

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ АЕРОЗОЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

Діордієв В. Т., Новіков Г. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі обґрунтовано склад та параметри контролю технологічної лінії передпосівної обробки електризованого насіння зерна пшениці у хмарі електризованого аерозолю.

Постановка проблеми. У даний час у якості засобів захисту найбільше поширення одержали різноманітні хімічні препарати, головним чином, синтетичні органічні сполуки, об'єднані загальною назвою пестициди. Незважаючи на серйозні недоліки, хімічний метод є основним методом захисту рослин і залишиться таким у недалекому майбутньому. Найвний у світі асортимент пестицидів дозволяє використовувати препарати, практично безпечні для людини й корисних тварин, забезпечити відсутність залишків пестицидів в об'єктах зовнішнього середовища, продуктах живлення й харчових ланцюгах, уникнути появи резистентних форм шкідників. З метою захисту посівного матеріалу зернових від цілого ряду хвороб широко використовують пестициди, якими, в існуючих пристроях, обприскують насіння з наступним його перемішуванням у процесі транспортування [5].

Але метод обприскування припускає нанесення пестициду на оброблювану поверхню в краплинно-рідкому стані у вигляді розчинів, емульсій і суспензій. Залежно від норми, що витрачається рідини обприскування характеризують як високооб'ємне 400...2000 л/га, середньооб'ємне 100...400 л/га, малооб'ємне 10...100 л/га. Недоліки обприскування пов'язані з використанням громіздкої техніки, великими витратами пестицидів, сильним забрудненням навколишнього середовища та складністю дотримання агротехнологічних вимог [5].

Аналіз результатів останніх досліджень. З'ясовано, що коли в основі технологічного процесу (ТП) застосовується обприскування, то це призводить до певних недоліків: нерівномірність нанесення робочого розчину, необхідність досушування насінневого матеріалу та, у переважній більшості, сприяє механічному ушкодженню насіння [5]. Якщо останні два недоліки можливо вирішити за рахунок техніко-конструктивного рішень, то рівномірність нанесення робочого розчину є складною багатопараметричною задачею. Нами запропоновано розв'язання цієї задачі шляхом розробки електротехнологічного комплексу (ЕТК) протруювання насінневого матеріалу шляхом надання зерну, на прикладі зерна пшениці, та часткам аерозолю електричного заряду, що дозволить якісно поліпшити технологію передпосівної обробки [5].

Мета досліджень. В статті поставлена задача виконати синтез і аналіз електротехнологічного комплексу (ЕТК) аерозольної обробки зернових.

Результати досліджень. Електризація аерозолю робочої рідини, сприяє більш рівномірному покриттю оброблюваних поверхонь, при цьому знезаражуючий ефект вище й зберігається на оброблюваних поверхнях більш тривалий час, ніж у випадку застосування

незаряджених аерозолів того ж препарату [1]. Заряджені частки пестицидів осаджуються практично рівномірно і забезпечують можливість значного скорочення витрат пестициду. Одним із найважливіших елементів ЕТК є джерело високої напруги, вихід з ладу якого не дозволяє отримати задані показники якості протруювання. Тому обґрунтування джерела живлення є важливою задачею. Її можливо вирішити трьома варіантами: високовольтні випрямлячі; випрямлячі з множенням напруги; електростатичні генератори [3]. Випрямлячі з множенням напруги найбільш поширені, застосовуються якщо потрібна висока напруга при малому споживаному струмі (біля 10^{-4} А) [2]. Вони виявляються компактнішими і мають меншу вагу. Згідно прийнятої технології передпосівної обробки насіння зернових у полі електроаерозолю складена функціональна схема автоматизації запропонованої технологічної лінії (рис. 1) [4]. Відповідно з ДСТУ Б А.2.4.-16:2008, передбачено систему графічних та літерних позначень за функціональним призначенням (табл. 1). Розроблена схема дозволяє ідентифікувати та контролювати основні режими роботи технологічних машин та етапи технологічного процесу, забезпечити певну послідовність включення силових елементів згідно стану датчиків, які надають вичерпну інформацію про поточний стан ТП. Відповідно до ТП складена структурно-функціональна схема системи керування ЕТК (рис. 2) електроаерозольної обробки зерна, яка відображає склад елементів, напрямки дії сигналів, а також функціональне призначення елементів. Схема містить три контури управління, перший з яких відображає формування керованого потоку зерна з подальшою його зарядкою високою напругою. Контур представлено передатними функціями $W_1(P)$ - $W_4(P)$, де $W_4(P)$ контроль витрати зерна. Другий контур керування реалізує формування високої напруги різних знаків для зарядки відповідно зерна і аерозолю. Він реалізується ланками $W_5(P)$ - $W_6(P)$ з контролем величини напруги $W_7(P)$. Третій контур відображає формування потоку рідини з подальшим утворенням аерозолю та його зарядкою високою напругою зі знаком, протилежним заряду зерна. Контур формування потоку рідини з подальшим утворенням аерозолю, відображений передавальними функціями $W_8(P)$ - $W_{11}(P)$. Зазначені передатні функції визначені за довідковими даними та відповідно до технології реалізації ТП (табл. 2).

За отриманою структурно-функціональною схемою розроблена імітаційна модель (рис. 3), яка дозволяє отримати перехідні характеристики системи керування ЕТК (рис. 4) [2].

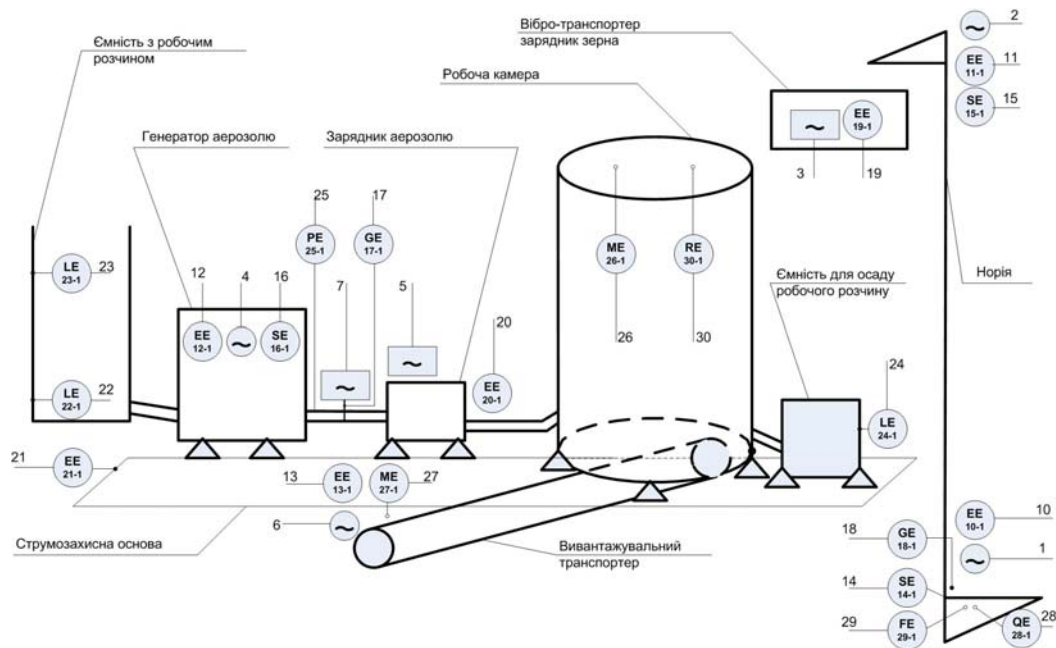


Рисунок 1 – Схема функціональна автоматизації електротехнологічного комплексу аерозольної обробки зернових

Таблиця 1 – Параметри технологічного процесу, які підлягають контролю, реєстрації або регулювання

№	Найменування пристрою	Контрольований параметр	Позначення	Параметр, фізична величина	тип сигналу	Технічні засоби,
1	Норія	Привод верхнього барабану	EE	I, А	Bool	Теплове реле
		Привод заслінки норії	EE	I, А	Bool	Теплове реле
		Швидкість обертання барабанів	SE	s, рад/с	Integer	Тахогенератор
		Витрата	FE	F, кг/с	Real	Витратомір
		Положення заслінки	GE	L, мм	Bool	Шляховий вимикач
		Якісні показники вхідного матеріалу	QE	гранулометричний склад, засміченість, вологість, культура	String	Лабораторні дослідни
2	Транспортер-зарядник	Привод транспортера	EE	I, А	Bool	Теплове реле
		Заряд зерна	EE	U, кВ	Integer	Вольтметр
3	Робоча камера	Наявність аерозолі та потоку зерна	RE	E, лк	Integer	люксметр
4	Ємність з робочим розчином	Наявність розчину (верхній, нижній рівень)	LE	L, мм	Bool	Датчик рівня рідини
5	Генератор аерозолі	Привод розпилувача	EE	I, А	Bool	Теплове реле
		швидкість обертання диску розпилувача	SE	s, рад/с	Integer	Тахогенератор
		Положення заслінки регулятора подачі аерозолі	GE	L, мм	Real	Датчик положення
		Робота камери генерації аерозолі	PE	P, Па	Real	Датчик тиску
6	Зарядник аерозолі	Струм споживання генератора високої напруги	EE	I, А	Real	Амперметр
		Заряд зерна	EE	U, кВ	Integer	Вольтметр
7	Транспортер вивантаження	Привод транспортера	EE	I, А	Bool	Теплове реле
8	Ємність для осаду робочого розчину	Наявність розчину (верхній рівень)	LE	L, мм	Bool	Датчик рівня рідини

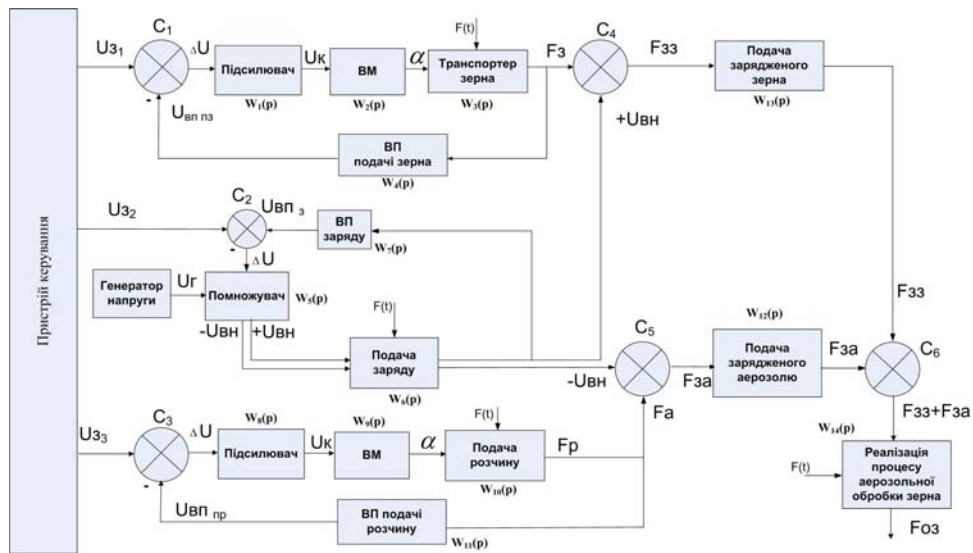


Рисунок 2 – Структурно-функціональна схема електротехнологічного комплексу аерозольної обробки зерна

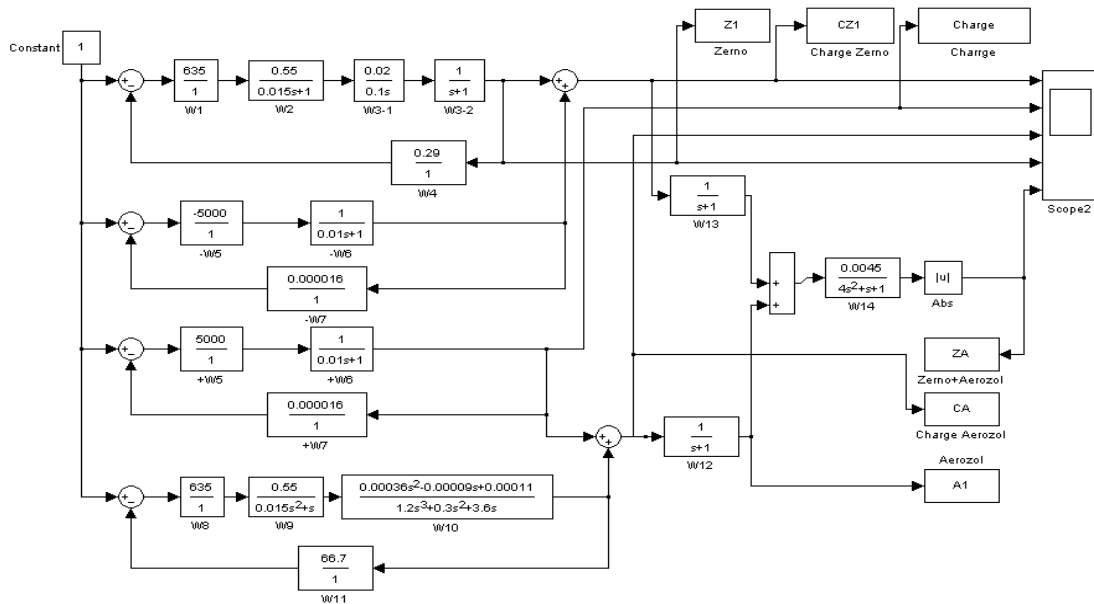


Рисунок 3 – Імітаційна модель дослідження системи керування електротехнічним комплексом

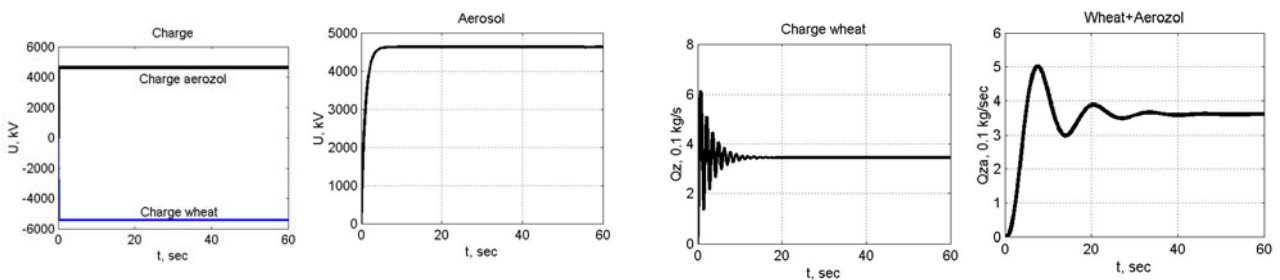


Рисунок 4 – Перехідні процеси системи керування на етапах передпосівної обробки насіння

За імітаційною моделлю можна отримати перехідні процеси контурів (рис. 4): заряд, аерозоль, заряд насіння пшениці, взаємодія зарядженого зерна пшениці та електризованого аерозолю. Час регулювання склав $T_{пер}=42$ с. Час досягнення першого максимуму $T_{max1}=8$ с. Час досягнення другого максимуму $T_{max2}=15$ с. Декремент затухання $\Delta=0,57$.

Висновки. 1. Обрані технічні засоби автоматизації потенційно забезпечують керуваність ТП передпосівної обробки насіння зерна пшениці у полі електризованого аерозолю хімічного розчину.

2. Розроблена імітаційна модель дозволяє оцінити вплив зовнішніх та внутрішніх факторів збурення у різних режимах роботи електротехнологічного комплексу.

Таблиця 1 – Параметри елементів АСК

Елемент системи	Передатна функція	Розрахунок параметрів
1 Підсилювач 1, 8	$W_1(P) = K_1$	$K_1 = \frac{U_{nidc}}{\Delta U} = \frac{127}{0,2} = 635$
2 Виконавчий механізм 2, 9	$W_2(P) = \frac{K_2}{p(T_2 p + 1)}$	$K_2 = \frac{\alpha}{U_{nidc}} = \frac{70}{127} = 0,55 \frac{град}{B}$ $T_2 = 0,015c$
3 Подача зерна	$W_3(P) = \frac{K_3}{T_3 p} \cdot e^{-\tau_3 p}$ або $W_3(P) = \frac{K_3}{T_3 p} \cdot \frac{1}{1 + \tau_3 p}$	$K_3 = \frac{F_3}{\alpha} = \frac{1,4}{70} = 0,02 \frac{T / год}{град}$ $T_3 = 0,1 c, \tau_3 = 2c$
4 ВП подачі зерна	$W_4(P) = K_4$	$K_4 = \frac{U_{un.n.z.}}{F_3} = \frac{0,4}{1,4} = 0,29 \frac{B}{m / год}$
5 Помножувач	$W_5(P) = K_5$	$K_{5_{zap.3}} = \frac{U_{вис.напр.}}{\Delta U} = \frac{\pm 5000}{0,4} = \pm 12500$
6 Подача заряду	$W_6(P) = e^{-\tau_6 p} \quad W_6(P) = \frac{1}{1 + \tau_6 p}$	$\tau_6 = 0,01c$
7 ВП подачі заряду	$W_7(P) = K_7$	$K_7 = \frac{U_{un.n.zap.}}{U_{вис.напр.}} = \frac{0,8}{5000} = 0,00016$
10 Подача розчину	$W_{10}(P) = \frac{K_{10}}{T_{10} p} \cdot e^{-\tau_{10} p}$ Через ряд Паде $W_{10}(P) = \frac{K_{10}}{T_3 p} \cdot \frac{\tau_{10}^2 p^2 - 0,5 \tau_{10} p + 12}{\tau_{10}^2 p^2 + 0,5 \tau_{10} p + 12}$	$K_{10} = \frac{F_p}{\alpha} = \frac{0,006}{70} = 0,00009 \frac{T / год}{град}$ $T_{10} = 0,3 c, \tau_{10} = 2 c$
11 Форсунка	$W_{11}(P) = \frac{K_{12}}{T_{11} p + 1}$	$K_{11} = \frac{Fp}{Fp} = \frac{0,006}{0,006} = 1; T_{11} = 0,2 c,$
12 Подача зарядженого аерозолію	$W_{12}(P) = e^{-\tau_{12} p} \quad W_{12}(P) = \frac{1}{1 + \tau_{12} p}$	$\tau_{12} = 1c$
13 Подача зарядженого зерна	$W_{13}(P) = e^{-\tau_{13} p};$ або $W_{13}(P) = \frac{1}{1 + \tau_{13} p}$	$\tau_{13} = 1c$
14 Реалізація процесу аерозольної обробки зерна	$W_{14}(P) = \frac{K_{14}}{T^2_{14-1} p^2 + T_{14-2} p + 1}$	$K_{14} = \frac{(F3 + Fp) - 0,2 \cdot Fp}{F3 + Fp} =$ $= \frac{(1,4 + 0,006) - 0,2 \cdot 0,006}{1,4 + 0,006} = 0,99$ $T_{14-1} = 2 c, T_{14-2} = 1 c,$

Список літератури

- Багаев А. А. Электротехнология: Учебное пособие. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова / А. А. Багаев, А. И. Багаев, Л. В. Куликова. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 315 с.
- Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие / С. Г. Гермен-Галкин. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
- Дьяконов В. П. Генерация и генераторы сигналов / В. П. Дьяконов. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 384 с.
- Мартиненко І. І. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК: Підручник / [І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко та ін.]. – К.: НМЦ МінАПК України, 2008. – 330 с.
- Новиков Г. В. Электротехнологический комплекс предпосевной обработки зерна на основе электроаэрозолей / Г. В. Новиков // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, - 2015. – Вип. 15, Том. 2. – С. 281-289.

Аннотация

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА АЭРОЗОЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ

Диордиев В.Т., Новиков Г.В.

В работе обоснован состав и параметры контроля технологической линии предпосевной обработки электризованного зерна пшеницы в облаке электризованного аэрозоля.

Abstract

AUTOMATION OF ELECTROTECHNOLOGICAL COMPLEX AEROSOL TREATMENT GRAIN

V. Diordiev, G. Novikov

The results of a pilot study on the justification of the aerosol composition and parameters of grain processing production line.