

Abstract

DETERMINATION OF BASIC MEKHAHIKO-TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SEEDS OF RAPE, OF CARROT AND ALFALFA, OUT

R. Kyrychenko

Certain and specified basic mekhaniko-technological properties of sowing material, which influence on structural parameters oscillation disk sowing vehicle and flowing of process of sowing.

УДК 621.929.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ГРАНУЛ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ МЕТОДОМ ОБКОЧУВАННЯ

Дідух В.Ф., д.т.н., проф., Тараймович І.В., к.т.н., Тарасюк В.В., аспірант,
Русаков Д.С. асистент

Луцький національний технічний університет

В статті приведено результати дослідження процесу формування гранул органо-мінеральних добрив методом обкочування та запропоновано конструкцію засобу гранулювання ОМД з частковим зниженням вологості гранул.

Вступ і актуальність проблеми. Виробництво органо-мінеральних добрив енергоємний та складний процес. Сучасні методи виготовлення органо-мінеральних добрив потребують вдосконалення, яке полягає в зменшенні енерговитрат, зниженні собівартості обладнання та покращенні якості товарної фракції добрив.

Для збереження родючості ґрунтів та забезпечення високої врожайності сільськогосподарських культур на даний час доцільно використовувати в якості органічної матриці ОМД сапропелі прісноводних озер.

Процес переробки сапропелю як добрива недостатньо вивчений, а наявність решток рослинного та тваринного походження з додаванням мінеральної частини в різних пропорціях робить його складним та вимагає створення нових способів та засобів виготовлення добрив та дослідження параметрів процесу гранулювання органо-мінеральних сумішей на його основі.

Тому розробка нових машин для гранулювання органо-мінеральних сумішей на основі сапропелю та дослідження процесу зневоднення цих сумішей, які направлені на зниження собівартості готової продукції є досить актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз всіх існуючих методів гранулювання показує, що для формування гранул органо-мінеральних добрив на основі сапропелю доцільно застосовувати метод обкочування як найбільш простий та економічний [1, 2, 3].

Гранулятори, в яких відбувається обкочування матеріалу, за типом руху поверхні діляться на ротаційні, стрічкові та вібраційні. Ротаційні апарати бувають барабанні, тарілчасті (дискові), відцентрові, лопатеві. Всі ці засоби є металомісткі, енергоємні та забезпечують низький відсоток виходу товарної фракції, вимагають введення додаткових операцій у технологічний процес виготовлення добрив (розподіл добрив на фракції). А тому використання даних машин в процесі виготовлення добрив на основі сапропелю стає малоефективним і недоцільним із-за підвищення собівартості виготовлення кінцевої продукції.

Постановка завдання. Метою даного дослідження є обґрунтування процесу формування гранул ОМД та розробка засобу для гранулювання методом обкочування із частковим зниженням вологості гранул.

Виклад основного матеріалу. На процес формування гранул із двох або більше матеріалів суттєво впливають їх фізико-механічні властивості. Розглянемо гранулу, отриману методом обкочування та досліджену під мікроскопом МБС-9 у вигляді зрізу. Така гранула (рис. 2.1) має свої особливості у порівнянні з гранулами, отриманими іншими способами, так як матеріали, що потрібно з'єднати мають різну початкову вологу і при появі між ними контактів проходить як перерозподіл вологи, так і компонентів.

Якщо формувати гранули методом обкочування з різних видів добрив: фосфорних, калійних або одночасно з декількох компонентів, то кристали карбаміду (поз. 3) матимуть інший вигляд. Проте загальна структура гранули буде незмінною. При цьому необхідно враховувати специфіку фізико-механічних властивостей органічних та мінеральних компонентів, а також їх сумішей.

Під час формування гранул, між частинками компонентів добрив можуть виникати:

- капілярні та поверхнево-активні сили;
- адгезійні сили;
- сили притягання між частками;
- сили, що виникають за рахунок хімічних реакцій і фізичних явищ.

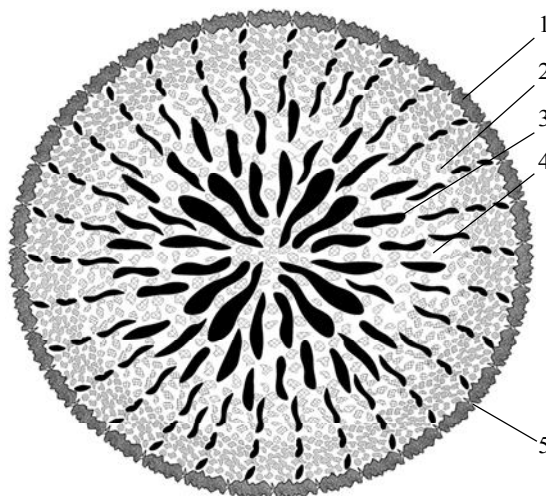


Рис. 2.1. Модель гранули на основі ОМС при збільшенні у 100 разів:

1 – органо-мінеральна матриця, 2 – колоїдні частинки сапропелю, 3 – кристали карбаміду, 4 – міжфазна речовина, 5 – мікропори

З врахуванням механізму утворення гранул методом обкочування, форми та їх складники (рис. 2.2) можна ідеалізувати і представити таку гранулу у сферичному вигляді з неоднорідною за об'ємом складною структурою.

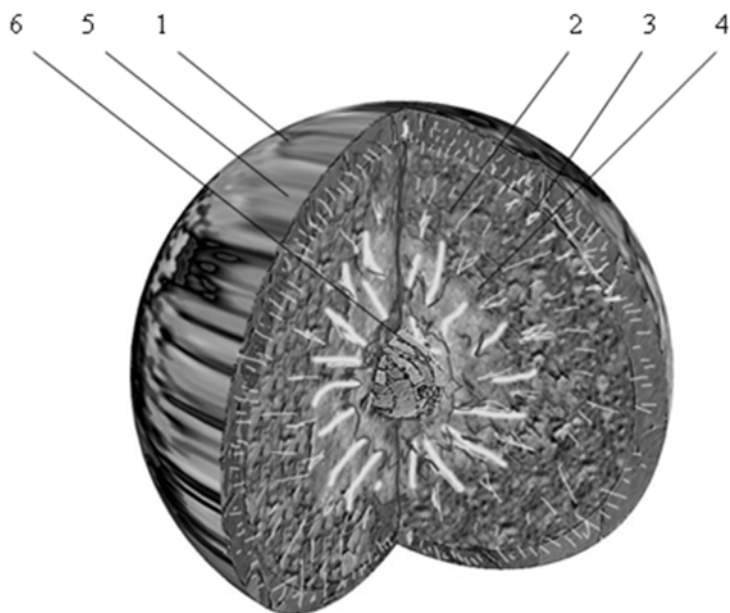


Рис. 2.2. Ідеалізована форма і структура гранули ОМД, що утворені методом обкочування:

1 – органо-мінеральна матриця; 2 – наповнювач (мінеральні добрива); 3 – сапропель (колоїд); 4 – міжфазний (адгезійний) шар; 5 – мікропори (повітряні пустоти), 6 – центр формування гранули

В моделі гранули ОМД на основі сапропелю прісноводних озер, зробивши певні припущення можна виділити один найбільш важливий шар – адгезійний шар, що сполучає всі компоненти ОМД, в залежності від їх виду, походження та їх процентного співвідношення, який чинить прямий вплив на властивості гранул ОМД.

Серед цілого ряду фізико-механічних властивостей гранульованих ОМД методом обкочування (коефіцієнти тертя, твердість, пружність, кут природного відкосу), особливо з азотними добривами слід звернути увагу на насипну щільність, яка може змінюватись в широких діапазонах з моменту відгалуження ОМС від робочих елементів пристрою для гранулювання до завершення процесу. Причиною такого явища є фізико-механічні і хіміко-термічні процеси, що спричиняють зміну як розмірів та форми гранул, так і їх внутрішньої структури.

Розглянемо механізм виникнення зв'язків та вид напруженого стану у елементарному об'ємі dV органо-мінеральної суміші (ОМС), що дозволить нам класифікувати вихідний матеріал та визначитись з напрямом теоретичних досліджень в системі «середовище – робочий орган».

В роботах академіків Ребіндера П.А., Ликова А.В., Дерюгіна Б.В., Гінзбурга А.С. розглянуті форми зв'язків вологи з матеріалами. На основі встановлених значень енергії зв'язків вологи з матеріалами систематизовано види вологи, а також класифіковано вологі матеріали. Завдяки цим

дослідженням, отримані математичні вирази, що характеризують енергію зв'язків вологи у матеріалах з достатньою для практичної мети точністю. При аналізі розроблених положень та методик зазначених фундаментальних досліджень приходимо до висновку про приналежність органічних сапропелів до капілярнопористих колоїдних тіл. Фізико-механічні властивості сапропелів, притаманних типовим капілярнопористим колоїдним тілам, широко висвітлені у теоретичних та експериментальних дослідженнях низки дослідників, а роботи [3, 4] дозволяють віднести органічні сапропелі до термолабільних капілярнопористих колоїдних тіл.

В роботі [5] зазначено, що основний вплив на фізико-механічні властивості сапропелів, а отже і на форми зв'язків вологи у них, чинить якісний склад органічної речовини. За даними досліджень [5] вміст органічної речовини в сапропелях може становити 15...94,3% на суху речовину, а в озерах Старовижівського району Волинської області, зокрема дослідних зразках сапропелю озера Синове – 82...87%. Основними фракціями органічної речовини сапропелів є гумінові і легкогідролізовані речовини, що становлять понад 50 % її основного складу. Гуміновий комплекс може становити від 6,7 до 71,2 % на органічну речовину, з них більша половина належить гуміновим кислотам, здатних вступати в реакцію з хімічними елементами матеріалу і утворювати структурні утворення: міцні сполуки та комплекси. Мінеральна частина представлена в основному включеннями класичних мінералів з розмірами 0,01...0,005 мм, в тому числі адсорбційно-зв'язаних з органічною речовиною сапропелів.

В ряді робіт, а також за результатами досліджень Курзо Б.В. [6], встановлено дисперсність та вміст розмірних фракцій в сапропелях різних типів. Ці дослідження дозволяють встановити процентний вміст фракцій без уточнення структури компонентів сапропелю. На основі зазначених характеристик, робимо висновок, що сапропелі, класифікуючи за ступенем дисперсності частинок, відносяться до грубодисперсних систем (питома поверхня контакту частинок не більше $1 \text{ м}^2/\text{г}$), а за формою частинок дисперсної фази слід віднести до комплексних полідисперсних систем (корпускулярно-волокнистих). Ці міркування знаходять своє підтвердження фотоматеріалами, наведеними в [5], при збільшенні зразків сапропелю від 1000 до 6000 разів. Мікроскопічна структура органічного сапропелю представлена сукупністю дисперсних фаз з діапазоном розмірів від 1 до 10^{-4} мм, що знаходяться у комплексному дисперсійному середовищі (рідка молекулярно-дисперсна система, тощо). Наявність твердої фази (органічна та мінеральна) різних форм, дає нам можливість стверджувати, що сапропелі (при $W \leq 92\%$) – це зв'язнодисперсні системи. Ці системи характеризуються явним контактом частинок дисперсних фаз, що призводить до утворення структури у вигляді каркаса чи сітки неправильної форми. Наявність структури обмежує текучість дисперсної системи і надає матеріалу здатність зберігати форму. Наявність у дисперсних фазах сапропелю частинок, особливо продовгуватої і плівко-листякової форми, збільшує ймовірність взаємного контакту, що сприяє утворенню структури матеріалу при малій концентрації основної дисперсної

фази, якою виступає органічна речовина сапропелю. Також спостерігаємо ряд спільних властивостей, притаманних таким структурованим дисперсним системам, як гелі. Такі міркування справедливі з врахуванням проведених теоретичних та експериментальних досліджень, в тому числі з визначення вологості та зольності органічних сапропелів прісноводних озер ряду науковців.

У нашому випадку, як компонент ОМС, розглядаємо неструктурований органічний сапропель, або сапропель порушеної структури з вологістю $W \geq 85,5\%$. В роботі [3], на основі термогравікалориметричного аналізу органічного сапропелю, встановлено ряд сингулярних точок, що характеризують вид та форми зв'язку води у структурі сапропелю. При цьому структура зразків сапропелю характеризувались наявністю вільної (слабозв'язаної) води ($w \geq 3,755 \text{ кг/кг}$ або $W \geq 80\%$) та капілярної, гігроскопічної адсорбційно незв'язаної води ($w \geq 1,07 \text{ кг/кг}$ або $52\% \leq W \leq 80\%$), що відповідає фізико-механічним формам зв'язків у структурі сапропелю. На основі цих досліджень робимо висновок, що усі наявні в сапропелі дисперсні фази структурно-виражені і різняться за формою зовнішніх та внутрішніх зв'язків з дисперсійним середовищем.

Прийнявши за основу твердження, що усі дисперсні фази утвореної після змішування суміші (пульпи), в тому числі і мінеральна складова, знаходяться у комплексному дисперсійному середовищі (рідка молекулярно-дисперсна система), основним компонентом котрого є слабкомінералізований водний розчин, слід також враховувати такий фактор, як розчинність. Розчинність мінеральних компонентів суміші, як функція від часу та температури $R_s = f(t, T)$, може спонукати до утворення нових сполук у складі ОМС внаслідок хімічної реакції. Враховуючи той факт, що більшість фосфорних добрив є нерозчинними у воді, або малорозчинними за певних умов, а розчинність калійних добрив значно краща, однак залежить від часу та температури, стверджуємо, що при часі $t \rightarrow \min$, зазначені види добрив не будуть якісно впливати на форму зв'язку води у структурі ОМС. Тому, з врахуванням фазових діаграм розчинності відомих фосфорних та калійних добрив і зокрема хлористого калію, слід звернути основну увагу на суміші з азотовмісними добривами, зокрема з карбамідом ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), для якої було отримано максимальні показники липкості.

Оскільки процес виготовлення ОМД на основі сапропелю енергомісткий та складний, то існуючі способи гранулювання таких матеріалів вимагають вдосконалення, яке направлено на зменшення витрат при виробництві готової продукції, підвищення якості та збільшення відсотку виходу товарної фракції. Тому, при проектуванні засобів гранулювання, зусилля необхідно спрямувати на зниження металомісткості, зменшення енергетичних витрат на виготовлення добрив, особливо у випадках з новими матеріалами такими, як сапропель. Враховуючи те, що вихідним матеріалом для отримання гранули можуть бути частинки ОМС невизначеної форми та вологості у межах 30...50 %, а кінцева вологість гранул з врахуванням технічних вимог до 10 % та розмір гранул

4...6 мм, то технологічний процес отримання гранул ОМД на основі сапропелю матиме наступний вигляд (рис. 2.3).

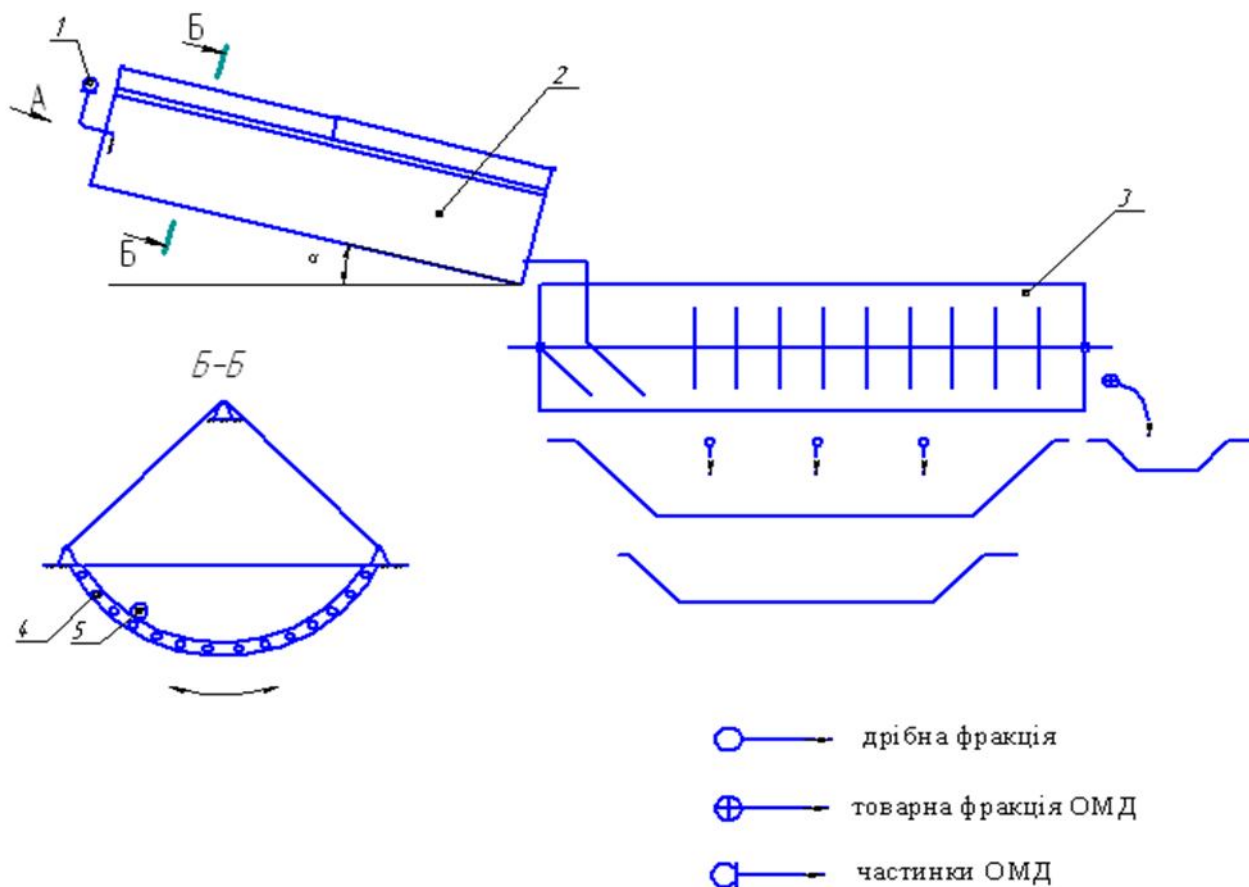


Рис.2.3. Схема технологічної лінії формування гранул ОМД:

1 – коливна поверхня; 2 – охолоджувально-сепаруючий барабан; 3 – нагрівальний елемент

На схемах зображено: загальний вид технологічної лінії формування гранул ОМД та переріз робочої коливної поверхні засобу формування гранул. При цьому коливна поверхня 1, встановлена під кутом α до горизонталі, охолоджувально-сепаруючий барабан 2 – горизонтально.

Для зменшення металомісткості технологічної лінії у коливній поверхні варто передбачити нагрівний елемент для поверхні, яка контактує з гранулами. Таке поєднання двох операцій дозволить знизити енергоємність процесу виробництва гранул ОМД на основі сапропелю.

Технологічний процес формування гранул відбувається наступним чином. Попередньо підготовлені частинки органо-мінеральної суміші різної форми та маси подаються на нагріту коливну поверхню 1, що ізольована від навколишнього середовища і розміщена під кутом α до горизонталі. Зміна кута нахилу α дозволяє регулювати час знаходження гранул на нагрітій поверхні. В днище нагрітої коливної поверхні 1 вмонтовано нагрівальний елемент 3. Під дією сили тяжіння та інерційних сил, що виникають внаслідок коливання нагрітої коливної поверхні 1, частинки ОМД переміщуються у радіальному та осьовому напрямках, змінюючи свою форму на кульки довільного діаметру. При

русі по нагрітій коливній поверхні 1 гранули ОМД набирають необхідної твердості за рахунок втрати вологи та зменшуються в розмірах. Сформовані гранули потрапляють в охолоджувально-сепаруючий барабан 2, де відбувається їх охолодження та розділення на товарну та дрібну фракції, остання з яких направляється на повторну переробку.

Отже, головним елементом у конструкції (рис. 2.4) засобу формування гранул є робоча поверхня для обкочування гранул, виготовлена у вигляді півциліндра. Особливістю поверхні обкочування є те що її робоча зона поділена на дві частини: зону підготовки гранул до обкочування та зони обкочування. Зона підготовки гранул до обкочування – це гладка поверхня де проходить процес формування одношарового потоку, прогрівання потоку частинок. Крім цього, нагріта коливна криволінійна поверхня розташована в закритому корпусі, у простір якого додатково подається сушильний агент, що служить як для нагріву гранули, так і для відведення випарюваної вологи з потоку частинок, що піддаються гранулюванню.

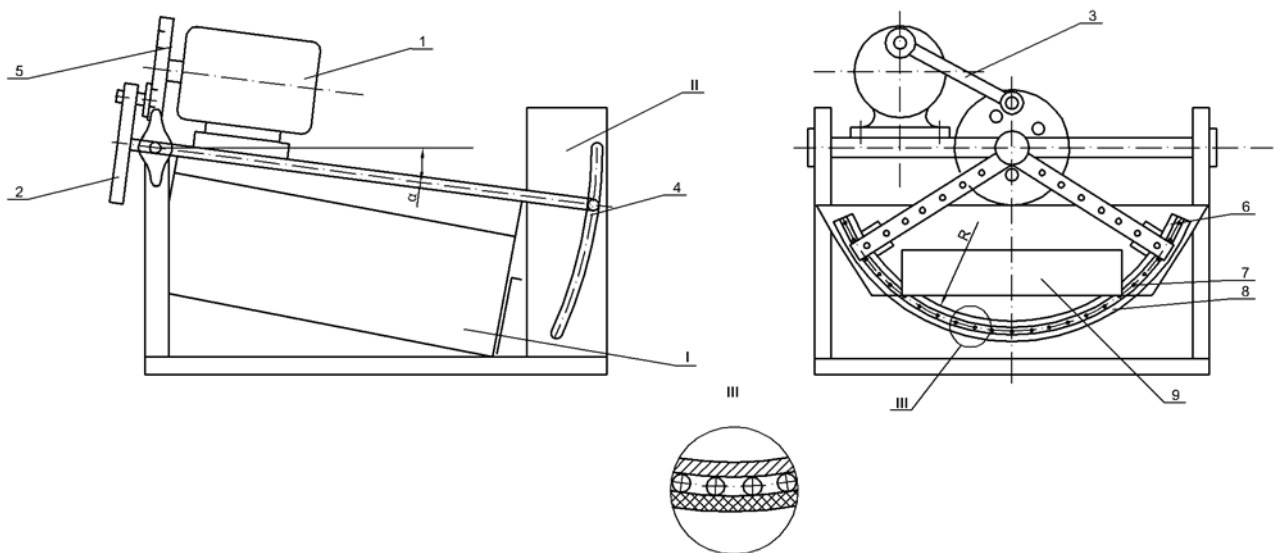


Рис. 2.4. Схема конструкції засобу формування гранул ОМД:

1 – електродвигун, 2 – привідний шків, 3 – шатун, 4 – пристрій регулювання кута нахилу камери обкочування, 5 – ведучий шків, 6 – робоча поверхня камери обкочування, 7 – нагрівальний елемент камери обкочування, 8 – ізоляційний елемент камери обкочування, 9 – заслінка, I – камера обкочування, II – рама.

Межі регулювання: $\alpha = 5 \dots 25^\circ$, $R = 0,5 \dots 1,5 \text{ м}$, $t_{\text{обкочування}} = 60 \dots 120 \text{ }^\circ\text{С}$.

Частинки, що подаються в зону підготовки гранул до обкочування проходять початковий етап формування гранул кулястої форми та рівномірно розміщуються по поверхні, яка призначена для кращого переходу до зони обкочування. Зона обкочування – це ребриста поверхня, яка створює умови для руху гранули одночасно забезпечуючи поступальний та обертальний рух, а це покращує процес перетворення частинок довільної форми у кулясту. Конструкція робочої поверхні дозволяє змінювати такі параметри: радіус

кривизни робочої поверхні, частоту коливання та кут нахилу поверхні до горизонталі. Зміна вказаних параметрів передбачає можливість застосування даного засобу для гранулювання різних видів матеріалів. Нагрівання робочої поверхні здійснюється електричним струмом, що дозволяє вести контроль за температурою робочої поверхні. Втрати теплоти забезпечує термоізоляційна частина робочої поверхні. Переміщення частинок у зоні обкочування з одночасним впливом температури забезпечить необхідну траєкторію руху для формування гранул кулястої форми з одночасним зниженням вологості та досягненням належної твердості гранул.

Тривалість перебування гранул на нагрітій поверхні залежить від частоти коливань n та амплітуди коливань A , а кут нахилу α робочої поверхні забезпечується пристроєм, вмонтованим у корпус засобу формування гранул.

Така конструкція засобу формування гранул органо-мінеральних добрив забезпечить високу ефективність виконання технологічного процесу при мінімальних затратах на формування та висушування гранул. Крім цього, створені всі умови для отримання гранул необхідної твердості та вологості.

Висновки. Проведені дослідження процесу формування гранул органо-мінеральних добрив на основі сапропелю методом обкочування дозволили побудувати їх ідеалізовану модель на основі реальних зрізів гранул, отриманих оглядом під мікроскопом.

Дана модель дозволила запропонувати технологічний комплексний процес гранулювання ОМД на основі сапропелю методом обкочування та конструкцію засобу для його реалізації.

Список використаних джерел

1. Дідух В.Ф. Особливості гранулювання сапропелевих органо-мінеральних сумішей (ОМС) / В.Ф. Дідух, І.Є. Цизь, Д.С. Русаков // Вісник Харківського технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. "Механізація сільськогосподарського виробництва" – Харків, 2006. – Т. 1. № 46. – С.59-63.
2. Дидух В.Ф. Моделирование процессов производства органо-минеральных удобрений / В.Ф. Дидух, В. В. Сацюк, Ы.Э. Цизь, S. Sosnowski // MOTROL, Motoryzacja i energetyka rolnictwa – Lublin, 2004. – Том 6. – S.74-82.
3. Классен В.П. Основы техники гранулирования/ В.П. Классен- Москва, Химия , 1982.
4. Шевчук М.Й. Сапропелі України: Якість та перспективи використання/ М.Й. Шевчук. – Луцьк: Надстир'я , 1996. – 153с.
4. Лопотко М.З. Сапропели и продукты на их основе / М.З. Лопотко, Г.А. Евдокимова. Под. ред. д.т.н. Н.В. Кислова – Минск: Наука и техника, 1986.
5. Кононов А.В. Основы технологии комплексных удобрений / А.В. Кононов, В.Н. Стерлин, Л.И. Евдокимова. Под.ред. д.т.н. А.В. Кононова – Москва: Химия, 1998.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНУЛ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ МЕТОДОМ ОКАТЫВАНИЯ

Дидух В.Ф., Тараймович И.В., Тарасюк В.В., Русаков Д.С.

В статье наведено результаты исследования процесса формирования гранул органико-минеральных удобрений методом окатывания и предложено конструкцию устройства гранулирования органико-минеральных удобрений с частичным понижением влажности гранул.

Abstract

RESEARCH CONCERNING THE PROCESS OF FORMING OF GRANULES OF ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS BY THE METHOD OF SMOOTH ROLLING

V. Didukh, I. Tarajmovich, V. Tarasyuk, D. Rusakov

The article gives the examples of the results of research concerning the process of forming of granules of organic-mineral fertilizers by the method of smooth rolling and offers the construction of means of granulation of organic-mineral fertilizers (OMF) with the partial decline of humidity of granules.

УДК 631.362

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ ПІДТРИМАННЯ СТАЛОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНІВ В ЄМНОСТЯХ ГІДРОСІВАЛОК

Ящук Д.А., аспірант

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Наведений аналіз існуючих конструкцій мішалок та обґрунтована конструкція, яка може забезпечувати рівномірне розподілення насіння у водо – насінневі суміші по всьому об'єму ємності не залежно від рівня її заповнення.

В технології вирощування овочевих культур висів займає провідне місце. Поява сходів є одним із найвідповідальніших періодів розвитку рослин. Незадовільна підготовка насіння, відхилення від оптимуму таких ґрунтових режимів як температура, вологість призводять до великої різниці між лабораторною і польовою схожістю. Польова схожість багатьох овочевих рослин не перевищує 35 – 55% від лабораторної, а насіння таких овочевих рослин, як селера, петрушка – 15%. Це призводить до додаткових витрат посівного матеріалу і ускладнення в одержанні рівномірних сходів. Цей недолік можна усунути завдяки висіву насіння попередньо підготовленого в