

ПІДВИЩЕННЯ ДОЗВОЛЯЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПРИСТРОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОТОКУ НАСІННЯ В ЗЕРНОВИХ СІВАЛКАХ

Кондратець В. О., Пархоменко Ю. М.

Кіровоградський національний технічний університет

Запропоновано підхід підвищення дозволяючої здатності пристрою ідентифікації зернового потоку в процесі висіву, що без перевитрати посівного матеріалу та добрих сприяє зростанню врожайності.

Постановка проблеми. Україна є однією з ведучих країн у виробництві зерна. В той же час внаслідок погіршення енергозабезпечення та енергозбереження, які і раніше не відповідали світовим рівням, вона в останні роки послабляє свої позиції на світовому ринку [1]. Урожайність зернових культур в Україні в цей час значно поступається провідним країнам, на що суттєво впливає недосконалість проведення сівби внаслідок відсутності надійних і якісних засобів контролю потоку насіння. Тому не здійснюється в повному обсязі передбачений законодавством України напрямок реалізації ресурсозберігаючих технологій в енергетиці, промисловості та аграрному комплексі. Оскільки стаття спрямована на реалізацію даного напрямку, її тема є актуальною. Вона відповідає програмі "Технічні засоби нового покоління для сільськогосподарського виробництва", включеної до переліку Державних цільових наукових та науково-технічних програм, визначених законом України "Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки". Дана стаття є складовою частиною результатів наукових досліджень за темою "Система комп'ютерної ідентифікації технологічного процесу висіву насіння зерновими сівалками" (0107U005469), що входить до тематичного плану Кіровоградського національного технічного університету.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що якість сівби в значній мірі визначається рівнем автоматизації технологічного процесу, особливо засобів контролю потоку насіння. Розробкою та удосконаленням засобів контролю потоку насіння в різні роки займаються Л. В. Аніскевич, Є. А. Беляєв, В. Б. Біляков, Г. М. Бузенков, П. М. Василенко, С. В. Кардашевський, Г. Т. Клейман, М. Г. Кінкер, В. В. Логін, О. О. Лук'яненко, Л. М. Макаревич, Г. Р. Носов, М. Д. Пархоменко, В. К. Хорошенко та інші, однак питання підвищення їх дозволяючої здатності ніхто не розробляв, хоч саме в цьому криється підвищення врожайності та зменшення матеріаловитрат.

Мета статті. Пропонується підвищити дозволяючу здатність пристрою ідентифікації потоку насіння в зернових сівалках.

Основні матеріали дослідження. Об'ємні засоби контролю потоку насіння (смісні, світлові), які розроблялися раніше, реагують лише на загальний об'єм зернин, що одночасно знаходяться в полі перетворювача, завдяки чому вихідний сигнал являє собою практично неперервну функцію зміни об'єму матеріалу. Вона не адекватна розподілу штучних об'єктів в потоці. Тому ці засоби не дозволяють розпізнавати кожну зернину, їх здвоєність, роздробленість як у по-

перечному перетині насіннепроводу, так і вздовж насінневого потоку. Це різко знижує ефективність автоматичного керування процесом висіву, веде до перевитрати посівного матеріалу, неефективного використання енергетичних і матеріальних ресурсів у виробництві зерна.

Будемо контролювати поперечний переріз системою "випромінювач-приймач" ідеалізованих променів певної фізичної природи. Нехай ці промені будуть мати циліндричну форму, малий діаметр порівняно з розміром зернин, не впливають один на одного і не діють на сусідні приймачі. Тоді, як показано на рис. 1.а, можливо виокремити окремі пролітаючі через площину контролю зернини. Зерна 3 і 4 (рис.1.а) розпізнаються ідеально, а здвоєні об'єкти 5 і 6 не розпізнаються, оскільки однакове "затемнення" частини приймачів 7 відбувається як одним, так і двома предметами. Тут об'єкт 6 не буде виявленим зважаючи на те, що знаходиться в енергетичній тіні відносно джерела випромінювання 1.

Встановимо у цьому ж поперечному перерізі насіннепроводу таку ж променеву систему, в якій промені будуть розташовані взаємно перпендикулярно першій (рис.1.б). Відносно зернини 6, як видно з рис.1.б, що не була розпізнаною, отримана додаткова інформація у вигляді "затемнення" частини приймачів 7 у іншій системі.

Аналіз показує, що у випадку "затемнення" окремої зернини одночасно двома об'єктами, розташованими у взаємно перпендикулярних променях, вона залишається нерозпізнаною. Однак вивчення розподілу зерен в контрольованому поперечному перерізі і вздовж потоку показало, що таке одночасне групування зерен в одній площині і по вертикалі не імовірно. Якщо така ситуація і може коли-небудь скластися, то одна нерозпізнана зернина ніяк не вплине на якість сівби. Тому можна стверджувати, що поштучну ідентифікацію окремих зерен в потоці можливо здійснювати з високою ефективністю двома взаємно перпендикулярно розташованими системами "випромінювач-приймач" променів певної фізичної природи.

Підхід ідентифікації окремих зернин в потоці розглянуто на ідеалізованих променях, їх джерелах і приймачах. Найбільш перспективним є використання променів світла. Оскільки інфрачервоні промені не належать до діапазону видимого світла, яке є перешкодою при вимірюванні, приймачі найбільш чутливі до інфрачервоного випромінювання [2] і зберігають працездатність при запиленості до 75% [3], доцільно первинний перетворювач засобу ідентифікації зернового потоку будувати на пристроях інфрачервоного

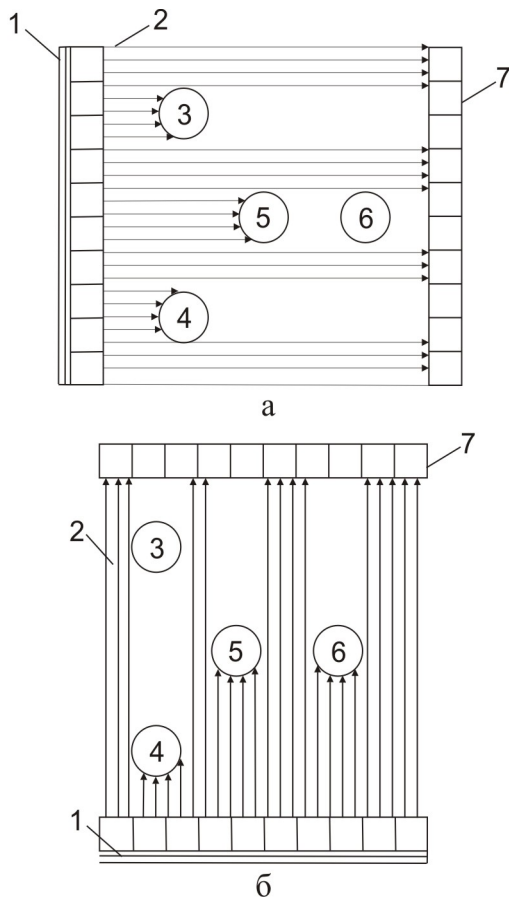


Рисунок 1 - Схема взаємодії зерен в конкретному поперечному перерізі насіннепроводу з променями певної фізичної природи з прямим (а) і взаємно перпендикулярним (б) їх проходженням:

1 – джерело променів; 2 – промені;
3,4,5,6 – зерна; 7 – приймачі променів

діапазону у вигляді оптронних пар, створюваних на базі незалежних напівпровідникових випромінювачів та фотоприймачів. Аналіз показав, що доцільно прийняти кремнієвий приймач випромінювання. Відомо, що високі можливості приймача можливо реалізувати лише за умови, якщо спектральна чутливість фотоприймача і спектральна випромінююча здатність світловипромінювача будуть повністю співпадати [4]. Таким умовам відповідають світлодіод АЛ107 –А,Б і фотодіод ФД-256А.

На відміну від ідеального випадку, поперечний переріз насіннепроводу будемо контролювати рамкою, складеною з прийнятих оптопар. Досвід показує, що універсальною може бути рамка розміром $50 \times 100 \text{ мм}$. По одному виміру в такій рамці можливо встановити 48 оптронних пар з кроком 2 мм , а по іншому – 16 оптронних пар з кроком 3 мм .

Світлодіоди АЛ107-А,Б мають діаграму направленості випромінювання $\varphi \leq 20^\circ$, $d_{\text{зонн}} = 2,4 \text{ мм}$ і володіють енергетичною світністю $6 \dots 10 \text{ мВт}$. З віддаленням від випромінювача освітленість різко зменшується, а площа поперечного перерізу променя збільшується, що приводить до зменшення освітленості фотодіода. До 100 разів можливо підвищити чутли-

вість фотодіода використанням лінз [4]. В обраних фотодіоді та світлодіоді є лінзи. Таких заходів достатньо, щоб на відстані $50 \dots 110 \text{ мм}$ забезпечити необхідну чутливість фотодіодів [4]. Крім того, у даній оптопарі діаметр світлового променя відповідає площі чутливої поверхні фотоприймача, який повинен працювати у фотогальванічному режимі.

В процесі проведених досліджень встановлено, що мінімально допустима відстань між сусідніми зернами в потоці по вертикалі та по горизонталі повинна бути не меншою $0,5 \text{ мм}$ при діаметрі світлового променя $d_e = 1 \dots 2 \text{ мм}$. Мінімум допустимий діаметр реєструємого об'єкта повинен бути не меншим $1,5 \text{ мм}$. При висіві зернових культур сівалка СЗ-3,6А відповідає цим вимогам, необхідно лише забезпечити у первинному перетворювачі діаметр світлового променя в межах $1 \dots 2 \text{ мм}$. Вибрана оптопара при безпосередньому наближенні відповідає цій умові, однак при збільшенні відстані між елементами променів розширяється. Діаметр світлової плями в площині фотодіода на відстані l від джерела при $\varphi \leq 20^\circ$ можливо визначити за формулою

$$d = 2 \cdot l \cdot \text{tg} \frac{\varphi}{2} \quad (1)$$

На відстані $l = 50 \text{ мм}$ діаметр світлової плями в площині фотодіода складає $17,6 \text{ мм}$, а на відстані 100 мм – $35,3 \text{ мм}$. Тобто, при одночасному ввімкненні світлодіодів у вимірвальній рамці фотодіодів, розташованих на невеликій відстані між собою, будуть освітлюватися кількома джерелами. Освітленість фотодіодів, що знаходяться не по осі випромінювача, можливо визначити залежністю

$$E = I \cdot l^{-2} \cdot \cos^3 \alpha, \quad (2)$$

де I - сила світла джерела;

α - кут між прямим променем, що падає на чутливий елемент фотодіода, і променем, який надходить в дану точку з джерела, що розглядається.

Розрахунки показують, що, наприклад, освітленість другого і четвертого фотодіодів від основного, розташованого по осі джерела випромінювання, складає відповідно $0,99$ і $0,78$ базового значення на відстані 100 мм . Тому для роботи пристрою необхідно реалізувати додаткові заходи.

Формування вузьких променів, які взаємодіють з падаючими в насіннепроводі зернами, є достатньо складною задачею. Її вдалося розв'язати одночасною реалізацією чотирьох заходів – зустрічним ввімкненням сусідніх оптопар, "заборону" зняття інформації з освітлених не "своїм" джерелом випромінювання фотодіодів, встановленням перед фотодіодами коліматорних втулок та певною комутацією оптронних пар. Аналіз показав, що можливо організувати вісім блоків по вісім оптронних пар. Вісім оптронних пар окремого блока вмикаються одночасно. Послідовним їх ввімкненням організується повне сканування площини контролю вузькими променями за час перемі-

щення кожної зернини. При цьому, виходячи з умов роботи фотодіодів і сівалки, тривалість такту підключення оптопар необхідно встановити на рівні 24мкс, а період сканування - 192мкс.

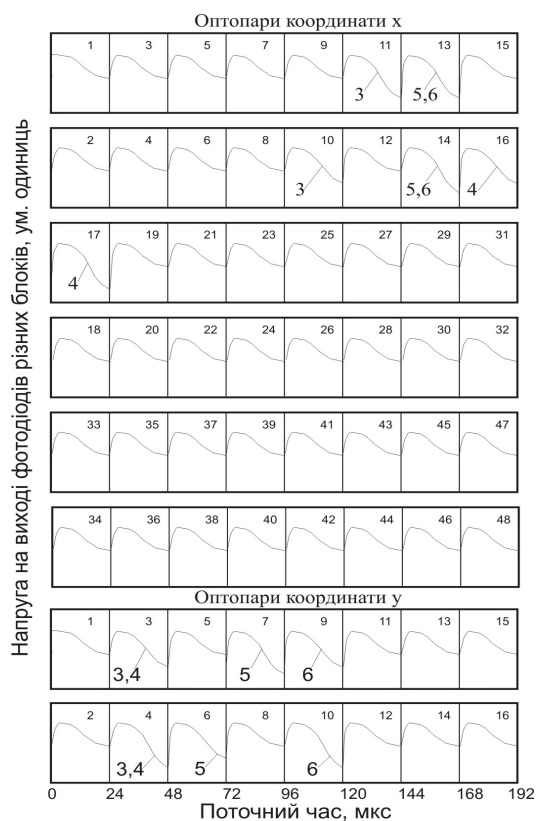


Рисунок 2 - Зміни сигналів фотодіодів реєструючої рамки при повному циклі сканування контрольованої площини вузькими світловими променями:

- 1...48, 1...16 – сигнали, що відповідають певним фотодіодам;
- 3,4,5,6 – сигнали, що відповідають перетину зернами контрольованої площини

Вихідні сигнали фотодіодів слугують інформацією про наявність зерен в площині контролю. Відповідно прийнятій належності оптронних пар до блоків сканування на рис.2 приведені теоретичні зміни сигналів фотодіодів, що відповідають зернам, зображеним на рис.1. Сигнали фотодіодів дозволяють ідентифікувати в поштучному режимі зерновий потік сівалки з залученням комп'ютерних засобів. Аналіз шляхів реалізації системи реєстрації та комп'ютерної ідентифікації зернового потоку розглянуто в роботі [5]. Теоретичні висновки підтверджені в процесі експериментальних випробувань.

Висновки. З викладеного матеріалу видно, що, враховуючи умови роботи зернових сівалок, можливо підвищити дозволяючу здатність пристрою ідентифікації потоку насіння в процесі висіву. Чутливим елементом такого пристрою повинна бути рамка, складена з світло – та фотодіодів інфрачервоного спектру, орієнтованих на світловий промінь 1...2мм, які забезпечені лінзами, колімаційними втулками, попарно зустрічно ввімкнені, мають засоби "заборони" зняття

інформації з освітлених не "своїм" джерелом випромінювання фотодіодів та комутації оптронних пар. З залученням комп'ютерних пристроїв за сигналами фотодіодів можливо ідентифікувати в поштучному режимі зерновий потік сівалки в процесі висіву, що дозволить значно покращити енергозбереження та підвищити врожайність при виробництві зерна.

Отримані результати дослідження є основою створення адаптивної системи автоматичного керування процесом висіву зернових культур, яка у змінних умовах роботи буде стабільно забезпечувати найкращі умови розташування насіння в рядку.

Список використаних джерел

1. Серед провідних експортерів зерна / Урядовий кур'єр. – 2011. - №26(4424). – С. 2.
2. Жеребцов И. П. Основы электроники / Жеребцов И. П. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1990. – 352 с.
3. Логин В. В. Динамика работы фотоэлектрических датчиков контроля высева / Логин В. В. // Сельскохозяйственные машины и орудия. – М.: ЦНИИ-ГЭИ тракторсельхозмаш, 1979. – Вып. 9. – 73 с.
4. Шрайбер Г. Инфракрасные лучи в электронике / Шрайбер Г.: Пер с франц. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 240 с. – (В помощь радиолюбителю).
5. Пархоменко Ю. М. Дослідження підходів до реалізації пристрою реєстрації та ідентифікації зернового потоку / Пархоменко Ю. М. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2007. – Вип. 37. – С. 126-131.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ УСТРОЙСТВА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОТОКА СЕМЯН В ЗЕРНОВЫХ СЕЯЛКАХ

Кондратец В. А., Пархоменко Ю. М.

Предложен подход повышения разрешающей способности устройства идентификации зернового потока в процессе высева, что без перерасхода посевного материала и удобрений способствует повышению урожайности.

Abstract

INCREASE OF RESOLUTION OF THE DEVICE FOR IDENTIFICATION OF SEEDS FLOW IN SEED DRILLS

V. Kondratets, Y. Parhomenko

Offered approach how to increase the resolution of device for authentication of corn flow in the process of seeding, that without the overrun of sowing material and fertilizers helps to increase the productivity.