Kolozsvár, 1998. március 20-21.

A Dunafer Rt. Értömörítő multiciklonja leválasztási feltételeinek vizsgálata

Szehofner Rita

Dr. Ph. D. Szűcs István

Vigh Csaba

In Hungary the most amount of pig iron is produced in the two existing blast furnaces of DUNAFERR Co. The raw material of the pig iron is iron ores. The iron ores must be synterised before charging it into the blast furnace. The syntering method is executed by vacuum syntering belt, where huge amount of powder is forming during the process. It will significantly pollute the environment if this amount of powder is emitted into the atmosphere. Multicyclone is used for powder separation in the Synterising Plant of DUNAFERR Co. The physical properties, the velocity of gas flow and multicyclone's dimension determine the minimal diameter of precipitated particles. In my study I have investigated the ability of powder particles precipitation in multicyclone. I have determined the tangential velocity of gas flow and calculated the tangential ratio of gas velocity because the rotation of gas flow is caused by two multiple thread spin elements. To calculate this velocity I have determined the size of the cross section which is rectangular to the gas flow direction. The size of the cross section was determined by integration. According to specify the minimum size of particle, the measurement of density and granulometric composition of powder were inevitable. The scaling of RRB diagram were followed by the calculation of powder's granulometric composition diagram. The minimum size of precipitated particle were determined by theoretical calculation and experimental measurement.

Elméleti számítások

A DUNAFERR Rt. Értömörítő üzemében található zsugorítószalagnál keletkezett por leválasztását multiciklon segítségével valósítják meg, melyben a ciklonelemek száma 308 db. Az elemek magassága soronként változik, átmérőjük azonos. Egy ciklonegységben a gáz sugár irányú áramlási sebessége az örvényhenger palástján keresztül a ciklon tengelye felé:

$$w_r = \frac{V}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot k \cdot n}, \text{ m/s} \quad (1)$$

ahol:

V : a hordozógáz térfogatárama, m³/s;

r : a merülőcső sugara, m;

k : az "örvényhenger" magassága, m;

n : a multiciklonban lévő ciklonegységek száma.

Az örvényhenger felületénél bonyolult mozgást végző részecskék w_t (m/s) tangenciális sebességének meghatározásakor a következőképp járhatunk el:

$$|\overline{w}_t| = |\overline{w}| \cdot \cos \beta, \text{ m/s} \quad (2)$$

$$\cos \beta = \frac{\frac{D_b + d_k}{2}}{\sqrt{\left(\frac{D_b + d_k}{2}\right)^2 + h^2}} \quad (3)$$

$$|\overline{w}| = \frac{V}{308 \cdot A}, \text{ m/s} \quad (4)$$

A gáz sebességvektorára merőleges szabad áramlási szelvényt úgy értelmezhetjük, hogy két perdítőelem között a gáz sebességvektorára merőleges síkkal gondolatban elmetszük a ciklont. Ekkor a ciklon külső hengere és a merülőcső, valamint az alsó és a felső perdítő felület síkmetszeteként egy ellipszisgyűrűt kapunk. Ennek megfelelően az áramlási szelvény:

$$A = \frac{1}{4 \cdot \sin \beta} \cdot d^2 \cdot \left(\frac{\arcsin\left(\frac{h}{2d} \cdot \sin 2\beta\right)}{2} + \frac{\sin\left(2 \cdot \arcsin\left(\frac{h}{2d} \cdot \sin 2\beta\right)\right)}{4} \right) - \frac{1}{4 \cdot \sin \beta} \cdot D^2 \cdot \left(\frac{\arcsin\left(\frac{h}{2D} \cdot \sin 2\beta\right)}{2} + \frac{\sin\left(2 \cdot \arcsin\left(\frac{h}{2D} \cdot \sin 2\beta\right)\right)}{4} \right) \quad (5)$$

A határszemcse átmérője:

$$d_h = \sqrt[3]{\frac{18 \cdot \eta \cdot r \cdot w_r}{w_r^2 \cdot \rho_r}} \text{ m}, \quad (6)$$

ahol:

r : a merülőcső sugara, m;

w_r : a határszemcsék kifele irányuló és a gáz befele irányuló sebességkomponense az "örvényhenger" felületén, m/s;

ρ_r : a részecskék sűrűsége, kg/m³;

w_t : a gáz tangenciális sebessége, m/s;

η : a közeg dinamikai viszkozitása, Pas.

Mérések eredménye

A szemcseeloszlás és a sűrűség meghatározáshoz a multiciklon által leválasztott porból vett mintát különböző lyukbőségű szitákon megszitáltam. A kapott eredményekből megszerkesztettem az RRB görbét (1. ábra), mely alapján megszerkeszthető volt a 2. ábra szerinti szemcseeloszlási görbe.

1. ábra

A multiciklon által leválasztott por szemcseösszetételének ábrázolása RRB-görbével

2. ábra

A multiciklonban leválasztott por gyakorisági görbéje

Méréssel meghatároztam a leválasztott por átlagsűrűségét, melynek értéke $3,49 \text{ g/cm}^3$ -nek adódott. Az így kapott sűrűséggel kiszámoljuk a különböző örvényhenger-magasságokhoz tartozó határszemcse-méretet, melynek eredményét a 3. ábra mutatja. Az ábra alapján a ciklon által leválasztható szemcse átmérője $7 \mu\text{m}$, amely tovább csökkenthető az örvényhenger magasságának növelésével. A 2. ábrán látható, hogy a főszemcse átmérője $36 \mu\text{m}$, ebből kifolyólag a leválasztási hatások megfelelő.

3. ábra

A zsugorítványban előforduló fém-oxidok és az átlagos sűrűségű porszemcsék határszemcsemérete az örvényhenger magasságának függvényében

Szehofner Rita egyetemi hallgató

Miskolci Egyetem, Miskolc-Egyetemváros H-3515

Dr. Szűcs István egyetemi docens

Miskolci Egyetem, Hőenergiagazdálkodási Intézet, Tüzeléstan Tanszék

Vigh Csaba doktorandusz

Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet, Analitikai Kémiai Tanszék