

Technologie sekundárního snížení emisí NO_x pro kotle K1 a K2 v teplárně Strakonice



Popisovaná technologie sekundárního snížení emisí NO_x zabezpečuje spolehlivé dosažení emisního limitu koncentrace NO_x ve spalinách dle stávající legislativy. Zadání vyžadovalo zajištění dosažení emisních limitů za všech provozních režimů kotle. Zvolená technologie selektivní nekatalytické redukce (SNCR) funguje jako samostatný prvek pro redukci emisí NO_x a pracuje separátně. Technologie je navržena tak, aby za provozu bylo dosaženo emisního limitu při co nejmenší spotřebě provozních médií a aktivního reagentu, čímž je zajištěn ekonomický příznivý provoz.

Pro redukci emisí NO_x pod hodnotu 200 mg/Nm^3 (6 % O_2 v suchých spalinách) je využita metoda selektivní nekatalytické redukce (SNCR) dodaná firmami Orgrez a Mehldau & Steinfath (M&S). Jako aktivní látka je použit vodný roztok močoviny se speciálními aditivy $\text{NO}_x\text{AMID 45}$. Celá technologie byla primárně navržena jako náhrada stávající technologie, která byla navržena pro původní kotle. Kompletní rekonstrukce kotle byla zcela změněna na technologii spalování, takže starší technologii SNCR již nebylo možné využít. Stávající zařízení již bylo technicky i morálně zastaralé. Při návrhu se vycházelo ze stávající koncepce a byla využita původní nádrž s veškerou výzbrojí, což byla jediná část technologie, která se neinovovala.

Členění technologie SNCR

Technologie SNCR se skládá z několika základních částí, které jsou charakteristické pro tuto metodu redukce NO_x . Na základě těchto částí lze technologii rozdělit na:

- Skladování v zásobní nádrži + čerpadla a stáječecí zařízení.
- Trasy médií do míchacího a měřicího modulu.
- Míchací a měřicí modul + ŘS (PLC).
- Jednotlivé větve vstřikovacích trysek + vstřikovací trysky

Garantované parametry

V kotli se předpokládá spalování uhlí spolu s biomasou, což představuje odlišné režimy s ohledem a vnitřní poměry ve spalovací komoře. I přes kombinovaný provoz kotle byly garantovány následující parametry technologie:

- NO_x do 200 mg/Nm^3 pro všechny provozní stavy.
- NH_3 do 10 mg/Nm^3 pro výkon 40 t/h a do 20 mg/Nm^3 pro výkon 18 t/h pro obě paliva.
- Spotřeba reagentu při spalování uhlí do 45 kg/h pro výkon 40 t/h a do 35 kg/h pro výkon 18 t/h . Při spalování uhlí+biomasa do 20 kg/h pro výkon 40 t/h a do 15 kg/h pro výkon 18 t/h .
- Spotřeba procesní vody do 420 kg/h pro všechny provozní stavy.
- Spotřeba tlakového vzduchu do 120 kg/h pro všechny provozní stavy.

Zásobní nádrž

Zásobní nádrž slouží pro skladování reagentu ($\text{NO}_x\text{AMID 45}$). Zásobní nádrž má kapacitu 30 m^3 . Tato zásoba reagentu postačuje na

x denní kontinuální provoz při maximální spotřebě. V zásobní nádrži jsou umístěna dvě ponorná čerpadla, která slouží pro dopravu reagentu do míchacího a měřicího modulu. V provozu je vždy jen jedno čerpadlo a druhé slouží jako 100% záloha. Na zásobní nádrži je umístěn přepouštěcí ventil, který je připojen paralelně k dopravnímu potrubí do míchacího a měřicího modulu. Tato paralelní větve s přepouštěcím ventilem je vedena zpět do nádrže. Celý systém dopravy reagentu tak funguje jako zdroj konstantního tlaku. Tím je zajištěna nepřetržitá cirkulace reagentu v nádrži jako prevence před krystalizací.

Míchací a měřicí modul

Míchací a měřicí modul (MM modul) zajišťuje pomocí systémů ventilů dodávku a řízení průtoku reagentu a tlakového vzduchu k jednotlivým dvoumédiovým vstřikovacím tryskám na základě pokynů z řídicího systému. Míchací a měřicí modul je složen ze dvou rozváděčových skříní s prosklenými dveřmi. Tím je zajištěno jednak zamezení vniku prachu a nečistot do jednotlivých prvků a současně je zajištěna spolehlivá vizuální kontrola chodu a stavu technologie. Do MM modulu vstupuje reagent ze zásobní nádrže, procesní voda a tlakový vzduch. V míchacím a měřicím modulu je reagent z nádrže „dodědán“ na požadovanou koncentraci, která je dána potřebným snížením emisí. Pro dokonalé promísení s procesní vodou je použit statický směšovač. Tento směšovač obsahuje labyrint, který zajišťuje prostřednictvím vysoké intenzity turbulence intenzivní mísení vody a reagentu. Průtok je regulován šoupátkovým, nepřímým řízením ventilem, který je hlavním regulačním prvkem celé technologie. Pomocí redukčních tlakových ventilů pro vodu a tlakový vzduch je udržován na výstupu technologie konstantní tlak, což je nezbytné pro rozstřík reagentu ve spalovací komoře.

V MM modulu je dále zajištěno řízení průtoku k jednotlivým vstřikovacím úrovním. Pro vizuální kontrolu průtoku je každá větve osazena plovákovým rotametrem. Dále je každá větve osazena ručním škrtícím ventilem, který je určen pro manuální vyvážení systému, tj. zajištění rovnoměrného dělení průtoku zředěného reagentu mezi jednotlivé vstřikovací trysky. V MM modulu je instalován snímač průtoku, který slouží pro monitorování spotřeby a dále jako zpětná vazba pro regulační ventil reagentu. Dále je v MM modulu instalován průtokoměr pro procesní vodu a tlakový vzduch. Tyto snímače slouží pro monitorování spotřeby těchto médií. Veškeré komponenty jsou s ohledem na

korozivní účinky reagentu v nerezovém nebo plastovém provedení. Komponenty pro tlakový vzduch jsou ve standardním provedení tj. plast nebo ocel.



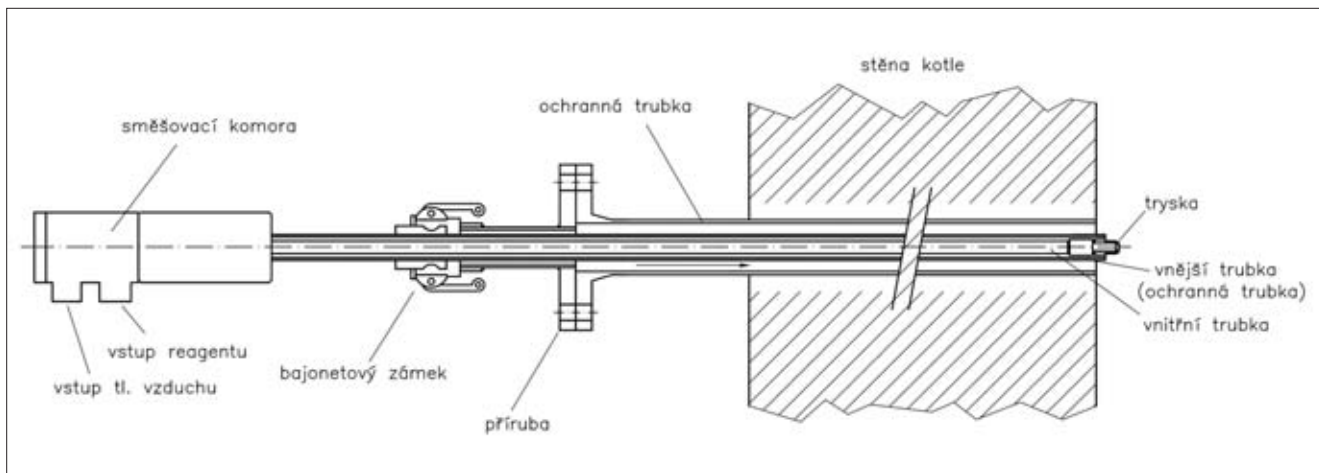
Míchací a měřicí modul

Řídicí systém

Řídicí systém technologie je umístěn v samostatném rozváděči, který je umístěn vedle MM modulu. Samotný řídicí systém sestává z řídicího automatu PLC Simatic a modulů s binárními a analogovými vstupy a výstupy. Rozváděč je na čelní straně osazen dotykovým ovládacím panelem. Prostřednictvím ovládacího panelu je možné



Samostatný rozváděč



Vstřikovací trysky

nastavovat základní parametry a konstanty technologie. V základním režimu zobrazuje panel prostřednictvím grafických animovaných obrazovek základní parametry technologie jako např. množství reagentu v nádrži, průtok reagentu, apod.

PLC automat reguluje průtok reagentu na základě aktuální hodnoty koncentrace NO_x ve spalinách, teplotě v kotli a výkonu kotle. Tyto tři parametry slouží jako vstupní hodnoty pro regulátor PLC, který následně prostřednictvím algoritmů řídí průtok reagentu.

Potrubní rozvody

Potrubní rozvody jsou realizovány z nerezových trubek a spojovacích částí z materiálu 1.4571. Spojování potrubí bylo realizováno metodou svařování TIG. Šroubové nebo přírubové spojení je použito pouze v místě připojení potrubí k jednotlivým částem technologie nebo připojení k prvku. Mimo kotelnu jsou potrubní rozvody izolovány a otepány pomocí samoregulačního topného kabelu.

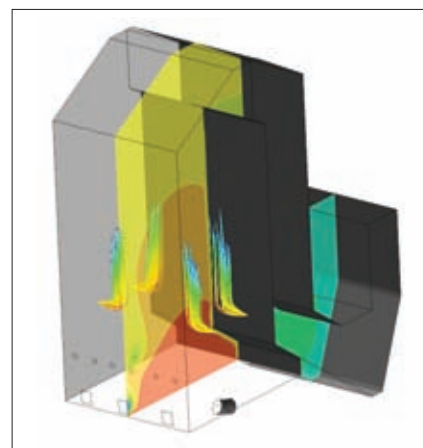
Vstřikovací trysky

Vstřikovací tryska je základní prvek technologie SNCR, který zajišťuje rovnoměrné rozstřikování reagentu ve spalinách. Technologie SNCR firem

ORGREZ a M&S využívá dvoumédiové trysky. Reagent je atomizován ve směšovací komoře trysky, následně je směs kapiček reagentu a tlakového vzduchu vedena na hrot trysky, kde je následně rozptýlena expandujícím vzduchem. Každá vstřikovací tryska je k přívodnímu potrubí reagentu a tlakového vzduchu připojena prostřednictvím nerezových vlnovcových hadic. Každá vlnovcová hadice je ještě osazena kulovým ventilem, který slouží k individuálnímu odstavení trysky, aniž je nutné odstavení celé technologie. To je výhodné zejména pro drobné servisní zásahy na vstřikovací trysce apod. Tato koncepce je nezbytná, protože vstřikovací trysky jsou intenzivně namáhány vlivem vysokých teplot ve spalovací komoře a je nezbytné provádět jejich pravidelnou kontrolu.

Matematický model

Pro správnou funkci technologie SNCR je nutné vstřikovat reagent do teplot 850 až 1 050 °C. Vzhledem k tomu, že během návrhu nebylo k dispozici reálné teplotní pole, byl využit moderní přístup spočívající v numerickém modelování tzv. CFD (Computed Fluid Dynamic). Matematický model kotle sloužil jako jeden z podkladů při návrhu umístění trysek ve spalovací komoře. V modelu byly zahrnuty základní chemické rovnice popisující



Matematický model

redukci NO_x , takže bylo možné detailně sledovat oblast, kde dochází k rozstřiku reagentu a predikovat jak spotřebu reagentu, tak i zbytkový čpavek ve spalinách.

Ing. Rostislav Malý,
zástupce ředitele divize,
ORGREZ, a.s.,

Dipl. Ing Bernd von der Heide,
Managing Director,

MEHLDAU & STEINFATH Umwelttechnik GmbH

Technology for secondary NO_x emission reduction for K1 and K2 boilers in the Strakonice heating plant

The described technology for secondary NO_x emission reduction ensures reliable compliance with the limit on the concentration of NO_x emissions in flue gases based on the existing legislation. The assignment required compliance with the emission limits under all operating modes of the boiler. The applied technology of selective non-catalytic reduction (SNCR) operates as a standalone element to reduce NO_x emissions and works separately. The technology is designed to comply with the emission limit under operation, with the lowest possible consumption of operating media and the active reagent, thereby ensuring cost-effective operation.

Технология вторичного снижения эмиссии NO_x для котлов K1 и K2 на теплотрассе Страконице

Описываемая технология вторичного снижения эмиссии NO_x обеспечивает надежное достижение установленных лимитов концентрации NO_x в продуктах сгорания в соответствии с действующими законами. Задание требовало обеспечить выполнение лимитов эмиссии при любом эксплуатационном режиме котла. Выбранная технология селективной некаталитической редукции (SNCR) действует как самостоятельный элемент для редукции эмиссии NO_x и работает сепаративно. Технология разработана так, чтобы во время эксплуатации был достигнут лимит эмиссии при наименьших затратах, этим обеспечивается экономически выгодное производство тепла.