

Antonín, topiči elektrárenský, do kotle přiloží!

Kotel byl v přeneseném smyslu chápán jako zdroj energie odedávna. V keltské mytologii se často opakuje motiv kotle jako zdroje hojnosti, a to nejen ve smyslu potravy, ale i poznání a vědění. Kotel symbolizoval znovuzrození a nesmrtelnost ducha. Dědictvím této symboliky je křesťanský svatý grál. Ale vraťme se k technice.

Moderní parní kotel, jehož hlavní součástí je parní generátor (výměník tepla), je zařízením sloužícím k výrobě energetické nebo průmyslové páry uvolněním tepla z paliva při spalování nebo využitím odpadního tepla. Pára o požadovaných parametrech (teplota a tlak) se využívá k pohonu parních turbín, které pohánějí např. elektrické generátory, nebo pro technologické účely (výroba papíru, plastů, potravinářství atd.), popř. vytápění.

Asi nejstarším známým zařízením využívajícím energii páry je aeolipila starověkého učence Héróna Alexandrijského (viz Zpravodaj, říjen 1998). Princip je dodnes aktuální v podobě reaktivního pohonu či jednoho druhu parní turbíny. Další pozoruhodné návrhy na využití energie páry pocházejí z období renesance (Leonardo da Vinci, Giovanni da Branca).

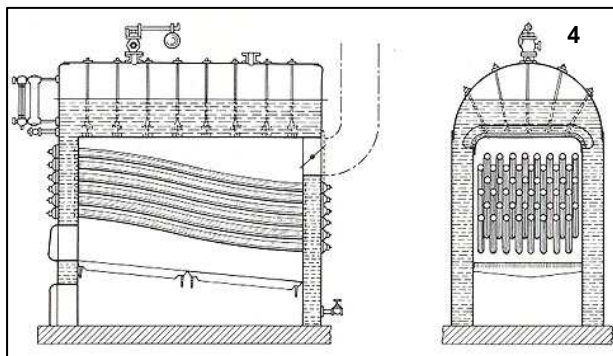
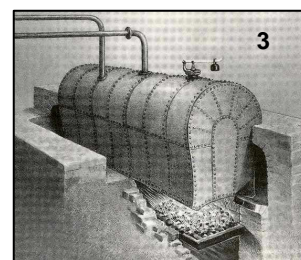
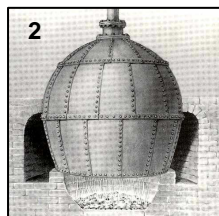
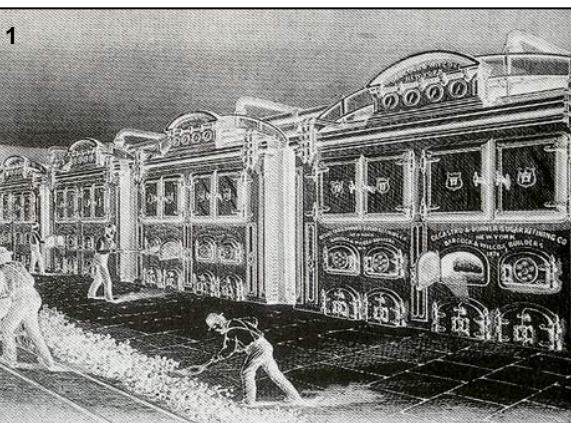
Počátky průmyslové výroby páry sahají do 17. století. Na významu stoupalo využití kamenného uhlí jako

paliva. Dosavadní spotřeba dřevěného uhlí zapříčinila úbytek lesů (ano, již tehdy). Kamenouhelné hornictví dohánělo svým významem dosavadní hornictví rudné. Se vzrůstající hloubkou dolů rostly i problémy se spodními vodami, které zaplňovaly šachty. Někteří vynálezci se zaměřili na vývoj zařízení, které by dokázalo čerpat vodu využitím energie páry. Jedním z prvních autorů prakticky využitého zařízení byl pochybný anglický kapitán Thomas Savery (viz Zpravodaj, leden 1999), který v roce 1698 přišel s nápadem využít k čerpání vody podtlaku vzniklého kondenzací páry v uzavřeném prostoru, z něhož nasátou vodu vytlačila opět tlaková pára. Na toto nebezpečné zařízení (vysoký tlak) navázal výrazně bezpečnější atmosférický parní stroj Thomase Newcomena, který nechal

páru kondenzovat pod pístem, tlačným poté dolů atmosférickým tlakem. Zdrojem páry byl v této době tzv. „mušlový“ kotel (angl. *shell boiler*, obr. 2) nýtovaný z malých měděných plechů, které byly vyráběny hamry. Je zřejmý jeho pivovarský původ.

Výrazné zdokonalení parního stroje představovaly převratné vynálezy Jamese Watta v letech 1769-1782. Jeho kondenzátor, který oddělil prostor pro kondenzaci páry a odvod tepla od pracovního válce, výrazně zvýšil účinnost (nebylo třeba válec střídavě ohřívat a ochlazovat), stroj byl skutečně parní, tj. píst poháněla pára, nikoli atmosférický tlak, mechanismus převádějící přímočarý vratný a kývavý pohyb na pravidelnou rotaci dal vznikajícímu průmyslu univerzální motor osvobozující výrobu od závislosti na vodě a větru. Wattův stroj měl tzv. „vagonový“ či „kufrový“ kotel (*waggon boiler*, obr. 3). Kotle těchto parních strojů byly již jištěny pojistnými ventily (vynález Denise Papina).

Rostoucí požadavky na výkon a účinnost dostaly zelenou po roce 1800, kdy se uvolnily Wattovy patenty (Watt byl odpůrcem vysokotlakých kotlů). Anglický vynálezce Richard Trevithick (nejznámější z jeho vynálezů je parní silniční omnibus a první lokomotiva z r. 1804) navrhl vysokotlaký parní stroj pro pohon vozidel, který byl vlastně integrovanou hnací jednotkou včetně zdroje tepla. Jeho parní kotel měl topeniště v tzv. plamenci (trubicí obklopené vodou), který zlepšil sdílení tepla.



V průběhu 19. století se z tohoto principu vyvinuly kotle žárotrubné, které zvětšovaly teplosměnnou plochu použitím více trubek, jimiž procházely spaliny. Takový kotel je např. jednou součástí typického kotle parní lokomotivy (vedle kotle skříňového).

Uvedené velkoprostorové kotle měly nevýhodu ve velkém objemu vody a páry v jednom prostoru. Pomalu najížděly a dovolovaly pouze omezené parametry páry. S rozvojem praxe i teorie (termodynamika) bylo zjištěno, že účinnost parních motorů roste se zvyšujícími se parametry páry. Velkoprostorové kotle se však stávaly nebezpečnými. V roce 1887 bylo v USA 652 smrtelné nebo vážné úrazy. Vývoj směřoval

zaznamenáno 198 explozí parních kotlů, což zavinilo k vodotrubným kotlům (*water tube boilers*).

Vodotrubný kotel představuje obrácení výše uvedeného principu; místo spalin protéká trubkami voda, spaliny tyto trubky obtékají vně. Menší objem vody v uzavřeném prostoru představuje nízké nebezpečí, kotel rychleji najíždí a snáze se ovládá. Umožňuje zvýšení parametrů páry. Princip vodotrubného kotle se objevoval v různých patentech od 2. poloviny 18. století, ale přímá cesta k moderním parním kotlům začíná vynálezem Američana

Stephena Wilcoxe (1839-1893). Wilcox zkonstruoval kotel (r. 1856, obr. 4), jehož parogenerátor pozůstával ze šikmo skloněných trubek propojených s prostorem, v němž se oddělovala pára od vody (později se z něho vyvinul kotlový buben). V roce 1866 se Wilcox spojil s vynálezcem a projektantem Georgem Hermanem Babcockem (1832-1893), čímž vznikla světoznámá firma Babcock & Wilcox. Tato společnost se po II. světové válce začala věnovat i výrobě jaderně energetických zařízení (vyrobila např. již reaktor pro první jadernou ponorku USS Nautilus).

Moderní elektrárenský parní kotel má s prvním Wilcoxovým kotlem společný pouze princip. Je složitým komplexem zařízení, mezi něž patří parní generátor s přehříváky páry, spalovací zařízení, zařízení k přípravě paliva, k úpravě vody a spalovacího vzduchu, zařízení k odstraňování zbytků po spálení aj. Antonín (na obr. 1 nikoli topič elektrárenský, ale cukrovarský z r. 1874) již nemusí přikládat s uhlím i své oči, jak dí básník, vše je automatizováno. K základním požadavkům patří spalování méně kvalitního paliva při dodržení zpřísnujících se limitů emisí škodlivin. Při spalování fosilních paliv, zejména pak hnědého uhlí, lze eliminovat síru (podle paliva a technologie je možno odsířovat před spalováním, v jeho průběhu nebo po něm), omezit oxidy dusíku a odloučit popílek, co však vyloučit nelze, je oxid uhličitý, odpadní teplo odváděné z tepelných oběhů a přirozená radioaktivita uhlí. Klasická tepelná elektrárna je tak navenek mnohem radioaktivnější, než ta jaderná.

Použito:

STULTZ, S. C., KITTO, J. B. *Steam/its generation and use*. 40th edition. The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, U.S.A. 1992.

Ing. Josef Gruber

Publikováno ve Zpravodaji SPŠ strojnické v dubnu 2006