

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra energetiky

Monitorování plyných škodlivin v průmyslovém podniku

Monitoring of Gaseous Pollutants in Industrial Plant

Student:

Eva Štukavcová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Výtisk, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student: **Eva Štukavcová**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 3907R009 Provoz energetických zařízení
Téma: **Monitorování plyných škodlivin v průmyslovém podniku**
Monitoring of Gaseous Pollutants in Industrial Plant

Zásady pro vypracování:

Práce bude obsahovat:

- 1) Studie zaměřená na legislativu v oblasti ochrany ovzduší týkající se monitorování plyných škodlivin.
- 2) Metody a měřicí principy stanovení koncentrace plyných škodlivin.
- 3) Problematika stanovení koncentrace plyných škodlivin pomocí detektorů plynu.
- 4) Praktické aplikace monitorování plyných škodlivin ve vybraných provozech průmyslového podniku.

Seznam doporučené odborné literatury:

RAJNIAK, I.: Tepelno energetické a emisné merania. Bratislava 1997, ISBN 80-88683-20-3.
SERBOUSEK, A.: Přístrojová technika pro měření čistoty ovzduší. VŠB 1992, ISBN 80-7078-136-x.
BARTOVSKÝ, T.: Analyzátory emisí. VUSTE Servis s.p., Praha, 1994.
Zákon MŽP ČR č.201/2012 Sb. O ochraně ovzduší.
Vyhláška MŽP ČR č.415/2012 Sb. O přípustné úrovni znečištění a jejím zjišťování.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Výtisk, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2014
Datum odevzdání: 18.05.2015



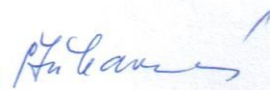
prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 18. května 2015

Podpis studenta: 

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užití své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 18. května 2015



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Eva Štukavcová

Adresa trvalého pobytu autora práce: Bravantice 268, 742 81

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ŠŤUKAVCOVÁ, E. *Monitorování plynných škodlivin v průmyslovém podniku: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2015, 39 s. Vedoucí práce: Ing. Tomáš Výtisk, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá problematikou monitorování plynných škodlivin v průmyslovém podniku. První část je zaměřena na popis metod a měřících principů stanovení koncentrace plynných škodlivin. Detailněji se věnuje některým druhům analyzátorů. Druhá část práce popisuje monitorování plynných škodlivin ve vybraných provozech průmyslového podniku ArcelorMittal. Závěr práce se zabývá praktickou aplikací u přístroje ALTAIR Pro.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ŠŤUKAVCOVÁ, E. *Monitoring of Gaseous Pollutants in Industrial Plant: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Energetics, 2015, 39 p. Thesis head: Ing. Tomáš Výtisk, Ph.D.

The bachelor thesis deals with the determination of monitoring of gaseous pollutants in industrial plant. The first part focuses on the description of methods and principles of measurement for determining the concentration of gaseous pollutants. It deals more specifically with some kinds of analyzers. The second part describes monitoring of gaseous pollutants in selected parts of production in the industrial plant ArcelorMittal. Finally, the Thesis deals with the practical application of the ALTAIR Pro.

Obsah	strana
Seznam použitých značek a symbolů	7
Úvod	8
1. Legislativa v oblasti ochrany ovzduší pro monitorování plynných škodlivin	9
2. Metody a měřicí principy stanovení koncentrace plynných škodlivin.....	16
2.1 Analyzátoři pro určení obsahu kyslíku	18
2.2 Infračervené analyzátoři plynu.....	21
3. Problematika stanovení koncentrace plynných škodlivin pomocí detektorů plynu	23
3.1 Používání, kontrola provozuschopnosti detektorů plynů a postup měření ovzduší.....	23
3.2 Vlastnosti osobních detektorů plynů	23
3.3 Zkouška provozuschopnosti detektoru	24
3.4 Kalibrace detektoru.....	25
3.5 Ověření funkčnosti ověřovací stanice.....	25
4. Praktické aplikace monitorování plynných škodlivin ve vybraných provozech.....	26
4.1 Provozy v ArcelorMittal, ve kterých probíhá monitorování plynných škodlivin.....	26
4.2 Praktická aplikace u přístroje ALTAIR Pro	30
4.2.1 Funkce a vlastnosti přístroje:.....	30
4.2.2 Schéma ovládání přístroje	30
4.2.3 LCD Displej.....	31
4.2.4 Měřicí princip.....	32
4.2.5 Kalibrace	32
4.2.6 Technická data.....	34
5. Závěr	36
PODĚKOVÁNÍ	37
6. Seznam použité literatury	38
7. Seznam obrázků.....	39

Seznam použitých značek a symbolů

AMO	ArcelorMittal Ostrava
AMEO	ArcelorMittal Energy Ostrava s.r.o.
BAT	Nejlepší dostupná technika
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
EU	Evropská unie
OHSAS 18001:	Certifikace systému managementu BOZP
Sb.	Sbírka zákonů

Úvod

Česká republika je průmyslovým státem s bohatou historií v této oblasti, tudíž ekologie, ochrana zdraví a ovzduší jsou témata, kterými je nutno se zabývat neustále. Stát dohlíží na ochranu životního prostředí pomocí legislativních nástrojů jako jsou zákony, vyhlášky a nařízení. Výkonnými orgány, které na dodržování příslušných legislativních předpisů dohlíží je Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo zdravotnictví, dále Česká inspekce životního prostředí a krajské a obecní úřady. Jedním ze způsobů jak chránit životní prostředí a zdraví zaměstnanců je prevencí předcházet možnosti vzniku mimořádných situací a událostí, jejichž důsledky by mohly mít negativní vliv právě na zdraví zaměstnanců a na životní prostředí. Účinným způsobem ochrany zdraví zaměstnanců v provozech je také stanovení koncentrace plyných škodlivin pomocí detektorů plynu.

Vývojem techniky, nástupem globálních informačních technologií se změnil přístup a vztah lidí k tomu, jak kvalitní máme životní i pracovní prostředí. Lidi již více zajímá jaký vzduch dýchají. Už si ovšem neuvědomují, že doma nebo na pracovišti mohou být vystaveni daleko vyšším koncentracím škodlivin než např. na rušné ulici. K udržení životního standardu současné společnosti se stále intenzivněji musíme zajímat také o co nejefektivnější výrobu tepla a elektrické energie. Vědní obory jako ekologie, energetika a ekonomika jsou v současnosti pojmy, skloňované ve všech pádech a úzce spolu související. V naší republice stále převládá způsob získávání elektrické energie její přeměnou z energie tepelné primárním zdrojem energie je hnědé uhlí. Spalování fosilních paliv ale představuje hlavní zdroj energie ve většině průmyslových zemí a má za následek tvorbu škodlivin a jejich vypouštění do ovzduší. S tímto procesem musí být nutně spojena legislativní opatření, která si kladou za cíl dosáhnout únosného zatížení území, při kterém ještě nedochází k poškození ekologické stability.

V praktické části bakalářské práce se proto věnuji právě monitorování plyných škodlivin ve vybraných provozech průmyslového podniku ArcelorMittal.

1. Legislativa v oblasti ochrany ovzduší pro monitorování plynných škodlivin

Tato kapitola byla zpracována podle literatury [7], [5] a [8].

Aplikování a zabezpečování dodržování zásad je v legislativě upraveno v zákoně č. 201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší a ve Vyhlášce 415/2012 Sb. Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování.

Tato vyhláška zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a stanovuje mimo jiné intervaly, způsob a podmínky zjišťování úrovně znečišťování měřením a výpočtem, způsob vyhodnocení výsledků zjišťování úrovně znečišťování a dále stanovuje obecné emisní limity, specifické emisní limity, způsob výpočtu emisních stropů a technické podmínky provozu stacionárních zdrojů a způsob vyhodnocování jejich plnění.

Ochranou ovzduší dle zákona č. 201/2012 Sb. se rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, aby docházelo ke snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a k vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší. Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje zejména:

- přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší (§ 4),
- způsob posuzování přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší a jejich vyhodnocení (§ 5),
- nástroje ke snižování znečištění a znečišťování ovzduší (§ 8 – 15),
- práva a povinnosti osob (§ 16) a působnost orgánů veřejné správy při ochraně ovzduší,
- opatření ke zjednání nápravy a zastavení provozu stacionárního zdroje (§ 22),
- postupy kontrolních orgánů (§ 28) atd.

Správní činnosti na úseku ochrany ovzduší vykonávají tyto orgány ochrany ovzduší: Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zdravotnictví, Česká inspekce životního prostředí, Česká obchodní inspekce, krajské úřady, obecní úřady obcí s rozšířenou působností, obecní úřady, celní úřady a Ministerstvo zemědělství.

ArcelorMittal Ostrava a.s. je největší hutní komplex v České republice a patří do největší světové ocelářské a těžařské skupiny ArcelorMittal. Základní filozofií ArcelorMittal je vyrábět bezpečné, udržitelné oceli, takže bezpečnost a ochrana zdraví je prioritou pro společnost. ArcelorMittal Ostrava je zaměřena na výrobu a zpracování surového železa a oceli. Tato výroba je v souladu s veškerou ekologickou legislativou. Dnes již splňuje emisní limity EU, které vstoupí v platnost až od roku 2016. Limity určuje nejlepší dostupná technika – BAT.

Bezpečnost práce a ochrana zdraví zaměstnanců je prioritou společnosti číslo jedna. Společnost vlastní následující certifikáty, které posuzují shodu s požadavky na oblast BOZP:

1. Certifikát OHSAS 18001:2007 z roku 2012,
2. Osvědčení bezpečný podnik z roku 2012.



Obr. 1.1 Certifikáty a Osvědčení ArcelorMittal [5]

Hutní výroba vždy představovala a představuje ekologickou zátěž pro životní prostředí. Firma ArcelorMittal si toto plně uvědomuje a investuje do problémových provozů značné finanční částky. Mezi problémové provozy patří koksovna, aglomerace, vysoké pece a ocelárna.

V ArcelorMittal je řešena tato problematika ochrany ovzduší směrnicí č. N-3.201. Za dodržování platných závazných předpisů a povinností vyplývajících z této směrnice jsou odpovědní ředitelé závodů a vedoucí zaměstnanci dotčených organizačních útvarů.

Emise se zjišťuje pomocí měření, popřípadě výpočtem v souladu s § 6 zákona o ochraně ovzduší a způsobem popsáním ve vyhlášce č. 415/2012 Sb.

Směrnice popisuje čtyři druhy měření a to:

- **Jednorázové měření emisí** je měření emisí prováděné pomocí jednotlivých diskontinuálních měření v intervalech a způsobem předepsaným zákonem. Jednorázové měření se provádí manuálním odběrem vzorku a následnou fyzikální, fyzikálně-chemickou nebo chemickou analýzou, nebo přímým měřením přístroji pro kontinuální měření.
- **Jednotlivé měření** je jedno měření jedné znečišťující látky v odpadním plynu v trvání od přibližně 1 minuty do 24 hodin, v závislosti na koncentraci znečišťující látky, metodě stanovení a požadavcích vyhlášky č. 415/2012 Sb.

Povinnosti provozovatelů zdrojů při jednorázovém měření emisí (včetně ověřovacího/kalibračního měření) jsou zejména:

- a) Vypracovat plán měření emisí na následující kalendářní rok a zaslat jej ochraně životního prostředí v termínu do 31. 10. ke kontrole.
- b) Řídit se plánem měření emisí a včas informovat obsluhu měřeného agregátu o termínu měření.
- c) Spolupracovat s ekologem závodu a s měřicí skupinou při stanovení přesného termínu měření a o stanoveném termínu měření informovat ochranu životního prostředí minimálně 10 dnů před tímto termínem.
- d) Dle požadavků měřicí skupiny zajišťovat hladký průběh měření po materiální a technické stránce.
- e) V průběhu měření emisí spolupracovat s měřicí skupinou a na požádání poskytovat zaměstnancům měřicí skupiny nezbytné provozní údaje nutné pro řádné vyhodnocení měření.
- f) Zúčastňovat se zejména začátku a konce měření, v případě neúspěšného měření ihned informovat ochranu životního prostředí.
- g) Neprodleně písemně oznamovat změnu termínu měření ochraně životního prostředí.

- h) Informovat se u měřicí skupiny na předběžné výsledky měření a to do 7 dnů od uskutečnění měření.
 - i) Po obdržení protokolu z autorizovaného měření emisí provést kontrolu plnění emisního limitu.
 - j) V případě nesplnění emisního limitu:
 - informovat ihned po zjištění této skutečnosti ochranu životního prostředí,
 - zajišťovat nápravu nevyhovujícího stavu,
 - ve spolupráci s měřicí skupinou naplánovat nový termín měření,
 - nový termín měření oznámit písemně minimálně 15 dnů předem ochraně životního prostředí.
 - k) Protokoly s výsledky měření uchovávat 15 let.
 - l) Všechny povinnosti provozovatelů zdrojů stanovené v a) až k) platí rovněž pro ověřování správnosti kontinuálního měření.
- **Kontinuální měření emisí** je průběžné měření hmotnostních koncentrací emisí pomocí prostředků emisního měřicího systému splňujícího požadavky zákona. Rozsah, způsob provádění a vyhodnocování je popsán ve vyhlášce č. 415/2012 Sb.
- Povinnosti provozovatele zdroje při kontinuálním měření emisí jsou zejména:**
- a) Zabezpečit, aby výpadky kontinuálního měření nepřekročily 5 % celkové provozní doby zdroje znečišťování v kalendářním roce.
 - b) Provozovat zdroj v souladu s provozním řádem a dalších místních provozních předpisů.
 - c) Reagovat na zvýšení koncentrace kontinuálně měřených škodlivin dle ustanovení vyhlášky č. 415/2012 Sb
- **Měření emisí** je stanovení hmotnostních toků a hmotnostních koncentrací znečišťujících látek pomocí měření.
- Povinnosti ochrany životního prostředí při měření emisí jsou:**
- a) Kontrolovat roční plán měření emisí zpracovaný provozovatelem zdrojů.
 - b) Protokoly s výsledky měření uchovávat 15 let.

Názorné příklady limitů plyných škodlivin na vybraných provozech a to Koksovna, Vysoké pece a Ocelárna (Zdroj: Emisní povolení ArcelorMittal [5]):

Koksovna

Emisní zdroj	Znečišťující látky	Emisní limit (mg/m ³)	Vztažné podmínky	Četnost měření
Příprava uhelné vsázky 111 – 116 Mlýn č. 21 až 26 117 – 119 Přesyp č. 1 až 3	TZL	30	C	1 x za kalendářní rok
211 – Otop KB 1 221 – Otop KB 2	TZL	50/20 ¹⁾	B 5 % O ₂	TZL, NO _x - Kontinuální měření SO ₂ - 1x za kalendářní rok
	SO ₂	500		
	NO _x	500		
231 - Otop VKB 11 A+B)	TZL	50/20 ¹⁾	B 5 % O ₂	NO _x - Kontinuální měření TZL – Kontinuální měření – pro provoz budoucí
	SO ₂	500		

Obr.1.2 Emisní limity pro Koksovnu [5]

Poznámka: Vztažné podmínky B pro emisní limit znamenající koncentraci příslušné látky ve vlhkém plynu za normálních provozních podmínek. Vztažné podmínky C pro emisní limit znamenající koncentraci příslušné látky v odpadním plynu za obvyklých provozních podmínek.

TZL - Tuhé znečišťující látky

NO₂ - Oxid dusnatý a oxid dusičitý vyjádřené jako oxid dusičitý

SO₂ - Oxid siřičitý

CO - Oxid uhelnatý

Vysoké pece

Pro zdroje znečišťování ovzduší spékací pásy Aglomerace sever a Aglomerace jih.

Emisní zdroj	Znečišťující látka	Emisní limit (mg/m ³)	Vztažné podmínky	Četnost měření
101 Spékací pás A 102 Spékací pás B 103 Spékací pás C	Tuhé znečišťující látky (TZL)	20	A	kontinuální ¹⁾
104 Spékací pás 4 105 Spékací pás 5	Tuhé znečišťující látky (TZL)	50		
101 Spékací pás A 102 Spékací pás B 103 Spékací pás C 104 Spékací pás 4 105 Spékací pás 5	Oxid siřičitý (SO ₂)	400		
	Oxidy dusíku (NO _x)	400		
	Oxid uhelnatý (CO)	8000		
	Sloučeniny rtuti	1	1x za kalendářní rok	

Obr.1.3 Emisní limity pro Vysoké pece [5]

Vztažné podmínky A - koncentrace příslušné látky při tlaku 101,325 kPa a teplotě 273,15 K v suchém plynu, s udáním referenčního obsahu kyslíku 19 %.

¹⁾ Jednorázové kontrolní ověření hodnot emisí bude prováděno akreditovanou laboratoří 1 x za kalendářní rok.

Ocelárna

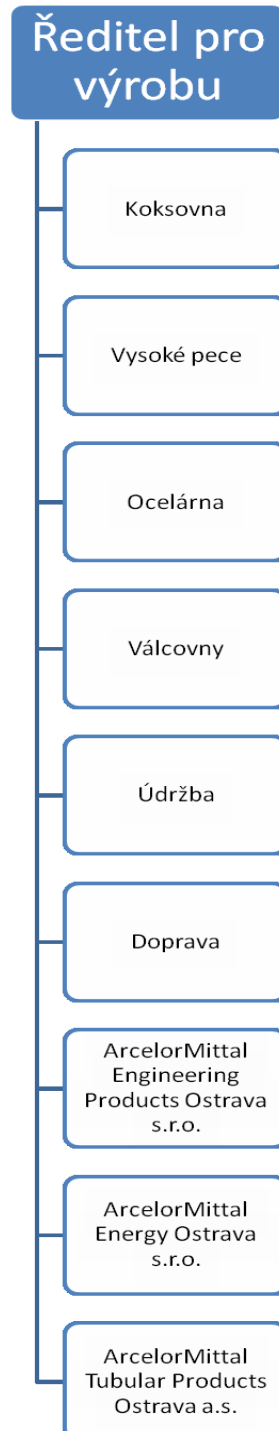
Emisní zdroj	Látka nebo ukazatel	Emisní limity (mg/m ³)	Vztažné podmínky	Četnost měření
TP č. 2, TP č. 4, TP č. 6, TP č. 8	TZL	50 / 28 ¹⁾	B / A ²⁾	1x za kalendářní rok
	NO _x	400	B	
	SO ₂	400		

Obr.1.4 Emisní limity pro Ocelárnu [5]

Vztažné podmínky A pro emisní limit znamenající koncentraci příslušné látky v suchém plynu za normálních podmínek platné od 8.3.2016.

Vztažné podmínky B pro emisní limit znamenající koncentraci příslušné látky ve vlhkém plynu za normálních podmínek.

V kapitole čtvrté jsou podrobně popsány nejrizikovější druhy provozů ve společnosti ArcelorMittal, ve kterých probíhá monitorování plynných škodlivin. Pro lepší a názornou představu rozsáhlosti celého komplexu společnosti ArcelorMittal následuje organizační schéma této společnosti.



Obr. 1.5 Organizační schéma společnosti [5]

2. Metody a měřicí principy stanovení koncentrace plyných škodlivin

Tato kapitola byla zpracována podle literatury [1], [2], [3] a [4].

Při každé lidské činnosti dochází k vývinu škodlivých látek, které unikají do ovzduší. Jejich zdroje jsou velmi různorodé a dají se klasifikovat z různých hledisek. Zohledňují se různé faktory jako je množství, lokalita, vliv na ovzduší, druh technologie atd. Velké zdroje znečištění byly odprášeny, odsířeny, proces spalování se zkvalitnil, důraz je kladen jak na ekonomický, tak i na ekologický provoz.

Měřicí zařízení pracující plně automaticky nebo poloautomaticky, které kvantitativně nebo kvalitativně udává aktuální složení analyzované látky na základě sledování jejich fyzikálních, fyzikálně chemických nebo chemických změn se nazývá **analyzátor**. [3]

Chemická analýza plynů, kapalin a tuhých látek je jednou z velmi důležitých činností v hutních závodech. Provozní měření chemického složení se v hutních závodech omezuje převážně pouze na analýzu plyných médií, a to především spalin a plynů vznikajících během hlavních metalurgických procesů, jako je analýza vysokopecního plynu, analýza odpadních plynů u ocelářských pecí, analýza kouřových plynů v ohřívacích pecích, analýza spalin při výrobě aglomerátu atd. [2]

Z hlediska metodiky měření rozeznáváme několik možných variant stanovení průměrné koncentrace plyných škodlivin. Jejich výběr a použití závisí vždy na provozních podmínkách zařízení a na požadované přesnosti, která je dána účelem měření.

Funkční vlastnosti musí přirozeně odpovídat v maximální míře daným požadavkům na měření. Jsou to hlavně **rozsah, přesnost, selektivita**.

Pojmem **měřicí rozsah** se rozumí oblast hodnot měřené veličiny ohraničnou dvěma mezemi, **horní a spodní hranicí rozsahu**, mezi nimiž je analyzátor schopen podat informaci o velikosti měřené veličiny.

Přesnost analyzátoru udává interval, jehož meze nesmí chyba měření za daných podmínek (teploty, tlaku apod.) překročit. Někdy se přesnost udává v jednotkách měřené veličiny. Číselné vyjádření je dáno vzorcem

$$\delta_p = \frac{\Delta_{\max}}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot 100$$

Kde: δ_p přesnost přístroje

Δ_{\max} největší dovolená chyba měření

N_{\max} horní hranice měřicího rozsahu

N_{\min} spodní hranice měřicího rozsahu

Selektivita daného analyzátoru je vlastnost, že analyzátor dokáže rozlišit měřenou složku od ostatních složek směsi. Selektivitu je možno vyjádřit i kvantitativně, zde se setkáváme s výrazem „příčná citlivost“ nebo „rušivý vliv“. Je to bezrozměrná veličina definovaná vztahem [1]

$$Q = \frac{N_2 \cdot c_2}{N_1 \cdot c_1}$$

Kde: N_1 údaj vyvolaný určovanou složkou o koncentraci c_1

N_2 údaj vyvolaný rušivou složkou o koncentraci c_2

Vzhledem k různým specifickým vlastnostem jednotlivých složek měřeného plynu není možno nalézt univerzální metodu a univerzální analyzátor, který by mohl v provozních podmínkách provádět analýzu všech složek měřeného plynu. Proto jednotlivé fyzikální principy a příslušné analyzátory slouží vždy ke stanovení obsahu určité látky nebo skupiny plynných látek.

Při volbě typu provozního analyzátoru pro daný účel je třeba brát v úvahu:

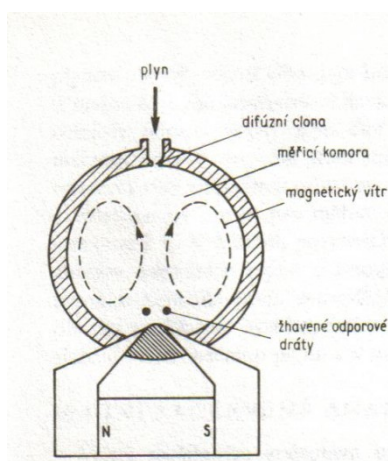
- 1) Druh analyzované látky a koncentrace doprovodných složek v plynu;
- 2) Účel použití (měření, zápis, signalizace, regulace apod.);
- 3) Požadavky na obsluhu, údržbu a pořizovací náklady;
- 4) Pracovní podmínky daného analyzátoru.

Je mnoho principů měření, proto jsou v dalším textu uvedeny jen nejvíce používané metody.

V praxi rozlišujeme následující metody stanovení koncentrace plynných škodlivin:

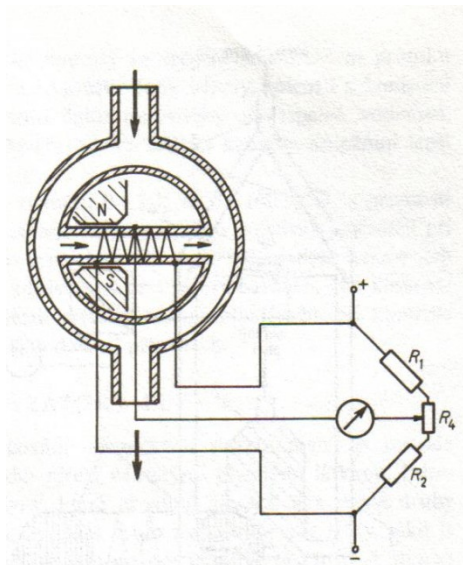
2.1 Analyzátoři pro určení obsahu kyslíku

Koncentrace kyslíku ve vzduchu je základní parametr pro to, aby člověk mohl vstoupit a přežít. K tomuto slouží oxymetry. Přístroje pro stanovení obsahu kyslíku v plynech a spalínách jsou založeny na magnetických vlastnostech kyslíku. Látky podle magnetické permeability dělíme na feromagnetické ($\mu \gg 1$), paramagnetické ($\mu > 1$) a diamagnetické ($\mu < 1$). Paramagnetičnost kyslíku je výrazně vyšší než u ostatních plynů, proto se této vlastnosti využívá pro konstrukci analyzátorů. V analyzátoru prochází plyn. Účinkem nehomogenního magnetického pole na měřený plyn dochází k přitahování molekul kyslíku do míst intenzivnějšího magnetického pole. Využívá se vzniku tzv. magnetického větru. Intenzita tohoto magnetického větru závisí na obsahu O_2 v analyzovaném plynu. Do měřicí komůrky zasahují pólové nástavce permanentního magnetu. Kolem nástavců procházejí platinové drátky, žhavené na 300°C . Měřený plyn vstupuje do komůrky, kyslík obsažený v plynu je přitahován a jeho důsledkem je vznik magnetického větru uvnitř komůrky. Následkem proudění dochází ke snižování teploty drátků a tím ke změně odporu. Změna se měří můstkovým zapojením. Odporové změny indikované přístrojem jsou úměrné obsahu kyslíku v měřeném vzorku plynu.



Obr. 2.1 Princip analyzátoru kyslíku [2]

Obdobou je termomagnetický analyzátor s prstencovou komůrkou. Plyn protéká kruhovým prstencem a příčným kanálkem. Příčný kanálek je v jedné části pod vlivem magnetického pole a je opatřen dvojím topným vinutím z odporového drátu. Když proudící plyn obsahuje kyslík, tento proniká do oblasti magnetického pole a dále do příčného kanálku. Kyslík se od topného vinutí zahřeje, tím toto vinutí ochladí. Průtokem kyslíku kanálkem se druhé vinutí ohřeje o stejnou hodnotu a následkem jsou odporové změny, které se měří v můstkovém zapojení. Změna odporu je úměrná obsahu kyslíku v měřeném plynu.

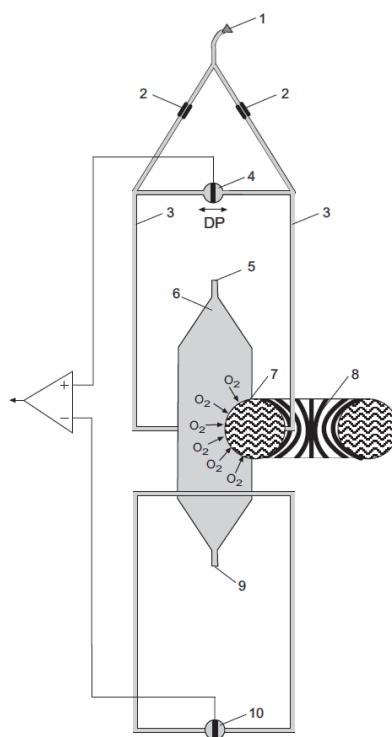


Obr. 2.2 Termomagnetický analyzátor [2]

Analyzátor Oxymat 6 je přístroj určený k měření koncentrace kyslíku paramagnetickou metodou s využitím micro-flow senzoru. Dodává se v provedení k montáži do rámu i zakrytovaný do provozních podmínek. Má čtyři automaticky přepínatelné měřicí rozsahy, přičemž nejmenší měřicí rozsah je 0 až 0,5 % nebo 99,5 až 100 %. Výstupní signál je v celém rozsahu lineární. Vzhledem k tomu, že vyhodnocovací člen nepřichází do kontaktu s měřeným plynem, lze přístroj použít k měření obsahu kyslíku v agresivních plynech. Díky malému objemu měřicí komory je doba reakce pouze pět sekund.

V kanálu OXYMATu je jeden plyn (1) porovnávací plyn (N_2 , O_2 nebo vzduch), a druhý je měřený plyn (5). Porovnávací plyn se přivádí do měřicí komory (6) dvěma kanály (3). Jeden z těchto porovnávacích proudů vstupuje do oblasti magnetického pole (7) společně s měřeným plynem. Jelikož jsou kanály spolu spojeny, způsobuje tlak proporcionální

obsahu kyslíku proudění, které je přeměňováno pomocí čidla mikroproudění (4) na elektrický signál. Čidlo mikroproudění se sestává ze dvou asi na 120 °C zahřátých niklových mřížek, které společně se dvěma rozšiřujícími odpory tvoří můstek. Pulsující proudění vede ke změně odporu Ni mřížky. Výsledkem je rozladění můstků, které je závislé na koncentraci kyslíku v měřeném plynu. Jelikož čidlo mikroproudění je zavedeno v porovnávacím proudu, není měření ovlivňováno teplotní závislostí, specifickými teplotami nebo třením měřeného plynu. Použitím magnetického pole s proměnnou silou proudění (8) není na čidle mikroproudění zachyceno základní proudění, tak že měření je závislé na poloze měřící komory a tudíž také na pracovní poloze analyzátoru. Přímou napájená měřící komora má malý obsah a čidlo mikroproudění má minimální na průtah. Z toho vyplývá pro kanál OXYMATu krátká doba přístupu. Často se na měřeném místě vyskytují vibrace. Ty podle okolností znehodnocují signál. Proto se dále montuje nenapájené čidlo mikroproudění (10) jako snímač vibrací. Jeho signál je jako kompenzační signál spínán společně s měřeným signálem. Odchýlí-li se střední hustota měřeného plynu od hustoty porovnávacího plynu o více jak 50 %, je kompenzační čidlo mikroproudění (10) stejně jako měřící čidlo mikroproudění napájeno porovnávacím plynem.



Obr. 2.3 Analyzátor OxyMAT 6 [4]

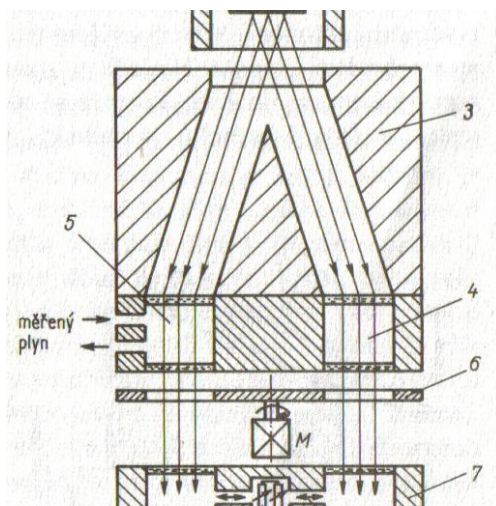
Popis analyzátoru Oxymat 6:

1. Vstup porovnávacího plynu
2. Klapky
3. Porovnávací kanály
4. Čidlo mikroproudění pro měřený signál
5. Vstup měřeného plynu
6. Měřicí komora
7. Parametrická měřicí efekt
8. Elektromagnet s proměnnou silou proudění
9. Výstup měřeného a porovnávacího plynu
10. Čidlo mikroproudění v kompenzačním systému

2.2 Infračervené analyzátory plynu

Tyto analyzátory jsou založeny na odlišné selektivní absorpci elektromagnetického záření různými plyny. My se budeme věnovat infračerveným analyzátorům, protože jsou nejrozšířenější v provozní praxi. V infračervené oblasti vlnových délek absorbují záření různých vlnových délek prakticky všechny látky, které mají v molekule alespoň dva různé druhy atomů, jako je např. CO₂. Analyzovanou látkou mohou být plyny, kapaliny i roztoky tuhých látek.

Infračervené analyzátory, podobně jako všechny předcházející, měří koncentraci určované složky v analyzovaném plynu srovnávací metodou. Jejich základní součásti jsou zdroje infračerveného záření, měrné a srovnávací kyvety a detektor záření po absorpci.



Obr. 2.4 Infračervený analyzátor plynu [2]

Základním prvkem přístroje je zdroj infračerveného záření (+), umístěný v reflektoru (2). Zdrojem je elektricky žhavený terčik z platiny nebo chromniku. Svazek paprsků je v části (3) rozdělen do dvou proudů. Jeden proud prochází srovnávací komorou (4) a druhý měřicí komorou (5). Oba proudy záření procházejí přes rotační clonu (6), která periodicky přerušuje současně oba směry záření před dopadem na snímací komoru (7). Plyn ve snímacích pohlcuje záření obou proudů, a proto dochází k zahřívání plynové náplně. Vlivem zvýšení teplot se v komorách zvýší tlak, v pravé více než v levé. Následkem rozdílných tlaků dojde k proudění plynu z pravé do levé komory. Proudění snímá snímač (8) a výstup tohoto snímače odpovídá koncentraci měřené látky v plynu.

3. Problematika stanovení koncentrace plynných škodlivin pomocí detektorů plynu

Tato kapitola byla zpracována podle literatury [6].

Při průmyslových procesech vznikají nebezpečné plyny, a to jak toxické (jedovaté) plyny, tak plyny hořlavě (výbušné), které mohou ohrozit člověka nebo způsobit velké materiální škody. Velký rozvoj detekce plynů, především toxických, byl zaznamenán v průběhu I. světové války, kdy se na bojištích používaly plyny toxické.

Pro člověka mohou být nebezpečné i plyny inertní (netečné), které nejsou toxické ani hořlavé, ale svými vlastnostmi (hmotností) mohou vytlačit kyslík (vzduch) i z částečně nebo zcela uzavřeného prostoru např. výkop, šachta atd.

Detekce plynů a par je proces, při kterém se měří, zjišťuje nebo hlídá úroveň koncentrace plynu nebo páry, pro který je zařízení - detektor určen, a na který je cejchován (kalibrován). Většina automatických analyzátorů plynu je cejchována v objemové koncentraci, a tedy se měřená složka plynu udává v procentech.

3.1 Používání, kontrola provozuschopnosti detektorů plynů a postup měření ovzduší

Tato metodická pomůcka obsahuje zásady pro bezpečné používání osobních detektorů plynů, kontrolu jejich provozuschopnosti ověřovacími stanicemi a postup pro monitorování atmosféry ve stísněném prostoru. Cílem je zajistit pravidelné provádění kontrol provozuschopnosti osobních detektorů plynů, vedoucí k minimalizaci rizik spojených s jejich používáním.

3.2 Vlastnosti osobních detektorů plynů

Vzhledem ke specifickým vlastnostem topných plynů v AMO a.s. je nutné, aby osobní detektory CO splňovaly požadavky pro použití v podmínkách AMO a.s. a používaly se pouze osobní detektory CO ve verzích pro ocelárny, které jsou vybaveny senzory CO s potlačenou křížovou citlivostí na vodík. Tímto je zajištěno, že naměřené hodnoty

koncentrací CO v ovzduší nebudou zkresleny přítomností vodíku v ovzduší a osobní detektor CO nebude hlásit falešné alarmy.

Osobní detektory CO musejí být vybaveny pamětí s měřením dlouhodobého expozičního limitu „TWA“, což je hodnota maximální 8 hodinové koncentrace CO v ovzduší a dle legislativy nesmí překročit hodnotu 26ppm CO (0,0003% CO).

Je doporučeno používat osobních detektorů plynů, u kterých lze provést ověření provozuschopnosti jejich funkcí a alarmů pomocí ověřovacích stanic (BumpTest).

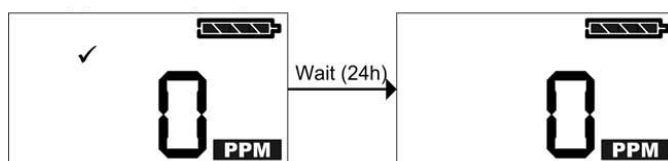
Způsoby řádného používání osobních detektorů plynů

Osobní detektory plynů se používají pro monitorování ovzduší a ne pro měření koncentrací v okolní atmosféře nebo vyhledávání netěsností. Musí být servisovány a opravovány pouze kvalifikovanou osobou, v podmínkách AMO a.s. toto zajišťuje útvar LC - Metrologie.

3.3 Zkouška provozuschopnosti detektoru

Před každým použitím osobního detektoru plynu a v případě pádu se musí prověřit provozuschopnost jeho funkcí a alarmů na ověřovací stanici.

Úspěšně provedená zkouška provozuschopnosti osobního detektoru plynu je na jeho displeji znázorněna grafickou značkou („✓“). Tato značka po 24hodinách od provedení zkoušky z displeje detektoru zmizí, viz obrázek.



Obr. 3.1 Příklad vizualizace u osobních detektorů plynů MSA [6]

U osobních detektorů O₂, které jsou používány především pro práce ve stísněných prostorech, je možné ověřit provozuschopnost před jejich použitím výdechem na senzor v délce cca 3 sekundy. Musí dojít ke snížení obsahu O₂ pod 19%.

3.4 Kalibrace detektoru

Kalibrace detektoru musí být provedena v případě neúspěšné zkoušky provozuschopnosti nebo dle lhůty kalibrace, minimálně 1x za 6 měsíců. O lhůtě kalibrace je uživatel informován útvarem LC - Metrologie.

3.5 Ověření funkčnosti ověřovací stanice

Ověření správné funkčnosti ověřovací stanice je prováděno jednou ročně.



Obr. 3.2 Testovací stanice [6]

Tato úsporná testovací stanice kontroluje optické, akustické a vibrační alarmy spolu s odezvou na dané plynové koncentrace.

Výsledky testu jsou zobrazeny na třech LED diodách: test alarmu, test plynu a konečný údaj zda byl test úspěšný nebo chybný. Zelená LED dioda znamená úspěšný test, červená neúspěšný a blikající žlutá probíhající test. Po provedení testu je 24 hodin zobrazena kontrolka na detektoru.

ALTAIR QuickCheck je dostupný ve dvou verzích automatické a manuální.

4. Praktické aplikace monitorování plynných škodlivin ve vybraných provozech

Tato kapitola byla zpracována podle literatury [5] a [6].

4.1 Provozy v ArcelorMittal, ve kterých probíhá monitorování plynných škodlivin

Koksovna

Závod Koksovna je největším výrobcem koksu v České republice. Dvě koksárenské baterie s pěchovaným provozem a velkoprostorová koksárenská baterie se sypným provozem mají roční produkci cca 1,5 mil. tun koksu.

V chemické části závodu jsou vyráběny chemické produkty (surový černouhelný dehet, surový koksárenský benzol, koksárenský plyn, kapalná síra), které jsou úspěšně expedovány na domácí i zahraniční trhy. Technologie Koksovný je vysoce ekologizována. Proces výroby koksu a koksochemických výrobků je certifikován společností TÜV NORD a splňuje požadavky norem ČSN EN ISO 9001:2001 a 14001. Od roku 2000 je závod 10 oprávněn používat označení "Bezpečný podnik".

Po železné rudě je při výrobě železa důležité i uhlí, které zpracovává **koksovna**. V ní se z pomletého uhlí vyrábí koks, jenž je důležitým zdrojem čistého uhlíku a tedy vstupem pro výrobu železa. Prach se zachytává tkaninovým filtrem, dále čistíme koksárenský plyn a také vodní páry unikající při hašení koksu. Díky tomu uniká z hasící věže jen čistá vodní pára. Ročně vyrobíme 1,2 milionů tun koksu, což z nás dělá největšího výrobce koksu v České republice.

Vysoké pece

Závod Vysoké pece disponuje čtyřmi vysokými pecemi. Obvykle je pro naplnění požadavků odběratelů surového železa dostatečný provoz tří vysokých pecí s roční kapacitou výroby přes 3 miliony tun surového železa.

Dvě základní suroviny pro výrobu železa (ruda v aglomeraci a uhlí v koksovňě), spojí se v tzv. vsázku a putují do **vysokých pecí**, kde proběhne chemická reakce. Při té vzniká železo a struska. Během celého procesu se odprašuje elektrostatickým i tkaninovým filtrem a opět probíhá čištění unikajícího plynu.

Tři čtvrtiny produkce tekutého surového železa jsou spotřebovány závodem Ocelárna. Při přebytku produkce surového železa je toto zpevnováno na licím stroji, a to v několika sortimentech dle požadavků zákazníků na chemické složení těchto pevných, převážně slévárenských surových želez. Vysokopecní rudná vsázka je ze tří čtvrtin zajišťována spékáním prachových rud ve vlastním provozu Aglomerace, zbývající část rudné vsázky tvoří pelety, kusové rudy a rovněž druhotné suroviny. Aglomerace, která má pro výrobu železa klíčový význam (zpracovává železnou rudu), představuje nejprašnější součástí hutě. V naší huti jsou dvě (větší Sever a menší Jih). Obě jsou odprašovány elektrostatickými filtry, aglomerace Sever navíc v roce 2011 získala tkaninový filtr, který je špičkou současné světové technologie na odprašování. Dokáže zachytit i menší prachové částice.

Vysokopecní koks je dodáván sousedním závodem Koksovna, část metalurgického koksu a tekutá paliva jsou nakupována z externích zdrojů. Mimo výrobu surového železa a aglomerátu, který je pouze pro vlastní spotřebu, jsou externím zákazníkům prodávány výrobky z vysokopecní strusky, a to jednak struskové kamenivo v několika granulometrických sortách vyráběných zejména pro stavební účely a dále vysokopecní granulát pro další zpracování v cementárnách a sklárnách. Sortiment výroby surového železa i struskových výrobků splňuje požadavky ČSN ISO 9001 a je pravidelně od roku 1998 certifikován Technickým a zkušebním ústavem stavebním Praha, s.p. Tento certifikační orgán potvrdil shodu systému řízení jakosti pro výrobu a dodávání ocelářského a slévárenského surového železa a výrobků z vysokopecní strusky s normou ČSN EN ISO 9001 : 2001.

Ocelárna

Závod Ocelárna je největším výrobcem oceli v České republice. Ocel se vyrábí kyslíkovým pochodem ve čtyřech tandemových pecích s roční produkcí přes 3 mil. tun. Po odpichu se ocel dohotovuje na cílové parametry pro lití na pánvových pecích. Dále se tekutá ocel odlévá v sekvencích na třech zařízeních ZPO do sochorů, bram či bramek.

Veškerý sortiment výroby oceli a kontisliťků splňuje požadavky EN ISO 9001:2000, závod je již dlouhodobě certifikován dle EMS auditorskou společností TÜV NORD podle EN ISO 14001. Český úřad bezpečnosti práce v roce 2003 oprávnil závod Ocelárna používat označení „Bezpečný podnik“.

Tandemové pece jsou odprašovány zvlášť, prach z tandemových pecí je zachytáván a čištěn. Celá hala ocelárny je odprašována elektrostatickým mokrým filtrem.

ArcelorMittal Energy Ostrava s.r.o. představuje složitý energetický komplex průmyslové energetiky se zaměřením na potřeby hutního podniku. Svými fyzickými výkony je v oborech vodního hospodářství, teplárenství, plynárenství, elektroenergetiky, výroby technických plynů a údržby energetických zařízení plně srovnatelný s energetickými subjekty podnikajícím na energetickém trhu ČR. Důkazem toho je udělení certifikátu systému environmentálního managementu dle normy ČSN EN ISO 14001:97, jako prvnímu energetickému závodu v ČR.

Provoz 46 - Teplárna vyrábí vysokotlakou páru o parametrech 9,6 MPa a teplotě 520°C, která se transformuje na elektrickou energii, teplo, stlačený vzduch, dmýchaný vítr a technologickou páru. Celkový instalovaný výkon kotelny je 1435 t/h, instalovaný výkon elektrárny činí 254 MW.

Provoz 49 - Údržba energetiky opravuje energetická zařízení strojírenského charakteru.

Ve výše uvedených provozech ArcelorMittal Ostrava se kromě osobních detektorů plynů používají taktéž provozní emisní analyzátory ke sledování plynných škodlivin na výstupu z jednotlivých technologických celků. V následující tabulce je uveden přehled základních přístrojů pro monitorování plynných škodlivin. Výběr v tabulce je zaměřen na provozy s největším množstvím vypouštěných škodlivin do ovzduší.

Provoz	Počet analyzátorů	Výrobce/označení	Princip	Měřená veličina	Rozsah měření
Koksovna	3	API/Servomex model 300	IR	NO _x	0-20 ppm
			IR	CO	0-100 ppm
			ZR sonda	O ₂	0-25%
Vysoké pece	5	Procal Pulsí 240 LR	IR	SO ₂	0-600 ppm
			IR	NO _x	0-500 ppm
			IR	CO	0-7000 ppm
	5	Enviro 100-20	ZR sonda	O ₂	0-21%
4	API model M300	IR	CO	0-1000 ppm	
Ocelárna	4	API/Servomex model 300	IR	CO	0-800 ppm
			ZR sonda	O ₂	0-25%
AMEO	11	Siemens/URAS	IR	SO ₂	0-1400 ppm
			IR	NO _x	0-2000 ppm
			IR	CO	0-500 ppm
			Elektrochemický	O ₂	0-25%

Obr. 4.1 Přehled přístrojů pro monitorování plynných škodlivin [6]

Přestože je emisní situace v hutním podniku značně složitá, což dokládají výše uvedené skutečnosti, v roce 1992 se v podniku úspěšně certifikoval systém jakosti podle normy ISO 9001 jako první v České republice. Systém řízení ekologie podle normy ISO 14001 byl poprvé certifikován v roce 1999. Firma v letošním roce získala osvědčení Bezpečný podnik, které potvrzuje shodu s předpisy ILO-OSH 2001 a OHSAS 18001:1999.

ArcelorMittal Ostrava je rovněž držitelem certifikátů předních externích aprobačních společností Lloyd's Register of Shipping (1988), Bureau Veritas (1992) a Det Norske Veritas (1996) a dalších. Bezešvé a šroubovicově svařované trubky určené pro tlaková zařízení byly certifikovány dle evropské směrnice 97/23/ES společností RW TÜV v roce 2001.

Tyto provozy produkují mimo jiných nebezpečných látek také velké množství nebezpečných a jedovatých plynů, které je nutno detekovat a sledovat, protože jsou

nebezpečné pro životní prostředí a taky pro zdraví zaměstnanců. Ve společnosti ArcelorMittal se pro detekování nebezpečných látek používá několik typů osobních detektorů plynů od několika dodavatelů.

4.2 Praktická aplikace u přístroje ALTAIR Pro

Nejčastěji využívaným detektorem plynů ve společnosti ArcelorMittal je **ALTAIR Pro**. V ArcelorMittal je současné době používáno asi 2600 ks detektorů plynů.

Altair Pro nabízí široký výběr kvalitních senzorů. Můžete si zvolit konfiguraci s O₂, CO, H₂S, NH₃, Cl₂, ClO₂, HCN, NO₂, PH₃ a SO₂ senzorem.

4.2.1 Funkce a vlastnosti přístroje:

Obsluha se provádí pouze jedním tlačítkem. Přístroj indikuje správný provoz a to po dobu 24 hodin. Je zde nastavitelný alarm, který je zvukový, vizuální a vibrační. Přístroj nahrává data jako standard, má výběr z 20 senzorů. Je zde lehce čitelný displej, vyměnitelný senzor a CR2 baterie.

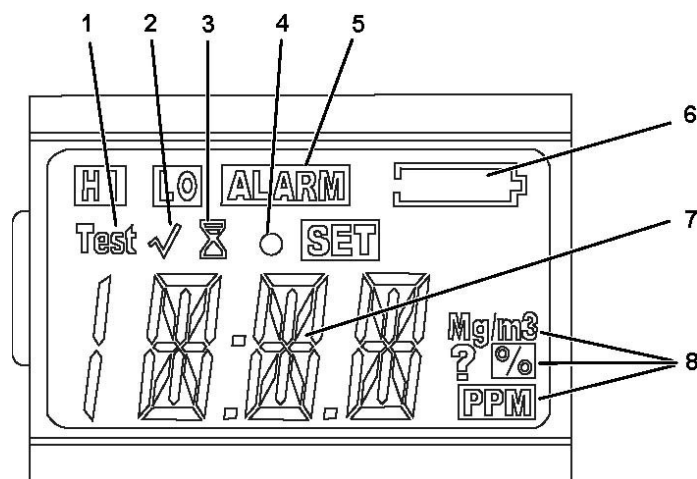
Výměna senzoru a baterie je jednoduchá a minimalizuje údržbu v době nečinnosti. Kvalitní baterie zajišťuje, že ALTAIR PRO vydrží víc než rok při standardním pracovním týdnu.

4.2.2 Schéma ovládání přístroje



Obr. 4.2 Schéma ovládání přístroje [6]

4.2.3 LCD Displej



Obr. 4.3 LCD Displej [6]

1 Průběh vlastního testu

2 Bump check indikátor

3 Indikátor průběhu testu

4 Indikátor jistoty

5 Indikátor alarmu

6 Indikátor stavu baterie

7 Číselné hodnoty

8 Měřicí jednotky

ALTAIR PRO má pevné pogumované pouzdro, které je odolné proti vodě a průniku prachu. ALTAIR PRO lze nosit připevněný na oblečení díky sponě. Standardem přístroje je i uložení údajů, které se prostřednictvím vestavěného modulu Infra-Red link nahrávají do počítače, kde jsou dostupné rychle a jednoduše.

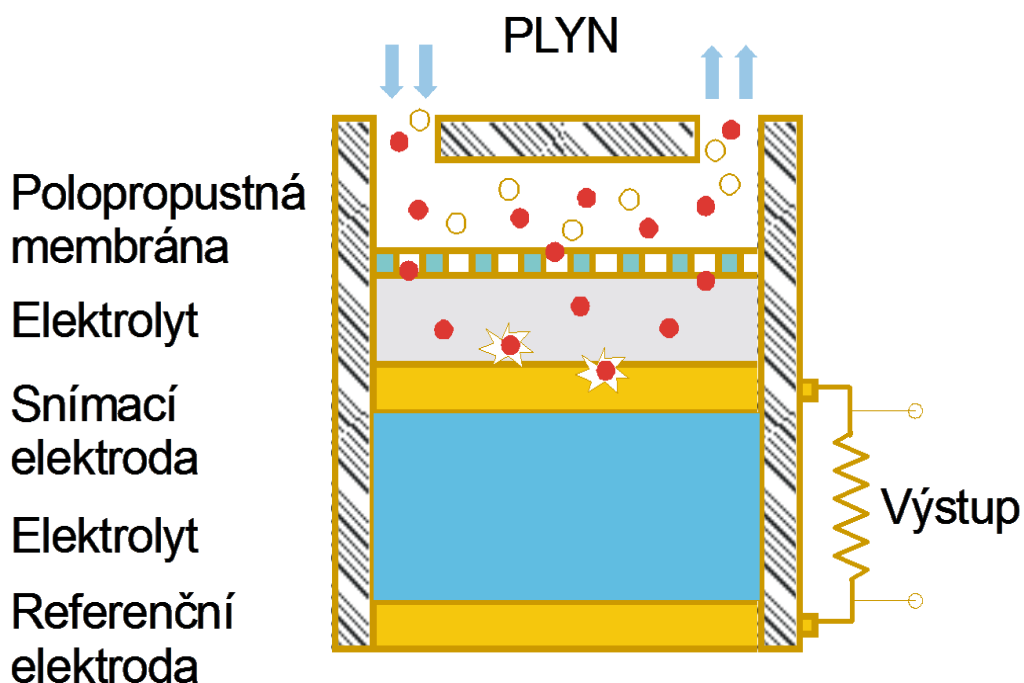


Obr. 4.4 Ukázka typů přístrojů ALTAIR PRO [6]

Plyn	Měřicí rozsah	Rozlišení
Kyslík	0...25% Obj.	0.10 Obj.
Oxid uhelnatý	0...1500 ppm	1.00 ppm
Oxid dusičitý	0...20 ppm	0.10 ppm

4.2.4 Měřicí princip

Přístroj pracuje na principu elektrochemického článku palivového typu. Výsledkem elektrochemické reakce je proud mezi elektrodami, který je úměrný koncentraci měřeného plynu ve vzduchu.



Obr. 4.5 Měřicí princip [6]

4.2.5 Kalibrace

Kalibrace se provádí se standardními certifikovanými plyny. Můžeme ji provádět i bez PC.

A) Postup kalibrace nuly

Při kalibraci postupujeme dle následujících pokynů :

- Stiskněte tlačítko. Zobrazí se "TEST" "GAS" "?"

- Stiskněte tlačítko po dobu 3 sekund zobrazí se "TEST" "CAL". Po 3 sekundách se zobrazí "FAS" "?", což je výzva ke kalibraci nuly.
- Během zobrazení "FAS" "?" stiskněte tlačítko pro spuštění kalibrace nuly. Po dobu kalibrace je zobrazen indikátor průběhu testu a nápis "FAS". Jestliže kalibrace neproběhne (zobrazí se "ERR"), přístroj se vrátí do normálního provozu po 5 sekundách.
- Je-li kalibrace úspěšná (zobrazí se "OK"), stiskněte tlačítko a začněte kalibraci citlivosti. Zobrazí se "CAL ""?"

B) Postup kalibrace citlivosti

- Během zobrazení "CAL ""?", stiskněte tlačítko a začněte kalibraci. Hodnota kalibračního plynu se zobrazí v jednotkách ppm.
- Pro změnu hodnoty, stiskněte tlačítko, dokud není nastavena požadovaná hodnota. Nová hodnota pro testovaný plyn v jednotkách ppm je zobrazena. Pro rychlejší změnu jednotek přidrže tlačítko. Po 3 sekundách se přístroj vrátí do režimu kalibrace.
- Aplikujte kalibrační plyn na senzor. Zobrazují se střídavě hodnota plynu, indikátor průběhu testu a "CAL". Je-li kalibrace úspěšná, po přibližně 90 sekundách se zobrazí "OK" a přístroj se vrátí do normálního provozu po 5 sekundách. Je-li kalibrace neúspěšná zobrazí se „Err“ a po 5 sekundách přejde přístroj do normálního provozu. Kalibrační data nebudou změněna.
- Proveďte Bump test pro potvrzení kalibrace. Je-li test úspěšný zobrazí se symbol „√“.

C) Bump Test

- Stiskněte tlačítko po dobu 2 sekund. Ve verzi pro kyslík, je zobrazena nastavená koncentrace kyslíku. Zobrazí se "TEST" "GAS" "?".
- Stiskněte tlačítko znovu, jestliže se zobrazí "TEST" "GAS" "?" Zobrazí se indikátor průběhu testu a "GAS" "?"
- Přiložte testovaný plyn k přístroji. Je-li plyn detekován zobrazí se "OK".
- Počkejte přibližně 5 sekund symbol "√" je zobrazen po dobu 24 hodin jako indikátor správného průběhu testu.

- Jestliže se nezobrazí " " a zobrazí se "ERR" zkontrolujte následující:
 - není-li senzor špinavý
 - zda byl použit správný testovací plyn
 - zda není láhev s testovacím plynem prázdná, nebo nevypršelo datum spotřeby
 - zda byl testovaný plyn přiložen ve správný moment
 - zda byla hadička s testovaným plynem připojena k senzoru.
- Opakujte Bump test je-li potřeba Jestliže vlastní Bump test selže, proveďte kalibraci přístroje. Znovu proveďte Bump-test po kalibraci.

D) Nastavení signalizačních mezí

Alarmní meze lze měnit manuálně v režimu nastavení přístroje, který lze aktivovat vyjmutím a vložením baterie. Nastavení alarmů lze měnit elektronicky použitím softwaru MSA Link.

Aktivace režimu IR:

Stiskem tlačítka aktivujete podsvícení displeje na dobu 10 sekund. Informační stránku lze zpřístupnit stiskem tlačítka po dobu cca 1 sekundy přístroj dvakrát zapípá. Zobrazují se informace v sekvenci dle návodu a poslední je zobrazen symbol IR? Stiskněte tlačítko pro aktivaci režimu IR. Přístroj očekává IR komunikaci, pokud k ní nedojde přístroj se po 3 minutách vrátí do měřicího režimu.

4.2.6 Technická data

Váha 125 g (přístroj včetně baterie a klipu)

Rozměry 86×51×50 mm (délka×šířka×hloubka) s klipem

Dvě vysoce svítivé LED diody viditelné z úhlu 320°, hlasitý akustický alarm, vibrační signalizace

Hlasitost akustického alarmu 95 dB z 30 cm

Teplotní rozsah Provozní: -20 °C ... +50°C

Skladovací 0 °C ... +40°C

Vibrační alarm do 0°C

Vlhkost	10-95% relativní vlhkosti, nekondenzující		
Krytí	IP 67		
Životnost baterie	Přibližně 12 měsíců za normálních podmínek		
Senzor	Elektrochemický		
Měřicí rozsahy	H₂S	CO	O₂
	0...200 ppm	0...1500 ppm	0...25 %
Nastavené Alarmy	1. alarm	2.alarm	STEL TWA
CO	120 ppm	150 ppm	100 30
	Min: 20	Max: 1450	
H ₂ S	10 ppm	15 ppm	15 10
	Min: 5	Max: 175	
O ₂	19.5%	23.0%	-- --
	Min: 5.0	Max: 24	

5. Závěr

V bakalářské práci byly popsány metody a měřící principy stanovení koncentrace plyných škodlivin a byly představeny jednotlivé druhy analyzátorů. Z hlediska použití analyzátorů je důležité jaké jsou analyzátory požadovány a jakým způsobem se zpracovávají výsledky.

Shrnutí poznatků je v tom, že i tak velký průmyslový podnik jako je ArcelorMittal a.s., který je zaměřen na výrobu a zpracování surového železa a oceli, činí neustále kroky k tomu, aby chránil životní prostředí. Dnes již splňuje emisní limity EU, které vstoupí v platnost až od roku 2016. Limity určuje nejlepší dostupná technika – BAT, o čem svědčí získání Certifikátu OHSAS 18001:2007 z roku 2012 a Osvědčení bezpečný podnik z roku 2012.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomáši Výtiskovi, Ph.D. za jeho ochotu, čas a odbornou pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

Eva Štūkavcová

6. Seznam použité literatury

- [1] BARTOVSKÝ, Tomáš. Analyzátory emisí: 1.Vydání Praha: VUSTE SERVIS, 1994, 158 s.
- [2] NUTIL, Jiří, ČECH, Vladimír. Měření v hutním průmyslu: 1. Vydání Praha: SNTL, 1982, 316 s.
- [3] VÁŇA, Jaroslav. Analyzátory kapalin a plynů: 2.vydání Praha: SNTL, 1984, 528 s.
- [4] <http://www.rmt.cz/cz/produkty/procesni-instrumentace/analyza-plynu2/20-analyzator-plynu-oxymat-6.html>
- [5] Směrnice společnosti ArcelorMittal o ochraně ovzduší č. N-3.201
- [6] Vnitřní dokument ArcelorMittal - Školení obsluhy a provozní údržby
- [7] Vyhláška MŽP ČR č. 415/2012 Sb. Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší
- [8] Zákon MŽP ČR č. 201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší

7. Seznam obrázků

Obr.1.1 Certifikáty a Osvědčení ArcelorMittal

Obr.1.2 Emisní limity pro Koksovnu

Obr.1.3 Emisní limity pro Vysoké pece

Obr.1.4 Emisní limity pro Ocelárnu

Obr. 1.5 Organizační schéma společnosti

Obr. 2.1 Princip analyzátoru kyslíku

Obr. 2.2 Termomagnetický analyzátor

Obr. 2.3 Popis analyzátoru Oxymat 6

Obr. 2.4 Infračervený analyzátor plynu

Obr. 3.1 Příklad vizualizace u osobních detektorů plynů MSA

Obr. 3.2 Testovací stanice

Obr. 4.1 Přehled přístrojů pro monitorování plynných škodlivin

Obr. 4.2 Schéma ovládání přístroje

Obr. 4.3 LCD Displej

Obr. 4.4 Ukázka typů přístrojů ALTAIR PRO

Obr. 4.5 Měřící princip