

Ing. Zdeněk Formánek CSc., VÚHU Most

Výsledky modelového a poloprovozního ověření kontinuálního měřiče obsahu síry v uhlí NASU-92

Ergebnisse des Muster- und Versuchsbetriebes mit dem kontinuierlichen Meßgerät Typ NASU-92 zur Messung des Schwefelgehaltes in der Rohkohle

Im Beitrag wird der Verlauf der statischen Proben mit kontinuierlich arbeitendem Meßgerät NASU-92 auf dem Förderband unter den Modellierungsbedingungen und auf der Bandanlage Nr. 156 im Betrieb "Doly Nástup Tušimice" beschrieben.

Das Meßgerät NASU-92 entwickelt seine Tätigkeit auf dem radiometrischen Prinzip und verlangt keine wesentlichen Aufbereitungen auf dem Förderband, Probeentnahme usw.

Während des Versuchsbetriebes wurden insgesamt 18 Proben je nach 6 Messungen, das sind 108 Messungen und auf der Bandanlage 6 Proben je nach 3 Messungen durchgeführt.

Ermessene Werte wurden mit den durch die klassischen Verfahren in zwei Laboratorien ermittelten Ergebnisse verglichen. In beiden Fällen wurde eine maßgebende Abweichung der gemessenen Werte weniger als 0,22 % erreicht, was weniger als 10 % gemessenes Wertes darstellt.

Falls die ermittelten Ergebnisse auch beim Betrieb erreicht werden, dann ergibt sich daraus, daß hiermit zur Verfügung eine qualitative und zum Vergleich mit ausländischen Geräten nicht zu teure Anlage für kontinuierliche Messung des Kohlenschwefelgehaltes auf dem Förderband steht.

The results of model and pilot plant verification of continual meter of sulphur content in coal NASU-92

In the article it is described the source of statical tests of continual meter of sulphur on the belt NASU-92 in model conditions and on belt conveyer system 156 at coal mine DNT (Mines Nástup Tušimice).

NASU-92 is based on radiometrical principle and it does not require more substantial treatment of belt, sampling etc.

In model conditions it was measured 18 samples per 6 measurements, so on the whole 108 measurements, at belt conveyer system 6 samples per 3 measurements, so 18 measurements. The measured values were compared with values determined by

classical methods in 2 laboratories. In both cases it was reached the decisive deviation of measured values lower than 0,22 %, what is less than 10 % of measured value.

If the determined results will be verified also in the operation, it will be apparent, that it is at the disposal qualitative and in the comparison with foreign ones also not too expensive equipment for continual measurement of sulphur content in coal on the belt.

Результаты модельного и полужаводского заверения работы прибора непрерывного действия по измерению содержания серы в угле - НАСУ - 92

Автор статьи описывает процесс проведения статических испытаний прибора НАСУ-92 непрерывного действия по измерению содержания серы в угле на ленте в модельных условиях и на конвейере номер 156 угольного разреза ДНТ.

Прибор НАСУ-92 основан на радиометрическом принципе и не требует никаких коренных приспособлений ленты, отбора проб и т.п.

В модельных условиях было использовано 18 проб по 6 измерениям, т.е. всего 108 измерений, между тем как в условиях разреза на магистральном конвейером транспорте - 6 проб по 3 измерениям, значит 18 измерений. Намеренные величины сравнивались с параметрами определенными при помощи классических методов в 2 лабораториях. В обоих случаях было достигнуто стандартного отклонения измеренных величин ниже 0,22 %, что составляет меньше чем 10 % измеренной величины.

Будут-ли эти полученные результаты утверждены и в эксплуатации разрезов, будет можно констатировать, что имеется в распоряжении качественная и в сравнении с импортными не слишком дорогая аппаратура непрерывного действия для измерения содержания серы в угле на конвейерной ленте.

Výsledky modelového a poloprovozního ověření kontinuálního měřiče obsahu síry v uhlí NASU-92

V článku je popsán průběh statických zkoušek kontinuálního měřiče síry na páse NASU-92 v modelových podmínkách a na DPD 156 na uhelném lomu DNT.

NASU-92 je založen na radiometrickém principu a nevyžaduje podstatnější úpravy pásu, vzorkování a pod.

V modelových podmínkách bylo proměřeno 18 vzorků po 6 měřeních, tedy celkem 108 měření, na DPD 6 vzorků po 3 měřeních, tedy 18 měření. Naměřené hodnoty byly srovnávány s hodnotami zjištěnými klasickými metodami ve 2 laboratořích.

V obou případech bylo dosaženo směrodatné odchylky naměřených hodnot menší než 0.22 %, což je méně než 10 % naměřené hodnoty.

Pokud se potvrdí zjištěné výsledky i v provozu, bude zřejmé, že je k dispozici kvalitní a ve srovnání se zahraničními i nepříliš drahé zařízení pro kontinuální měření obsahu síry v uhlí na páse.

Požadavky na dodržování kvality uhlí dodávaného těžebními organizacemi jsou stále přísnější. Jedním z důležitých parametrů je obsah síry jako hlavní škodliviny, obsažené v uhlí.

Doly Nástup Tušimice budují pro potřebu kvalitativního řízení těžby sírový dispečink a důležitým prvkem v něm je zařízení, stanovující obsah síry. Jeho optimální umístění z hlediska řízení je co nejblíže uhelnému rýpadlu, např. na odtahovém pásu.

V roce 1992 byl na DNT odzkoušen nekonvenční vzorkovací a měřicí systém "RODOS", ale pro vysokou cenu (více než 30 mil. Kč) a některé nedostatky nebyl zakoupen.

V závodě DIAMO - VZUP Kamenná bylo již dříve vyvinuto zařízení pro kontinuální měření síry na páse NASU ve dvou provedeních - NASU 80 a NASU 86.

Přístroje pracovaly na shodném principu - ozařování uhlí na páse neutrony ze zdroje ^{252}Cf a detekce záření gama, vznikajícího při promptní aktivaci atomů síry v uhlí zachycenými neutrony.

Rozdíl byl ve způsobu detekce. NASU 80 používal pro detekci scintilační detektor, NASU 86 polovodičový.

Scintilační detektor má poměrně dobrou účinnost a je robustní, tedy bez větších problémů nasaditelný do provozu. Jeho nevýhodou je však malá rozlišovací schopnost, neumožňující dostatečné odlišení rušivých vlivů ostatních prvků, zejména popelovin. Neosvědčil se proto pro měření uhlí s obsahem popela větším než 20 %.

NASU 86 používá polovodičový detektor, který má podstatně lepší rozlišovací schopnost, má však menší účinnost a je provozně dosti náročný. Musí být chlazen kapalným dusíkem a je značně citlivý na vibrace. Po překonání počátečních potíží pracoval NASU 86 bez větších problémů, k výsledkům měření však byly výhrady - pro nízkou účinnost detektoru byly naměřené četnosti nízké a pro požadovanou přesnost byly nutné neúnosně dlouhé měřicí časy.

Při prakticky použitelných měřicích časech byla dosažena směrodatná odchylka statistického souboru měření NASU od laboratorních 0.4 %.

Při předběžných jednáních o konstrukci nového typu NASU pro DNT objednatel jasně vyjádřil, že tato přesnost je pro něj nedostatečná a budou požadovány lepší výsledky i za předpokladu, že pro konstrukci NASU budou použity drahé dovozové komponenty a celková cena bude podstatně vyšší.

V roce 1992 byla mezi DNT a DIAMO - VZUP uzavřena smlouva, ve které je požadována přesnost, vyjádřená jako směrodatná odchylka měření S^d , dosahující max. 0.25 % absolutních pro obsah síry menší než 2.5 % a 10 % relativních pro větší obsah síry.

Pro dosažení lepších výsledků byl při konstrukci NASU-92 pro DNT použit zdroj záření o vyšší aktivitě a dovozový detektor ze superčistého germania (HPG) o velkém objemu, který zajišťuje vysokou detekční účinnost a vysokou

rozlišovací schopnost. Detektory jsou při nasazení v NASU dosti intenzivně ozařovány neutrony, což vede k radiačnímu poškození a pomalému zhoršování jejich parametrů. Přibližně o řád méně citlivé jsou na poškození neutrony detektory z polovodiče typu N, proto byl tento typ objednan.

Přes několikeré urgencye jej výrobce včas nedodal. Z toho důvodu bylo rozhodnuto pro vývojové práce použít zapůjčený detektor typu P se shodnými parametry a po dodání typu N jej zaměnit. Pro zajištění maximální kvality a spolehlivosti zařízení, bylo rozhodnuto i veškerou potřebnou elektroniku zajistit u renomované zahraniční firmy (Silena).

Aby byla zaručena maximální objektivita zkoušek, byl dohodnut následující postup:

1) Do DIAMO - VZUP bude z DNT zapůjčena jedna sekce pásového dopravníku identického s tím, na kterém bude NASU na DNT nasazen.

2) Zkoušky, ladění programu a cejchování budou provedeny na tomto modelovém pásu v DIAMO - VZUP.

3) V závěru zkoušek bude provedeno oficiální ověření za přítomnosti autora tohoto článku jako pověřeného zástupce DNT. Bude proměřeno 18 vzorků uhlí z DNT vybraných tak, aby postihovaly všechny kombinace obsahu síry a popela v uhlí. Vzorky budou měřeny tak, že ze sáčků s uhlím bude na pásu vymodelován tvar, odpovídající sypanému uhlí. Každý vzorek bude proměřen šestkrát a mezi měřeními budou sáčky se vzorkem přeloženy, aby jejich poloha byla zaměněna.

4) Výsledky měření budou porovnány s analýzami vzorků ze 3 laboratoří a budou statisticky vyhodnoceny tak, že bude stanovena jejich směrodatná odchylka.

Protože rozdíly v naměřených hodnotách jsou způsobeny jak chybami NASU, tak chybami srovnávacích laboratorních měření, bude vypočtena také směrodatná odchylka laboratorních měření a výsledná "očistěná" hodnota bude získána odečtením (podle pravidel statistických výpočtů) této odchylky od směrodatné odchylky NASU.

5) Po ukončení zkoušek v DIAMO - VZUP bude NASU-92 namontován na DPD č. 156 na DNT.

6) Po namontování na DNT bude cejchování NASU ověřeno měřením 6 vzorků, vybraných z původních 18 tak, aby byl pokryt celý rozsah obsahů síry.

Zkoušky na modelové části pásu v DIAMO - VZUP Kamenná probíhaly v květnu 1993. Protože výrobce stále ještě nedodal detektor typu N, byl použit zapůjčený detektor typu P s tím, že výrobce zaručuje stejné parametry.

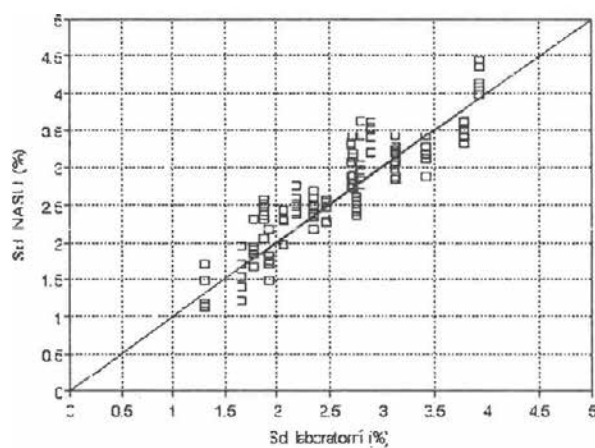
Zkoušky proběhly přesně podle postupu, předepsaného v bodě 3 a výsledky byly statisticky zpracovány programem STATGRAPHICS 5.0. Výsledky jedné laboratoře se od dalších dvou značně lišily, proto byly vyřazeny a při vyhodnocování byly použity hodnoty pouze ze 2 laboratoří (ÚVP a DNT). K dispozici celkem bylo 108 měření z 18 vzorků.

Výsledky jsou graficky znázorněny na obr. 1.

Směrodatná odchylka statistického souboru naměřených hodnot činila 0.297 %, průměrná hodnota naměřeného obsahu síry byla 2.83 %. Směrodatná odchylka výsledků laboratorních měření činila 0.149 %.

Po odečtení této chyby (výsledná hodnota je odmocninou rozdílu čtverců obou hodnot) byla získána reziduální hodnota směrodatné odchylky NASU, která činila 0.257 %.

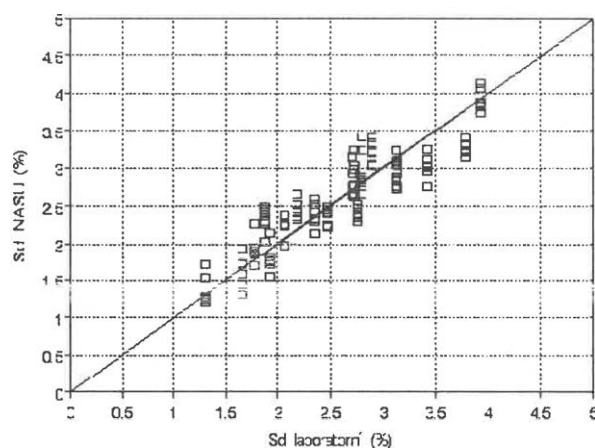
Závislost výsledků NASU na laboratorních



Obr. 1

Protože po předběžném ocejchování přístroje byla provedena drobná změna v geometrii detektoru, byla cejchovní křivka poněkud posunuta proti optimální. Po přecejchování podle výsledků měření byl získán vztah, znázorněný na obr. 2.

Závislost výsledků NASU na laborator. po recalibraci



Obr. 2

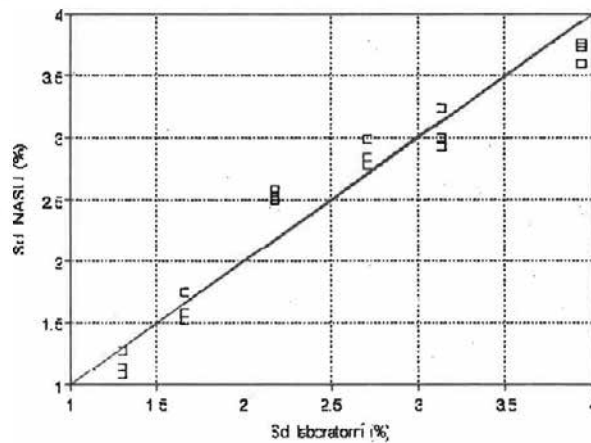
Směrodatná odchylka upraveného souboru byla 0.258 %, reziduální hodnota 0.211 %.

Je tedy zřejmé, že požadavek na přesnost, daný smlouvou, byl splněn.

Po úspěšných modelových zkouškách bylo zařízení namontováno koncem června na DPD 156 na lomu Merkur. Detektor typu N byl dodán těsně před montáží, takže mohl být ověřen ještě v modelových podmínkách a bylo zjištěno, že skutečně jsou rozdíly v jeho parametrech nepatrné.

Ověřovací měření bylo provedeno podle bodu 6, výsledky jsou graficky znázorněny na obr. 3.

Vztah mezi výsledky NASU na DPD 156
a laboratorními výsledky

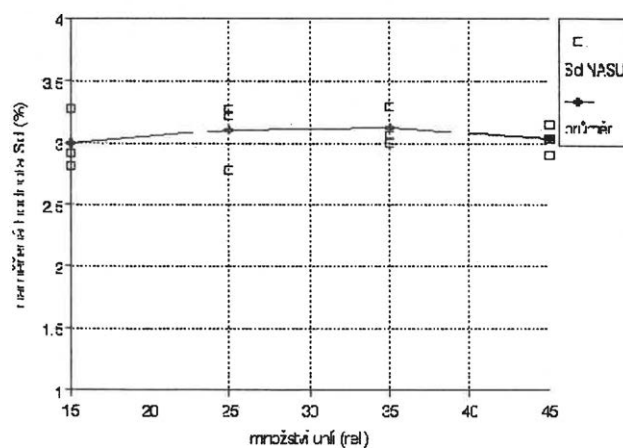


Obr. 3

Reziduální hodnota směrodatné odchylky tohoto souboru je 0.215 %, tedy prakticky stejná jako u měření na modelu. Je tedy zřejmé, že záměnou detektorů a namontováním na reálné DPD nedošlo ke změně parametrů NASU.

Pro ověření vhodnosti použité metody kompenzace tloušťky vrstvy uhlí na páse byla ještě provedena série měření jednoho vzorku s různým množstvím sáčků se vzorkem na páse. Výsledky jsou na obr. 4.

Závislost naměřené hodnoty Sd NASU
na množství uhlí na pase



Obr. 4

Z grafu je zřejmé, že kompenzace je optimální a tloušťka vrstvy uhlí v mezích statistických chyb neovlivňuje výsledek měření.

Výsledky statického měření na DPD prokázaly podstatné zlepšení parametrů NASU-92 proti dřívějším modelům, požadavky DNT na přesnost měření byly v plné míře splněny. Po dobu dvouměsíčního pokusného provozu se neprojevovaly

závažnější chyby nebo nedostatky NASU-92.

Definitivně bude moci být hodnocení NASU-92 uzavřeno po provozních zkouškách, které budou probíhat tak, že uhlí, proměřené NASU, bude vzorkováno automatickým vzorkovačem a vzorky budou laboratorně analyzovány.

Srovnáním obou sérií výsledků (s respektováním časového posuvu mezi NASU a vzorkovačem) bude získán konečný názor na správnost a přesnost funkce NASU v provozních podmínkách.

V případě shodných výsledků provozních zkoušek se statickými bude potvrzeno, že je k dispozici kvalitní měřicí zařízení, umožňující kontinuální měření obsahu síry v uhlí na provozním páse, zařízení splňující náročné podmínky práce v provozu, které nepotřebuje vzorkovací systém a je podstatně levnější než zařízení, nabízená zahraničními firmami.

Literatura:

- Formánek, Z.: Návrh dalšího postupu v zajišťování síroměrů pro potřeby DNT I - zpráva VÚHU Most, leden 1992
- Formánek, Z.: Návrh dalšího postupu v zajišťování síroměrů pro potřeby DNT II - zpráva VÚHU Most, září 1992
- Formánek, Z., Kremláček V.: Výsledky provozních zkoušek vzorkovače a analyzátoru RÓDOS na DNT - Zpravodaj VÚHU Most 5, 4, 1992
- Hejtman, J.: Vývoj a ověření analyzátoru síry s polovodičovým detektorem - VZUP - DIAMO Kamenná, prosinec 1991
- Hejtman, J., Formánek Z.: - Protokol o výsledcích experimentálního ověření přesnosti stanovení síry v uhlí analyzátozem NASU 92 statickými měřeními na modulu pasovky VZUP-DIAMO Kamenná - VÚHU Most, květen 1993
- Hejtman, J.: Protokol o ověření výsledků statických testů NASU-92 na modulu pasovky měřením na DPD 156 na DNT VZUP-DIAMO Kamenná, červenec 1993