

Ing. Luděk M a r e š , Výzkumný ústav vzduchotechniky Praha
Ing. Stanislav B a b i c k ý , VÚHU

Vliv utěsnění odsávaných zákrytů přesypů pásové dopravy na ekonomiku odprašování úpraven hnědého uhlí

Úvod

Přesypy pásové dopravy se staly vlivem své prašnosti vážným problémem pracovního prostředí. Uhlí přepravované pásovými dopravníky obsahuje relativně vysoký podíl prachu. Pohybem dopravovaného materiálu v přesypech se tento uhlýný prach dostává do vzduchu a jeho vířením se šíří do okolí. K tomu dochází často i tehdy, je-li přesyp zakrytován. Prach pak uniká netěsnostmi v místech přetlaku, který vzniká strháváním vzduchu dopravovaným materiálem.

V provozech úpraven uhlí tak dochází k úniku velkého množství prachu z přesypů do okolí. To má nepříznivý vliv na zdravotní stav pracovníků obsluhy (překračování NPK stanovených hygienickými předpisy, které stanoví hygienický předpis č. 46/1987 "Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí" ve výši $8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ pro osmihodinovou a $5,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ pro dvanáctihodinovou pracovní dobu), strojní vybavení, požární bezpečnost (usazování prachu na podlahách, konstrukcích a zejména na elektrických rozvodech) i na životní prostředí (emise prachu do okolí úpraven uhlí).

Odsávání

Vhodně navrženým odsáváním lze únik prachu ze zákrytů odstranit, či alespoň podstatně snížit. Z toho vyplývá důležitost volby optimálního průtoku odsávaného vzduchu. Při nižším

než optimálním průtokem je účinnost odsávání nízká, při vyšším zase neefektivně narůstají investiční i provozní náklady na odprašovací zařízení.

Velikost tohoto optimálního průtokem je přímo závislá na dokonalosti utěsnění zákrytu, respektive na celkové ploše všech netěsností zákrytu, jimiž může proudit vzduch. Průtok nelze stanovit teoreticky, je možné ho volit pouze na základě experimentů, a to vždy pro určité provedení zákrytu. Na výsledný efekt má ovšem vliv nejen správně určená hodnota průtokem, ale i stálost utěsnění. Ta je ovlivněna hlavně volbou těsnicího materiálu a kvalitní údržbou.

Pro budoucí návrhy odprašovacího zařízení úpraven uhlí byl v červnu 1988 měřen vzorově provedený zákryt přesypu pasové dopravy v Úpravně uhlí Ledvice. Měřen byl průtok, podtlaky v zákrytu a koncentrace prachu. Výsledky tohoto měření jsou uvedeny dále.

Popis měřeného zákrytu

Schéma měřeného zařízení je na obr. 1. Jde o zákryt přesypu z pásu 15 situovaného v přízemí objektu hrubá drtírna, na pás 16 umístěný v suterénu. Horní část zákrytu 10 je nově zkonstruovaná, spodní část zákrytu 11 je původní dodávka. Zákryt byl dotěsněn, tzn. volné plochy byly zakryty. Byly též přidány gumové clony 12 nad pásy.

Odsávací nástavec 13 vzduchotechniky je napojen na stropní díl spodní části zákrytu. Z nástavce vede portubí 14 vzduchotechniky nejprve svisle vzhůru, prochází stropem mezi podlažními, obloukem přechází do vodorovného směru a pak se spojuje s další větví vzduchotechniky.

Měřicí místo pro sondáž rychlostního profilu a odsávání

vzorků prachu bylo z dispozičních důvodů možné umístit jedině do vodorovného úseku potrubí. Pro zjišťování statických tlaků byly navařeny olivky - v boku spodní části zákrytu (v místě odsávacího nástavce) - 8, ve stropu spodní části zákrytu (mezi clonami) - 7, v horní části zákrytu - 6 a na začátku odsávacího potrubí - 9.

Popis měřicího zařízení

Objemový průtok vzdušiny potrubím byl zjišťován sondáží rychlostního profilu prandtlovou trubicí 1 (obr. 1).

Koncentrace prachu ve vzdušině byla zjišťována gravimetricky - odsátím vzorku sondou, odloučením prachu ze vzorku a jeho zvážením. Zařízení pro odběr vzorku prachu je na schématu na obr. 1. Vzorek vzdušiny je odsát kombinovanou sondou 2, veden na zachycovač - filtr 3 a dále do plynoměru 4, kde je zjištěn objem vzorku. Pro určení hustoty vzduchu je u plynoměru měřen podtlak U manometrem se rtuťovou náplní. Odsávání zabezpečuje vývěva (dmychadlo) 5. Současně je prandtlovou trubicí kombinované sondy 2 měřena rychlost v potrubí.

Naměřené výsledky

Sondáž rychlostního profilu

Zjištěné hodnoty průtoku a jim odpovídající údaje referenční sondy (tj. prandtlovy trubice kombinované sondy) jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1

Výsledky sondáže rychlostního profilu

Číslo měření	1	2	3	4
(kg.m ⁻³)	1,154	1,156	1,160	1,161
(m.s ⁻¹)	26,34	24,73	20,96	17,01
(m ³ .s ⁻¹)	2,014	1,891	1,603	1,301
Δl (p _{d2}) mm lihu				
1 : 2	118	95	60	42
Δh (p _{s2}) mm H ₂ O	-105	-85	-56	-42

Ze zjištěných hodnot vyplývá závislost mezi průtokem vzduchu a údajem referenční sondy, uvedená v diagramu na obr. 2.

Podtlak uvnitř zákrytu

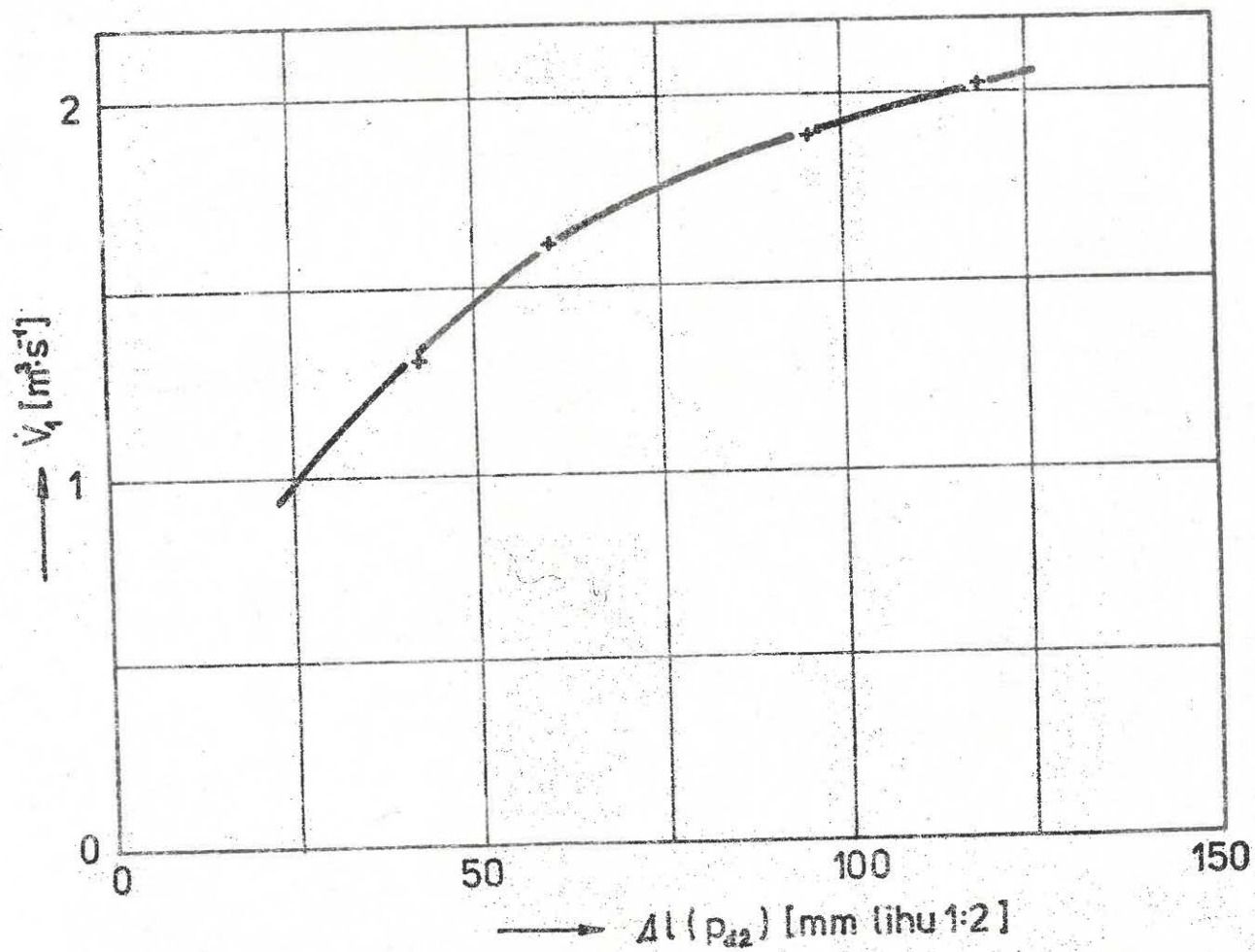
Podtlak v jednotlivých místech zákrytu (obr. 1) byl zjišťován v závislosti na průtoku (tab. 2). Průtok byl na základě údaje referenční sondy odečten z diagramu na obr. 2.

Tabulka č. 2

Podtlak v jednotlivých místech zákrytu

Číslo měření	1	2	3
v ₁ (m ³ .s ⁻¹)	2,00	1,75	1,02
Δp _{s6} (Pa)	-26,2	-22,2	-7,9
Δp _{s7} (Pa)	-27,8	-20,7	-7,2
Δp _{s8} (Pa)	-81,0	-52,4	-20,7
Δp _{s9} (Pa)	-844	-667	-206

Obr. 2 - Závislost průtoku potrubím na údají referenční sondy



Závislost podtlaků v zákrytu na průtoku vzduchu je vynešena v diagramu na obr. 3.

Koncentrace uhelného prachu

Odběr vzorků prachu z potrubí, tj. odsáté objemy vzduchu, hmotnosti zachyceného prachu a zjištěné koncentrace prachu ve vzduchu v odsávacím potrubí jsou uvedeny v tabulce 3. Odsáté množství zaznamenané plynoměrem V_4 bylo přepočteno na stav vzduchu v potrubí V_2 .

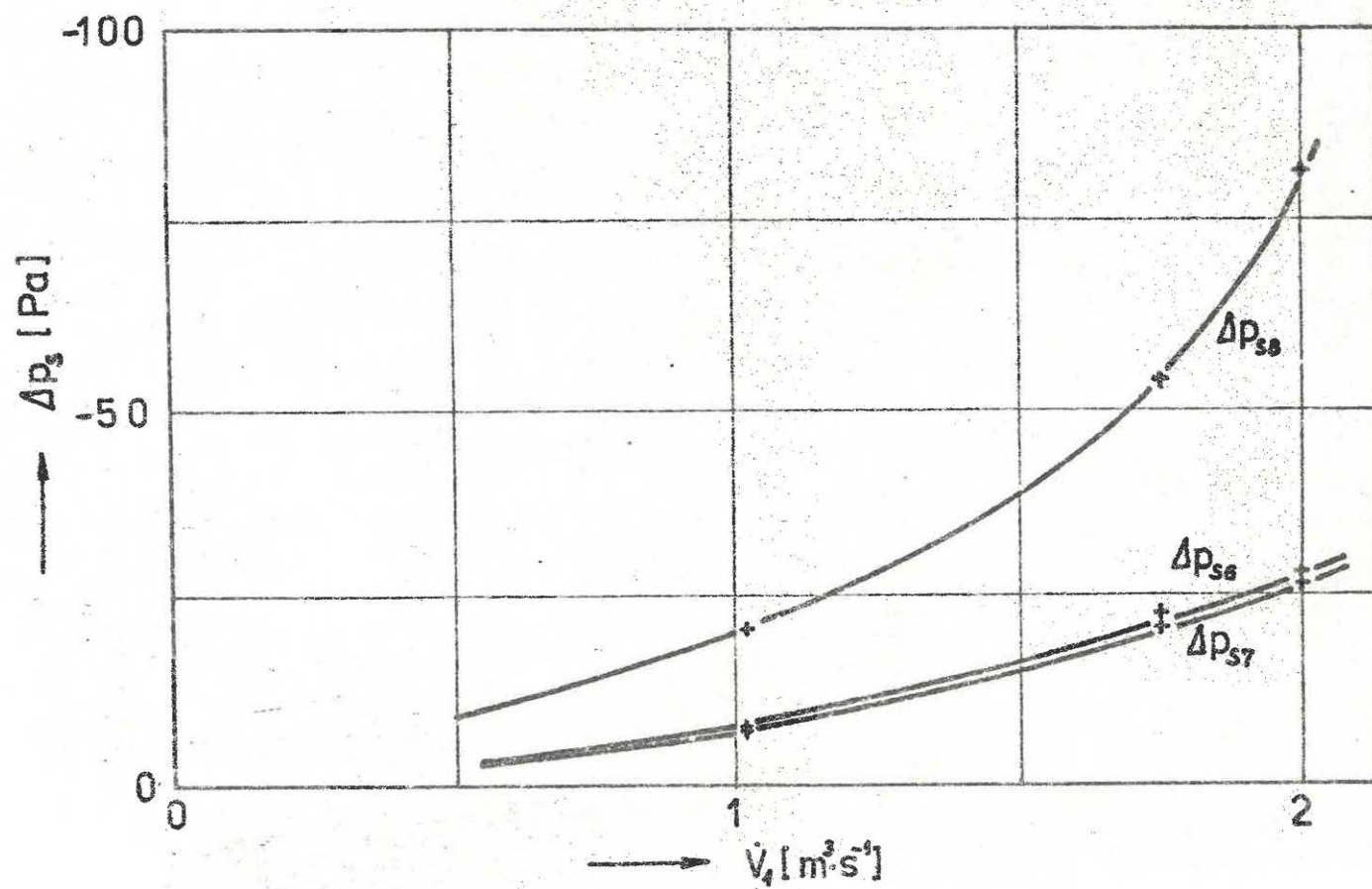
Tabulka č. 3

Odběr vzorků prachovzdušné směsi z potrubí

Číslo měření	5	6	7	8
ζ_4 (kg.m ⁻³)	0,899	0,882	0,863	0,882
ζ_2 (kg.m ⁻³)	1,169	1,169	1,169	1,169
V_4 (m ³)	0,4	0,5	0,5	1,0
V_2 (m ³)	0,308	0,378	0,369	0,755
M_3 (g)	15,43	13,52	6,88	10,77
k_2 (g.m ⁻³)	50,1	35,8	18,6	14,3

Zhodnocení výsledků

Z technických důvodů bylo použito odsávání podizokinetické. Důsledek toho je, že naměřené hodnoty koncentrace prachu budou o málo vyšší než je skutečnost, tedy na straně bezpečnosti.



Zjištěné hodnoty koncentrace kolísají jak den ze dne, tak i při měřeních prováděných krátce za sebou. Tyto změny koncentrace lze vysvětlit kolísáním vlastností dopravované suroviny, hlavně změnami jejího množství a vlhkosti. Měření prováděná v pozdních odpoledních hodinách teplého slunečného dne (měření č. 5, 6) vykazují vyšší koncentrace (36 a 50 g.m^{-3}) než měření prováděná v časných ranních hodinách (měření č. 7, 8), kdy byly koncentrace 18 a 14 g.m^{-3} .

Naměřené hodnoty koncentrace byly ve všech případech nižší než je spodní mez výbušnosti daného hnědouhelného prachu. Ta je u neupraveného vzorku 105 g.m^{-3} a u vzorku upraveného 70 g.m^{-3} (dle posudku SZ č. 214).

Podtlaky v zákrytu: z diagramu na obr. 3 vyplývá, že při průtoku odsávaného vzduchu $1 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ se docílí ve spodní části zákrytu podtlak přes 20 Pa a v horní části zákrytu cca 8 Pa . Při průtoku $0,5 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ jsou pak podtlaky cca 10 Pa ve spodní a 3 Pa v horní části.

Dá se očekávat, že u zákrytu utěsněného tak, jako byl zákryt proměřovaný, bude dostačovat průtok odsávaného vzduchu $0,5$ až $1 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. Výrazně větší podtlak ve spodní části zákrytu vede k závěru, že přes dotěšňování má zákryt stále ještě velké plochy - netěsnosti. Jde zřejmě o netěsnost gumových clon nad dopravními pásy.

Ekonomická úvaha

Pro posouzení ekonomického přínosu utěšňování zákrytů a tím i snižování průtoku odsávaného vzduchu je nutné odhadnout, jaké jsou náklady na odprašovací zařízení v přepočtu na každý instalovaný $1 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ dopravované vzdušiny. Vzhledem k tomu, že nelze obecně postihnout všechny vlivy (některé náklady se budou podle místních podmínek lišit), zahrneme do úvahy pouze náklady na vlastní vzduchotechniku.

Investiční náklady

Největší podíl investičních nákladů na vzduchotechniku tvoří náklady na potrubí, na ventilátor a na odlučovací zařízení. Pro případ hrubé drtírny Úpravny uhlí Ledvice byly tyto náklady vykalkulovány na cca 80 tisíc Kčs na instalovaný $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Uvedené náklady jsou uvažovány pro životnost zařízení přibližně 20 let. Skutečné náklady budou však vyšší, a to o náklady na podpěry a závěsy potrubí, stavební úpravy, montáž atd. Tyto náklady se budou případ od případu lišit a nelze je bez znalosti konkrétních poměrů přesně odhadnout.

Provozní náklady

Hlavními položkami jsou náklady na údržbu a elektrickou energii. Chodu vzduchotechniky denně v průměru 12-18 hodin odpovídají roční náklady cca 20 tisíc Kčs na každý $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ provozovaného výkonu vzduchotechniky.

Skutečné provozní náklady budou vyšší, a to o náklady na opravy, náhradní díly, nátěry, maziva atd. Také je nutné počítat s vyššími náklady na vytápění, kdy v zimním období je teplý vzduch odsáván z budovy a nahrazován chladným venkovním vzduchem.

Odhad nákladů na instalovaný a provozovaný $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ průtoku (investiční 80 tisíc Kčs a roční provozní 26 tisíc Kčs) umožňuje zhodnotit vliv utěsnění odsávaných zákrytů přesypů pásové dopravy na ekonomiku odprašování úpraven hnědého uhlí.

Za tím účelem bylo provedeno srovnání dvou návrhů odprašovacího zařízení pro hrubou drtírnu Úpravny uhlí Ledvice. Původní řešení bylo navrženo pro stávající zákryty přesypů, které nebyly pro instalaci odsávání konstruovány a požadavkům vzduchotechniky na těsnost nevyhovují. Odsávané množství vzduchu pro 20 přesypů zde bylo navrženo ve výši $31,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což dle

této ekonomické úvahy představuje 2,500 000 Kčs investičních a 820 000 Kčs ročních provozních nákladů.

Druhé řešení vychází z výsledků měření vzorově provedeného zákrytu přesypu. Pro odsávání stejných 20 přesypů je navržen průtok $20,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Investiční náklady pak jsou 1 600 000 Kčs a roční provozní náklady 530 000 Kčs, což je 65 % nákladů původního návrhu.

Závěr

Výsledky měření ukazují, že u vhodně navrženého zákrytu přesypu pásové dopravy lze volit průtok odsávaného vzduchu $0,5$ až $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, aniž by došlo ke snížení účinnosti odprášení.

Ekonomická úvaha ukazuje, že zvyšováním těsnosti zákrytů a s tím spojeným snižováním průtoku odsávaného vzduchu lze dosáhnout významných úspor jak na investičních, tak na provozních nákladech.

Při dalším zvyšování těsnosti zákrytů by bylo nutné věnovat pozornost clonám nad pásy, tzn. používat clony minimálně dvojité, lépe však trojitě s rozstupem dle možnosti $0,5$ až 1 m . Těsnicí efekt se výrazně zvýší, neboť zde dochází k opakované expanzi vzduchu po jeho průniku netěsnostmi. Pak by bylo možné snížit průtok vzduchu připadající na odsátí jednoho přesypu na hodnotu nižší než $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Další snižování průtoku může být limitováno zvyšováním koncentrace prachu v odsávaném vzduchu.

Zusammenfassung

Der Einfluß der Abdichtung von Saugglocken für Staub an den Bandübergabestellen auf die Wirtschaftlichkeit der Entstaubung von Braunkohlenaufbereitungsanlagen

Der Beitrag bringt eine Information über die Dringlichkeit der Lösung der Entstaubungsproblematik in den Aufbereitungsanlagen, und macht mit einer möglichen Lösung dieser Problematik bekannt. Bei der Lösung der Entstaubungsproblematik wurde festgestellt, daß auf Grund einer Meßmethode eine optimale Durchflußmenge durch die Staubglockenabsaugung an den Bandübergabestellen zu bestimmen möglich ist. Im Beitrag sind die Messungen auf einem neu entwickelten Staubglockenprototyp an der Übergabestelle und die Ergebnisse dieser Messungen beschrieben. Für eine gut durchgeführte und eingebaute Staubglocke wird der abgesaugte Durchfluß von $0,5 - 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ für eine Übergabestelle ausreichen. Eine wirtschaftliche Analyse weißt auf, daß die Erhöhung der Staubglockenabdichtung und dadurch die Durchflußherabsetzung, vom wirtschaftlichen Standpunkt her sehr günstig ist.

Seznam použitých označení:

k ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)	- koncentrace
M (g)	- hmotnost zachyceného prachu
p (Pa)	- tlak
p_d (Pa)	- dynamický tlak vzdušiny
p_s (Pa)	- statický tlak vzdušiny
V (m^3)	- objem (vzduchu)
$\dot{V}$ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	- průtok
w ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	- rychlost (vzduchu)
Δh (mm)	- údaj U manometru

- Δl (mm) - údaj mikromanometru
- Δp (Pa) - tlakový rozdíl
- ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) - hustota vzduchu

Recenzent: JUDr. V. Málek, Ř SHD