

## **ODLUČOVANIE TUHÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK V NEKONVENČNOM KONŠTRUKČNOM RIEŠENÍ CYKLÓNA**

PLANDOROVÁ Katarína – KRUŽLIAK Ondrej, SR

### **Resumé**

V príspevku sú porovnané dve konštrukčné riešenia cyklónov na odlučovanie tuhých znečisťujúcich látok vo vzduchotechnických systémoch. Je popísaný princíp odlučovania a novo navrhovaného konštrukčného riešenia, s uvedením jeho hlavných predností a možnosťou zavádzania do prevádzok. S problematikou konštrukčných riešení vírivých odlučovačov sa študenti zaoberajú aj v predmete Technika ochrany ovzdušia.

**Kľúčové slová:** odlučovanie, cyklón, konštrukcia cyklóna.

## **SEPARATION OF SOLID POLLUTANTS IN A NON-CONVENTIONAL CYCLONE DESIGN CONCEPT**

### **Abstract**

The present contribution provides a comparison of two design concepts of cyclones for separation of solid pollutants in ventilation systems. The author describes the principle of separation of solid pollutants at the new designed with specification of its main advantages and the possibility of its installations to plants. Students deal with the problem of design concept of cyclone separators also in the subject: Technology of Air Protection.

**Key words:** separation, cyclone, cyclone design concept.

### **1 Úvod**

Ovzdušie, ako jedna zo zložiek životného prostredia a ako jeho neoddeliteľná súčasť je veľmi podstatná pre život na Zemi. Človek svojimi aktivitami veľkou mierou prispieva k jeho znečisteniu, ktoré je a môže byť príčinou mnohých environmentálnych problémov [1]. Vplyv priemyselnej výroby na životné prostredie sa prejavuje vo zvyšovaní nárokov pre návrh parametrov jednotlivých zariadení používaných v technologickej vzduchotechnike.

Podstatou príspevku je poukázať na iné technologické riešenia cyklóna ako sú bežne zaužívané. Je možné ho použiť ako podklad pre hlbšie zaoberanie sa touto problematikou a tiež ako inšpiráciu pre pedagogický proces výučby predmetov techniky a technológie ochrany ovzdušia. Je preto veľmi dôležité nájsť vhodné technické riešenia pre dosiahnutie takých postupov pri odlučovaní tuhých znečisťujúcich látok, aby boli čo najúčinnnejšie.

Jedným z najrozšírenejších zariadení, používaných v technologickej vzduchotechnike na separáciu sypkých hmôt (prach, piliny) patrí aj suchý mechanický odlučovač (cyklón).

### **2 Cyklóny**

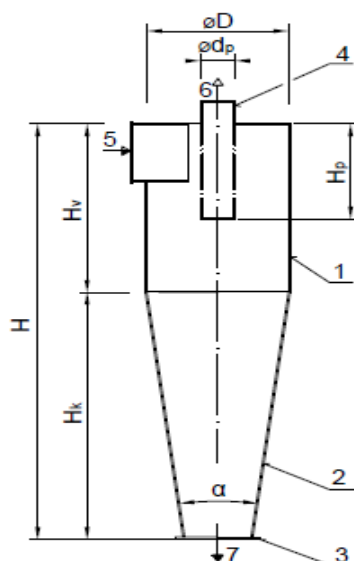
Cyklóny sú technické zariadenia slúžiace na odlučovanie tuhých znečisťujúcich látok od dopravného plynu s využitím gravitačných a zotrvačných síl. Pre zabezpečenie činnosti cyklóna sa využíva silový účinok odstredivého poľa, ktoré je spôsobené vírivým pohybom tekutej zmesi v nepohyblivých častiach príslušného cyklóna. Na vynútenie vírivého pohybu sa využíva mechanická forma energie prúdiacej tekutiny zmesi [2]. Z konštrukčného hľadiska je cyklón pomerne jednoduchý element, pozostávajúci z dlhej časti kužeľovitého tvaru, zužujúceho sa smerom k spodnej časti výsypaného (vypúšťacieho) otvoru. Médium je po vstupe do valcovej časti odlučovača uvedené do zostupného rotačného pohybu smerom k dolnej kužeľovej časti, v ktorej však odlučovaný materiál už nemá tendenciu ďalej klesať. Vplyvom odstredivých síl a záporne naklonenej roviny kužeľového plášťa je naopak materiál nútený sa dvíhať proti novoprichádzajúcemu materiálu, s ktorým sa vzhľukuje a nadobúda objem. To, že materiál odchádza výsypaným otvorom je spôsobené nárastom objemu, spomalením jeho rotácie trením o plášť, gravitačnou silou a tlakom ďalšieho materiálu vstupujúceho do odlučovača. Kužeľový tvar spodnej časti odlučovača je potrebný z dôvodu postupného uzatvárania stredového vzostupného podtlakového prúdu, ktorý vzniká rotáciou a zmenou smeru prúdenia média bližšie k osi odlučovača. Z toho vyplýva, že v osi rotácie nie je možné mať z dôvodu spätného strhávania odlučovaného materiálu veľký priemer otvoru [3].

### **3 Konštrukcia cyklónov**

Pre správnu činnosť cyklóna sú rozhodujúce jeho rozmery (obr.1), najmä priemer jeho valcovej časti  $D$ , výška  $H$  a tvar cyklóna. Väčšia výška a menší prierez cyklóna zodpovedá vyššej hodnote účinnosti odlučovania. Pre odlúčivosť je tiež podstatný tvar vstupného prierezu do cyklónu. Cyklóny s tangenciálnym vtokom obdĺžnikového prierezu dosahujú vyššiu účinnosť odlučovania, ak vtok je úzky a vysoký. U cyklónov so špirálovým vstupom je vyššia účinnosť odlučovania dosahovaná pri vtokovom potrubí tvaru štvorca.

Na tlakové straty cyklóna a podmienky odlučovania má značný vplyv “ stupeň otvorenia cyklóna”, čo je pomer súčtu vstupného prierezu potrubia  $S_e$  a výstupného prierezu  $S_a$  k prierezu cyklóna  $S_D$ . Nižšie hodnoty stupňa otvorenia cyklóna odpovedajú vyšším hodnotám tlakových strát a lepšej odlúčivosti. Hĺbka zasunutia  $H_p$  výstupnej rúry by mala byť riešená tak, aby jej ústie končilo tesne pod spodnou stenou vstupu. Vrcholový uhol kužeľa cyklóna  $\alpha$  býva v rozmedzí 10 až 20°. Cyklóny s nižšou hodnotou vrcholového uhla kužeľovej časti, asi do 15° majú lepšiu odlúčivosť [4].

Pri výbere cyklóna je potrebné zohľadniť prietok heterogénnej zmesi cyklónom, vlastnosti odlučovanej sypkej hmoty, vstupnú koncentráciu sypkej hmoty, požiadavky na mieru odlučovania častíc sypkej hmoty od dopravovaného vzduchu (mieru vyčistenia vzduchu). Na prevádzkovú spoľahlivosť cyklónov vplýva nie len konštrukcia odlučovača, ale aj spôsob prevádzky. Preto je potrebné pri návrhu vychádzať z predpokladu, že proces odlučovania začína vstupom do cyklóna a končí až odsunom odlúčeného materiálu z výsypky. Výsypka, v ktorej sa odlúčený materiál hromadí musí byť navrhnutá tak, aby mala dostatočný objem pre uskladnenie nahromadeného odlúčeného materiálu. Pri návrhu výsypky treba brať do úvahy, že jej celý objem nemôže byť využitý, pretože pod výsypaným otvorom cyklóna sa vytvára sypný kužeľ a z toho dôvodu je potrebné zabezpečiť minimálnu voľnú výšku 1 m [5].

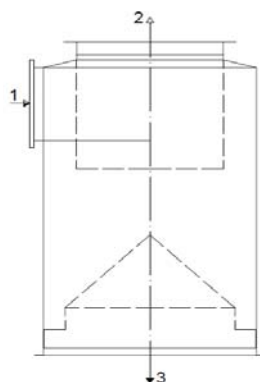


**Obr. 1:** Základné rozmery a časti odlučovača.

$D$  – priemer valcovej časti,  $\text{Ø}D$  – priemer cyklónu,  $\text{Ø}d_p$  – priemer odťahovej rúry,  
 $H$  – celková výška cyklónu,  $H_k$  – výška kužeľovej časti cyklónu,  $H_v$  – výška valcovej časti  
 cyklónu, 1 – dutý valec, 2 – dutý kužeľ, 3 – výsypný otvor, 4 – odťahové potrubie, 5 – vstup  
 heterogénnej zmesi, 6 – výstup vyčisteného vzduchu, 7 – výstup odlučovaného materiálu

#### 4 Netradičné konštrukčné riešenie cyklónu

Novým riešením je odlučovač, ktorý pozostáva iba z valcovej časti, bez dolnej, kužeľovej časti (obr. 2). K uzatvoreniu vzostupného prúdu je použité aerodynamické kužeľové teleso, ktoré v dolnej časti odlučovača uzatvára stredovú oblasť podtlaku, čím nahradzuje riešenie klasického cyklónu, ale nepreberá jeho nedostatky. Heterogénna zmes po vstupe do odlučovača pokračuje v zostupnom rotačnom pohybe, pričom odlučovaný materiál je bez zhlukovania voľne unášaný na okraj výpadového otvoru, ktorý je po obvodě plášťa cyklónu, v mieste pod úrovňou aerodynamického telesa. Tu za pomoci odstredivej sily opúšťa odlučovač [6].



**Obr. 2:** Netradičné konštrukčné vyhotovenie cyklónu.

1 - vstup heterogénnej zmesi, 2 - výstup vyčisteného vzduchu, 3 - výstup odlučovaného materiálu  
 Výhody:

- zmenšenie výšky odlučovača rovnakého priemeru približne o jednu štvrtinu,
- dosiahnuteľný až dvojnásobný odlučovací výkon pri umiestnení na zásobníky,
- v zásobníkoch nevzniká sypný kužeľ smerom k výsypnému otvoru cyklónu,
- lepšie využitie kapacity zásobníka,
- znižovanie opotrebovania dolnej časti vplyvom abrazivity.

## 5 Záver

Chrániť životné prostredie znamená predchádzať, obmedzovať a odstraňovať znečisťovanie a poškodzovanie životného prostredia. Je preto potrebné venovať sa aj oblasti, ktorá bude vplyvy na životné prostredie zmierňovať. Do tejto kategórie nepochybne patrí aj zavádzanie nových trendov v odlučovaní tuhých znečisťujúcich látok. Pri návrhu cyklónu musíme poznať a zohľadniť základné vstupné parametre (zdroj a vlastnosti sypného materiálu, prietok vzdušniny, druh prevádzky, atď.), ktoré tvoria základ jeho konštrukčného riešenia. V príspevku boli popísané dve zariadenia využívané v predmete Technika ochrany ovzdušia.

## 6 Literatúra

1. Černecký, J. *Technické prostriedky merania a monitorovania*. Zvolen: Vydavateľstvo TU, 2005. 92 s.
2. Dzurenda, L. *Vzduchotechnická doprava a separácia dezintegrovanej drevnej hmoty*. Zvolen: Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 2002. 143 s. ISBN 80-228-1212-9.
3. Longauer, J. *Hydraulika a vzduchotechnika v drevospracujúcom priemysle*. Bratislava: Vydavateľstvo ALFA, Hurbanovo nám. 3, 1991. 384 s. ISBN 80-05-00835-X.
4. Hejma, J. – Budinský, K. – Vávra, A. – Drkal, F. *Vzduchotechnika v dřevozpracovávajícím průmyslu*. Praha: Nakladatelství technické literatury, n.p., Spálená 51, 1981. 398 s. ISBN 04-829-81.
5. Horák, M. *Technika ochrany ovzdušia I*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, Vazovova 5, 1993. 171 s. ISBN 80-227-0830-5.
6. Dostupné na internete: <http://www.lisnice.com/basic1.php?a=3#kuk>.

**Lektoroval:** doc. Ing. Vladimír Štollmann, CSc., PhD., Katedra lesnej ťažby a mechanizácie, Lesnícka fakulta TU vo Zvolene

### Kontaktná adresa:

Katarína Plandorová, Ing.  
Katedra environmentálnej techniky,  
Fakulta environmentálnej a výrobnjej techniky  
TU vo Zvolene, Študentská 26, 960 53  
Zvolen, SR, tel: 00421 45 5206809  
e-mail: plandorova@vsld.tuzvo.sk

Ondrej Kružliak, Ing.  
Katedra environmentálnej techniky,  
Fakulta environmentálnej a výrobnjej techniky  
TU vo Zvolene, Študentská 26, 960 53  
Zvolen, SR, tel: 00421 45 5206809,  
e-mail: ondrej.kruzliak@gmail.com