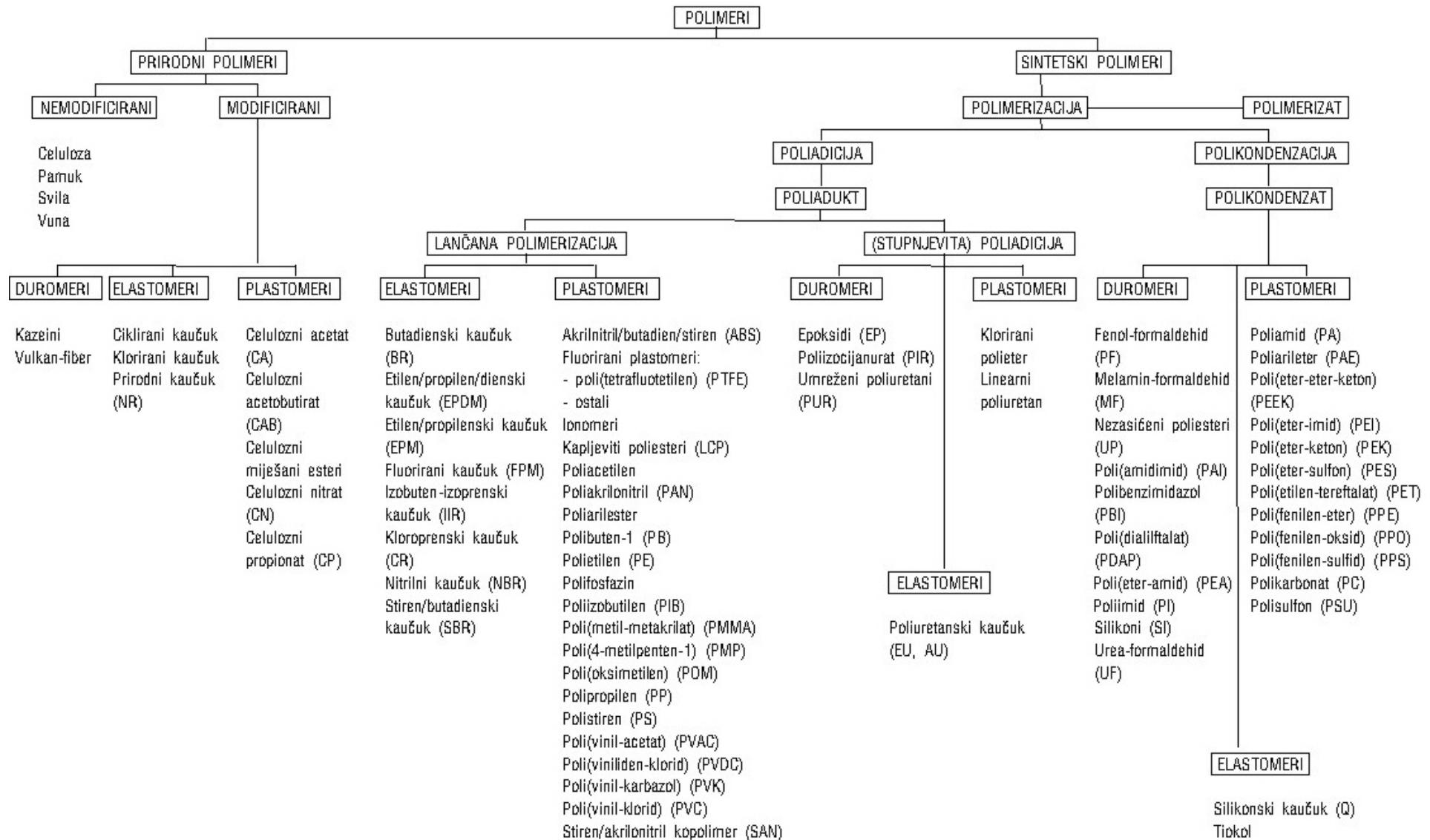


MAŠINE I UREĐAJI ZA PRERADU PLASTIKE

Klasifikacija polimera



Klasifikacija polimera

GRAĐA				
linearna Van der Valsove veze		razgranata imaju i bočne veze	umrežena kovalentno vezani lanci i poprečno um- reženi	prostorna mreža 3D mreža
Glavne grupe	Termoplasti		Elastomeri	Duromeri
Struktura	kristalna	amorfna	amorfna	amorfna

Glavni postupci dobijanja polimera su:

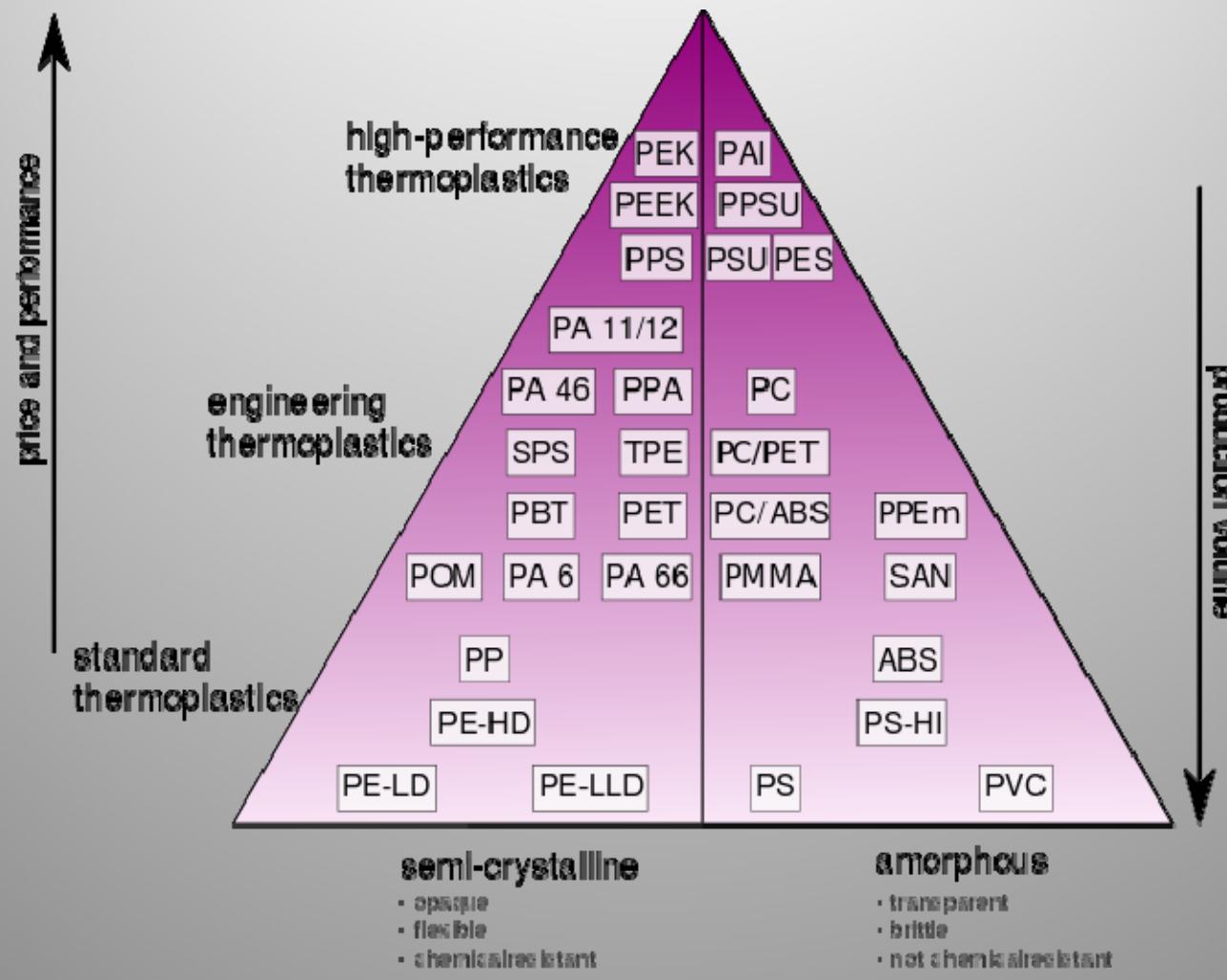
- poliadicija – reakcija razdruživanja raznovrsnih molekula i spajanje atoma u polimere bez izlučivanja nusprodukata (termoplasti –PUR; duroplasti –EP)
- polikondenzacija – reakcija zgušnjavanja i spajanja raznovrsnih molekula uz izlučivanje nusprodukata, na primer: voda (pretežno duroplasti MF, PF, SI, UF; UP; termoplasti PA, PC)
- polimerizacija – reakcija spajanja istih, ili sličnih molekula bez nusprodukata (termoplasti: PE, PP, PS, PVC,...).

Dodaci polimerima služe za poboljšanja uslova prerade, ili poboljšanja upotrebe vrednosti gotovog proizvoda.

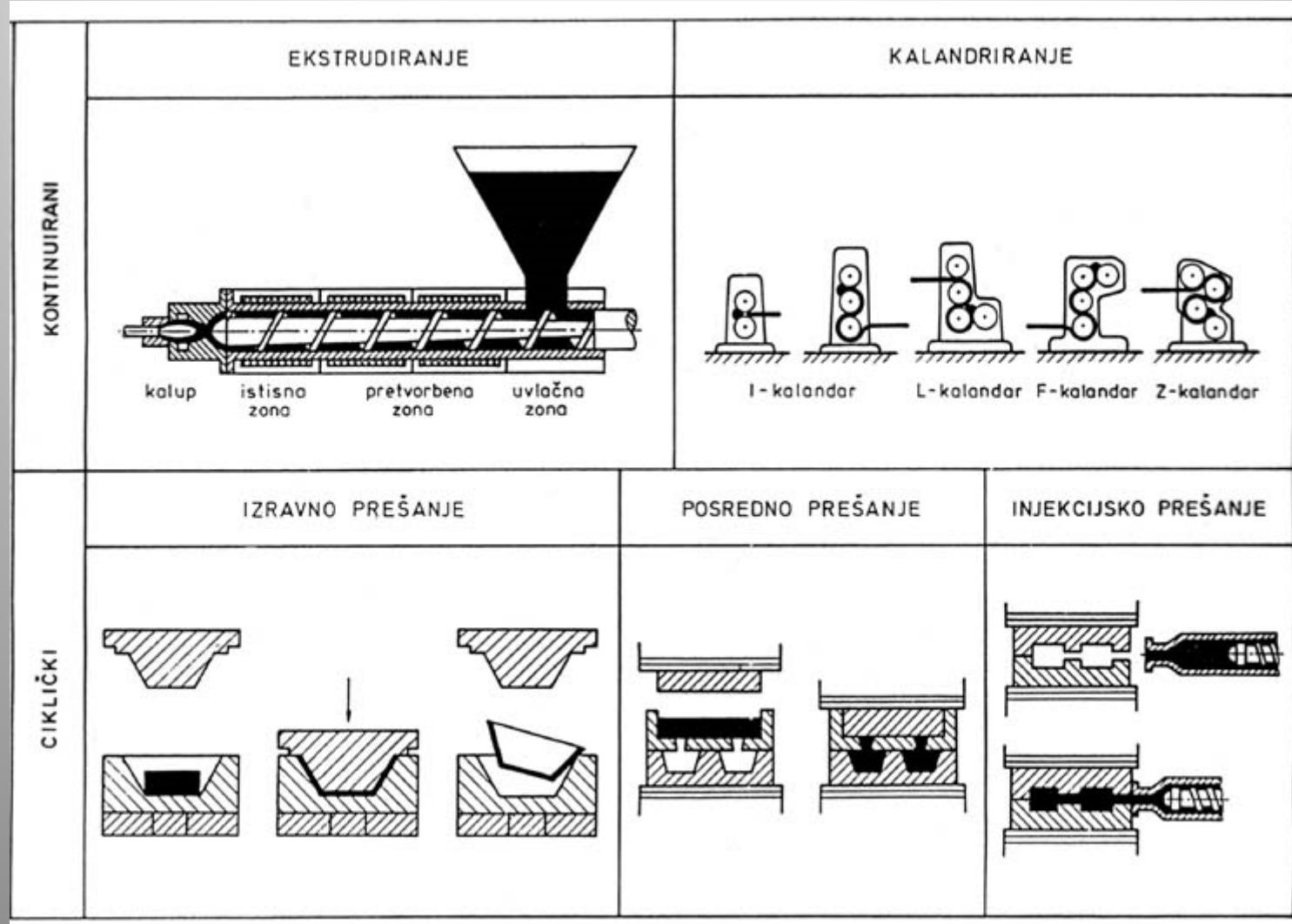
Mogu biti:

1. Dodaci za poboljšanje optičkih i estetskih osobina materijala (boje, punila),
2. Dodaci za poboljšanje uslova prerade (maziva, odvajači, regulatori viskoznosti, punila),
3. Dodaci za poboljšanje mehaničkih osobina (povećanje žilavosti i elastičnosti, omekšavači, punila),
4. Dodaci za održavanje i očuvanje osnovnih svojstava (svetlosni stabilizatori, antistatici, antioksidansi, biocidi),
5. Ostali dodaci (dezodoransi, parfemi, dodaci za smanjenje gorivosti),

Klasifikacija polimera



Osnovni postupci primarne obrade-prerađe plastike



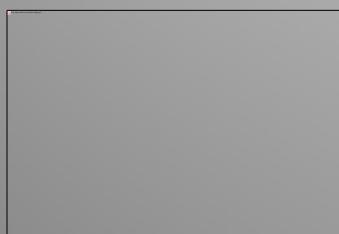
Injekcione presovanje

Definicija:

Ciklični postupak prerađe plastomera brzim ubrizgavanjem plastomernog rastopa u temperiranu kalupnu šupljinu i istovremeno očvršćavanje u željeni oblik proizvoda-otpresa.

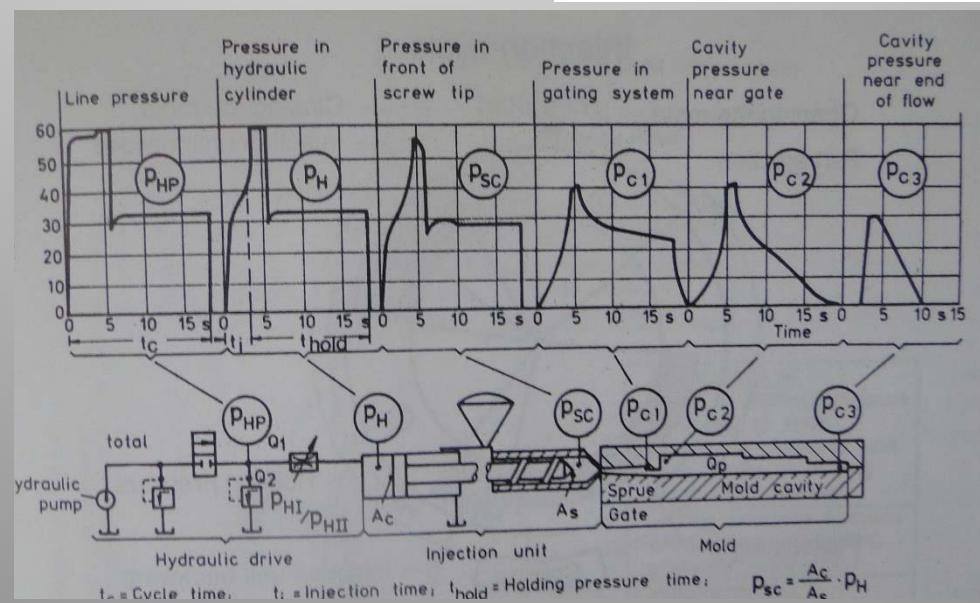
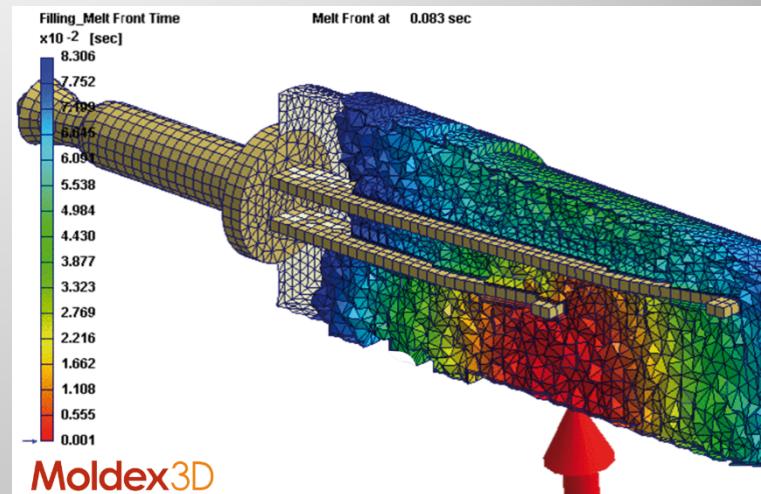
Glavne prednosti:

- ✓ mogu se izrađivati delovi veoma različite geometrije, dimenzija, stepena složenosti, karakteristika
- ✓ veliki izbor i stalni razvoj novih materijala sa različitim karakteristikama
- ✓ ušteda u materijalu
- ✓ visok stepen automatizacije i kratko vreme izrade
- ✓ velika tačnost dimenzija i oblika gorovog prizvoda
- ✓ velika ponovljivost
- ✓ mali radni prostor za smestaj opreme
- ✓ široka mogućnost za doradu, obradu i oplemenjivanje površina,
- ✓ izrada proizvoda u kombinaciji sa metalom i drugim materijalima
- ✓ brizganje više komponenti istovremeno (dvokomponentno, trokomponentno, četvorokomponentno)



Glavni nedostaci

- velika cena osnovne opreme
- složen termodinamičko-reološki proces



Plastic Injection Machine

by

www.mekanizmalar.com

Injekcione presovanje - ekonomski parametri -

Alati

Market segment	Percentage of molders supplying moldings to this industry (in %)
Automotive	43
Electrical/electronics	40
Domestic appliances	30
Packaging, closures	26
Medical	24
Consumer goods	22
Telecommunication	22
Sports, leisure	19
Furniture	17
Office appliances	15
Toys	14

Mašine

Region	Production share (in %)
Asia, Japan	41
Europe	38
North America	14
Latin America	5
Rest of the World	2

Pregled istorijskog razvoja mašina za IP

1839 Charles GOODYEAR otkrio proces vulkanizacije prirodne gume.

1847 Jons Jacob Berzelius proizvodi prvi kondenzacioni polimer: poliester, izveden iz glicerina (propanetriola) i vinske kiseline. Berzelius je takođe zaslužan uvođenje hemijskih termina alotropa, kataliza, izomera i polimera.

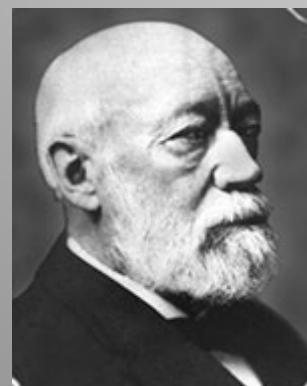
1861 Prva komercijalna plastika koja je napravljena u Britaniji [Alexander Parkes](#).

1862 Alexander javno je demonstrirao svoju plastiku na međunarodnoj izložbi u Londonu 1862. godine, nazvavši materijal koji je proizveo "Parkesin." Iako skupa za proizvodnju, krhka i zapaljiva, Parkesin plastika se može zagrejati, oblikovati i zadržava formu nakon hlađenja.

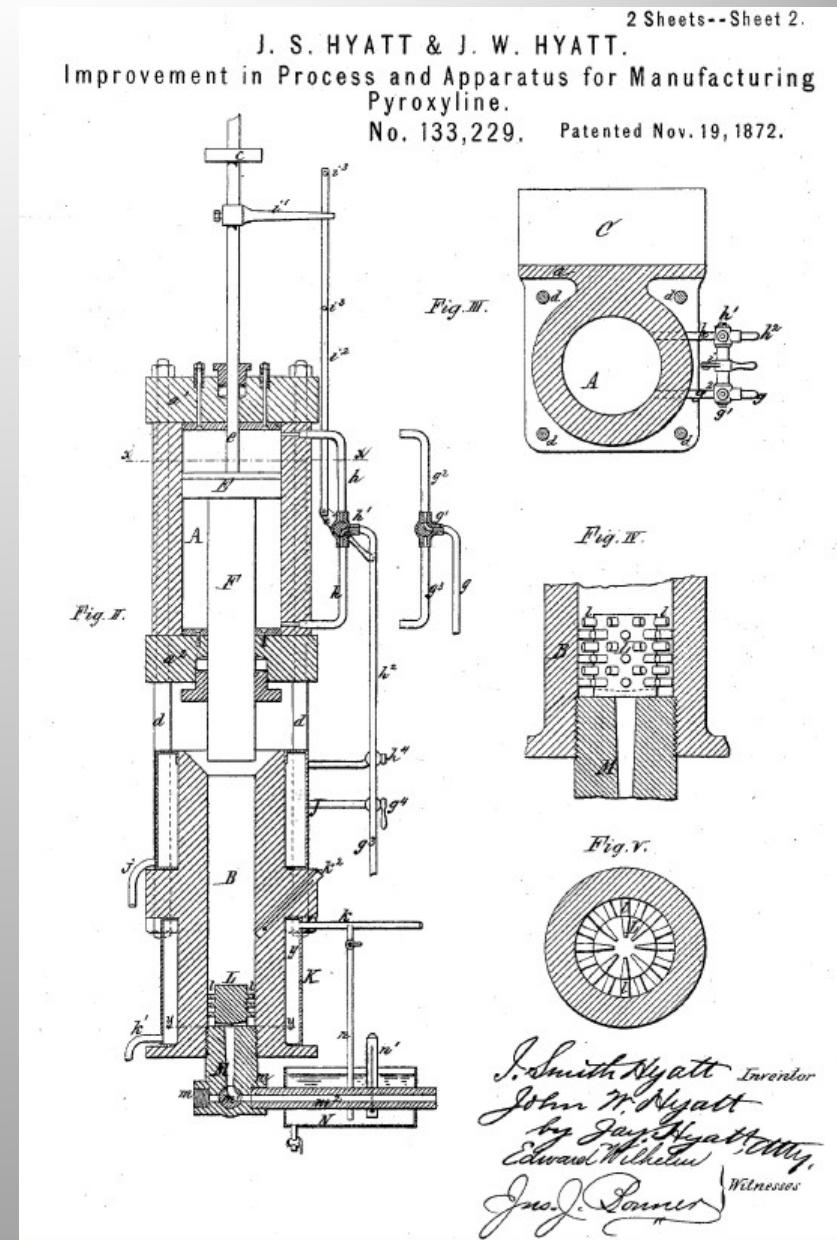
1868 Američki pronalazač Džon Vesli Hajat (John Wesley Hyatt) razvija plastični materijal koji je nazvao Celuloid, napravljen od procesu koji je kombinovao celulozni nitrat i kamfor - poboljšava Parkesov izum tako da se može lako preraditi u gotov oblik. Razvijen kao zamena za slonovaču u bilijarskim kuglama (Albany Billiard Ball Company).

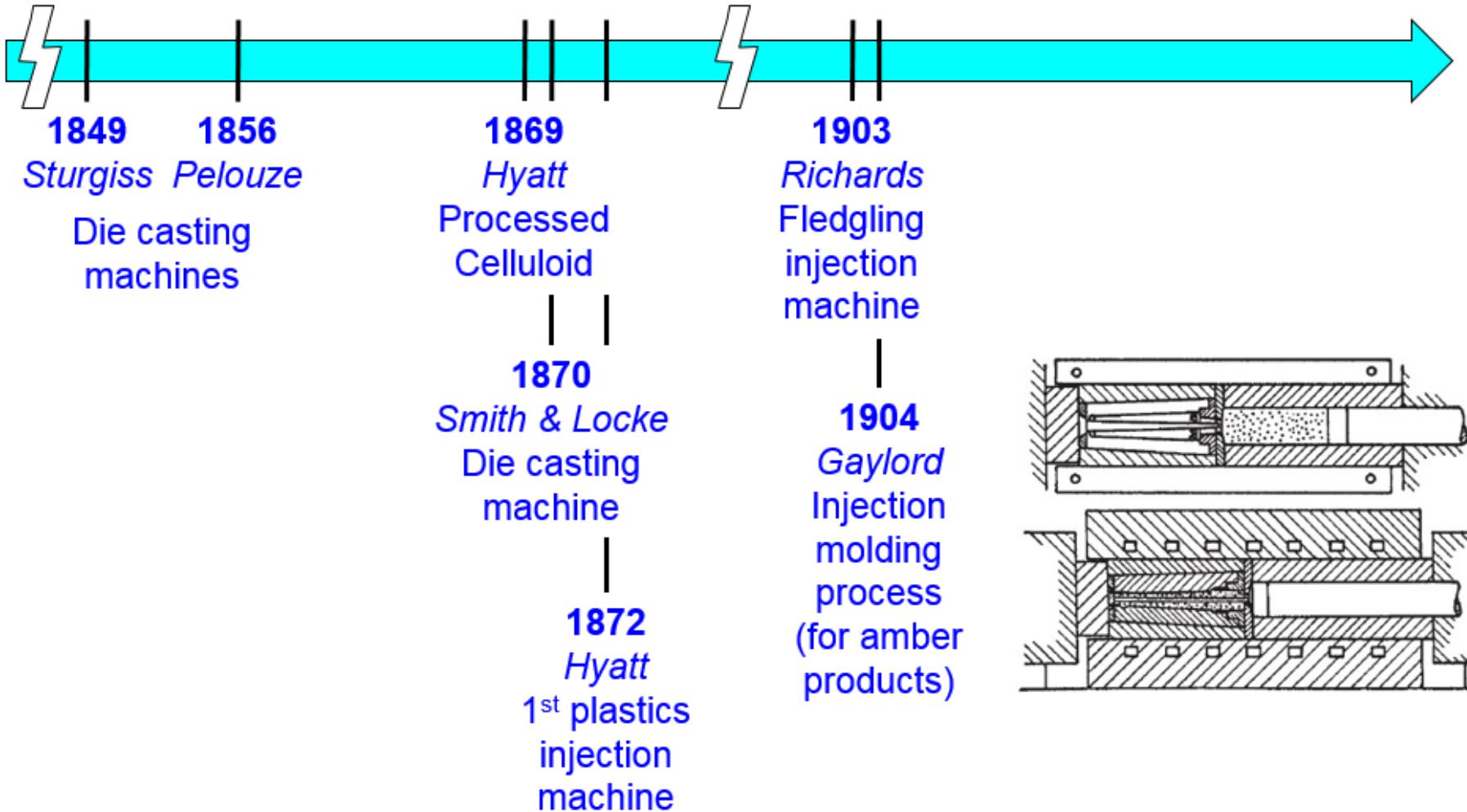
1870 Smith & Locke - Die casting machine (Mašina za livenje metala)

1872 John Veslei Hiatt, zajedno sa bratom Isaiahom, patentirao je prvu mašinu za brizganje (slika). Ova mašina je bila relativno gruba u poređenju sa mašinama koje se danas koriste, i radila je kao jedan veliki špric. Koristio je klip za ubrizgavanje rastopljene plastike kroz zagrejani cilindar u dvodelni kalup. Industrija prerade plastike se tokom godina polako razvijala, a glavni proizvodi su bili **okovratnici, dugmad i češljevi za kosu**



John Wesley Hyatt
1837 - 1920



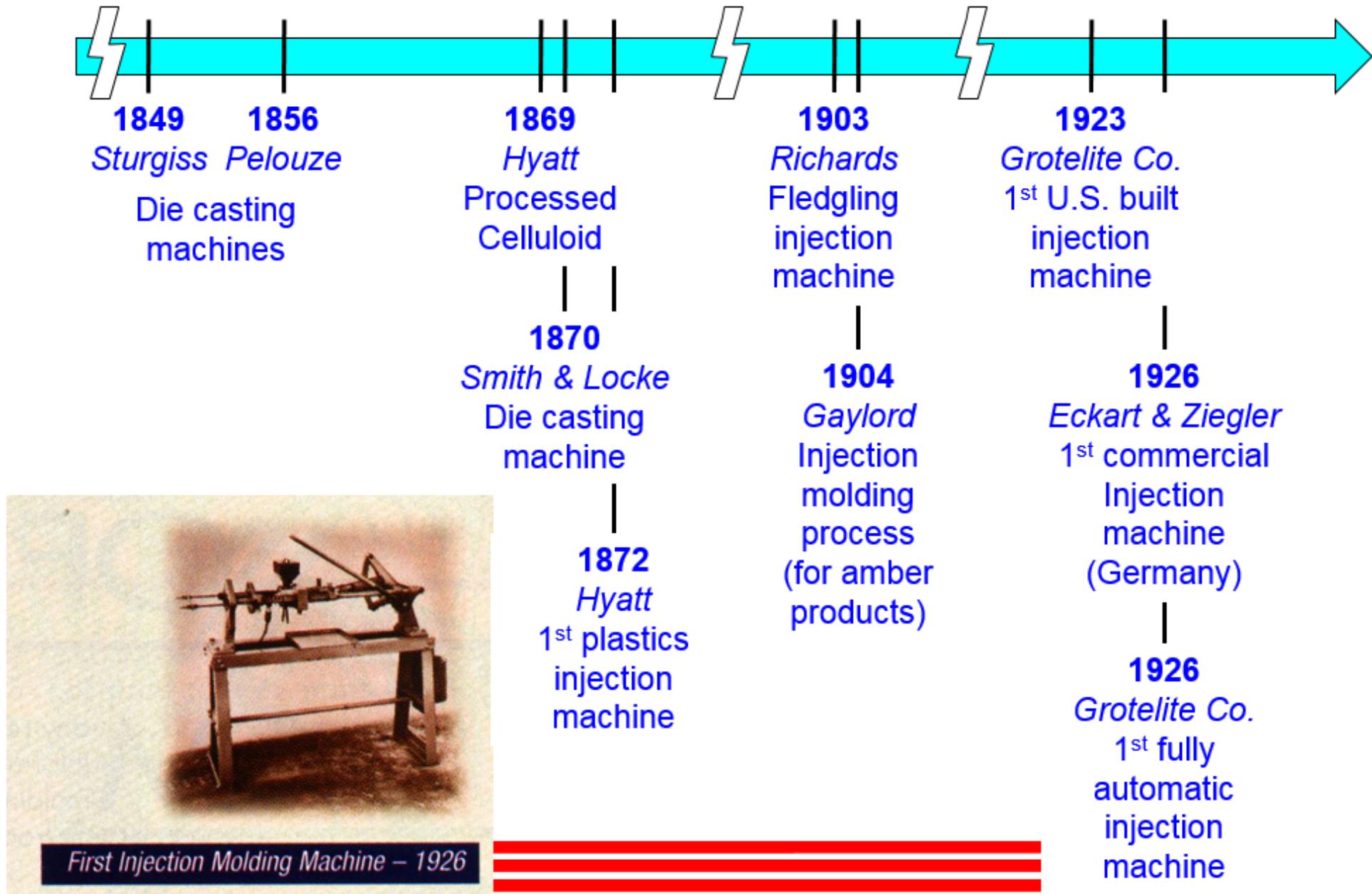


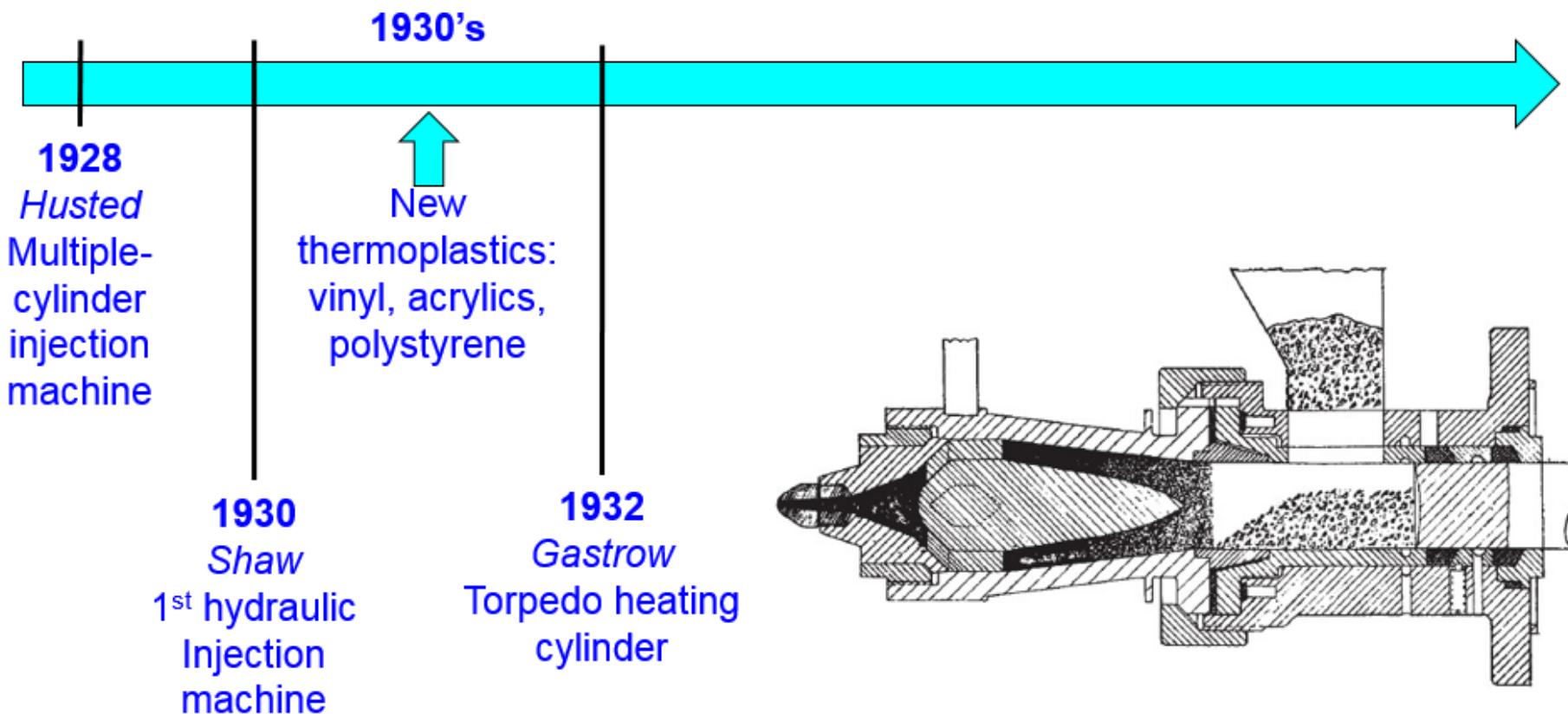
1905 – Vorraber patentira postupak ubrizgavanja pužem (nepoznat više od 50 god)

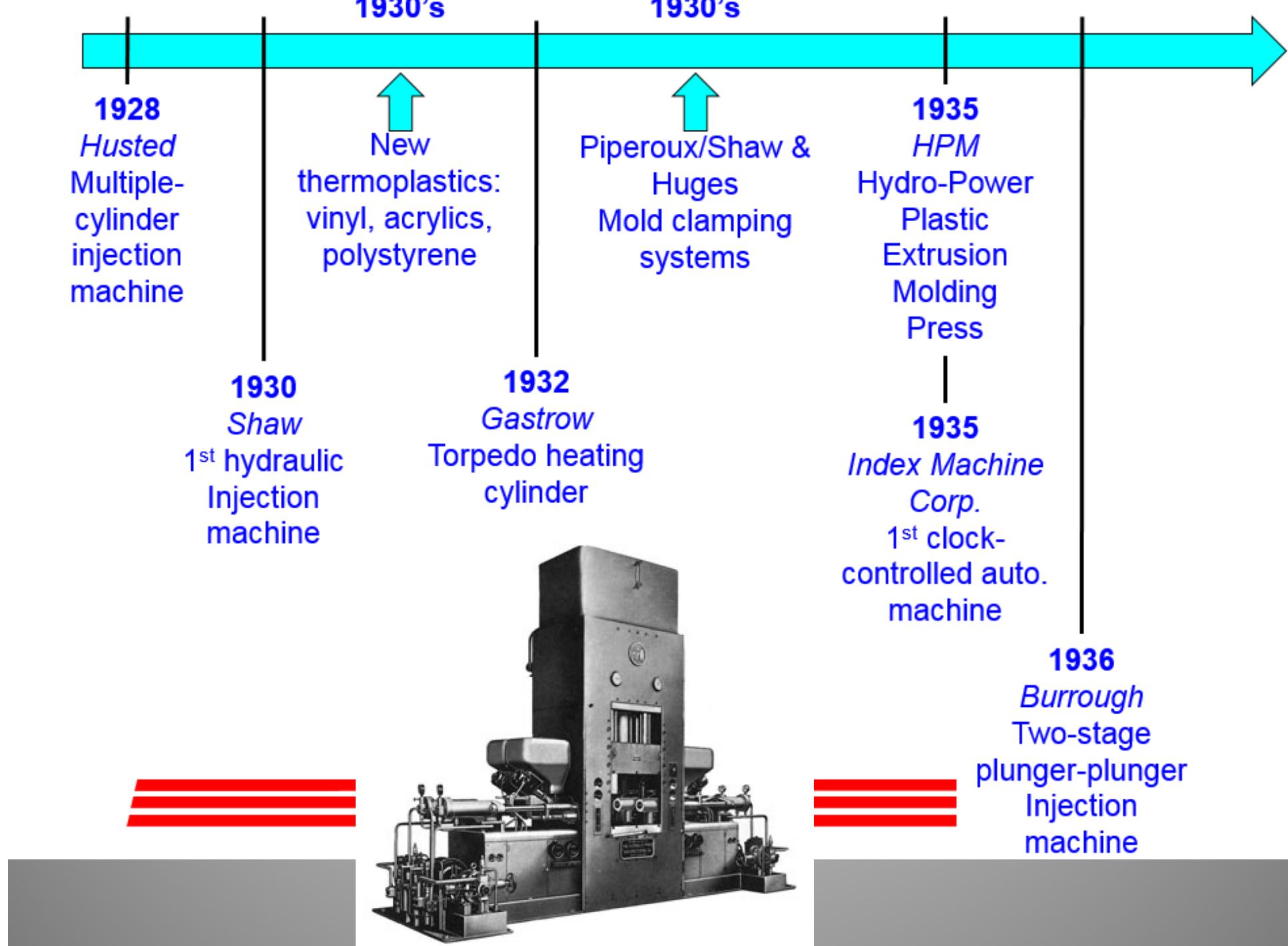
1921 – H.Buchholz napravio prvu mašinu koja bi se mogla nazvati mašinom za IP

1925 – Uhlmann uvodi u praksu pojam Injekcionalno presovanje

1926 – Eckert und Ziegel GmbH počinju serijsku proizvodnju klipnih mašina za ubrizgavanje





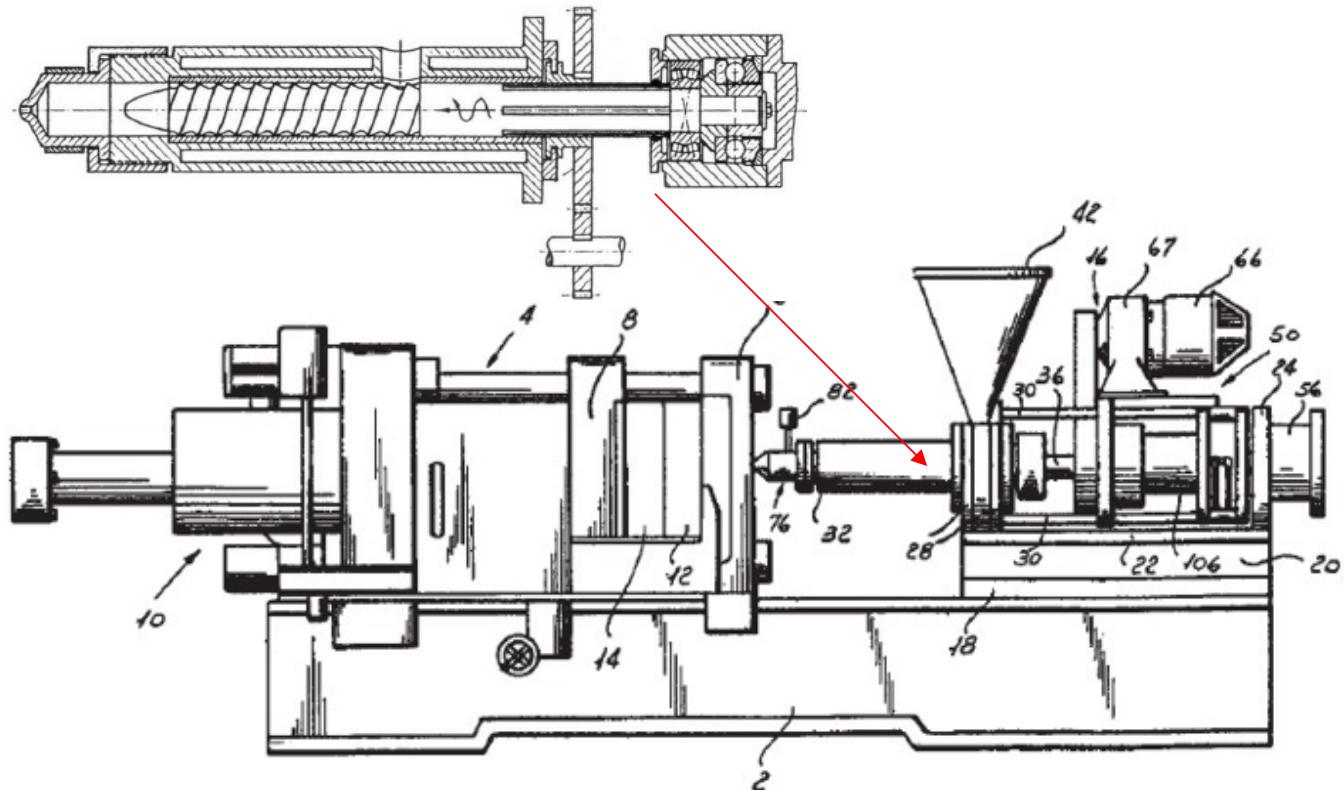


1943

Beck (BASF)

1st

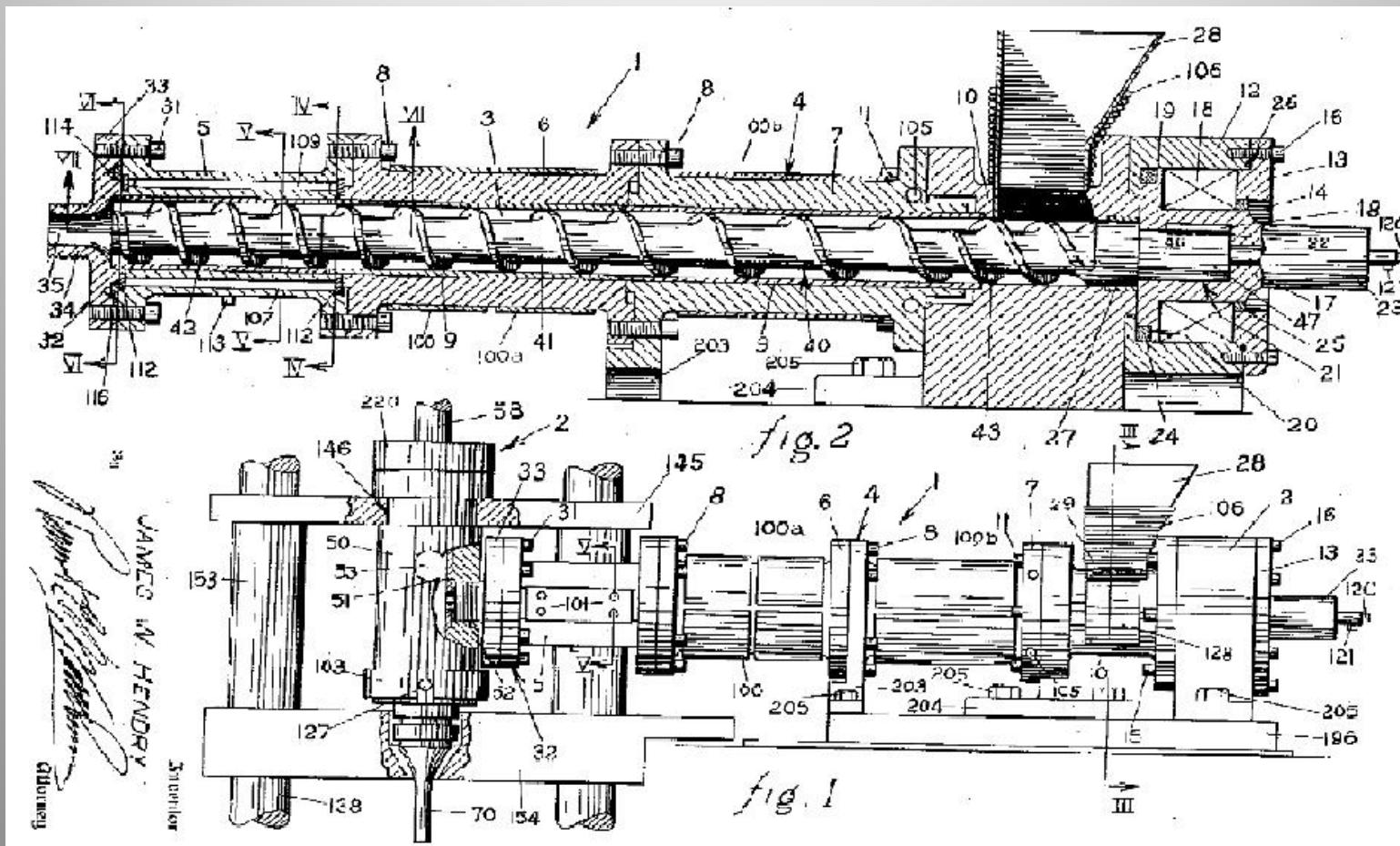
Reciprocating
screw injection
machine



1938 – R.Quiellery patentira mašinu za ubrizgavanje sa pužnim vijkom za preradu elastomera

1943 – H.Beck patentira mašinu za ubrizgavanje sa pužnim vijkom za preradu plastomera

1946 Američki pronalazač Džejms Votson Hendri pravi prvu mašinu – ekstruder sa pužnim vijkom. Rotirajući vijak je omogućavao bolju kontrolu nad brzinom ubrizgavanja i samim tim kvalitet proizvedenih artikala.

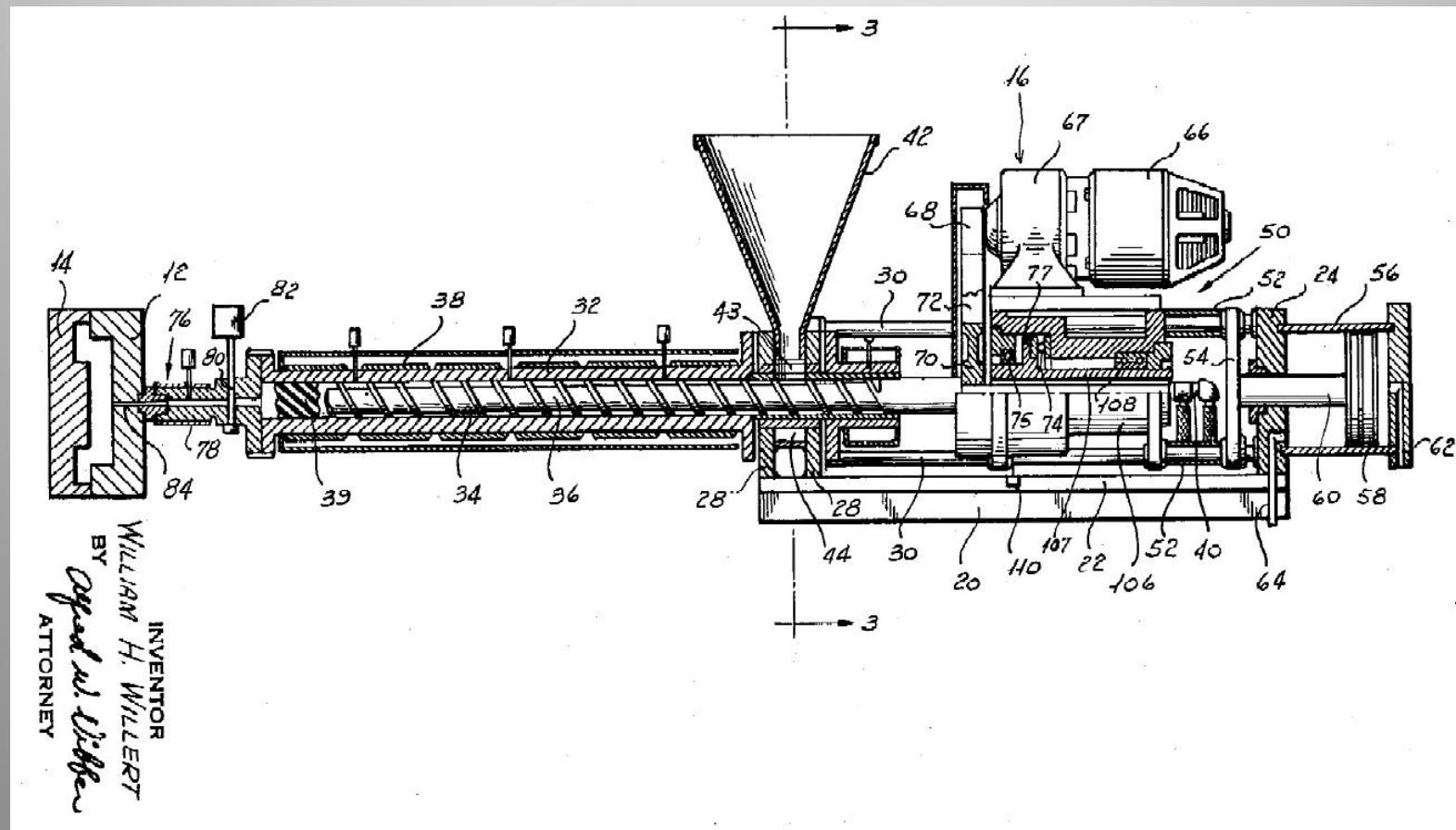


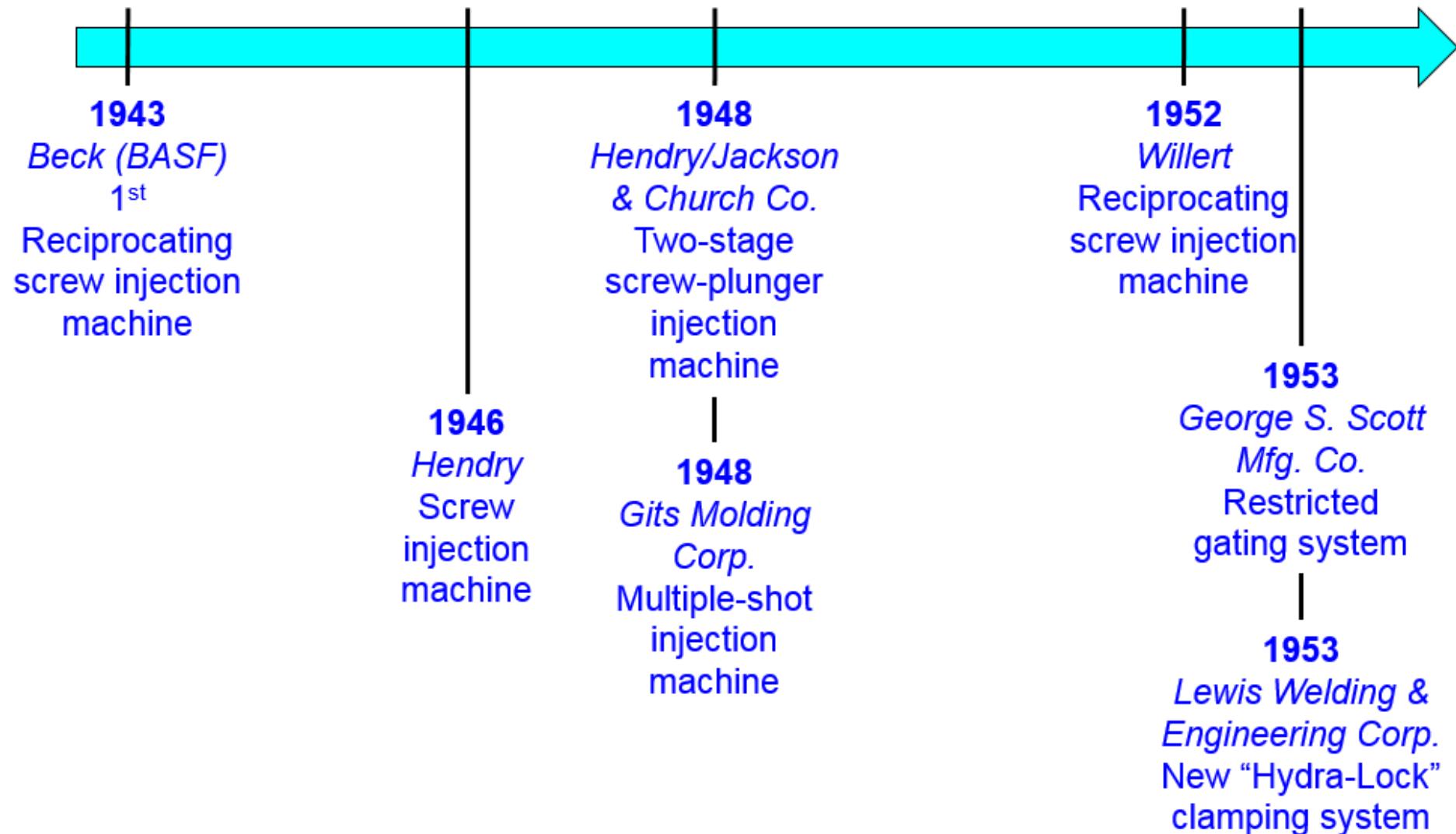
<p>1943 <i>Beck (BASF)</i> 1st Reciprocating screw injection machine</p>	<p>1948 <i>Hendry/Jackson & Church Co.</i> Two-stage screw-plunger injection machine</p>
<p>1946 <i>Hendry</i> Screw injection machine</p>	<p>1948 <i>Gits Molding Corp.</i> Multiple-shot injection machine</p>

1950. Firma Windsor pokušava uvesti mašinu za ubrizgavanje sa dva pužna vijka

1956. Ankerwerk proizvodi prvu komercijalnu mašinu za ubrizgavanje sa jednim pužnim vijkom (princip koji se i danas koristi)

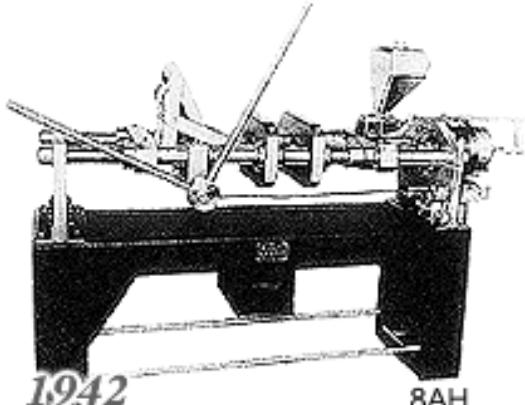
1952. W. H. Willert patentira pužni plastični plastifikator – koristi sistem iz ekstrudera. Kod ovog sistema, pužni vijak se pomera unazad i napred tokom ciklusa rada kalupa. Nakon mešanja, pužni vijak prestaje da se okreće i celi puž se pomiče napred, delujući kao klip za ubrizgavanje materijala u kalup. Tokom plastifikacije, vijak se pomera unazad nasuprot hidrauličkog povratnog pritiska.





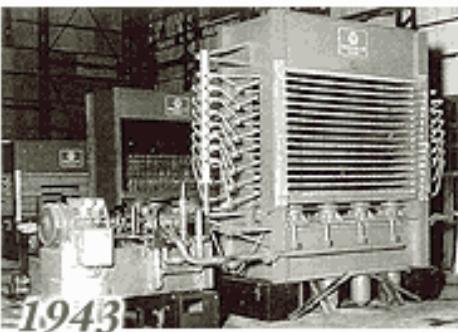
- 1968** T.Engel patentirao mašinu za ubrizgavanje sa teleskopskom komorom za topljenje
- 1978** Kubat (Švedska) razvilo postupak ubrizgavanja sa visokim priskom 500MPa
- 1980** Francuska firma KEP razvila princip plastificiranja i ubrizgavanja sa rotirajućim klipom

1942 Japan's first plastic injection molding machine 8AH developed.



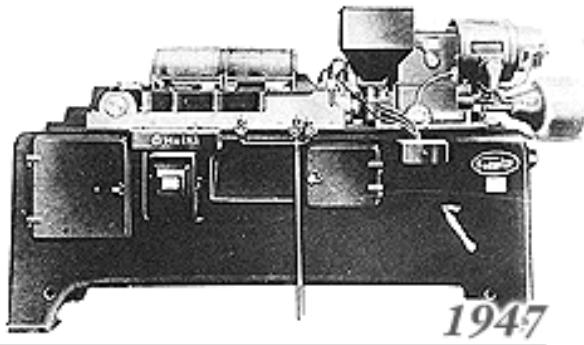
(Japan's first plastic injection molding machine 8AH)

1943 Japan's first plywood hot press developed.



(Japan's first plywood hot press)

1947 Fully-automated/motorized "NADEM100" injection molding machine enters completed unit mass-production phase.



1970s James Watson Hendry je razvio prvi razvoj postupak injekcionog presovanja pomoću gasa pod pritiskom (gas-assisted injection molding process), koji je omogućio proizvodnju složenih, šupljih predmeta koji su se brzo hladili. Ovo je uveliko poboljšalo fleksibilnost dizajna, kao i čvrstoću i završnu obradu proizvedenih delova uz istovremeno smanjenje vremena proizvodnje, troškova, težine i otpada.

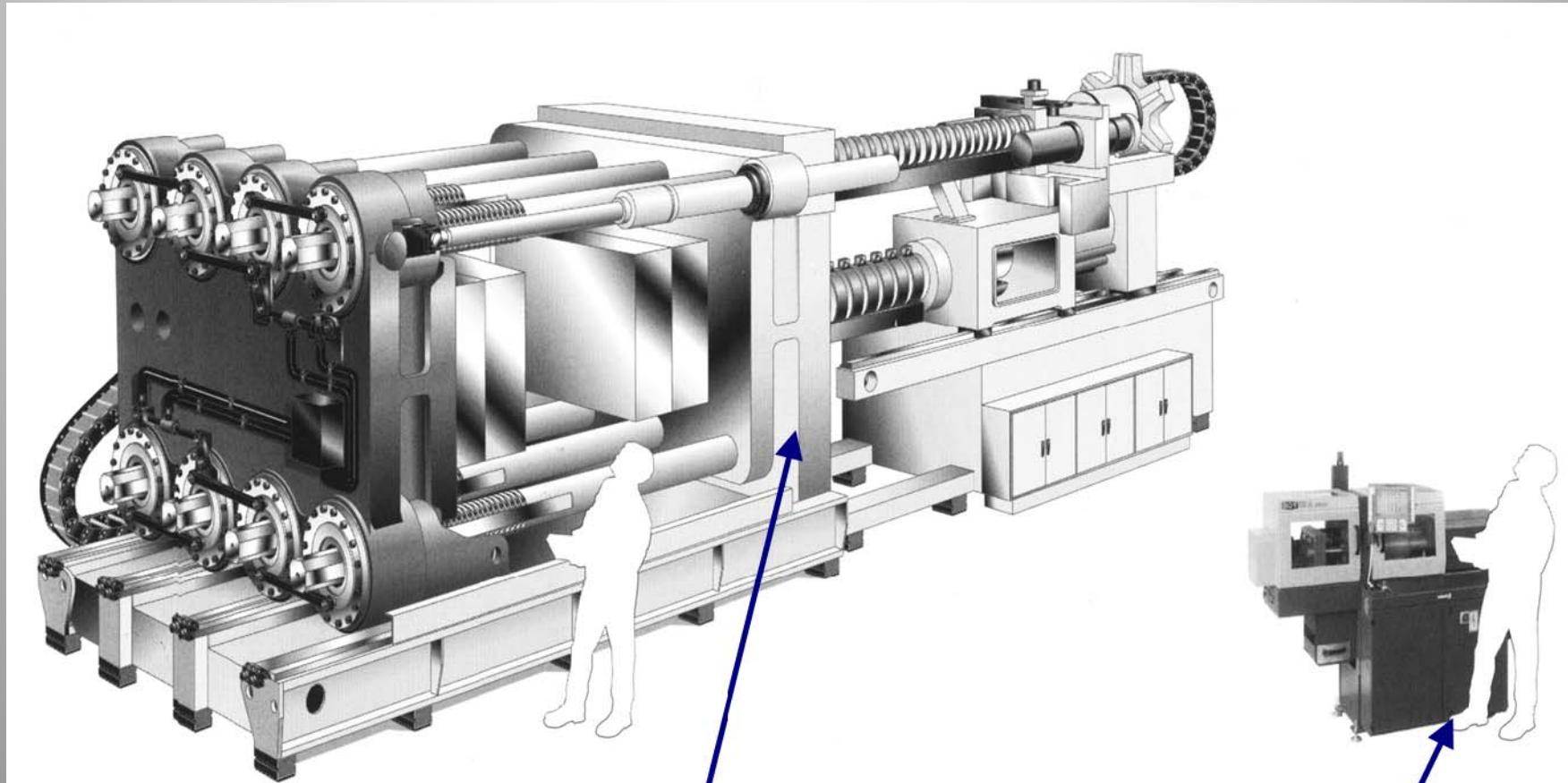
1972 Uvođenje robota za uklanjanje delova dobijenih brizganjem.

1979 Proizvodnja plastike nadmašuje proizvodnju čelika.

1985 Razvijena električna mašina za injekcionalno brizganje (Japan)

1990 Aluminijumski kalupi počinju da se masovno koriste u injekcionom brizganju





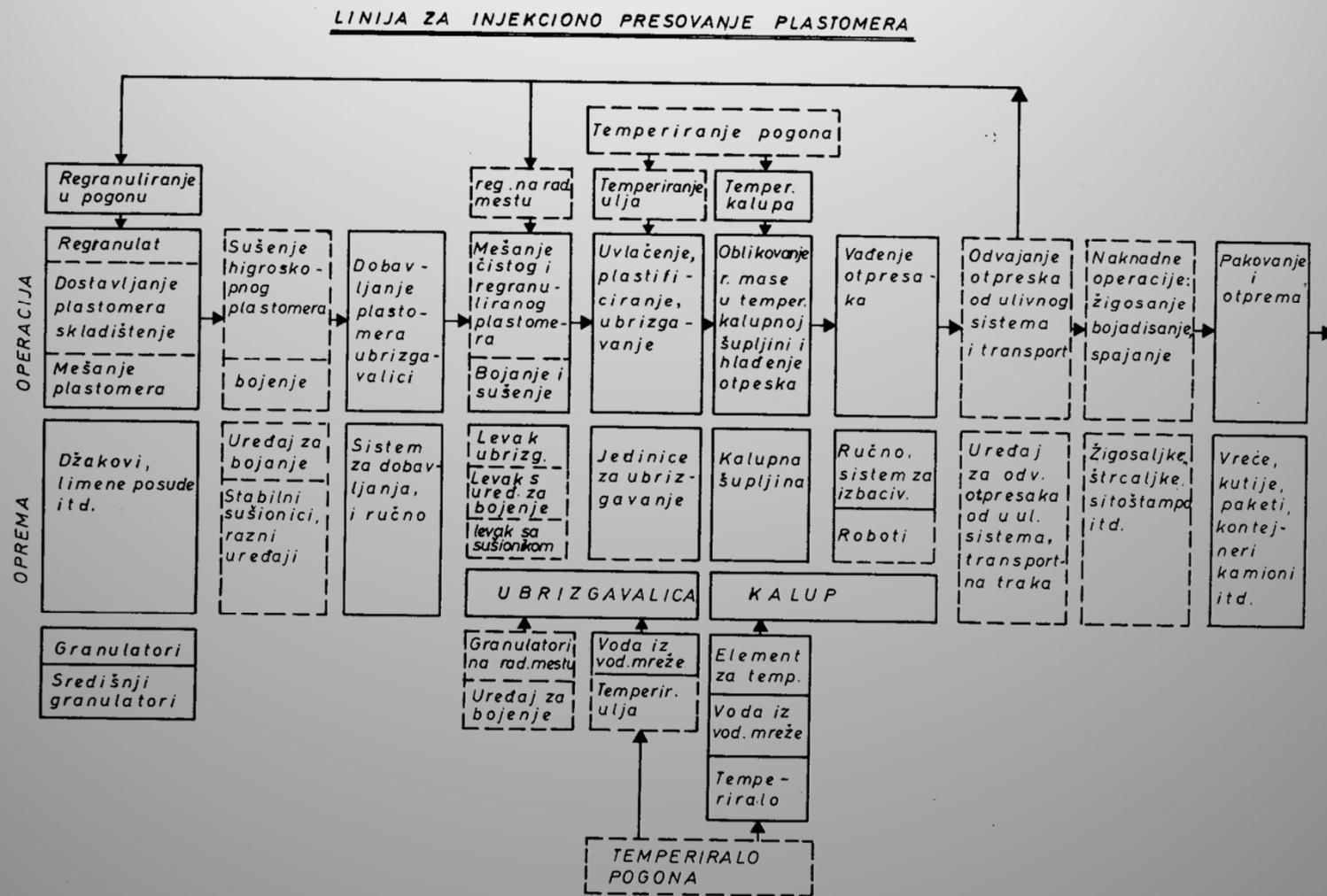
Ubrizgavalica Husky
(Sila zatvaranja 80.000 kN)

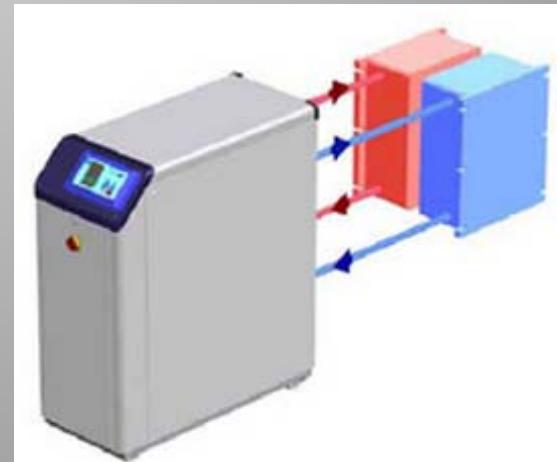
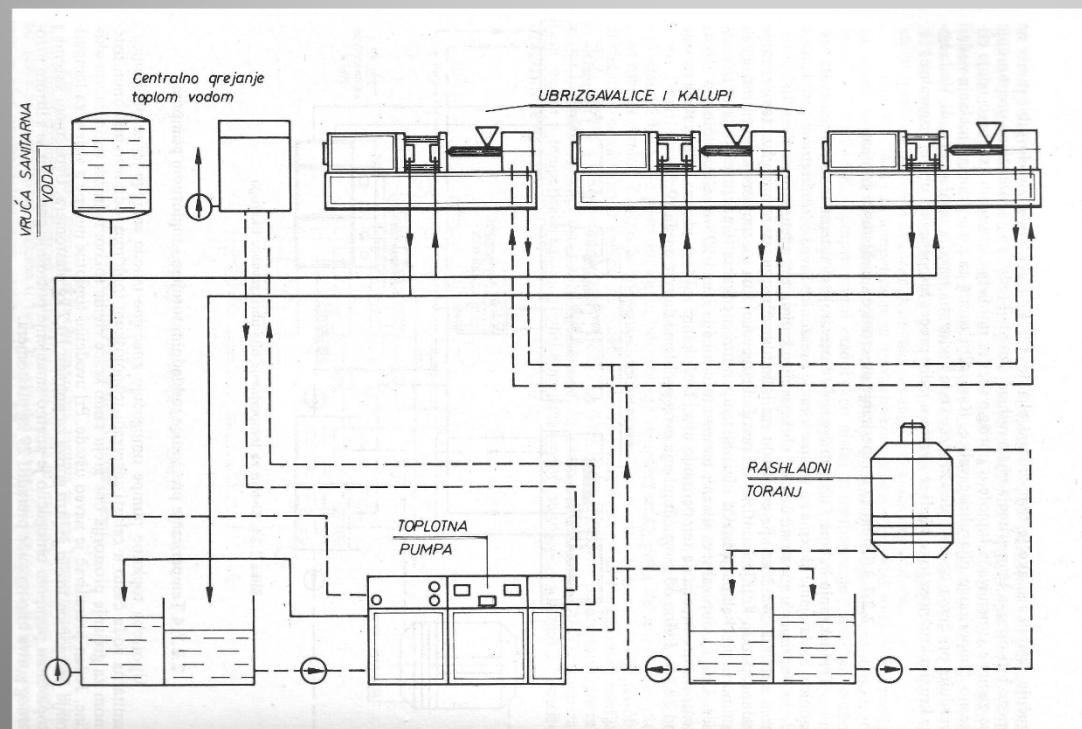
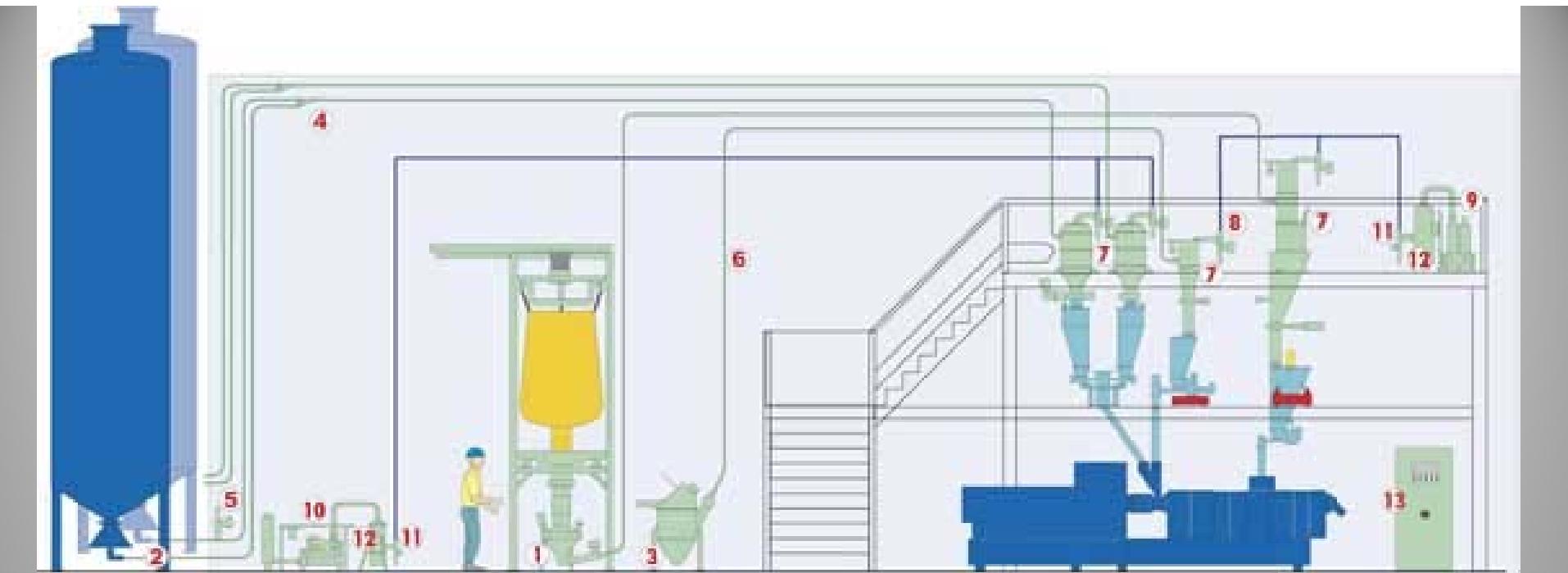
Ubrizgavalica Dr.Boy
(Sila zatvaranja 150 kN)



Linija za injekciono presovanje

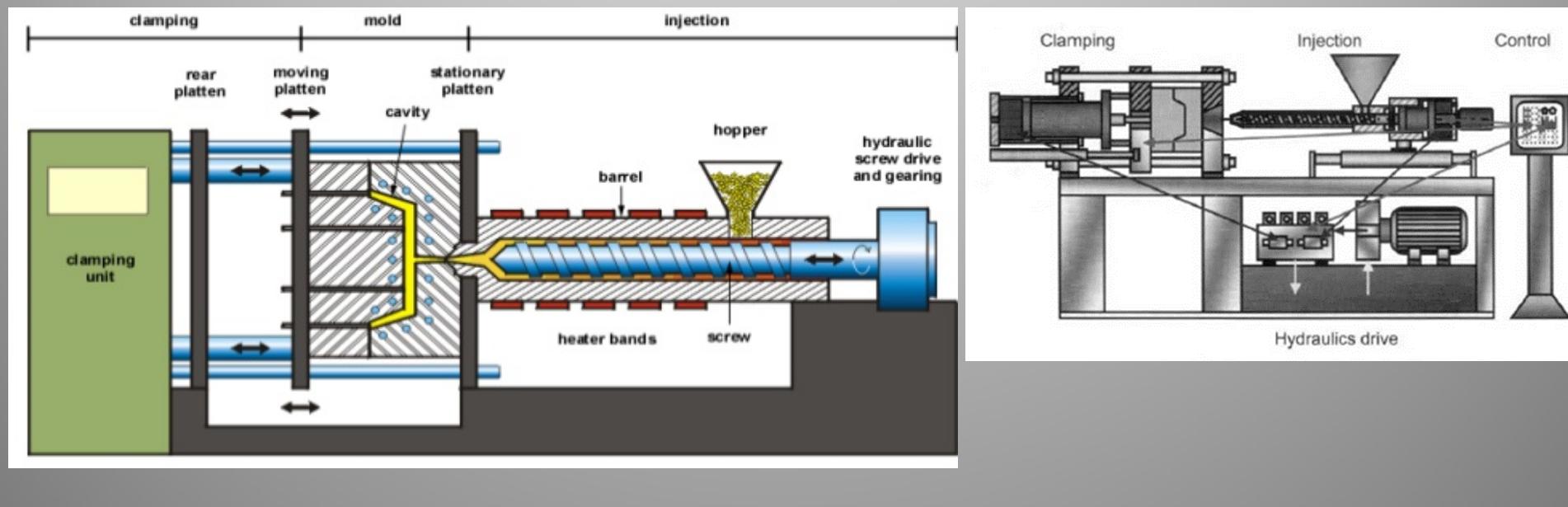
- Osnovna (tehnološki nužna) oprema
(Sistem -mašina za injekciono presovanje)
- Dopunska oprema



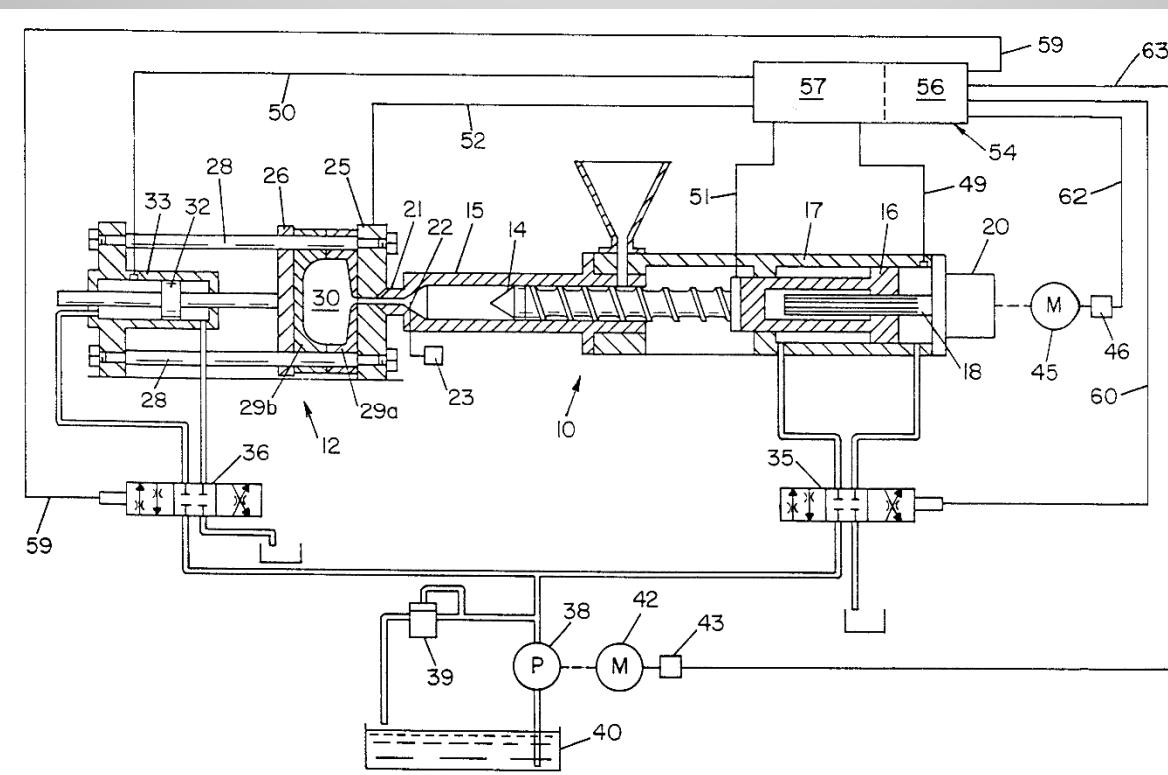
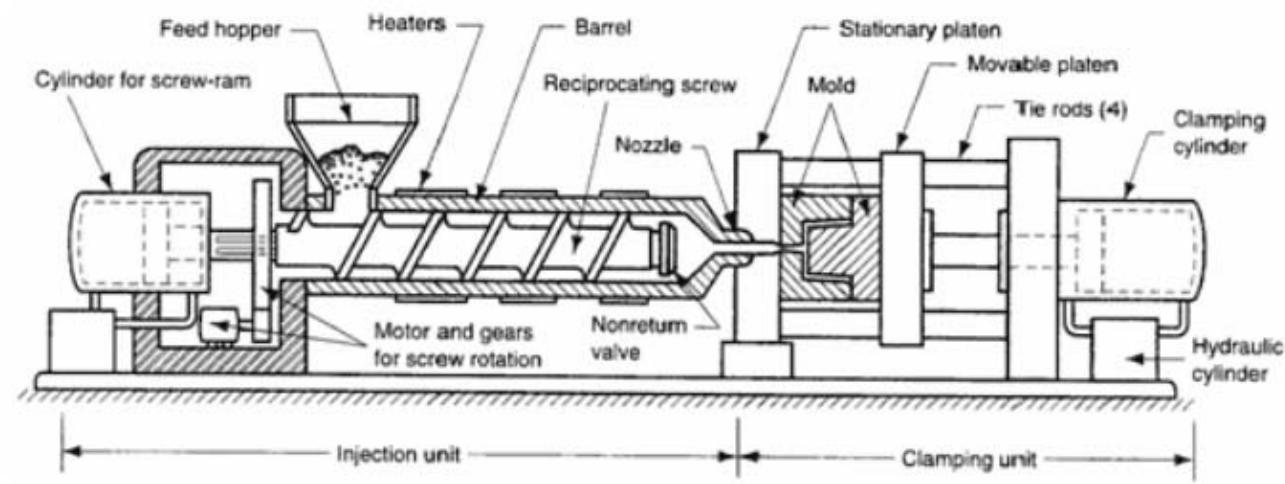


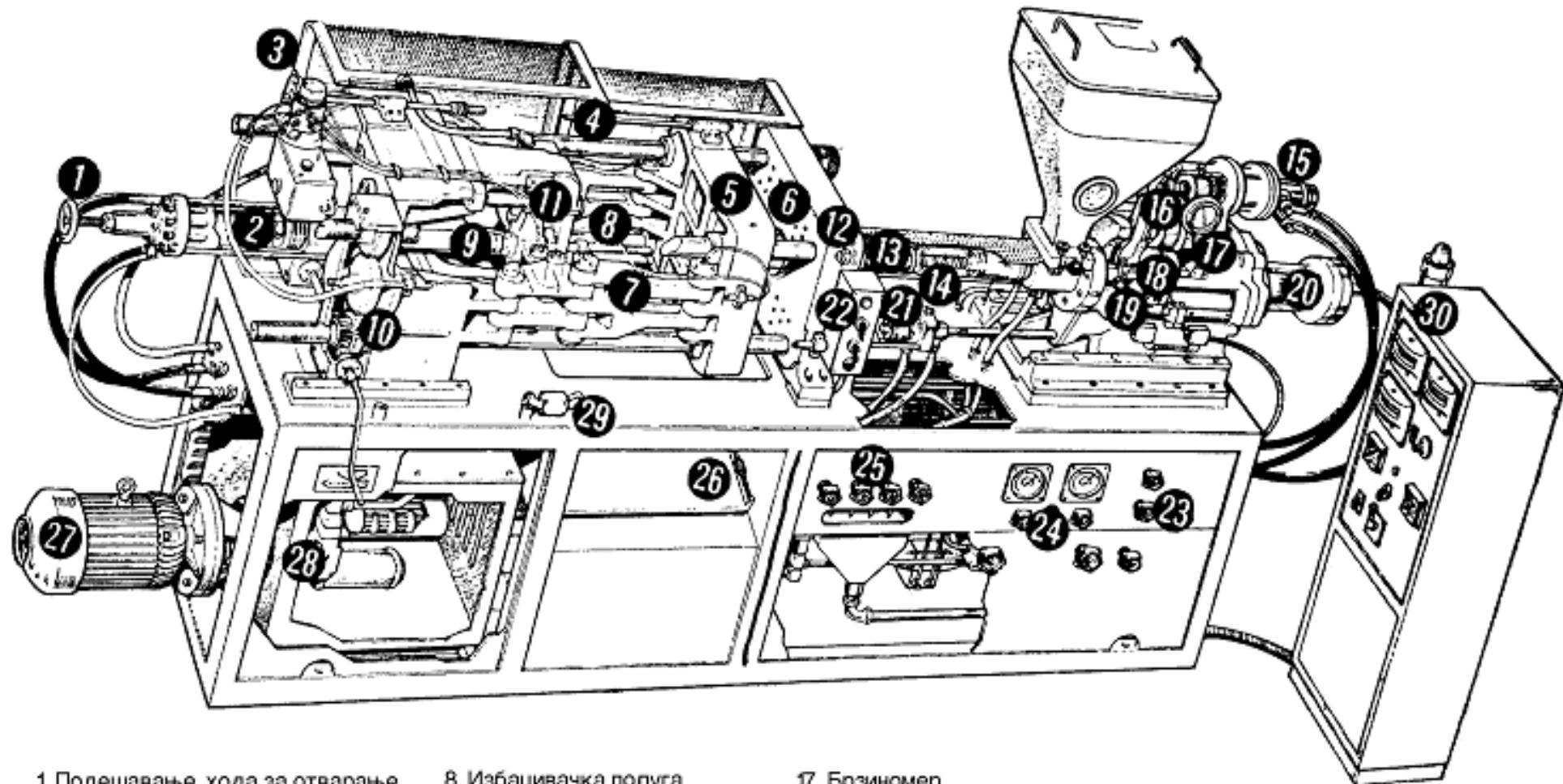
Funkcionalne celine mašina za injekciono presovanje

- Jedinica za ubrizgavanje (injection)
 - Alat-kalup (mold)
 - Jedinica za zatvaranje (clamping)
 - Hidraulično-pogonska jedinica
 - Upravljačko-kontrolna jedinica
- ❖ Strana ubrizgavanja
 - ❖ Strana zatvaranja



Injection Moulding





1. Подешавање хода за отварање и затварање калупа
 2. Цилиндар за затварање калупа
 3. Аутоматска пумпа за под-
мазивање
 4. Подешавање полуза пумпи за подмазивање
 5. Помоћна плоча - страна избацивача
 6. Чврста плоча - страна млазнице
 7. Коленастте полузе - покретачи

8. Избацивачка полуза
 9. Покретна мотка
 10. Уређај за приближавање калупа
 11. Командни уређај за отварање калупа
 12. Млазница
 13. Грејачи цилиндра
 14. Пуж
 15. Хидромотор
 16. Редукциони зупчаници

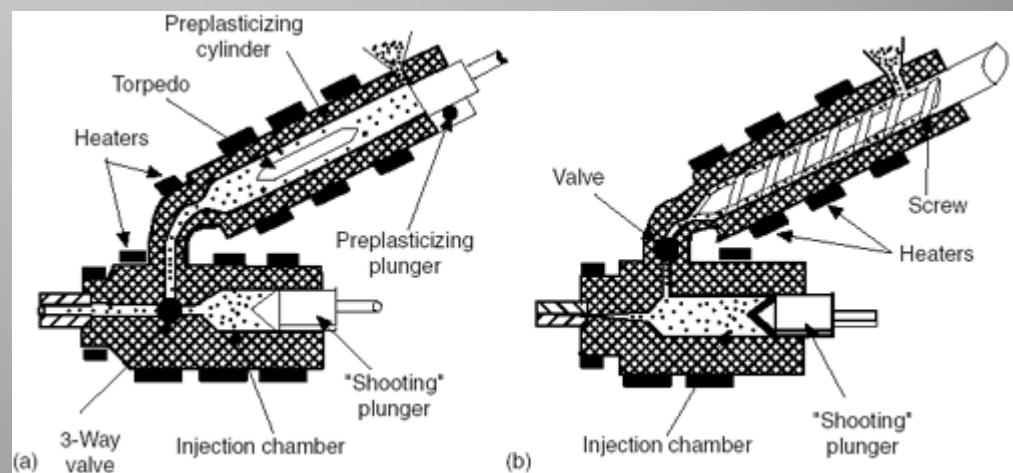
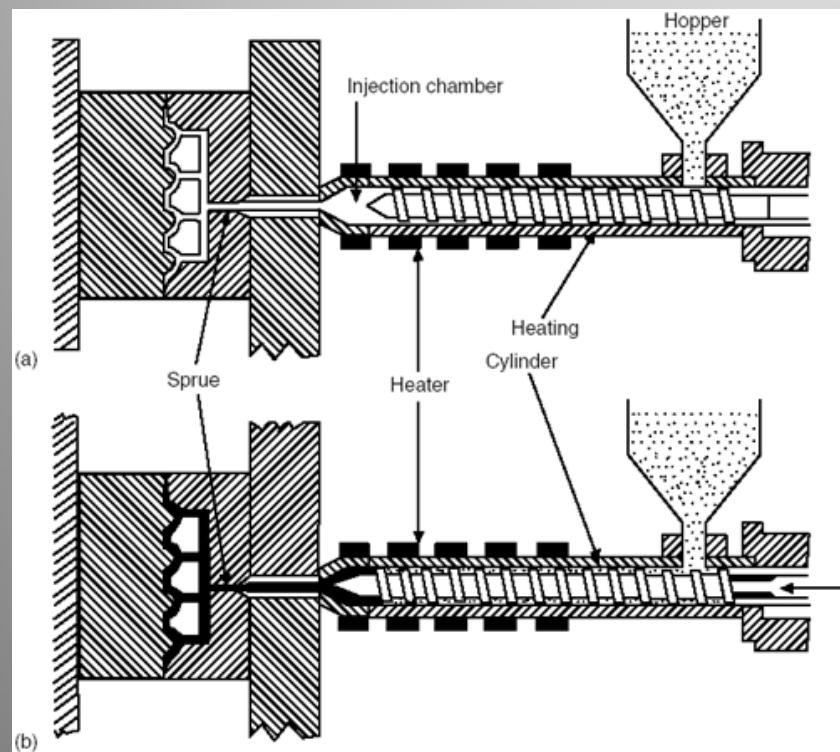
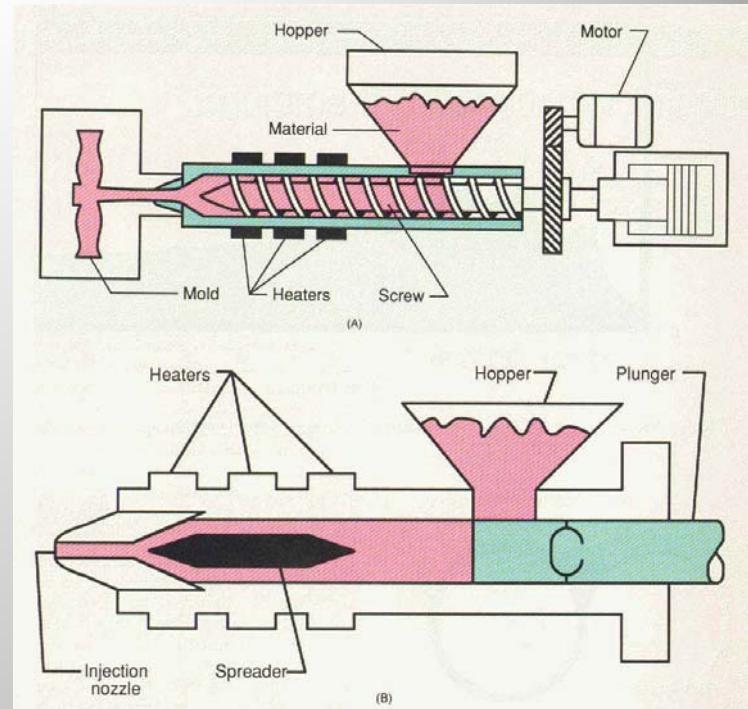
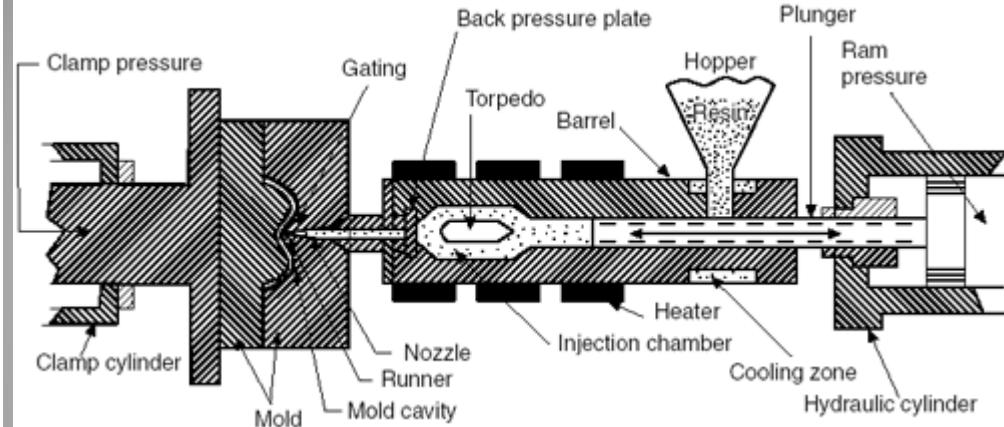
17. Брзиномер
 18. Главни зупчаник пужа
 19. Еластична спојница пужа
 20. Хидраулични цилиндар на страни убрзгавања
 21. Повратни цилиндар
 22. Командна плоча
 23. Хидраулични вентил
 24. Манометар
 25. Уређај за контролу воде за хлађење

26. Електрична балансирајућа команда за заустављање радног циклуса за случај да изостане испадање изратка из калупа
 27. Погоноски мотор пумпе
 28. Пумпа
 29. Селектор елек. заштите
 30. Управљачки и контролни уређај

Podela mašina za injekcione presovanje

Prema načinu plastificiranja i ubrizgavanja (konstrukciji jedinice za ubrizgavanje):

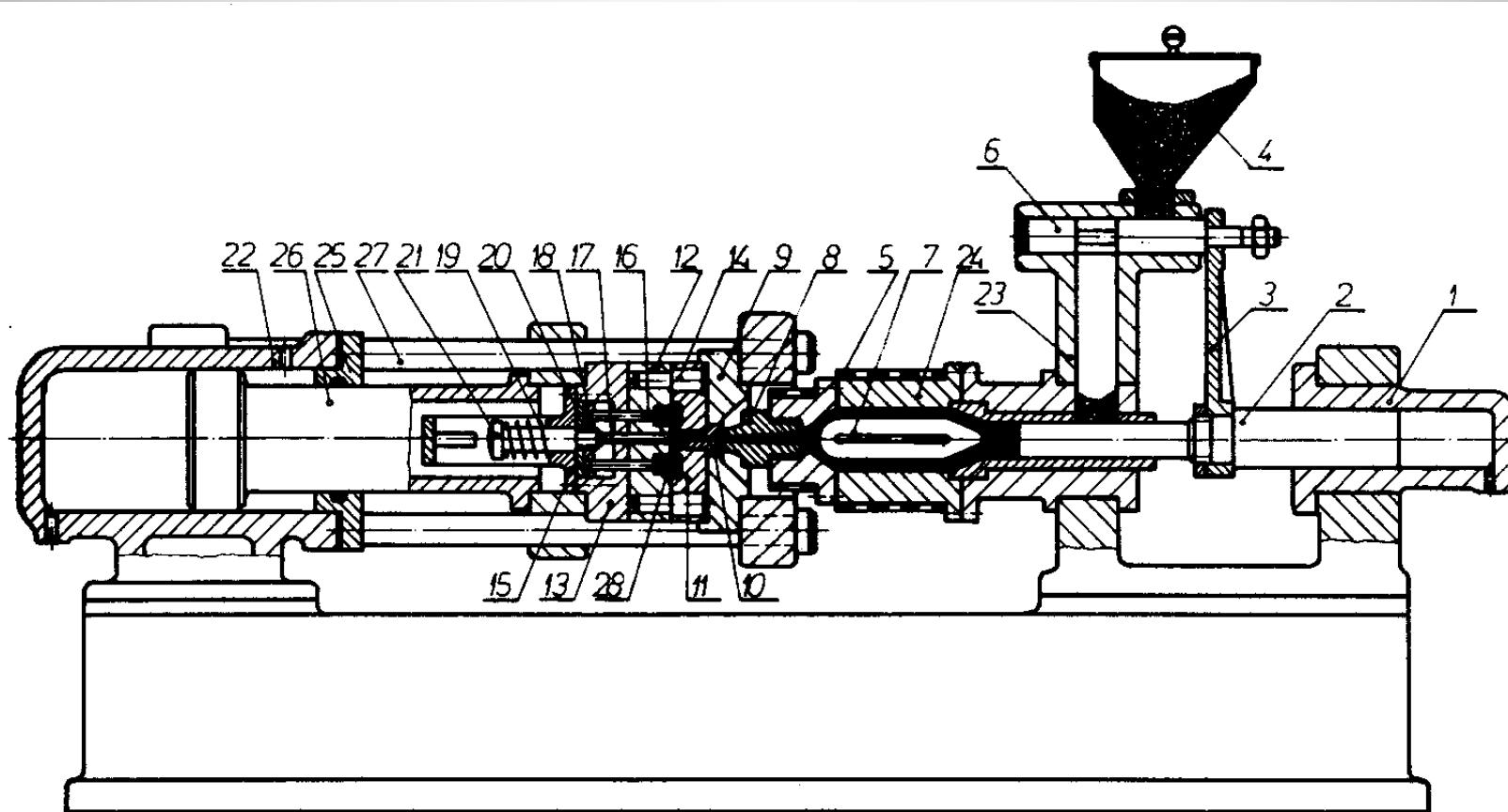
- ❖ Mašine za plastificiranje i ubrizgavanje klipom
- ❖ **Mašine za plastificiranje i ubrizgavanje pužnim viljkom**
- ❖ Mašine sa predplastificiranjem pužnim viljkom i ubrizgavanje klipom-klipna ubrizgavalica s predplastifikacijom
- ❖ Mašine za plastificiranje i ubrizgavanje klipom i teleskopskom komorom-teleskopska ubrizgavalica
- ❖ Mašina za visokopritisno plastificiranje kompresijom iznad 5000Bara-postupak IKV
- ❖ Mašina za plastificiranje cilindričnim a ubrizgavanje rotirajućim pužnim klipom-postupak-KAP
- ❖ Specijalne mašine



Mašine za plastificiranje i ubrizgavanje klipom

- Plastifikacija se obavlja prelazom topote
- Postupak razvijen oko 1920 god na bazi Eichengrün-ovog patenta
- 1926 – Eckert und Ziegel GmbH počinju serijsku proizvodnju klipnih mašina za ubrizgavanje
- 30-tih godina XX veka uvodi se torpedo (Gastrow)
- Vrste (tipovi) klipnih ubrizgavalica:
 - Sa klasičnim torpedom
 - Torpedo sa jezgrom od bakra
 - Torpedo sa unutrašnjim grejanjem
 - Ulozak (torpedo) po sistemu POLINER

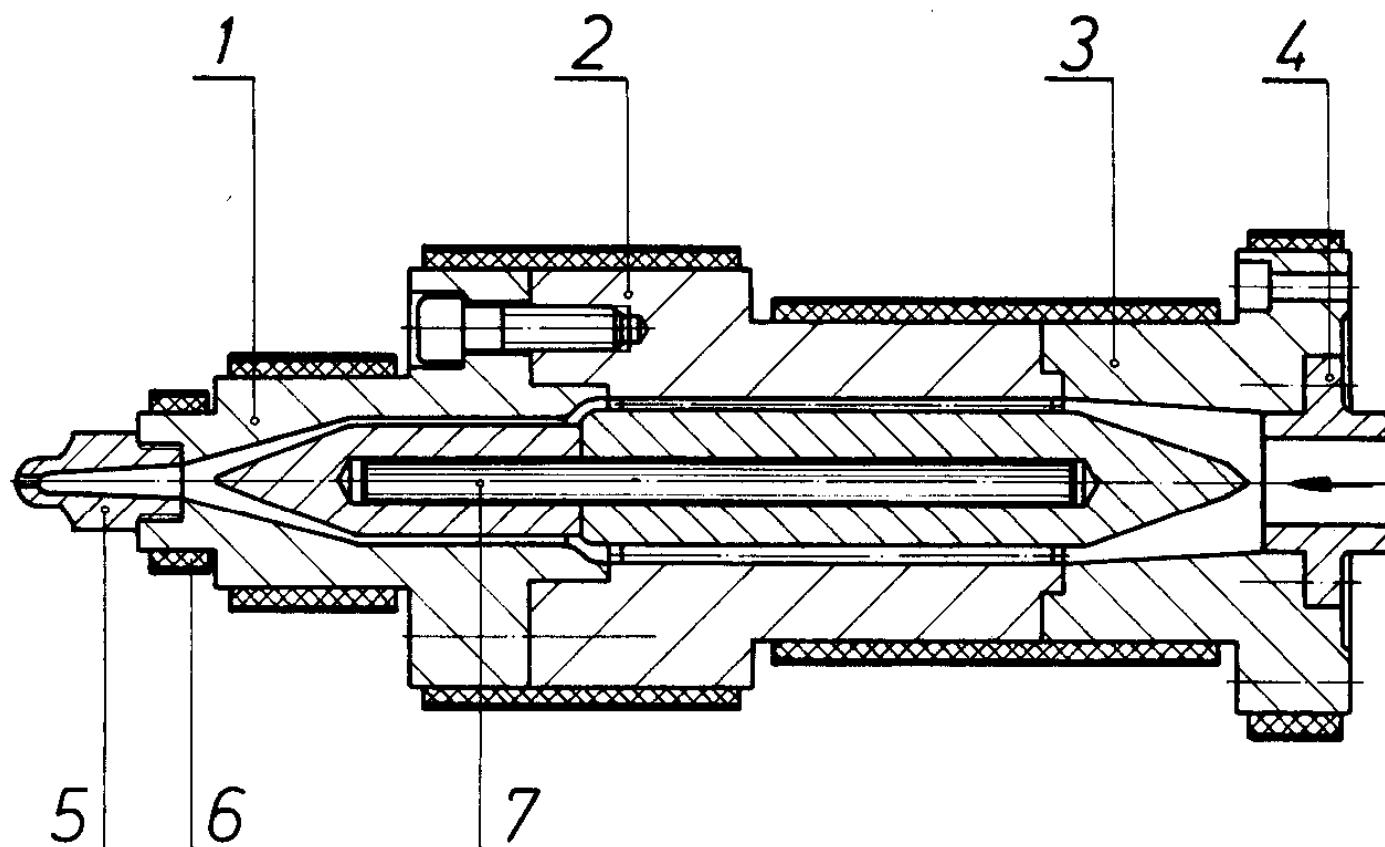
Mašine za plastificiranje i ubrizgavanje klipom



Štika 2.19. Šema ubrizgavalice s klipnom plastifikacijom plastomera, 1–hidraulični cilindar, 2–hidraulični cilindar s klipom, 3–poluga za pokretanje dozatora, 4–levak, 5–grejači, 6–dozator, 7–torpedo, 8–mlaznica, 9–nepokretna ploča, 10–ulivna čaura, 11–nepokretni deo kalupa, 12–pokretni deo kalupa, 13–potisna ploča, 14–vodice kalupa, 15–ploča za centriranje, 16–izbjijači, 17–izvlakač ulivka, 18–ploča nosača izbjijača I, 19–opruga, 20–ploča nosača izbjijača II, 21–udarač, 22–cilindar za zatvaranje kalupa, 23–otvor za ubacivanje granulata, 24–cilindar za ubrizgavanje, 25–vodica klipa za zatvaranje kalupa, 26–klip za zatvaranje kalupa, 27–nepokretni deo ubrizgavalice, 28–otpresak

Torpedo sa jezgrom od bakra

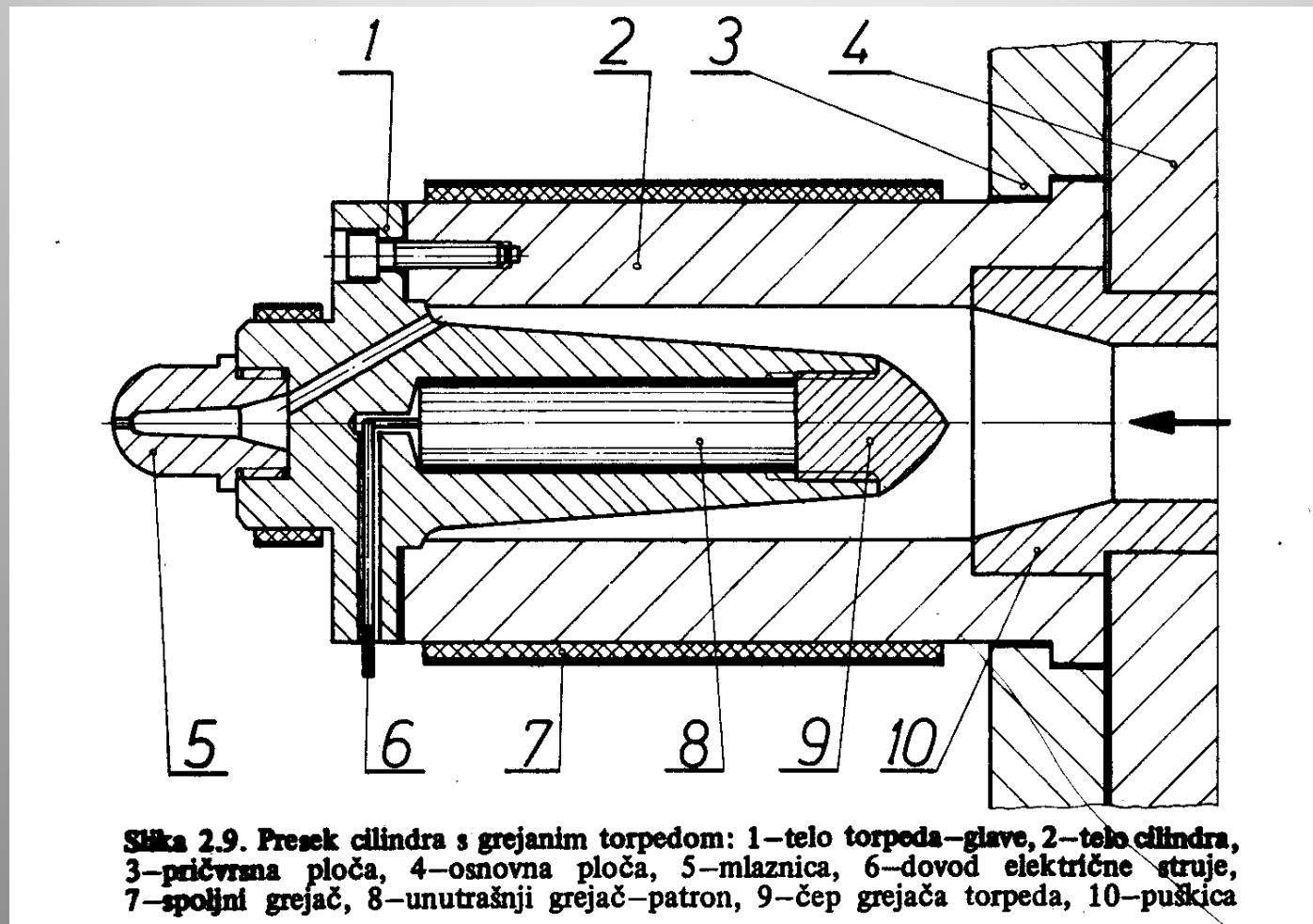
- Kapacitet cilindra (plastificiranja) je 20% veći u odnosu na klasično torpedo



Slika 2.8. Presek jednodelnog cilindra i torpeda: 1—glava cilindra, 2—jednodelni srednji deo cilindra s torpedom, 3—zadnji deo cilindra, 4—puškica, 5—mlaznica, 6—grejači, 7—bakreni uložak

Torpedo sa unutrašnjim grejanjem

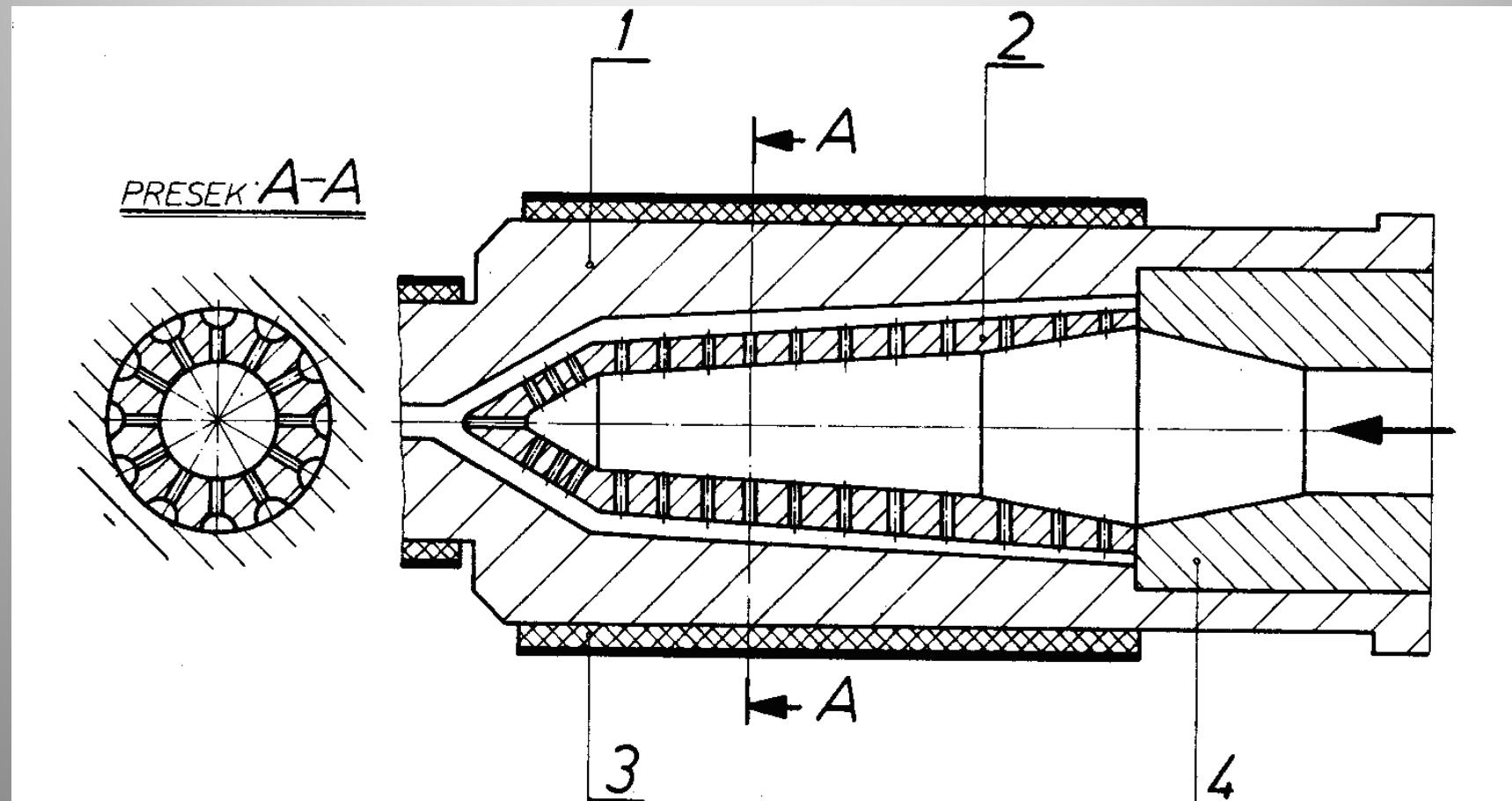
- Problem zaptivanja otvora za kablove
- Problem pojave zatvorenog vazduha



Slika 2.9. Presek cilindra s grejanim torpedom: 1–telo torpeda–glave, 2–telo cilindra, 3–pričvršćna ploča, 4–osnovna ploča, 5–mlaznica, 6–dovod električne struje, 7–spoljni grejač, 8–unutrašnji grejač–patron, 9–čep grejača torpeda, 10–puškica

Torpedo (ulozak) po sistemu POLILINER

- Kapacitet cilinda je 40% veći u odnosu na klasično torpedo



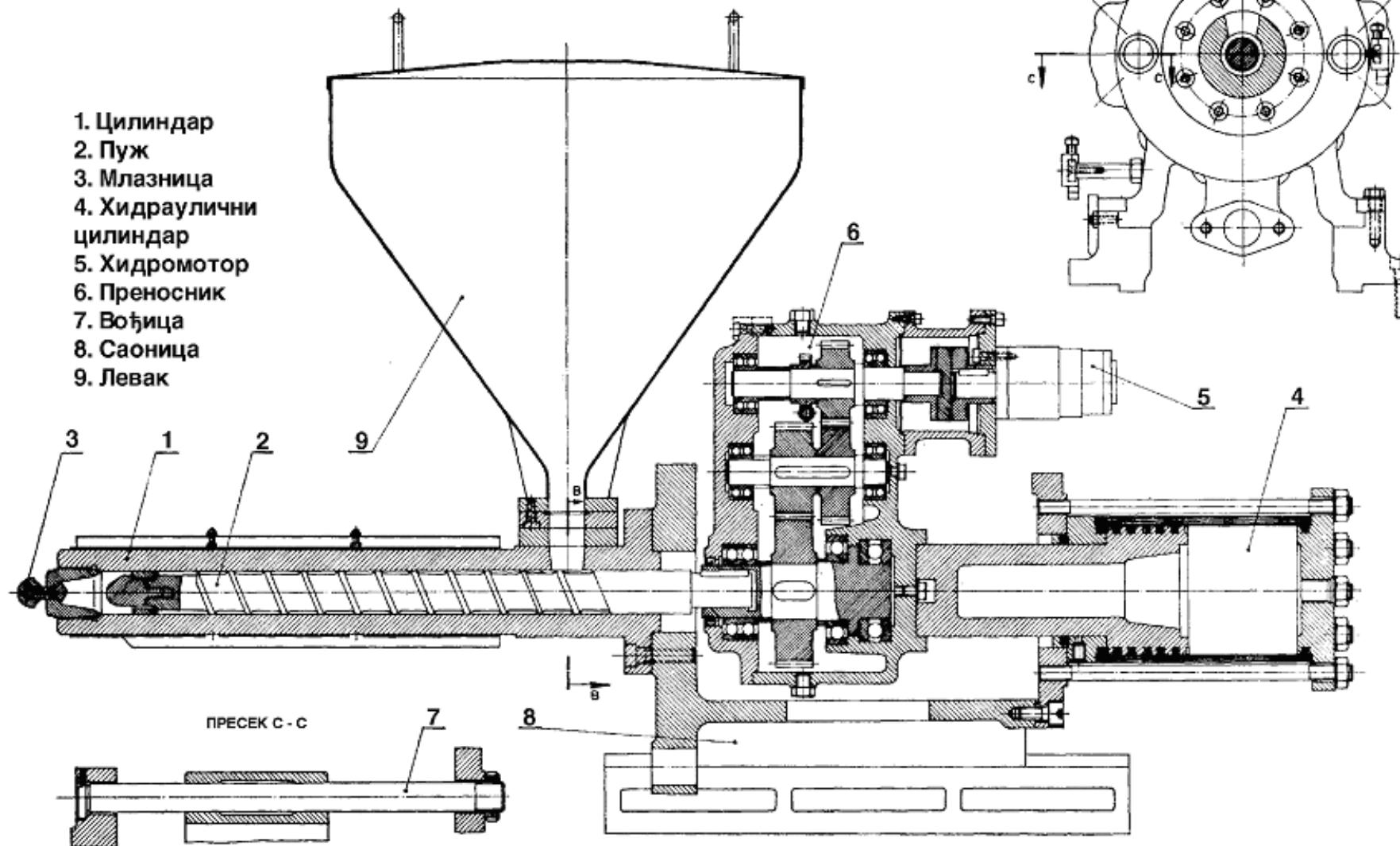
Slika 2.10. Polilinerski cilindar: 1 – telo cilindra, 2 – telo uloška sa žljebovima i otvorima, 3 – grejač, 4 – puškica za vođenje

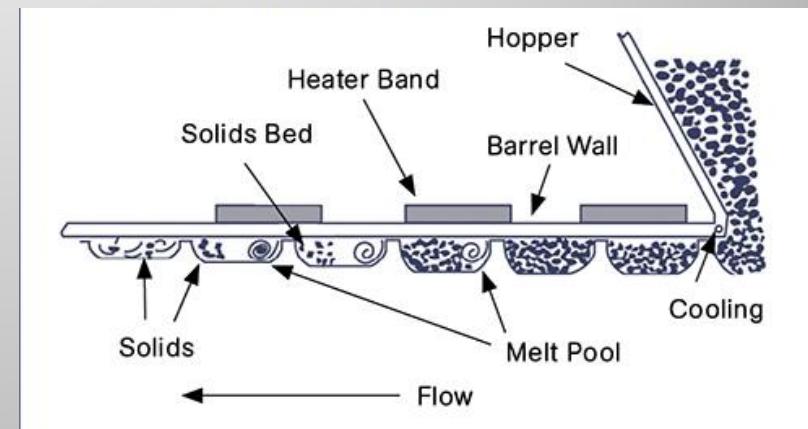
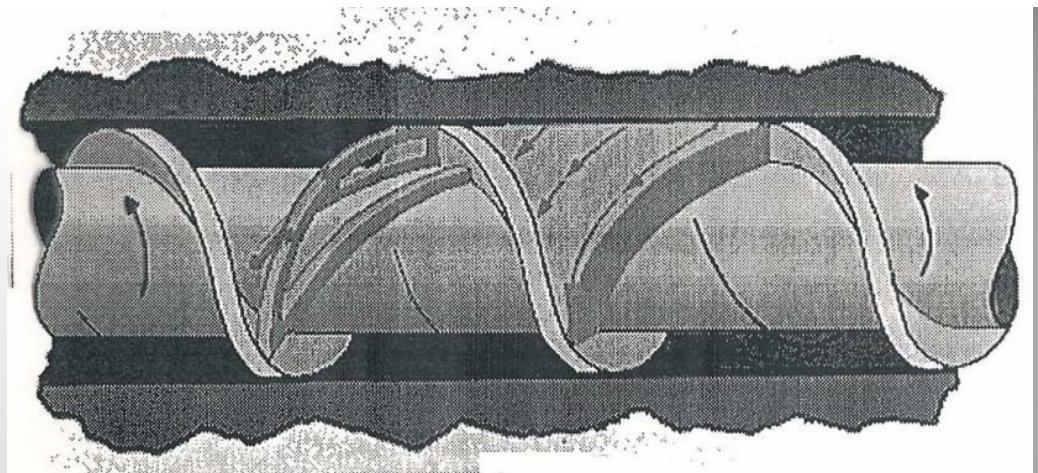
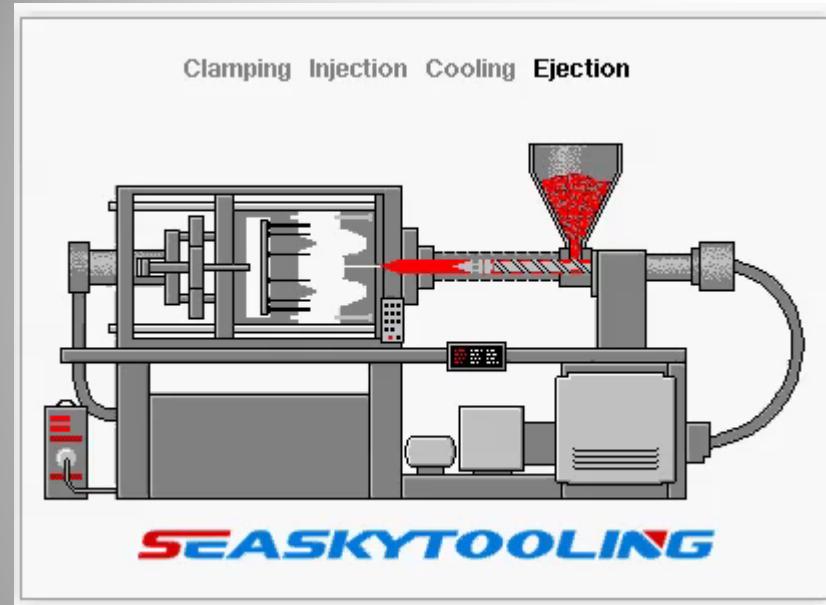
Nedostaci klipne ubrizgavalice

- Loša izmešanost rastopa plastomera
- Različita vremena zadržavanja pojedinih čestica u cilindru
- Niska sposobnost plastificiranja
- Visoka topotna opterećenost plastomera
- Veliki hidrodinamički i mehanički gubici
- Polje brzina je veoma heterogeno
- Dugotrajan postupak pri promeni materijala odnosno promene boje

Mašine za plastificiranje i ubrizgavanje pužnim vijkom-pužna ubrizgavalica

- **Toplota za plastifikaciju se dobija grejanjem i trenjem**
- **Istorijski razvoj**
 - 1905 – Vorraber patentira postupak ubrizgavanja pužem (nepoznat više od 50 god)
 - 1938 – R.Quiellerz patentira mašinu za ubrizgavanje sa pužnim vijkom za preradu elastomera
 - 1943 – H.Beck patentira mašinu za ubrizgavanje sa pužnim vijkom za preradu plastomera
 - 1950 – Firma Windsor pokušava uvesti mašinu za ubrizgavanje sa dva pužna vijka
 - 1956 – Ankerwerk proizvodi prvu komercijalnu mašinu za ubrizgavanje sa jednim pužnim vijkom (princip koji se i danas koristi)

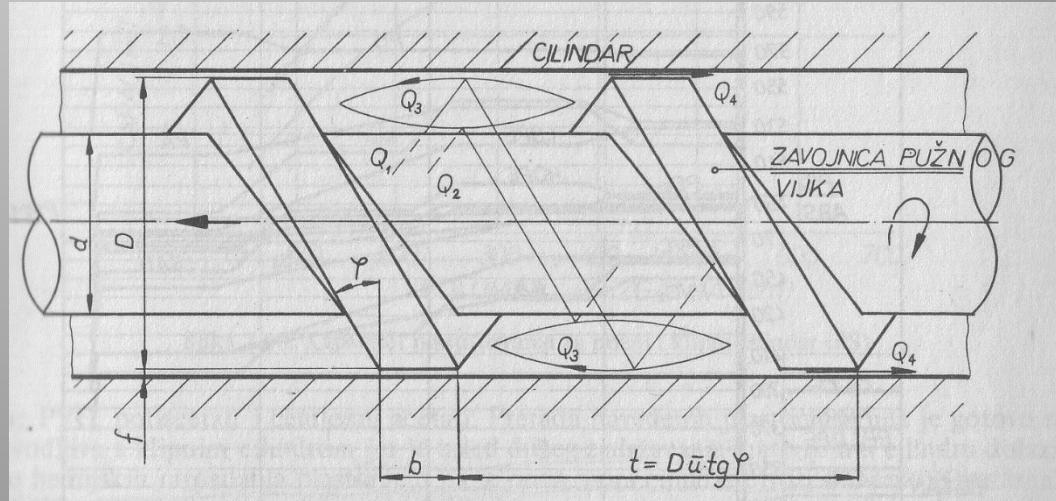




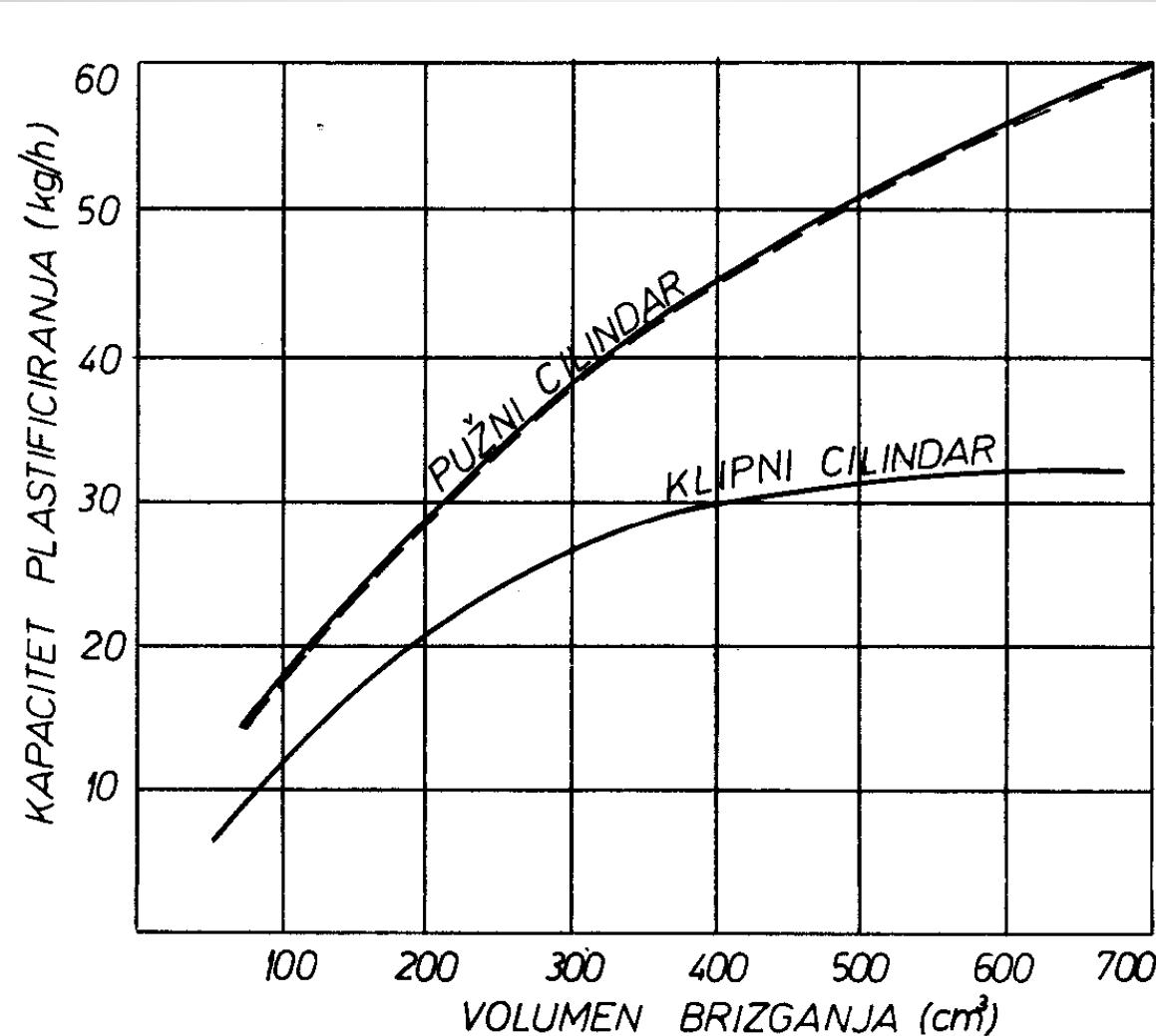
Plastifikacija:

- grejanje
 - trenje

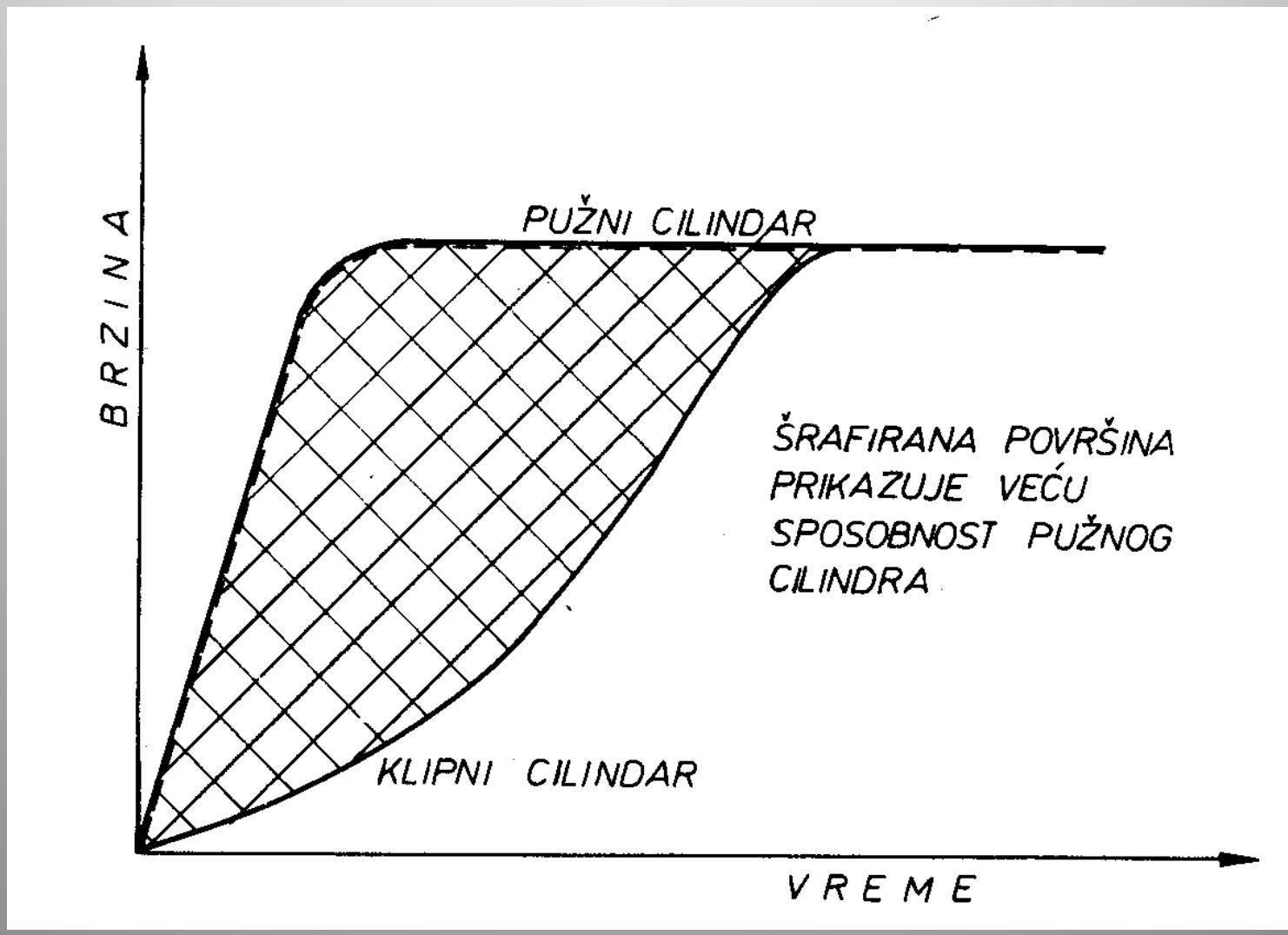
**100x veći efekat prenosa topline
Pritisak ubrizgavanja 50% manji**

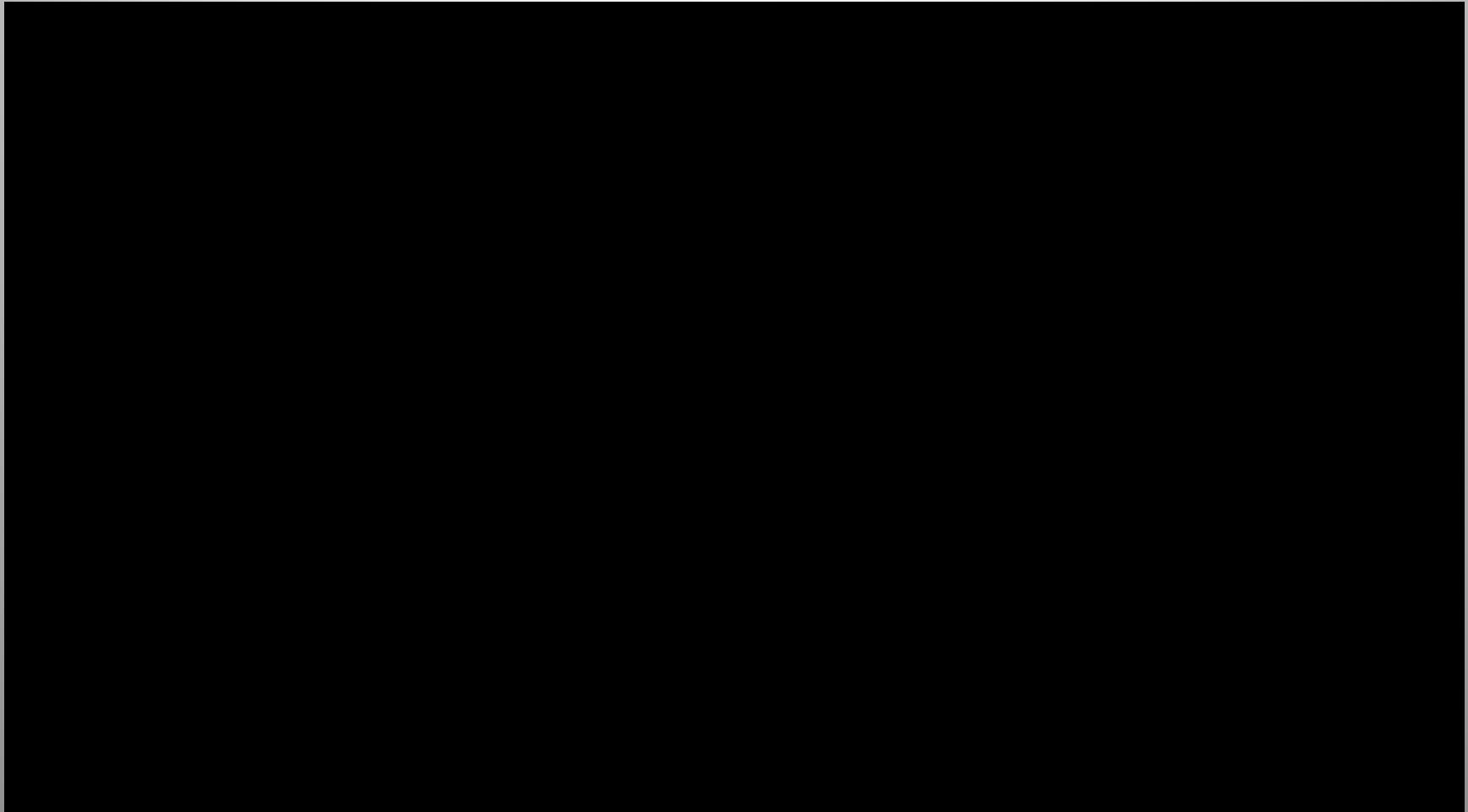


Kapacitet plastificiranja za pužni i klipni cilindar



Brzina ubrizgavanja za pužni i klipni cilindar





Glavne tehničke karakteristike mašine za IP

- **Strana ubrizgavanja**
 - Zapremina, odnosno, kapacitet ubrizgavanja [cm³ (g)]
 - Maksimalni kapacitet plastifikacije [kg/h]
 - Broj ciklusa u minuti na prazno
 - Zapremina ubrizgavanja u secundi [cm³]
 - Specifični pritisak [Bar]
- **Strana zatvaranja**
 - Sila zatvaranja kalupa [t]
 - Maksimalna površina ubrizgavanja [cm³]
 - Hod pokretneploče-stola [mm]
 - Razmak između vodilica [mm]
 - Maksimalna visina kalupa
 - Minimalna visina kalupa
 - Sistem izbacivanja (mehanički ili hidraulični)

Načini označavanja mašina za IP

- Belmatik -600/230E
(zapremina ubrizgavanja 600cm³ i maksimalna sila zatvaranja 230t)
- Krauss Maffei KM 500M
(maksimalna sila zatvaranja 500t)
- Arburg-Allrounder 270 M
(razmak vodjica 270x270mm)

EUROMAP

- Maksimalni pritisak zatvaranja kalupa kN
- Proizvod zapremine ubrizgavanja (cm³) i specifičnog pritiska ubrizgavanja (kbar)

Belmatik -600/230E = Belmatik 2250 H - 640

<https://www.arburg.com/en/>





<https://www.kraussmaffei.com/en/home>



<https://www.engelglobal.com/en/home>





