

INOVACE ODBORNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ NA STŘEDNÍCH ŠKOLÁCH
ZAMĚŘENÉ NA VYUŽÍVÁNÍ ENERGETICKÝCH ZDROJŮ PRO 21. STOLETÍ
A NA JEJICH DOPAD NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

CZ.1.07/1.1.00/08.0010

TEPELNÁ ELEKTRÁRNA

Ing. JAROSLAV TISOT



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TENTO DOKUMENT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY

Tepelná elektrárna

Výroba elektrické energie přeměnou z chemické energie vázané v palivu prostřednictvím tepelné energie.

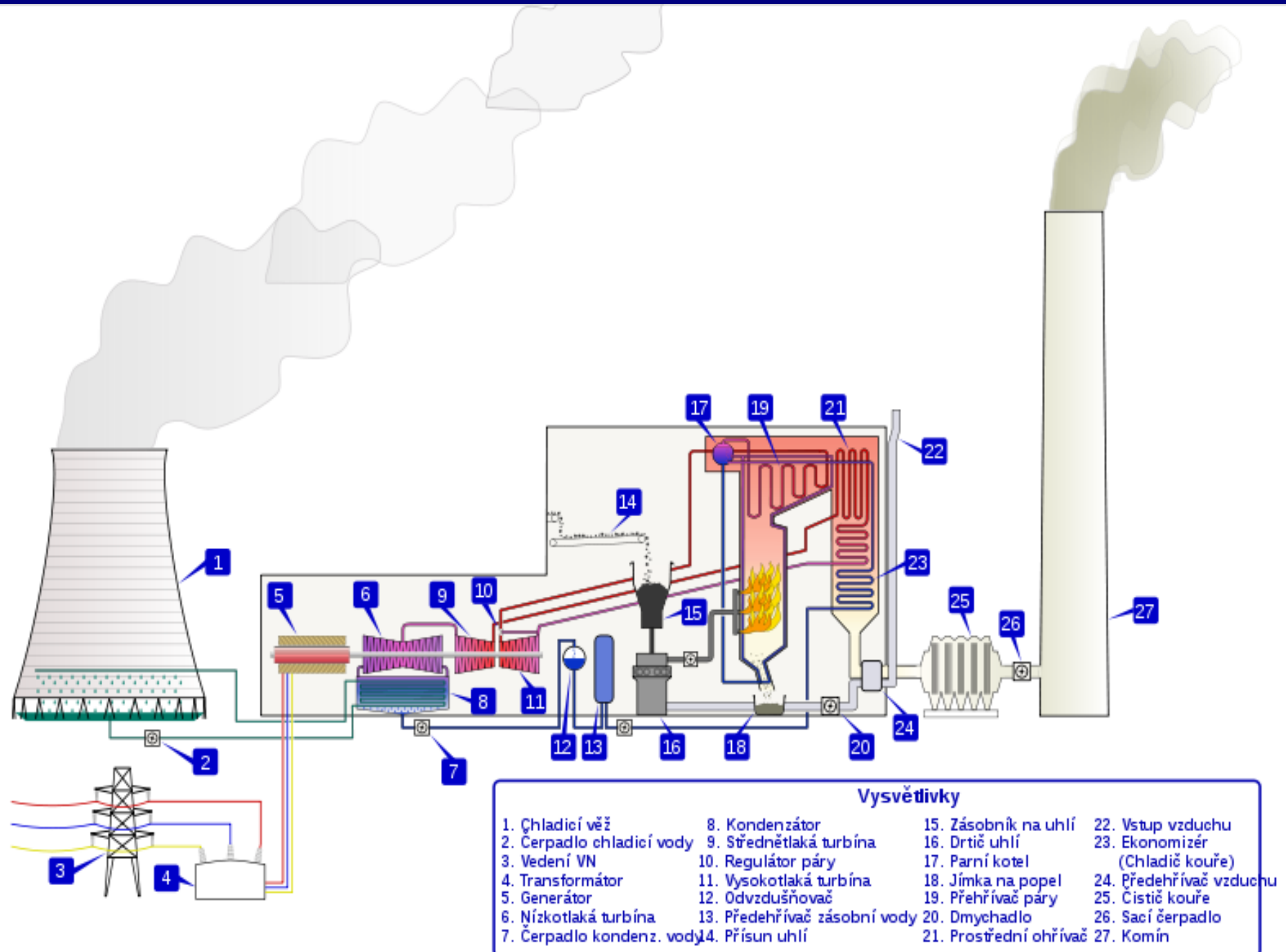
V tepelných elektrárnách se spalováním paliva (uhlí, plyn,) získává tepelná energie ve formě páry, která se v parní turbíně přemění na energii mechanickou.

S turbínou je spojen generátor, ve kterém se mechanická energie mění na energii elektrickou.

Na principu tepelné elektrárny pracují i další typy elektráren, které využívají principu změny tepelné energie na elektrickou (např. tepelné sluneční elektrárny aj.).



Schéma TE



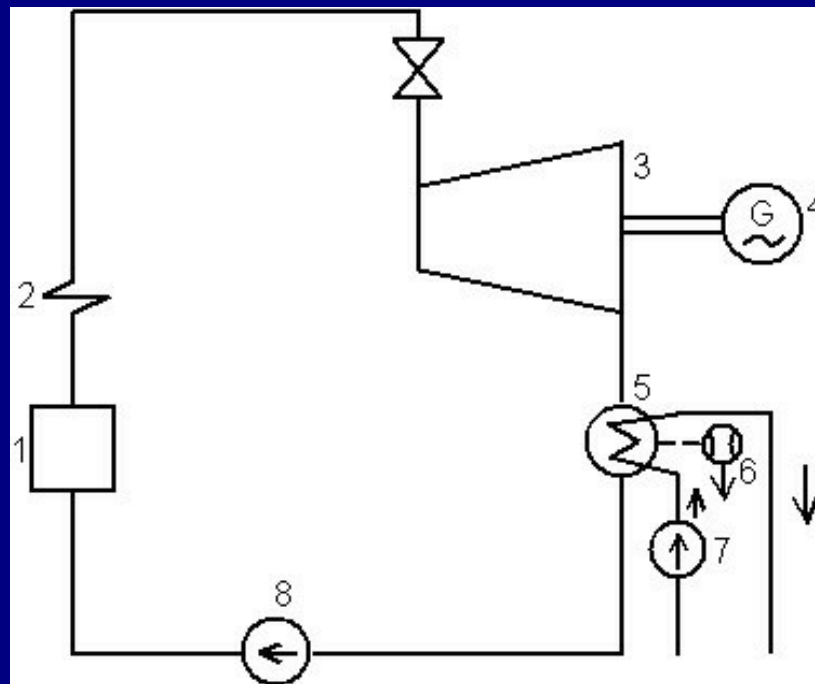
Rozdělení tepelných elektráren

- parní
- kondenzační parní elektrárny
- teplárny
- plynové
- dieselové

Parní elektrárny

Produktem kondenzaních elektráren je pouze elektrická energie. Účinnost kondenzaních elektráren je pouze 30 až 40%.

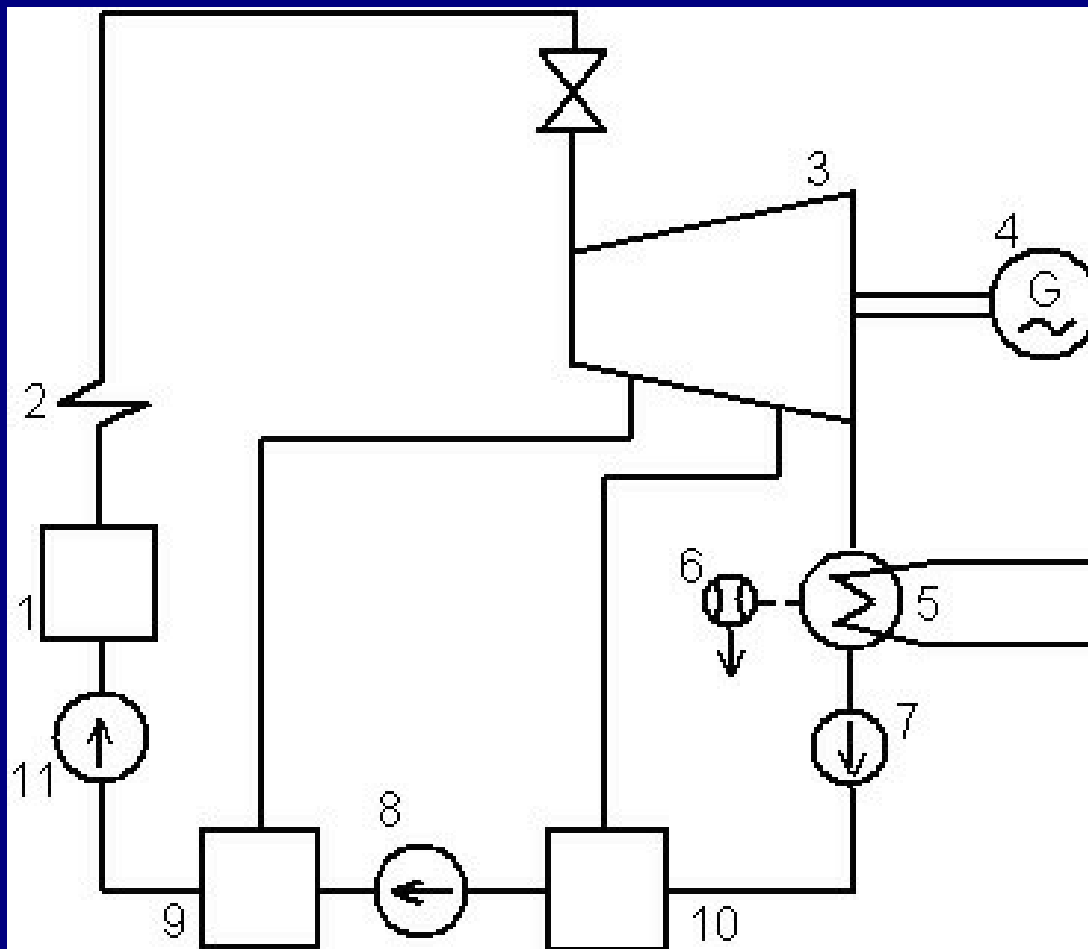
Teplárny vyrábějí elektrickou energii a teplo (ve formě páry nebo horké vody).



- 1 - kotel
- 2 - přehřívák
- 3 - turbína
- 4 - generátor
- 5 - kondenzátor
- 6 - vývěva
- 7 - čerpadlo
- 8 - čerpadlo

Kondenzační elektrárna s regeneračním ohřevem vody

Aby se zvětšila účinnost výroby, používá se pára vystupující z turbíny na ohřev napájecí vody před vstupem do kotle.

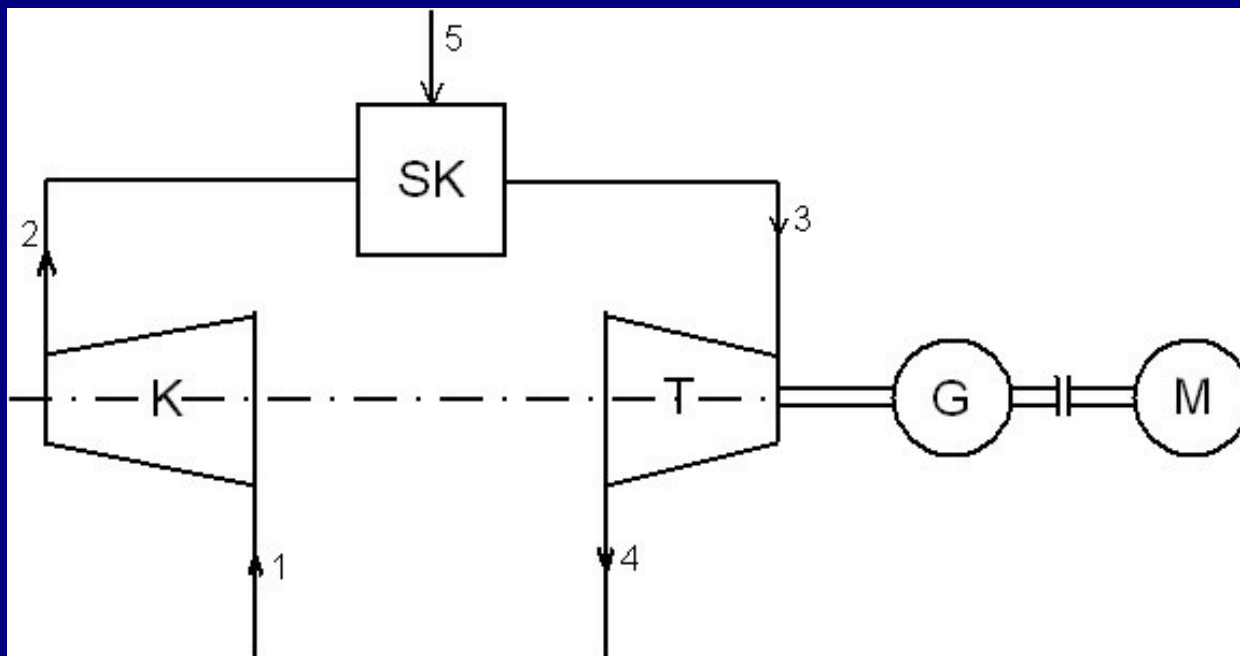


- 1 - kotel
- 2 - přehřívač
- 3 - turbína
- 4 - generátor
- 5 - kondenzátor
- 6 - vývěva
- 7 - čerpadlo
- 8 - čerpadlo
- 9 - vysokotlaký ohřívač
- 10 - nízkotlaký ohřívač
- 11 - čerpadlo

Plynové elektrárny

Používají pro pohon elektrických generátor plynové turbíny a používají se pouze jako špčikové.

Výhody: malé investiní náklady na výstavbu (menší zastavné prostory, nejsou potřeba chladicí věže, menší požadavky na chlazení, jednodušší doprava paliva)
+ velká celková účinnost až 40%



- K - kompresor
- SK - spalovací komora
- T - turbína
- G - generátor
- M - rozběhový motor
- 1 - přívod vzduchu
- 2 - stlačený vzduch
- 3 - zplodiny hoření
- 4 - expandované plyny
- 5 - pívod paliva

Dieselové elektrárny

Pro pohon elektrického generátoru používají dieselový motor. Dosahují velkých výkonů při velké účinnosti.

Používají se jako náhradní zdroje elektrické energie.

Elektrárna	Lokalita	Celkový instalovaný výkon [MW]	bloků	Roční výroba elektriny brutto v roce 2010 (GWh)	Rok uvedení do provozu	palivo	provozovatel
Tušimice II	Tušimice	800	4	1 905	1974 - 75	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Ledvice 3	Ledvice	110	1	651	1967	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Tisová II	Tisová	112	1	756	1961	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Počerady	Počerady	1000	5	7 019	1970 - 77	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Pruněřov I	Pruněřov	440	4	2 878	1967 - 68	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Pruněřov II	Pruněřov	1050	5	6 363	1981 - 82	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Mělník III	Horní Počaply	500	1	2 412	1981	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Mělník II	Horní Počaply	220	2	1 350	1971	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Ledvice 2	Ledvice	220	2	1 439	1967	hnědé uhlí	ČEZ, a. s.
Hodonín	Hodonín	105	2	430	1951 - 57	hnědé uhlí, biomasa	ČEZ, a. s.
Tisová I	Tisová	184	4	785	1959 - 60	hnědé uhlí, biomasa	ČEZ, a. s.
Poříčí	Poříčí	165	3	593	1957	hnědé uhlí, biomasa, černé uhlí	ČEZ, a. s.
Dětmarovice	Dětmarovice	800	4	2 697	1975 - 76	černé uhlí	ČEZ, a. s.
Komořany	Komořany	239	8	558	1959 - 98	hnědé uhlí, zemní plyn	United Energy, a.s.
Litvínov T700	Litvínov	112	5	814	1963 - 95	hnědé uhlí	UNIPETROL RPA, s.r.o.
Vřesová (teplárna)	Vřesová	220	4	1 620	1967 - 91	hnědé uhlí, zemní plyn	Sokolovská uhelná, právní nástupce, a. s.
Vřesová	Vřesová	370	2	2 138	1996	zemní plyn, energoplyn	Sokolovská uhelná, právní nástupce, a. s.
Praha - Malešice	Malešice	122	4	158	1963 - 71, 1998	černé uhlí	Pražská teplárenská a.s.
Plzeň	Plzeň	149	3	656	1984 - 2008	hnědé uhlí, zemní plyn, biomasa	Plzeňská teplárenská, a.s.

Kotel

Kotel je otevřená nebo uzavřená nádoba sloužící k ohřívání a zpracování kapalin. Potřebné teplo se získává spalováním paliva v topeništi kotle nebo se přivádí teplonosnou látkou (párou, horkou vodou).

Nejběžnější kotle jsou v klasických uhelných parních elektrárnách, kde představují největší zařízení, sloužící na přeměnu chemické energie paliva na tepelnou energii páry, která bude dále využita na výrobu tepla a elektrické energie. Nejdůležitějšími médii pro provoz kotle jsou voda a palivo. Voda se dopravuje do kotle napájecím čerpadlem pod vysokým tlakem, voda se ohřívá na bod varu a odpařuje se.

Druhy kotlů

Nejstaršími a nejjednoduššími byly válcové kotle, u nichž kotel tvořil nýťovaný buben o velkém průměru (do 2,5 m) a délce (do 10 m). Výhřevnou plochou byla spodní stěna bubnu ohraničená vyzdívkou vnějšího roštového ohniště a tahy, kterými procházely spaliny do komína.

Kotle plamencové měly větší výhřevnou plochu při zachování stejné velikosti bubnu jako u kotlů válcových. Plamenec se nazývá vlnitá trouba umístěná do vnitřku kotle. Roštové ohniště je uvnitř plamence, plamenec je obklopen vodou kotle.

Kotle trubkové (nebo žárotrubné)

jsou dalším stupněm ve vývoji kotlů. Jsou to vlastně válcové kotle, do jejichž vodního prostoru jsou zaválcovány bežešvé trubky, kterými proudí horké spaliny. Pro uvedené kotle je charakteristický velký vodní obsah a naopak malá výhřevná plocha. Bylo proto třeba vyvinout energetické kotle, u nichž by se výhřevná plocha dostatečně zvětšila. Toho se docílilo tím, že výhřevná plocha je tvořena z varných trubek vytápěných zevně spaliny. V trubkách obíhá kotelní voda a vzniká pára. Kotle měly nejprve přirozený oběh vody a šikmé uspořádání trubek, později nahrazené trubkami strmými.

Fluidní kotel

Fluidní kotel dosahuje vysoké účinnosti (37 - 48 %), je to však zařízení poměrně složité, které se musí ze studeného stavu při najíždění postupně ohřívat až na provozní teplotu 850 °C. Při spalování uhlí je zpravidla před kotlem instalován drtič na uhlí, aby zrnitost na vstupu do kotle nepřesáhla 10 mm. Při zacházení s uhlím jsou potom třeba různá opatření, aby nedocházelo k samovznícení, k explozi uhelného prachu a podobně. Proto se používá ve středních a větších energetických provozech, kde se ale dnes tímto způsobem vyrábí asi 50 % světové elektrické energie. Významnou předností fluidních kotlů je nízká tvorba emisí látek znečišťujících ovzduší.

Práškový kotel

Uhlí rozemleté na velikost částic z cca 70% menších než 74 mikrometrů je suspendováno ve spalínách. Prostor v okolí hořáku mívá teploty mezi 1400-1900 °C. Doba prodlení částic hořícího paliva v kotli je blízká době setrvání spalin v ohništi a činí několik sekund.

Pokud popeloviny neobsahují významnější množství sloučenin vápníku, skoro veškerá síra přechází do spalin jako SO_2

Roštový kotel

Velikost částic v roštovém kotli je cca 25-32 mm. Převážná část paliva se spaluje v nehybné vrstvě na pohybujícím se roštu. Teplota paliva ve vrstvě dosahuje až 1 600 °C.

Doba prodlení paliva ve spalovacím prostoru kotle je dána rychlostí posuvu roštu. Emise jsou podobné jako u práškových kotlů

Fluidní odsiřování spalin

Tato technologie patří mezi nejmodernější a nejúčinnější metody pro snižování emisí škodlivin do ovzduší. Princip této metody je založen na spalování různých paliv ve vznosu zespoda přiváděným vzduchem, v tzv. fluidním lóži. Při ustáleném režimu je teplota hoření udržována v celém objemu v podstatě rovnoměrně. To umožňuje dokonalejší vyhoření paliva při nižší teplotě spalování, což podstatně omezuje tvorbu oxidu dusíku i uvolňování par ekologicky závadných sloučenin obsažených v popelovinách.

Odsiřování fluidních kotlů spočívá v dávkování směsi vzduchu a jemně rozemletého vápence do kotle nebo v přidávání mletého vápence do uhlí.

Okruhy paliva

Provoz tepelné elektrárny spalující uhlí tvoří několik okruhů: okruhy paliva, vzduchu a kouřových plynů, strusky a popela, vody a páry a okruh výroby elektřiny.

Okruh strusky a popela

- Uhlí se do elektrárny dopravuje pásovými dopravníky (v případě hnědého uhlí většinou přímo z povrchových dolů v sousedství), popř. po železnici. Spotřeba uhlí závisí na jeho výhřevnosti (na jednu vyrobenou MWh se spálí asi 1 tuna uhlí). Po rozemletí na uhelný prášek a po jeho vysušení je pak palivo ventilátory spolu se vzduchem vháněno do hořáků kotle. Kromě roštových a práškových ohnišť se používají i moderní fluidní kotle různých typů. Jedním z nich jsou fluidní kotle se spalováním ve vzosu, tj. v cirkulujícím loži (jemně mleté uhlí se v proudu vzduchu chová jako vroucí kapalina). Hoření je zde velmi rychlé a snadno regulovatelné. Účinnost spalování dosahuje až 99 %, tepelná účinnost až 92 %.

Po vyhoření paliva padá část popela do spodního prostoru ohniště jako struska; ta se dopravuje na úložiště odpadu - na odkaliště. Část popela, která je v podobě jemných částíček unášena ve spalinách, se zachycuje v elektrodlučovačích. Prakticky ve všech českých tepelných elektrárnách spalujících uhlí je instalováno i zařízení, které ze spalin odděluje oxidy síry a dusíku.

Popel tvoří minerální tuhý zbytek po spálení paliva, který vznikne oxidací a rozkladem popelovin. Jemné částíčky popela vzniklé spalováním práškového uhlí tvoří popílek. Při vyšších teplotách popel měkne, spéká se a tvoří škváru, při překročení teploty tavení tvoří tekutou strusku.

Okruh vody a páry

Do kotle je napájecími čerpadly dodávána chemicky upravená voda (jsou z ní především odstraněny minerální složky). Nejprve se v ekonomizéru předeheřeje, poté vstupuje do výparníku kde se mění na páru. Vzniklá sytá pára však obsahuje příliš málo energie a je proto dále ohřívána spaliny v tzv. přehřívácích na teplotu sahající až k 550 °C. Tato tzv. ostrá pára pak proudí do turbíny.

Voda, která obíhá v hlavním uzavřeném okruhu kotel - turbína - kondenzátor - kotel, je chemicky upravená. Součástí každé elektrárny je úpravna vody a laboratoře. Voda je do kotle dodávána napájecími čerpadly, v kotli se voda ohřívá při tlaku 15 MPa.

Okruh vzduchu

Aby se dosahovalo dobrého hoření, je přiváděn do spalovací komory spolu s rozemletým uhlím ventilátory i vzduch. Množství přiváděného vzduchu závisí na chemickém složení paliva. Pro lignity je spotřeba vzduchu nižší, pro kvalitní, černé uhlí je nejvyšší.

Orientačně se uvažuje, že pro výrobu 1 kWh elektřiny se spotřebuje asi 1 kg paliva, z něhož vznikne 7m³ plynů.

Elektrický okruh

Pomocí turbogenerátoru se k přeměňuje tepelná a mechanická energie odebíraná ze zahřáté vodní páry na elektrickou energii vyráběnou v alternátoru.

Turbogenerátor je elektromechanické soustrojí (což je konkrétní případ tzv. turbosoustrojí), složené obvykle z poháněcího točivého mechanického stroje - turbíny a elektrického generátoru (což je hnáný stroj). Oba dva stroje bývají navzájem propojeny společným hřídelem.

Jednotlivé části tepelné el.

Strojovna

Ve strojovně jsou instalovány turbogenerátory, které se skládají ze dvou základních částí - parní turbíny a elektrického generátoru.

Jedná se tedy o velký stavební celek pro hlavní technologii elektrárny. Stavební dispozice Vlastní objekt strojovny je jednolodní ocelová hala, ve které je umístěno turbosoustrojí a související obslužná zařízení.

Strojovna



Hlavní velín

Na hlavním velínu jsou umístěna pracoviště dispečera elektrárny a operátora rozvoden. Dispečer elektrárny pomocí 2 operátorských stanic řídí centrální regulátor výkonu, který ovládá elektrický a tepelný výkon celé elektrárny dle požadavku zákazníků. Koordinuje dodávanou energii do elektrizační a teplárenské soustavy. Z tohoto pracoviště je řízen provoz primární sítě teplárenské soustavy. Operátor rozvoden ovládá regulaci napětí generátorů

Hlavní velín



Technologický velín

pro řízení technologie bloků. Ve velíně jsou soustředěny obsluhy všech kotlů a turbogenerátorů. Technologie je řízena prostřednictvím programovatelných řídicích automatů ZAT E a operátorských stanic In Touch. Pro komplexní informaci obsluh slouží provozní server ISQL, který nepřetržitě ukládá 15 000 provozních hodnot.

Technologický velín



Kotelna

Kotelna je reprezentována instalovanými kotli, které dodávají páru. Vyrobená pára je dodávána do turbín. K turbínám je připojen generátor pro výrobu elektrické energie.

Kotelna



Zauhlovací most

Zauhlovacím mostem se přepravuje palivo do zásobníků kotelny. Uvnitř mostu jsou umístěny dva pásy o shodném přepravním výkonu 630 tun paliva za hodinu, široké 1400 mm, které se pohybují rychlostí 2,1 m/s. Pro potřebu zauhlení kotelny je využíván převážně jeden pás, druhý slouží jako záložní. Vzájemnou kombinací linek a použití pásů je zajišťován bezporuchový přísun paliva na kotelnu v potřebném množství a časovém rozpětí.

Zauhlovací most



Vykládka a skladování paliva

Po dojezdu železničních souprav s palivem (hnědým uhlím) se provádí vykládka na hlubinných zásobnících paliva. Po vyložení paliva z vagónů je několik možností jeho uložení. V prvním případě se může palivo dopravit přímo do zásobníků jednotlivých kotlů. Další možností je uložení paliva na vlastní manipulační skládce v areálu elektrárny. Tímto způsobem se vytváří zásoby na zimní měsíce roku. Kapacita skládky je řádově ve statisících tun.

Vykládka a skladování paliva



Absorber

Základem odsiřovací jednotky je absorbér, který slouží jako "pračka" spalin. SO_2 ve spalinách je pohlcován v absorbérovi stykem s vodní suspenzí vápence (absorbentem), která cirkuluje pomocí oběhových čerpadel, přičemž se SO_2 absorbuje do suspenze absorbentu. Zachycený SO_2 v absorbentu stéká do reakční nádrže, která je ve spodní části absorbérovi. Zde dochází k chemickým reakcím s přivedených vzduchem, v jejichž důsledku vzniká síran vápenatý. Absorbér je vysoký 26 m. Ve spodní části má průměr 15,3 m, ve výšce 8 m se zužuje na průměr 12,8 m. Vnitřek absorbérovi je chráněn pogumováním o tloušťce 8,25 mm.

Absorber



Horkovod

Teplárenská soustava zásobování teplem International Power Opatovice, a.s., představuje svým rozsahem i tepelným výkonem jednu z největších propojených teplárenských soustav v ČR. Horká voda o parametrech 180/60°C vystupuje ze zdroje severním směrem do třítrubního napáječe DN 700, 2 x DN 500 do Hradce Králové. Napáječ o stejných technických parametrech přivádí teplo jižním směrem do měst Pardubice, Chrudim a Lázně Bohdaneč. Takřka 170 km celkové délky primárních rozvodů dodává teplo pro 400 předávacích stanic vevlastnictví různých odběratelů. Řízení soustavy s instalovaným výkonem základního zdroje 698 MW zajišťuje hlavní velín.

Horkovod



Děkuji za pozornost.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ