

TADEUSZ GLUBA
ANDRZEJ OBRANIAK

Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, Łódź

Ocena odporności na ścieranie granulowanego nawozu wieloskładnikowego *Lubofoska*

Wstęp

Jednym z zasadniczych powodów granulacji materiałów drobnoziarnistych, w tym nawozów sztucznych, jest chęć wyeliminowania ich pylenia. Ponadto dodatkową korzyścią jest to, że materiał w formie zgranulowanej nie zbryla się i łatwiej może być dozowany. Właściwości uzyskanego produktu (skład granulometryczny, gęstość nasypowa, wytrzymałość, odporność na ścieranie) zależą od sposobu granulacji oraz parametrów aparaturowych i procesowych [1, 2]. Zjawiskiem niekorzystnym, wynikającym ze słabości wiązań między poszczególnymi ziarnami tworzącymi granulaty jest zjawisko ścierania, występujące najczęściej podczas transportu i dozowania aglomeratów. Powstający ścier powoduje niekorzystne, wtórne pylenie uzyskanego wcześniej produktu [3].

Cel pracy

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę wpływu wybranych parametrów procesu na odporność na ścieranie granulowanego nawozu *Lubofoska*.

Badania

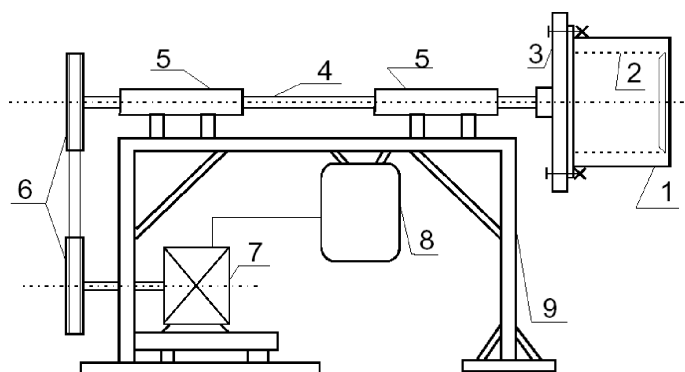
Granulat, poddawany analizie odporności na ścieranie, wytworzono w granulatorze bębnowym o średnicy $D = 500$ mm i długości $L = 400$ mm, o okresowym cyklu pracy przy stałej prędkości obrotowej bębna, wynoszącej 15 obr/min. W czasie badań przesypane w bębnie złożo pylistego nawozu nawilżano przy stałym natężeniu przepływu cieczy $Q = 12$ l/h. Do materiału dostarczano każdorazowo określoną masę cieczy, wynikającą z założonej wilgotności wsadu. Po zakończeniu nawilżania proces granulacji kontynuowano przez określony czas do pełnego zgranulowania wsadu.

Zmiennymi parametrami procesu były: rozmiar kropli cieczy nawilżającej, 154,16; 211,9 i 235,7 μm oraz wilgotność złoża $w = 0,18; 0,195$ i $0,21$ [kg wody/kg s · m].

Nawilżanie złoża prowadzono dwoma sposobami: dyszami pneumatycznymi, zraszaczem kropłowym (krople o rozmiarze 3–4 mm).

Badania wytrzymałości na ścieranie, które miały symulować dezintegrację aglomeratów wynikającą z wzajemnego przemieszczania się grup granul przeprowadzono na stanowisku, którego schemat przedstawiono na rys. 1. Ocena odporności na ścieranie polegała na porównaniu składów granulometrycznych wysuszonego materiału ziarnistego przed i po próbie ścierania.

Reprezentatywną próbkę wsadu otrzymanego po granulacji, o znanym składzie ziarnowym i masie wynoszącej 200 g umieszczano w bębnie perforowanym – 2 o średnicy 160 mm oraz długości 350 mm, zamontowanym wspólnie wewnątrz bębna nieperforowanego – 1 o średnicy $D_s = 200$ mm



Rys. 1. Schemat stanowiska do badania wytrzymałości na ścieranie: 1 – bęben nie perforowany, 2 – bęben perforowany, 3 – tarcza, 4 – wał, napędowy, 5 – podpory łożyskowe, 6 – przekładnia pasowa, 7 – silnik, 8 – sterownik, 9 – konstrukcja nośna

wewnątrz bębna nieperforowanego – 1 o średnicy $D_s = 200$ mm oraz długości $L_s = 400$ mm. Oba bębny były zamykane osobnymi pokrywami. Napęd z silnika – 7 był przekazywany za pomocą przekładni pasowej – 6 i wału napędowego – 4 na tarczę – 3, na której umocowane były bębny – 1 i 2. Przy użyciu sterownika – 8 ustawiano stałą prędkość obrotową równą $n_s = 0,394$ obr/s, która została przyjęta jako 25% prędkości krytycznej n_{kr} . Po czasie t_s wynoszącym 900 s materiał wyjmowano z bębnow – 1 i 2 oraz poddawano analizie sitowej.

W wyniku tarcia złoża o perforowane ścianki bębna oraz wzajemnego oddziaływania poszczególnych granulek następowało ścieranie wierzchnich warstw aglomeratów, co skutkowało zmniejszaniem się ich rozmiarów a także, co najbardziej istotne, powstaniem ścieru. Materiał ścierany w trakcie próby przedostawał się poprzez perforowane otwory o średnicy 1 mm i gromadził w bębnie zewnętrznym, a pozostała część granulatu pozostawała w bębnie wewnętrznym. Przeprowadzono analizę zmian procentowych udziałów masowych frakcji rozmiarowej 0-1mm, w granulacie wyjściowym i po próbie ścierania. Do oceny odporności granulek na ścieranie przyjęto przyrost udziału frakcji rozmiarowej 0-1mm U_{sc} (ścier) w wyniku próby ścierania określony poniższym wzorem

$$U_{sc} = U_s - U_{ng} \quad (1)$$

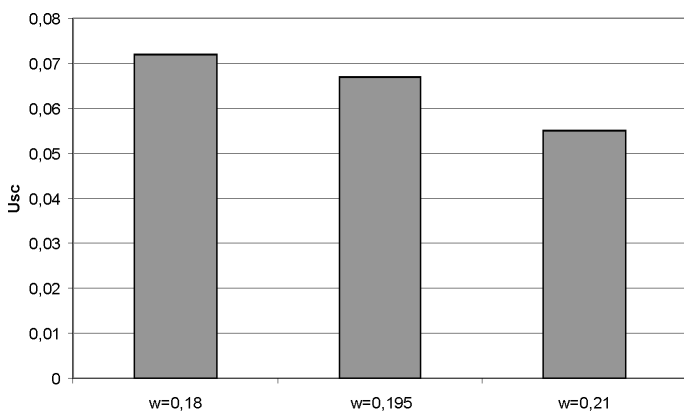
gdzie:

U_s – udział procentowy frakcji 0-1mm po próbie na ścieranie

U_{ng} – udział frakcji niezgranulowanych (<1mm) w badanym złożu, po procesie granulacji (przed próbą ścierania).

Badania wykazały, że odporność na ścieranie się suchych granulatów zależy od parametrów nawilżenia stosowanych

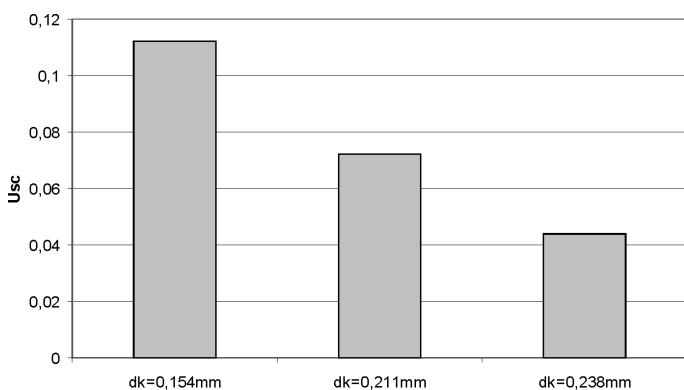
podczas granulacji. Na rys. 2 przedstawiono przykładowo wpływ wilgotności przetwarzanego złoża na ścieralność suchego produktu wyrażoną procentowym udziałem masowym powstałego ścieru U_{sc} .



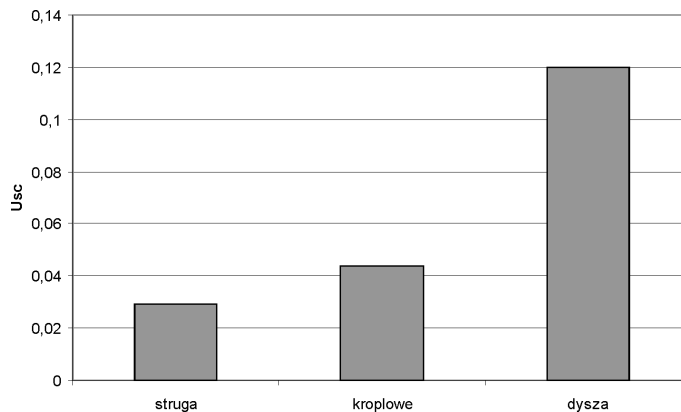
Rys. 2. Wpływ wilgotności końcowej granulowanego złoża na procentowy udział masowy ścieru

Stwierdzono, że wzrost ilości cieczy wiążącej dodanej podczas granulacji (wilgotność) wpływa na zwiększenie odporności na ścieranie suchego produktu. Surowiec przetwarzany przy większej wilgotności szybciej przekształca się w granulaty i szybciej zachodzą w nim procesy zagęszczania ziaren w aglomeratach. Stąd końcowe zagęszczenie ziaren w produkcie (przy jednakowym czasie granulacji) jest większe niż dla cząstek wytworzonych przy mniejszych wilgotnościach [4]. Większe zagęszczenie ziaren w granulkach decyduje o ich większej odporności na ścieranie.

Stwierdzono również wpływ innych parametrów nawilżania (rozmiaru kropli cieczy wiążącej i sposobu nawilżania) na odporność na ścieranie suchego granulatu. Zależności te przedstawiono na rys. 3 i 4.



Rys. 3. Wpływ rozmiaru kropli cieczy nawilżającej podanej dyszą pneumatyczną na procentowy udział masowy ścieru



Rys. 4. Wpływ sposobu nawilżania na przyrost udziału procentowego frakcji 0-1 mm

W przypadkach tych również większą podatnością na ścieranie charakteryzowały się te aglomeraty, których granulacja przebiegała z mniejszą szybkością niż dla prób przeprowadzonych przy parametrach zapewniających większy stopień lokalnego przewilżenia złoża [5].

Zależności przedstawione na rys. 3 i 4 wykazały większą odporność na ścieranie dla tych granulatów, które wytworzono, przy parametrach zapewniających szybsze powstawanie zarodków i w konsekwencji szybsze zagęszczenie badanego produktu. Zarówno nawilżanie większymi kroplami jak i podawanie cieczy strugą powoduje wzrost lokalnego przewilżenia przetworzonego złoża, a zjawisko to przyspiesza zarodkowanie i w konsekwencji cały proces.

Wnioski

Stwierdzono, że odporność na ścieranie granulowanego nawozu wieloskładnikowego *Lubofoska* w stanie suchym zależy od warunków nawilżania stosowanych w procesie granulacji.

Większą podatnością na ścieranie charakteryzują się nawozy wytworzone przy mniejszej wilgotności końcowej oraz przy stosowaniu nawilżania kroplami o małych rozmiarach, co związane jest z mniejszą szybkością procesów zarodkowania i wzrostu granul podczas procesu.

LITERATURA

1. A. Heim, R. Kaźmierczak, A. Obraniak: 5th World Congress on Particle Technology (23-27.04), Orlando, Floryda, USA, 2006.
2. K.V.S. Sastry, D. W. Fuerstenau: Powder Technology 7, 97 (1973).
3. T. Gluba, A. Obraniak: Zesz. Nauk. PŁ Inż. Chem. i Proc. 839, z. 28, 83-90 (2000).
4. A. Heim, T. Gluba, A. Obraniak: Granular Matter, 6, 137 (2004).
5. A. Heim, A. Obraniak, T. Gluba: Przemysł Chemiczny 87, nr 2, 154 (2008).

Pracę wykonano w ramach działalności statutowej W-10/1/2009/Dz. St. na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska PŁ w roku 2009.