

ського господарства - К.: Урожай. - 1991. – Вип. 73.- С. 20-24.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗАГРУЗЧИКОВ ЗЕРНА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ КОНТЕЙНЕРНОГО ТИПА

Обоснован контейнерный способ загрузки полевых машин зерном и минеральными удобрениями, а также приведены параметры контейнера.

Ключевые слова: зерно, минеральные удобрения, погрузка, производительность, массовая вместительность.

SUBSTANTIATED IS A CONTAINER METHOD OF LOADING OF FIELD MACHINES WITH GRAIN AND MINERAL FERTILIZERS

Substantiated is a container method of loading of field machines with grain and mineral fertilizers, and also parameters of the container.

Key words: grain, mineral fertilizer, loading, production rate, container, capacity.

УДК 631.315:629.783:525

СУЧАСНИЙ СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА ПРИНЦИПИ КЕРУВАННЯ ЗМІННИМИ НОРМАМИ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ*

О.М. Попович, наук. співр.
ННЦ «ІМЕСГ»

Проведено огляд стану механізації в технологіях точного землеробства та обґрунтовано теорію керування змінними нормами внесення технологічних матеріалів.

Ключові слова: точне землеробство, змінні норми внесення, технологічний матеріал.

Проблема. Внесення технологічних матеріалів (ТМ) значною мірою визначає стан майбутніх фітоценозів і є важливою складовою всього процесу вирощування продукції рослинництва. Як відомо, найбільш прогресивним способом внесення ТМ нині є застосування змін-

*Науковий керівник – докт. техн. наук, проф. **Л.В. Аніскевич**.

них норм внесення (ЗНВ). Таке внесення ТМ разом з найбільш повним і раціональним використанням агробіологічного потенціалу поля дає можливість економити добрива та посівний матеріал, а отже, і кошти. [1].

Для здійснення ЗНВ ТМ необхідно мати відповідні програмно-апаратні засоби, які монтуються на існуючі або спеціально розроблені зразки техніки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Необхідність застосування ЗНВ ТМ базується на чисельних дослідженнях впливу різноманітних агробіологічних факторів на рівень врожайності польових культур.

Великий внесок в розробку програмно-апаратних засобів для змінних норм внесення технологічних матеріалів здійснили такі закордонні компанії, як AMAZONE та ACCU-PLANT.

В нашій країні технологіями точного землеробства займалася кафедра інженерного забезпечення в рослинництві ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, ННЦ «ІМЕСГ» та інші.

Мета досліджень. Метою досліджень є покращення процесів змінних норм внесення технологічних матеріалів шляхом розробки теорії керування дозуючим апаратом.

Результати досліджень. Передумовою застосування змінних норм внесення технологічних матеріалів є відмінність у рівні родючості різних ділянок поля (неоднакова кількість поживних речовин, вологи тощо) і, як наслідок, різна продуктивна здатність цих ділянок. Задача змінних норм внесення ТМ полягає в забезпеченні такої кількості рослин та добрив на одиницю площі, яка може дати найбільший урожай у конкретній агротехнічній ситуації.

Відомо, що рівень урожайності культурних фітоценозів залежить від комплексу природних та штучних факторів. Це такі фактори, як тип ґрунту, водний баланс, клімат, тип технологій, що застосовуються тощо, а також вимоги рослин до структури та рівня поживних речовин у ґрунті, до тепла, аерації, захисту від шкідників та хвороб. В зв'язку зі складною картиною взаємозв'язку впливових факторів на ріст і розвиток рослин, відбувається процес пошуку нових технологій сівби та внесення добрив, зокрема, застосування технологій зі змінними нормами внесення [1, 2].

Змінні норми внесення ТМ можна здійснювати за карт- або сенсор-технологією [2, 3]. При застосуванні карт-технології, внесення ведеться у відповідності з попередньо складеною картограмою. Така

картограма базується, наприклад, на інформації про урожайність культури попереднього року сільськогосподарських робіт та даних з моніторингу фізико-механічних та агрохімічних параметрів ґрунту. При застосуванні сенсор-технології, внесення ТМ здійснюється на підставі даних про величину агрохімічних та фізико-механічних параметрів ґрунту, що надходять у реальному часі від датчиків стану ґрунту, що встановлені на агрегаті.

Для здійснення ЗНВ ТМ за тією або іншою технологією необхідно мати відповідні програмно-апаратні засоби, які монтуються на існуючі або спеціально розроблені агрегати. Окремі зразки таких засобів виробляються рядом фірм, найбільш відомими з яких є RAWSON, Mikro-Trak System (США), AMAZONE, Muller (Німеччина) та інші [3, 5].

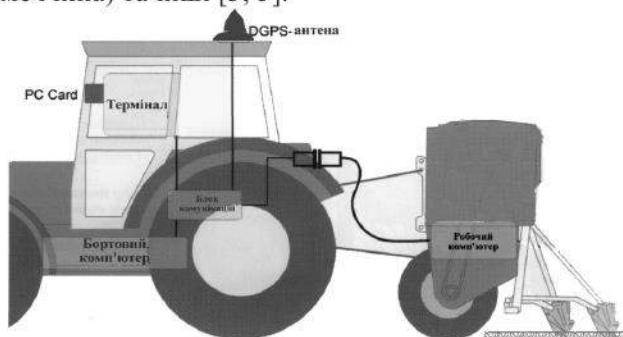


Рис. 1. Схема зернової сівалки AMAZONE з обладнанням ЗНВ

Наприклад, компанія AMAZONE (Німеччина) розробила системи керування нормою висіву насіння для зернової сівалки (рис. 1). Основою системи керування нормою сівби є синхронна робота бортового і робочого комп'ютерів та пов'язаних з ними датчиків і виконуючих механізмів. Встановлюються також датчики наявності та рівня зерна і добрив відповідно в зерновому і туковому ящиках. Проводиться контроль частоти обертання вала висівних апаратів, наявності висіву, присутності сигналу від датчиків глобальної системи позиціонування (ГСП). Інформація про стан роботи машини виводиться на термінал, що разом з пультом керування встановлені в кабіні МТА. Там же встановлено апаратуру прийому сигналів ГСП та DGPS-антена.

Прикладом сівби із змінною нормою висіву відповідно до сенсор-технології може бути сівалка з набором пристроїв ACCU-PLANT фірми RAWSON (рис.2.). Сівалка працює за способом, при якому зміна норми висіву відбувається в залежності від параметрів сигналів, які

поступають від спеціальних датчиків. Датчики параметрів ґрунту являють з себе пару дисків, що обертаються і аналізують з частотою 25 с^{-1} електропровідні характеристики ґрунту, що проходить між ними.



Рис. 2. Сівалка з програмованою нормою висіву з набором пристроїв «ACCU-PLANT»

Для забезпечення програмованої норми висіву слугує серводвигун, який використовує сигнали, що йдуть від бортового комп'ютера та радара (датчика швидкості). Радар контролює швидкість руху агрегату і подає сигнали на процесор.



Рис. 3. Система GreenSeeker RT200

Прикладом внесення добрив із змінними нормами є система GreenSeeker RT200 (рис.3.) – це інтегрована сенсорна система, яка на основі стану посівів культури диференційно вносить необхідну кількість добрив.

Така система може бути встановлена як на обприскувач, для внесення рідких добрив, так і на розкидач мінеральних добрив. Працює система наступним чином: сенсор, за допомогою спеціальних проме-

нів, сканує культуру та оптично розпізнає її стан. Дані з сенсорів передаються на контролер, який після обробки даних передає сигнал на робочі органи агрегату, контролюючи норму внесення добрив.

Одним з основних елементів моделі функціонування агрегату зі змінними нормами внесення ТМ є модуль дозуючої системи. Взаємозв'язок спеціалізованих модулів агрегату для місцевизначеного внесення ТМ представлений на рис. 4.

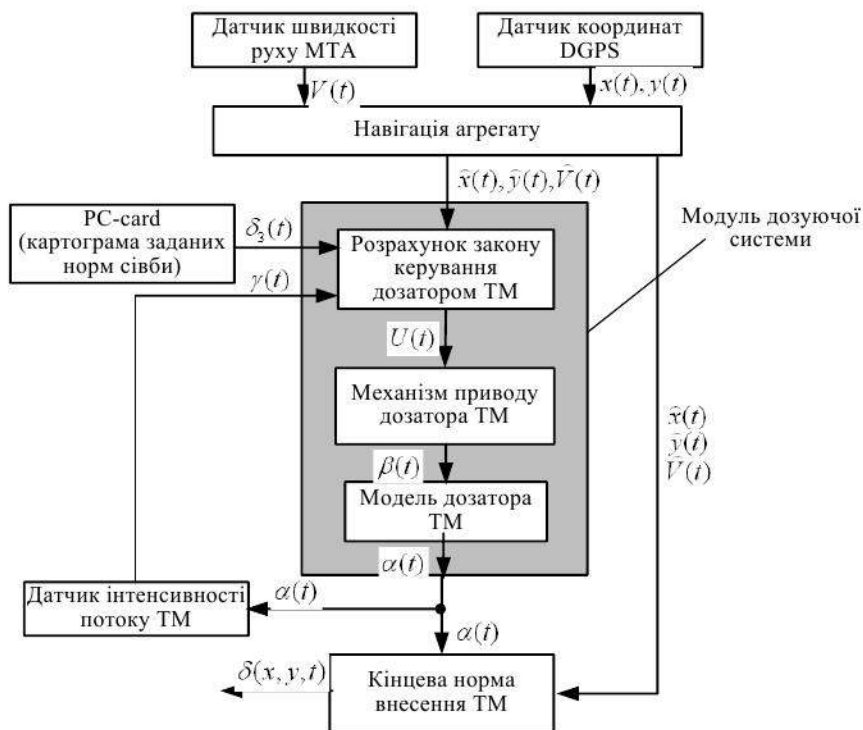


Рис. 4. Схема взаємозв'язку спеціалізованих модулів дозуючої системи для технологій точного землеробства

Інтенсивність керованого потоку ТМ $\alpha(t)$ знаходиться у функції регульованого параметра $\beta(t)$ [2]. В якості вхідної функції (цілі функціонування) технологічного процесу машини з регулятором норми внесення ТМ приймається вихід блока зчитування (PC card) картограми заданих норм внесення $\delta_2(t)$, які необхідно реалізувати по всій

площі поля. Тому основною задачею на даному етапі є розрахунок оптимального значення керуючої дії $U(t)$.

Ціль функціонування досягається, з одного боку, шляхом організації руху агрегату по заданих лініях гону, а також шляхом регулювання інтенсивності вихідного потоку ТМ (контролюється датчиком інтенсивності потоку з вхідним сигналом $\alpha(t)$ та вихідним - $\gamma(t)$) в залежності від швидкості руху та координат місцезнаходження МТА, з другого боку. В результаті на виході системи маємо кінцеву норму внесення - $\delta(x, y, t)$.

Фактична норма внесення визначається виразом:

$$\delta(x, y, t) = \frac{\alpha(t)10^3}{V(t)H}, \quad (1)$$

де $\alpha(t)$ - інтенсивність вихідного потоку ТМ; $V(t)$ - швидкість переміщення агрегату; H - маса ТМ/

Із співвідношення (1) випливає, що для забезпечення необхідної норми внесення достатньо, з урахуванням інформації про координати місцезнаходження і швидкості руху МТА, розрахувати і забезпечити за допомогою механізму приводу дозатора необхідні значення інтенсивності вихідного потоку дозатора:

$$\alpha_{ne}(t) = \delta_{ne}(\hat{x}, \hat{y}, t)\hat{V}(t)k_H, \quad (2)$$

де $k_H = H / 10^3$.

Інтенсивність вихідного потоку ТМ $\alpha_{ne}(t)$ дозатора пов'язана з інтенсивністю вхідного потоку $\beta(t)$ коефіцієнтом передачі η . Фактичне значення цього коефіцієнта визначається залежністю:

$$\eta_\phi(t) = \eta + \Delta\eta + \Delta\eta_\xi(t), \quad (3)$$

де η – установочне значення (значення, довкола якого відбувається девіація параметра при виконанні змінних норм внесення) коефіцієнта передачі; $\Delta\eta$ - систематичні похибки значення коефіцієнта передачі; $\Delta\eta_\xi$ - випадкові відхилення значення коефіцієнта передачі.

Для аналізу динамічних характеристик дозуючої системи скористаємось представленням диференційних рівнянь, що описують функціонування системи, передаточними функціями кожної ланки. Передаточна функція моделі дозатора має вигляд:

$$W_{va} = \frac{\alpha(t)}{\beta(t)} = \eta_\phi(t), \quad (4)$$

Механізми приводів дозаторів відповідають, як правило, конструкціям позиційних приводів [4], модель динаміки яких можливо пред-

ставити в наступному вигляді:

$$\begin{cases} \beta'(t) = V_{\beta}(t); \\ V'_{\beta}(t) = -\frac{2\xi_{np}}{T_{np}}V_{\beta}(t) - \frac{1}{T_{np}^2}\beta(t) + \frac{K_{np}U(t)}{T_{np}^2}, \end{cases} \quad (5)$$

де K_{np} , ξ_{np} та T_{np} - параметри механізму приводу дозатора; $U(t)$ - керуюча дія.

Систему рівнянь (5) представимо у вигляді рівняння:

$$s^2\beta(t) = -\frac{2\xi_{np}}{T_{np}}s\beta(t) - \frac{1}{T_{np}^2}\beta(t) + \frac{K_{np}U(t)}{T_{np}^2}, \quad (6)$$

де s - символ диференціювання по часу.

З урахуванням (6) передаточна функція моделі сервомеханізму приводу дозатора має вигляд:

$$W_{np} = \frac{K_{np}}{T_{np}^2s^2 + 2T_{np}\xi_{np}s + 1}, \quad (7)$$

Необхідним елементом дозуючої системи для технологій точного землеробства є датчик контролю інтенсивності потоку ТМ. Модель датчика представимо рівняннями:

$$\begin{cases} \gamma(t) = \tilde{\mu}(t)A_d; \\ \tilde{\mu}'(t) = -\frac{1}{T_d}[\tilde{\mu}(t) - \alpha(t)], \end{cases} \quad (8)$$

де $\gamma(t)$ - сигнал, що надходить від датчика; $A_d = 1 + \Delta_d(t) + \xi_d(t)$; $\Delta_d(t)$ та $\xi_d(t)$ - систематична та випадкова складові відносно помилки функціонування датчика; T_d - стала часу датчика; $\tilde{\mu}(t)$ - проміжна змінна величина.

Передаточна функція моделі датчика інтенсивності вихідного потоку ТМ буде мати вигляд:

$$W = \frac{1 + A_d}{T_d s + 1}. \quad (9)$$

Рівняння (5, 6, 7, 9) складають модель функціонування дозуючої системи для технологій точного землеробства. Інтенсивністю вихідного потоку дозатора можна управляти за різними вхідними каналами. Наприклад, для зернової сівалки це можна робити шляхом зміни робочої довжини котушки висівного апарата, або шляхом зміни частоти її обертання; для розкидача мінеральних добрив зміною положення ре-

гулюючої заслінки чи частотою обертання диска. Завдання полягає в тому, який з вхідних параметрів (каналів) слід вибрати. В нашому випадку виходимо з міркувань, що зі всіх можливих регулюючих дій вибираємо такий канал, в якому мінімальна зміна викликає максимальну реакцію регульованої величини, тобто коефіцієнт посилення по вибраному каналу повинен бути по можливості максимальним. Це дає змогу забезпечити більш точніше регулювання. Крім того, по даному каналу можливо змінювати (в бік зменшення) параметр T - сталу часу об'єкта, для цього ж каналу зміна статичних і динамічних параметрів при зміні навантаження в часі не мають бути значними [1, 4].

Висновки. Аналіз отриманої моделі функціонування дозуючої системи для технологій точного землеробства дає можливість обрати структуру та значення параметрів керуючої дії, які забезпечують досягнення усталеності процесу функціонування, а також роботу при допустимих значеннях помилки слідкування за виконанням завдання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Гаврилюк Г.Р.* Аспекти системи точного землеробства. Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. -Одеса,-1999,- Вип. 3 (6),- С 497-501.
2. *Аніскевич Л.В.* Сенсор-технологія в точному землеробстві. Науковий вісник НАУ.-Київ,-1998,-Вип. 9,-С 70-72.
3. *Wibawa, W. D., Dlundu, Larry J. Swenson, David G. Hopkins, and William C. Dahnke.* Variable Fertilizer Application Based on Yield Goal. Soil Fertility, and Soil Map Unit // Journal of Production Agriculture 1993. – N 6. - P. 255- 261.
4. *Понтаев Н.Ф., Дианов В.Г.* Основы теории автоматического регулирования и авторегуляторы. –М.: Недра, 1970. - 366 с.
5. *Thomas B. Kinney,* "Tuning Process Controllers", Process Automation Series, Foxboro-McGraw-Hill Inc., 1985, pp. 19-24.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫМИ НОРМАМИ ВНЕСЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Проведен обзор состояния механизации в технологиях точного земледелия и показано принцип разработки идеологии управления переменными нор-

мами внесення технологічних матеріалів.

Ключевые слова: точное земледелие, переменные нормы внесения, технологический материал.

CURRENT STATUS OF MECHANIZATION IN PRECISION FARMING TECHNOLOGY PRINCIPLES AND CONTROL VARIABLE STANDARD RATE OF TECHNOLOGICAL MATERIALS

An overview of mechanization in precision farming technology and shows the principle of development control ideology variable application rate of technological materials.

Key words: precision agriculture, variable application rate, technological material.

УДК 631.331

ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ УЗГОДЖЕНИМ ДОЗУВАННЯМ НАСІННЯ ТА РОЗЧИНУ ОТРУТОХІМІКАТУ В ПРОТРУЮВАЧАХ*

І.В. Колесник, мол. наук. співр.
ННЦ «ІМЕСГ»

Проведено обґрунтування методичних засад для створення алгоритму роботи системи керування узгодженої подачі насіння та робочої рідини в камеру обробки протруювача насіння сільськогосподарських культур.

Ключові слова: системи керування, регулювання, протруювач, узгоджене дозування.

Проблема. Протруювання насіння сільськогосподарських культур є одним з найважливіших етапів у технології виробництва сільськогосподарської продукції. Якість передпосівного протруювання насіння в безперервному режимі роботи протруювача у значній мірі залежить від дотримання основних параметрів процесу, найголовнішим з яких є забезпечення заданої норми витрати отрутохімікату на одиницю об'єму насіння, що, в свою чергу, залежать від узгодженості та точності регулювання подачі насіння та суспензії отрутохімікату в ка-

* Науковий керівник – канд. техн. наук **Ю.В.Герасимчук**.

© І.В. Колесник.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 96. 2012.