

Maszyny technologiczne

2019

dr inż. Michał Dolata
www.mdolata.zut.edu.pl



Maszyny technologiczne

2

Prowadzący:

- ▶ dr inż. Michał Dolata
- ▶ Pok. 140
- ▶ Konsultacje: **Poniedziałki 12.15 – 14.00**
- ▶ www: **mdolata.zut.edu.pl**
- ▶ e-mail: **Michal.Dolata@zut.edu.pl**

Maszyny Technologiczne

Literatura:

- ▶ Kosmol J., Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT, Warszawa, 1995
- ▶ Honczarenko J., Elastyczna automatyzacja wytwarzania, WNT, Warszawa, 2000
- ▶ Honczarenko J., Obrabiarki sterowane numerycznie, WNT, Warszawa, 2008
- ▶ Wrotny L. T., Obrabiarki skrawające do metali, WNT, Warszawa, 1979
- ▶ Wrotny L. T., Projektowanie obrabiarek, WNT, Warszawa, 1986
- ▶ Ito, Y., Modular design for machine tools. McGraw Hill Professional 2008.
- ▶ Śliwka J., Rys historii maszyn ze szczególnym uwzględnieniem obrabiarek. Prace Naukowe Katedry Budowy Maszyn, Politechnika Śląska 2012
- ▶ Zaleski K., Matuszak J., Podstawy obróbki ubytkowej, Politechnika Lubelska 2016

Pojęcie Maszyna

- Maszyna jest to urządzenie techniczne złożone z połączonych ze sobą różnych części, służące do przetwarzania energii lub wykonywania kosztem pobranej energii określonej pracy.
- Maszyna jest to zespół części lub podzespołów, wyposażony w mechanizm napędowy inny niż bezpośrednio wykorzystujący siłę mięśni ludzkich lub zwierzęcych, którego przynajmniej jedna część jest ruchoma, połączonych w całość mającą konkretne zastosowanie.

- Technologia to zbiór technik, umiejętności, metod i procesów stosowanych w produkcji towarów lub usług lub w osiąganiu celów, takich jak badania naukowe. Technologia może być znajomością technik, procesów i tym podobnych, lub może być wbudowana w maszyny, aby umożliwić działanie bez szczegółowej znajomości ich działania. Systemy (na przykład maszyny) stosujące technologię, pobierając dane wejściowe, zmieniając je stosownie do wykorzystania systemu, a następnie uzyskując wynik są określane jako systemy technologiczne lub systemy technologiczne.

Maszyny technologiczne

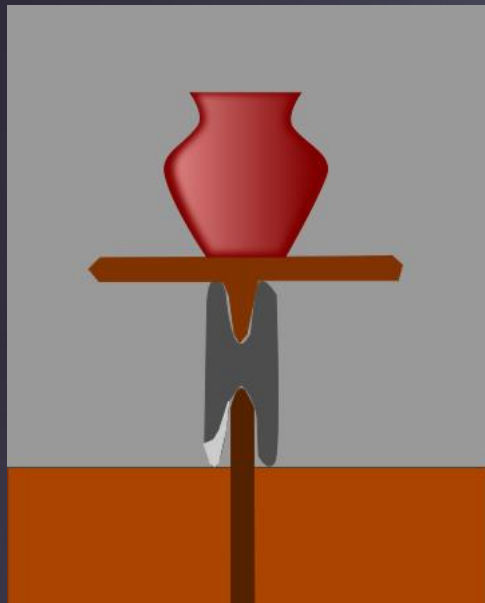
- Obrabiarki są motorem postępu technicznego. W przemyśle obrabiarkowym odzwierciedla się zdolność produkcyjna gospodarki; w dużym stopniu obrabiarki decydują o standardzie życiowym społeczeństwa. Obrabiarki są potrzebne dzisiaj, będą potrzebne i niezastąpione jutro.

- Pojęcie maszyna ewoluowało przez wieki. Coś co dla nas jest maszyną kiedyś było uważane za maszynę.
- Pierwszymi pierwowzorami maszyn były łuk i miotacz dzid. Datuje się je na okres średniego paleolitu (epoka kamienia łupanego 1 mln do 8 tyś lat p.n.e)
- Najprawdopodobniej najstraszymi fragmentami łuku były te znalezione w Niemczech (Mannheim-Vogelstang) datowane na okres między 17 500, a 18 000 lat temu

Historia maszyn

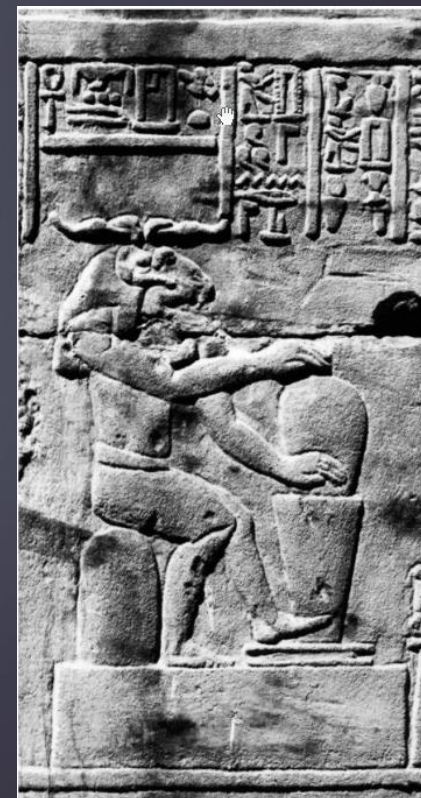
- Jednym z największych osiągnięć ludzkości było wynalezienie ręcznego wrzeciona, które pozwalało na wprowadzenie przedmiotów w ruch wirowy – ruch, który nie ma odpowiednika w naturze.
- Pierwsze koła garncarskie (slow wheel) są datowane na okolice roku 4500 p.n.e.
- Znaleziono je na terenie obecnej Rumunii

Historia maszyn



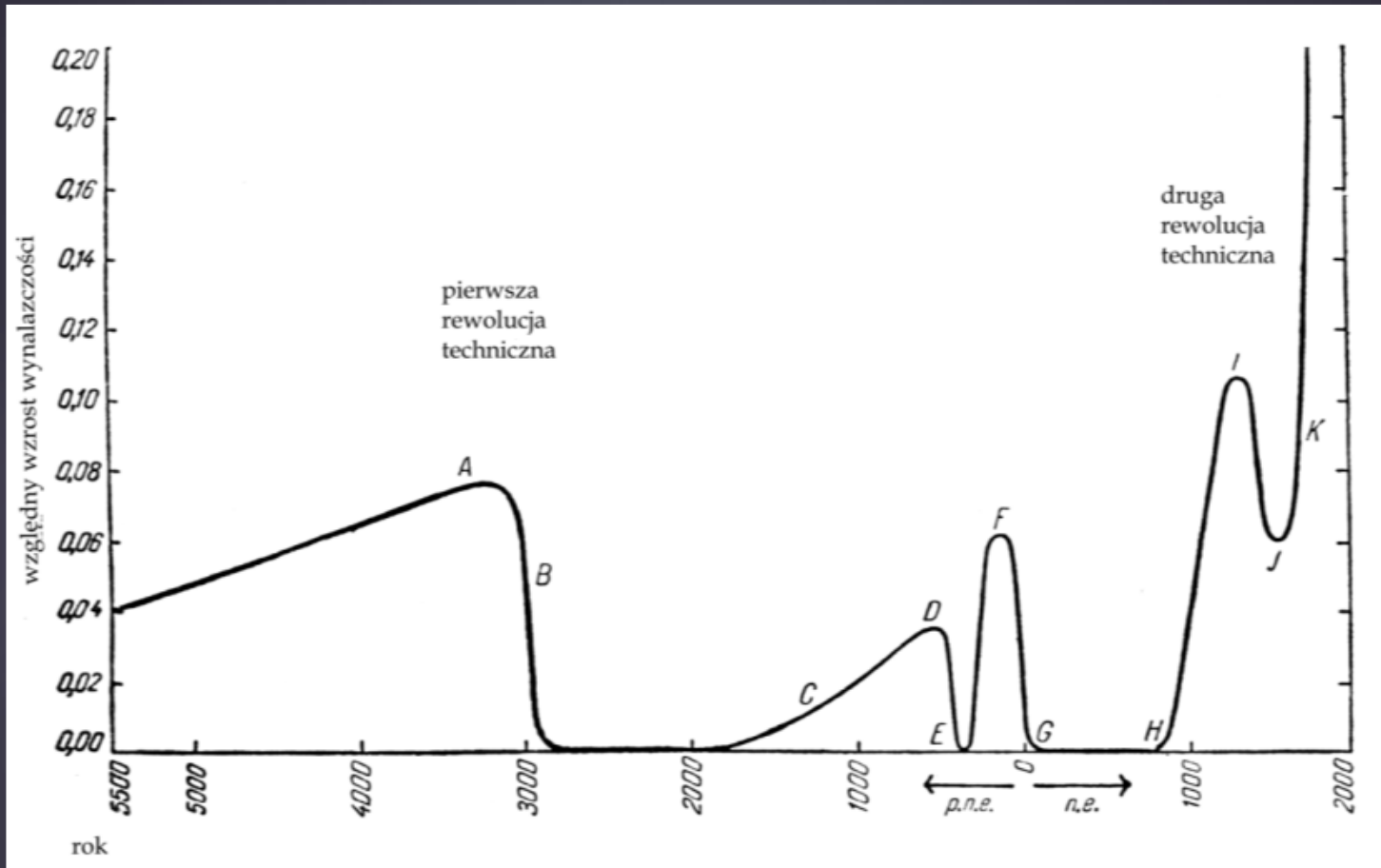
- Grafika przedstawiająca koło garnacarskie na podstawie znalezisk z Valeni

- Khnum używający wrzeciona napędzanego nogą (kick-wheel) datowane na ok. 646-486 p.n.e



Historia maszyn

10



Względny wzrost wynalazczości wg Lilley'a

Historia maszyn

11

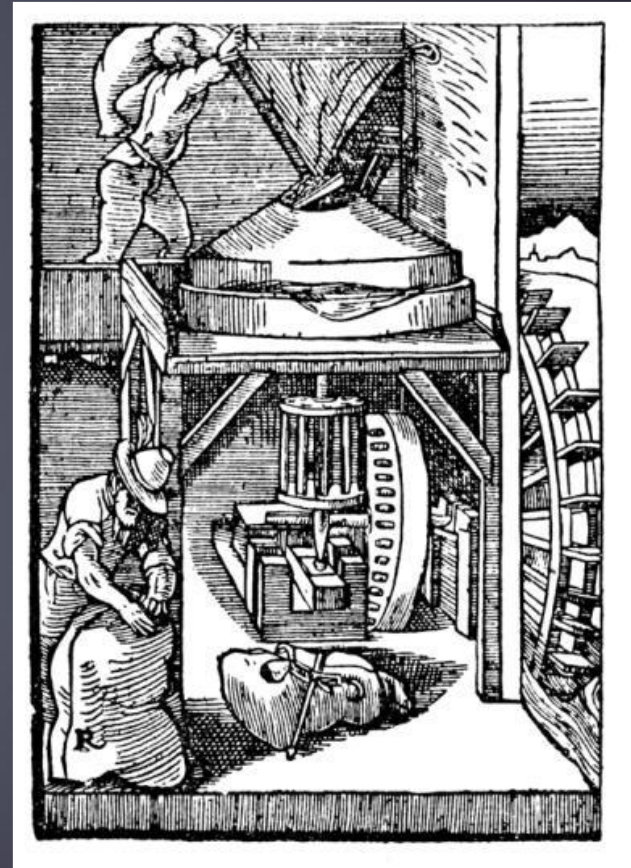
- Około 4000 r. p.n.e. wytop miedzi z rud,
- Około 3700 r. p.n.e. odlewnictwo,
- Około 3700 r. p.n.e. wóz kołowy,
- Około 3000 r. p.n.e. wynaleziony został brąz,
- Okres ten to czas powstania Wielkich Piramid Egipskich
- Po tym okresie następuje stagnacja aż do około 1000 r. p.n.e.



- W okolicach roku 1000 p.n.e. odkryto metody wytwarzania żelaza,
- Oznaczało to tworzenie lepszych narzędzi, ale także żelazo było łatwiej i szerzej dostępne w przyrodzie.
- Z tego okresu pochodzą pierwsze dzieła pisane związane z mechaniką teoretyczną. Np. dzieła Archimedesesa (287-212 r. p.n.e.).

Historia maszyn

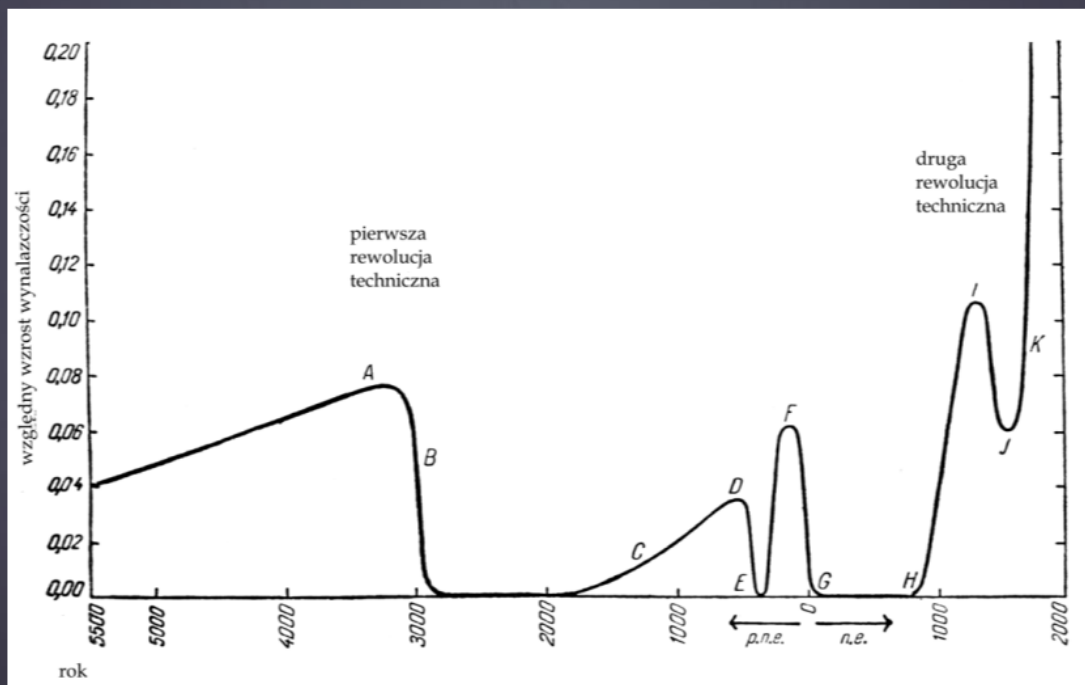
- W starożytnej Grecji powstało wiele różnych mechanizmów m.in. dźwigniowe, krzyżakowe, zapadkowe. Filon opisał w 230 r. p.n.e. przegub krzyżowy, uchodzący powszechnie za wynalazek Cardana (powstały w 1550 r.n.e.). Niewiele później powstały łożyska toczne, opisane już przez Witruwiusza, z czasów rzymskich pochodzą również najstarsze zachowane mechanizmy śrubowe i połączenia gwintowe.



Historia maszyn

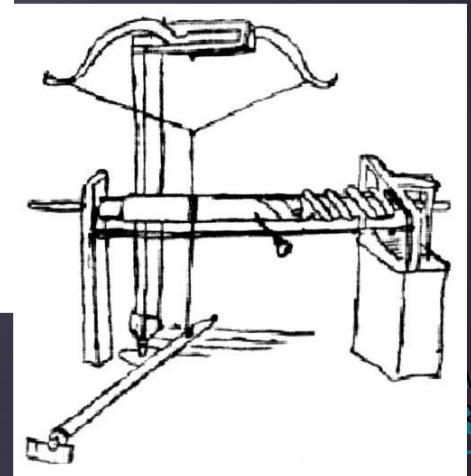
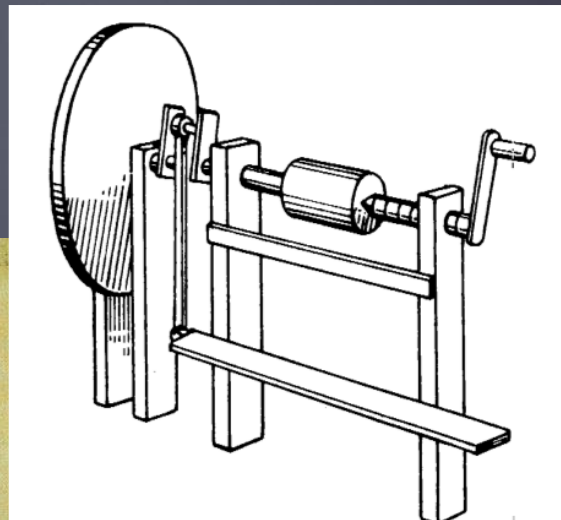
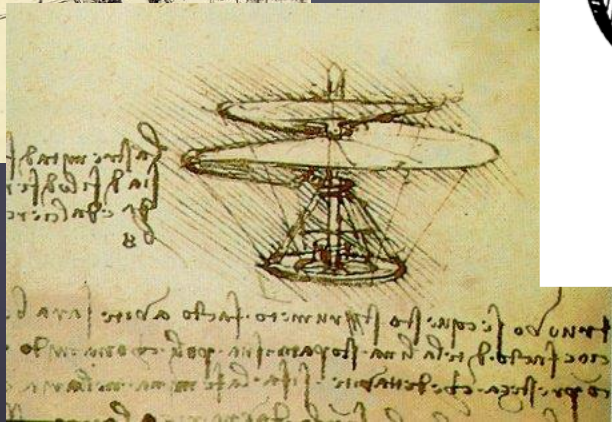
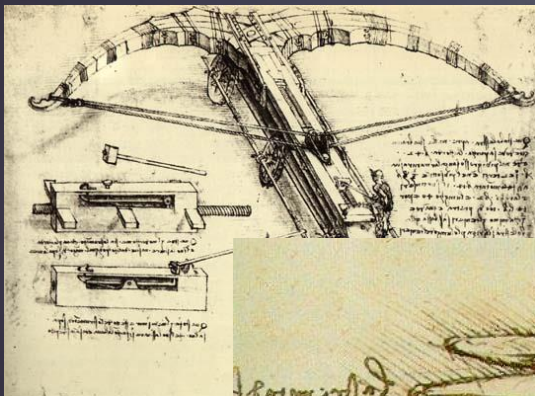
14

- Po roku 1000 n.e. następuje stały, trwający do dziś wzrost wynalazczości. Jedynie w okolicach lat 1300-1700 występuje spadek związany z ustrojem feudalnym.



Historia maszyn

- Leonardo da Vinci (1452-1519), włoski malarz, rzeźbiarz, architekt, konstruktor, teoretyk sztuki, filozof, wszechstronny i najdoskonalszy przedstawiciel renesansu. Uważany za jednego z największych geniuszy w historii cywilizacji.



Pierwsze tokarki

- Pierwsze obrabiarki były tokarkami. Prawdopodobnie najstarszą tokarką była ta z Myken używana w okolicach roku 1200 p.n.e. Na pewno były one używane przez Etrusków w 700 r. p.n.e.



Pierwsze tokarki

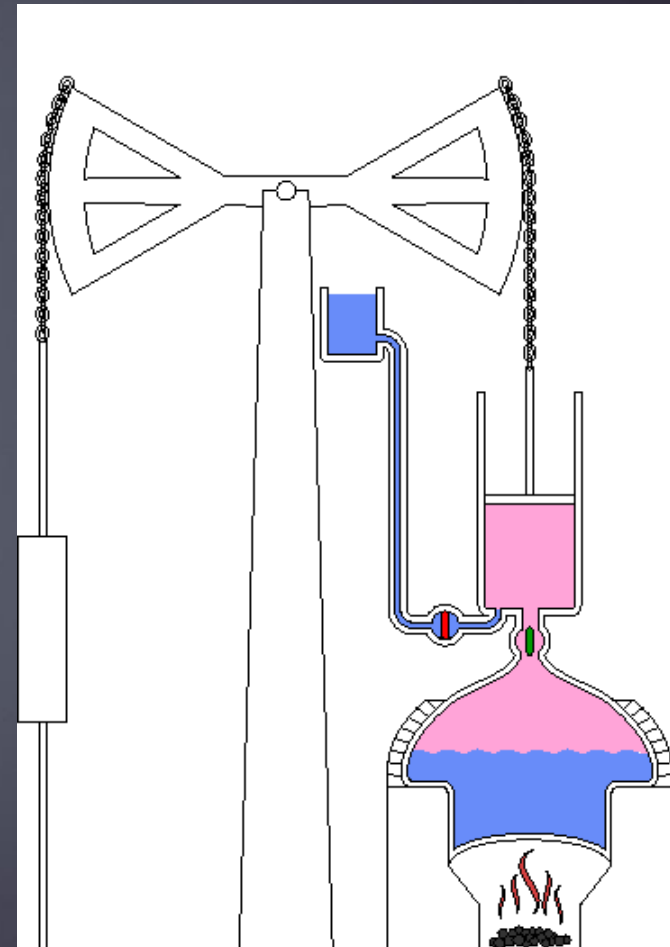
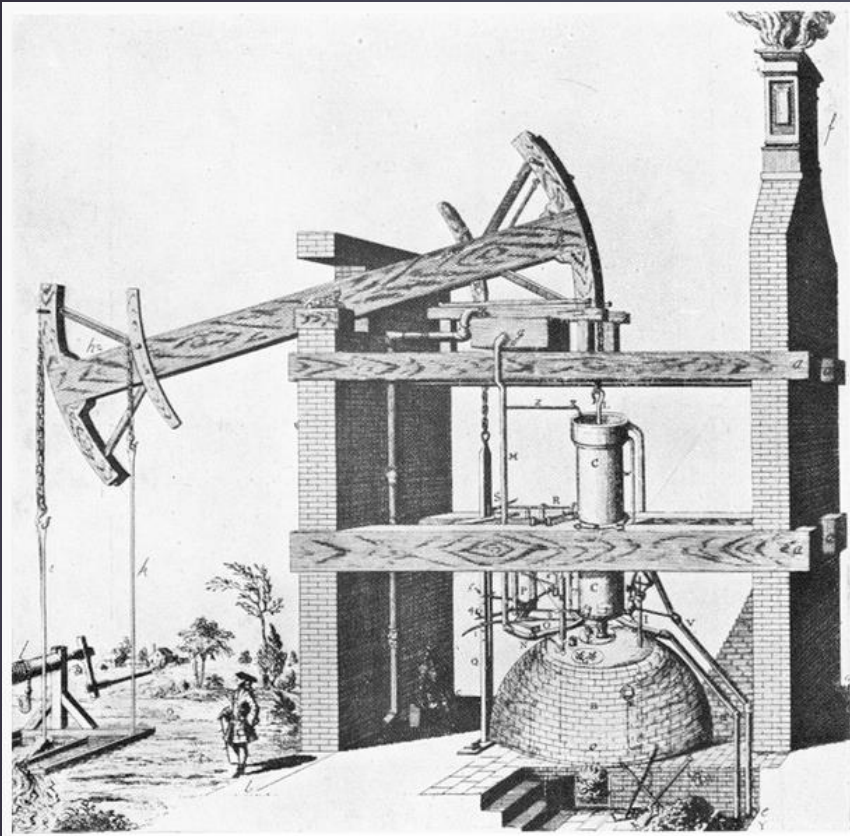
17

- <https://youtu.be/4eXrCsZtMnU>
- https://youtu.be/wnv0DAR_gWA

- W początkach XVIII wieku jednym z największych problemów staje się konieczność znalezienia źródła napędu.
- Jednym z kluczowych aspektów drugiej rewolucji przemysłowej jest wynalezienie maszyny parowej.
- Jej pierwszym zadaniem i intencją wynalezienia była konieczność odpompowania wody z kopalń.

Maszyna parowa Newcomena – 1712 r.

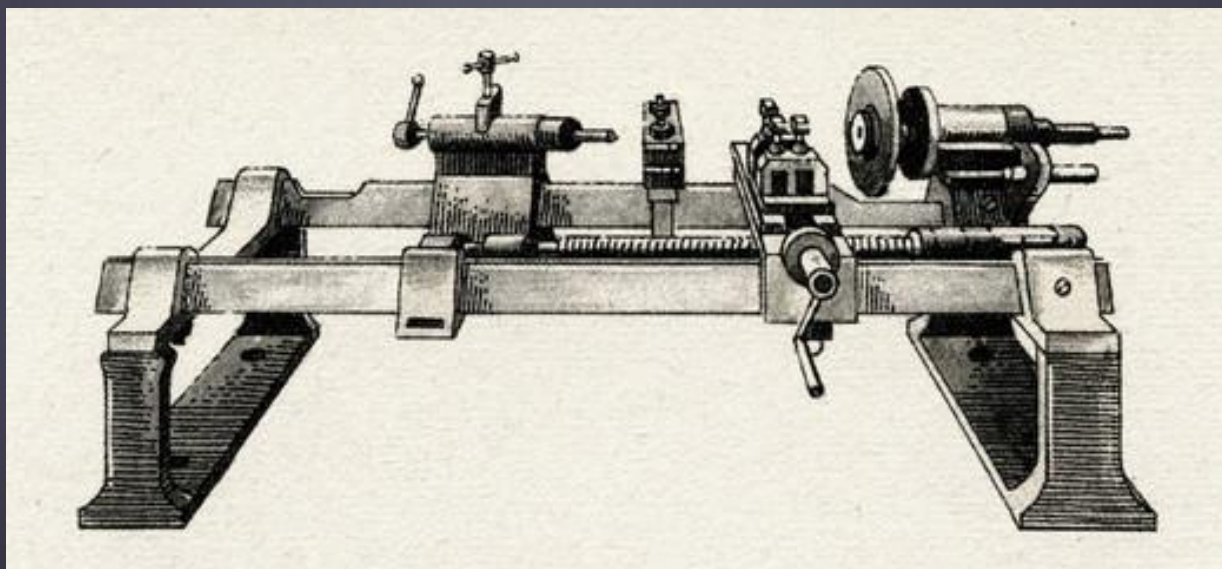
19



- W 1763 roku do naprawy jednej z maszyn Newcomena zatrudniony został James Watt, dzięki pracy przy tej maszynie wprowadza udoskonalenia i patentuje swoją wersję w 1769 roku.
- Projekt Watta wymagał znacznie większej precyzji wykonania elementów.
- W maszynach Newcomena dokładność wykonania tłoka o średnicy ok. 710 mm wynosiła ok. 13 mm. W 1830 roku dokładność osiągała poziom ok 1,6 mm.

Pierwsze tokarki

- Znacząco rolę w przekształceniu prymitywnych obrabiarek (szczególnie tokarek) w precyzyjne maszyny odegrał *Henry Maudslay*. Tokarka wg konstrukcji *Maudslaya* była pierwszą całkowicie metalową obrabiarką z nowoczesnym suportem krzyżowym i precyzyjną śrubą pociągową. Zastosowanie metalowej konstrukcji poprzez polepszenie sztywności spowodowało znaczący wzrost dokładności pracy takiej obrabiarki.



THE EARLY MACHINE TOOLS OF HENRY MAUDSLAY.

(For Description, see Page 6

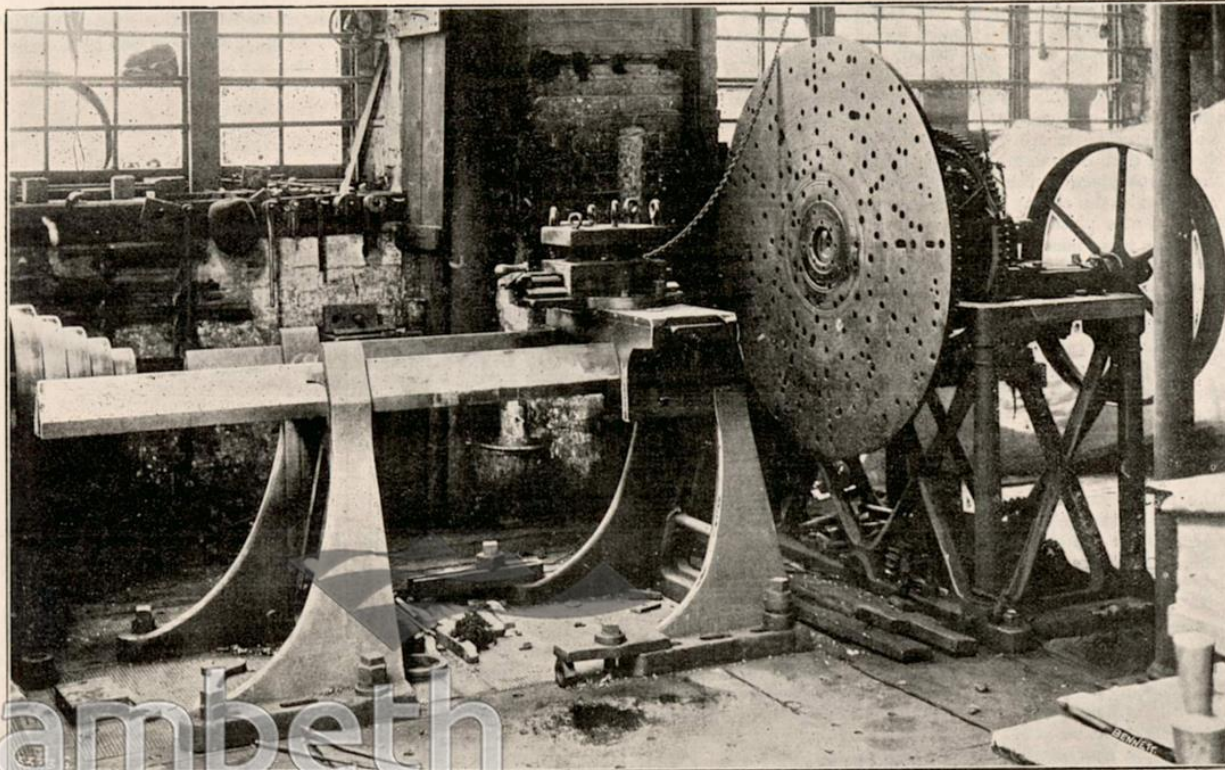


FIG. 7. HEAVY BAR LATHE.

- Jednym z pracowników Maudsalya był Joseph Whitworth
- Od 1833 roku Whitworth zaczyna prace nad udoskonaleniem gwintów,
- W 1841 roku powstaje typoszereg gwintów calowych
- Pierwszy przejaw normalizacji w budowie maszyn

Pierwsza frezarka

24

- Eli Whitney 1765-1825
- Absolwent Yale,
- Wynalazca,
- Konstruktor zautomatyzowanej maszyny do odziarniania bawełny (cotton gin),
- W bardzo znaczący sposób przyczynił się do rozpoczęcia wojny secesyjnej



Pierwsza frezarka

25

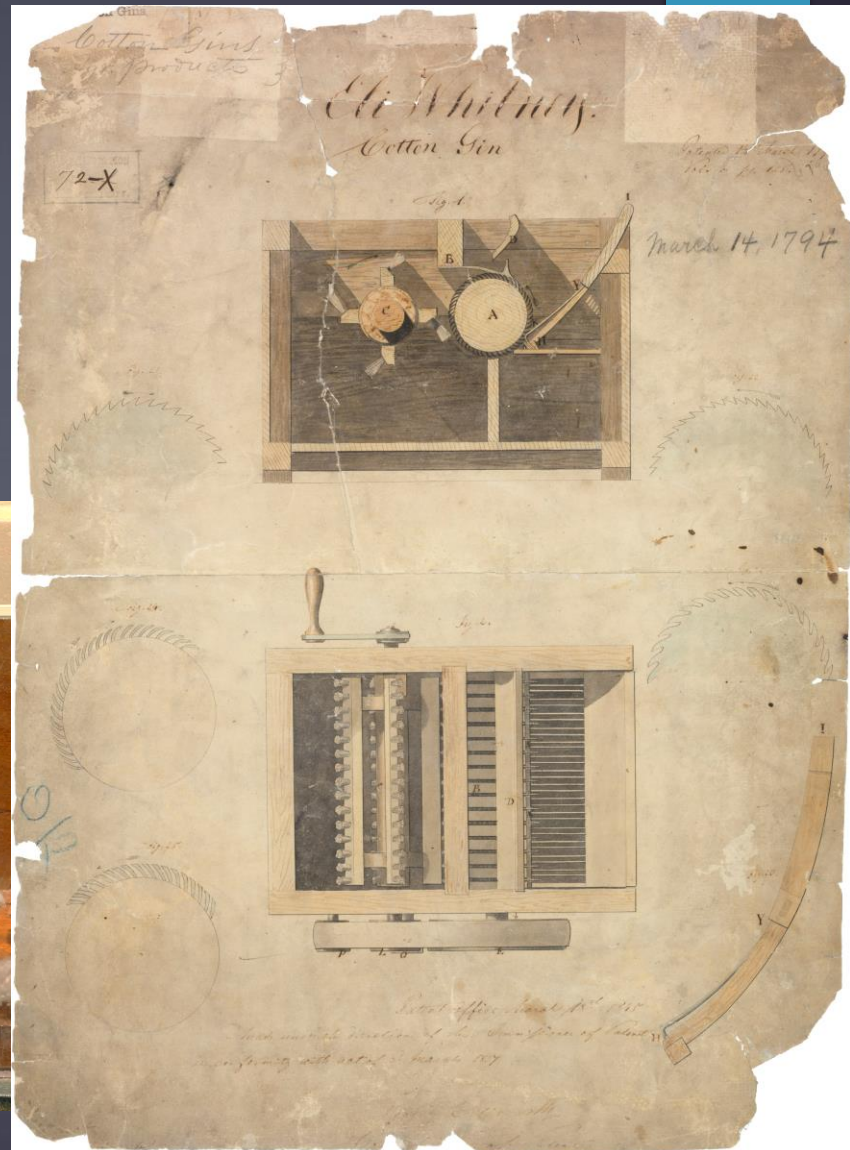
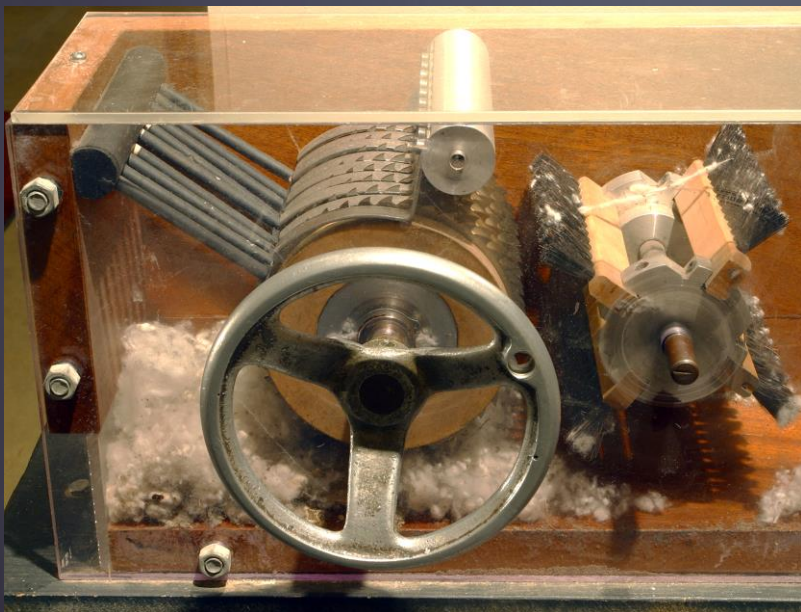
- Eli Whitney 1765-1825
- Absolwent Yale,
- Wynalazca,
- Konstruktor zautomatyzowanej maszyny do odziarniania bawełny (cotton gin),
- W bardzo znaczący sposób przyczynił się do rozpoczęcia wojny secesyjnej



Pierwsza frezarka

26

- Znacznie zwiększona wydajność,
- Problemy prawne i patentowe



- Na początku XIX w. w Ameryce Północnej brakowało pracowników o wysokich kwalifikacjach,
- Whitney znając realia szukał sposobu jak niewykwalifikowana osoba mogła wytwarzać zaawansowane komponenty,
- Bez fabryki, czy choćby maszyny Whitney przekonał rząd do przydzielenia mu kontraktu na wykonanie 10 000 muszkietów w cenie 13,40 dolara za sztukę

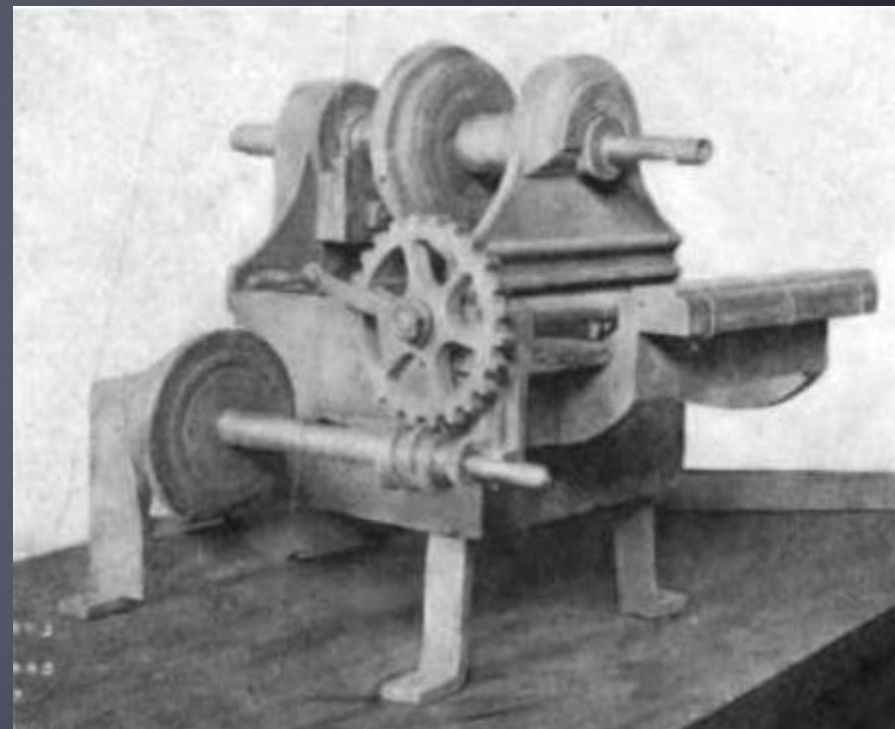
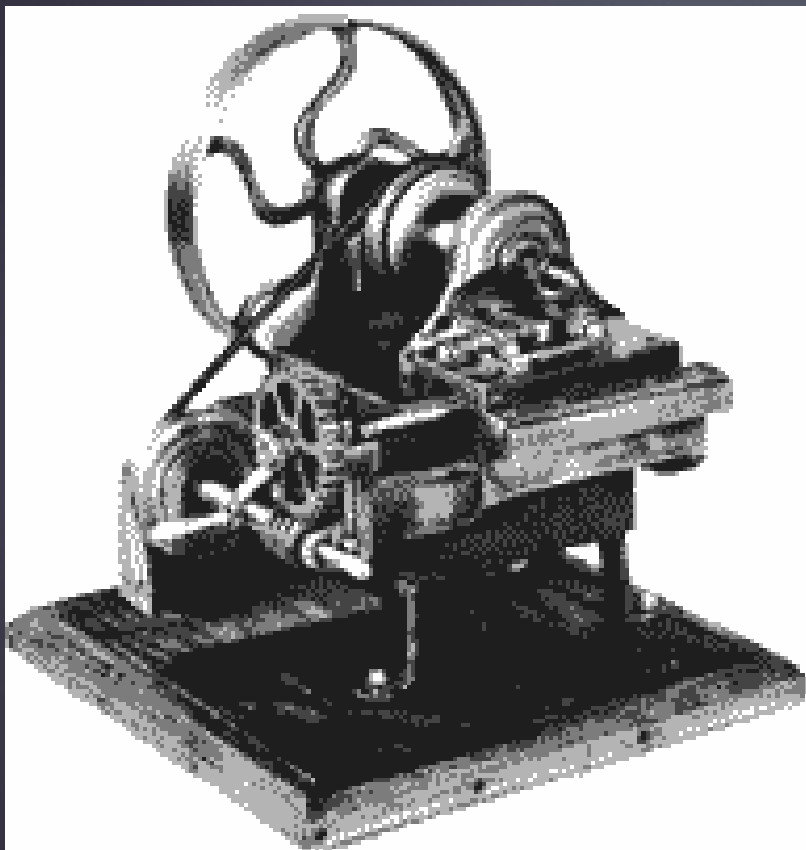
- Do tej pory wytwarzanie muszkietów było produkcją jednostkową. Każdy muszkiet wyglądał podobnie, ale jego elementy pasowały tylko do tej samej sztuki,
- Pomysłem Whitney'a było zaprojektowanie broni od nowa i wykonanie szablonów na każdy element w sposób podobny do przymiarów koszul,
- Kolejnym zadaniem była konieczność wymyślenia maszyny, która pozwoliłaby pracownikowi na wycięcie z kawałka metalu elementu zgodnego z przymiarem.

- Wynalazca wpadł na pomysł nacięcia koła w sposób podobny do koła zębatego, z tą różnicą, że każdy ząb był dodatkowo naostrzony. Następnie koło to było hartowane.
- Odpowiedni kawałek metalu mocowany był do stołu, a na nim kładziony był przymiar. W ten sposób niewykwalifikowany pracownik mógł wytwarzać względnie dokładne przedmioty,
- Whitney zaprojektował w ten sposób pierwszą frezarkę.

Pierwsza frezarka

30

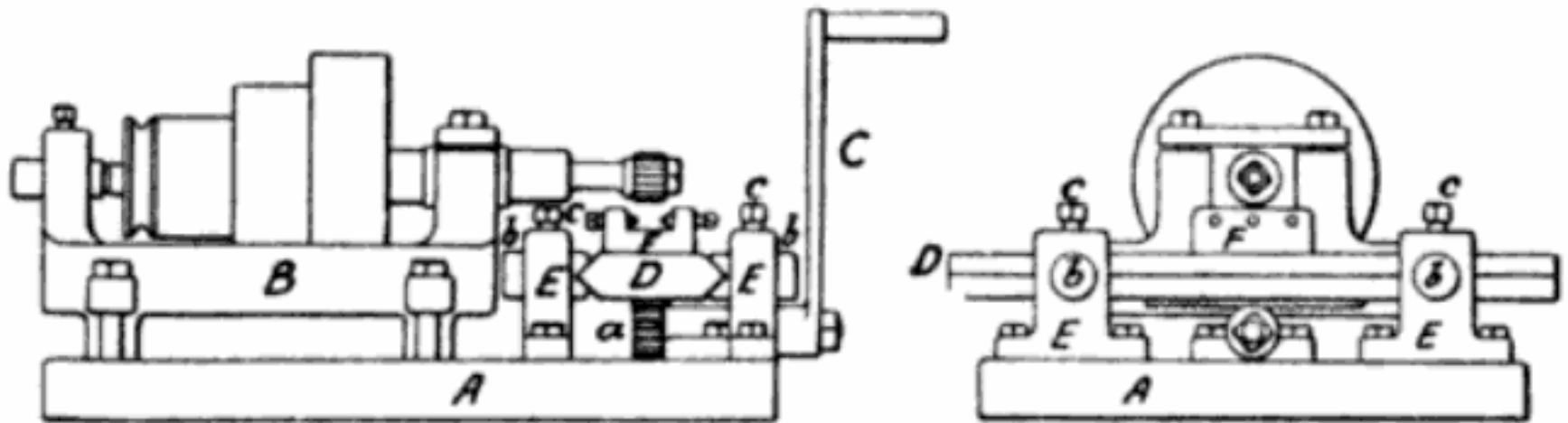
- Około 1818 roku



Pierwsza frezarka

31

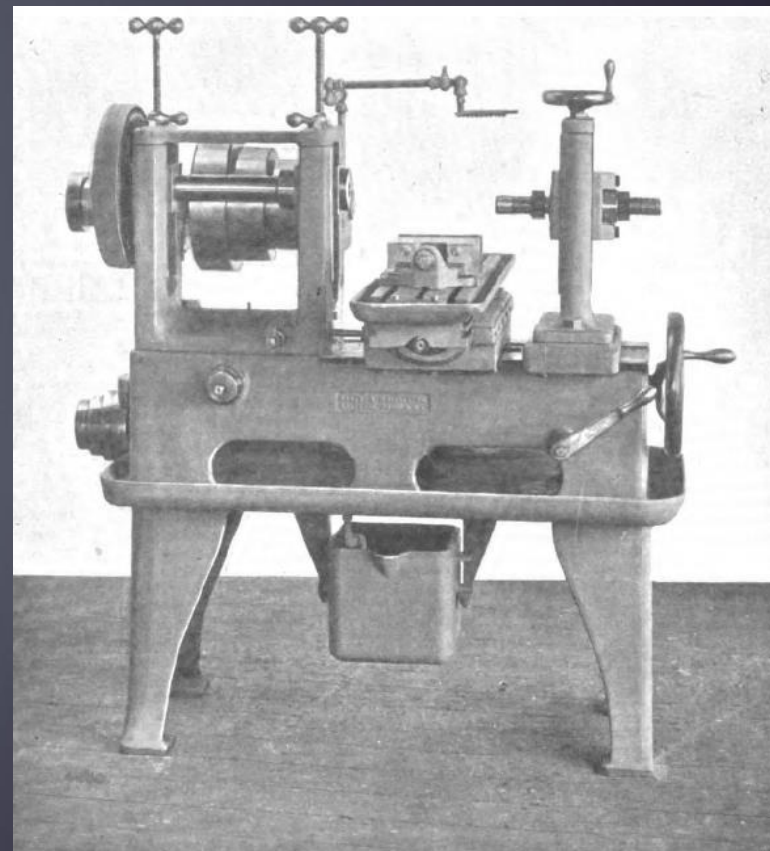
Frezarka Middletown 1818,
Robert Johnson and Simeon North
Zbrojownia Harpers Ferry



Pierwsza frezarka

32

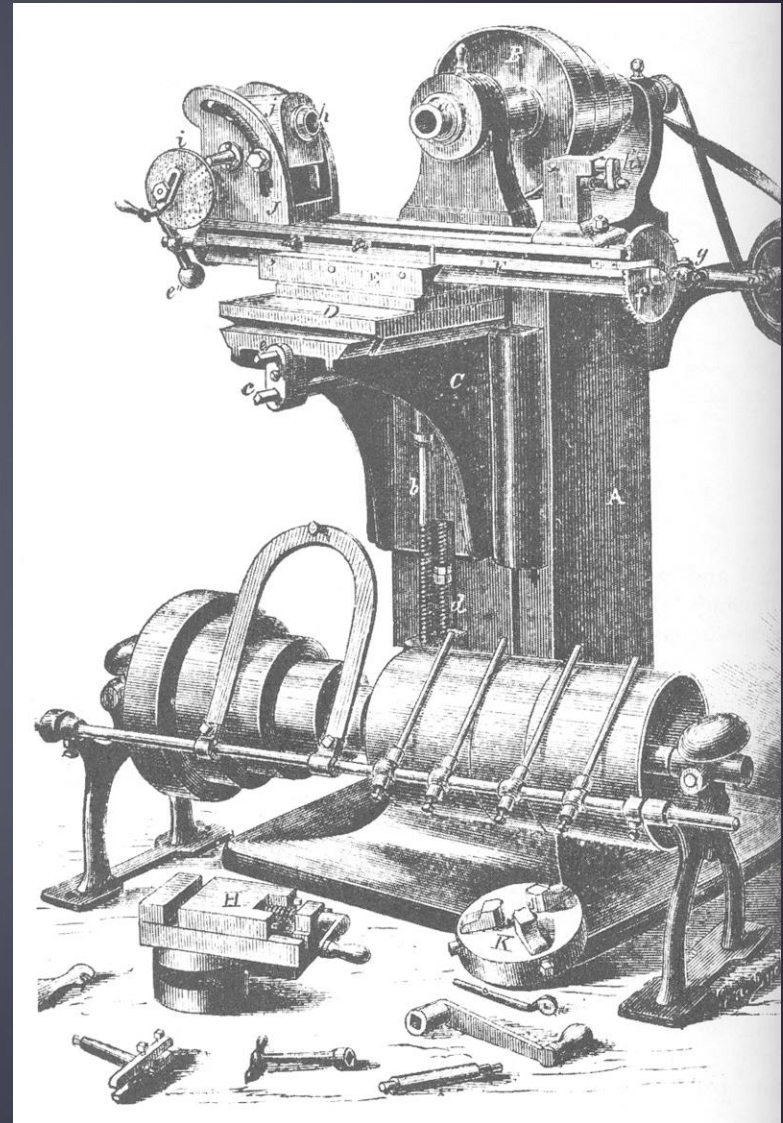
- Frezarka Lincolna,
- Nazwa zaczerpnięta od pierwszej firmy produkującej ten typ frezarki - George S. Lincoln (wcześniej Phoenix Iron Works),
- Brak możliwości ruchu pionowego narzędzia.



Pierwsza frezarka uniwersalna

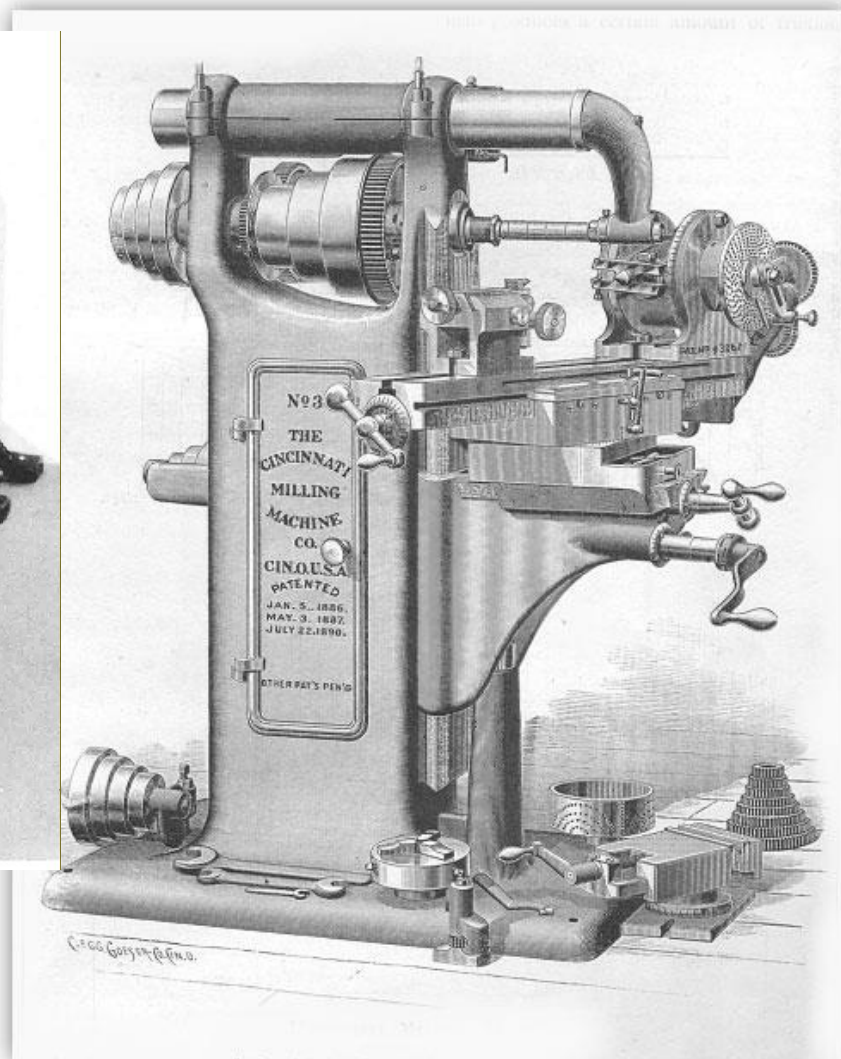
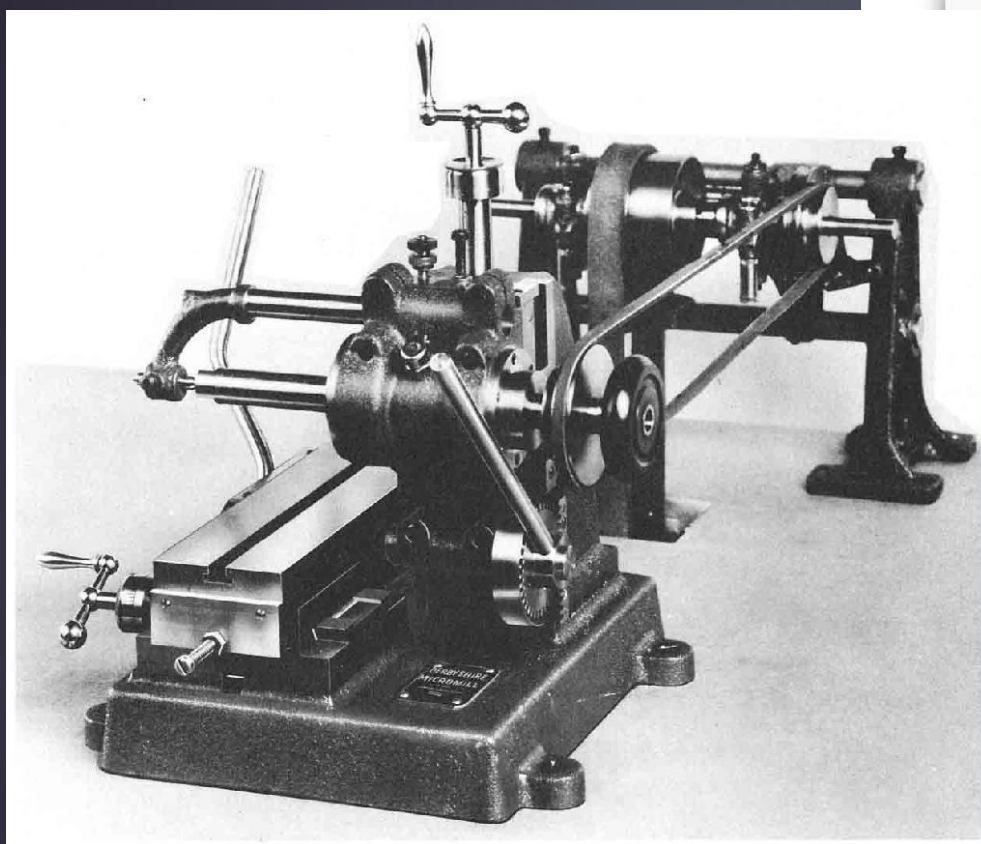
33

- W 1861 roku Joseph R. Brown z firmy Brown & Sharp, wymyśla frezarkę uniwersalną,
- Umożliwiła ona wraz z głowicą indeksującą (połączoną z posuwem stołu) na nacinanie rowków spiralnych (wierćta),



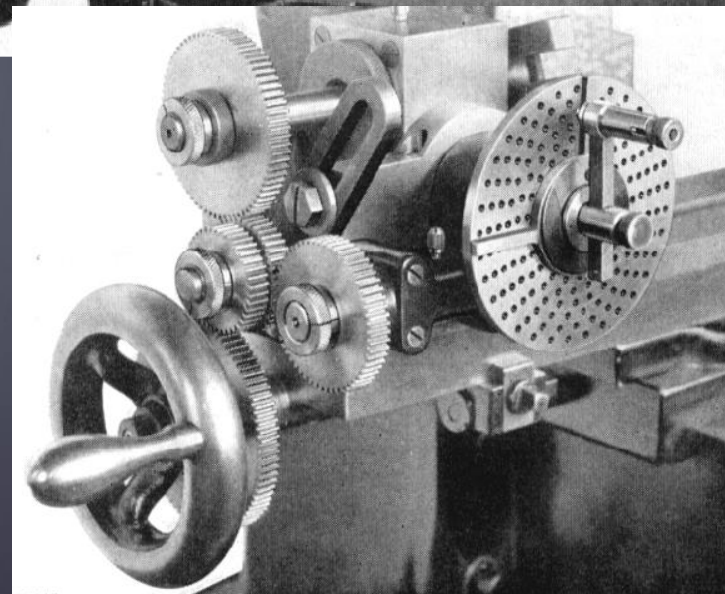
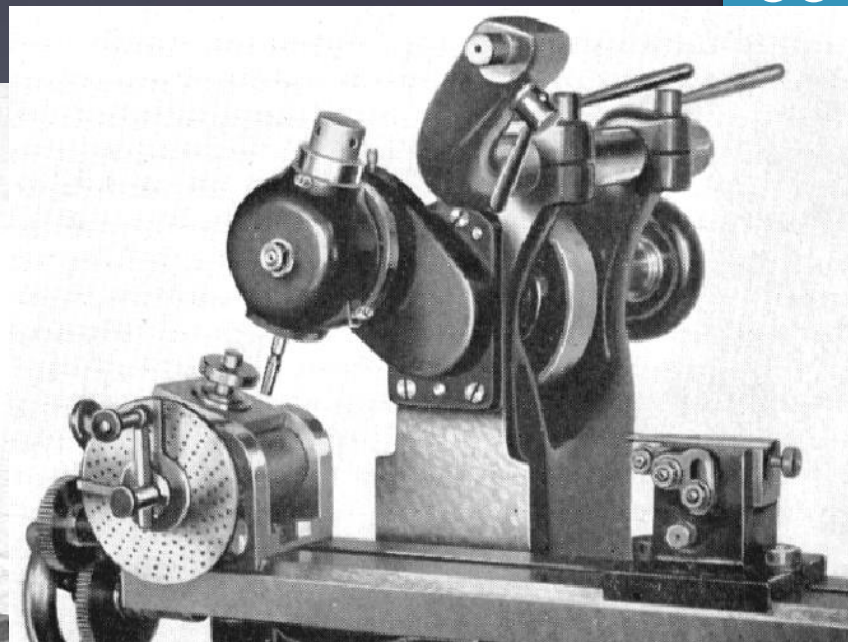
Pierwsza frezarka uniwersalna

34

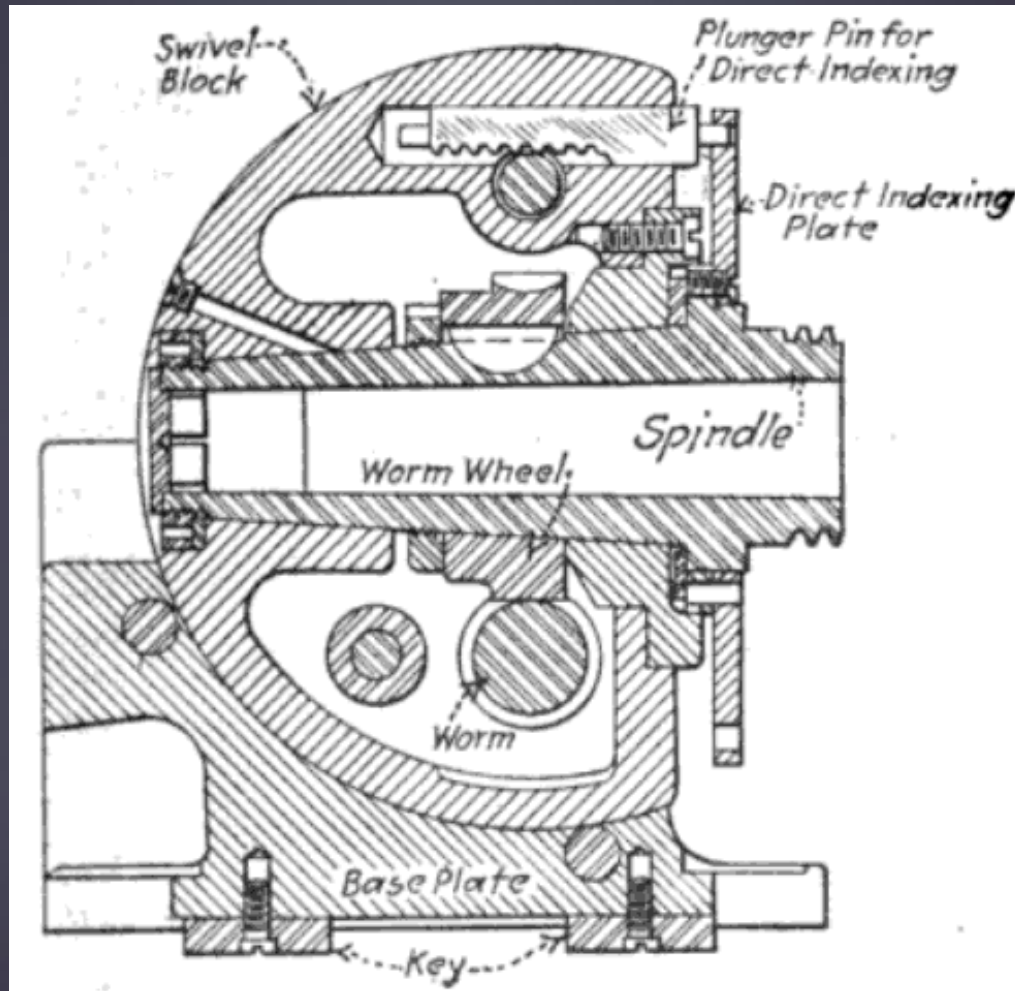


Pierwsze frezarki

35



Pierwsza frezarka uniwersalna



Pierwsza frezarka uniwersalna

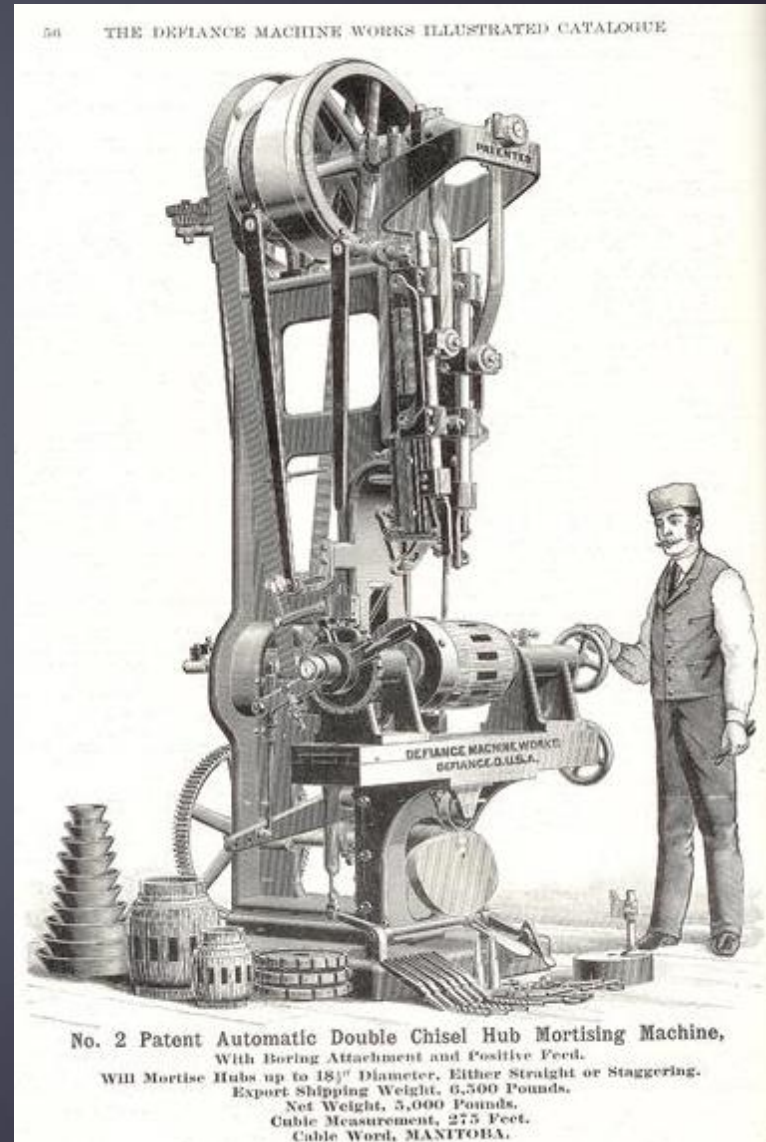
37

- ▶ <https://youtu.be/6efRGgTIDAQ> głowica ind.
- ▶ <https://youtu.be/eR2LUpXrnDM> koło zębate
- ▶ <https://youtu.be/zQalZtDWMsw> frez kształ.

Dłutownica, strugarka

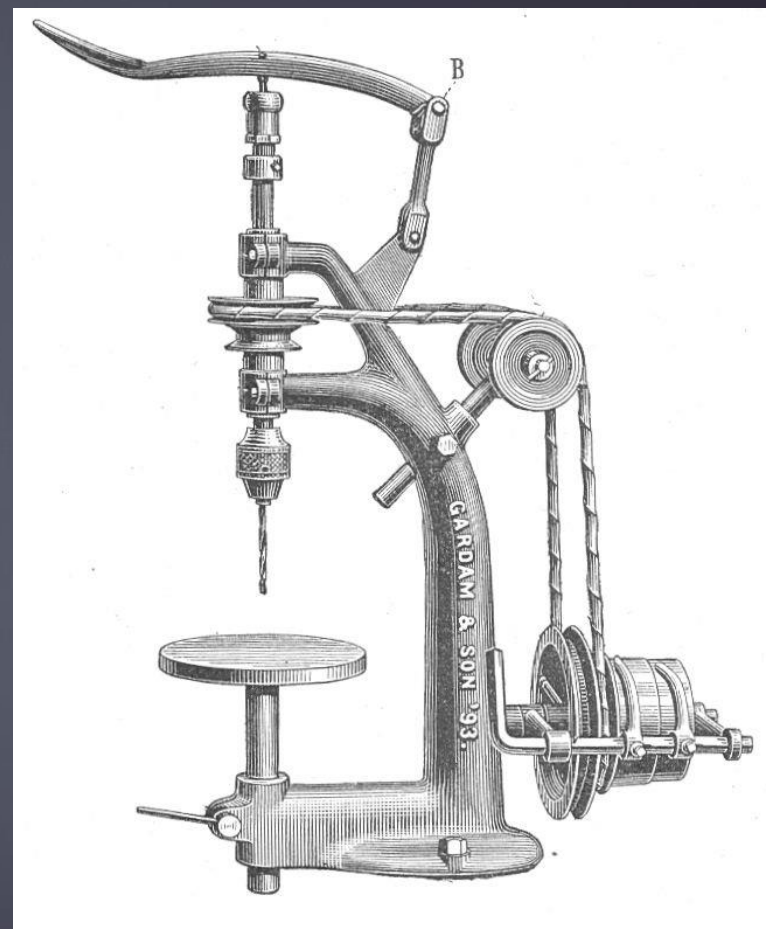
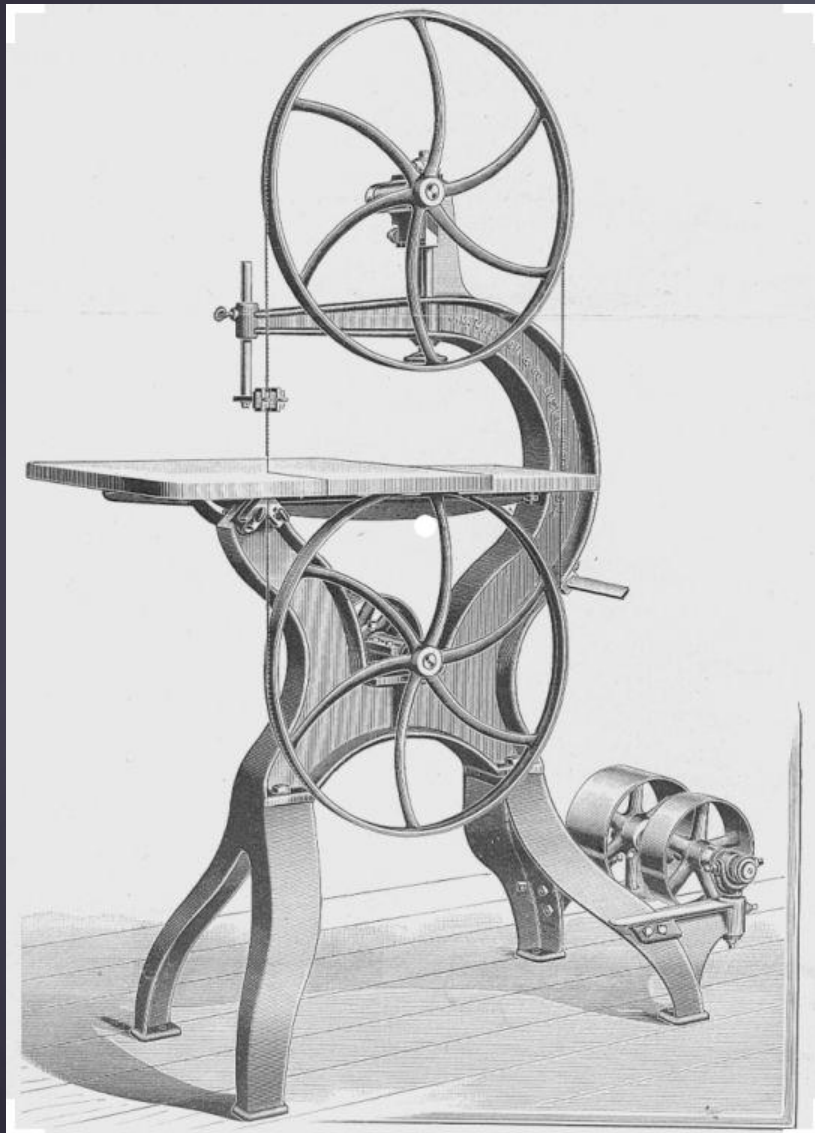
38

<https://youtu.be/pEYRYA hxaec>



Piła, wiertarka

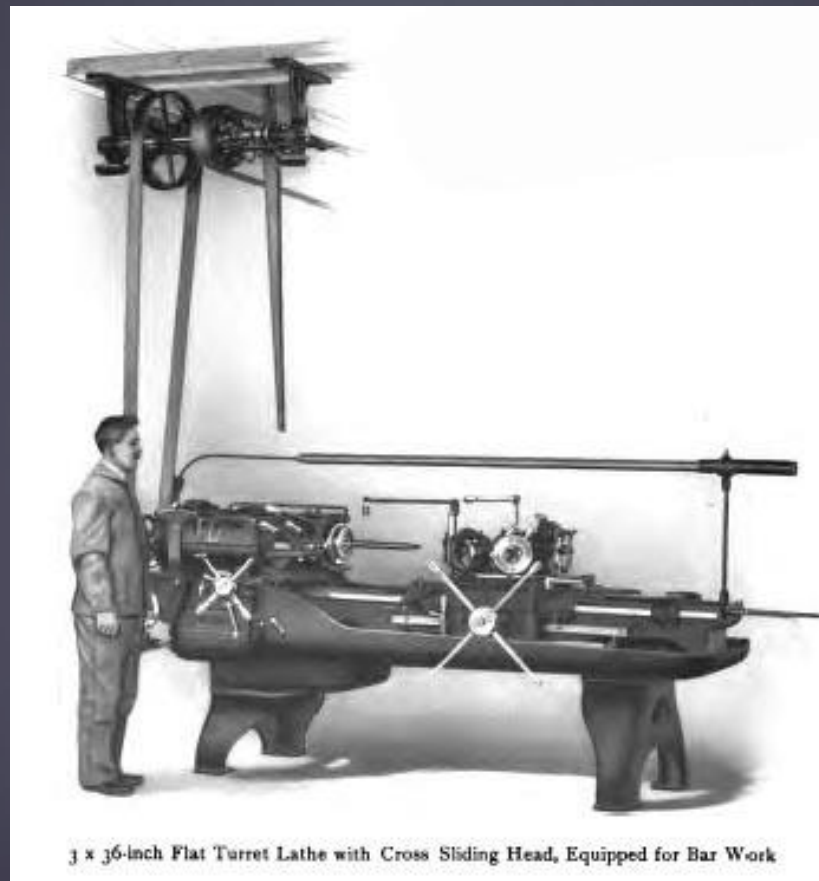
39



- ▶ W 1845 roku Stephen Fitch wynalazł tokarkę rewolwerową,
- ▶ Między rokiem 1870 a 1890 rozwinięta została koncepcja automatycznej tokarki rewolwerowej, która mogła wykonywać wiele operacji bez udziału człowieka,
- ▶ Wykorzystano w nich krzywki, do zautomatyzowania posuwu i otwierania lub zamykania uchwytów tokarskich.

Tokarka rewolwerowa

41



Tokarka rewolwerowa

42

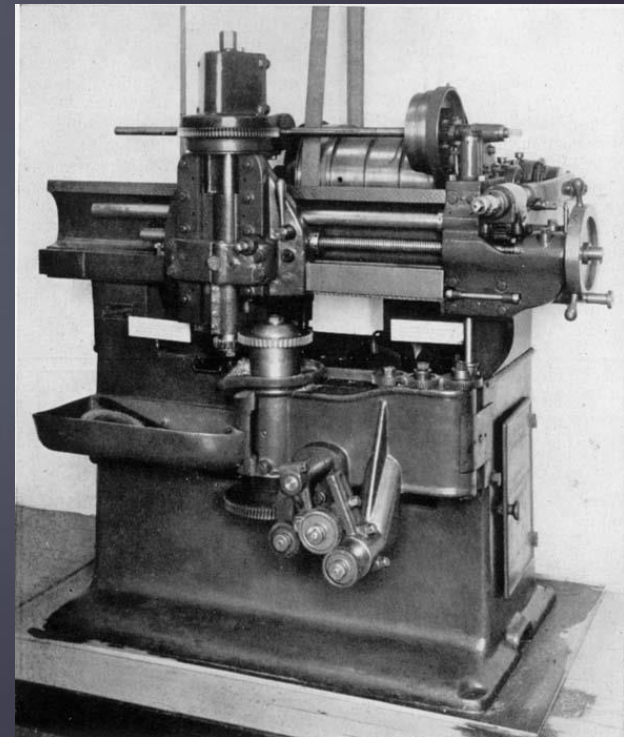
▶ <https://youtu.be/kBlbcvJUcfs>

- ▶ W 1898 roku Taylor i White wynajdują stal narzędziową szybko tnącą,
- ▶ Prędkości skrawania rosną 4 – 5 razy,
- ▶ 1893, 1900 uzyskanie karborundu (syntetycznego SiC) oraz elektrokorundu Al_2O_3

Frezarka do kół zębatach

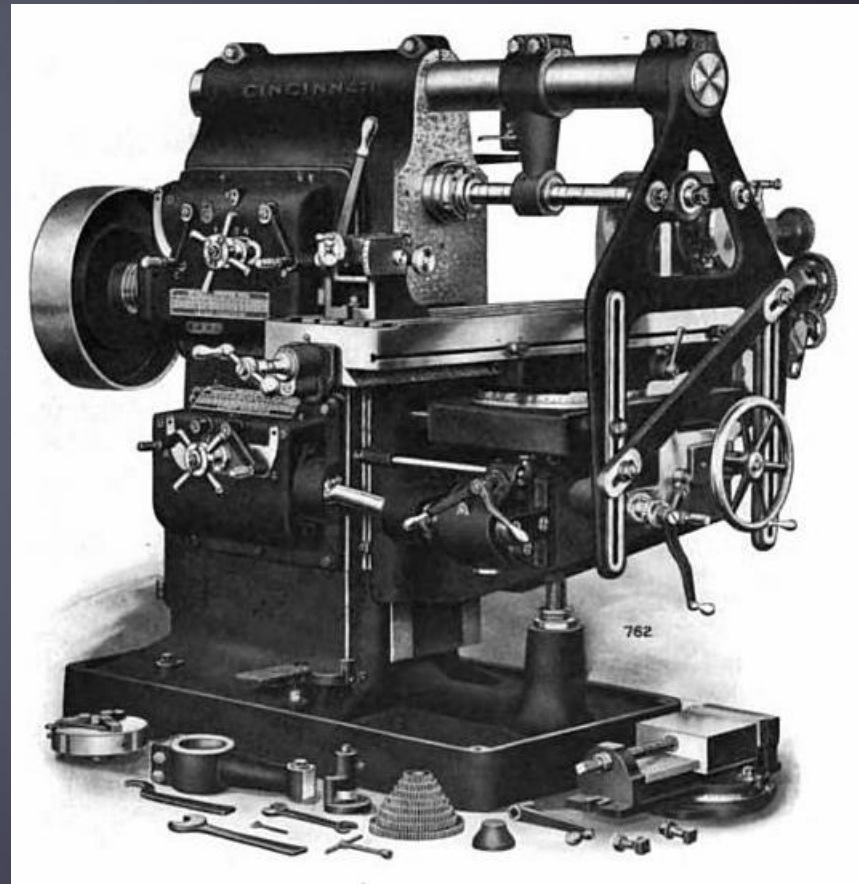
44

- ▶ 1896 Fellows – pierwsza obrabiarka do kół zębatach (frezarka obwiedniowa),
- ▶ <https://youtu.be/ckZRN6NL2ME>
- ▶ <https://youtu.be/1QotmDS-HeU>



- ▶ Zasadniczy wpływ na rozwój przemysłu przed pierwszą wojną światową wywarł Taylor, który wraz z Hilbertem, Barthem, Canttem w latach od 1880 do 1911 opracował zasady naukowego kierowania pracą, norm technicznych, metod obliczeń w planowaniu i normalizowaniu, sposobu kontroli.
- ▶ Odpowiednie zasady Taylora można wyrazić w następujących punktach:
 1. Zastąpienie opartych na tradycji i rutynie sposobów pracy przez nowe sposoby opracowane na podstawie doświadczeń i specjalnych studiów ruchów potrzebnych dla wykonania określonej pracy.
 2. Doboru robotników najlepiej przystosowanych do danej pracy i tematyczne nauczanie ich nowych zasad pracy.
 3. Oddzielenie przygotowania pracy od jej wykonania, w celu zwolnienia robotników od wykazania jakiejkolwiek inicjatywy, przerzucając tę czynność wyłącznie na kierownictwo.
 4. Wprowadzenie systemu płacy opartego na podziale zysków otrzymanych z nadwyżek produkcji.

- ▶ Frezarka z początku XX w.



Wiek XX

47

- ▶ Rok 1902 masowa produkcja samochodów (Olds i Ford)
- ▶ <https://youtu.be/uc23G13cEOM>

- ▶ Kolejnym kamieniem milowym było wymyślenie przez Rudolpha Bannowa kolumnowej frezarki pionowej w 1938 roku
 - Bridgeport milling machine
- ▶ Do roku 1980 wyprodukowano ćwierć miliona sztuk



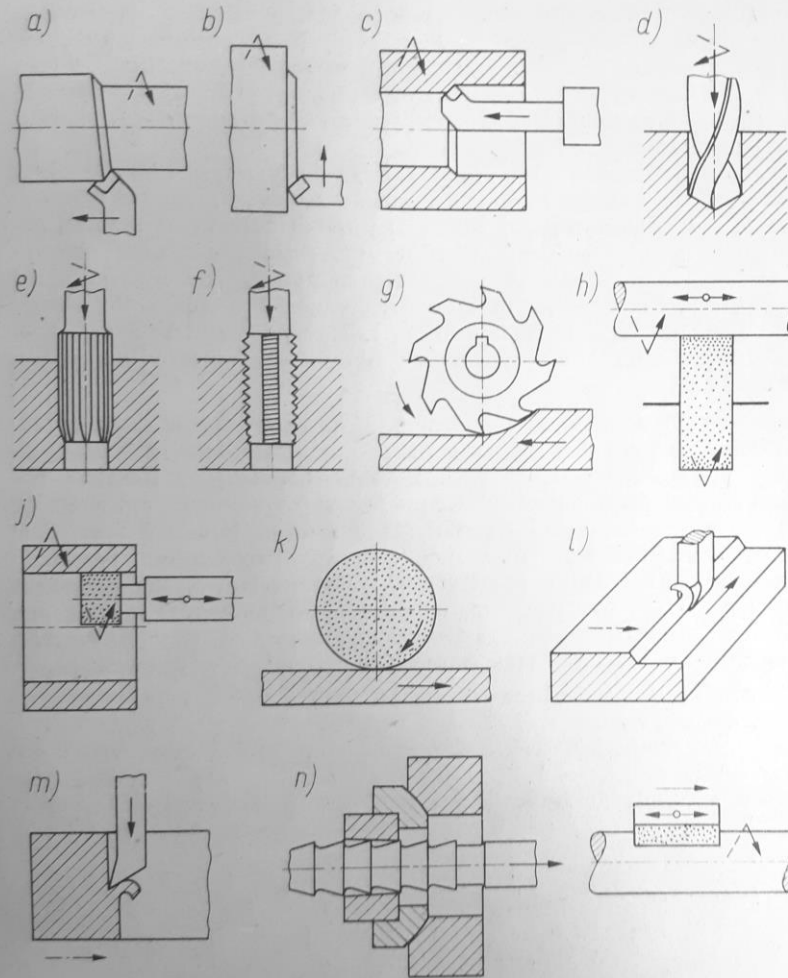
Krosno Jacquarda

49

- W 1805 r Joseph Marie Jacquard wynalazł mechanizm przesmykowy pozwalający na sterowanie pojedynczymi nitkami za pomocą kart perforowanych
- <https://youtu.be/OIJns3fPItE>



- ▶ Prace nad sterowaną numerycznie obrabiarką rozpoczął Parsons ok. 1942 roku
- ▶ Prace nad pierwszą sterowaną numerycznie obrabiarką zakończyły się w roku 1952 (sterowanie kartami perforowanymi)
- ▶ W 1959 roku na konferencji prasowej zaprezentowano pierwszą wykonaną przy użyciu maszyny sterowanej CNC popielniczkę wykonaną na maszynie trójosiowej
- ▶ <https://youtu.be/ob9NV8mmm20>



Rys. 1.1. Przykłady sposobów i odmian obróbki skrawaniem; \rightarrow \curvearrowright ruch prostoliniowy, obrotowy ciągły, \dashrightarrow \dashrightarrow ruch prostoliniowy przerywany: a) toczenie wzdłużne, b) toczenie poprzeczne, c) wytaczanie, d) wiercenie, e) rozwiercanie, f) gwintowanie, g) frezowanie, h) szlifowanie wałka, j) szlifowanie otworu, k) szlifowanie płaszczyzny, l) struganie, m) dłutowanie, n) przeciąganie, p) dogładzanie oscylacyjne (superfinisz)