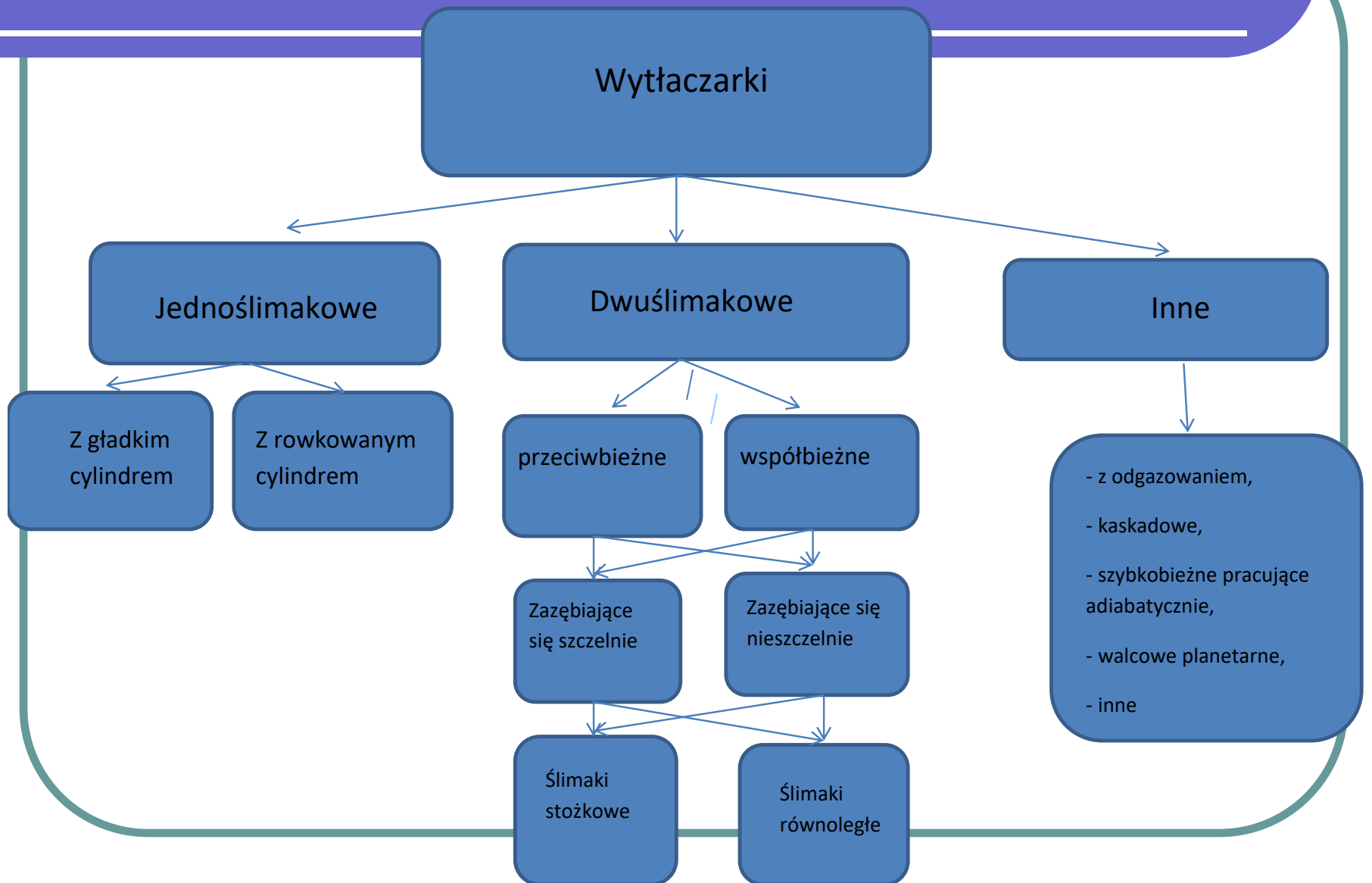
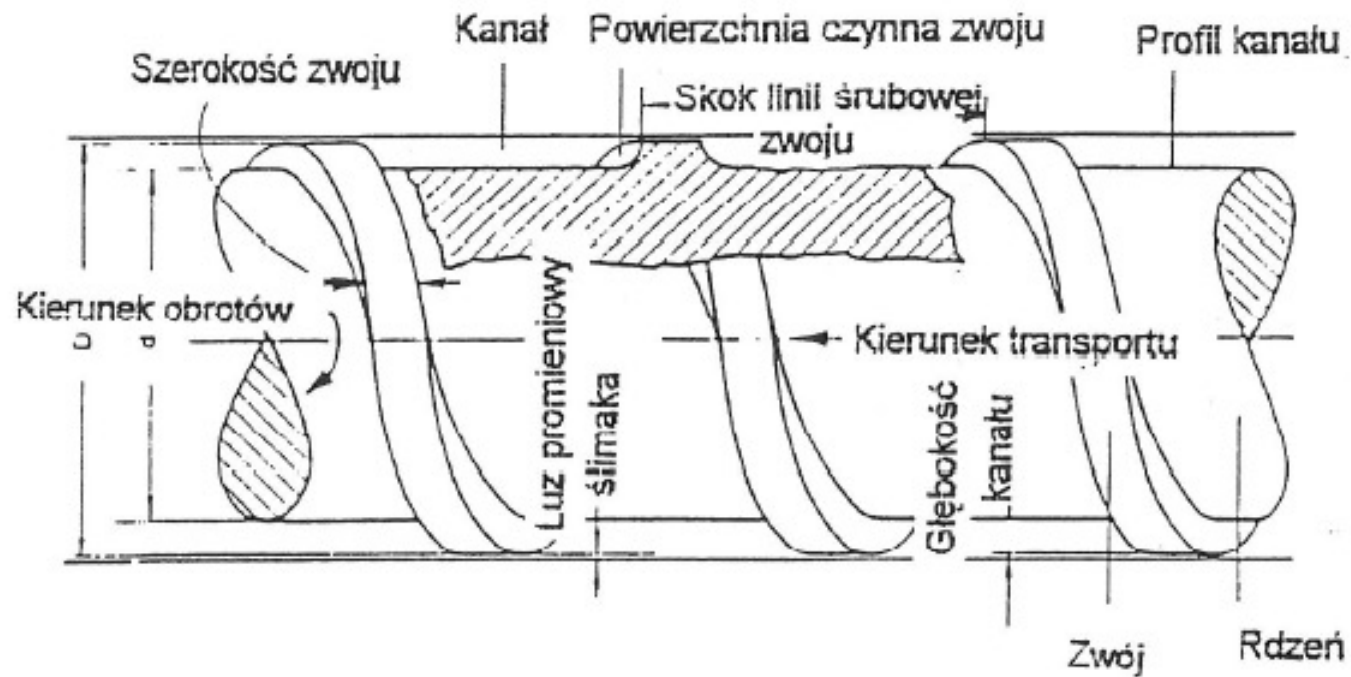


PROCES WYTŁACZANIA

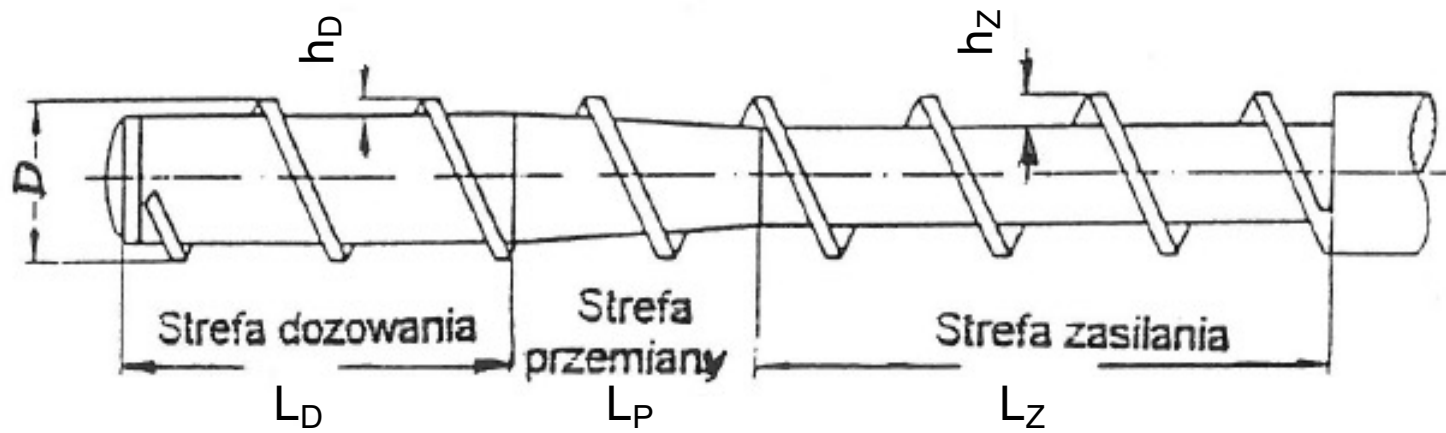
Mgr inż. Szymon Zięba
Politechnika Warszawska

Podział wytłaczarek



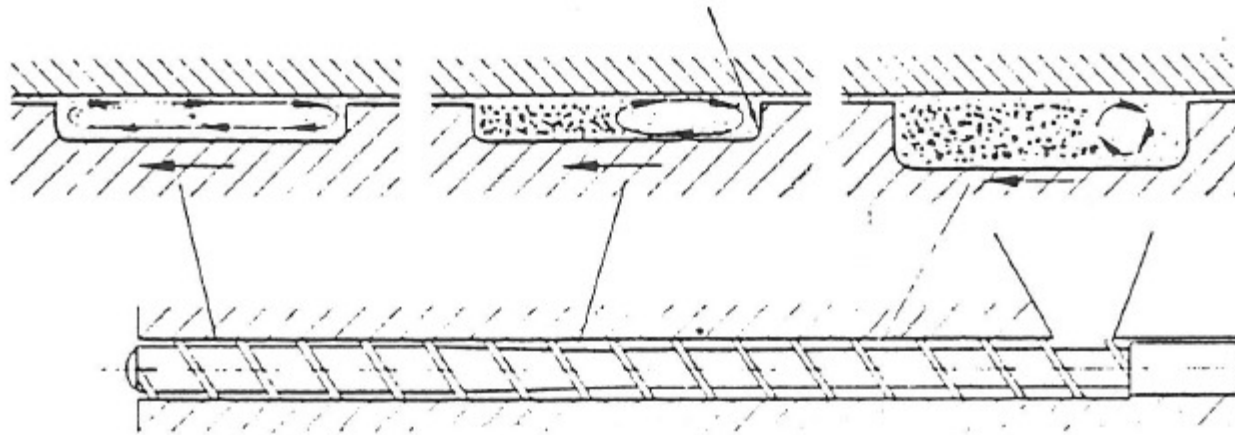


Rys. 2. Oznaczenia elementów geometrycznych ślimaka.

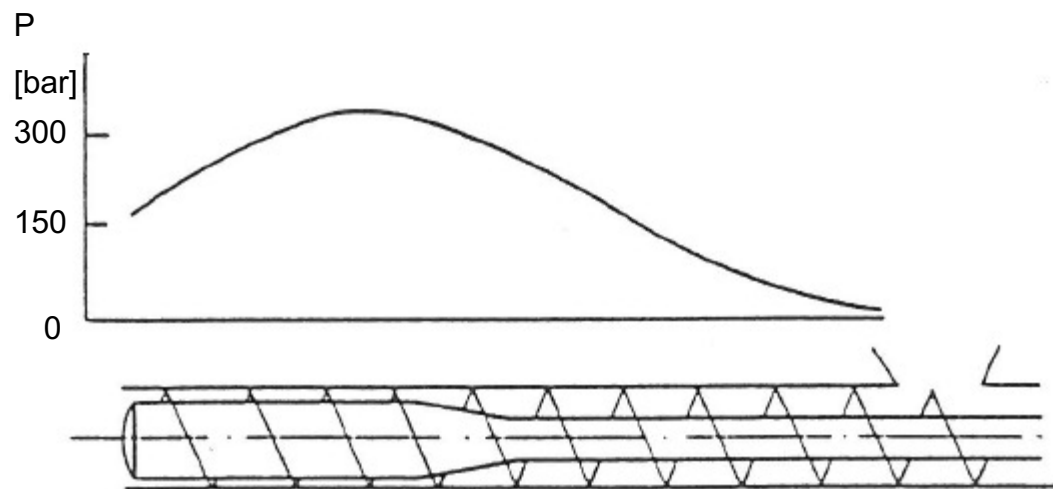


Rys. 3. Strefy ślimaka klasycznego trójstrefowego.

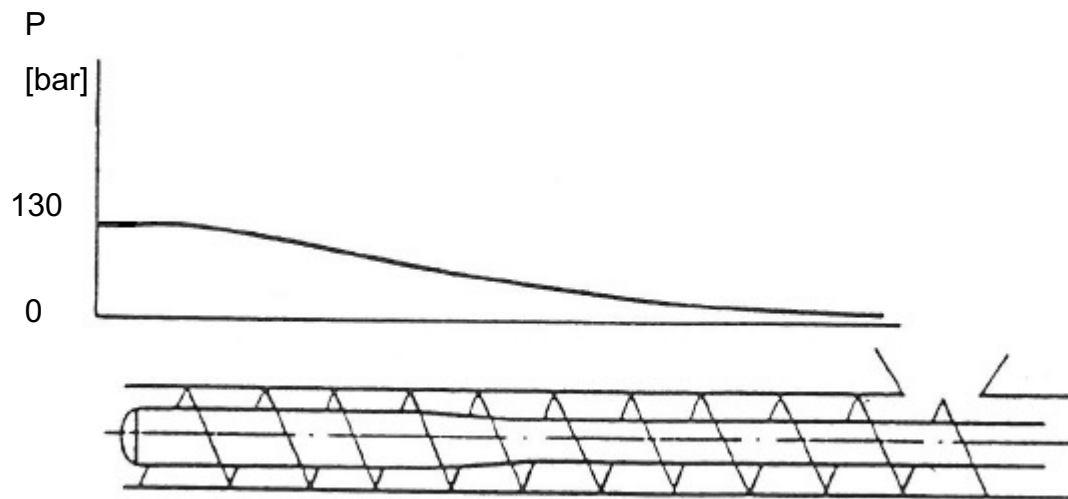
czynna powierzchnia boczna zwoju



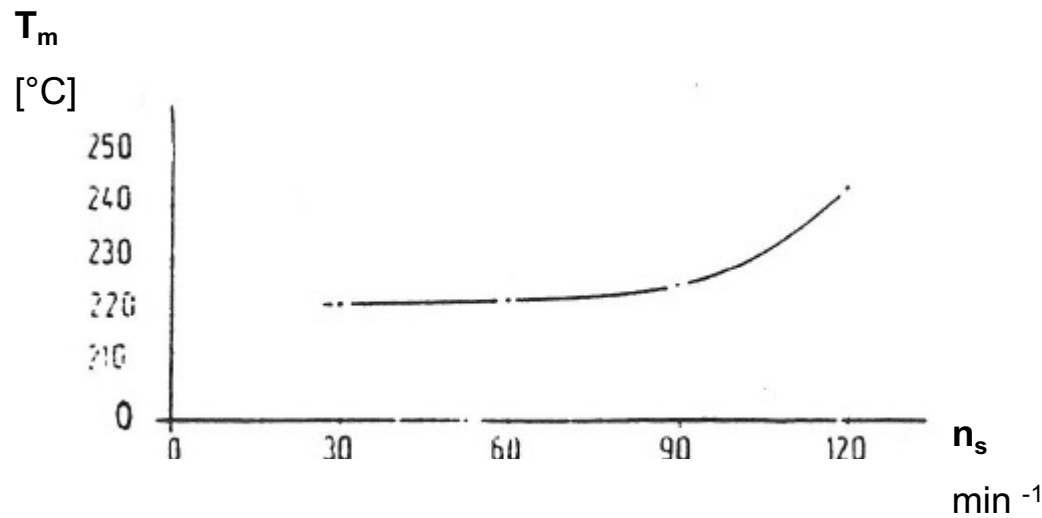
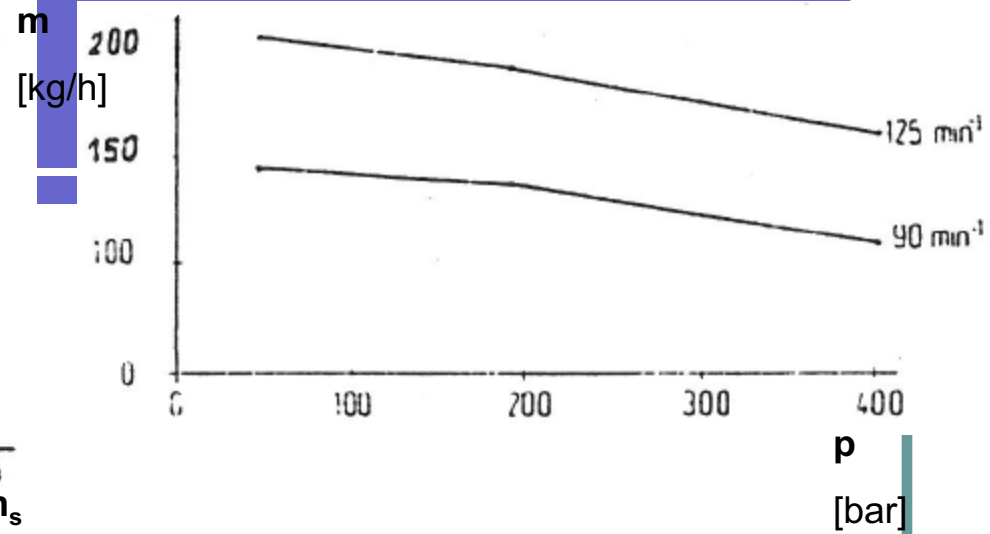
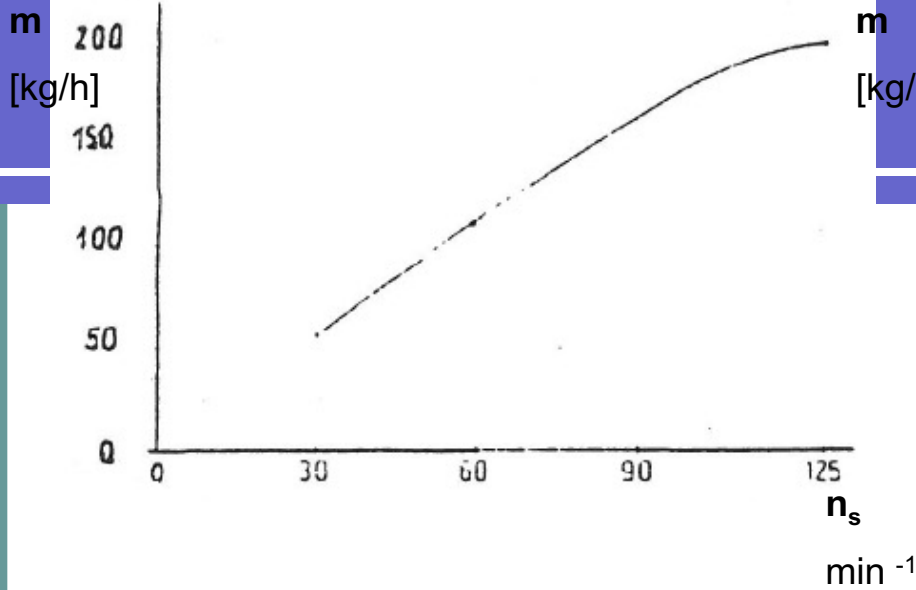
Rys. 4. Schematyczne przedstawienie przebiegu procesu uplastyczniania w wylączarce klasycznej.



Rys. 5. Rozkład ciśnienia tworzywa w wylączarce klasycznej.



Rys. 6. Rozkład ciśnienia tworzywa w wylączarce klasycznej o dużej głębokości kanału ślimaka w strefie dozowania.

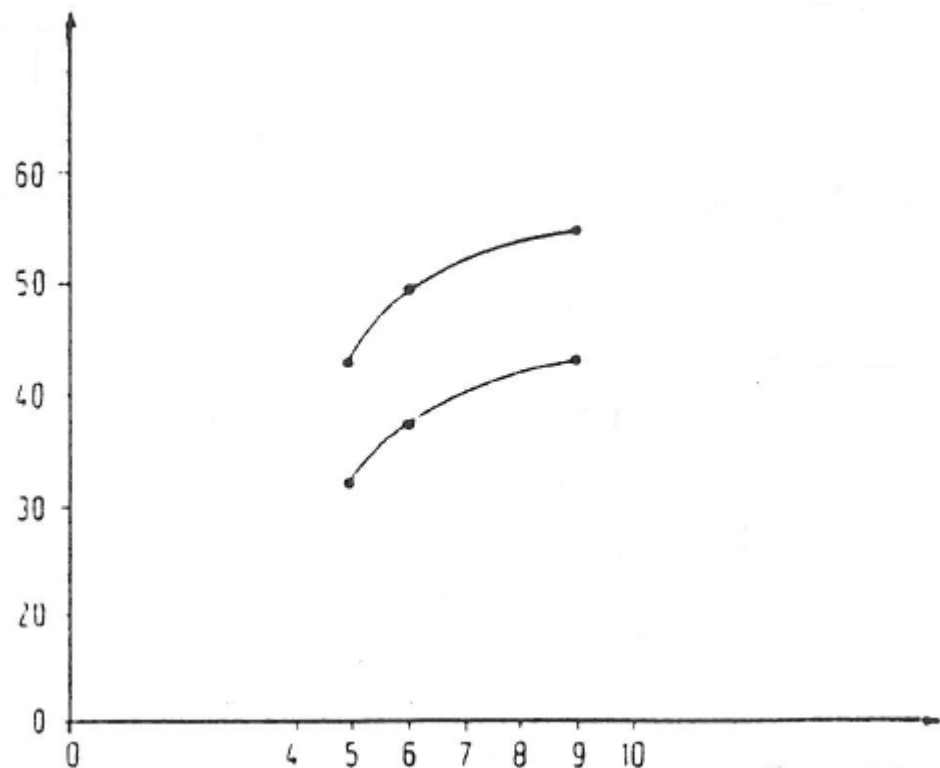


LDPE
Ślimak $\text{Ø}90/25\text{D}$

Rys. 7. Charakterystyki wylączarki klasycznej dotyczące wydajności i temperatury tworzywa.

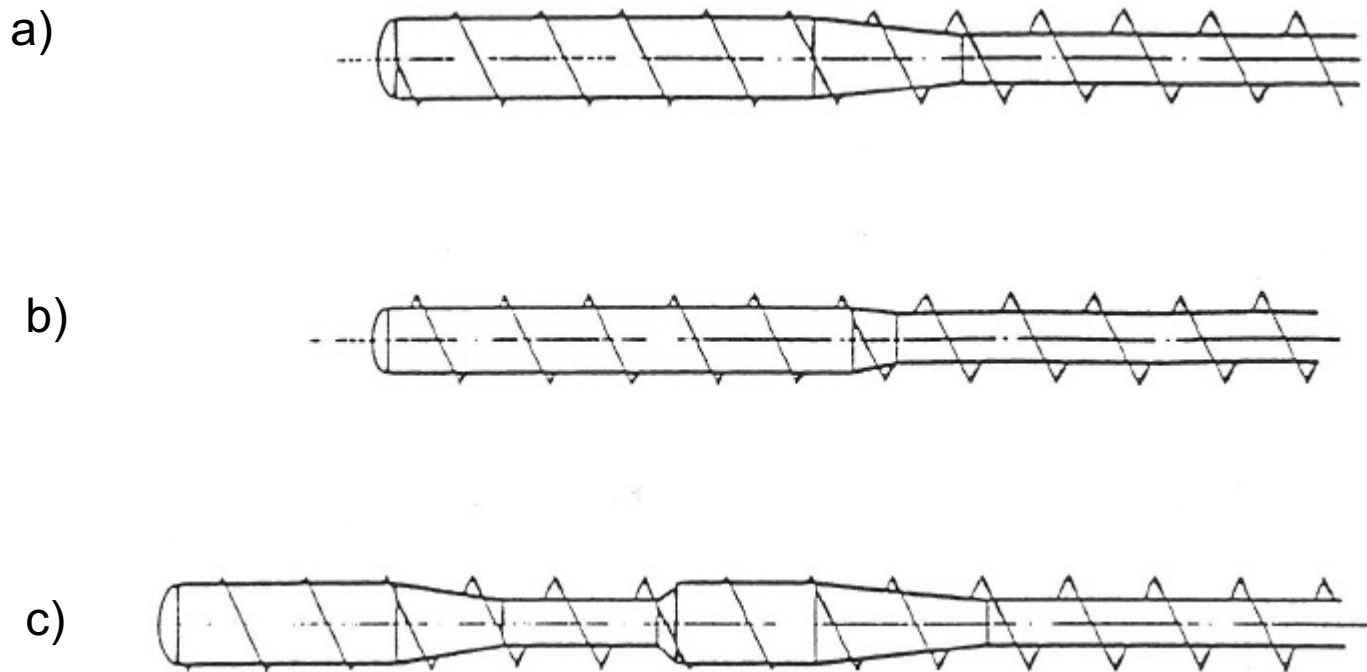
[kg/h]

Wydajność, m



Długość strefy zasilania, [D]

Rys. 8. Charakterystyki wylączarki klasycznej – zależności wydajności od długości strefy zasilania.

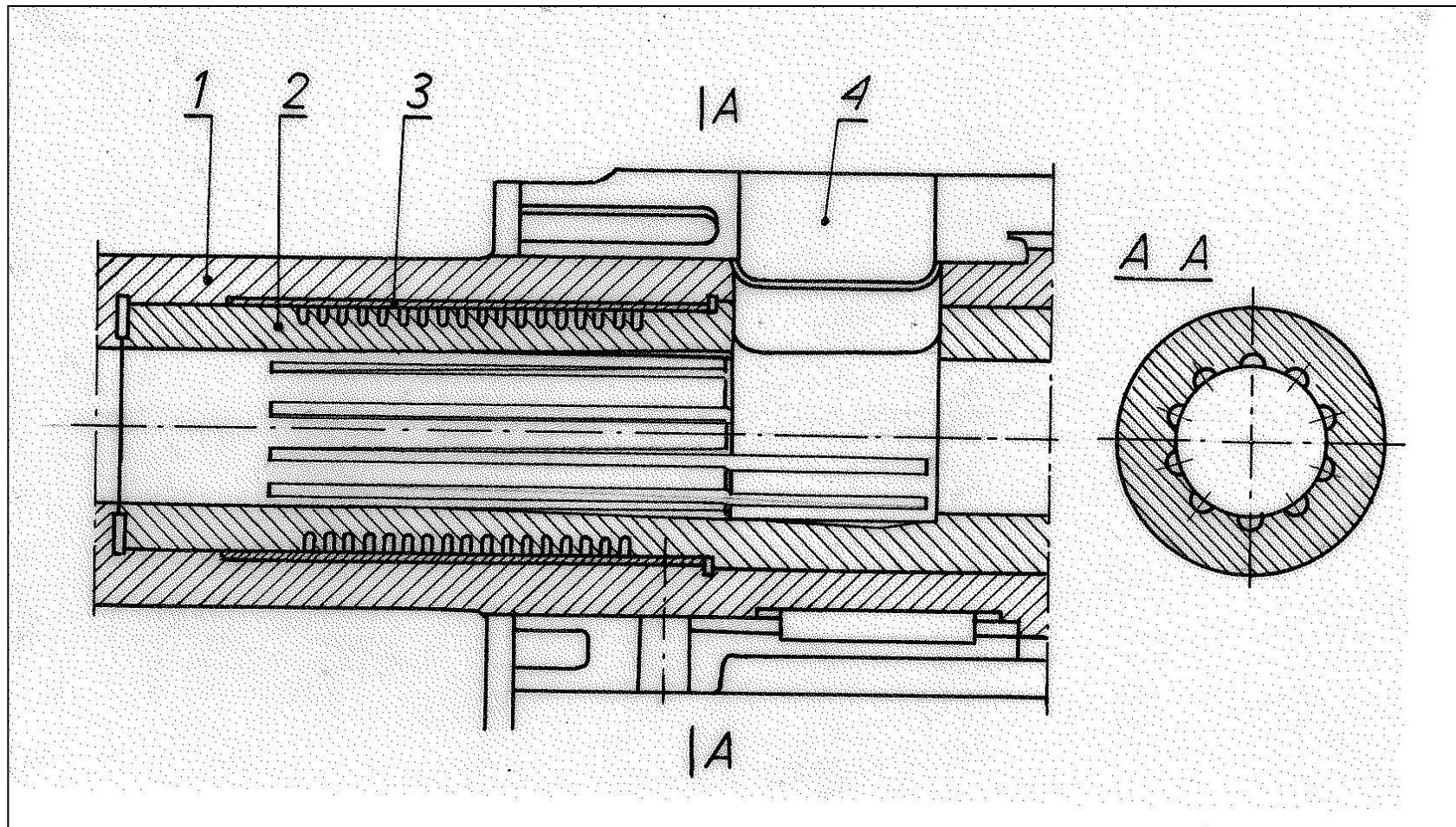


Rys. 9. Schematy konstrukcyjne ślimaków wyłaczarek klasycznych: a) ślimak trójstrefowy, b) ślimak z przyśpieszonym sprężaniem, c) ślimak z odgazowaniem.

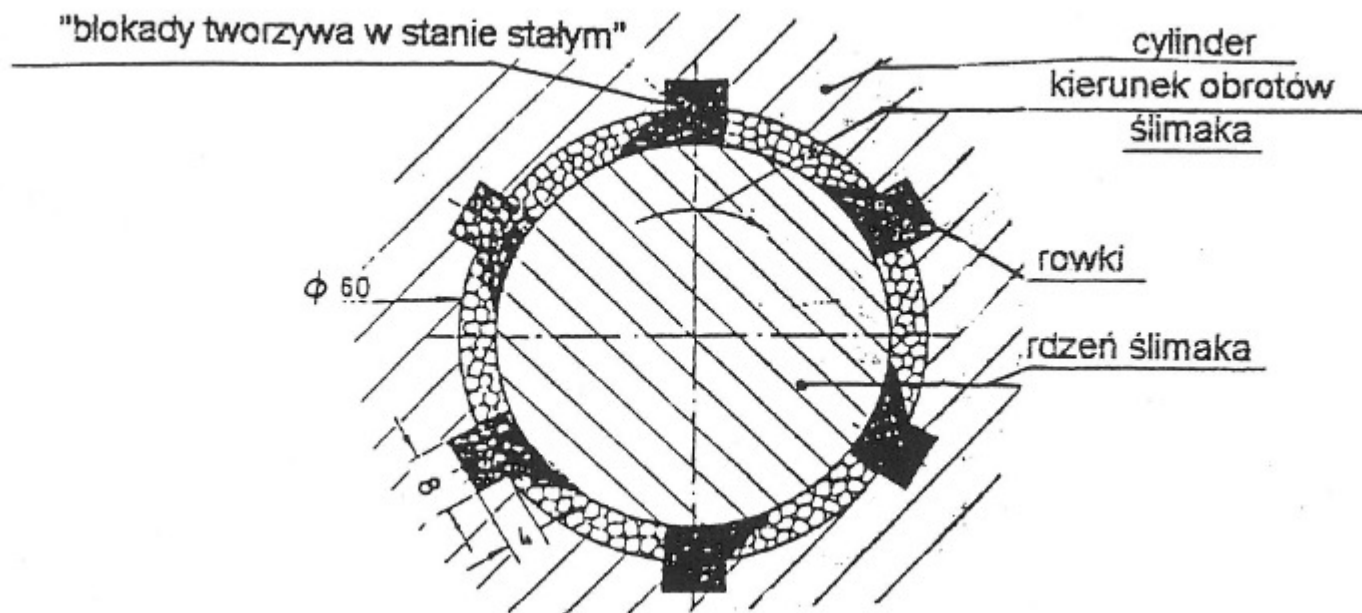
STOPNIE SPRĘŻANIA ŚLIMAKÓW

Lp.	Tworzywo	Stopień sprężania
1.	PA	4÷5
2.	PS	2÷2,5
3.	LDPE	3÷5
4.	HDPE	3÷5
5.	PVC twardy	1,8
6.	PCV zmiękczone	2,5
7.	PMMA	2

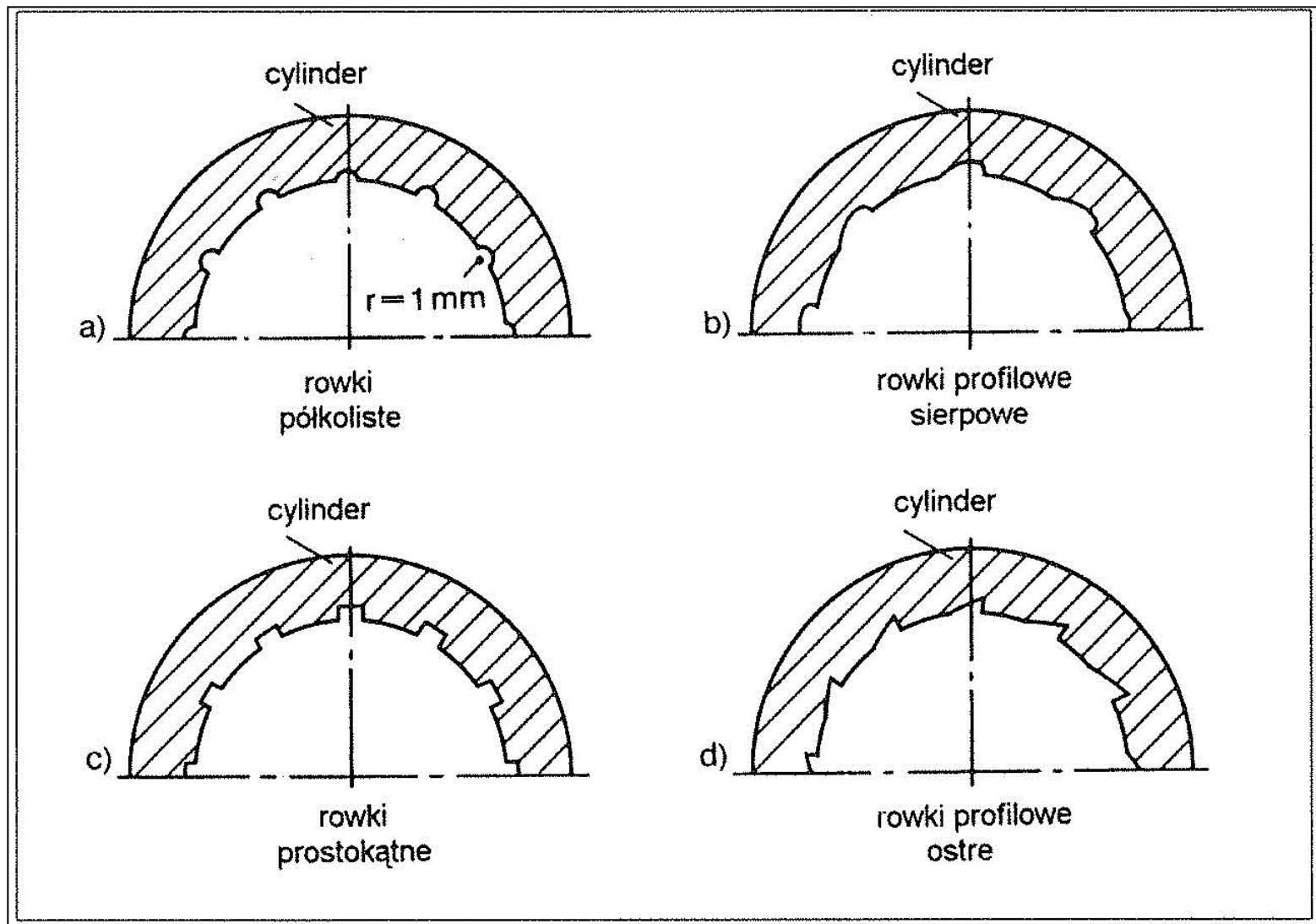
Tab. 1. Zalecane stopnie sprężania ślimaków.



Rys. **Rowkowa tuleja w strefie zasilania**: 1-cylinder, 2-tuleja, 3-izolacja termiczna, 4-otwór zasypowy.

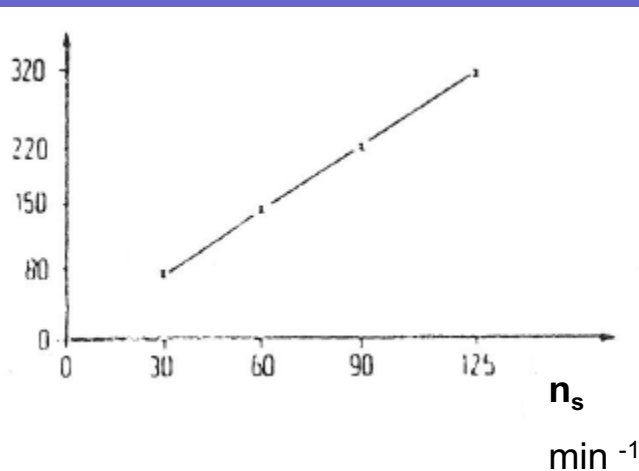


Rys. 12. Powstawanie blokad w stanie stałym w rowkowanej strefie zasilania.

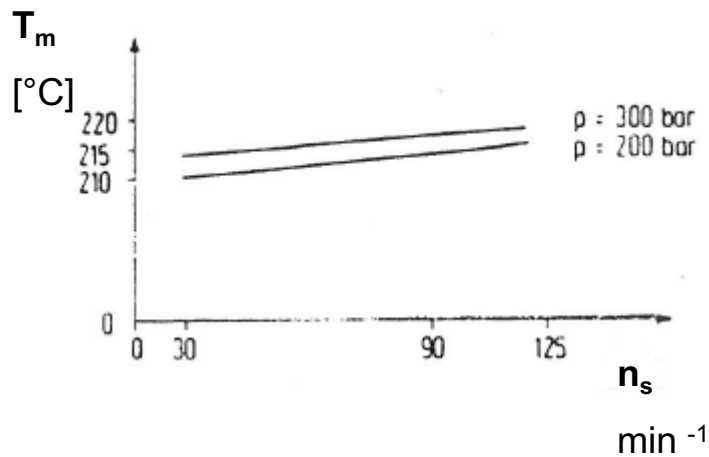
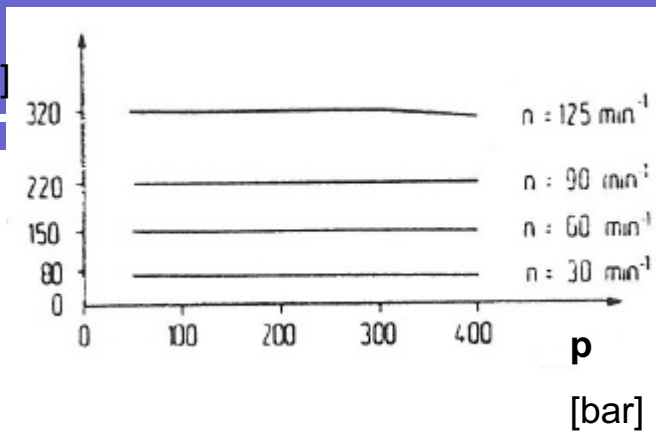


Rys. Cylinder rowkowany.

m
[kg/h]



m
[kg/h]



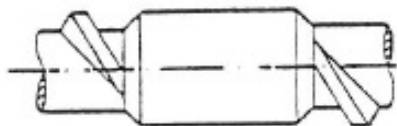
LDPE

Ślimak Ø90/25D

Rys. 13. Charakterystyki wylączarki ze strefą rowkowaną dotyczące wydajności i temperatury tworzywa.



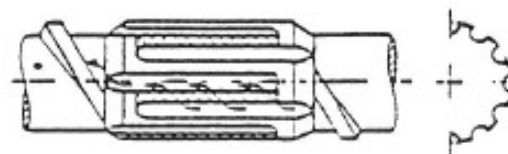
Pierścień spiętrzający



Walcowy element ścinający

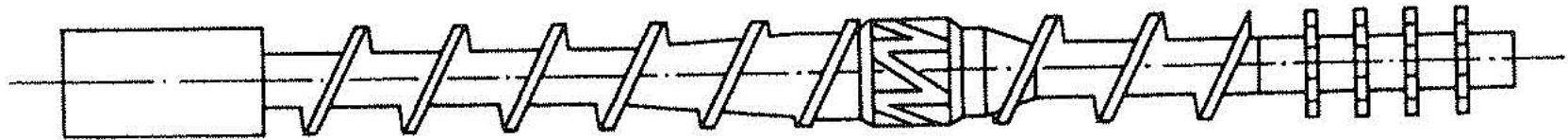


Element ścinający Troestera



Element ścinający Maddocka

Rys. 15. Przykłady rozwiązań elementów ścinających.

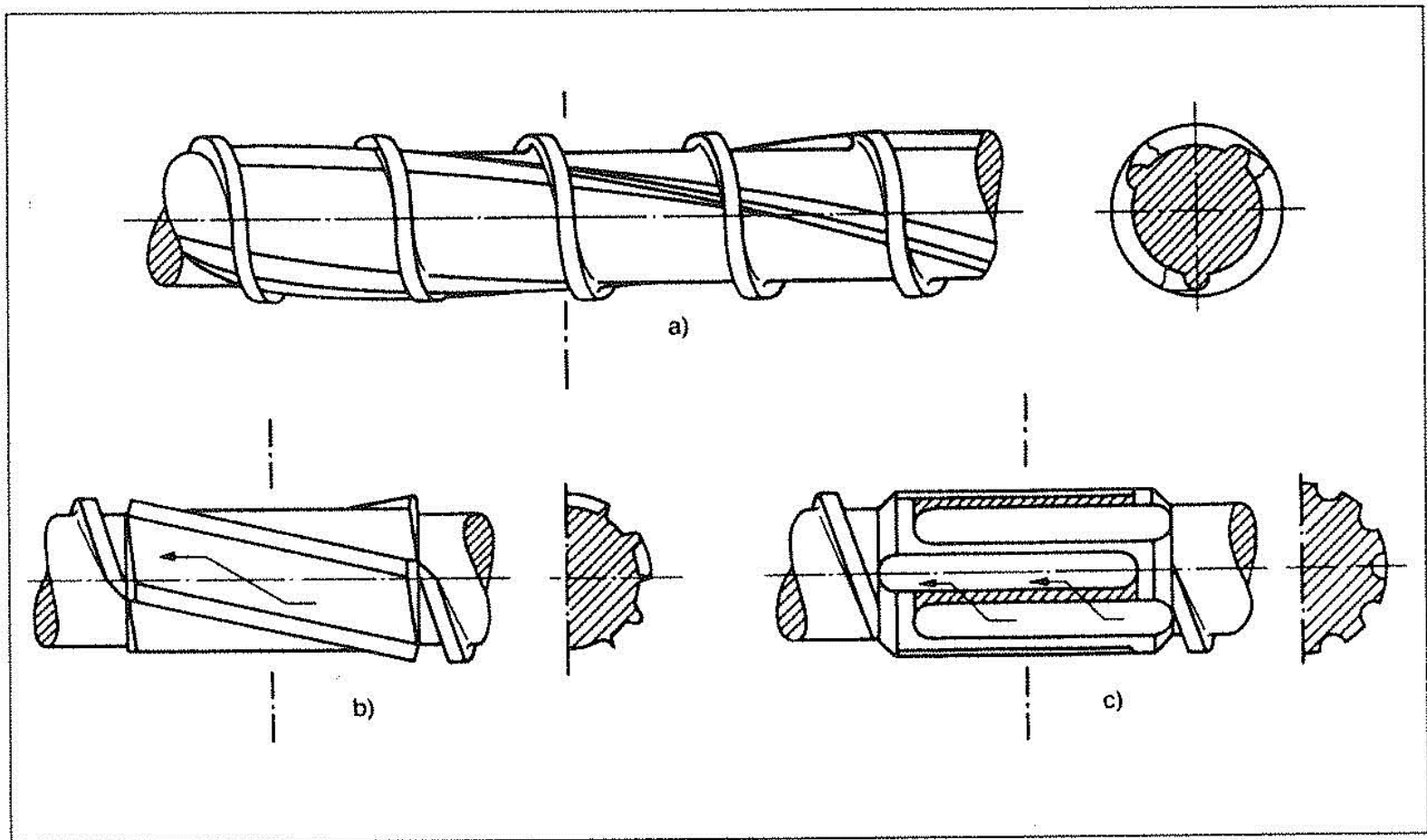


Ślimak z dekompresją z elementem ścinającym i częścią mieszającą

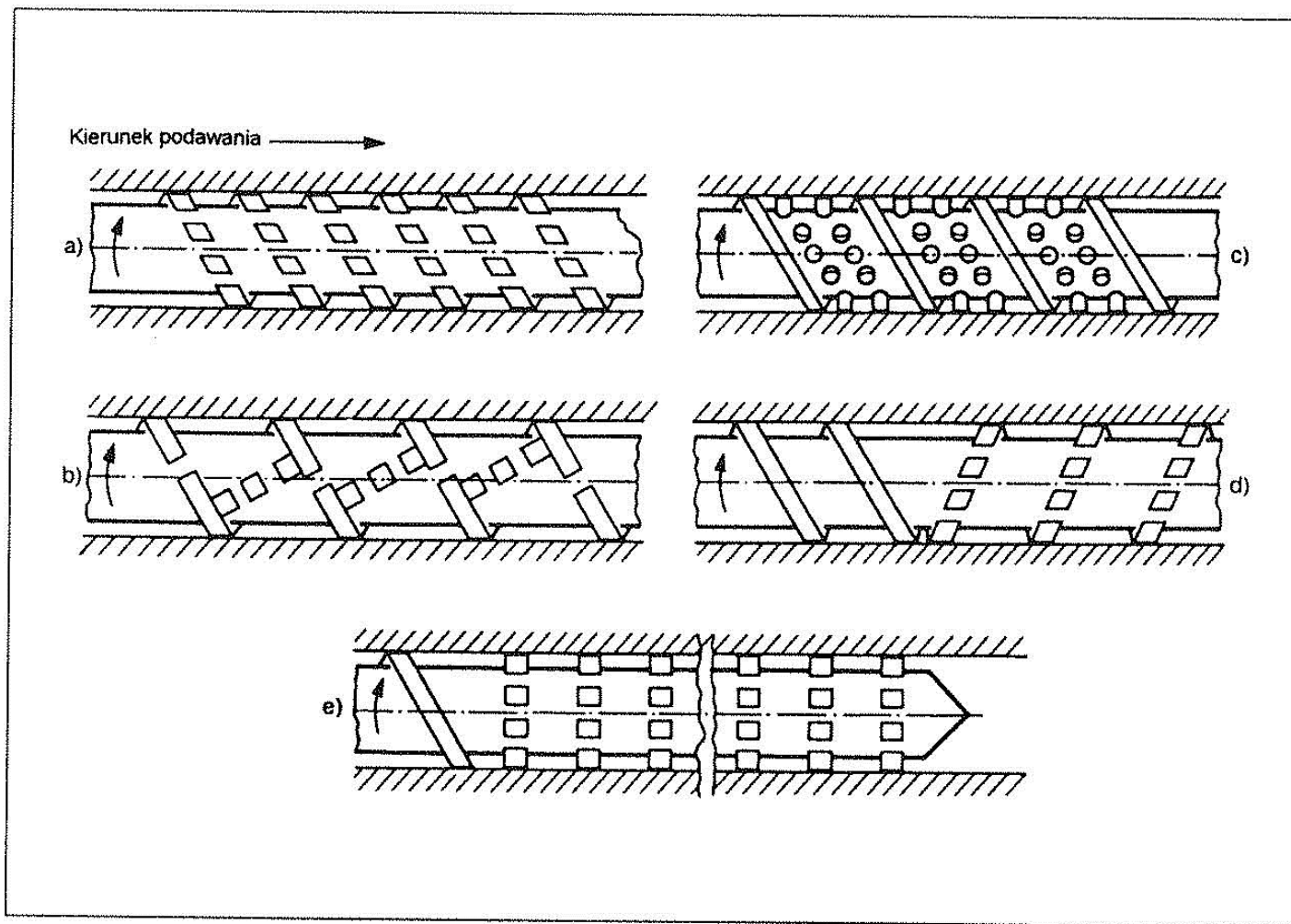


4-ro strefowy ślimak z elementem ścinającym i częścią mieszającą dla wylączarki z odgazowaniem

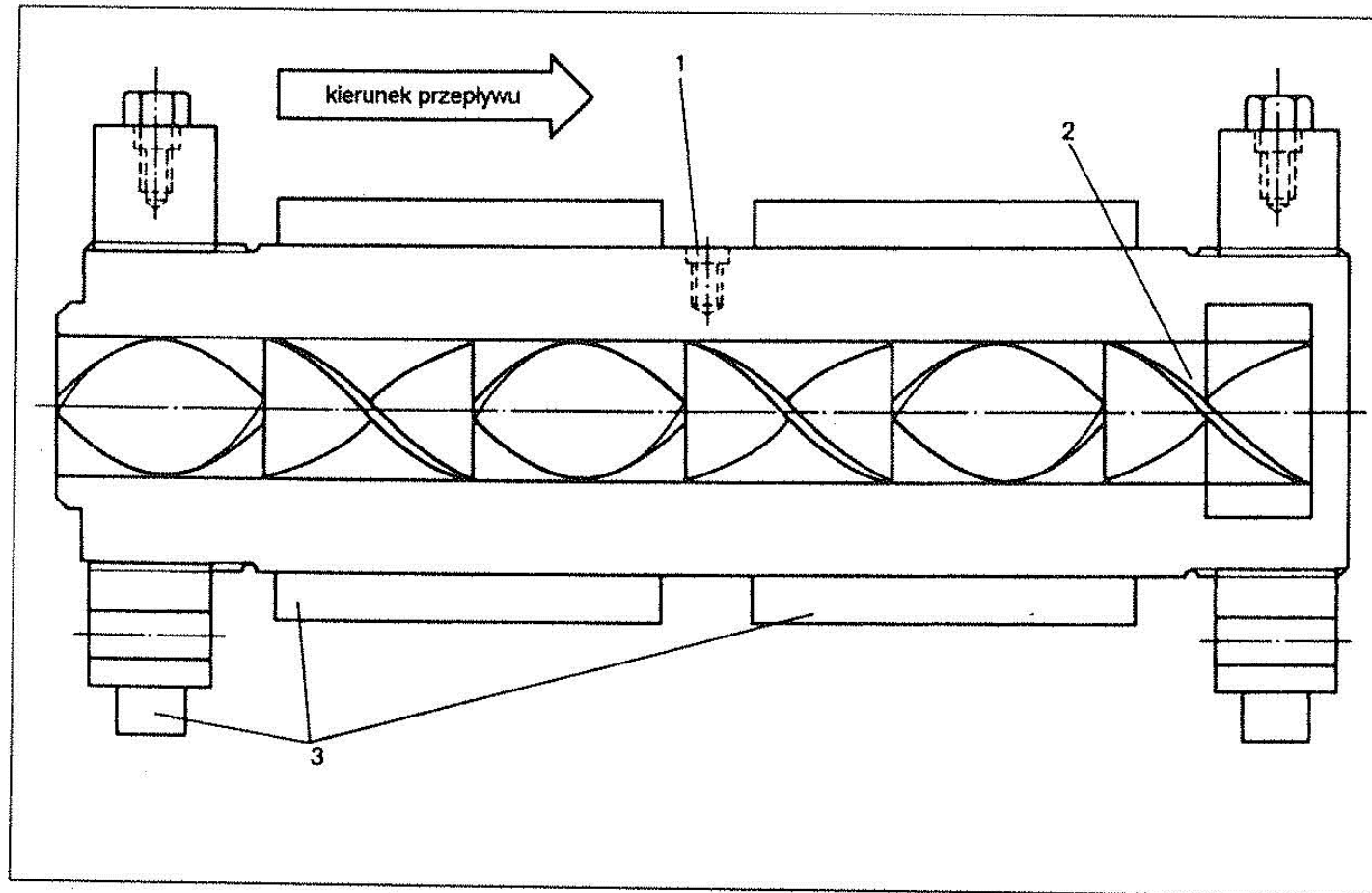
Rys. Ślimak z elementami ścinającymi i mieszającymi.



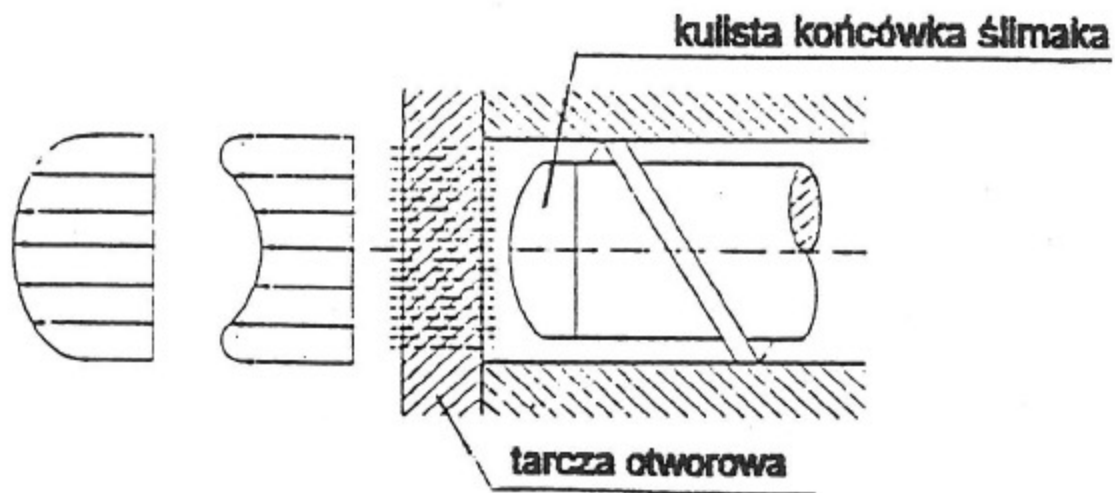
Rys. **Elementy ślimaków:** a) ślimak z zębem ścinającym, b) część ścinająca typu Troester, c) część ścinająca typu Union Carbide.



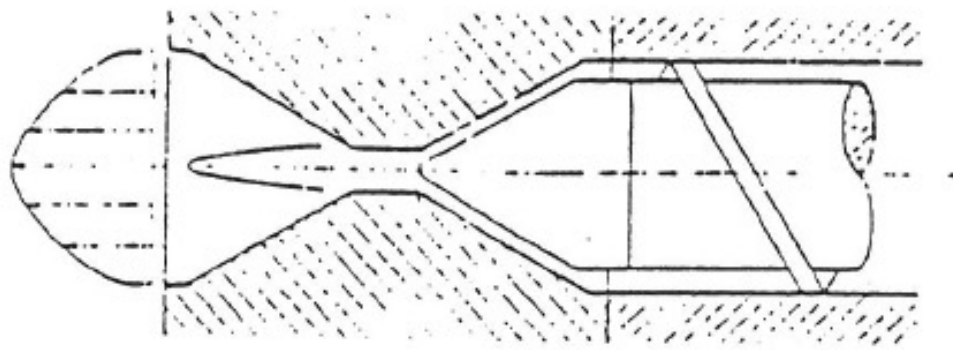
Rys. Elementy mieszające ślimaków.



Rys. **Mieszalnik statyczny Kenics'a**: 1-podłączenie termopary, 2-wymienne elementy mieszające z pierścieniem ustalającym, 3-grzejniki elektryczne.



Rys. 21. Tarcza otworowa dla doboru oporności głowicy.



Rys. 22. Tuleja spiętrzająca dla doboru oporności głowicy.

$$\text{prędkość ścinania} = \frac{80}{9 \cdot \pi} \cdot \frac{Q}{\delta \cdot d^3} \text{ [1/s]}$$

$$\text{strata ciśnienia} = 4 \cdot L \cdot \eta \cdot \dot{\gamma} / 10^5 \cdot d \text{ [bar]}$$

przy czym:

Q – wydajność [kg/h]

δ – gęstość (z diagramu pVT) [g/cm³]

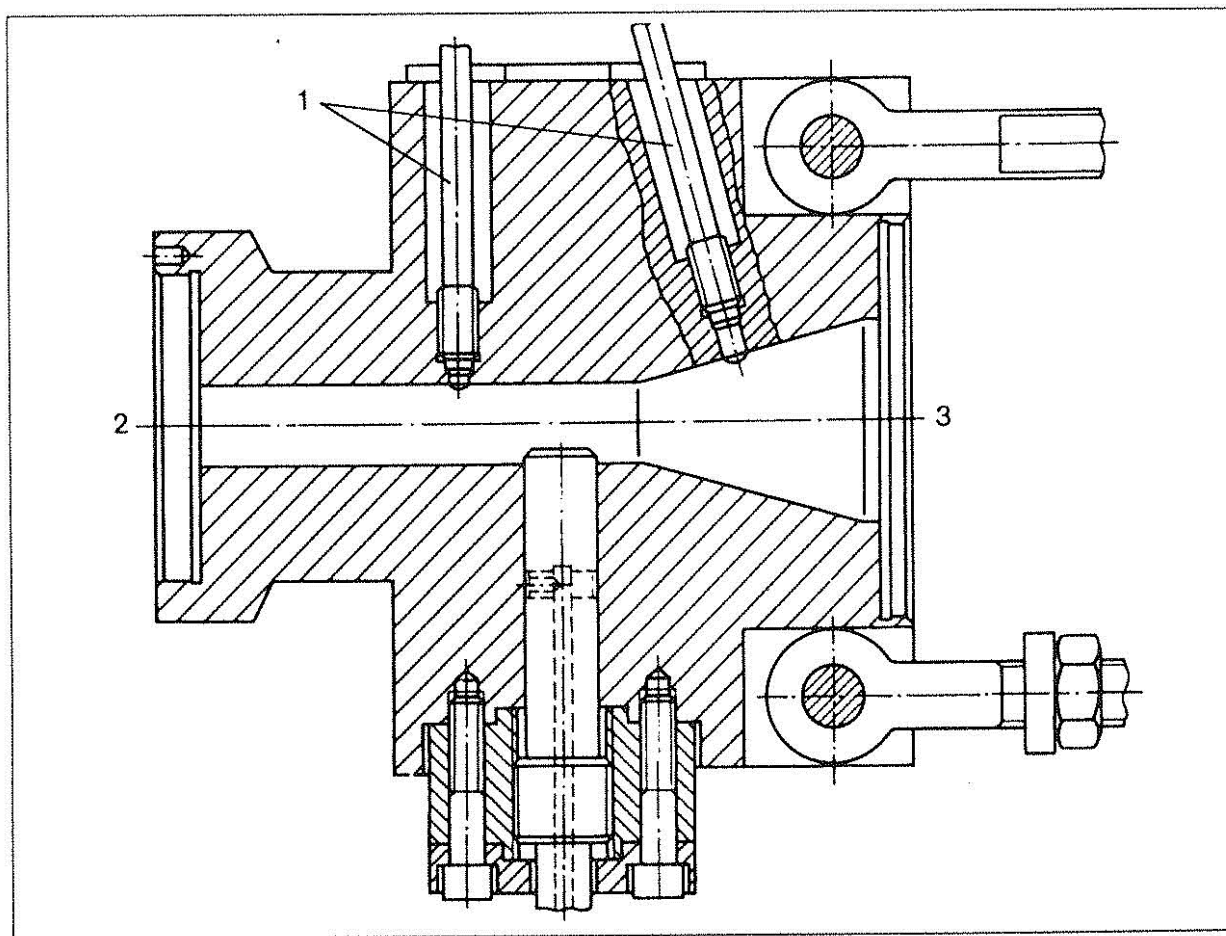
d – średnica otworu [cm]

η – lepkość [Pa·s]

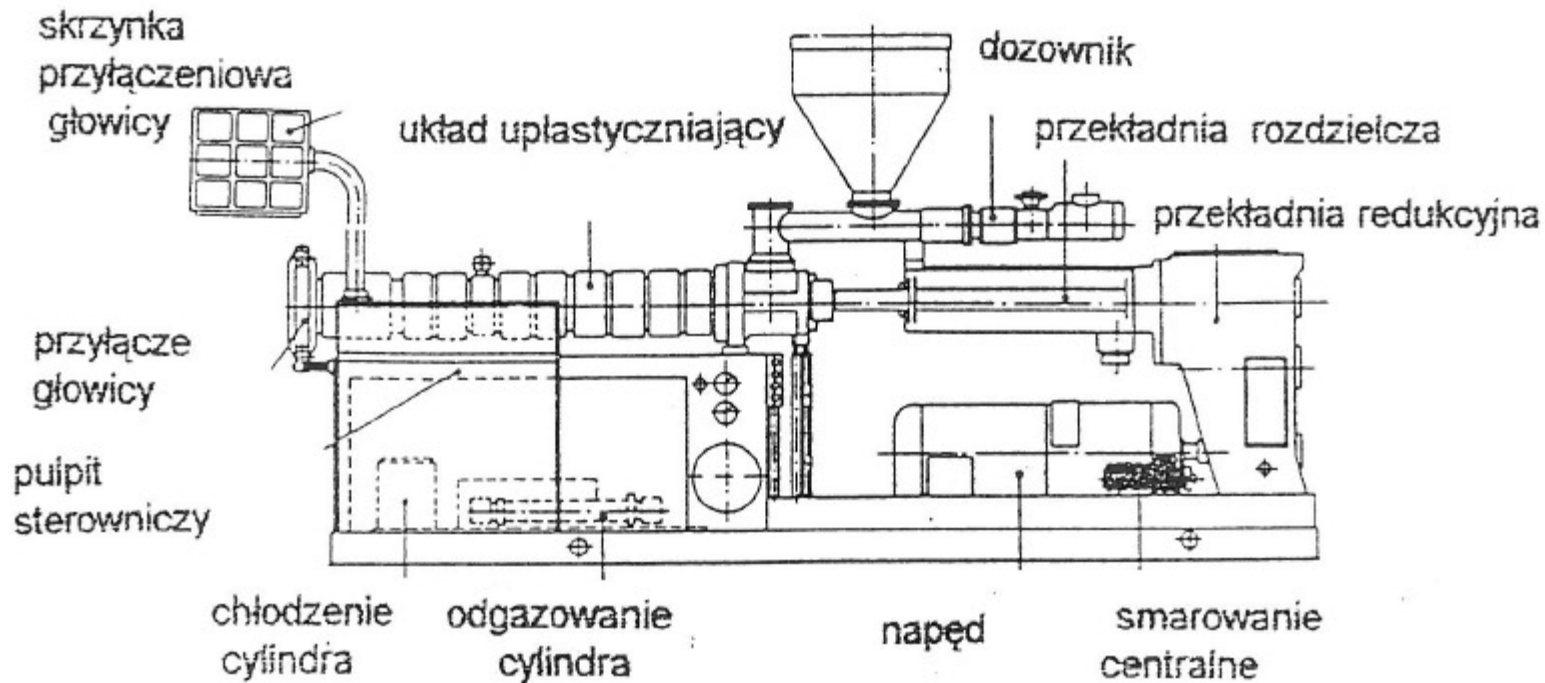
$\dot{\gamma}$ – prędkość ścinania [1/s]

L – długość otworu [cm]

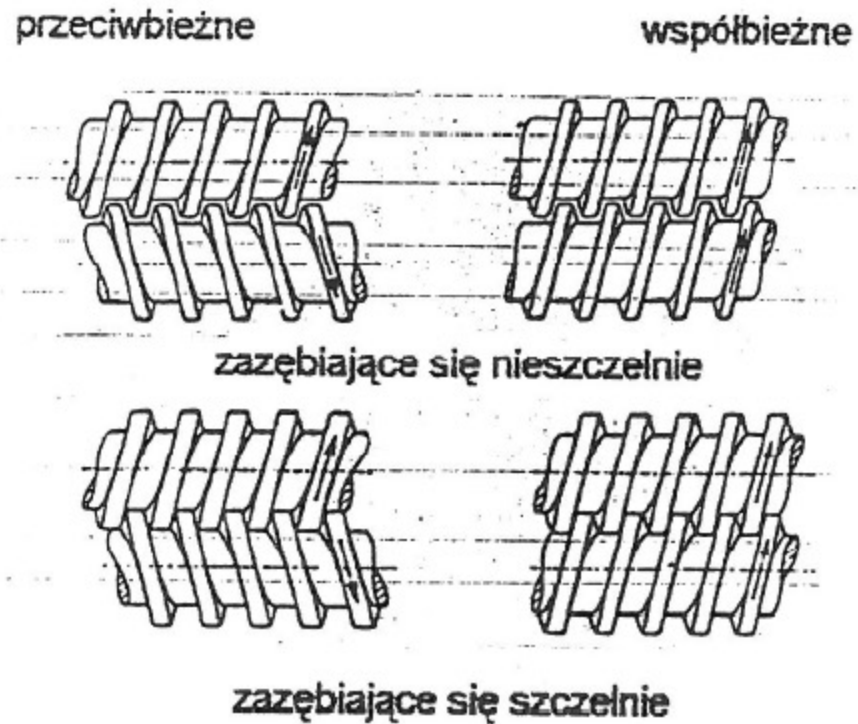
Rys.



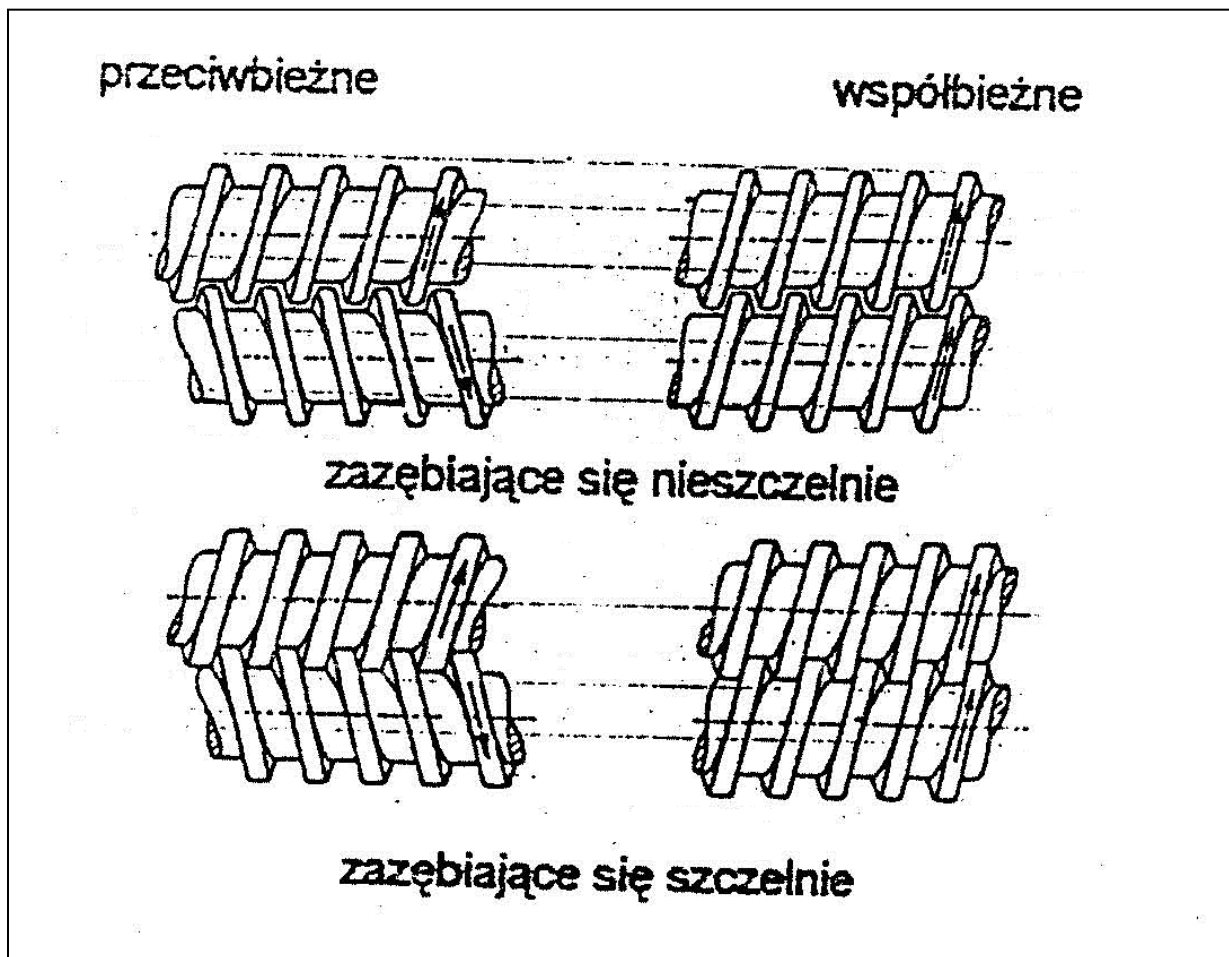
Rys. Łącznik z urządzeniem dławiącym i pomiarem ciśnienia: 1-czujnik ciśnienia, 2-połączenie z dyszą, 3-połączenie z wytłaczarką.



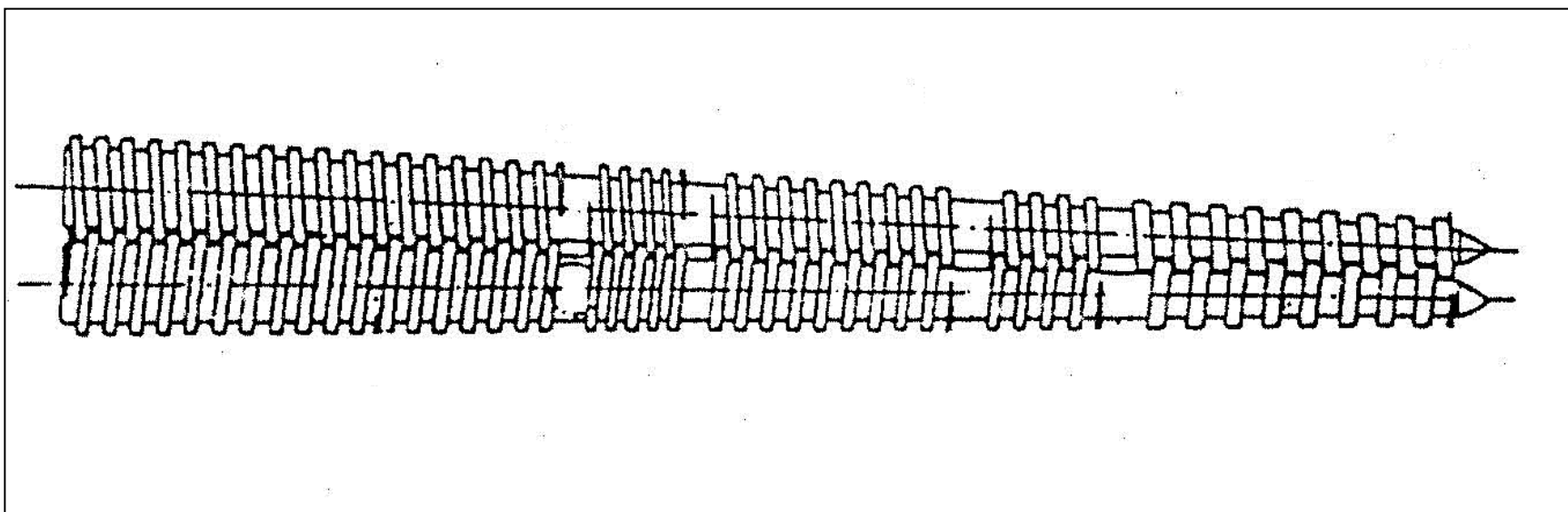
Rys. 29. Schematyczne przedstawienie wylączarki dwuślimakowej.



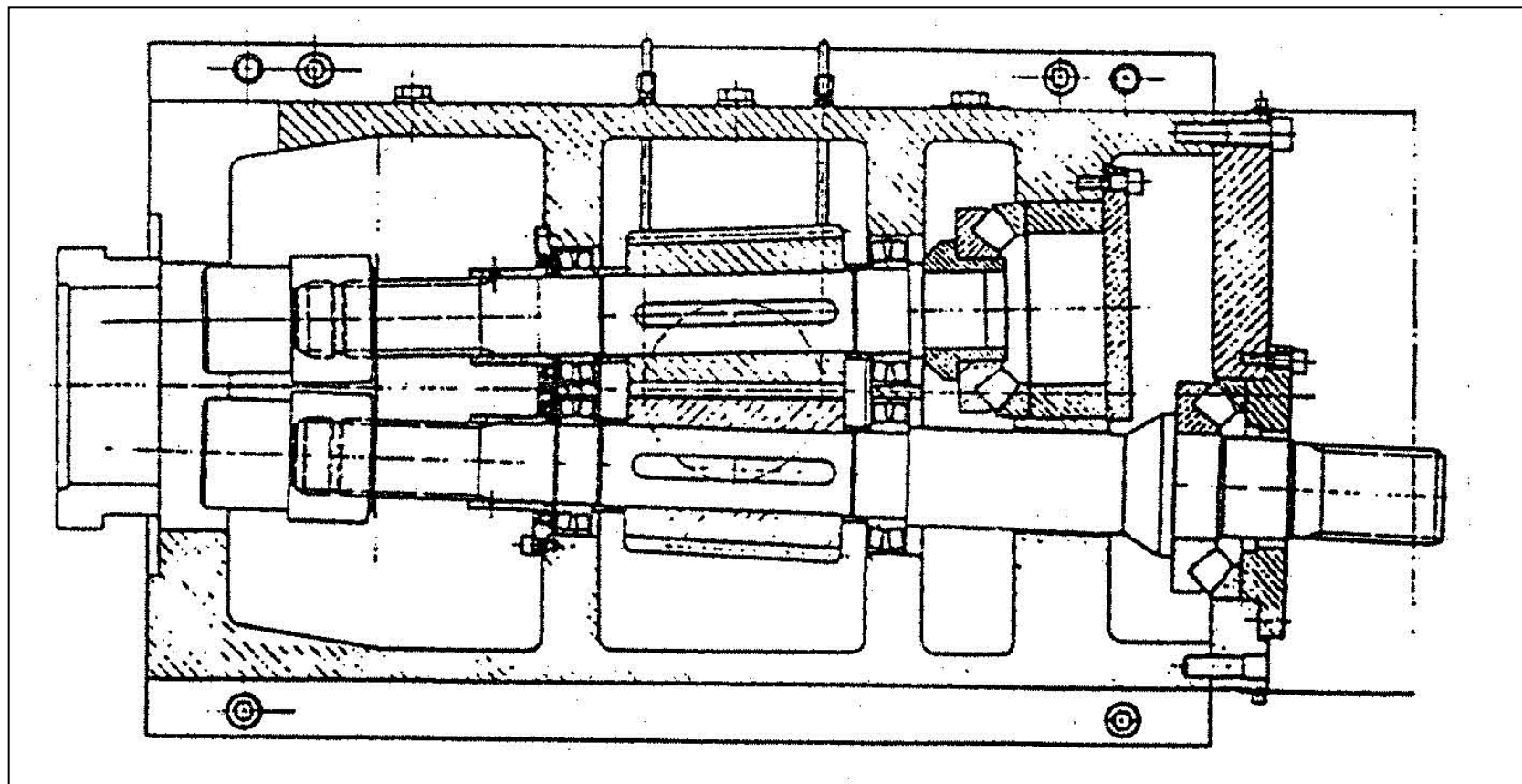
Rys. 30. Schematy podstawowych układów dwuślimakowych.



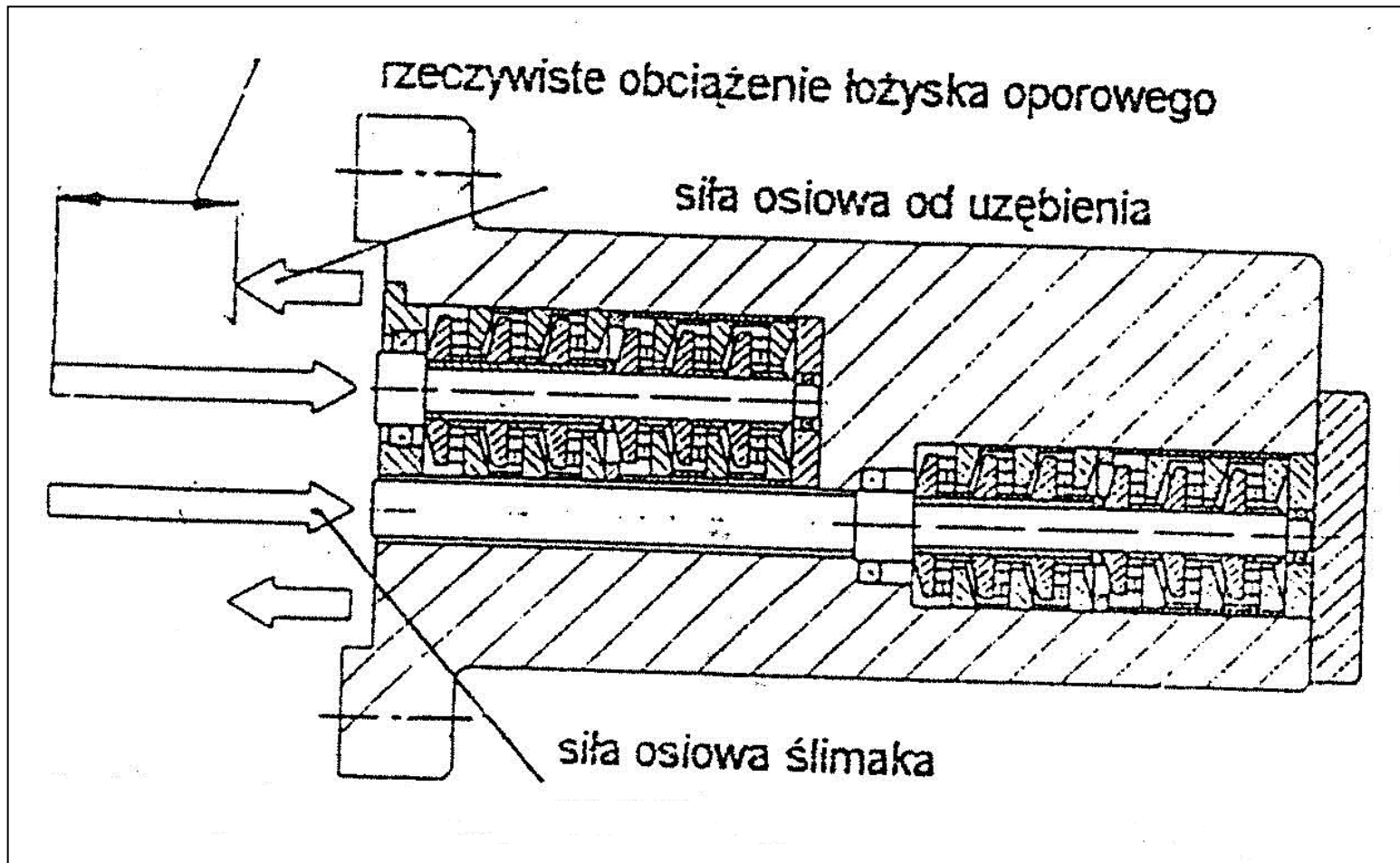
Rys. Schematy podstawowych układów dwuślimakowych.



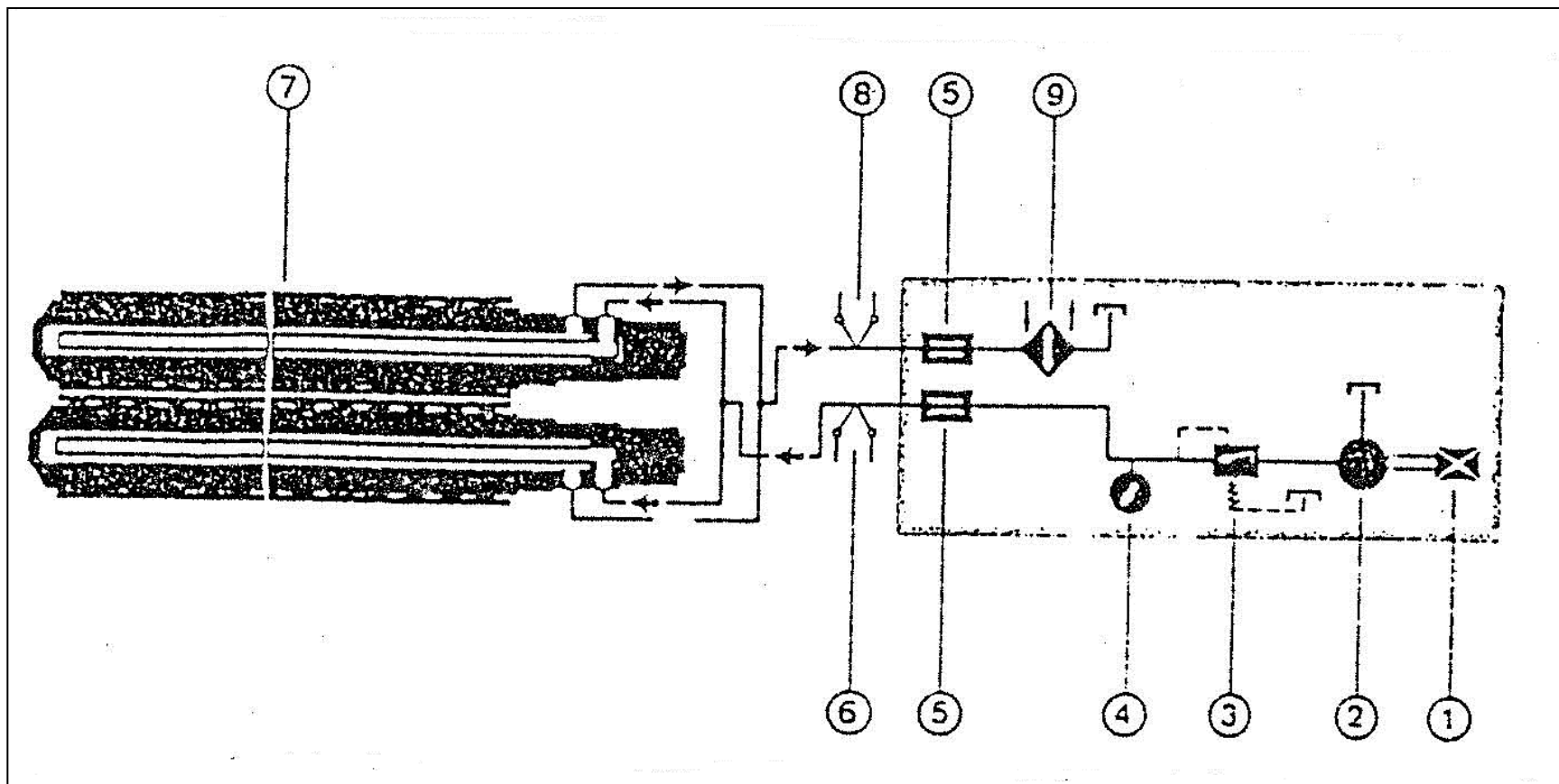
Rys. Schemat układu dwuślimakowego stożkowego.



Rys. Ułożyskowanie ślimaków wylączarki dwuślimakowej stożkowej.

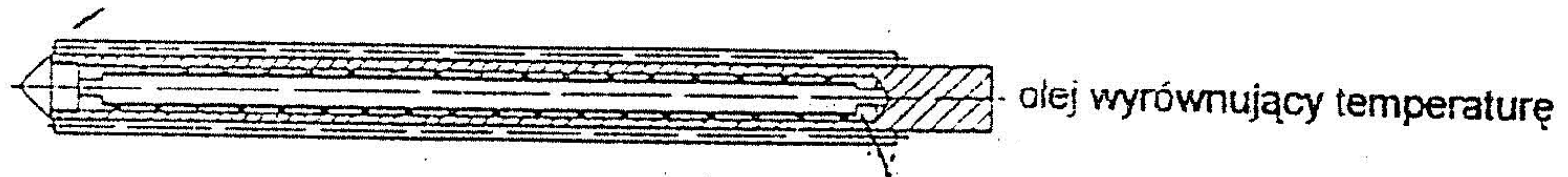


Rys. Ułożyskowanie wyłaczarek dwuślimakowych za pomocą łożysk w układzie tandem.

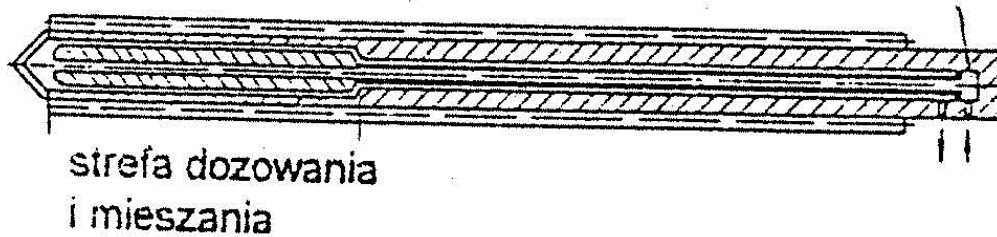


Rys. Schemat układu wyrównywania temperatury ślimaków (rozwiązanie firmy Reifenhauer): 1-silnik, 2-pompa wirowa, 3-zawór, 4-manometr, 5-regulator natężenia przepływu, 6-pomiar i regulacja temperatury, 7-układ dwuślimakowy, 8-pomiar temperatury, 9-chłodnica.

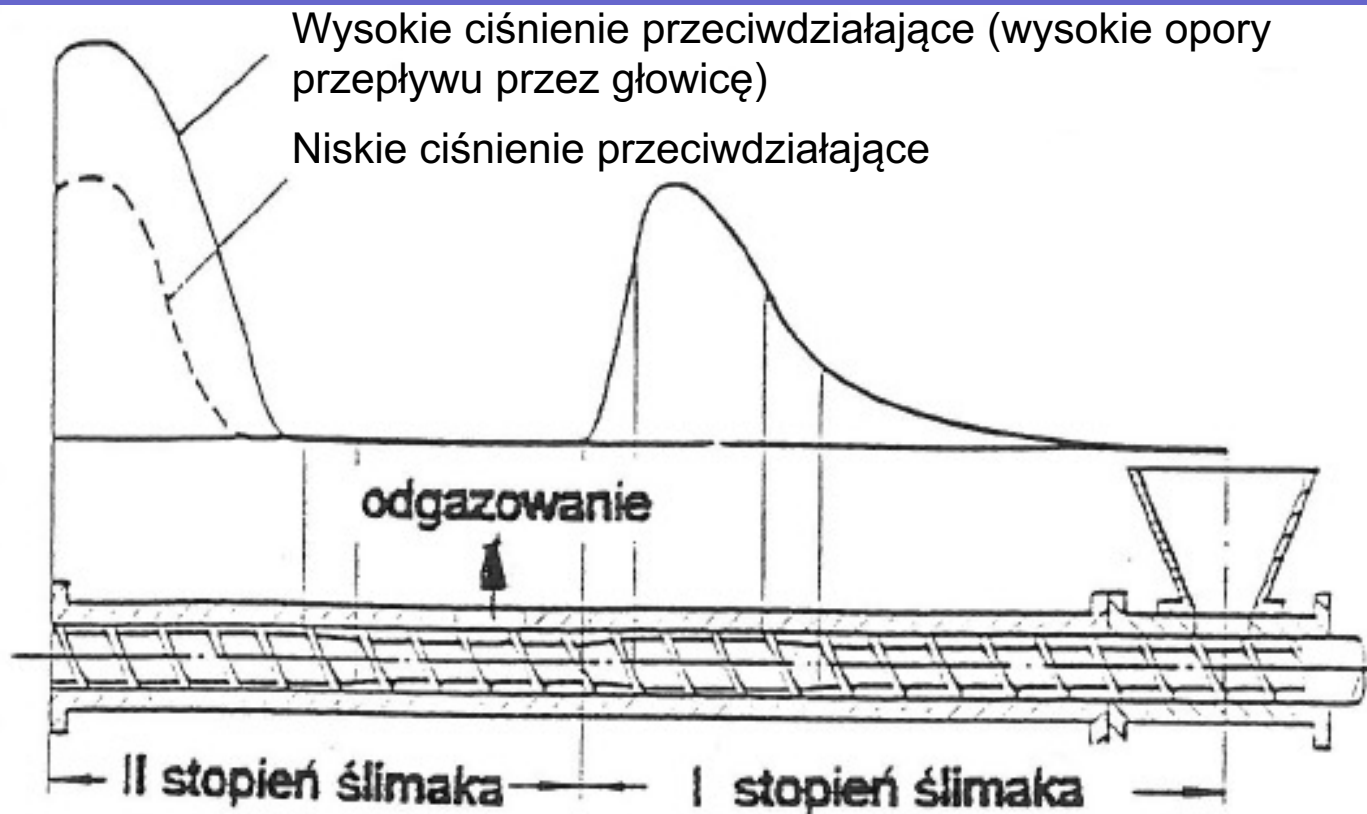
A) zamknięty system wyrównywania temperatury



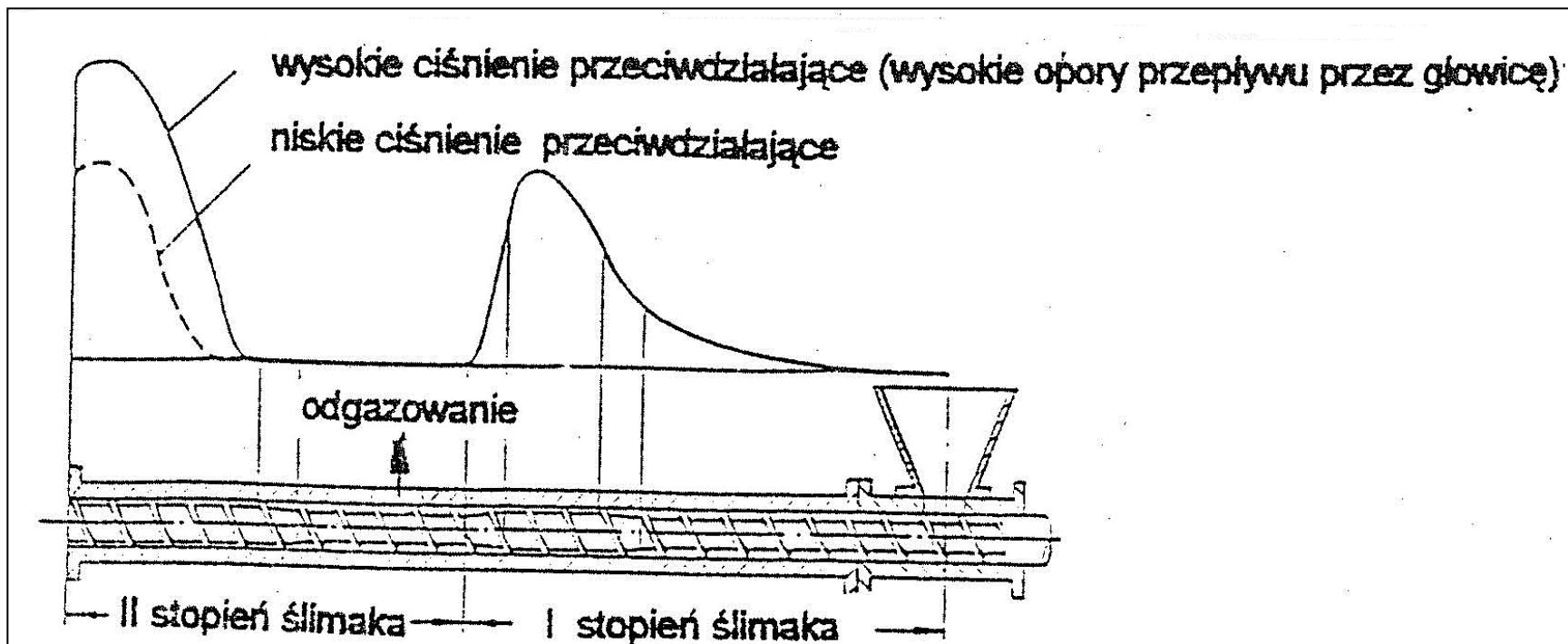
B) regulowany system wyrównywania temperatury



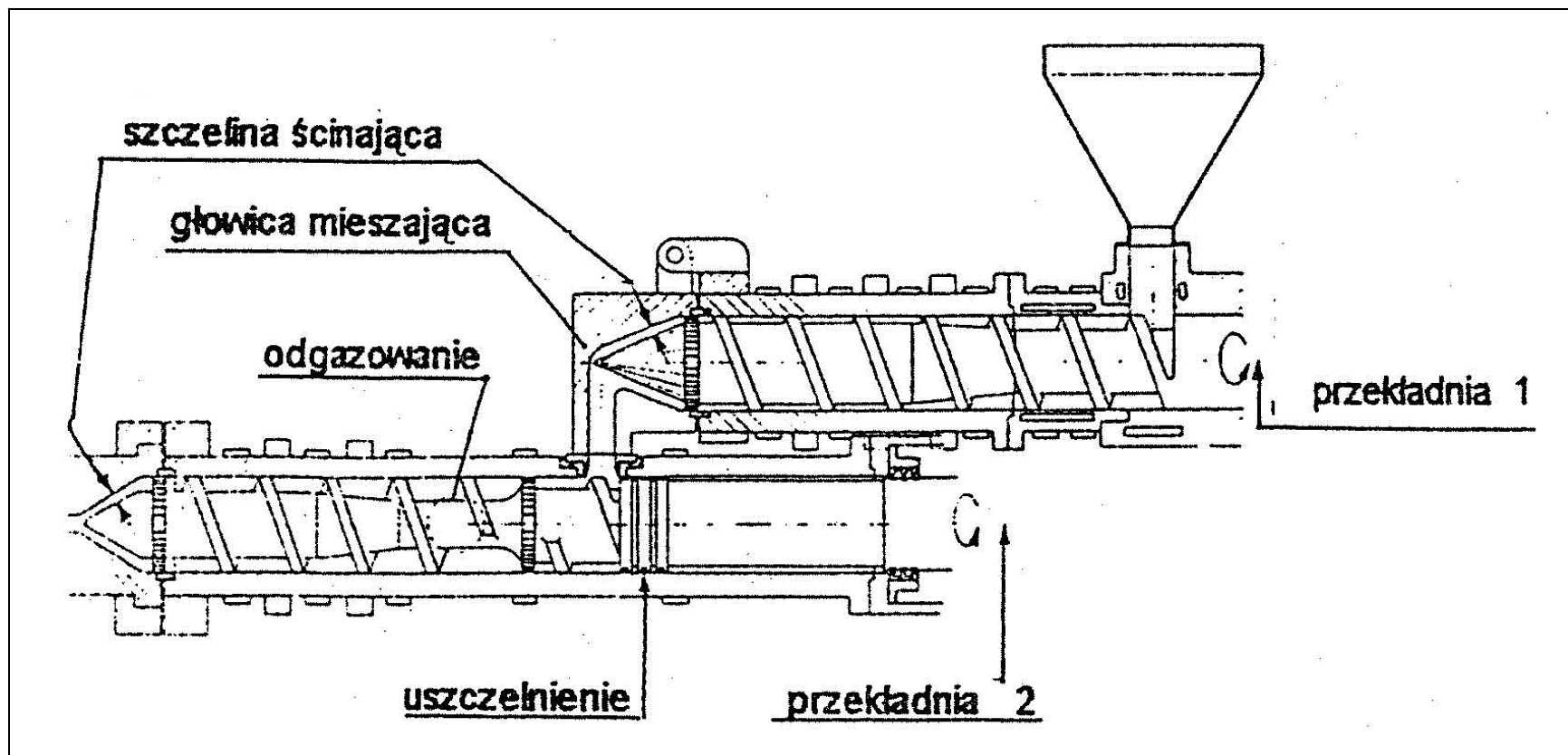
Rys. System wyrównywania temperatury ślimaków: A-system zamknięty, B-system regulowany.



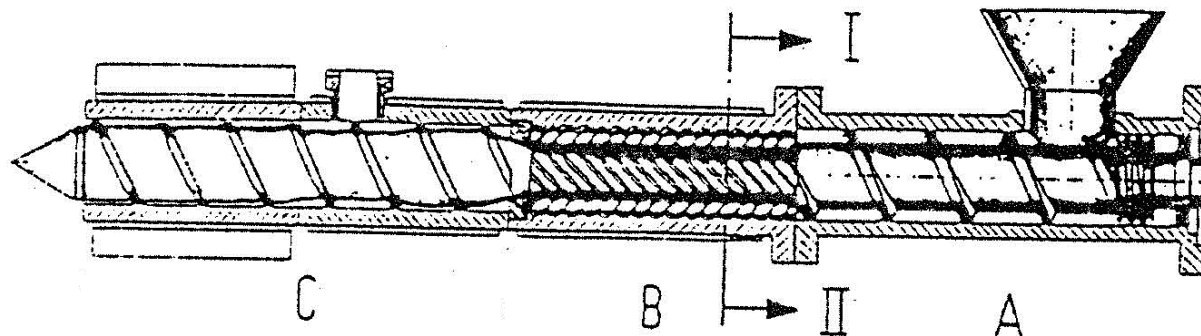
Rys. 28. Schemat wylączarki z odgazowaniem i przebieg ciśnienia wzdłuż układu uplastyczniającego.



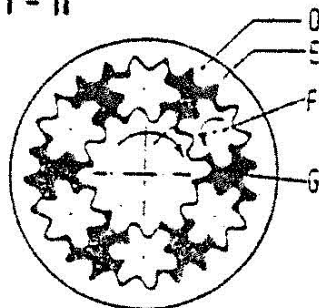
Rys. Schemat wyciązarki z odgazowaniem i przebieg ciśnienia wzdłuż układu uplastyczniającego.



Rys. Schematyczne przedstawienie wylączarki kaskadowej.



Przekrój I - II



Rys. 25. Schematyczne przedstawienie wylączarki walcowej planetarnej:

A - strefa zasilania, B - strefa uplastyczniania i ujednorodniania,
 C - strefa dozowania z odgazowaniem, D - cylinder walcowy z uzwojeniem wewnętrznym nieruchomym, E - ślimak centralny, uzwojony, napędzający, F - ślimaki planetarne, uzwojone, napędzane, G - tworzywo sztuczne

Rys.

PARAMETRY PROCESU WYTŁACZANIA

PARAMETRY ZWIĄZANE Z PROCESEM:

❖ TEMPERATURA:

- Temperatura cylindra i głowicy,
- Temperatura stopu,
- Temperatura kalibratora i medium chłodzącego,
- Szybkość chłodzenia w poszczególnych strefach.

❖ CIŚNIENIA:

- Ciśnienie przed głowicą,
- Ciśnienie kalibrowania (podciśnienie).

❖ PRĘDKOŚCI:

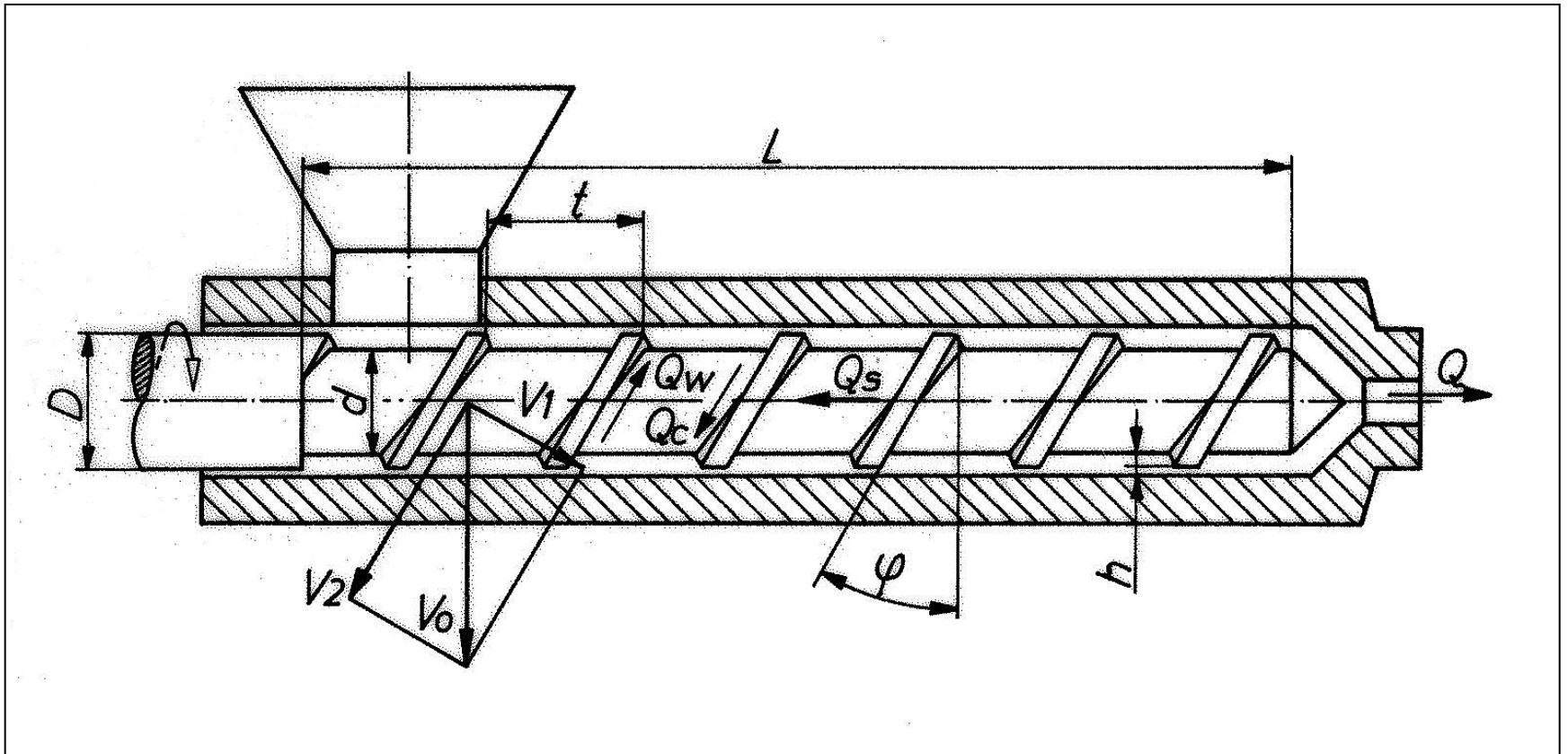
- Prędkość obrotowa ślimaka,
- Prędkość liniowa odciągu.

❖ PARAMETRY ZWIĄZANE Z WYROBEM:

- Kształt i wielkość wytłaczanego profilu,
- Barwa,
- Połysk (mat).

NIESTABILNOŚĆ PROCESU:

- Problemy związane z przepływem i pobieraniem surowca z leja zasypowego,
- Problemy z transportem przez ślimak tworzywa w stanie stałym,
- Niedostateczna zdolność do przetopienia surowca,
- Źle ukształtowany profil temperatury na długości cylindra i głowicy,
- Wahania temperatury ślimaka,
- Wahania temperatury cylindra,
- Wahania urządzenia odbierającego,
- Nierównomierna prędkość obrotowa ślimaka,
- Zużycie ślimaka i cylindra,
- Zła homogenizacja,
- Zbyt niskie ciśnienie na głowicy,
- Niewłaściwa zdolność do wygenerowania odpowiedniego ciśnienia przed głowicą,
- Pulsacje ciśnienia.

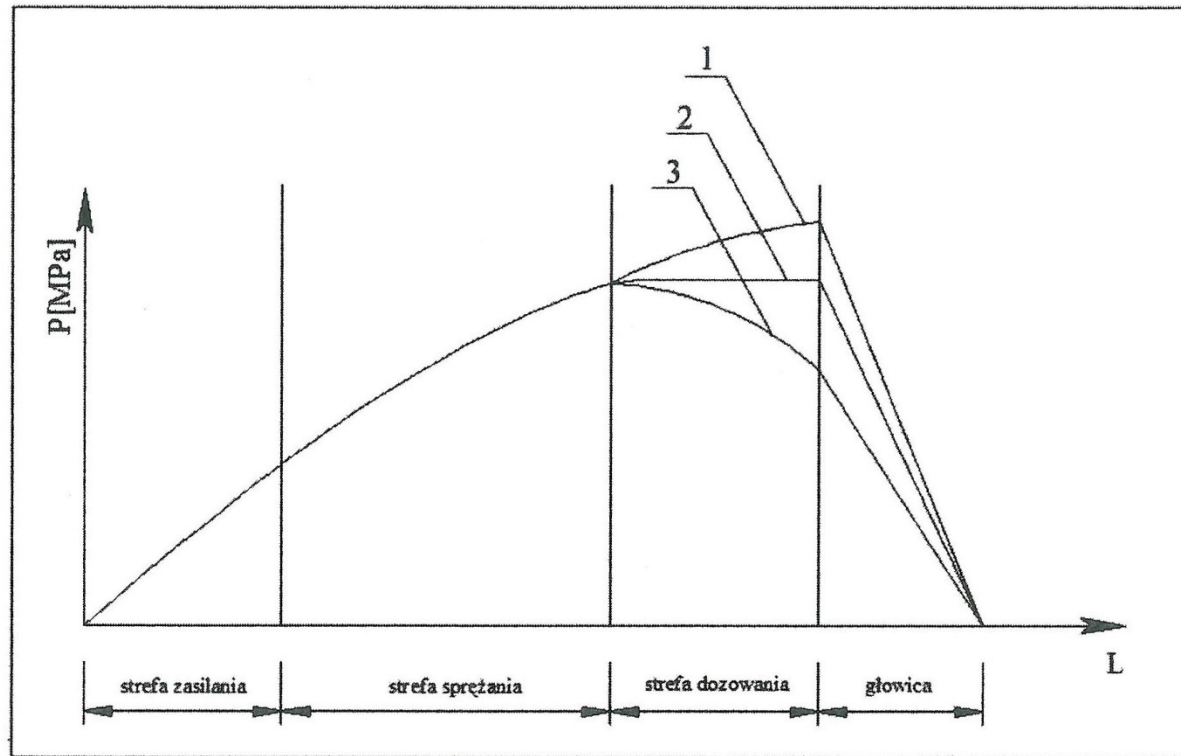


Rys. Przekrój jednoślirkowego układu uplastyczniającego; składowe prędkości obwodowej V_0 , przepływy, elementy geometryczne.

$$Q = Q_W \pm Q_C \pm Q_S$$

$$Q = \frac{\pi^2 D^2 h_3 \sin \varphi \cos \varphi}{2} \left(1 - \frac{e}{\pi D \operatorname{tg} \varphi} \right) n \left[\pi D h_3^3 \sin^2 \varphi \left(1 - \frac{e}{\pi D \operatorname{tg} \varphi} \right) + \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \operatorname{tg} \varphi}{e} \right] \frac{\rho}{\eta_p} \cdot \frac{1}{12 L_3} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Rys.

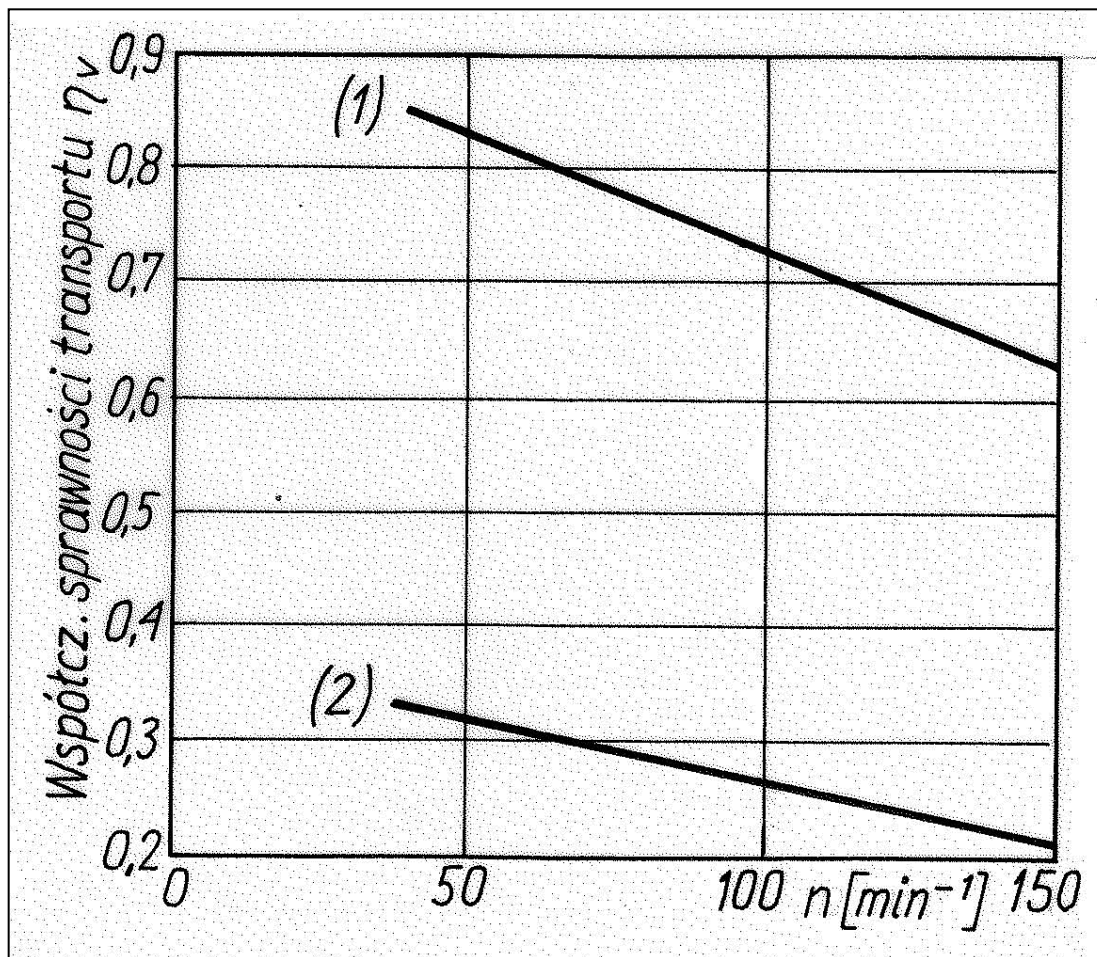


Rys. 23. Rozkład ciśnienia w wylączarce.

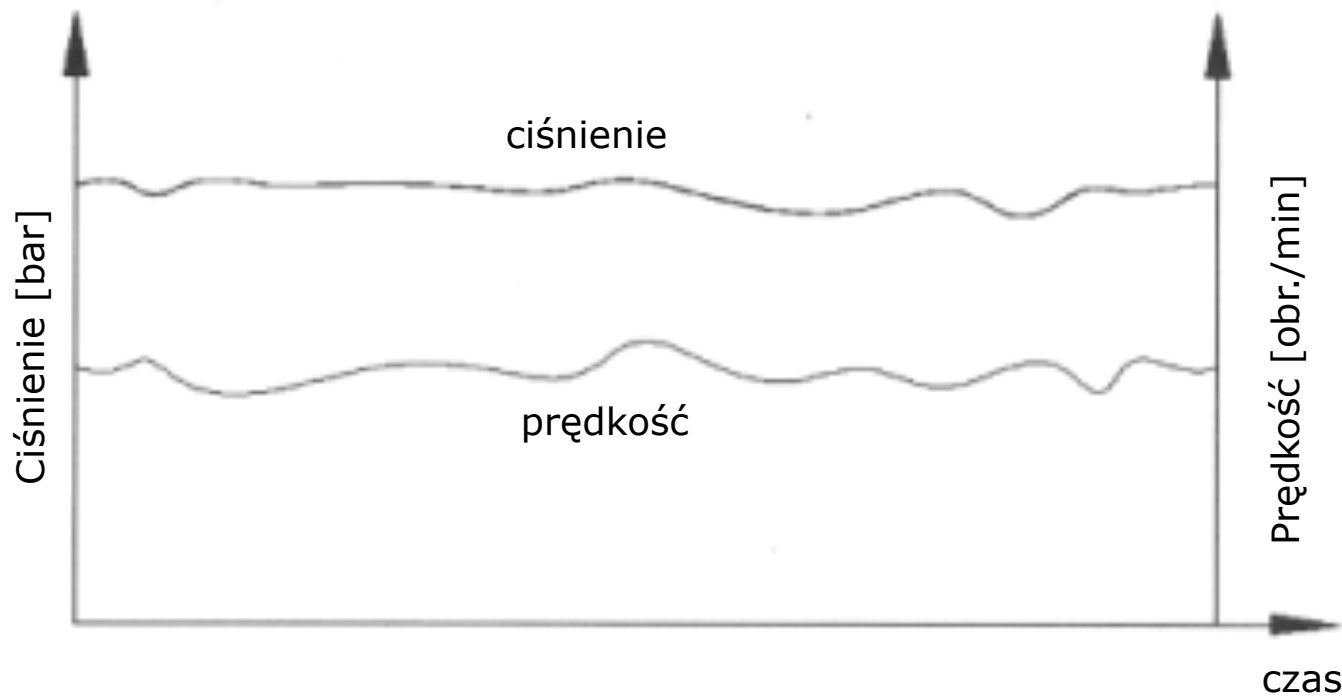
1. Wzrost w strefie dozowania powoduje, że gradient ciśnienia jest dodatni $\delta p / \delta z > 0$, co za tym idzie składowa przepływu ciśnieniowego jest przeciwstawną składowej ciśnienia wleczonego. Taki stan charakteryzuje się najlepszym stopniem wymieszania tworzywa oraz najmniejszym wydatkiem.
2. Stałe ciśnienie w strefie dozowania powoduje, że gradient ciśnienia jest równy 0, $\delta p / \delta z = 0$. Taki stan charakteryzuje się średnim stopniem wymieszania tworzywa oraz średnim wydatkiem.
3. Spadek ciśnienia w strefie dozowania powoduje, że gradient ciśnienia jest ujemny $\delta p / \delta z < 0$, co za tym idzie składowa przepływu ciśnieniowego jest zgodna ze składową ciśnienia wleczonego. Taki stan charakteryzuje się najgorszym stopniem wymieszania tworzywa oraz najwyższym wydatkiem.

WARTOŚCI ZALECANYCH, CAŁKOWITYCH SPADKÓW CIŚNIENIA DLA RÓŻNYCH TWORZYW

1. PVC twardy:
 - Proszek - 90÷150 [bar],
 - Granulat - 90÷200 [bar],
2. PVC chlorowany - 90÷200 [bar],
3. PVC miękki - 50÷160 [bar],
4. Poliamid - 160÷350 [bar],
5. Poliuretan - 130÷280 [bar],
6. Polietylen twardy - 120÷400 [bar],
7. Polietylen miękki - 100÷350 [bar],
8. Polipropylen - 160÷380 [bar].



Rys. Współczynnik objętościowej sprawności transportu w zależności od prędkości obrotowej: 1-wzdłużnie rowkowana strefa zasilania, 2-gładka strefa zasilania.



Rys. 24. Wykres zmian ciśnienia i prędkości w układzie bez pętli sprzężenia zwrotnego.

Dziękuję za uwagę.