ιστορία ως τότε.

Ήταν μια εποχή υπερθετικών. Οι πολυάριθμοι νέοι τόμοι στατιστικών στοιχείων, όπου η εποχή αυτή των μετρήσεων και των υπολογισμών προσπαθούσε να καταγράψει όλες τις όψεις του γνωστού κόσμου*, δικαίως θα κατέληγαν στο ότι σχεδόν κάθε μετρήσιμη ποσότητα ήταν μεγαλύτερη (ή μικρότερη) από ποτέ άλλοτε. Η γνωστή χαρτογραφημένη και προσιτή έκταση του κόσμου ήταν μεγαλύτερη από ποτέ άλλοτε, οι επικοινωνίες της απίστευτα ταχύτερες. Ο πληθυσμός του κόσμου ήταν μεγαλύτερος από τότε άλλοτε, σε αρκετές περιπτώσεις ήταν μεγαλύτερος από κάθε προσδοκία και πέρα από κάθε προηγούμενη πιθανότητα. Οι πόλεις τεραστίου μεγέθους πολλαπλασιάζονταν γρηγορότερα από ποτέ. Η βιομηχανική παραγωγή έφτασε σε αστρονομικά ύψη: στη δεκαετία του 1840, περί τα 640 εκατομμύρια τόνοι άνθρακα είχαν εξορυχθεί από το εσωτερικό της γης. Την τρομακτική αυτή αύξηση την ξεπερνούσε μόνο το ακόμη εκπληκτικότερο ύψος του διεθνούς εμπορίου, που είχε τετραπλασιαστεί από το 1780 για να φτάσει σε αξία τα 800 εκατομμύρια στερλίνες, και σε πολύ μεγαλύτερο ύψος αν εκφραζόταν στα λιγότερα σταθερά νομίσματα.

* Ανάμεσα στο 1800 και το 1848 δημοσιεύτηκαν περί τα πενήντα σημαντικά βιβλία αυτού του τύπου, χωρίς να υπολογίσουμε τις κυβερνητικές στατιστικές(απογραφές, επίσημες έρευνες κτ.λ) ή τα πολυάριθμα νέα ειδικά ή οικονομικά περιοδικά που έβριθαν στατιστικών πινάκων.

Η επιστήμη ποτέ δεν είχε γνωρίσει μεγαλύτερο θρίαμβο, ποτέ δεν ήταν οι γνώσεις πιο διαδεδομένες. Πάνω από τέσσερις χιλιάδες εφημερίδες ενημέρωναν τους πολίτες του κόσμου, και ήταν πενταψήφιος ο αριθμός των βιβλίων που εκδίδονταν ετησίως μόνο στη Βρετανία, τη Γαλλία, τη Γερμανία και τις ΗΠΑ. Οι ανακαλύψεις έφταναν κάθε χρόνο σε όλο και πιο εκπληκτικά ύψη. Δεν είχε περάσει πολύς καιρός που ο λαμπτήρας Argand (1782-84) είχε επιφέρει επανάσταση στον τομέα του τεχνητού φωτισμού. Ήταν η πρώτη σημαντική πρόοδος μετά τη λάμπα πετρελαίου και το κερί και τα γιγαντιαία εργαστήρια, γνωστά ως εγκαταστάσεις φωταερίου, που κινούσαν τα προϊόντα τους μέσω αμέτρητων υπόγειων σωλήνων, άρχισαν να φωτίζουν τα εργοστάσια* και αμέσως έπειτα τις ευρωπαϊκές πόλεις, το 1807 φωτίστηκε το Λονδίνο. Ήδη ήταν γνωστό το βολταϊκό τόξο. Ο Άγγλος καθηγητής Wheatstone σχεδίαζε ήδη να συνδέσει την Αγγλία και την Γαλλία με υποθαλάσσιο ηλεκτρικό τηλέγραφο. Σαράντα οχτώ εκατομμύρια ταξιδιώτες χρησιμοποίησαν ήδη σ'ένα χρόνο (1845) τους σιδηροδρόμους του Ηνωμένου Βασιλείου. Γυναίκες και άντρες μπορούσαν ήδη να διακινηθούν σε τρεις χιλιάδες μίλια (1846) πριν από το 1850 σε πάνω από έξι χιλιάδες σιδηροδρομικές γραμμές στην Μεγάλη Βρετανία, και στις ΗΠΑ σε εννέα χιλιάδες. Τακτικά ατμοπλοϊκά δρομολόγια συνέδεαν ήδη την Ευρώπη με την Αμερική, την Ευρώπη με τις Ινδίες.

* Οι Boulton και Watt καθιέρωσαν το φωταέριο το 1798, ενώ τα εργοστάσια βαμβακιού των Philips και Lee στο Manchester χρησιμοποιούσαν μονίμως από το 1805 χίλιους καυστήρες αερίου.

Αναμφιβόλως οι θριάμβοι αυτοί είχαν τη σκοτεινή τους πλευρά, που δεν ήταν και τόσο εύκολο να περιληφθεί στους στατιστικούς πίνακες. Πώς να βρει κανείς ποσοτική έκφραση για το γεγονός, που λίγοι θα μπορούσαν σήμερα να το αρνηθούν, ότι η Βιομηχανική Επανάσταση δημιούργησε τον ασχημότερο κόσμο στον οποίο έζησε ποτέ άνθρωπος, όπως ήδη μαρτυρούσαν τα σκοτεινά και βρωμερά, γεμάτα ομίχλη σοκάκια στις φτωχογειτονιές του Manchester. Ή ίσως τον δυστυχέστερο κόσμο, με το ξερίζωμα των ανθρώπων σε πρωτοφανείς αριθμούς και τη στέρηση της ασφάλειας και της σιγουριάς τους; Παρ' όλα αυτά, μπορούμε να συγχωρέσουμε τους πρωτεργάτες της προόδου στη δεκαετία του 1840 για την πίστη και την εμπιστοσύνη τους στο γεγονός ότι <<το εμπόριο μπορεί να προχωρήσει ελεύθερα, οδηγώντας τον πολιτισμό με το' να χέρι και με την ειρήνη με το άλλο, για να κάνει την ανθρωπότητα ευτυχέστερη, σοφότερη, καλύτερη>>.

Κανείς δεν μπορεί να αρνηθεί ότι επικρατούσε φτώχεια του αίσχιστου είδους. Πολλοί μάλιστα υποστήριζαν ότι η φτώχεια εξαπλωνόταν και ρίζωνε βαθύτερα. Ωστόσο, με τα αιώνια κριτήρια που μετρούσαν τους θριάμβους της βιομηχανίας και της επιστήμης, και ο πιο απαισιόδοξος παρατηρητής αδυνατούσε να υποστηρίξει ότι, από υλική άποψη, τα πράγματα ήταν χειρότερα απ' ότι στο παρελθόν, ή χειρότερα από τις συνθήκες που επικρατούσαν ακόμη και τότε στις μη εκβιομηχανισμένες χώρες. Ήταν αρκετά δριμεία η κατηγορία ότι η υλική κατάσταση των φτωχών εργαζομένων συχνά δεν ήταν καλύτερη, και κάποτε ήταν χειρότερη από κάθε άλλη περίοδο που μπορούσε κανείς να φέρει στη μνήμη του. Οι υποστηρικτές της προόδου επιχειρούσαν να την καταρρίψουν με το επιχείρημα ότι δεν έφταιγαν τα συστήματα της νέας αστικής κοινωνίας αλλά τα εμπόδια που ο παλιός φεουδαλισμός, η μοναρχία και η αριστοκρατία εξακολουθούσαν να παρεμβάλλουν στο δρόμο για το καθεστώς πλήρους ελευθερίας στην οικονομία. Οι νεοσοσιαλιστές, αντίθετα, υποστήριζαν ότι έφταιγαν αυτά ακριβώς τα συστήματα. Ωστόσο, και οι δύο πλευρές συμφωνούσαν ότι επρόκειτο για αναπόφευκτα προβλήματα της ανάπτυξης. Οι μεν υποστήριζαν ότι ήταν δυνατόν να ξεπεραστούν στο πλαίσιο του καπιταλισμού, οι δε ότι κάτι τέτοιο ήταν απίθανο, αλλά όλοι δικαίως πίστευαν ότι η ανθρώπινη ζωή αντιμετώπιζε προοπτική υλικής βελτίωσης, αντίστοιχη με την πρόοδο που είχε σημειώσει ο άνθρωπος στον έλεγχο των δυνάμεων της φύσης.

Όταν επιχειρήσουμε εντούτοις να αναλύσουμε την κοινωνική και πολιτική δομή του κόσμου στη δεκαετία του 1840, θα πρέπει να αφήσουμε τον κόσμο των υπερθετικών και να μιλήσουμε για το πιο περιορισμένα μεγέθη. Η πλειονότητα του παγκόσμιου πληθυσμού εξακολουθούσε να είναι αγρότες όπως και πριν, μολονότι υπήρχαν λίγες περιοχές, ιδίως η

Βρετανία όπου η γεωργία απασχολούσε πια μια μικρή μειοψηφία και ο αστικός πληθυσμός πλησίαζε ήδη να ξεπεράσει τον αγροτικό, όπως έγινε για πρώτη φορά στην απογραφή του 1851. Υπήρχαν αναλογικά λιγότεροι δούλοι, γιατί το διεθνές δουλεμπόριο είχε επισήμως καταργηθεί το 1815 και η δουλειά στις βρετανικές αποικίες το 1834. Εντούτοις, ενώ οι Δυτικές Ινδίες ήταν πια, με κάποιες μη βρετανικές εξαιρέσεις, περιοχή ελεύθερης από νομική άποψη γεωργίας, η δουλειά εξακολουθούσε να αναπτύσσεται αριθμητικά στα άλλα δύο μεγάλα προπύργια της, τη Βραζιλία και τις νότιες πολιτείες των ΗΠΑ. Η δουλοπαροικία η νομική δέσμευση των αγροτών είχε καταργηθεί σε μεγάλο μέρος της Ευρώπης, μολονότι η κατάργηση αυτή δεν είχε επηρεάσει ιδιαίτερα την κατάσταση των φτωχών αγροτών.

Στην κορυφή της κοινωνικής πυραμίδας, η θέση του γαιοκτήμονα αριστοκράτη άλλαξε επίσης λιγότερο απ' ό,τι θα υπέθετε κανείς, εκτός από τις χώρες όπου σημειώθηκαν άμεσες αγροτικές επαναστάσεις, όπως η Γαλλία. Ωστόσο, ακόμη και στη Βρετανία στη δεκαετία του 1840, η μεγαλύτερη συσσώρευση πλούτου εξακολουθούσε ασφαλώς να είναι στα χέρια της αριστοκρατίας. Ασφαλώς αυτή η σταθερότητα της αριστοκρατίας έκρυβε μια αλλαγή, τα εισοδήματα των ευγενών είχαν όλο και μεγαλύτερη εξάρτηση από τη βιομηχανία, τις μετοχές, τις εξελίξεις στον τομέα της ακίνητης περιουσίας από τον της περιφρονημένης μπουρζουαζίας.

Οι μεσαίες τάξεις είχαν φυσικά αυξηθεί γρήγορα, αλλά παρ' όλα αυτά εξακολουθούσαν να μην είναι ιδιαίτερα πολυμελείς. Το 1801 υπήρχαν στη Βρετανία περί τις 100.000 φορολογούμενοι με ετήσιο εισόδημα πάνω από 150 στερλίνες. Στο τέλος της περιόδου ίσως να έφταναν τις 3540.000, μαζί δηλαδή με τις οικογένειες τους περί το 1.500.000 άτομα σε συνολικό πληθυσμό 21 εκατομμυρίων (1851).* Ασφαλώς ήταν πολύ μεγαλύτερος ο αριθμός όσων προσπαθούσαν να φτάσουν το επίπεδο της αστικής τάξης και να ακολουθήσουν τον τρόπο της ζωής της.

Κι αυτοί δεν ήταν όλοι πολύ πλούσιοι. Δεν θα πέφταμε έξω** αν λέγαμε ότι ο αριθμός όσων κέρδιζαν πάνω από 5.000 λίρες το χρόνο ήταν περί τις 4.000, συμπεριλαμβανομένης της αριστοκρατίας. Ο αριθμός αυτός δεν είναι και ασυμβίβαστος με τον αριθμό όσων απασχολούσαν τους 7.579 αμαξάδες που κοσμούσαν τους βρετανικούς δρόμους. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι η αναλογία των μεσαίων τάξεων σε άλλες χώρες δεν ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή, και μάλιστα ήταν κατά κανόνα μάλλον μικρότερη. Η εργατική τάξη αυξήθηκε φυσικά με τον ταχύτερο ρυθμό απ' όλους.

Εντούτοις, με εξαίρεση τη Βρετανία, αριθμούσε εκατοντάδες χιλιάδες μάλλον και όχι εκατομμύρια. Σε σύγκριση με τον συνολικό πληθυσμό του κόσμου, εξακολουθούσε να είναι αριθμητικά αμελητέα τάξη, και με εξαίρεση πάλι την Βρετανία και μικρούς πυρήνες της ήταν ανοργάνωτη. Ωστόσο, όπως είδαμε, η πολιτική της σημασία ήταν ήδη τεράστια και απολύτως δυσανάλογη με το μέγεθος ή τα επιτεύγματά της. Η πολιτική δομή του κόσμου είχε κι εκείνη υποστεί σημαντικό μετασχηματισμό ως τη δεκαετία του 1840, αλλά όχι με τρόπο τόσο ριζικό όσο θα περίμεναν οι αισιόδοξοι (ή απαισιόδοξοι) παρατηρητές του 1800. Η μοναρχία παρέμενε ο πιο συνήθης τρόπος διακυβέρνησης των κρατών.

*Οι υπολογισμοί αυτοί είναι μεν αυθαίρετοι αλλά, αν υποθέσουμε ότι κάθε άτομο που μπορούσε να θεωρηθεί μεσαίας τάξης είχε τουλάχιστον έναν υπηρέτη, οι 674.000 γενικές οικιακές βοηθοί το 1851 μας δίνουν μια εικόνα για το μάξιμουμ των αστικών νοικοκυριών, ενώ οι 50.000 μαγείρισσες (ο αριθμός για τις καμαριέρες και τις οικονόμους είναι περίπου ο ίδιος) μας δίνουν το μίνιμουμ.

**Από τον περίφημο στατιστικολόγο William Farr στο Statistical Journal, 1857.

Το 1830 είχαν σημειωθεί μεγάλες αλλαγές. Η επανάσταση του 1830 καθιέρωσε μετριοπαθή φιλελεύθερα αστικά συντάγματα, αντιδημοκρατικά αλλά και αντιαριστοκρατικά στα σπουδαιότερα κράτη της δυτικής Ευρώπης. Ασφαλώς έγιναν συμβιβασμοί, που τους επέβαλλε ο φόβος μαζικής επανάστασης που θα ξεπερνούσε τις προσδοκίες της μετριοπαθούς μεσαίας τάξης. Η τάξη των γαιοκτημόνων υπέρ εκπροσωπούνταν στην κυβέρνηση, όπως στη Βρετανία, ενώ μεγάλα τμήματα των νέων μεσαίων τάξεων και ιδίως των πιο δυναμικών βιομηχανικών δυνάμεων δεν εκπροσωπούνται, για παράδειγμα, στη Γαλλία. Εντούτοις, αυτοί οι συμβιβασμοί έκαναν την πολιτική ζυγαριά να γείρει αποφασιστικά από την πλευρά των μεσαίων τάξεων. Σε όλα τα σημαντικά θέματα οι Βρετανοί βιομήχανοι περνούσαν την άποψη τους μετά το 1832. Η κατάργηση των Νόμων περί σιτηρών άξιζε με το παραπάνω την αποχή από τις πιο ακραίες ρεπουμπλικανικές και αντικληρικές προτάσεις των Ωφελμιστών. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι, στην Δυτική Ευρώπη, ο αστικός φιλελευθερισμός σημείωνε άνοδο. Οι κύριοι αντίπαλοι του στη Βρετανία οι Συντηρητικοί, και αλλού οι συνασπισμοί που συσπείρωνε κατά κανόνα η Καθολική Εκκλησία, κρατούσαν εν γνώσει τους αμυντική στάση.

Μόνο στη διεθνή πολιτική είχε συντελεστεί μια, κατά τα φαινόμενα, πλήρης και σχεδόν απόλυτη επανάσταση. Στον κόσμο της δεκαετίας του 1840 κυριαρχούσαν εξ ολοκλήρου οι ευρωπαϊκές δυνάμεις, πολιτικές και οικονομικές, σε συνδυασμό με τις αναπτυσσόμενες. Ο πόλεμος του Οπίου το 1839-42 είχε αποδείξει ότι η μόνη μη Ευρωπαϊκή μεγάλη δύναμη που είχε διασωθεί, η Κινέζικη Αυτοκρατορία, ήταν ανίσχυρη μπροστά στη δυτική στρατιωτική και οικονομική επίθεση. Τίποτε στο εξής δεν φαινόταν να μπορεί να σταθεί εμπόδιο στο δρόμο μερικών δυτικών κανονιοφόρων ή στρατιωτικών συνταγμάτων, που έφερναν μαζί τους το εμπόριο και στη Βίβλο. Και σ' αυτή τη γενική δυτική κυριαρχία η Βρετανία ήταν προεξάρχουσα, γιατί διέθετε περισσότερο εμπόριο από κάθε άλλον. Η βρετανική υπεροχή ήταν τόσο απόλυτη που σχεδόν δεν της χρειαζόταν πολιτικός έλεγχος. Δεν είχαν απομείνει άλλες αποικιοκρατικές δυνάμεις, παρά μόνο όσες επέτρεπε η Βρετανία, και συνεπώς δεν υπήρχαν και ανταγωνιστές.

Το βρετανικό εμπόριο κυριαρχούσε στην ανεξάρτητη Αργεντινή, τη Βραζιλία και τις νότιες ΗΠΑ, όπως και στην ισπανική αποικία της Κούβας και στις βρετανικές αποικίες στην Ινδία. Οι βρετανικές επενδύσεις είχαν ισχυρή παρουσία στις βόρειες ΗΠΑ, όπως και οπουδήποτε σημειωνόταν οικονομική ανάπτυξη. Ποτέ, μα ποτέ, σ' ολόκληρη την ιστορία του κόσμου, μία και μόνη Δύναμη δεν απέκτησε τέτοια παγκόσμια ηγεμονία όπως η Βρετανία στα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Ακόμη και οι μεγαλύτερες αυτοκρατορίες ή ηγεμονίες του παρελθόντος είχαν

απλώς περιφερειακό χαρακτήρα, όπως η Κινεζική, η Μωαμεθανική και Ρωμαϊκή. Ποτέ έκτοτε καμία Δύναμη δεν κατόρθωσε να αποκτήσει ανάλογη ηγεμονία, ούτε άλλωστε είναι πιθανό να γίνει κάτι τέτοιο στο μέλλον, κι αυτό γιατί καμία δύναμη δεν μπόρεσε έκτοτε να διεκδικήσει το ειδικό καθεστώς που απολάμβανε η Βρετανία ως το εργαστήρι του κόσμου.

Παρ' όλα αυτά η μελλοντική παρακμή της Βρετανίας ήταν ήδη προ οφθαλμών. Ευφυείς παρατηρητές στις δεκαετίες του 1830 και 1840, όπως ο de Tocqueville και ο Haxthausen, πρόβλεπαν ήδη ότι το μέγεθος και οι ακόμη ανεκμετάλλευτοι πόροι των ΗΠΑ και της Ρωσίας θα τις οδηγούσαν τελικά στο να γίνουν οι δύο γίγαντες του κόσμου. Με άλλα λόγια, ο κόσμος της δεκαετίας του 1840 δεν εμφάνιζε ισορροπία. Οι δυνάμεις της οικονομικής, τεχνικής και κοινωνικής αλλαγής που απελευθερώθηκαν τα προηγούμενα πενήντα χρόνια, ήταν πρωτοφανείς και ακαταμάχητες ακόμη και στα μάτια του πιο επιπόλαιου παρατηρητή. Από την άλλη μεριά, οι θεσμικές τους συνέπειες ήταν ακόμη περιορισμένες. Ήταν π.χ. αναπόφευκτη η κατάργηση, αργά ή γρήγορα, της δουλείας. Ήταν επίσης αναπόφευκτο ότι η Βρετανία δεν θα μπορούσε αιωνίως να παραμένει η μόνη εκβιομηχανισμένη χώρα. Ήταν αναπόφευκτο η αριστοκρατία της γης και οι απόλυτες μοναρχίες να αποδυναμωθούν σε όλες τις χώρες όπου αναπτυσσόταν ισχυρή μπουρζουαζία, όποιοι και να' ταν οι πολιτικοί συμβιβασμοί ή τα πολιτικά σχήματα που θα επινοούσαν για τη διατήρηση της κοινωνικής θέσης, της επιρροής, ακόμη και της πολιτικής ισχύος τους.

Όλα αυτά θα ήταν ίσως αρκετά για να δώσουν στους ανθρώπους της δεκαετίας του 1840 την αίσθηση των επικείμενων αλλαγών. Δεν θα αρκούσαν όμως για να ερμηνεύσουν αυτό που ευρέως πιστευόταν σ' ολόκληρη την Ευρώπη, ότι δηλαδή επέκειτο κοινωνική επανάσταση. Ήταν χαρακτηριστικό ότι η πίστη αυτή δεν περιοριζόταν στους επαναστάτες που την εξέφραζαν αναλυτικότερα, ούτε στις άρχουσες τάξεις που σε καιρούς κοινωνικών αλλαγών φοβούνται πάντοτε τις φτωχές μάζες.

Ανατρέχοντας στη δεκαετία του 1840 είναι εύκολο να σκεφτεί κανείς ότι οι σοσιαλιστές που πρόβλεπαν την επικείμενη τελική κρίση του καπιταλισμού ήταν απλοί ονειροπόλοι που συνέχισαν τις ελπίδες τους με τις ρεαλιστικές προοπτικές. Διότι, στην ουσία, αυτό που ακολούθησε δεν ήταν η κατάρρευση του καπιταλισμού αλλά η περίοδος της ταχύτερης και της πιο αδιαφιλόνικητης ανάπτυξης και θριάμβου του. Ωστόσο, στις δεκαετίες του 1830 και του 1840 δεν ήταν καθόλου προφανές ότι η νέα οικονομία μπορούσε και επρόκειτο να ξεπεράσει τις δυσκολίες της, που φαινόταν να αυξάνουν μαζί με την ικανότητα της να

παράγει όλο και μεγαλύτερες ποσότητες αγαθών με όλο και πιο επαναστατικές μεθόδους. Ακόμη και τους θεωρητικούς του συστήματος τους καταδίωκε η προοπτική του στάσιμου κράτους, η αναχαίτιση της κινητήριας δύναμης που έδινε ώθηση στην οικονομία. Αντίθετα με τους θεωρητικούς του 18^{ου} αιώνα ή της επόμενης περιόδου, έβλεπαν τον κίνδυνο αυτό ως επικείμενο κι όχι απλώς υποθετικό.

Όπως είδαμε, η κατάσταση στις μεγάλες πόλεις και τις βιομηχανικές περιοχές της δυτικής και της κεντρικής Ευρώπης ωθούσε την κατάσταση αναπόφευκτα προς την κοινωνική επανάσταση. Το μίσος για τους πλούσιους και τους ισχυρούς του πικρού κόσμου και τα όνειρα των ανθρώπων που έτρεφαν για ένα καλύτερο κόσμο, έδινε απελπισία στον κόσμο, κυρίως στη Βρετανία και την Γαλλία.

Η επανάσταση που ξέσπασε το 1848 δεν ήταν μια κοινωνική επανάσταση υπό την έννοια απλώς και μόνο ότι αφορούσε και κινητοποιούσε όλες τις κοινωνικές τάξεις. Ήταν στην κυριολεξία ο ξεσηκωμός των φτωχών εργαζομένων στις πόλεις, ιδίως στις πρωτεύουσες της δυτικής και της κεντρικής Ευρώπης.

Ενώ οι φτωχοί εργαζόμενοι ξεσηκώνονταν, η αυξανόμενη αδυναμία και απαρχαίωση των παλαιών καθεστώτων στη Ευρώπη πολλαπλασίαζαν τις κρίσεις στον κόσμο των πλουσίων και ισχυρών. Από μόνες τους οι κρίσεις αυτές δεν ήταν μεγάλης σπουδαιότητας. Αν είχαν σημειωθεί σε άλλη εποχή, ή σε συστήματα που επέτρεπαν στις διάφορες μερίδες των αρχουσών τάξεων να επιλύσουν ειρηνικά τους ανταγωνισμούς τους, δεν θα είχαν οδηγήσει σε επανάσταση. Στη Βρετανία και το Βέλγιο π.χ. πλήθος ήταν οι συγκρούσεις μεταξύ του αγροτικού και του βιομηχανικού κόσμου, καθώς και μεταξύ ομάδων από την κάθε κατηγορία. Ήταν όμως σαφέστατο ότι οι αλλαγές των ετών 1830-32 είχαν αποφασιστικά γείρει την πλάστιγγα υπέρ του βιομηχανικού κόσμου, ότι το πολιτικό στάτους μπορούσε να σταθεροποιηθεί μόνο με κίνδυνο επανάστασης και ότι κάτι τέτοιο έπρεπε να αποτραπεί πάση θυσία.

Κατά συνέπεια, ο σκληρός αγώνας για τους Νόμους περί σιτηρών ανάμεσα στους Βρετανούς οπαδούς του ελεύθερου εμπορίου και της βιομηχανίας αφενός και τους οπαδούς του προστατευτισμού και της αγροτικής μορφής της οικονομίας αφετέρου μπόρεσε να διεξαχθεί και να κερδηθεί μέσα στον αναβρασμό των Χαρτιστών χωρίς να διακυβευθεί ούτε μια στιγμή η ενότητα όλων των αρχουσών τάξεων έναντι της απειλής που εγκυμονούσε η καθολική
ψηφοφορία.

Στην βιομηχανική επανάσταση δημιουργήθηκαν κρίσεις στην πολιτική των ευρωπαϊκών αρχουσών τάξεων, που συνέπεσε με την κοινωνική καταστροφή, τη μεγάλη ύφεση που έπληττε την Ευρώπη από τα μέσα της δεκαετίας του 1840. Οι σοδειές και οι ιδίως της πατάτας, ήταν κάκιστες. Ολόκληροι πληθυσμοί σε διάφορες περιοχές λιμοκτονούσαν. Οι τιμές των τροφίμων σημείωναν αύξηση. Η βιομηχανική ύφεση προκαλούσε αύξηση της ανεργίας, και μάζες των φτωχών των πόλεων στερούνταν το περιορισμένο τους εισόδημα την ίδια στιγμή που το κόστος ζωής ανέβαινε στα ύψη. Ευτυχώς η κατάσταση διέφερε από περιοχή σε περιοχή.

Επίσης στην Αγγλία σημειώθηκε πρόοδος σε πολλούς άλλους τομείς. Παραδείγματος χάριν ο τομέας της μικροβιολογίας και ειδικότερα η παστερίωση βοήθησε πολύ στην ομαλή εξέλιξη των ανθρώπων. Η πρόοδος σ' αυτό τον επιστημονικό τομέα είχε ανυπολόγιστες επιπτώσεις στη ζωή των ανθρώπων και στις ευρωπαϊκές κοινωνίες, η θνησιμότητα μειώθηκε σημαντικά και το προσδόκιμο ζωής των πολιτών αυξήθηκε σταδιακά και μέχρι το τέλος του 20ου αιώνα στο διπλάσιο. Αυτή η εξέλιξη αποτελεί ένα ακόμα βήμα στην αποδέσμευση του ανθρώπου από τη φυσική επιλογή, η οποία τον καθιστούσε μέχρι τότε υποχείριο της απρόβλεπτης δράσης μικροοργανισμών.

Επίσης στη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης ένας άλλος τομέας, ένας καλλιτεχνικός τομέας αναπτύχθηκε. Η εφεύρεση της φωτογραφικής μηχανής και η ανάπτυξή της, μαζί με την τέχνη που συνεπάγεται η χρήση της, είχε πολλαπλές επιπτώσεις στην οικονομία και την κοινωνία. Καταρχήν επηρεάστηκαν ευνοϊκά οι συναφείς τεχνικοί τομείς της λεπτομηχανικής, της οπτικής και της χημείας, στη συνέχεια δημιουργήθηκαν νέα επαγγέλματα και θέσεις εργασίας στον τεχνικό και καλλιτεχνικό τομέα. Μια ακόμα, απρόβλεπτη επίδραση προέκυψε για την τέχνη της ζωγραφικής, όπου οι καλλιτέχνες, έχοντας από πολύ καιρό αναπτύξει τις τεχνικές και τα υλικά της τέχνης τους σε πολύ υψηλό βαθμό και έχοντας πετύχει επί 5-6 αιώνες θαυμαστά έργα με την αποτύπωση προσώπων, αντικειμένων και της φύσης, βρέθηκαν μπροστά σε μια εφεύρεση, η οποία ήταν σε θέση να αποτυπώνει ακριβέστερα και ανά πάσα στιγμή τον υπαρκτό κόσμο.

Οι συνέπειες της βιομηχανικής επανάστασης στη δομή της αστικής κοινωνίας ήταν φαινομενικά λιγότερο σημαντικές αλλά στην ουσία πολύ ριζικότερες. Και αυτό γιατί δημιούργησε νέες αστικές ομάδες, που συνυπήρχαν με το κοινωνικό κατεστημένο και που παραήταν μεγάλες για να απορροφηθούν από αυτό- εκτός από μια μικρή αφομοίωση στην

κορυφή της πυραμίδας- και είχαν υπερβολική αυτοπεποίθηση και δυναμισμό, ώστε να επιζητούν την απορρόφηση τους μόνο αν επέβαλαν δικούς τους όρους.

Αν δούμε την Ευρώπη συνολικά, η καταστροφή ήταν γενική, ενώ στις μάζες που δεν ξεπερνούσαν σχεδόν ποτέ το επίπεδο απλής επιβίωσης τα πνεύματα ήταν εξημμένα. Συνεπώς, η ευρωπαϊκή οικονομική καταστροφή συνέπεσε με την εμφανή διάβρωση των παλαιών καθεστώτων.

Σπάνια οι προβλέψεις για μια επανάσταση ήταν τόσο πολλές και τόσο συγκλίνουσες, μολονότι δεν πετύχαιναν πάντοτε τη συγκεκριμένη χώρα και την συγκεκριμένη ημερομηνία. Μια ολόκληρη ήπειρος περίμενε να διαδώσει τα νέα της επανάστασης σχεδόν αμέσως από πόλη σε πόλη με τον ηλεκτρικό τηλέγραφο. Το 1831 ο Victor Hugo είχε γράψει ότι ήδη άκουγε τον «υπόκωφο ήχο της επανάστασης, βαθιά ακόμη στη γη, να προχωράει κάτω από κάθε βασίλειο της Ευρώπης μέσα στις υπόγειες στοές»

Βιβλιογραφία

1. Polley Martin, *A-Z of Modern Europe since 1789*, Πάτρα.
2. Hobsbawn E.J., 1992, *Η εποχή των επαναστάσεων 1789-1848*, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, Αθήνα, (έκδοση 3^η), Δανεισμός: Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Φιλολογίας, Μετάφραση: Μαριέττα Οικονομοπούλου.
3. Hobsbawn E.J., 2003, *Η εποχή του κεφαλαίου 1848-1875*, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, Αθήνα, (3^η ανατύπωση), Δανεισμός: Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Φιλολογίας, Μετάφραση: Δημοσθένης Κούρτοβικ.
4. Joseph Arnold Toynbee (1889-1975), *A study of history/ Arnold J. Toynbee a new edition revised and abridged by the author and Jane Caplan*.
5. Phyllips Deane, *Η βιομηχανική επανάσταση εις την Μεγάλην Βρετανία*, Παπαζήσης, Αθήνα, Μετάφραση: Αντωνίου Σ. Δαμαλά.
6. Ι. Ζαχαρόπουλος, 1983, *Η επιστήμη στην Ιστορία John D. Bernal*, Ε. και Μ., Ζαχαροπούλου ΕΠΕ, Αθήνα, Αρσάκη 6, Μετάφραση: Ε. Ι. Μπιτσάκης, Δανεισμός: Ζωσιμαία Εν. Ηπείρου Βιβλιοθήκη Ιωαννίνων.
7. Pam D., 1977, *Η νέα Enfield: Ιστορίες Enfield Edmond και Southgate, ιστορία Jubilee, London Borough of Enfield*.
8. Eva AS & CH. Creasey, 1945, *Η Ζωή και το έργο του John Tyndall*, Λονδίνο.
9. Muller Egon, 1898, *Μια νέα αντλία υδραργύρου Sprengel, στα Χρονικά της Φυσικής*.
10. Cardwell, 1971, *Η άνοδος της Θερμοδυναμικής στην πρώιμη βιομηχανική εποχή*, Λονδίνο.
11. Cardwell, 1991, *A Biography James Joule*.
12. Gorn George, 1878, *Η τέχνη της επιστημονικής ανακάλυψης, οι γενικοί όροι και μέθοδος έρευνας στη Φυσική και Χημεία*.
13. Αναφορές: J. Quaghyier, 2001, Thomas Robert Malthus, Διεθνούς Εγκυκλοπαίδεια της Κοινωνικής και Behavioral Sciences.
14. John Murray, Ιούλιος 1838, *Στοιχεία της Γεωλογίας*, Λονδίνο, (1^η έκδοση).



15. David M., Matthew D., *Science and Beliefs from Natural Philosophy to Natural Science 1700-1900*.
16. Αναφορά: Janet Browne, 1995, “*Charles Darwin, The Power of place, Volume 1 of a Biography*”, Princeton University Press.
17. Αναφορά: Richard Owen (εγγονός),1894, “ *Η ζωή του Ρίτσαρντ Όουεν*”, Λονδίνο,(τόμος 1).
18. Charles Singer, 1959, *Μια ιστορία της Βιολογίας*, Λονδίνο,(3^η έκδοση).
19. John Barrow, 1827, *Η Ζωή του Edward Jemer*, Λονδίνο.
20. Αναφορά: Glisson Francis, “*Oxford Dictionary of National Biography*”.
21. R. Brightman, 1956, *Perkin και η βιομηχανία χρωστικών ουσιών στη Βρετανία*.
22. Αναφορά: “*Βιογραφικό on- line του Sidney Gilchrist Thomas*”.
23. Fred M. Osbon, 1952, *Η ιστορία του Mushets*, Λονδίνο.
24. Αραμπατζής Θ., Γαβρόγλου Κ. κ.ά.,1999,*Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας*,ΟΕΔΒ,Αθήνα.
25. Βακαλιός Αθ.,1995,*Τεχνολογία, Κοινωνία, Πολιτισμός,Αρμός*,Αθήνα.
26. Βακαλιός Αθ.,2004,*Το Πρόβλημα της Ταυτότητας του Ανθρώπου*, Ψηφίδα,Αθήνα.
27. Γαβρόγλου Κων/νος,2004,*Το παρελθόν των Επιστημών ως Ιστορία*,ΠΕΚ.
28. Σταυριανός Ελευθέριος,1984,*Ιστορία του ανθρώπινου γένους*,ΟΕΔΒ, Αθήνα.
29. Ashton T.S.,2007,*Η βιομηχανική επανάσταση*,Τόπος.
30. Asimov Isaac,2001,*Το χρονικό των επιστημονικών ανακαλύψεων*,ΠΕΚ, Ηράκλειο.
31. Asimov Isaac,2002,*Το χρονικό του Κόσμου*,ΠΕΚ,Ηράκλειο.
32. Cardwell D.,2004,*Ιστορία της Τεχνολογίας*,Μεταίχιμο,Αθήνα.
33. Feynman Richard,1998,*Το νόημα των πραγμάτων*,Κάτοπτρο,Αθήνα.
34. Forbes R.J.-Dijksterhuis E.J., 1963, *A history of science and technology*, London.
35. Jacomy Bruno,1995,*Συνοπτική ιστορία των τεχνικών*,Πολιτιστικό ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς,Αθήνα.
36. Lilley Samuel, 1966, *Men, Machines and History, London: Cobbett 1948*, 3rd ed.New York.
37. Mumford Lewis,1997,*Τέχνη και Τεχνική*,Νησίδες,Αθήνα.
38. Pacey Arnold,1996,*Η τεχνολογία στον παγκόσμιο πολιτισμό*,Πολιτιστικό ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς,Αθήνα.
39. Saller Karl,1989,*Ιστορία των ανθρώπινων φυλών*,Πορεία,Αθήνα



40. Salomon Jean-Jacques,2003,*Επιβιώνοντας της Επιστήμης,Μπουκουμάνης», Αθήνα.*
41. Shermer Michael,2004,*Γιατί οι άνθρωποι πιστεύουν σε παράξενα πράγματα;*,ΠΕΚ,Ηράκλειο.
42. Weinberg Steven,1995,*Όνειρα για μια τελική θεωρία, Η αναζήτηση των θεμελιωδών νόμων της φύσης,* Κάτοπτρο,Αθήνα.