

Základní koncepční otázky projektování elektráren



Technická optimalizace vstupních parametrů R-C cyklu

Cíl: $\eta_{RC} = \max$ $\eta_{RC} = \frac{i_a - i_e}{i_a - i_k}$

pozor! zanedbána práce NČ $P_{NČ} = \frac{M}{\rho} \cdot \frac{p_a - p_k}{\eta_{NČ}}$

zde $M = 1 \text{ kg/s}$, pro ideální oběh $\eta_{NČ} = 1$, $p_a \gg p_k \Rightarrow p_k \approx 0$

$$\eta_{RC} = \frac{i_a - i_e - \frac{p_a}{\rho}}{i_a - i_k - \frac{p_a}{\rho}}$$

podrobeno optimalizaci



Výsledek výpočtu: - pro ideální R-C cyklus

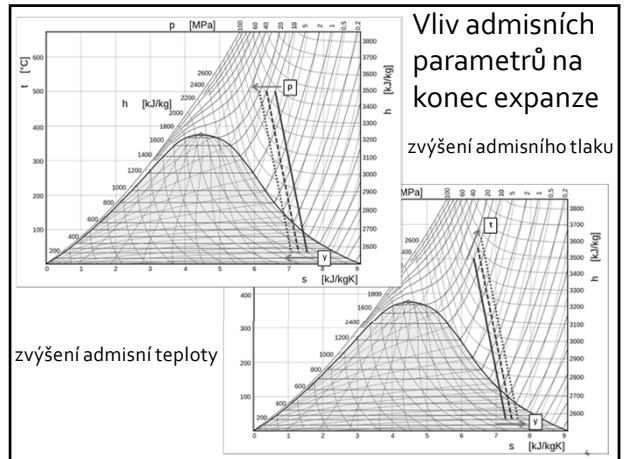
- s rostoucí teplotou η_{RC} roste
- s rostoucím tlakem η_{RC} roste

Vliv termodynamické účinnosti na η_{RC} (vliv expanze v mokré páře u koncových stupňů)

$$\eta = \eta_{RC} \cdot \eta_{td} \quad \eta_{td} = 1 - \frac{H_m}{H} \cdot \frac{1 - x_2}{2}$$

- účinnost se zhoršuje lineárně

- Závěr: 1) s rostoucí teplotou η_{RC} roste
 2) vliv tlaku není jednoznačný
 s růstem tlaku roste podíl expanze v mokré páře – lze řešit přihříváním



Vliv admisních parametrů na konec expanze
 zvýšení admisního tlaku

zvýšení admisní teploty

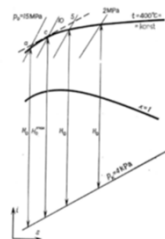
Teplota páry

$t_p \uparrow$: $-\eta_t \uparrow$
 ($p_p = \text{konst.}$)
 $-\eta_{td} \uparrow$ } $M_{pv} \downarrow \rightarrow N_{pv} \downarrow$ – menší zařízení } $N_i \downarrow$
 $H \uparrow$ (izobary v i-s nejsou rovnoběžné) - $M_p \downarrow$
 $x \uparrow$ - doba životnosti koncového stupně turbíny $T_z \uparrow \rightarrow N_{ou} \downarrow$

Je zřejmé, že teplota páry by měla být co nejvyšší, ve skutečnosti je limitována materiálem teplosměnných ploch

Provozní hledisko:

- 1) větší pravděpodobnost vzniku poruch \rightarrow spolehlivost \downarrow
- 2) provozní pružnost \downarrow
- 3) životnost \downarrow



Tlak páry

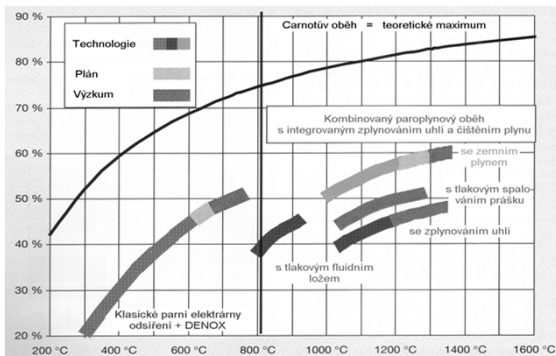
z úvodního rozboru vyplývá, že existuje určitý optimální tlak, kdy je η_t maximální
 zvýšení tlaku nemá lineární vliv na velikost (cenu) zařízení

např. hmotnost výparníkového systému kotle
 pro 12 MPa \rightarrow 65 t
 pro 24 MPa \rightarrow 72 t

S rostoucím tlakem se zvětšuje tloušťka stěn použitých komponent, což se negativně odráží na provozní pružnosti zařízení.



Účinnost technologií na bázi využití uhlí



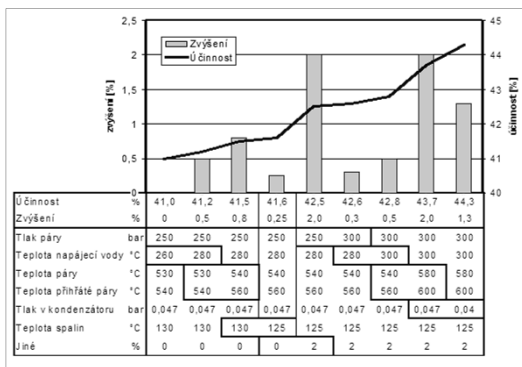
Klasické parní elektrárny

Pro zvyšování účinnosti se u tradiční osvědčené technologie parního oběhu používají všechna carnotizační opatření:

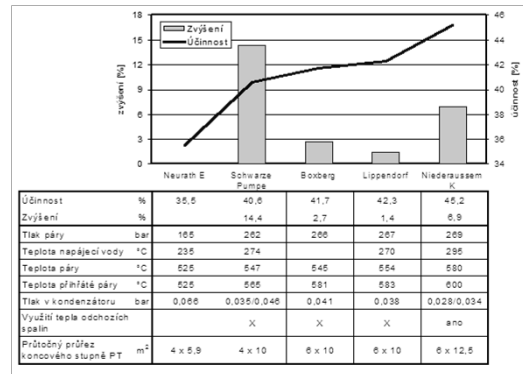
- intenzifikace parametrů
 - admissních - zvyšování tlaku a teploty
 - emisních - snižování protitlaku
- opakované přehřívání páry
- regenerační ohřev napájecí vody



Způsoby zlepšení účinnosti elektráren



Vývoj účinnosti německých elektráren



Dosažený stav i výhled

Standard - starší podkritické i nadkritické bloky s průměrnou čistou účinností v Evropě $\eta_{netto}=0.35$.

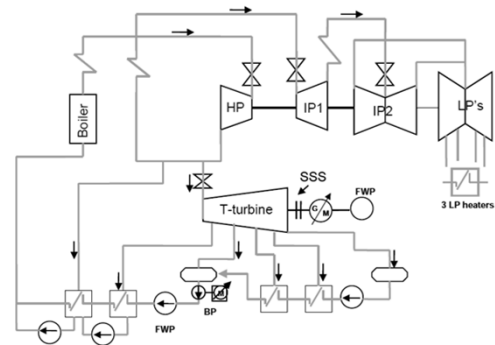
Stávající špička „Generace 600“ s tlakem kolem 30 MPa, dvojnásobným mezipřehřátím a teplotami ostře páry i přehřátých par až do hodnot těsně nad 600°C. V závislosti na ostatních parametrech se čistá účinnost pochopitelně mění, ale dosaženy byly hodnoty až $\eta_{netto}=0.50$ - pro zemní plyn a 0.47 - pro uhlí. (Mezní parametry této generace jsou patrně 33MPa/610 °C)

Aktuální vývoj „Generace 700“ (AD700 Project - start 1998, očekávaná realizace ???) s tlakem do 35-37,5 MPa, maximálními teplotami páry 700-720°C a čistou účinností až $\eta_{netto}=0.54$.

Výhled směřovaný na období po roce 2020 „Generace 800“ s maximální teplotou páry v oblasti 800°C a čistou účinností vyšší než $\eta_{netto}=0.55$.



AD 700 – tepelné schéma



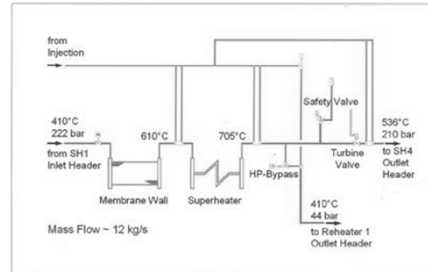
„Generace 700“

Phase	Description	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
1A	Conceptual feasibility																			
1B	Material property demonstration																			
2A	Basic design for Phase 3																			
2B	Material property demonstration																			
3	Large test facility and test programme																			
4	Construction of demonstration plant																			
5	Operation of demonstration plant																			
6	Feedback to partners																			

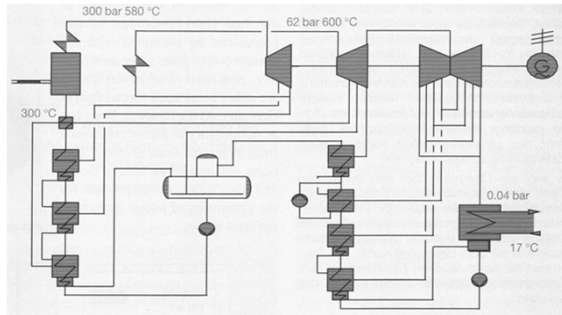


COMTES 700

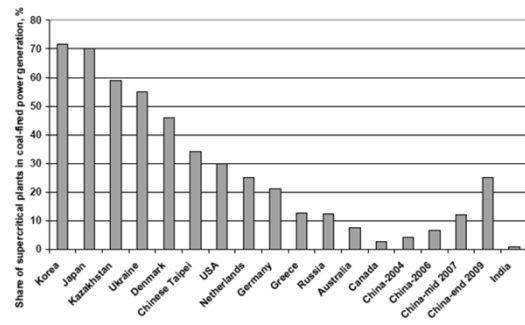
- 3. fáze projektu AD700
- testovací zařízení 12 kg/s na elektrárně Scholven F Gelsenkirchen



Technologie současných uhelných elektráren



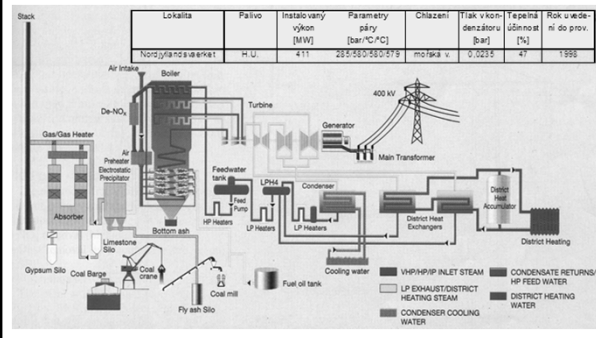
Realizované nadkritické bloky



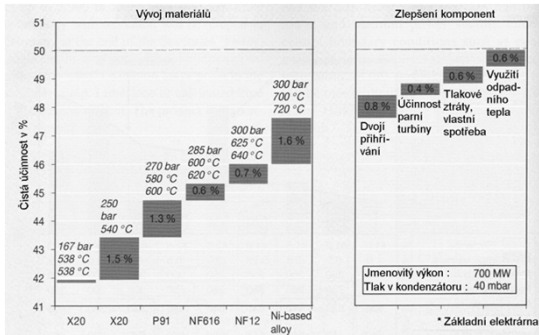
Realizované nadkritické bloky

Country	Plant Name	Capacity (MWe)	Year	Status
Australia	Kogan Creek	750	2007	Operational
Canada	Genesee Unit 3	450	2005	Operational
China	Waigaoqiao	2x1 000	2008	Operational
China	Yuhuan	4x1 000	2007-08	Operational
China	Under construction	~50 000	2015	Planned
India	Sipat	3x660	2007-09	Operational
India	Barh	3x660	2009	Operational
India	UltraMega Projects	5x4 000	2012	Planned
United States	2008	545	2008	Operational
United States	Oak Grove, Texas	2009	2009	Operational
United States	Oak Grove, Texas	2010	2010	Operational
United States	Under construction	2009-12	6 500	Planned
Italy	Torrevaldaliga Nord	2010	2010	Operational
Italy	Planned by 2015	3x660	2015	Planned
Mexico	Pacifico	2010	2010	Operational
Netherlands	Eemshaven	2x800	2013	Under construction
South Africa	2011-15	6x800	2011-15	Planned
Russia	Berezovskaya	800	2011	Operational
Russia	Novocherkasskaya	330	2012	Operational
Russia	CFB	3x800	2012-14	Operational
Russia	Petrovskaya	3x800	2012-14	Operational
Germany	Niederaussem	1 000	2003	Operational
Germany	Walsum	750	2010	Operational
Germany	Neurath	1 100	2011	Under construction
Germany	USC units	2x1 100	2012	Planned
Germany	Hamm	2x800	2012	Under construction
Poland	Lagisza	460	2009	Operational
Poland	CFB	833	2010	Operational
Poland	Belchatow	833	2010	Operational
Korea	Tangjin	2x519	2006	Operational
Korea	2008-10	5x500	2008-10	Operational

Schéma elektrárny Nordjyllandsvaerket blok 3 dvojí přehřívání páry

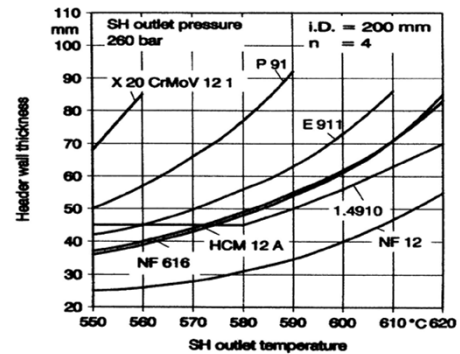


Zvýšení účinnosti elektrárny podmíněno vývojem nových materiálů



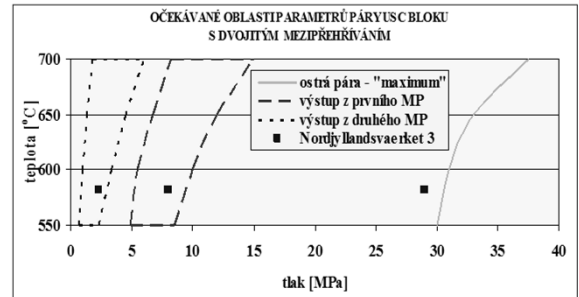
Materiály

Tloušťka stěny sběrné komory přehříváku



Složení materiálů na bázi Ni

Element	Ni	Cr	Co	Mo	Other
Material					
625	63,5	21,5	0	9	6
617	52	22	12	9,5	4,5
C263	51	20	20	6	3
740	50	24	20	0	6



Vliv parametrů páry a materiálů na tloušťku stěny a průměr potrubí ostré páry

