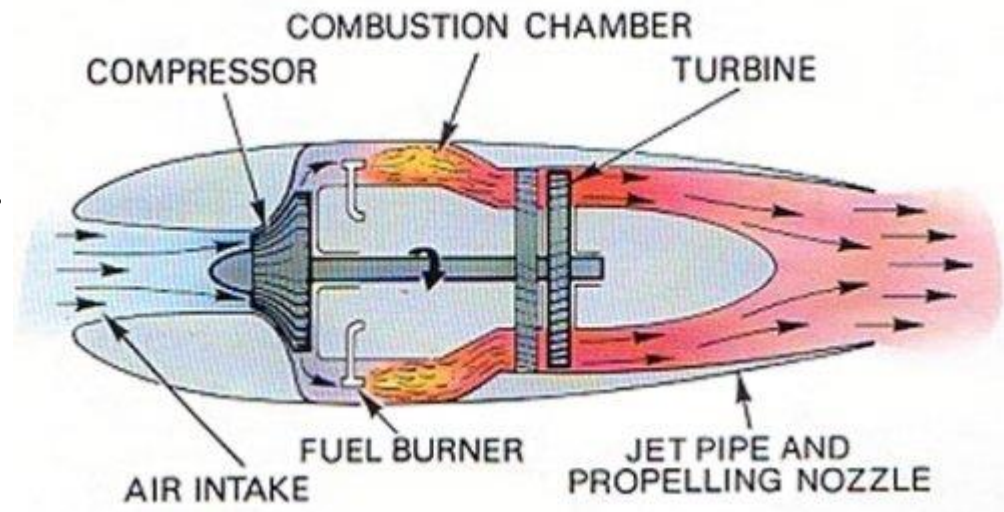


Modelowanie i ograniczenia dla stanów przejściowych (dynamicznych) silnika

Równanie opisujące pracę silnika jednoprzepływowego w stanach nieustalonych

$$M_T - M_S - \sum M_D = J \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$$



- M_T – moment generowany przez turbinę
- M_S – moment odbierany przez sprężarkę
- M_D – moment pobierany przez dodatkowe urządzenia i opory tarcia
- J – moment bezwładności wirnika
- ε – przyspieszenie kątowe

Równanie mocy

$$N = M \cdot \omega$$

Po pomnożeniu równania momentów przez prędkość kątową otrzymuje się

$$N_T - N_S - \sum M_D = J \omega \frac{d\omega}{dt}$$

Przyjmując

$$N_T - N_S - \sum M_D = \eta_m N_T - N_S \quad \text{oraz} \quad \omega = \frac{\pi n}{30}$$

$$\eta_m N_T - N_S = J \left(\frac{\pi}{30} \right)^2 n \frac{dn}{dt}$$

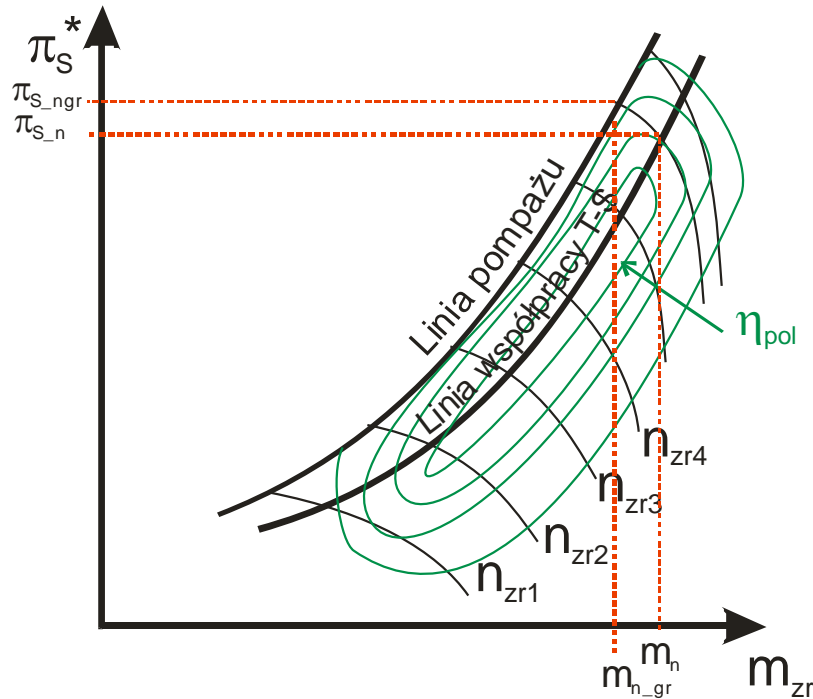
Czas przejścia w stanie nieustalonym

$$\eta_m N_T - N_S = J \left(\frac{\pi}{30} \right)^2 n \frac{dn}{dt}$$

$$\Delta t = t_1 - t_2 = J \left(\frac{\pi}{30} \right)^2 \int_{n_1}^{n_2} \frac{n}{\eta_m N_T - N_S} dn$$

Czas procesów przejściowych jest funkcją zależną istotnie od prędkości początkowej i końcowej oraz różnicy mocy pomiędzy urządzeniem generującym moc (turbina) i urządzeniami odbierającymi moc (sprężarka, agregaty pomocnicze)

Charakterystyka sprężarki



Zapas statecznej pracy sprężarki

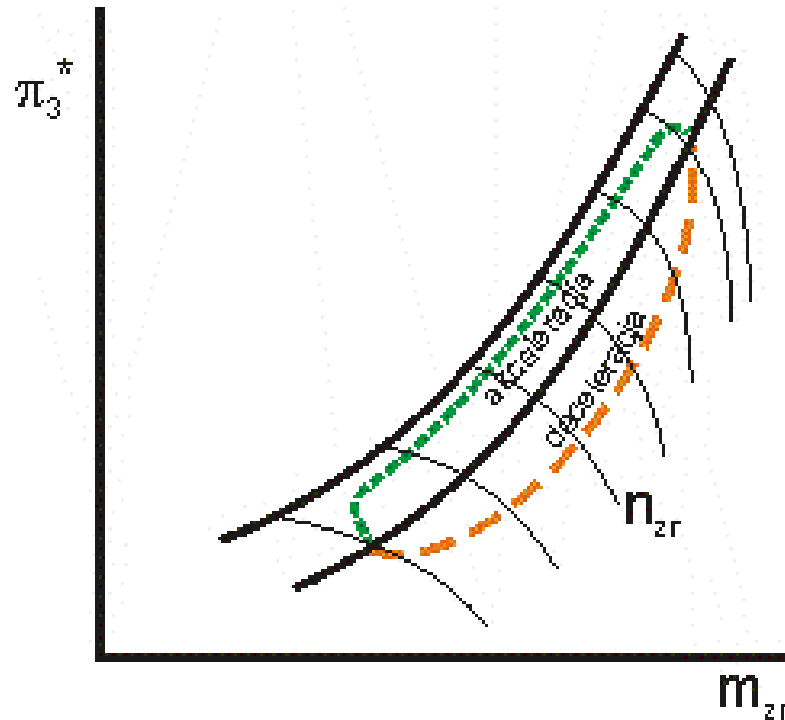
$$\Delta Z = \frac{\pi_{s-n-gr}^* \cdot \dot{m}_n}{\pi_{s-n}^* \cdot \dot{m}_{n-gr}} - 1$$

Położenie linii współpracy turbina sprężarka determinuje bezpieczeństwo pracy silnika ze względu na możliwość wystąpienia pompażu

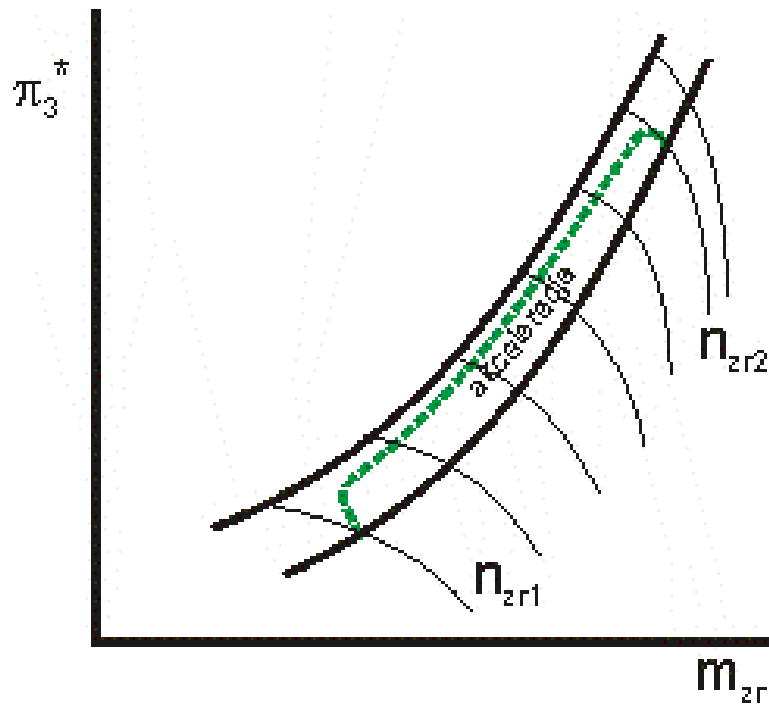
$$\Delta Z = 0,1 \div 0,3$$

Praca silnika w stanach nieustalonych

- Akceleracja – przyspieszanie predkosci obrotowej wirników silnika
- Deceleracja – opóźnianie prędkości obrotowej wirnika



Proces akceleracji



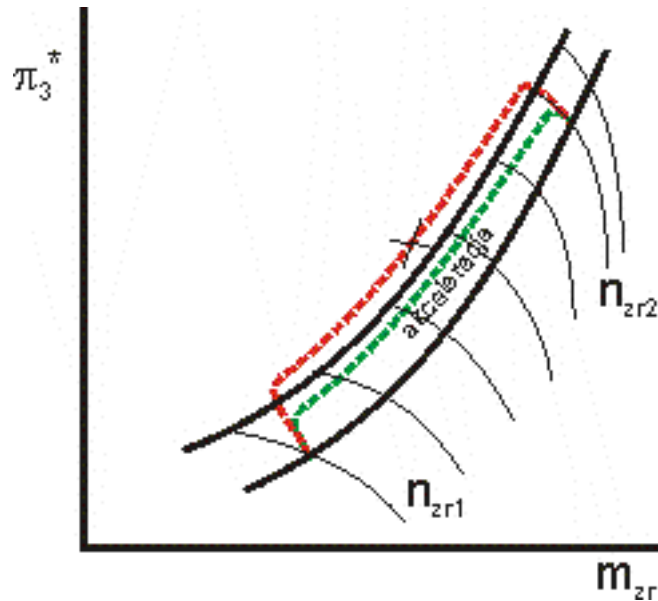
Zrywność określająca czas przejścia od prędkości n_1 do prędkości n_2 charakteryzuje proces akceleracji w silniku

Ograniczenia akceleracji

- Zabezpieczenia przed pompażem sprężarki (ΔZ_{ust} , ΔZ_{prz})
- zabezpieczenia przed zgaśnięciem silnika (zbyt bogata mieszanka)

Ograniczenia procesu akceleracji

pompaż

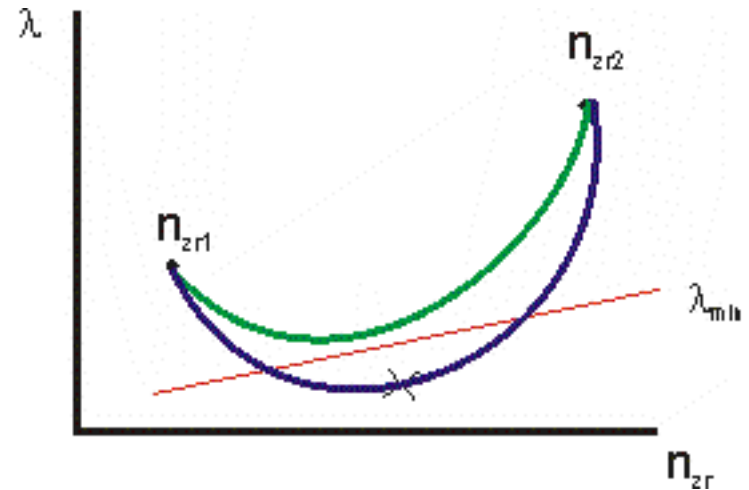


$$\Delta Z_{prz} = 0,03 \div 0,07$$

Ograniczenia:

Przekroczenie linii pompażu podczas akceleracji
Zbytnie wzbogacenie mieszanki $\lambda < 0.5$

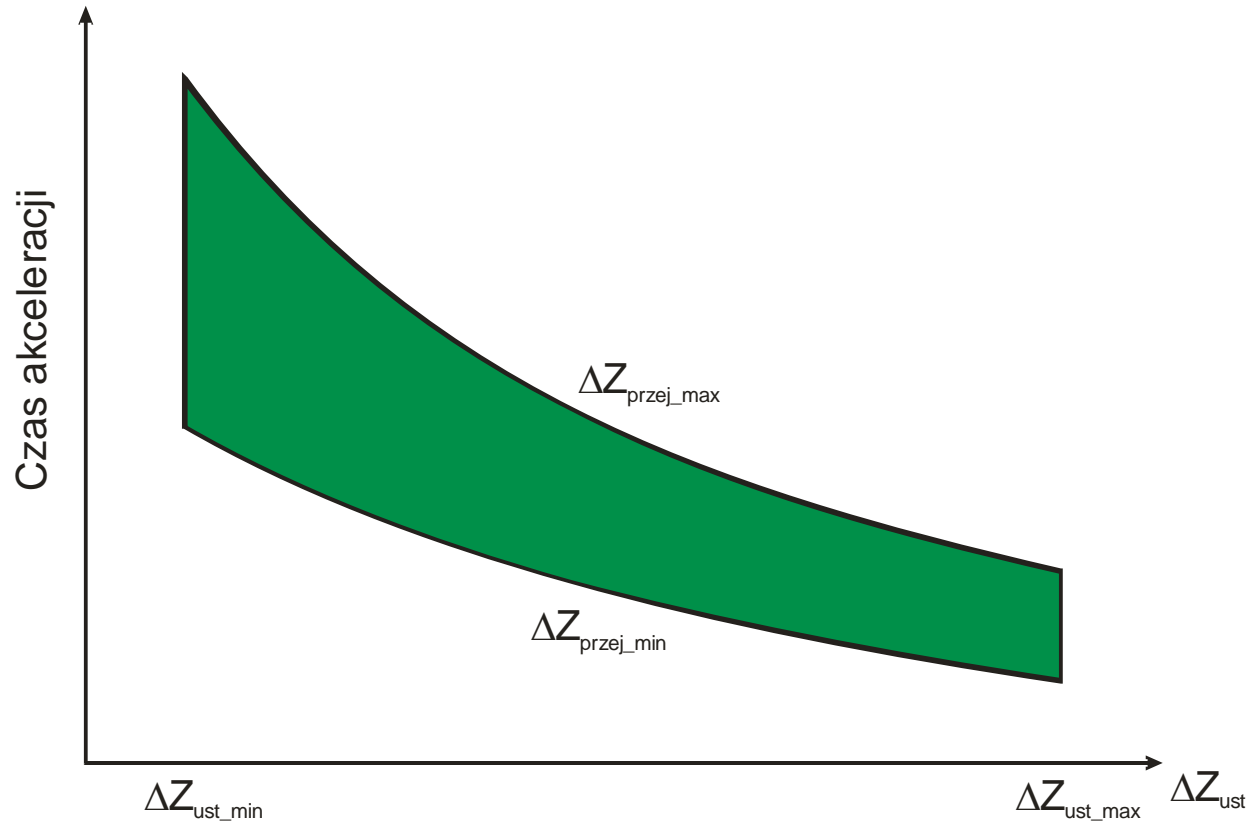
brak zapłonności mieszanki w KS



$$\lambda = \frac{\text{rzeczywista ilość powietrza}}{\text{teoretyczne zapotrzebowani epowietrza}}$$

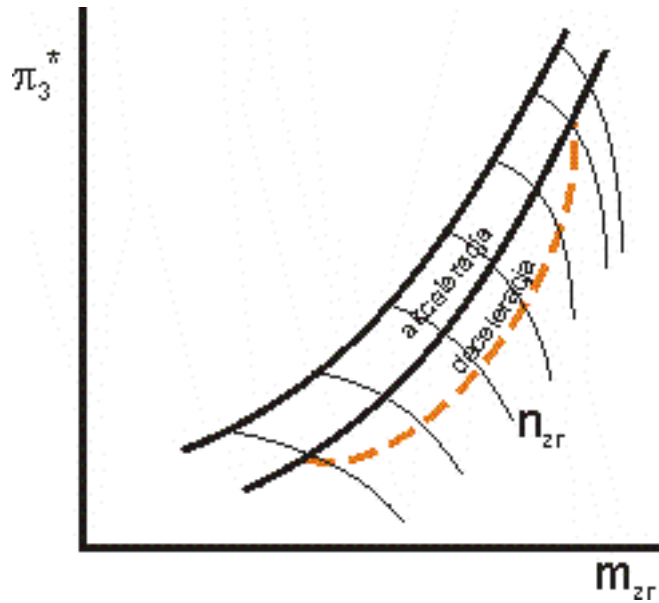
$$\lambda = 0,5 \div 1,5$$

Zapas statecznej pracy, a zrywność silnika



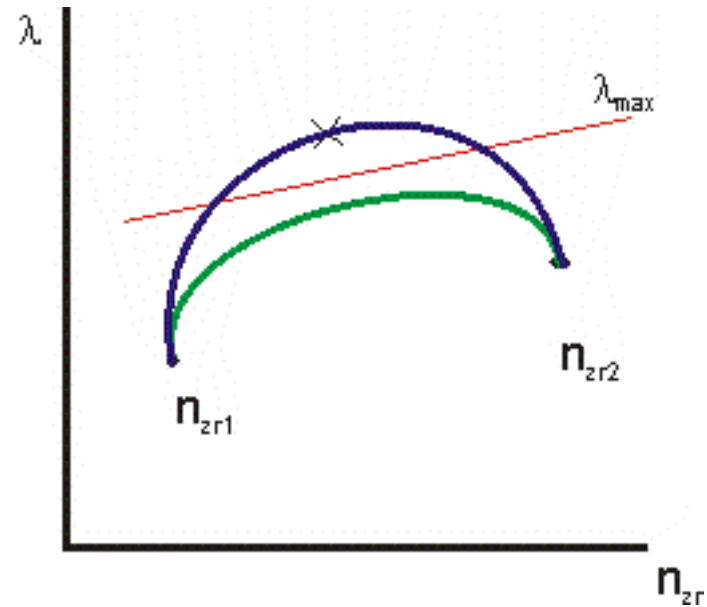
Na zrywność silnika (skrócenie czasu akceleracji korzystnie wpływa zwiększenie zapasu statecznej pracy w stanie ustalonym i zmniejszenie zapasu statecznej pracy w stanach przejściowych)

Deceleracja silnika



Ograniczenia deceleracji

-zabezpieczenia przed zgaśnięciem silnika (zbyt uboga mieszanka) $\lambda > 1.5$



Dziękuję za uwagę