

Odsíření a odprášení kotlů K14, K13, K12 elektrárny Třebovice – popis technologie

Dalkia Česká republika, a.s. (nyní Veolia) a Sdružení NOEN – AC-Technologies uzavřeli dne 4. 11. 2013 smlouvu o dílo na „dodávku na klíč“ odsíření a odprášení kotlů K14, K13, K12 v elektrárně Třebovice. Hodnota uzavřeného kontraktu činí necelých 900 milionů korun. Cílem díla je zajistit prostřednictvím realizace předmětu díla snížení koncentrací SO₂ a tuhých znečišťujících látek, t.j. prachu (dále jen TZL) ve spalinách na kotlích K14, K13 a K12 v Elektrárně Třebovice na hodnoty uvedené v zadávací dokumentaci, aby byly splněny požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (IED). V článku je detailně popsána technologie odsíření, probíhající chemické reakce, elektro a systém kontroly a řízení.

Předmětem toho díla je návrh, dodávka, montáž a uvedení do provozu odsířovacích jednotek pro odsíření kotlů K14, K13 a K12. Celé dílo je rozděleno do tří etap, přičemž časový harmonogram počítá s dokončením první etapy pro kotel K14 a jeho předáním do zkušebního provozu v září roku 2015. Zahájení druhé etapy výstavby jednotky odsíření pro kotel K13 je plánováno na začátek roku 2017 a ukončení v červenci 2018 a třetí etapa výstavby jednotky odsíření pro kotel K12 bude probíhat v období od května 2019 až do července 2020. Stavební práce první etapy výstavby jednotky odsíření kotle K14 byly započaty v dubnu roku 2014. Montáž technologie byla zahájena v září téhož roku. Do konce roku byly ukončeny montážní práce na hlavní technologii filtrů a odsířovacího reaktoru.

V červnu 2015 po kompletní montáži strojní a elektro bylo zahájeno najíždění technologie individuálními zkouškami dílčích částí technologie a přípravou na PKV a KV (Předkomplexní a komplexní vyzkoušení). Všechny práce probíhají v souladu se schváleným harmonogramem. Generálním projektantem je společnost Hutní montáže Frýdek-Místek a.s. Klíčovým dodavatelem v technologické části je německá společnost LAB GmbH. Společnost LAB je součástí mezinárodní francouzské společnosti CNIM a patří mezi Evropské leadery v oblasti odsíření spaloven a elektráren. Její prověřené technologie čištění spalin jsou použity na více jak 300 lokalitách po celé Evropě.

Dodavatelem části Elektro a SKŘ je společnost COFELY a.s., která patří do francouzské skupiny ENGIE (dříve GDF SUEZ) a má s realizacemi v oblasti energetiky a teplárenství dlouholeté zkušenosti.

POPIS TECHNOLOGIE ODSÍŘENÍ

Elektrárna je vybavena třemi linkami uhelných kotlů (K14, K13, K12) vybavených jednotkami na čištění spalin. Část zařízení na čištění spalin je společná pro všechny linky, zejména technologie uskladnění nehašeného vápna produktu odsíření. Technologie odsíření spalin bude vystavena u linek v následném pořadí: 1. K14, 2. K13 a 3. K12.

Spaliny vzniklé spalováním černého uhlí odcházejí z kotle K14 a vstupují do stávajícího elektrostatického odlučovače, kde dochází k odloučení větší části prachu. Poté jsou spaliny vedeny do chladicí věže, kde jsou chlazeny odpařováním rozprašované vody na teplotu cca. +5 - 10°C



Pohled na část technologie odsíření

Základní údaje pro návrh jednotky odsíření:	
Minimální množství spalin ⁴⁾ při NP ¹⁾ a EO	70 000 Nm ³ /hod
Jmenovité množství spalin ⁵⁾ při NP ¹⁾ za EO	240 000 Nm ³ /hod
Koncentrace SO ₂ v neodsířených spalinách při RP ²⁾	850 ± 3 000 mg/Rm ³
Maximální koncentrace SO ₂ v odsířených spalinách při RP ²⁾	190 mg/Rm ³
Trvale dosažitelná účinnost odsíření	93,7 %
Koncentrace TZL (prachu) za EO	20 ± 60 mg/Rm ³
Maximální koncentrace TZL (prachu) ve spalinách za odsířením při RP ²⁾	18 mg/Rm ³
Teplota spalin za EO	135 až 160°C

Pozn.

- 1) NP = stav při tzv. normálních podmínkách, t.j. při absolutním tlaku 101 325 Pa, teplotě 0°C, skutečném obsahu O₂ ve spalinách, vlhké spaliny. Uchazeč u tohoto stavu uvede vždy i při jakém množství O₂ v % ve spalinách před odsířovací jednotkou bylo množství spalin uvedeno.
- 2) RP = stav při tzv. referenčních podmínkách, t.j. při absolutním tlaku 101 325 Pa, teplotě 0°C, 6% obsahu O₂ ve spalinách, suché spaliny.
- 3) tyto údaje jsou uvedeny pro spalování proplásku a směsi proplásku a černého prachu. Pro polské palivo nejsou k dispozici
- 4) minimální množství spalin je nejmenší průtok spalin do odsířovací jednotky stanovený s rezervou pod očekávaný průtok spalin při 50% výkonu kotle a navazujícího zařízení po rekonstrukci
- 5) jmenovité množství spalin je očekávaný průtok spalin do odsířovací jednotky při jmenovitém výkonu kotle 161 MWt a spalování černého prachu nebo proplásku a při očekávaných vlastnostech kotle a navazujícího zařízení po rekonstrukci při obsahu O₂ ve spalinách za EO cca 7,3 %.

nad teplotou rosného bodu neodsířených spalin (tj. cca 65°C). Hodnota rosného bodu odsířených spalin je stanovena na 47,9°C. Dále jsou

zchlazené spaliny vedeny levým a pravým spojovacím kouřovodem (spalinovým kanálem) do levé a pravé linky odsířovacího U LAB reaktoru.



Celkový pohled na technologii a umístění v rámci elektrárny

Rozdělení U LAB reaktoru na dvě linky je nutné z důvodu prostorového uspořádání technologie. Bylo nutné umístit posilující ventilátor do prostoru mezi chladicí věž a tkaninový filtr. V LAB reaktoru dochází k vytvoření, vlivem zakřivení proudu spalin o 90°, vysoce turbulentních podmínek. V U LAB reaktoru dochází ke styku proudu neodsířených spalin s novým čerstvým aditivem ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) a recirkulovaným produktem z výsypek tkaninového filtru, obsahujícím částí nezreagovaného aditiva. Tento styk ve vysoce reaktivních podmínkách slouží optimalizaci odstraňování škodlivin a tvorbě prašných produktů. Kyselé plyny SO_2 , SO_3 reagují s $\text{Ca}(\text{OH})_2$ na $\text{CaSO}_3/\text{CaSO}_4$.

Prach nesoucí spaliny jsou následně zavedeny do tkaninového filtru, kde jsou zbaveny veškerých znečišťujících částic, skládajících se zejména ze zbylého poléťavého popela, reakčních solí a přebytečných aktivních reaktantů. Část tuhých částic odstraněná tkaninovým filtrem se vrací do U LAB reaktoru, poté co jsou reaktivovány a zvlhčovány.

Spaliny jsou z výstupu chladicí věže vedeny dvěma linkami (spalinové kanály). Následný tkaninový filtr se rovněž rozděluje na levou a pravou část po třech komorách (celkem 6 komor na celý filtr). Na straně neodsířených spalin vstupují spaliny do vstupního směšovacího kanálu (plena), kde dochází ke smíchání proudu spalin jdoucích z levé a pravé linky U LAB reaktoru. Spaliny jsou dále vedeny přes uzavírací klapky do jednotlivých komor tkaninového filtru. Spaliny vystupují z čistých komor levé

a pravé části tkaninového filtru a jsou vedeny opět do výstupního směšovacího kanálu plena, kde dochází ke spojení obou proudů spalin. Spaliny jsou dále dopravovány posilujícím kouřovým ventilátorem společným kouřovodem do komínu.

Každá linka je vybavena recirkulačním systémem nezreagovaného sorbentu. Recirkulační systém nezreagovaného sorbentu sestává z levého a pravého vlhčícího recirkulačního šnekového dopravníku ACTILAB. V každém ACTILABU se dopravuje kontinuálně 15t/h PPR. Pro opětovnou reaktivaci nezreagovaného sorbentu je přivedeno do každého ACTILABU voda. Tento zvlhčený PPR je dopravován zavážecím šnekovým dopravníkem na pravé a levé straně do U LAB reaktoru a dále tímto přívodem dochází ke snížení vstupní teploty spalin do tkaninového filtru o 10 – 15°C. Recirkulace probíhá nepřetržitě, při vyčerpání aktivního $\text{Ca}(\text{OH})_2$ obsaženého v recirkulovaných PPR dochází ke zvýšení koncentrace SO_2 za tkaninovým filtrem. Toto je impuls pro zvýšení množství $\text{Ca}(\text{OH})_2$ přiváděného do pravé a levé linky U LAB reaktoru.

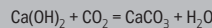
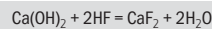
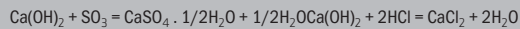
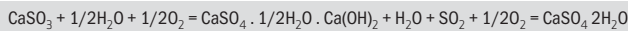
Spotřební materiál se omezuje na nehašené vápno (suše hašené na místě) pro neutralizaci kyselých plynů (SO_2 , SO_3). Nehašené a hašené vápno se skladují v uskladňovacích silech. Hašené vápno se do zařízení pro zpracování spalin přivádí podle aktuální potřeby. Tuhé částice, vznikající při zpracování spalin, se dopravují pneumatickým systémem do sila.

Množství dopravovaného sorbentu (hašeného vápna $\text{Ca}(\text{OH})_2$) je prováděno v návaznosti na koncentraci SO_2 v neodsířených i odsířených spalinách a velikosti průtoku spalin. Ze zásobníku sorbentu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ je tento sorbent pomocí nátrubku zhotoveného z potrubí průměru DN 200 dávkován do odsiřovacího reaktoru, a to do levé a pravé části odsiřovacího reaktoru. Odsiřovací systém je dále vybaven pohotovostním přívodem čerstvého aditiva ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), a to do kouřovodu neodsířených spalin v místě mezi výstupem ze stávajícího kouřového ventilátoru a vstupem do chladicí věže. K dopravě vyhašeného vápna $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ze skladovacího provozního sila $\text{Ca}(\text{OH})_2$ do kouřovodu 10 až 15 metrů před vstupem do chladicí věže bude použita nízkotlaká pneumatická doprava. Zdrojem nízkotlakého dopravního vzduchu bude ventilátor řízený frekvenčním měničem. Z důvodu zamezení vzniku vlhkosti uvnitř dopravního potrubí bude dopravní systém vybaven elektrickou topnou baterií. Sání dopravního ventilátoru bude vybaveno tlumičem hluku. Tato doprava pojedí kontinuálně s průtokem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100 kg/h. Tento vstřík slouží jako ochrana vnitřního povrchu chladicí věže před korozi. Nástřikem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dochází k eliminaci SO_3 . SO_3 reaguje s H_2O za vzniku kyseliny sírové H_2SO_4 . Kyselina sírová způsobuje korozi. Opětovný přívod PPR do spodní části reaktoru pro zajištění maximálního využití sorbentu je proveden pomocí vlhčících recirkulačních šnekových dopravníků (ACTILAB). Tyto šnekové dopravníky jsou dva, vždy jeden pro



Pohled na odsíření (vlevo) ze směru skladu paliva

CHEMICKÉ REAKCE PROBÍHAJÍCÍ V U LAB REAKTORU:



levou a pravou část U LAB reaktoru. Na výstupní přírubu každého recirkulačního šnekového dopravníku je připojena vstupní přírubu zavážecího šnekového dopravníku, který je zaústěn do vertikálního spalinového kanálu U LAB reaktoru.

TECHNOLOGIE ELEKTRO A SKŘ

Tým specialistů COFELY připravil pro kotel K14 na základě podkladů a zkušeností z obdobných

realizací úplný projekt Elektro, MaR a systému řízení pro tento typ technologie. Hranicí dodávky pro elektročást bylo vybavení 6kV VN kobek, které napájí dva hlavní transformátory. První transformátor pokrývá vlastní spotřebu, druhý pak spotřebu 1450 kW frekvenčního měniče regulujícího nově dodaný posilovací ventilátor. Mimo VN část bylo nutné vybudovat kompletní infrastrukturu elektro a SKŘ korespondující jak

s původními prvky závodu, tak s nově dodanou technologií, což zahrnovalo vybudování kabelových tras, pokládku kabelů, dodávku prvků MaR, stavebního elektra, vyhřívání technologie, systému vážení sil a v neposlední řadě také doplnění stávajícího systému řízení elektrárny o nové HW i SW prvky.

V rámci stavby byla vybudována kompletní elektro-rozvodna v budově odsíření, která je vybavená rozváděči z vlastní produkce COFELY. Tato musela respektovat omezené požadavky na prostor při zachování platných norem, čehož se podařilo dosáhnout především použitím atypických rozváděčových skříní vlastní výroby. Obdobný rozsah bude realizován i pro kotle K13 a K12.

Ing. Radek Rosa, NOEN, a.s.

Desulphurization and dedusting boilers K14, K13, K12 at the Třebovice power plant – description of the technology

On 4 November 2013 Dalkia Czech Republic Inc. (now Veolia) and the syndicate NOEN – AC-Technologies concluded a contract for work on the “turnkey” desulphurization and dedusting of boilers K14, K13, K12 at the power plant in Třebovice. The contract is worth nearly 900 million crowns. The aim of the work is to install equipment that will reduce the concentration of SO₂ and particulate matter, i.e. dust (hereinafter referred to as PM) in the flue gas of boilers K14, K13 and K12 at the Třebovice power plant to the values listed in the document specifications so that they meet the requirements of European Parliament and Council Directive 2010/75/EU of 24 November 2010 on industrial emissions (IED). The article provides detailed descriptions of the desulphurization technology, ongoing chemical reactions, and further describes the electrical and instrumentation and control system.

Десульфуризация и обеспыливание котлов K14, K13, K12 в электростанции Тřebovice - описание технологии

Dalkia Česká republika, a.s. (в настоящее время Veolia) и объединение Sdružení NOEN – AC-Technologies заключили 4. 11. 2013 года подрядный договор на «поставку под ключ» десульфурации и обеспыливания котлов K14, K13, K12 в электростанции в Тřebovice. Договор заключился на сумму около 900 миллионов крон. Целью работ является обеспечение путем реализации предмета договора снижения концентрации SO₂ и твердых загрязняющих частиц, т.е. пыли (далее только TZL) в дымовых газах котлов K14, K13 и K12 в Электростанции Тřebovice до величины, указанной в задающей документации так, чтобы удовлетворить требованиям Директивы Европейского парламента и Совета 2010/75/EU от 24 ноября 2010 года по промышленным выбросам (IED). В статье подробно описана технология сероочистки, происходящие химические реакции, далее описана электрочасть и система контроля и управления.



SYSTÉM PŘESNOST SPOLEHLIVOST



- Těžební zařízení pro povrchové dobývání
- Dálková technologická doprava sypkých hmot
- Zařízení pro manipulaci s materiálem
- Skládková hospodářství
- Ocelové konstrukce
- Výzkum a vývoj v oblasti přírodních a technických věd nebo společenských věd
- Příprava a vypracování technických návrhů
- Činnost technických poradců v oblasti strojírenství, hutnictví a energetiky
- Specializovaný maloobchod
- Činnost podnikatelských, finančních, organizačních a ekonomických poradců
- Zprostředkování obchodu
- Projektování elektrických zařízení
- Výroba strojů a zařízení pro určitá hospodářská odvětví
- Provádění staveb, jejich změn a odstraňování
- Inženýrská činnost v investiční výstavbě
- Projektování jednoduchých staveb, jejich změn a odstraňování

Pracoviště Praha

NOEN, a.s.
Václavské náměstí 56
110 00 Praha 1
Tel.: +420 224 032 510
Fax: +420 224 032 513

Pracoviště Uničov

NOEN, a.s.
Litovelská 1375
783 91 Uničov
Tel.: +420 585 080 650
Fax: +420 585 080 699

Pracoviště Chrudim

NOEN, a.s.
Tovární 1112
537 01 Chrudim
Tel.: +420 469 623 163
Fax: +420 469 623 191

Pracoviště Teplice

NOEN, a.s.
Duchcovská 899/2
415 01 Teplice