

УДК 661.152.32

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСА ГРАНУЛОУТВОРЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

С.І. КУШИНСЬКИЙ^{1*}, М.О. ПОДУСТОВ²

¹магістрант кафедри АХТС та ЕКМ, НТУ "ХПІ", УКРАЇНА

²завідувач кафедри АХТС та ЕКМ, проф., док. техн. наук НТУ "ХПІ", Харків, УКРАЇНА

*email: podustov.mikhail@mail.ru

Важливою проблемою сучасних світових економічних відносин продовжує залишатися продовольча. Одним з рішень даної проблеми є підвищення врожайності зернових культур за рахунок використання високоефективних мінеральних добрив. Однак у технології їх отримання є значні недоліки, які можна вирішити, використовуючи метод математичного моделювання.

Метою даної роботи є розробка математичної моделі процесу гранулоутворення мінеральних добрив. Математична модель даного процесу розроблялась з використанням теорії нечітких множин [1, 2] на основі отриманих експериментальних даних на ВАТ "Суміхімпром".

Основні параметри, що впливають на гранулометричний склад наступні: температура на виході з гранулятора-сушарки, розрідження в апараті, вологість пульпи, співвідношення CaO/SO_3 і $\text{P}_2\text{O}_5/\text{SO}_3$, діаметр капель пульпи.

Обробкою експериментальних даних були отримані рівняння залежності цих параметрів, які впливають на коефіцієнт гранулоутворення.

Температура на виході гранулятора-сушарки, $T_{\text{вих}}$

$$y_{11} = -0.3K_{11} + 1.23 \quad K_{11} \in [0.99; 1.02] y_{11} \in [0.89; 0.9];$$

$$y_{12} = -1.93K_{12} + 2.88 \quad K_{12} \in [0.98; 0.99] y_{12} \in [0.9; 0.92];$$

$$y_{13} = 3K_{13} - 2.02 \quad K_{13} \in [0.98; 1.0] y_{13} \in [0.92; 0.98];$$

$$y_{14} = K_{14} - 0.02 \quad K_{14} \in [1.0; 1.02] y_{14} \in [0.98; 1.0];$$

$$y_{15} = -4K_{15} + 5.08 \quad K_{15} \in [1.02; 1.04] y_{15} \in [0.92; 1.0];$$

$$y_{16} = 1.5K_{16} - 0.64 \quad K_{16} \in [1.02; 1.04] y_{16} \in [0.89; 0.92]$$

Розрідження, P_p

$$y_1 = -16.5K_1 + 16.835 \quad K_1 \in [0.99; 1.01] y_1 \in [0.17; 0.5];$$

$$y_2 = K_2 \quad K_2 \in [0.99] y_2 \in [0.5; 0.67];$$

$$y_3 = -33.696K_3 + 33.34 \quad K_3 \in [0.98; 0.99] y_3 \in [0.67; 1.0];$$

$$y_4 = -0.711K_4 + 1 \quad K_4 \in [0.98; 1.04] y_4 \in [1.0];$$

$$y_5 = 27.7K_5 + 27.8 \quad K_5 \in [1.01; 1.04] y_5 \in [0.17; 1.0]$$

Вологість, W

$$y_{25} = -1.581K_{25} + 2.34 \quad K_{25} \in [0.98; 1.04] y_{25} \in [0.78; 0.87];$$

$$y_{26} = 12.873K_{26} - 11.87 \quad K_{26} \in [0.98; 0.99] y_{26} \in [0.87; 1.0];$$

$$y_{27} = -3.25K_{27} + 4.2 \quad K_{27} \in [0.99; 1.03] y_{27} \in [0.87; 1.0];$$

$$y_{28} = -9K_{28} + 10.14 \quad K_{28} \in [1.03; 1.04] y_{28} \in [0.78; 0.87]$$

Співвідношення CaO / SO_3

$$y_{17} = 0.947 \quad K_{17} \in [0.98; 1.04] y_{17} \in [0.65];$$

$$y_{18} = K_{18} \quad K_{18} \in [0.98] y_{18} \in [0.67; 1.0];$$

$$y_{19} = -4.979K_{19} + 5.9 \quad K_{19} \in [0.98; 1.02] y_{19} \in [0.8; 1.0];$$

$$y_{20} = -7.5K_{20} + 8.45 \quad K_{20} \in [1.02; 1.04] y_{20} \in [0.65; 0.8]$$

Співвідношення $\text{P}_2\text{O}_5 / \text{SO}_3$

$$y_{21} = -2K_{21} + 2.89 \quad K_{21} \in [0.99; 1.02] y_{21} \in [0.85; 0.91];$$

$$y_{22} = -9K_{22} + 9.82 \quad K_{22} \in [0.98; 0.99] y_{22} \in [0.91; 1.0];$$

$$y_{23} = 1 \quad K_{23} \in [0.98; 1.04] y_{23} \in [1];$$

$$y_{24} = 7.5K_{24} - 6.8 \quad K_{24} \in [1.02; 1.04] y_{24} \in [0.85; 1.0]$$

Діаметр крапель, d_k

$$y_6 = 1.2K_6 - 0.8 \quad K_6 \in [0.98; 1.04] y_6 \in [0.37; 0.44];$$

$$y_7 = K_7 \quad K_7 \in [0.98] y_7 \in [0.37; 0.44];$$

$$y_8 = 14.9K_8 - 14.26 \quad K_8 \in [0.98; 1.01] y_8 \in [0.44; 0.89];$$

$$y_9 = 5.5K_9 - 4.7 \quad K_9 \in [1.01; 1.03] y_9 \in [0.89; 1.0];$$

$$y_{10} = -56K_{10} + 58.68 \quad K_{10} \in [1.03; 1.04] y_{10} \in [0.44; 1.0];$$

Система наведених рівнянь і представляє математичну модель процесу гранулоутворення мінеральних добрив.

На основі отриманої моделі є можливість провести комп'ютерне моделювання з визначенням оптимальних технологічних параметрів для одержання готової продукції необхідного гранулометричного складу.

Список літератури:

1. Деменков, Н. П. Нечетное управление в технических системах / Н. П. Деменков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 200 с.
2. Рыбин, В. В. Основы теории нечетких множеств и нечеткой логики / В. В. Рыбин. – М.: МАИ, 2007. – 96 с.