

NÁVRH MODELU CYKLÓNA PRE VYUŽITIE VO VYUČOVACOM PROCESE

PLANDOROVÁ Katarína – ČERNECKÝ Jozef, SR

Resumé

Príspevok sa zaoberá návrhom modelu cyklóna ako didaktickej pomôcky pre študentov technického zamerania s využitím vo vyučovacom procese. Pri návrhu modelu cyklóna sa musia zohľadniť všetky faktory, ktoré majú podstatný vplyv nielen na samotný návrh, ale aj celkovú odlúčivosť cyklóna. Na navrhnutom modeli cyklóna môžu študenti realizovať jednotlivé merania, podľa stanovených metód a postupov a to pri rôznych režimoch nastavenia odlučovacieho zariadenia.

Kľúčové slová: odlučovanie, cyklón, návrh.

STRUCTURAL DESIGN OF THE MODEL CYCLONE FOR UTILIZATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract

The present contribution deals with structural design of the model cyclone as didactic tool for students with technical focus, as well as for exploitation in the educational process. There must be considered all of the factors in the design of cyclone which have an important weight for structural design and for mean value of separation too. Student can practice measurements on this cyclone in different modes of separation by predetermined methods and procedures.

Key words: separation, cyclone, structural design.

1 Úvod

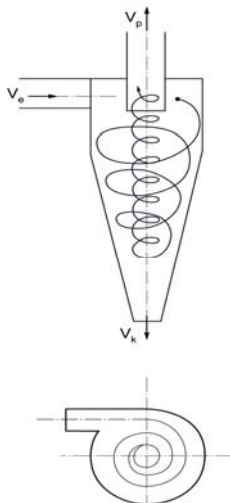
Do technických spôsobov obmedzenia úniku tuhých znečisťujúcich látok (emisii) do ovzdušia, patrí používanie rôznych typov separačných zariadení využívaných v priemyselnej výrobe. Do tejto skupiny odlučovačov môžeme zahrnúť aj mechanický suchý odlučovač (vírový), nazývaný tiež cyklón, ktorý slúži na oddelenie tuhých a plynných látok v dvojfázovom systéme s využitím niekoľkých fyzikálnych odlišných síl. Správna funkčná činnosť cyklóna je podmienená viacerými faktormi, ktoré sú rozhodujúce pri konštrukčnom návrhu cyklóna a jeho celkovej odlúčivosti.

Pri konkrétnom návrhu je potrebné zohľadniť prietok heterogénnej zmesi cyklónom, vlastnosti a koncentrácia sypkej hmoty, požiadavky na mieru odlúčenia častíc sypkej hmoty od dopravovaného plynu a predovšetkým technicko-technologické vlastnosti odlučovača.

Podstatou príspevku je poukázať na základné podmienky, ktoré by sa mali dodržiavať pri návrhu optimálnych rozmerov a konštrukčných parametrov cyklóna.

2 Cyklóny

Cyklóny dostali názov na základe podobnosti s prírodnou atmosférickou búrkou. Obidva využívajú vírivý pohyb prúdiacej tekutej zmesi vytvorenej tuhými časticami a nosným plynom. Cyklóny sú technické zariadenia slúžiace k odlučovaniu sypkých hmôt od dopravného plynu s využitím gravitačných, zotrvačných a odstredivých síl, obr.1.



Obr. 1: Cyklón.

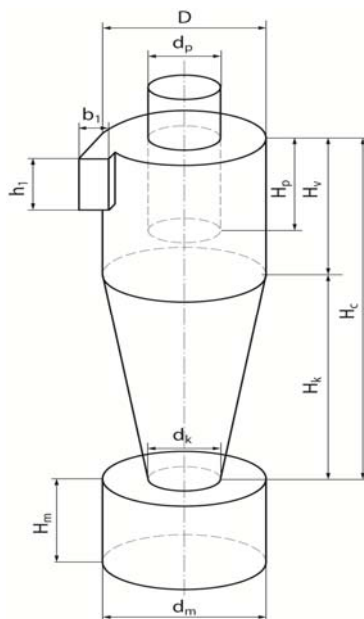
V_e - vstupný objemový tok zmesi, V_p - objemový tok vyčisteného plynu,
 V_k - objemový tok odlúčených častíc

Zmes sypkej hmoty a plynu sa privádza cez tangenciálny, alebo špirálový vstup do valcovitej nádoby. Tu sa pohybuje rotačne smerom k dolnej lievikovitej časti cyklóna, 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 novo prichádzajúcemu materiálu, s ktorým sa vzhľukuje a nadobúda objem. Nárastom objemu, poklesom rýchlosti, gravitačnou silou a tlakom ďalšieho materiálu vstupujúceho do cyklóna, odlúčený materiál odchádza výsypným otvorom do výsypky. Kónický tvar spodnej časti cyklóna je potrebný z dôvodu postupného uzatvárania stredového vzostupného podtlakového prúdu, ktorý vzniká rotáciou a zmenou smeru prúdenia média bližšie k osi odlučovača. To znamená, že v osi rotácie nie je možné mať z dôvodu spätného strhávania odlučovaného materiálu veľký priemer výsypného otvoru [1].

3 Konštrukčný návrh modelu cyklóna

Základnými parametrami cyklóna (obr.2) je priemer D jeho valcovej časti a celková výška cyklóna H_c , ktorá by mala byť volená $(2,5 \text{ až } 6) \cdot D$. Väčšia výška a menší prierez cyklóna zodpovedá vyššej hodnote účinnosti odlučovania. Cyklóny s tangenciálnym vtokom obdĺžnikového prierezu dosahujú vyššiu účinnosť odlučovania, ak vtok je úzky a vysoký ($h_1 > b_1$). Cyklóny so špirálovým vstupom majú vyššiu účinnosť pri vtokovom potrubí tvaru štvorca. Pri tlakových stratách cyklóna má značný vplyv na podmienky odlučovania „stupeň otvorenia cyklóna“, ktorý predstavuje pomer súčtu vstupného prierezu potrubia S_e a výstupného prierezu S_a k prierezu cyklóna S_D a táto hodnota by sa mala pohybovať v rozmedzí 0,4 až 0,8. Nižšie hodnoty stupňa otvorenia cyklóna odpovedajú vyšším hodnotám tlakových strát a lepšej odlúčivosti. Zapustenie odťahovej rúry cyklóna, tj. miera H_p je obvykle volená tak, aby ústie výstupného potrubia končilo tesne pod spodnou stenou vtokového potrubia. Hodnota uhla kužeľovej časti cyklóna má pri nižšej hodnote (do 15°) lepšiu odlúčivosť. Priemer výsypného otvoru d_k by mal byť, čo najmenší s prihliadnutím na to, aby nedochádzalo k jeho upchatiu. Pre lepšiu odlúčivosť platí $d_k/D = 0,18 \text{ až } 0,4$ pričom vyššie hodnoty sa dosahujú u cyklónov s väčším priemerom, určených pre odlučovanie

hrubšieho odpadu. Pri návrhu výsypky treba brať do úvahy, že jej celý objem nemôže byť využitý, pretože pod výsypným otvorom d_k cyklóna sa vytvára sypný kužeľ [2].



Obr. 2: Model cyklóna s hlavnými rozmermi.

D - priemer cyklóna, d_p - priemer odťahovej rúry, d_k - priemer výsypného otvoru,
 b_1 - šírka vstupu do cyklónu, h_1 - výška vstupu do cyklónu, H_v - výška valcovej časti cyklónu,
 H_k - výška kužeľovej časti cyklónu, H_p - hĺbka zasunutia odťahovej rúry, H_c - celková výška
cyklónu, d_m - priemer výsypky, H_m - výška výsypky

Cyklóny sa používajú na odlučovanie hrubých a stredne hrubých frakcií sypkej hmoty ako je trieska, pilina, nelepivý jemný prach s rozmermi zŕn 10 až 100 μm . Pre jemné frakcie s rozmermi zŕn do 10 μm sa celková odlúčivosť pohybuje okolo 85 %, tieto cyklóny sa vyznačujú štíhlym tvarom predĺženého valca i kúžeľa. Pre hrubšie frakcie s rozmermi zŕn nad 10 μm , býva celková odlúčivosť 90 až 95 % a k odlučovaniu sa používajú veľkopriestorové odlučovače s priemerom $D > 1$ m, relatívne menšou výškou a tupším uhlom kónusu kužeľovej časti. Pri voľbe cyklóna nesmie zabudnúť na prevádzkovú spoľahlivosť, ktorú ovplyvňuje nielen konštrukcia cyklóna, ale predovšetkým spôsob prevádzky [3].

4 Voľba materiálu a výrobný postup

Na výrobu modelu cyklóna je možné použiť plechy z uhlíkovej ocele, plechy z ocele triedy 17, alebo oteruvzdorných ocelí. Proti korozívnym a erozívnym účinkom materiálu sa cyklóny niekedy chránia pokrývaním povrchu odlučovacieho priestoru cyklóna plastami, gumou, alebo keramikou. Pri výrobe cyklóna je potrebné dodržať tieto zásady:

- Zvary u celého cyklóna musia byť plnotesné a zvnútra vybrúsené.
- Vnútorný povrch cyklóna musí byť tiež hladký a spoje plechov bez presahov.
- Kruhovosť nie je potrebné dodržať tesne (dovolená odchýlka $\pm 0,03 D$), ale nie je vhodné vyrábať kužeľ lámaním na ohraňovacom lise.

- Odlučovač musí byť z konštrukčného, aj výrobného hľadiska zaistený proti zatekaniu vody.

Pri dodržaní týchto zásad je vylúčená pravdepodobnosť vzniku poruchy vo funkcii odlučovača a to z dôvodov výroby [4].

5 Záver

Dodržaním uvedených podmienok pre optimálny návrh rozmerov a konštrukčných parametrov cyklóna, ako aj vhodná voľba materiálu a správny výrobný postup zaručujú správnu funkciu a bezporuchový stav modelu cyklóna. Navrhnutý model je možné využiť vo vyučovacom procese, ako názornú ukážku odlučovania TZL a tiež pre konkrétne meranie rýchlostí, tlakových pomerov a objemovom prietoku cyklóna. Dosiahnuté výsledky môžu zas poslúžiť pri návrhu nových riešení a úprav cyklóna pre zlepšenie technológie odlučovania, ako aj celkovej odlúčivosti cyklóna.

6 Literatúra

1. Plandorová, K. *Optimalizácia zariadení na odlučovanie tuhých znečisťujúcich látok*. Zvolen: Písomná práca k dizertačnej skúške, 2010. 50 s.
2. Dzurenda, L. *Vdzuchotechnická doprava a separácia dezintegrovanej drevnej hmoty*. Zvolen: Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 2002. 143 s. ISBN 80-228-1212-9.
3. Černecký, J. – Neupauerová, A. *Technika ochrany ovzdušia*. 1. vyd. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2009. 200 s.
4. Longauer, J. *Technika ochrany ovzdušia*. Konštrukčné návody. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2000. 100 s.

Riešená problematika je súčasťou projektu KEGA č. 3/6431/08 „Stanovenie charakteristík kvantifikácie emisií a indikátorov kvality ovzdušia v podmienkach európskej legislatívy“.

Lektoroval: doc. Ing. Pavol Božek, CSc., (ÚAIAaM – MF – STU Bratislava, SR).

Kontaktná adresa:

Katarína Plandorová, Ing.
Katedra environmentálnej techniky,
Fakulta environmentálnej a výrobnéj techniky TU
vo Zvolene, Študentská 26, 960 53 Zvolen, SR,
tel: 00421 45 5206 809
e-mail: plandorova@vsld.tuzvo.sk

Jozef Černecký, doc. Ing. CSc.
Katedra environmentálnej techniky,
Fakulta environmentálnej a výrobnéj
techniky TU vo Zvolene, Študentská 26,
960 53 Zvolen, SR,
tel: 00421 45 5206 698
e-mail: jcern@vsld.tuzvo.sk