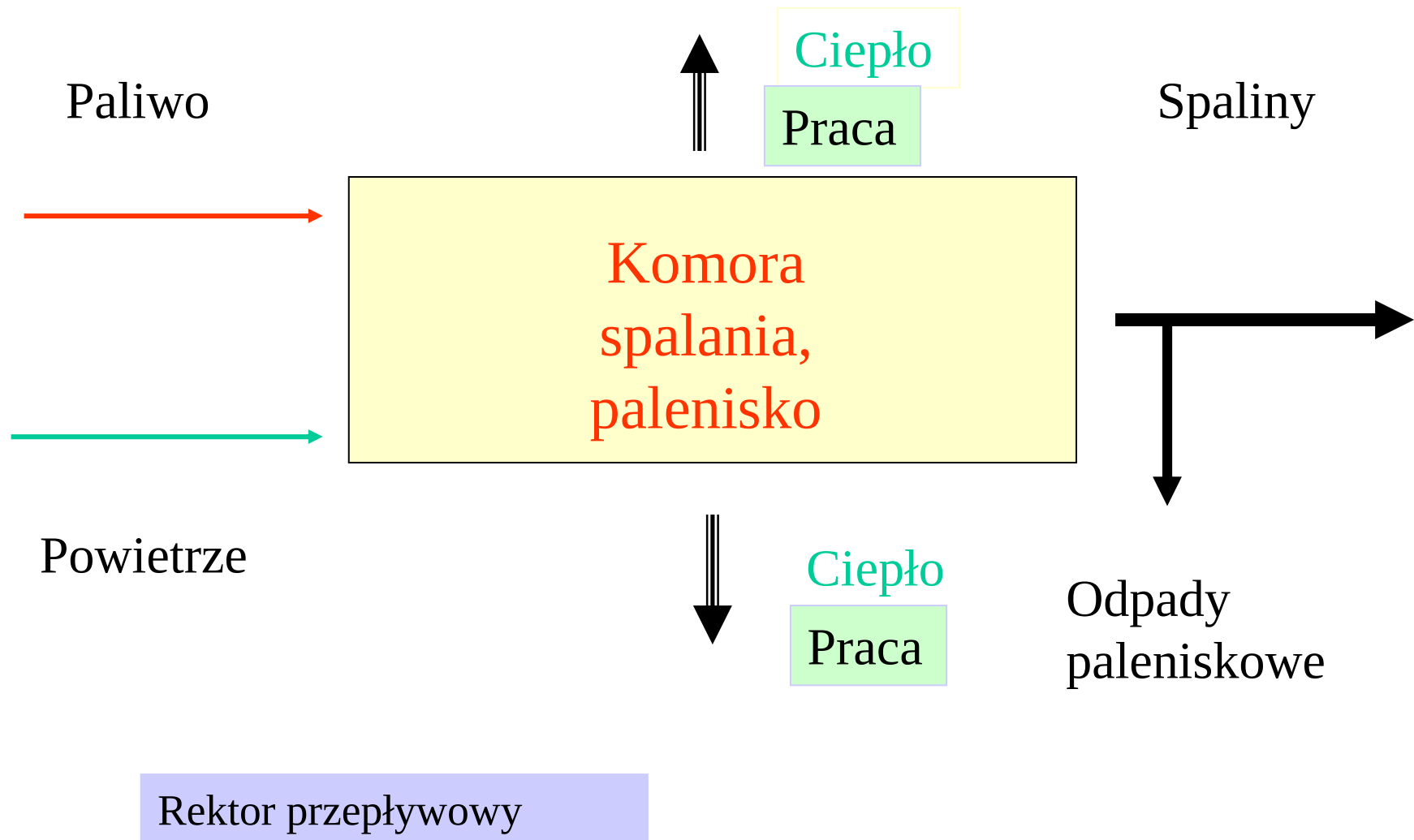


AERODYNAMIKA SPALANIA

ZNACZENIE AERODYNAMIKI SPALANIA



CZYNNIKI

Utleniacz:

- powietrze (pierwotne, wtórne)

Paliwo:

- gaz (mieszanie), olej (rozpylanie), pył (transport)

Spaliny:

- mieszanie (recyrkulacja), przekazywanie ciepła, erozja i korozja

OBIEKTY AERODYNAMIKI SPALANIA

Podstawowe:

- palniki,
- paleniska kotłowe,
- komory spalania.

Pomocnicze:

- rurociągi,
- młyny,
- separatory.

ZADANIA PALENISKA I PALNIKA

- dostarczenie do paleniska strumienia paliwa zapewniającego moc cieplną,
- dostarczenie do paleniska strumienia powietrza zapewniającego wymagane λ ,
- mieszanie powietrza z paliwem zapewniające wymaganą formę płomienia
- utrzymanie paliwa w palenisku dostatecznie długo dla zapewnienia wypalenia.

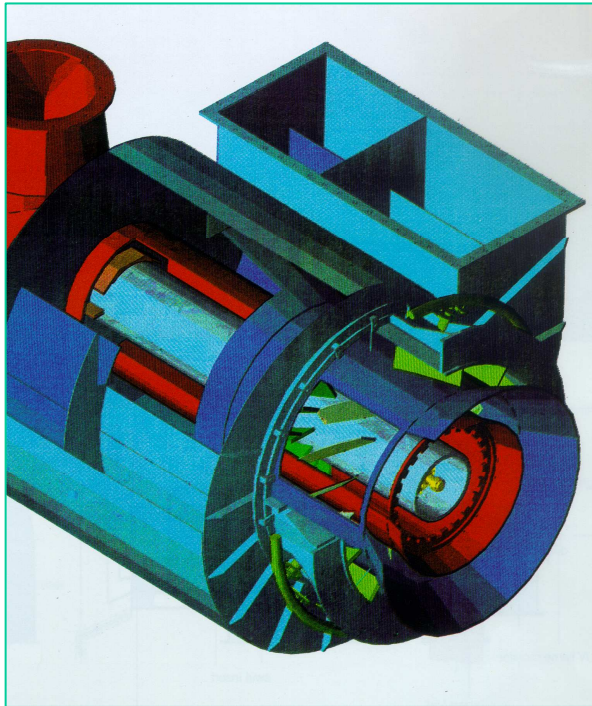
ROLA MIESZANIA W PROCESACH SPALANIA

1. Do spalania trzeba, żeby paliwo było w kontakcie z tlenem (powietrzem).
2. Mieszanie jest procesem dzięki któremu paliwo uzyskuje kontakt z powietrzem.
3. W procesach spalania wyróżnia się dwa sposoby mieszania:
 - a. mieszanie laminarne,
 - b. mieszanie turbulentne.

MIESZANIE A CHARAKTER PŁOMIENIA

1. Zależnie od charakteru przepływu wyróżnia się płomienie:
 - laminarne
 - turbulentne.
2. W płomieniach laminarnych mieszanie ma charakter molekularny.
3. W płomieniach turbulentnych mieszanie ma charakter turbulentny.

BLISKA AERODYNAMIKA SPALANIA

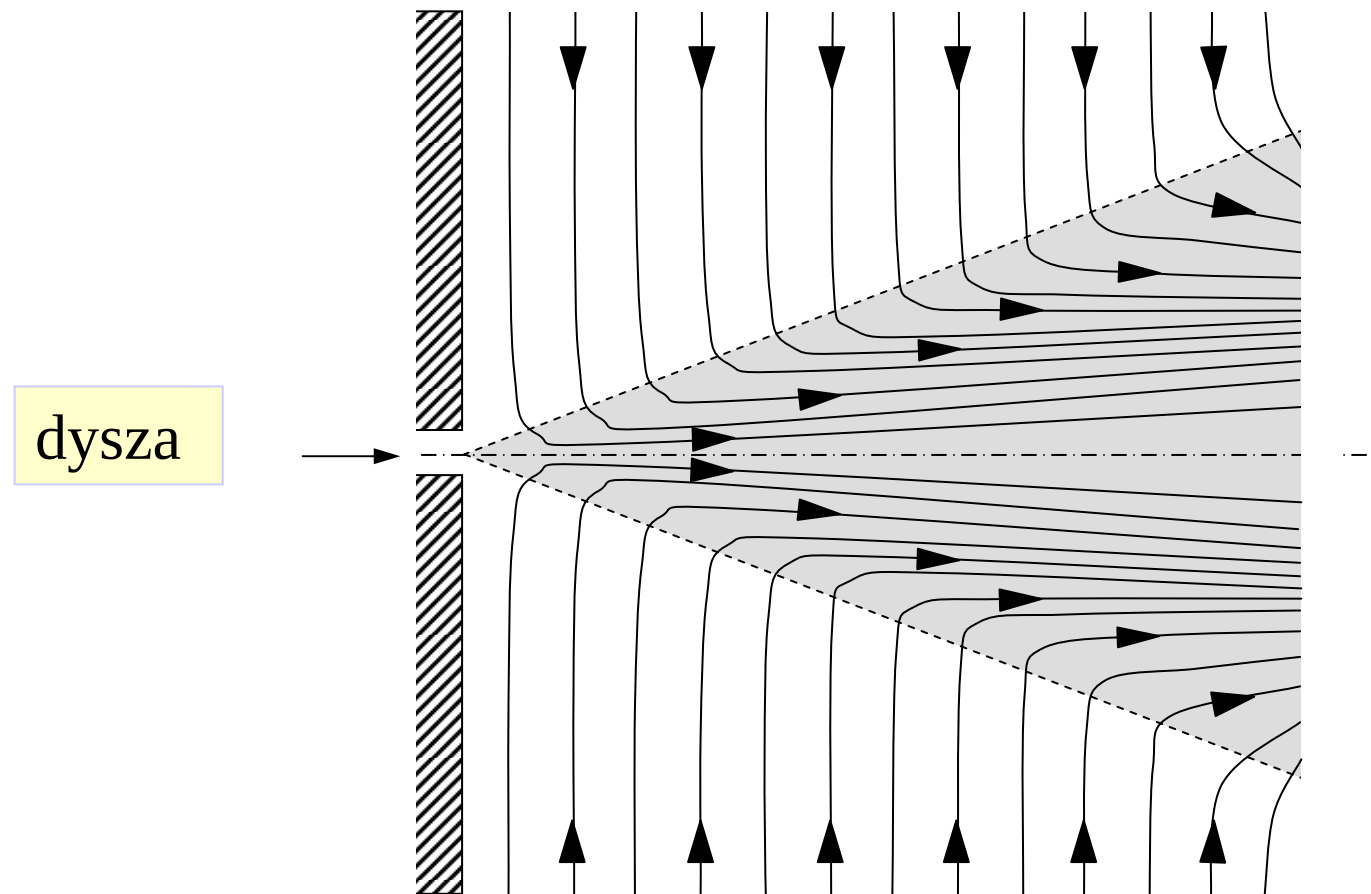


Formowanie się pola przepływu
bezpośrednio za palnikiem wpływa
na:

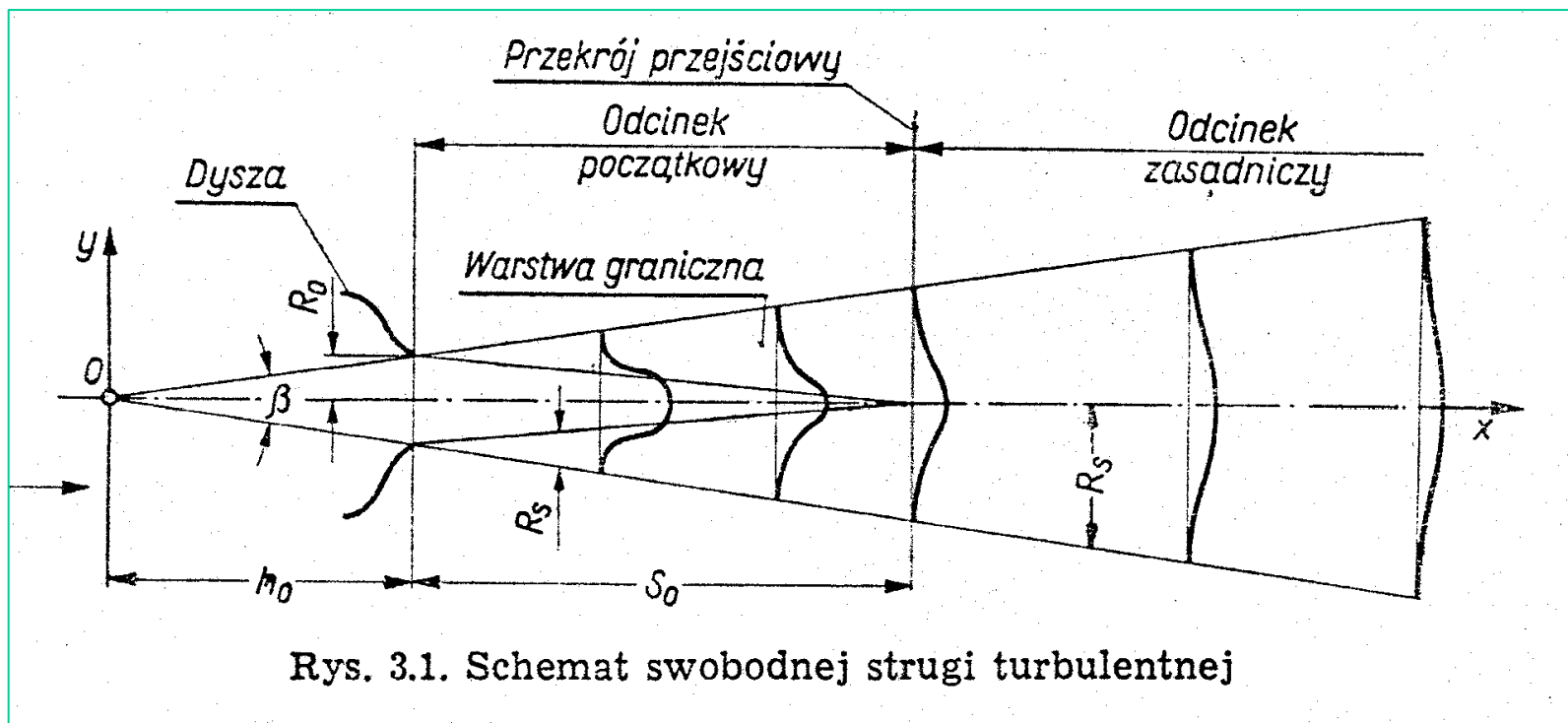
- formowanie się płomienia,
- niedopał,
- zanieczyszczenia,
- przekazywanie ciepła.

STRUGI

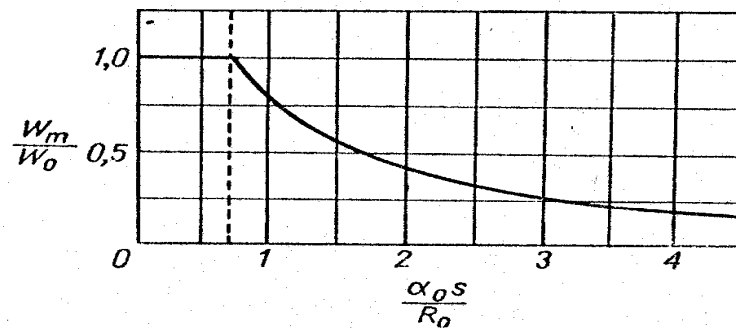
STRUGA SWOBODNA W PRZESTRZENI



STRUKTURA STRUGI PROSTEJ

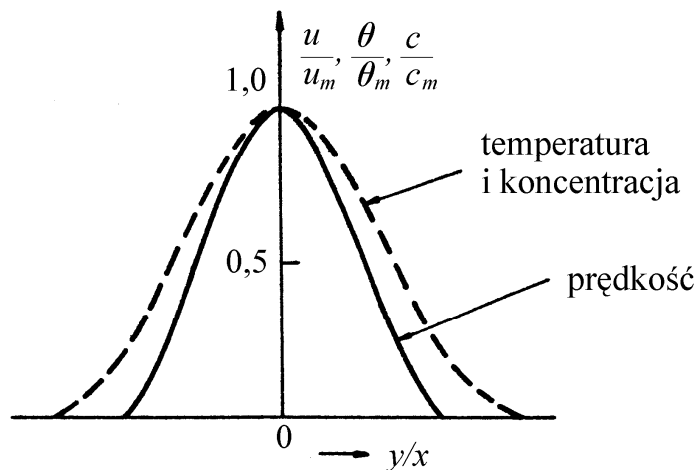


PROFILE PRĘDKOŚCI STRUGI PROSTEJ



Łozkład prędkości wzdłuż osi dla strugi osiowo-symetrycznej (w wielkościach bezwymiarowych)

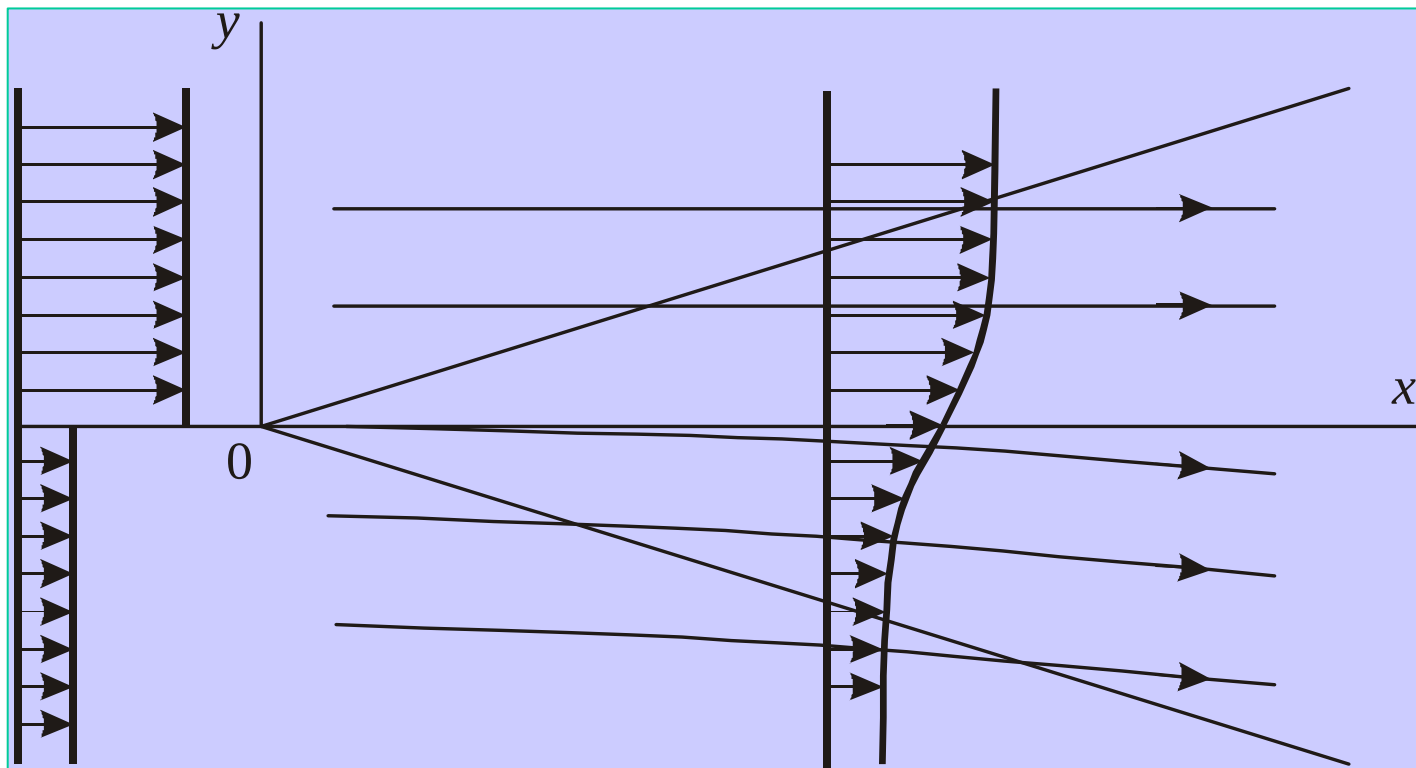
Profil osiowy
strugi



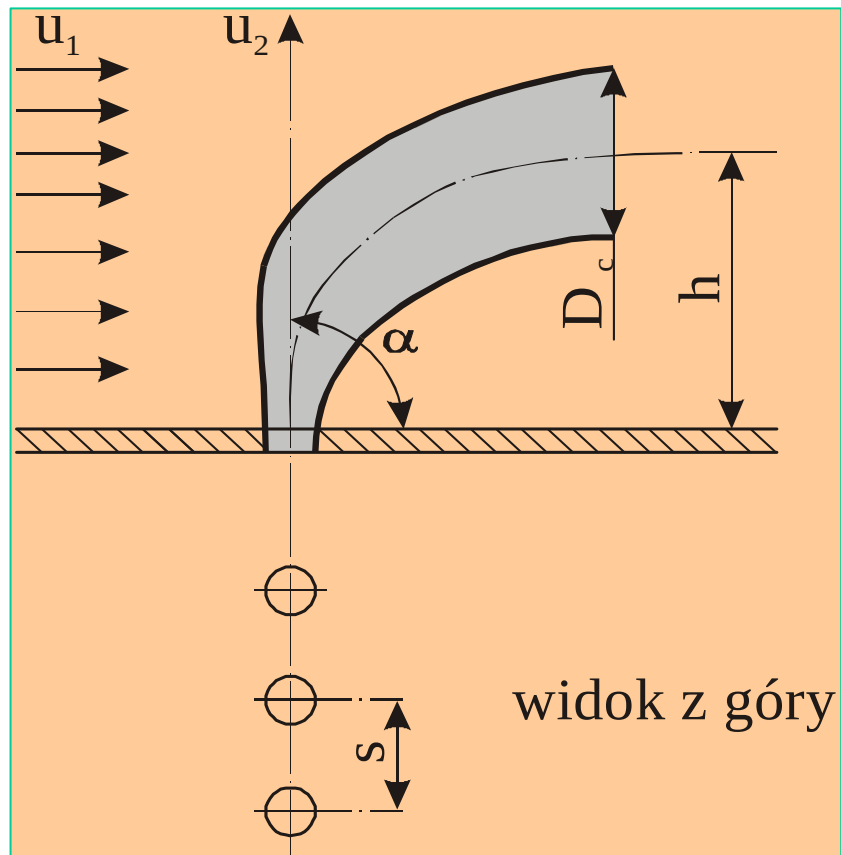
Profil
poprzeczny
strugi

MIESZANIE SIĘ STRUG

Wpływ gradientu profilu prędkości

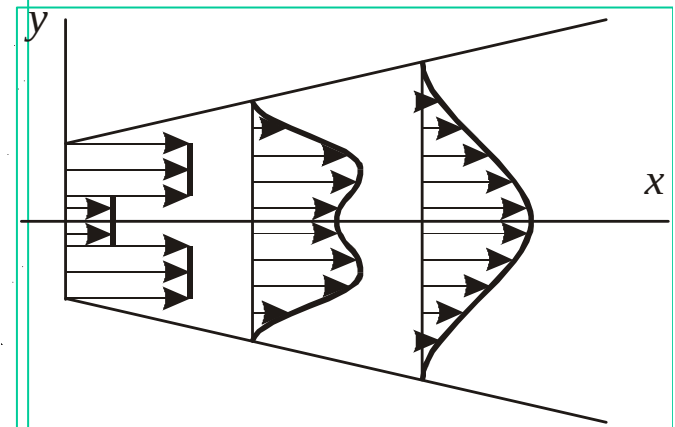
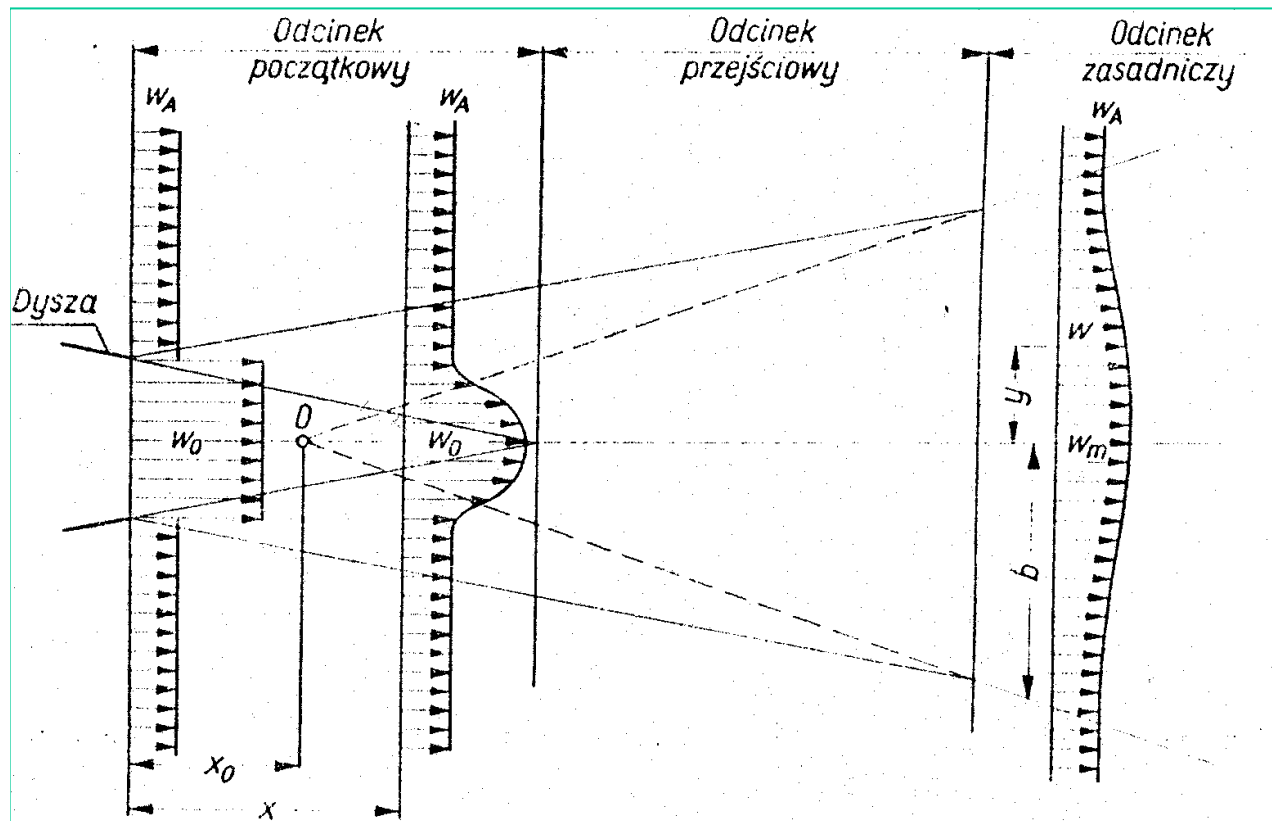


MIESZANIE SIĘ STRUG POPRZECZNYCH



Strumień penetrujący
przepływ

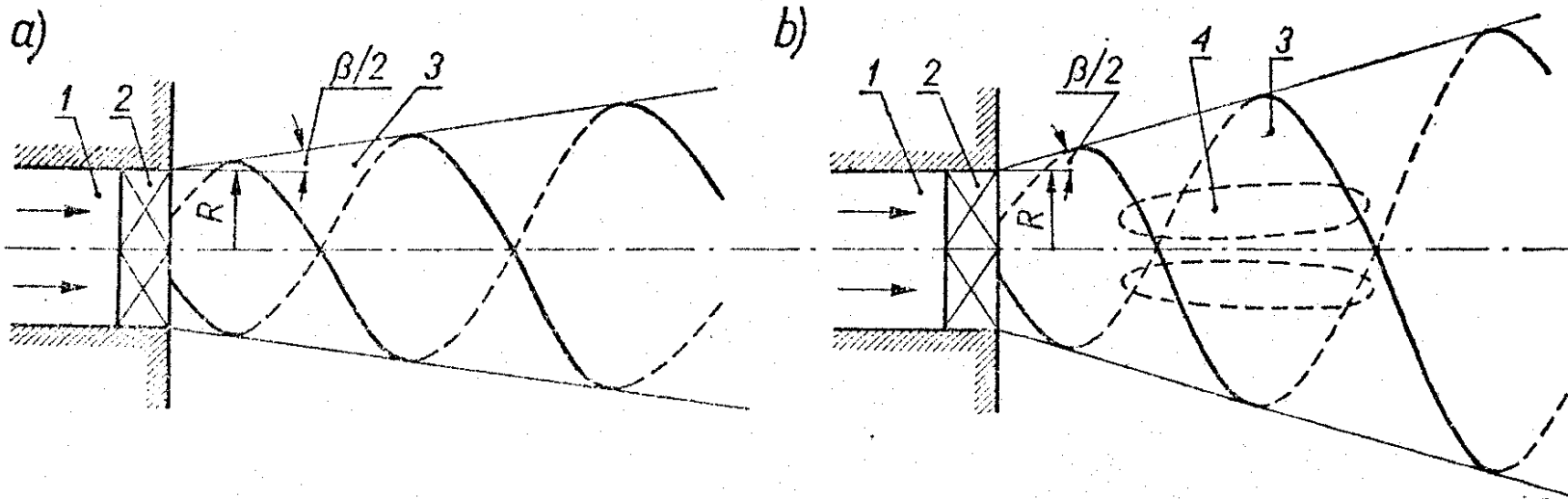
STRUGI WSPÓŁOSIOWE



6. Schemat strugi swobodnej w ośrodku poruszającym się: O — bieżący środek masy, b — szerokość warstwy granicznej

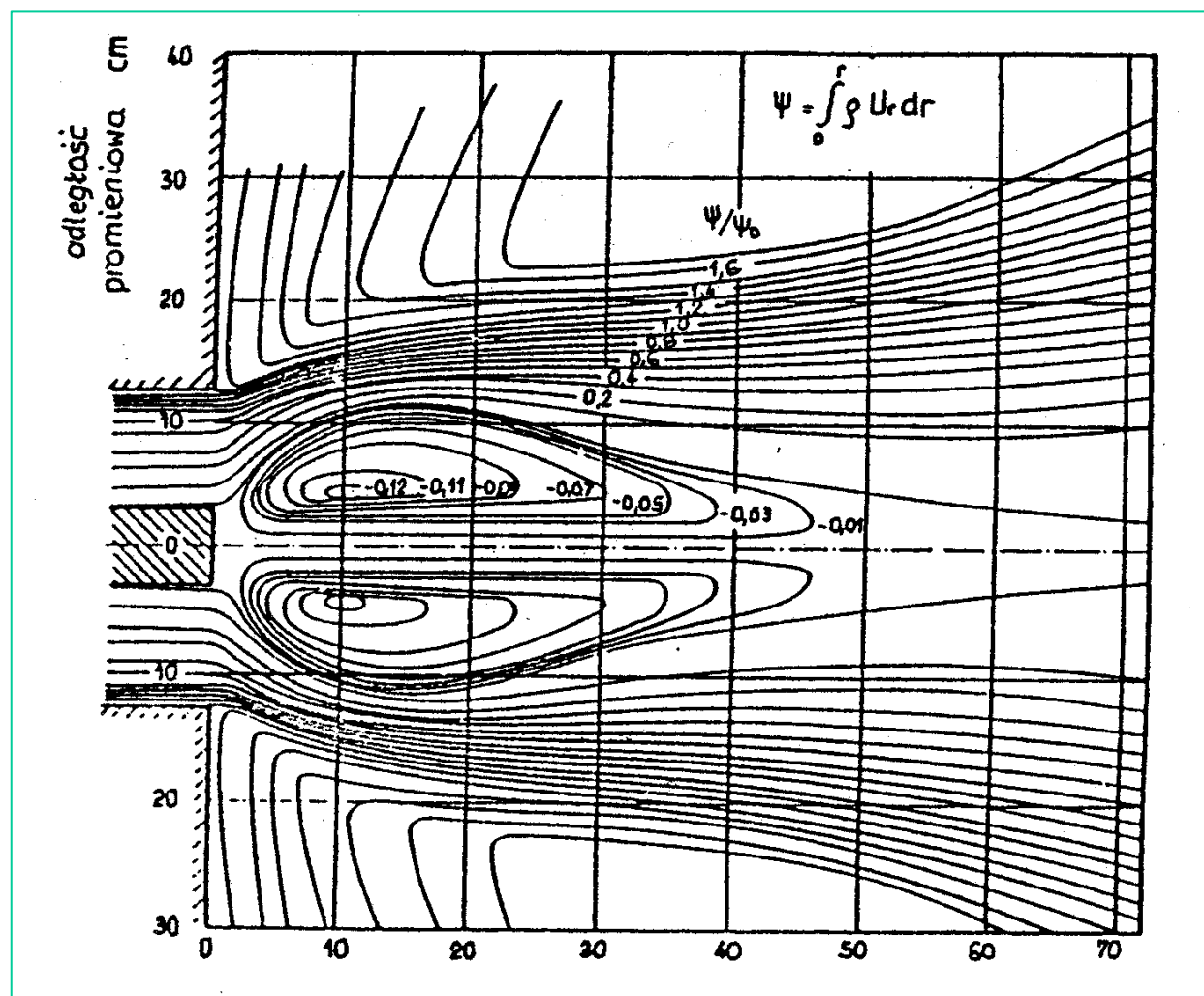
STRUGI ZAWIROWANE

STRUGI ZAWIROWANE W OBSZARZE NIEOGRANICZONYM

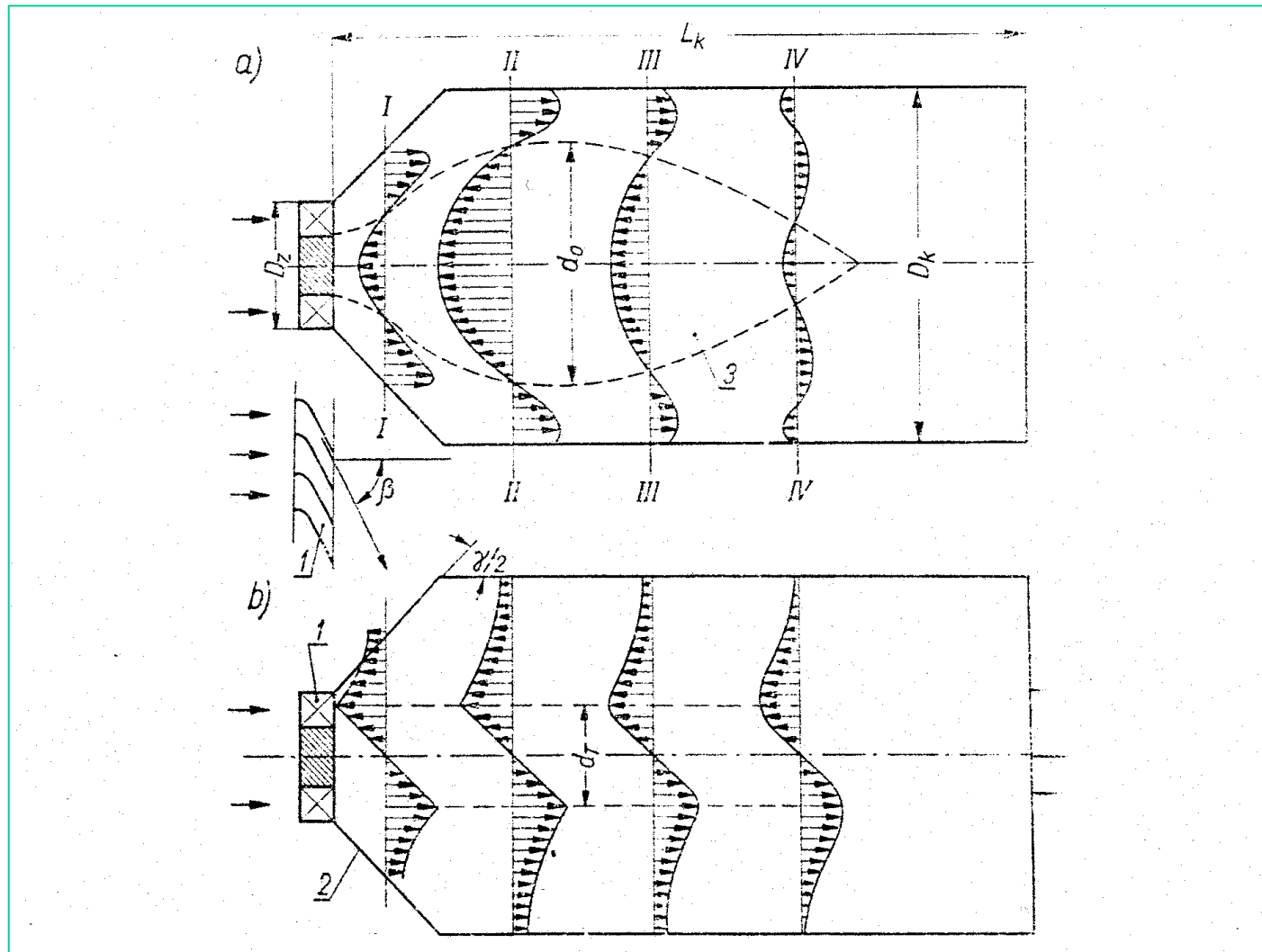


Rys. 3.16. Struga zawirowana w nieruchomej przestrzeni nieograniczonej a) struga słabo zawirowana, b) struga silnie zawirowana: 1 — kanał doprowadzający strugę równoległą, 2 — zawirowywacz (układ kierownic nadających strudze ruch wirowy), 3 — struga wprowadzona w ruch wirowy, 4 — wir cyrkulacyjny

STRUKTURA STRUGI SILNIE ZAWIROWANEJ



STRUGA ZAWIROWANA W OBSZARZE OGRANICZONYM



LICZBA WIRU: S

$$S = G_{\phi} / (0,5 G_x d_o)$$

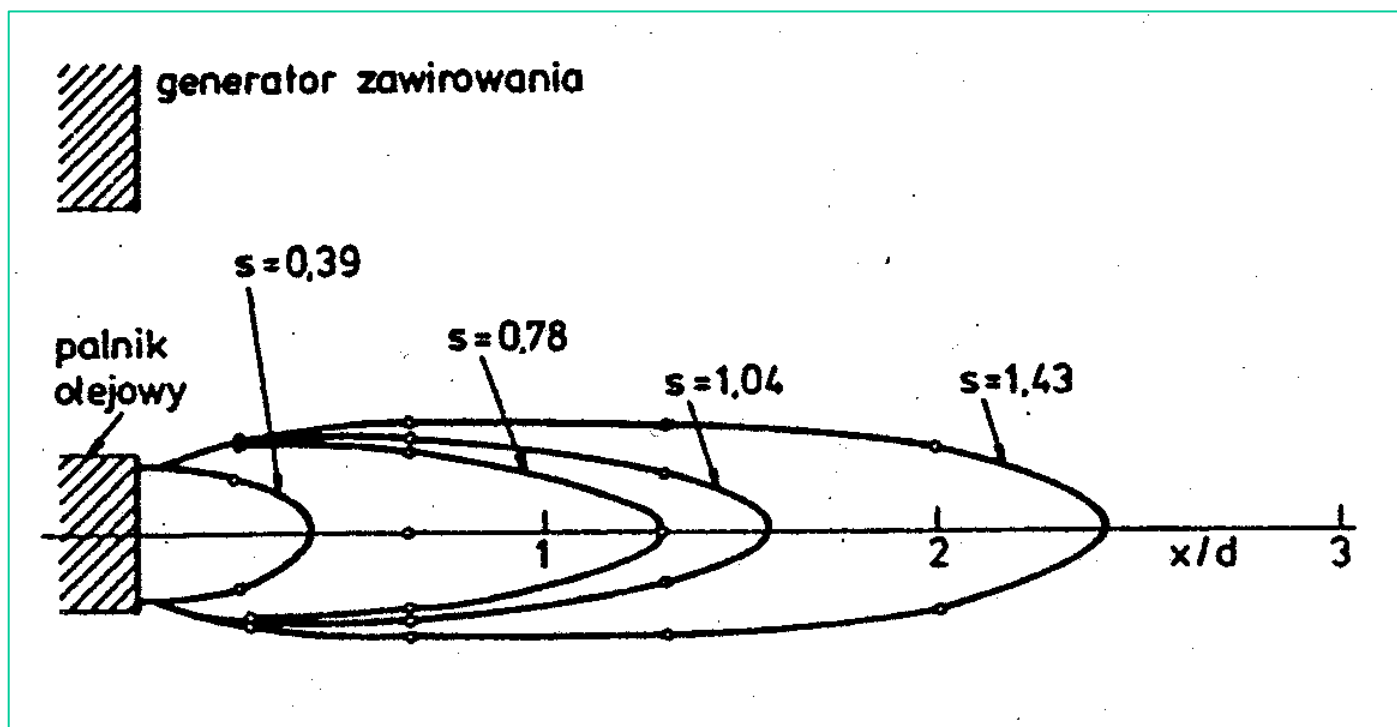
G_x - strumień pędu osiowego,

$$G_x = \int_0^R u \rho u 2\pi r dr + \int_0^R P 2\pi r dr$$

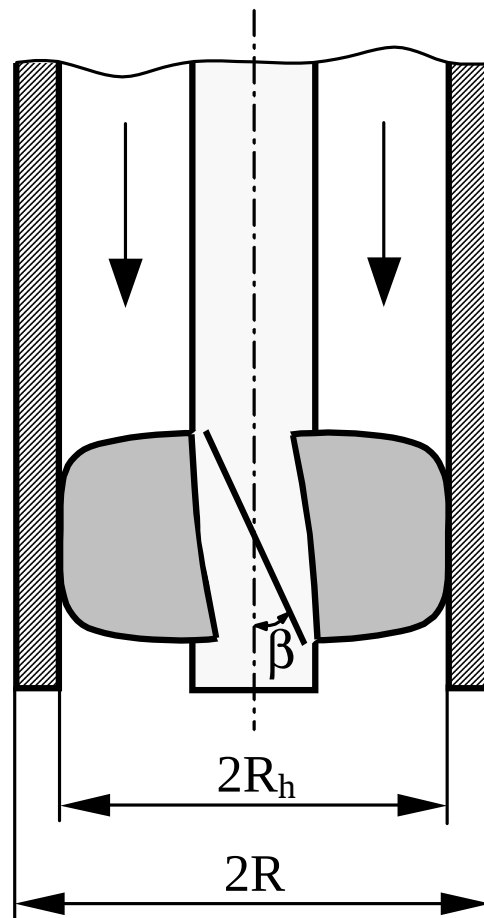
G_{ϕ} - strumień pędu obwodowego

$$G_{\phi} = \int_0^R (wr) \rho u 2\pi r dr,$$

STREFA RECYRKULACJI w STRUGACH ZAWIROWANYCH

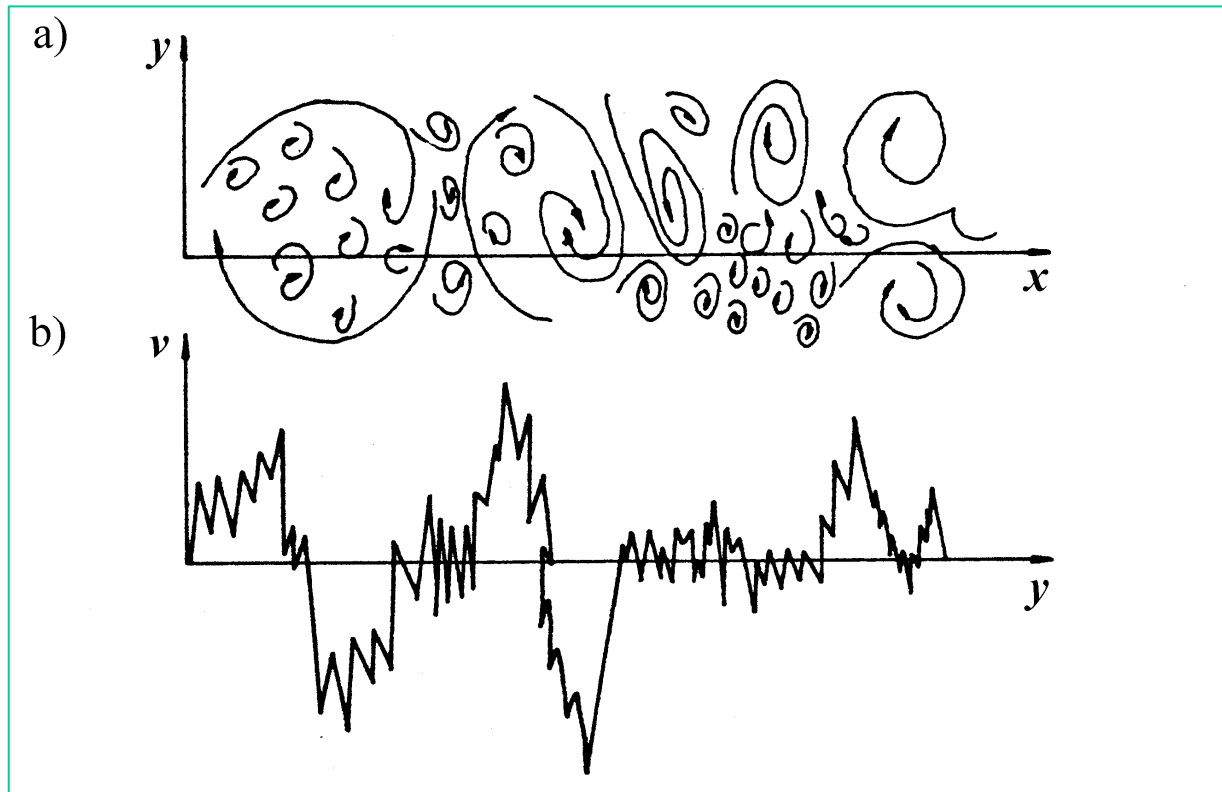


ZAWIROWYWACZ ŁOPATKOWY



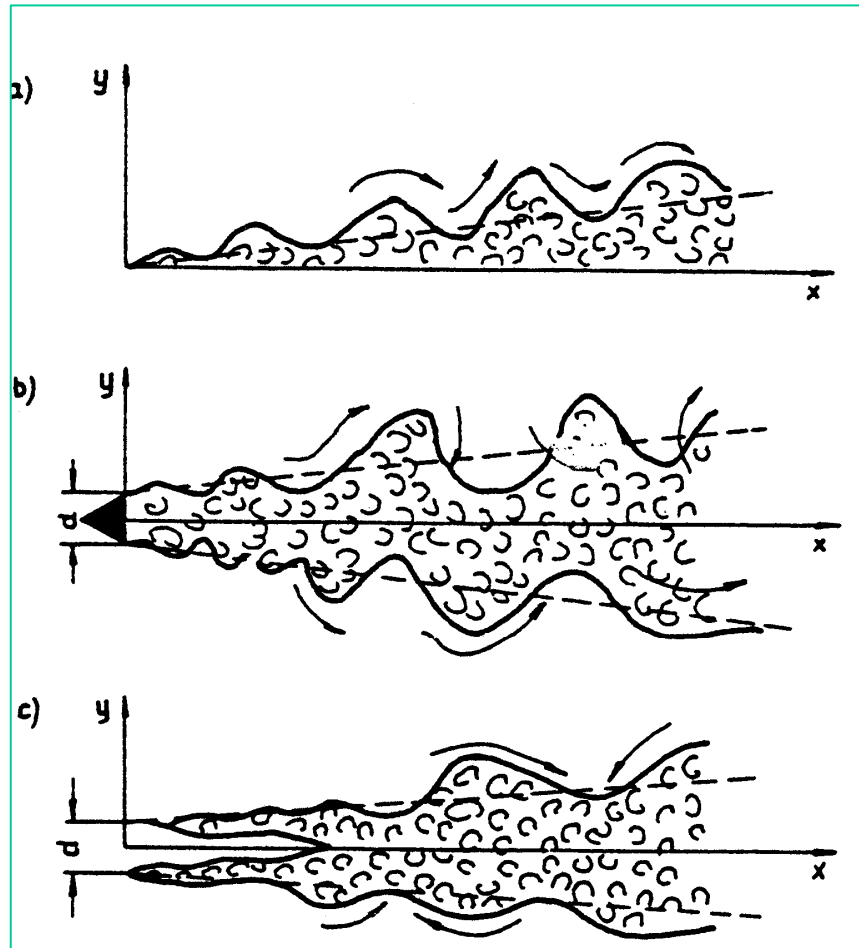
TURBULENCJA

TURBULENCJA - DEFINICJA



$$u = u_{\acute{s}r} + u', \quad T = T_{\acute{s}r} + T'$$

GENERACJA TURBULENCJI

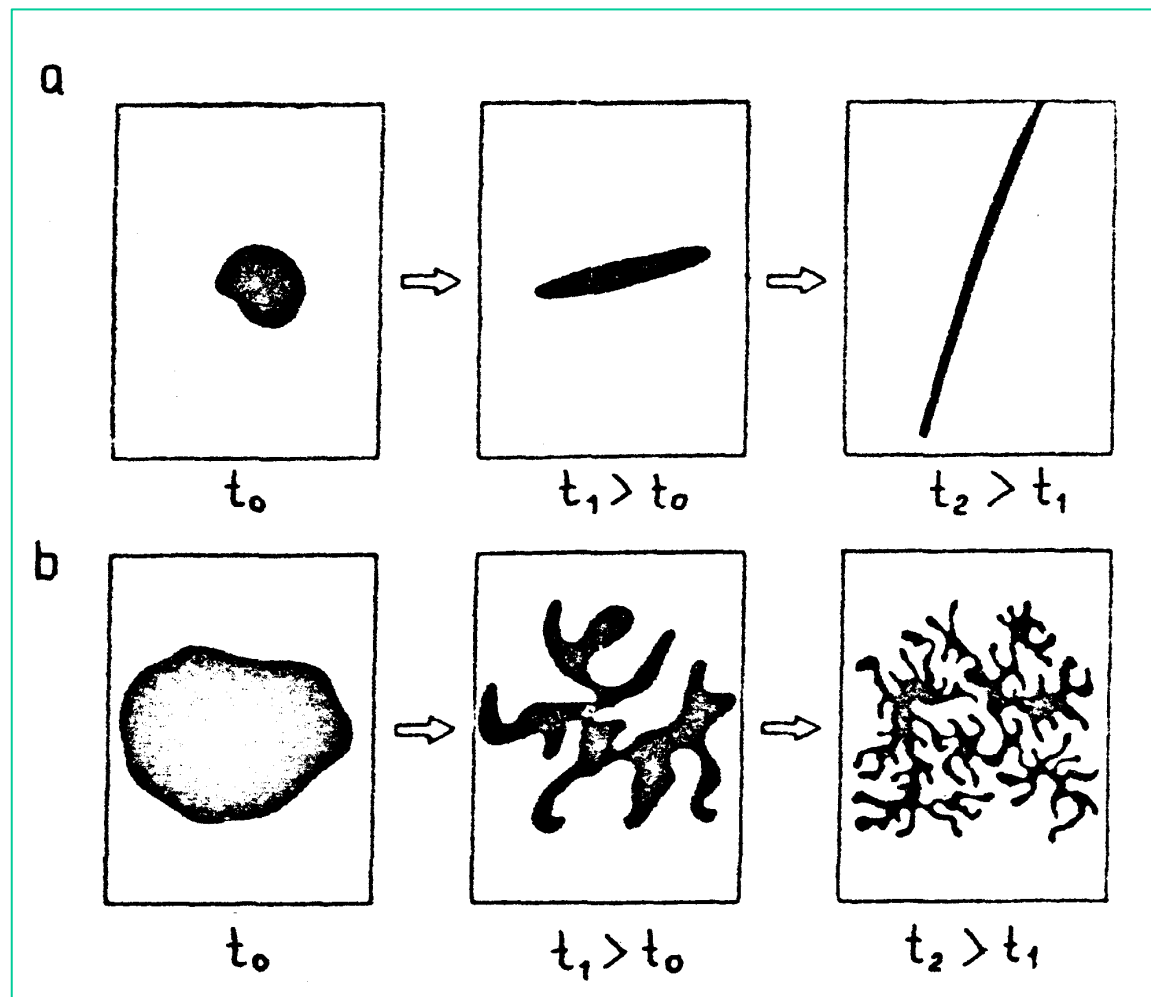


Warstwa
przyścienna

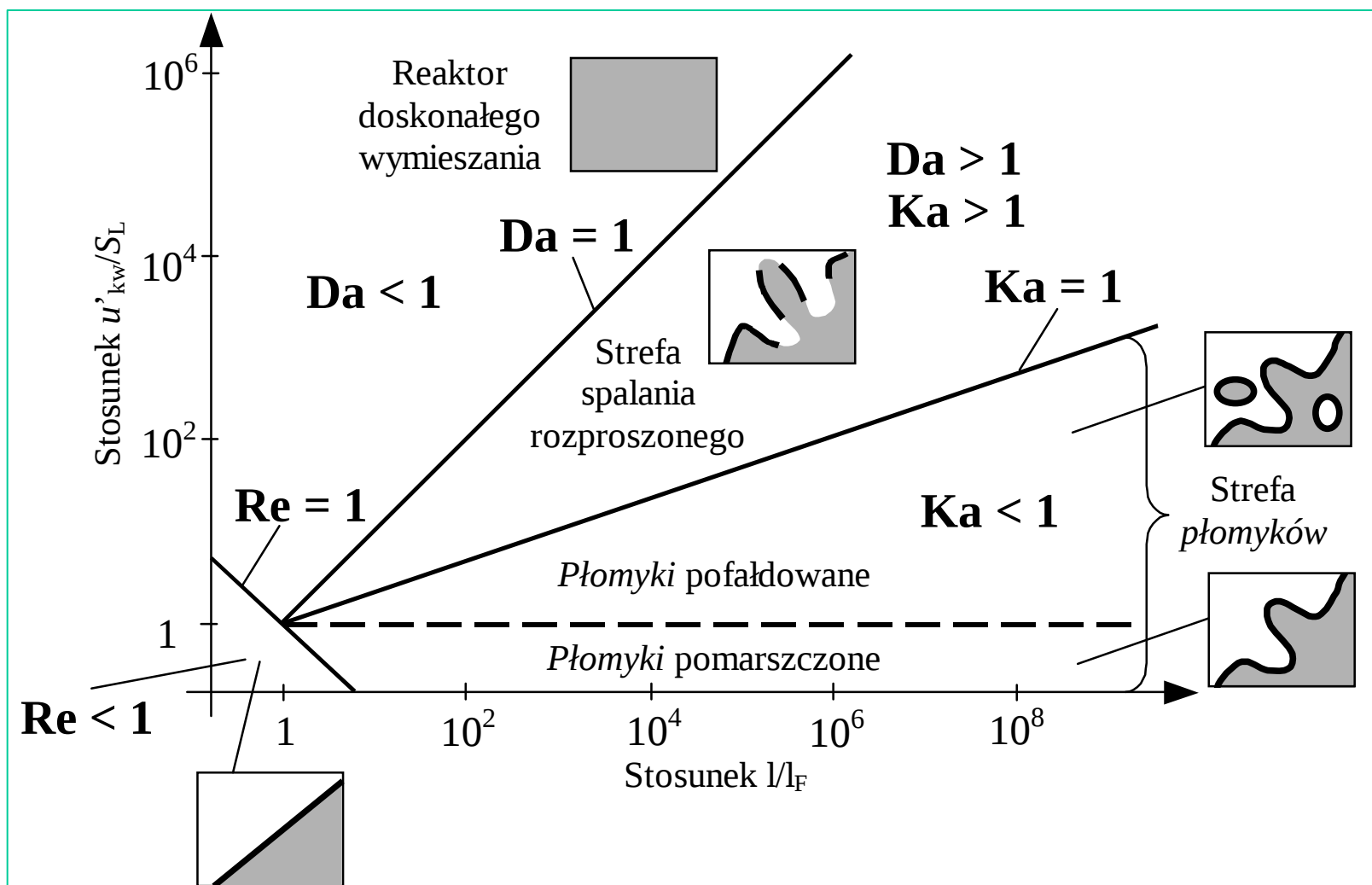
Ślad aero-
dynamiczny

Struga
swobodna

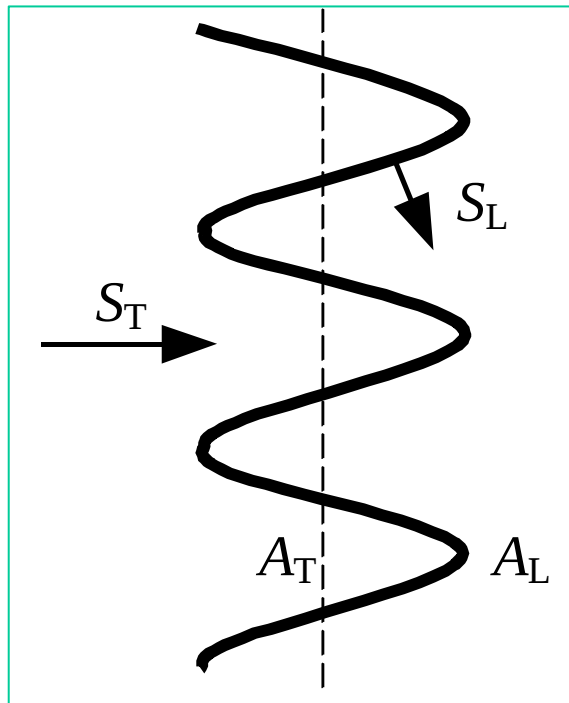
MIESZANIE TURBULENTNE



STRUKTURA TURBULENTNEGO PŁOMIENIA

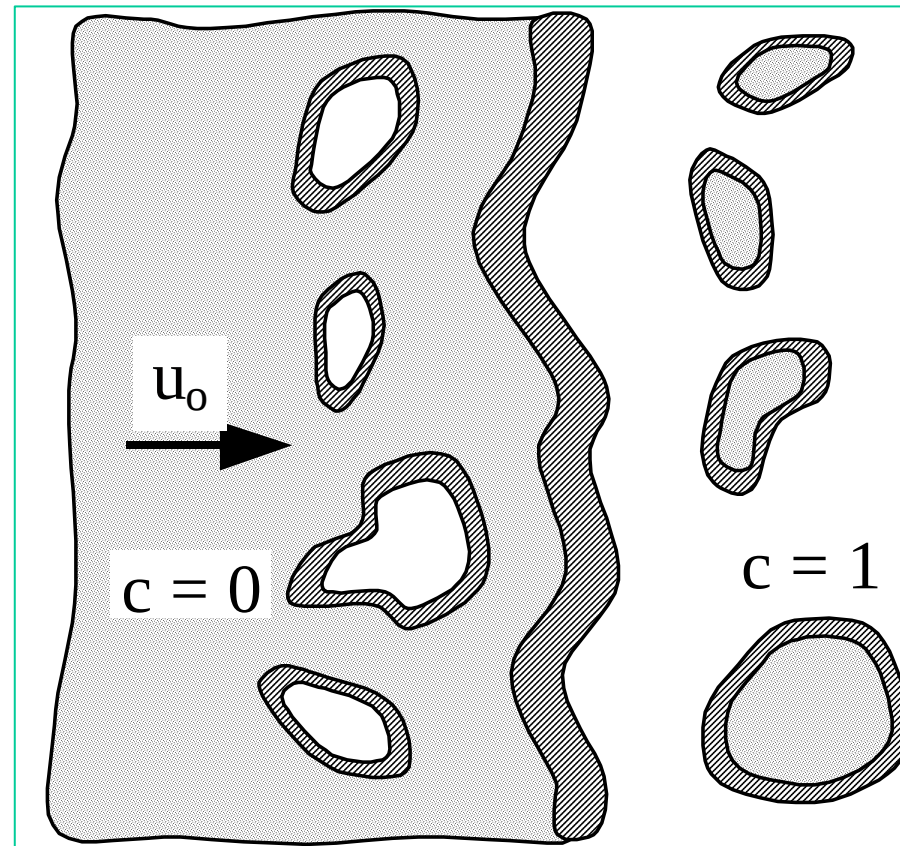


„POWIERZCHNIOWY” MECHANIZM SPALANIA TURBULENTNEGO



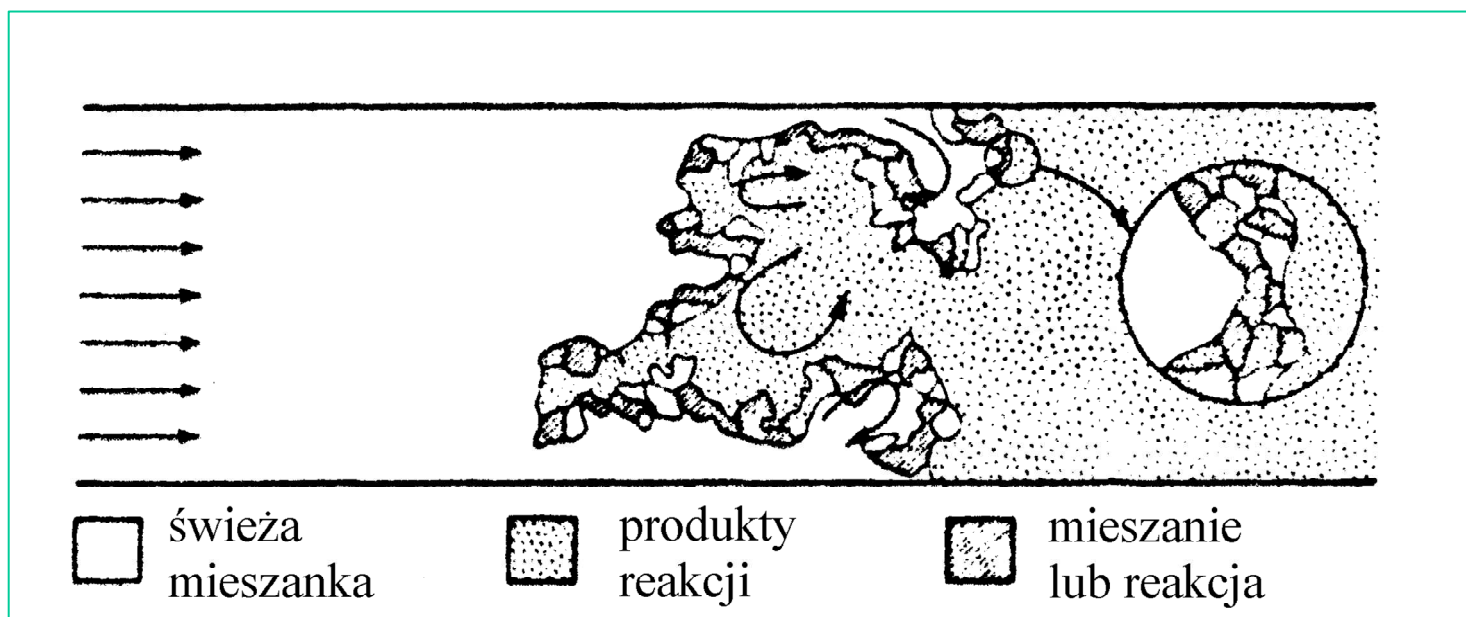
$$\frac{S_T}{S_L} = \frac{A_L}{A_T}$$

„WYSPOWY” MECHANIZM SPALANIA TURBULENTNEGO

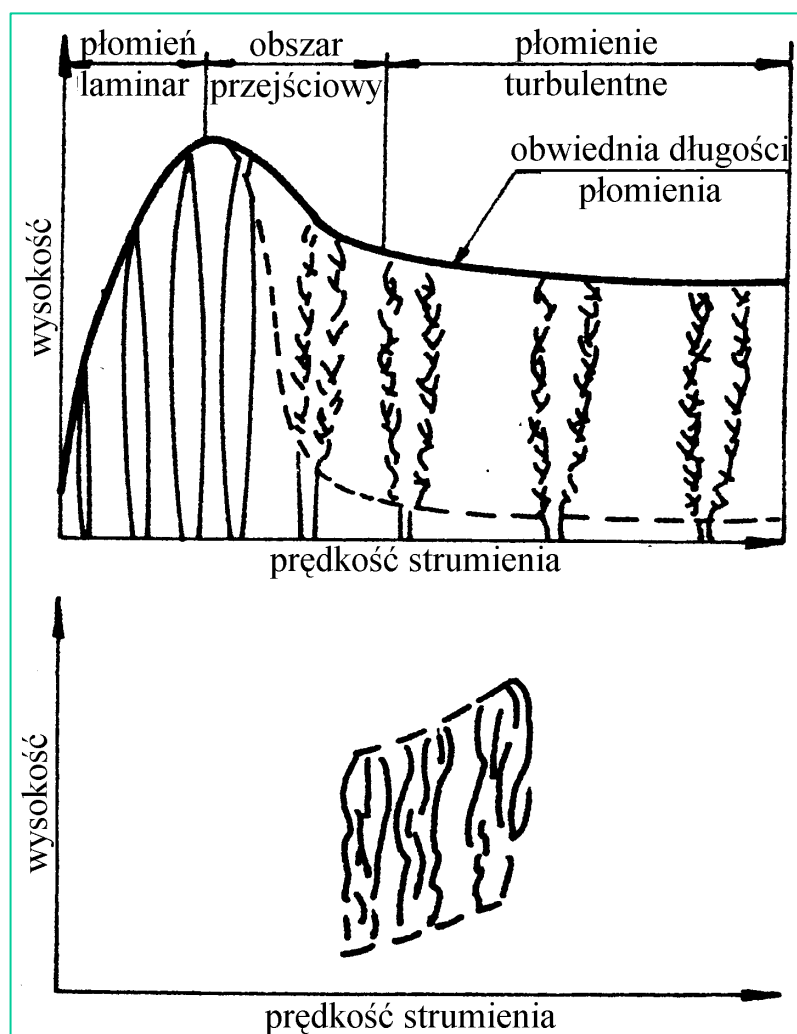


MECHANIZM TURBULENTNEGO SPALANIA

Model spalania mikroobjętościowego



PRZEJŚCIE OD PŁOMIENIA LAMINARNEGO DO TURBULENTNEGO



Zmiany wysokości i struktury
płomienia gazowego ze
wzrostem prędkości wypływu

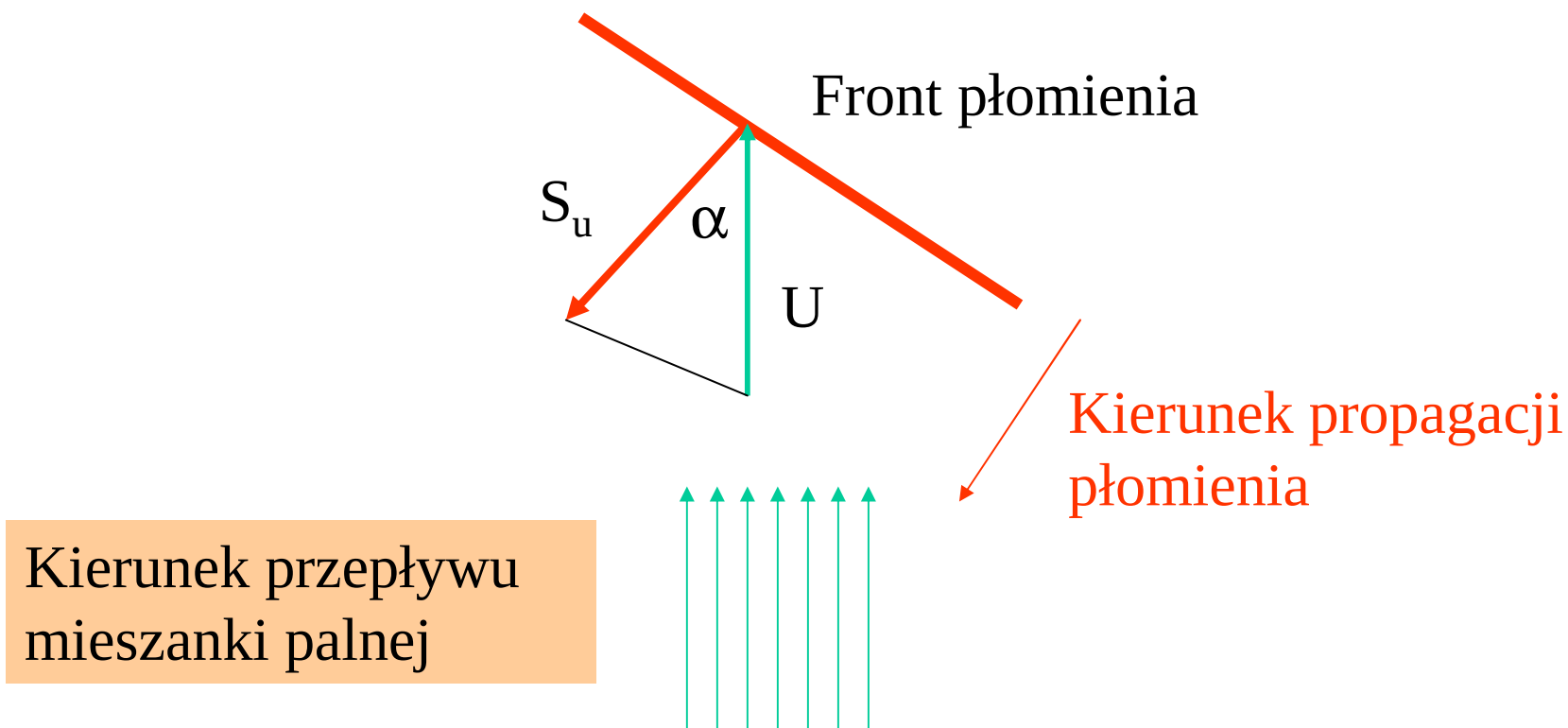
Przejście od płomienia laminarnego do turbulentnego – krytyczna liczba Re

Re_{kr}

– wodór:	2000
– gaz miejski:	3000–4000
– tlenek węgla:	5000
– wodór + powietrze pierwotne:	5500–8500
– gaz miejski + powietrze pierwotne	5500–8500
– propan, acetylen:	9000–10000
– metan:	3000

STABILIZACJA PŁOMIENI

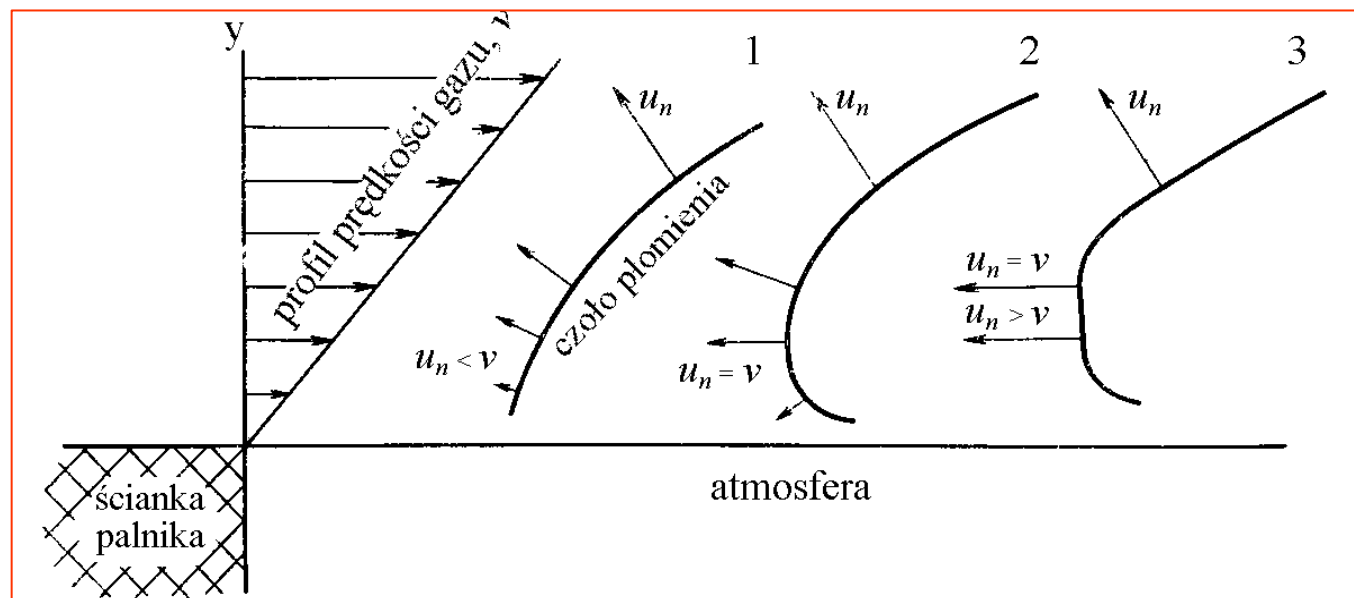
POŁOŻENIE PŁOMIENIA



$$S_u = U * \cos(\alpha)$$

WARUNEK STABILNOŚCI PŁOMIENIA

Co najmniej w jednym punkcie składowa prędkości przepływu na normalną do czoła płomienia jest równa prędkości płomienia.



SPOSOBY STABILIZACJI PŁOMIENI

- w warstwie granicznej
- płomieniem pilotującym
- recyrkulacją spalin

STABILIZACJA PŁOMIENI GORĄCYMI SPALINAMI

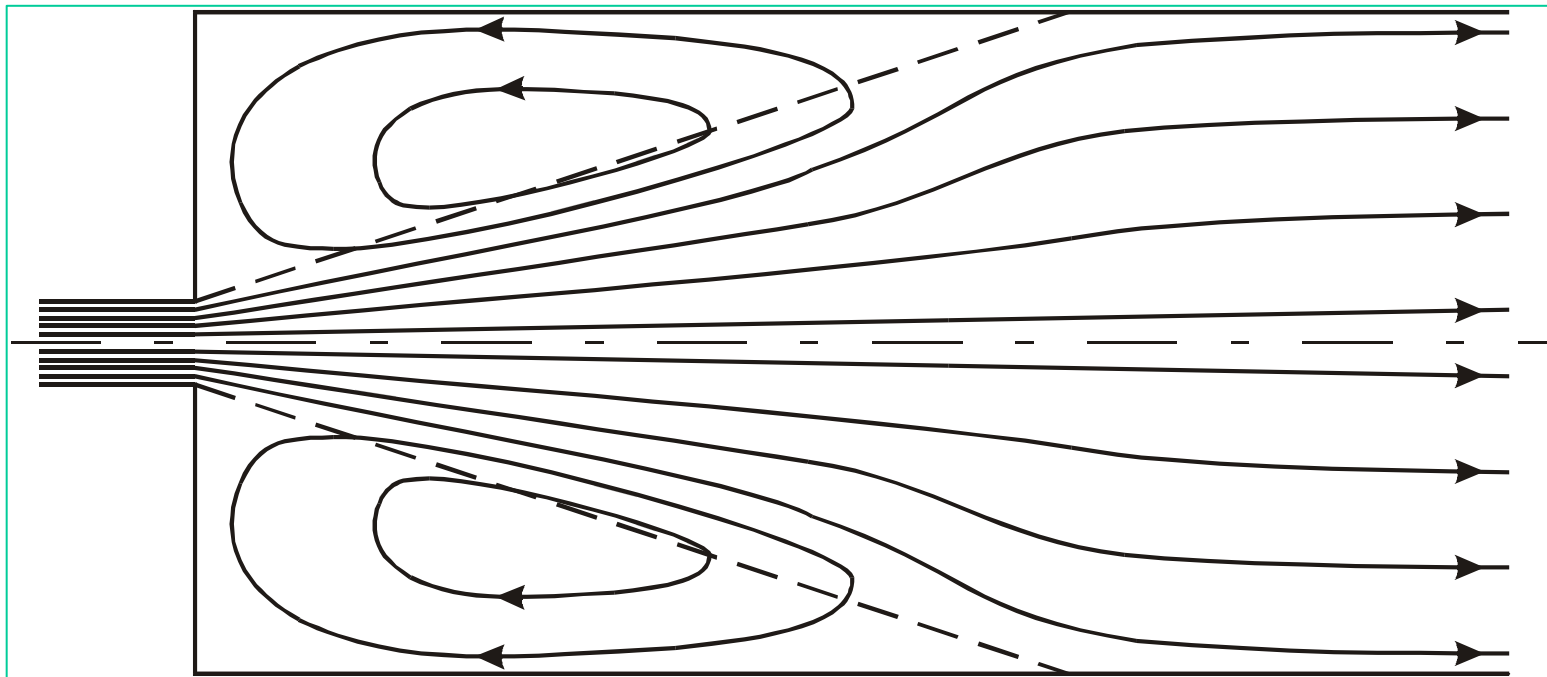
Stabilizacja gorącymi spalinami:

- pilotujący płomień,
- recyrkulacja spalin.

Recyrkulacja:

- zewnętrzna,
- wewnętrzna.

Stabilizacja płomieni – recyrkulacja zewnętrzna



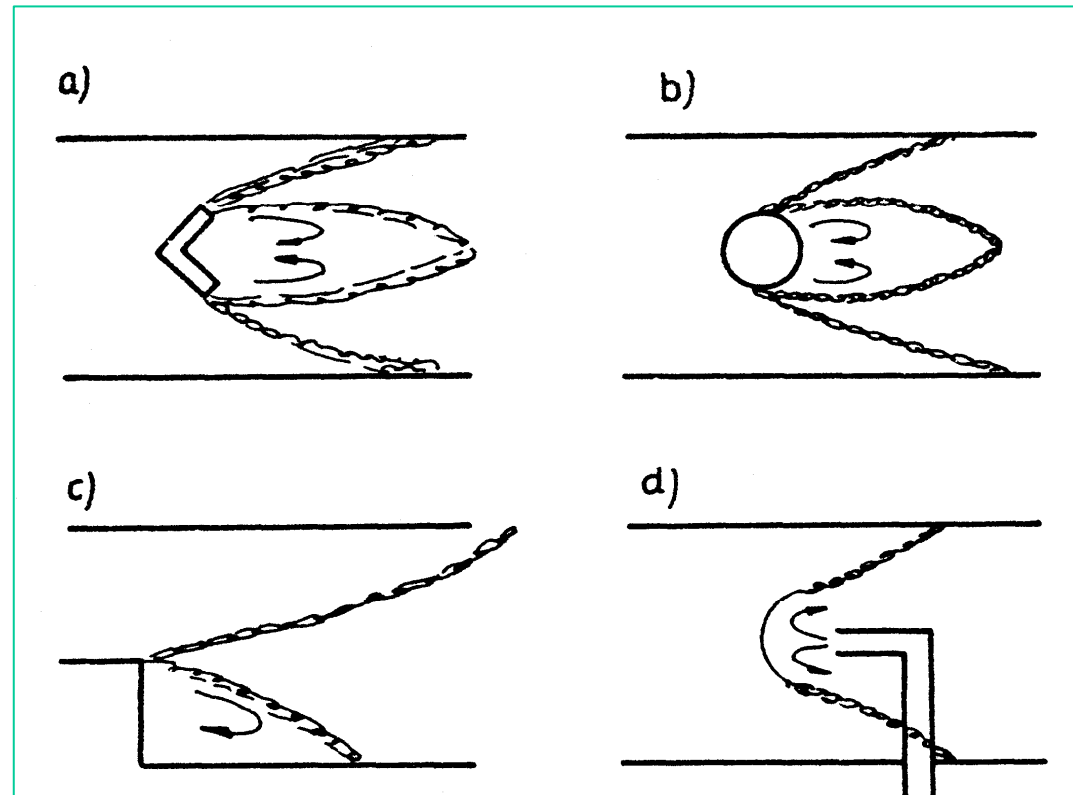
Recyrkulacja zewnętrzna wywołana działaniem strugi

STABILIZACJA PŁOMIENI – RECYRKULACJA WEWNĘTRZNA

Wywołana:

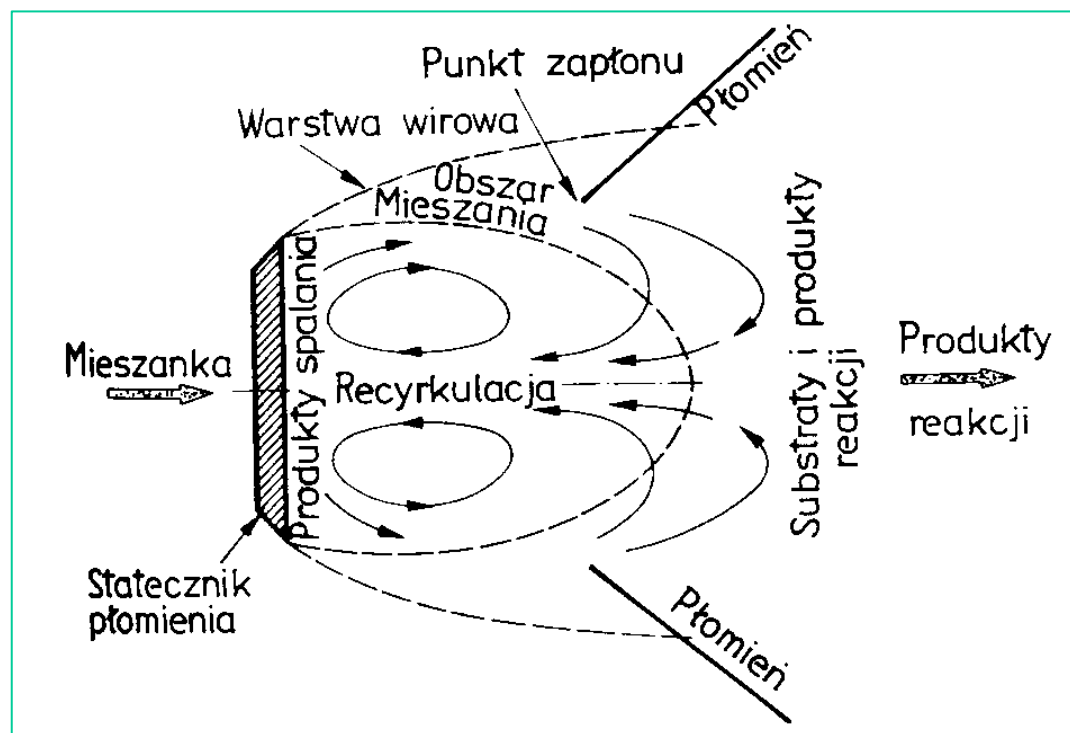
- umieszczeniem w przepływie ciał nieopływowych,
- silnym zawirowaniem przepływu.

STABILIZACJA PŁOMIENI – SPOSOBY GENERACJI RECYRKULACJI



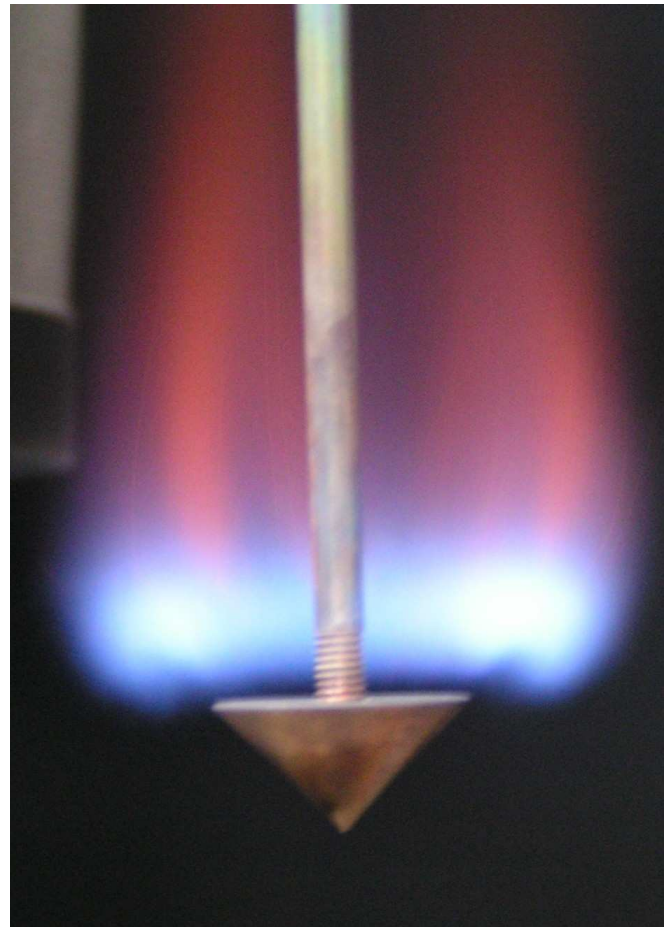
Przykłady generatorów przepływów recyrkulacyjnych

DZIAŁANIE STATECZNIKA PŁOMIENIA

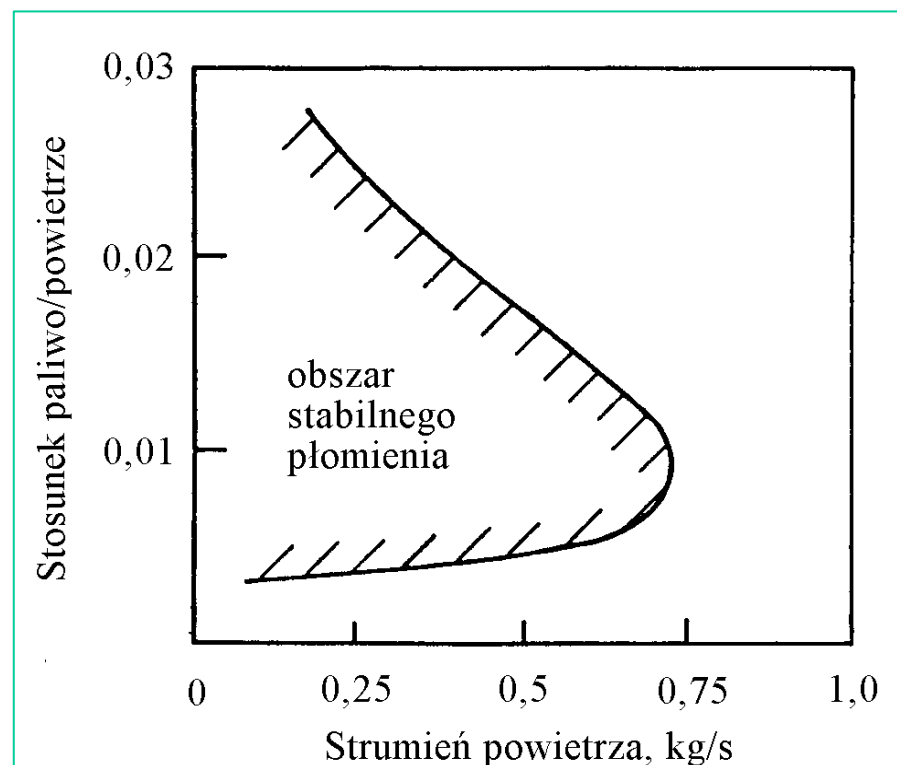


Zasada stabilizacji płomienia statecznikiem

STABILIZACJA PŁOMIENIA GAZOWEGO NA STOŻKU

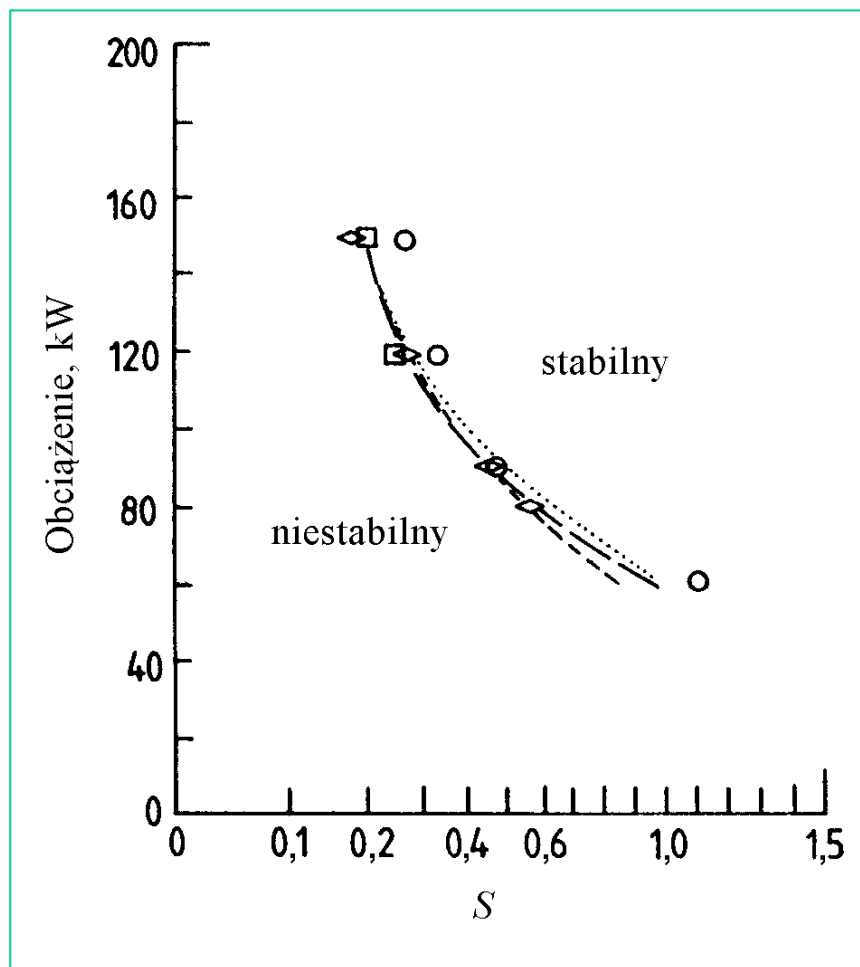


Charakterystyka statecznika



Zakres stabilności spalania

Charakterystyka stateczności zawirowanego płomienia



Wpływ liczby wiru S
na zakres stabilności
płomienia pyłowego