

Bioelektrárna Kutná Hora - technická specifikace energetického bloku 7,4 MWe

V článku jsou popsány základní údaje o bioelektrárně v Kutné Hoře. Autor uvádí technické charakteristiky, zaměřuje se na popis jednotlivých technologických uzlů, rizika, posouzení k nákladům.

TECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY

Generálním dodavatelem bioelektrárny v Kutné Hoře je společnost BFS Energo, a.s., vedená Ing. Zdeňkem Fundou, který v letech 2007 až 2010 vedl výstavbu a následně uvádění do provozu obdobného bloku ve společnosti Energetické centrum s.r.o. v Jindřichově Hradci. Subdodavateli jednotlivých částí jsou společnosti: sklad paliva, doprava paliva, jeřábové systémy (SIMO-CZ s.r.o.), parní kotel s příslušenstvím (První brněnská strojírna, a.s.), parní turbína s příslušenstvím a vyvedením výkonu (PBS ENERGO, a.s.), chladicí věž s chladicím okruhem (Chladicí věže Praha, a.s.), tepelná mezistrojovna, chemická úprava vody (G-MAR PLUS, s.r.o.), stavby, zpevněné plochy, vozovky (PROMUS Katowice), koordinační projektant (INTEKA Brno spol. s r.o.) a stavební projektant (ALEF Brno, spol. s r.o.).

Umístění

Bioelektrárna je situována v prostoru původní výroby ČKD Kutná Hora. Vybudován je ve volném prostoru a části původní uhelné skládky „na zelené louce“.

Palivo

Palivem je obilná sláma, řepková sláma acíleně pěstované energetické plodiny ve formě standardizovaných balíků. Palivo je ve formě hranatých balíků vyskládněno z dopravních prostředků vysokozdvíhacími vozíky a založeno do řad ve skladu paliva. Ze skladu je palivo do kotle transportováno automatickým jeřábem, který zásobuje dopravní trasy paliva ke kotli podle požadavku kotle. Jeřáb převáží ze skladu do doprav paliva vždy dvojici balíků. Technologii dopravy paliva vyvinula BSF Energo se subdodavatelem SIMO-CZ. Jedná se o druhou naši aplikaci této technologie manipulace shranatými balíky slámy v ČR. Se SIMO-CZ má generální dodavatel projektu v Kutné Hoře na tuto technologii exkluzivní vztah a je připraven na aplikace mimo ČR.

TECHNICKÝ STAV, POPIS, RIZIKA, POSOUZENÍ K NÁKLADŮM

Palivové hospodářství

Nově vybudovaná skladovací hala, umístěná vedle stávající, je velmi dobře přístupná. Ve skladu paliva jsou na vjezdu instalována elektricky ovládaná vrata a kartové přístupy. Automatický jeřáb provádí manipulaci s balíky paliva. Dle potřeby provádí nakládku balíků biomasy vždy do jedné ze dvou dopravních tras do kotle. Kapacita skladu je 2 086 balíků slámy, což je 5 622 m³ paliva (průměrná hmotnost je 120 kg/m³). Tato skladovací kapacita postačuje na cca čtyři dny provozu.



Strojovna + zákotlí

Kotelna

Ze skladu je palivo ve formě balíků dopravováno dopravníkem do rozdělení a poté ve volné formě pokračuje dále do kotle. Kotel je zásobován dvěma samostatnými, na sobě nezávislými dopravními cestami. Každá dopravní cesta je zakončena vstupem do spalovací komory kotle pomocí dvojšneku na přední straně kotle. Parní kotel o jmenovitém výkonu 30 t/hod a parametrech páry 400 °C a tlaku 4,0 MPa s možností trvalého provozu na 33 t/h je určen ke spalování obilné slámy a dalších stébelnatých plodin. Je řešen jako vodotrubný, jednobubnový, s přirozeným oběhem



Pohled na areál závodu - vizualizace

vody ve výparníku a membránovou stěnou spalovací komory a dalších tahů. Přivedené palivo se spaluje na přesuvném roštu. Nad roštem se nachází spalovací komora. V její čelní a zadní stěně



Haly výrobního zdroje a skladu

jsou v několika úrovních rozmístěny trysky sekundárního vzduchu. Primární vzduch je přiváděn pod rošt. Průtok primárního a sekundárního vzduchu je měřen rychlostní sondou, dále se měří teplota a tlak primárního a tlak sekundárního vzduchu. Škvára z roštu a z výsypek roštu padá do mokrého vynašeče škváry. Druhý tah kotle je prázdný a slouží ke snížení teploty spalin a k odloučení hrubého úletu v dolní části tahu před vstupem do třetího tahu.

Ve třetím tahu jsou umístěny bloky přehříváků páry. Přehřívák páry je třístupňový. Mezi prvním a druhým a druhým a třetím stupněm jsou vstřiky napájecí vody pro regulaci teploty páry. Svazky eka a první díl přehříváku P1 jsou ve 4. tahu. Svazky výhřevných ploch jsou čištěny pomocí parních ofukovačů. Pro ovlivňování teploty spalin nad roštem se používají recyklované spaliny. Tyto spaliny se přimíchávají do primárního vzduchu. Recyklované spaliny odebírané ze spalínovodu za filtrem spalin před komínem jsou dopravovány do spalovací komory pomocí recyklačního ventilátoru.

Ohřev spalovacího vzduchu je prováděn pomocí parního ohříváku. Kombinace recirkulace spalin a použitím sekundárního vzduchu se používá k dokonalému spálení prchavé hořlaviny ve spalovací komoře. Dlouhá spalovací komora a druhý tah kotle zabezpečuje dohoření paliva a minimální emise CO.

Technické parametry:

- Jmenovitý parní výkon kotle (při teplotě napájecí vody 105 °C): 30 [t.h⁻¹]
- Minimální výkon kotle bez stabilizace: 12 [t.h⁻¹]
- Maximální trvalý výkon kotle: 33 [t.h⁻¹]
- Jmenovitý tlak páry: 4,0 [MPa] (abs.)
- Teplota páry na výstupu z kotle: 400 +15/-10 [°C]

Ve výstupním vzduchotechnickém potrubí, propojujícím zhášecí komoru s tkaninovým filtrem, je nainstalováno zhášecí zařízení. Signalizační



Pohled na rozestavěnou tepelnou a turbinovou strojovnu



Hlavní parní šoupě



Snímek z kotelny

+ detekční zařízení jisker je tvořeno detektorem jisker, rozvody pitné vody včetně tepelné izolace, dýzami, rozvody tlakového vzduchu, měřicí + regulační technikou (vč. pneumatického ventilu). V dýzách osazených v rovnoměrných odstupu přiváděná pitná voda za asistence tlakového vzduchu vytvoří vodní mlhu. Nový komín vysoký 55 metrů o vnitřním průměru 1,6 metru je proveden jako samonosný s vložkou z oceli třídy 17, izolovanou minerální vlnou a opláštěnou hliníkovým plechem. Vložka DN1600 je vedena v nosném plášti.

K čištění výhřevných ploch ze strany spalín je použito jedenácti parních ofukovačů. Pára pro ofukování výhřevných ploch je odebírána z parovodu za kotlem. Odtahy všech druhů popelů i škváry jsou svedeny do jednoho šnekového míchače, kde po smísení s vodou je výsledný materiál (certifikované hnojivo) dopravován do vyměnitelného venkovního automobilového kontejneru.

STROJOVNA

Turbína je jednotělesová kondenzační, odběrová. Tepelný spád je zpracováván v axiálním regulačním stupni a v deseti přetlakových axiálních stupních ve VT části a pěti NT přetlakových částí. Turbína je umístěna na podlaží +0,00 m a je opatřena axiální výstupním hrdlem. Vstupní pára je



Instalace nového filtru



Nádrž sběrného kondenzátu



Snímek z velínu při uvádění do provozu

přiváděna do turbíny přes rychlozávěrný ventil. V závislosti na zatížení soustrojí je množství páry regulováno pomocí tří regulačních ventilů. Regulace páry v odběru je pomocí natáčivé clony před regulačním stupněm NT části. Součástí turbíny je i neregulovaný odběr sloužící k ohřevu kondenzátu v nízkotlakém ohříváku. Tlak napájecí vody ke kotli je udržován dvěma elektronapáječkami.

Typ turbíny: TG 7,0 – 3,8 / 0,3

- Tlak vstupní páry na rychlozávěrném ventilu: jmenovitý 38 bar a
- Maximální výkon turbíny 7,45MWe
- Jmenovitý hmotnostní průtok páry turbínou 30 t/h
- Maximální hmotnostní průtok páry turbínou 33 t/h
- Maximální hmotnostní průtok páry z regulovaného odběru 22 t/h
- Maximální hmotnostní průtok páry NT dílem při jmenovitých parametrech 31,5 t/h
- Jmenovitý průtok chladicí vody 1 350 m³/h
- Jmenovitá teplota chladicí vody (do kondenzátoru) 28 °C
- Jmenovité otáčky turbíny 9 050 min⁻¹

Kondenzátor turbosoustrojí je proveden s mosaznými trubkami. Kompletní mazací olejový systém, zásobující ložiska turbíny, převodovky a chlazení generátoru je zajištěn tlakovým rozvodem

oleje. Systém je jištěn dvěma olejovými čerpadly (2 × 100 %). Regulační olejový okruh je vysokotlaký, cca 15 MPa, a nepatří do mazacího olejového systému. Slouží k zásobování hydraulických pohonů regulačních ventilů a rychlozávěrného ventilu. Výrobce zařízení je firma PBS ENERGO, a.s.

Technické údaje:

- teplosměnná plocha 780 m²
- jmenovitý průtok chladicí vody 1 350 m³/h
- jmenovitá/ maximální teplota chladicí vody 28/45 °C
- max. tlak chladicí vody 0,5 MPa

Chladicí okruh

Pro chlazení byl navržen chladicí okruh, využíající k chlazení vody novou chladicí věž. Uvěže je instalován sací objekt s trojicí cirkulačních čerpadel chladicí vody. Chladicí okruh je založen na vychlazení chladicí vody v chladicí věži s přirozeným tahem. Půdorys chladicí věže je tvořen pravidelným desetiúhelníkem o délce strany 6 m, výška tahového komínu (věže) je 22,5 m. Chladicí věž je montovaná, šroubovaná ocelová konstrukce, žárově pozinkovaná.

Nosné sloupky jsou z ocelových trubek. Opláštění věže je ze sklolaminátových vlnitých desek. Chladicí výplň věže je tvořena dvěma vrstvami bloků PVC typu „23,5“. Na bazén chladicí věže přiléhá čerpací stanice, která obsahuje komponenty pro přípravu doplňovací vody a tři oběhová čerpadla.

Primárním zdrojem chladicí vody pro bioelektrárnu je povrchová voda z nádrže Maleč-Vrchlice. Chladicí okruh je navržen na zasolení Z=3. Udržovaná vodivost v chladicím okruhu je cca 1 200 μm/cm, hodnota vodivosti je udržována odluhem vody z chladicího okruhu. V případě vyšší hodnoty zákalu, tedy více než 20 NTU, je automaticky přecházeno na pitnou vodu, která je přímo dopouštěna do bazénu chladicí věže. Toto se děje při okrajových stavech.

Doplňovací surová voda po korekci pH a nadávkování flokuantu prochází pískovými filtry a je následně doplňována do bazénu chladicí věže. Do oběhové vody je přidáván inhibitor koroze a biocid. Chladicí okruh je vybaven automatickou boční filtrací chladicí vody s výkonem 120 t/h. Kvalita chladicí vody splňuje podmínky definované normou ČSN 757171.

Výkonová bilance chladicího okruhu

- Jmenovitý průtok vody chladicím okruhem: 1 500 m³/hod
- Teplota oteplené chladicí vody: 39,32 °C
- Teplota ochlazené chladicí vody na výstupu: 29 °C
- Tepelný výkon odvedený v chladicí věži 18 MW

ELEKTRO

Bioelektrárna je připojené do distribuční sítě lokálního distributora OAZA energo v areálu ČKD,



Ekologizace výtopny ve vizualizaci



Ekologizace výtopny 2 - Skrývka pro výstavbu nové haly paliva

kerý je připojen do distribuční sítě skupiny ČEZ. Bioelektrárna má smlouvu o připojení s ČEZ Distribuce a.s. s instalovaným výkonem 7,457 MW. Do distribuce OAZA energo je připojena linka 22 kV pro vyvedení elektrického výkonu a linka 6 kV pro napájení vlastní spotřeby. Obě linky jsou osazeny obchodním měřením elektro. V energetickém

centru je synchronní generátor AVK 8,353 MVA s výstupním napětím 6 kV s budicí a fázovací soupravou Tenel a elektrickou ochranu GE. Prostřednictvím transformátoru BAT01 10 kVA 22/6 kV je tento generátor připojen do rozvodny 22 kV OAZA energo. Vlastní spotřebu napájí transformátor T13 6/0,4 kV 1 600 kVA. Rozvod vlastní

spotřeby na úrovni 400 V je nový a soustředěn do nové rozvodny, která dále obsahuje regulaci kompenzace a centrální UPS pro napájení řídicích systémů a nouzového olejového čerpadla TG a systémů detekce jisker a hašení. Technologie je napájena soustavou lokálně umístěných rozvaděčů, které jsou provedeny podle požadavků investory unifikované.

MĚŘENÍ A REGULACE

Systém měření a regulací včetně řídicího systému je na vysoké úrovni platné pro současnou dobu. Řídicí systém je postaven na centrálním systému Simatic S7. Centrum systému je v klimatizované místnosti vedle velínu. Součástí je export dat pro potřeby provozních bilancí a dálkový přístup. Hlavní procesor S7 400 sdružuje informace z lokálních S7 300. Měření je unifikované a používají se měření od stejných výrobců v rámci všech dodávek. Obchodní měření je stanovené a s ověřením. Měření emisí ve výstupním spalínovodu je instalované, i když pro úřady je platné jednorázové měření akreditovanou firmou.

STAVEBNÍ ČÁST

Ocelové konstrukce budov a opláštění jsou nově postaveny. Opláštění výrobních prostor a skladovacích hal je provedeno ze zateplených sendvičových panelů. V nejbližší době se nepředpokládají zvýšené finanční prostředky na údržbu.

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Požární bezpečnost je zajištěna několika systémy. Systémy zajištění požární bezpečnosti je možno rozdělit na hardwarové a režimové. Hardwarové systémy požární bezpečnosti tvoří požární oddělení skladu paliva od doprav paliva a spalovací komory kotle sérií uzávěrů a systém detekce jisker a požárů v dopravních paliva se zástřikem jemně atomizované vody. Ta je připravená v dostatečném množství a tlaku i pro případ výpadku napájení bloku. Mezi režimová opatření lze zařadit důsledný úklid skladu paliva a dopravních tras ke kotli a možnost operátora monitorovat prostor dopravních tras paliva kamerovým systémem z velína. Nabyté zkušenosti z výstavby bioelektrárny se nyní naplno uplatní v nové zakázce - Ekologizace výtopny. Jedná se o sousední objekt bývalé výtopny ČKD. Nový záložní zdroj, spalující slámu, bude mít o výkonu 10 MWt.

**Daniel Svatoš a kol.,
BFS Energo, a.s.**

Bio Power Plant Kutná Hora - technical specification of the power unit 7.4 MWe

The article describes the basic data on the bio power plant in Kutná Hora. The author introduces the technical characteristics and focuses on a description of individual technological nodes, risks and cost assessments.

Биоэлектростанция Кутна Гора - техническая спецификация энергетического блока 7,4 MWe

В статье приводятся данные о биоэлектростанции в Кутной Горе. Автор даёт основные технические характеристики электростанции, описывает отдельные технологические узлы, возможные риски, даёт информацию о расходах.