

**РЕЖИМНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ КАПСУЛЮВАННЯ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ОРГАНІЧНОЮ ОБОЛОНКОЮ**

Р. О. Острога, аспірант;

М. П. Юхименко, канд. техн. наук, доцент,

Сумський державний університет,

вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна;

E-mail: ruslan-ostroga@yandex.ru

Доведено переваги застосування органо-мінеральних добрив пролонгованої дії. Розглянута можливість капсулювання мінеральних гранул відходами тваринницького походження для зниження їх розчинності в ґрунті. Запропоновано процес капсулювання здійснювати в апараті псевдозрідженого шару. Сформульована фізична модель нанесення органічної оболонки на гранули мінеральних добрив.

***Ключові слова:** суспензія, органічна оболонка, апарат псевдозрідженого шару, органо-мінеральне добриво пролонгованої дії*

ВСТУП

Причина популярності мінеральних добрив пояснюється тим, що вони легко поглинаються рослинами і, як наслідок, дають видимий результат за короткий проміжок часу. Однак, зростаючі дози мінеральних солей знищують у ґрунті гумус, подрібнюють його структуру, роблять ґрунт щільним, холодним, малодоступним для повітря і вологи, тим самим позбавляючи природної родючості. Абсолютно всі пропоновані мінеральні добрива несуть в собі не більше 50 % необхідних рослинам хімічних елементів, а більше 50 % в їх складі є баластом, який також всмоктується рослинами та через врожаї завдає шкоди людському здоров'ю. Використання навіть ретельно підібраних для культури мінеральних складових не вирішує проблему родючості земель, яка продовжує знижуватися [1].

Головною причиною втрати гумусу є дефіцит надходження в ґрунт органічної речовини. Досягти позитивного балансу гумусу або призупинити його від'ємний приріст можна щорічним внесенням від 8 до 14 т/га органіки в залежності від місцевості [2]. Таким чином, у зв'язку зі сформованою екологічною обстановкою, сучасний стан аграрного сектора потребує біологізації землеробства. Для вирішення цієї проблеми останнім часом пропагується використання добрив, що поєднують в собі дію органічних і мінеральних речовин, але при цьому виключають шкідливі для ґрунту добавки. Використання добрив на органічній основі вигідно не тільки з екологічної, але й з економічної точки зору. Адже виробництво таких добрив – це дуже рентабельний проект [3].

Внаслідок діяльності сільськогосподарських підприємств, комунальних, переробних та ряду інших утворюється велика кількість органічних відходів, накопичення яких з кожним роком збільшується. До найбільш небезпечного забруднення навколишнього середовища призводять гнойові стоки тваринницьких комплексів та птахофабрик, оскільки їх загальний обсяг приблизно в 10 разів перевищує відходи побутової діяльності людини. Це супроводжується тим, що велика кількість біогенних елементів забруднює поверхневі водойми, підземні води та ґрунт [4]. Саме тому актуальним є залучення відходів господарської діяльності в біохімічний круговорот. Це сприяє, з одного боку, їх утилізації, а з іншого – розширенню сировинної бази для виробництва нових добрив [3].

Світова тенденція така, що вимагає одержання добрив не в порошкоподібному або кристалічному вигляді, а в гранульованому. Проте у виробництві, транспортуванні, зберіганні і застосуванні гранульованих мінеральних добрив ще існують невирішені проблеми. Так, в результаті недостатньої міцності (високої крихкості) гранули руйнуються, що сприяє утворенню з них пилу, робить їх незручними для обробки і використання. Крім того, вибухова небезпека деяких компонентів (наприклад, нітрату амонію) вимагає його ізоляції від контакту з відновними агентами. Гігроскопічність гранул призводить до їх набухання, викликає агломерацію (злежування), а також розсип в порошок при зберіганні.

Не менш важливою проблемою в порівнянні з вище зазначеними є проблема втрат корисних, доступних для рослин живильних компонентів. Сьогодні зазначені проблеми, в більшості випадків, вирішують шляхом покриття поверхні гранул захисними оболонками з відносно низькою розчинністю, що забезпечує довготривалість їх дії на ґрунт та рослину. Як результат, це підвищує коефіцієнт використання отриманих добрив і дозволяє різко зменшити їх внесення в ґрунт.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

В теперішній час для капсулювання мінеральних добрив застосовуються: карбамідоформальдегідна смола, фосфогіпс, епоксидні смоли та ін. Також одержання захисної плівки на поверхні мінеральної гранули може відбуватись внаслідок реакції двох або більше компонентів. Актуальним і перспективним є в якості такої речовини використовувати органічні відходи тваринницького походження – гній та послід. Тваринницькі відходи мають природну липкість, завдяки чому при набризкуванні їх на поверхню мінеральної речовини відбувається гарне злипання і не треба додатково вводити спеціальну хімічну речовину для підвищення зхвачуваності мінеральної гранули з покриттям.

Оскільки вологість органічних відходів становить $90 \pm 5\%$, то найбільш оптимальною технологією для нанесення оболонок є капсулювання в апаратах псевдозрідженого шару з форсуночним розпилюванням (рис. 1), яка дозволяє отримувати якісний продукт заданого гранулометричного складу з мінімальними енергетичними витратами [5].

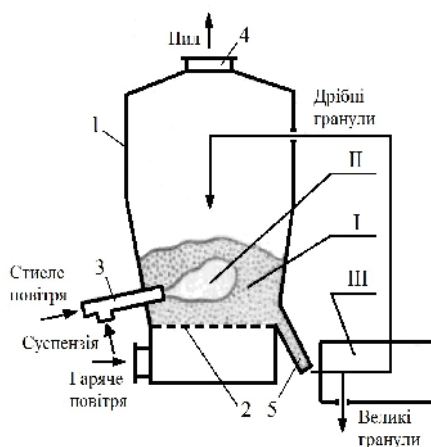


Рисунок 1 – Схема та потоки апарату псевдозрідженого шару: 1 – корпус; 2 – решітка; 3 – пневмофорсунка; 4 – патрубок для відводу запиленого газу; 5 – патрубок для виведення покритих гранул; I – зона сушіння; II – зона зрошення; III – зона сепарації

Виробництву добрив нового покоління передуює перш за все розробка фізичної моделі процесу з виявленням оптимального (робочого) режиму.

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ НАНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ ОБОЛОНКИ НА ГРАНУЛИ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Процес капсулювання відбувається в киплячому (псевдозрідженому) шарі (рис. 1). Для цього створюється зона заввишки 150–200 мм, яка обмежена:

- знизу решіткою 2, що являє собою лист з отворами малого діаметру, через які організується вихід газу окремими вертикальними струменями;
- з боків вертикальними стінками корпусу 1 апарата;
- зверху – вільний простір – сепараційна зона, куди мають змогу підніматися на деяку висоту дрібні гранули і знову опускатися в шар.

На решітці 2 в киплячому стані знаходиться монодисперсний шар мінеральних гранул. Тобто, гранули не лежать на решітці, а завдяки висхідному потоку газу як би киплять – перебувають у постійному хаотичному русі то опускаючись ближче до решітки, то піднімаючись вгору, переміщуючись при цьому і в поперечному напрямку. Відбувається так зване поздовжньо-поперечне перемішування. Потік гарячого повітря, що йде знизу, гарантовано обдуває кожну гранулу.

Збоку апарата, приблизно в середню по висоті частину шару, встановлена пневмофорсунка 3, до якої підведена стиснене повітря і рідка органіка, що являє собою суспензію – суміш рідини та дрібних органічних часток. Попередньо вихідна органіка (гній, пташиний послід) проходить тонке подрібнення для отримання однорідної гомогенної маси. Стиснене повітря захоплює суспензію і розпилює її в шар гранул, утворюючи в ньому порожнину, куди і подається розпил.

Таким чином, киплячий шар розділяється на дві зони: основна, де відбувається сушіння гранул, і зона зрошення, де гранули покриваються шаром рідини.

Специфіка киплячого шару при капсулюванні складається з багаторазового змінення температури на поверхні гранул. На прикладі однієї гранули це відбувається наступним чином. У прирешіточній зоні гранула обдувається гарячим повітрям і має температуру, близьку до температури повітря. Потім гранула потрапляє в зону зрошення, де в більшій або меншій мірі покривається шаром суспензії – це супроводжується різким зниженням її температури. Гранула стає важкою і знову опускається у прирешіточну зону (зону сушки), де контактує з потоком гарячого повітря – відбувається «вибухове» (інтенсивне) випаровування рідини. Вода або розчин випаровується, а на поверхні мінеральної гранули утворюється шар сухої органічної речовини, збільшуючи завдяки цьому об'єм та діаметр гранули. Далі процес повторюється.

У киплячому шарі має місце процес пневмокласифікації, який полягає в тому, що відбувається розшарування гранул за розміром: знизу зосереджуються великі гранули, вище – гранули меншого розміру, а зверху киплячого шару – дрібні гранули. Це дає змогу виводити з процесу гранули заданого розміру. Для цього з рівня решітки, через патрубок 5, організується постійний відбір гранул. Відібрані гранули сепаруються: великі виводяться з процесу, в дрібні знову повертаються в киплячий шар на дорощування.

Таким чином, під час роботи апарату можна виділити три зони (рис. 1): I – зона сушіння гранул; II – зона зрошення гранул рідкою суспензією; III – зона сепарації.

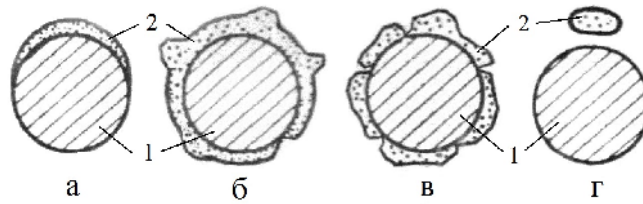


Рисунок 2 – Режими проросту гранул: а – однобічний; б – оболонковий; в – нерівномірний з тріщинами; г – з утворенням нових центрів грануляції; 1 – мінеральна гранула; 2 – суха органічна речовина

Найбільш вагомим фактором, що впливає на кінетику росту гранул, є характер взаємодії між краплями суспензії та мінеральними гранулами. Температура під решіткою регулюється в межах 200–300⁰С, при цьому температура в шарі гранул змінюється від 50 до 100⁰С. Зниження температури в шарі є наслідком введення вологої суспензії, яка випаровується і тим самим відбирає тепло. Залежно від різниці температур між прирешіточною зоною та зоною введення суспензії можна виділити чотири характерні режими, за якими відбувається капсулювання гранул:

1) при температурі шару в межах 40–50⁰С крапля суспензії не розтікається по поверхні гранули, а закріплюється з однієї сторони гранули, утворюючи при висиханні міцний нарост, який за своїми розмірами відповідає розмірам краплі (рис. 2 а);

2) при підвищенні температури шару до 60–65⁰С крапля суспензії розтікається по мінеральній поверхні гранули і починає інтенсивно випаровуватися рідина, утворюючи при висиханні тонкий міцний шар сухої органіки (рис. 2 б);

3) подальше підвищення температури шару (70–80⁰С) призводить до утворення нерівномірної поверхні з глибокими тріщинами – це супроводжується сколюванням органічної речовини в окремих місцях гранули, утворюючи при цьому нові органічні ядра (рис. 2 в);

4) при дуже високій температурі (більше 90⁰С) відбувається висушування суспензії в об'ємі, коли вона ще не досягла поверхні гранули – це призводить до утворення пилу, який складається з дуже дрібних часток різного розміру та форми (рис. 2 г).

Для процесу капсулювання робочим є оболонковий режим, який сприяє повному залученню мінеральних ядер в шар органічної речовини, тобто дозволяє всі гранули доростити до товарного розміру (рис. 3).



Рисунок 3 – Загальний вигляд органо-мінеральних гранул пролонгованої дії

ВИСНОВКИ

– Показані перспективи капсулювання гранул мінеральних добрив як способу утилізації органічних відходів.

– Встановлено механізм дорошування мінеральних гранул органічною речовиною та сформульовано фізичну модель процесу.

– На підставі проведених досліджень виявлено чотири основних температурних режими та обґрунтовано вибір оптимального.

Запропонована фізична модель процесу капсулювання в подальшому ставить завдання розробки математичної моделі з метою підтвердження оптимальних умов проведення процесу.

ORGANIC COMPOUND CAPSULATION PROCESS CONDITIONS FOR MINERAL FERTILIZERS

R. O. Ostroha , M. P. Yuhymenko,
Sumy State University,
2 R.-Korsakov Str., 40007 Sumy, Ukraine;
E-mail: ruslan-ostroga@yandex.ru

Advantages of application of organic and mineral fertilizers of durable action have been proven. The possibility of capsulation of mineral grains with animal waste in order to reduce their solubility in the soil has been examined. It has been proposed to carry out the encapsulation process in the fluidized bed apparatus. A physical model of application of the organic coating on the mineral fertilizer granules has been stated.

Key words: suspension, organic coating, fluidized bed apparatus, organic and mineral fertilizer of durable action.

РЕЖИМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА КАПСУЛИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Р. А. Острога, Н. П. Юхименко,
Сумский государственный университет,
ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина;
E-mail: ruslan-ostroga@yandex.ru

Доказаны преимущества применения органоминеральных удобрений пролонгированного действия. Рассмотрена возможность капсулирования минеральных гранул отходами животного происхождения для снижения их растворимости в почве. Предложено процесс капсулирования осуществлять в аппарате псевдооживленного слоя. Сформулирована физическая модель нанесения органической оболочки на гранулы минеральных удобрений.

Ключевые слова: суспензия, органическая оболочка, аппарат псевдооживленного слоя, органоминеральное удобрение пролонгированного действия.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Наткіна Н. Мінеральні добрива негативно впливають на довкілля / Н. Наткіна // Фермерське господарство. – 2010. – №18. – С. 15.
2. Мартиненко В. М. Органічні добрива в землеробстві Сумщини / В. М. Мартиненко, В. В. Голоха, В. П. Іванов. – Суми : Мрія, 2006. – 23 с.
3. Скрильник Є. Органо-мінеральні добрива: перспективи їхнього застосування / Є. Скрильник // Пропозиція. – 2010. – № 12. – С. 68-70.
4. Писаренко В. Відходи тваринництва впливають на довкілля / В. Писаренко, П. Писаренко // Фермерське господарство. – 2010. – № 20. – С. 14-15.
5. Классен П. В. Основы техники гранулирования (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии) / П. В. Классен, И. Г. Гришаев. – М.: Химия, 1982. – 272 с.

Надійшла до редакції 28 листопада 2012 р.