

УДК 631.313.6

ЛОКАЛЬНЕ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ ПРИ ОРАНЦІ ҐРУНТУ КОМБІНОВАНИМИ ПЛУГАМИ

*І. Бендера, д.пед.н., М. Василич, аспірант
Подільський державний аграрно-технічний університет*

Постановка проблеми. Механічний обробіток ґрунту є важливим технологічним процесом у землеробстві і проводиться з метою створення рихлого верхнього шару, перемішування ґрунту з попередньо внесеними добривами та подрібнення й загортання рослинних і корневих решток попередників. Дослідженнями багатьох вчених доказана економічна і біологічна ефективність об'єднання названих операцій в єдиний технологічний процес через розробку та використання комбінованих машин, зокрема комбінованих плугів.

Відповідно науковий супровід, обґрунтування основних технологічних параметрів, режимів роботи основних робочих елементів плугів є проблемою актуальною і необхідною для науки та виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковому обґрунтуванню, експериментальній перевірці роботи комбінованих плугів присвячені роботи І.М.Панова, В.А.Шмоніна, М.Д.Подскрепко, З.В.Ловкіса, І.М.Бендери [1–9].

Дослідженнями встановлено основні технологічні параметри і режими роботи основних елементів плугів – геометричні розміри роторів, місце їх встановлення, частоту обертання, особливості роботи на ґрунтах різного типу і стану (забур'яненість, вологість).

Питанням локального внесення мінеральних добрив під час основного обробітку ґрунту присвячений науковий пошук В.С. Муштая [10–15].

В основу дослідження була покладена технологічна ідея глибокого рихлення ґрунту та пошарового внесення мінеральних добрив, визначені технологічні параметри процесу та доказана агрономічна ефективність об'єднання [13, 14].

Однак відсутні наукові дослідження ефективності об'єднання операцій оранки ґрунту лемішно-полицевим плугом, подрібнення орного шару активним робочим органом – вертикальним ротором з одночасним внесенням в зону подрібнення мінеральних сипких добрив.

Постановка завдання. Виходячи з особливостей основної підготовки ґрунту під посів сільськогосподарських культур, як об'єкту, та необхідності наукового обґрунтування технології процесу оранки, внесення мінеральних добрив, подрібнення орного шару та загортання корневих і рослинних решток, як предмета, метою досліджень є аналітичне моделювання процесу взаємодії ротора комбінованого плуга з пластом за одночасного внесення мінеральних добрив через внутрішню його порожнину.

Відповідно до об'єкта, предмета та мети визначені такі завдання досліджень:

- обґрунтувати технологічну схему роботи комбінованого плуга;
- визначити межі регулювання частоти обертання котушки для оптимальної, мінімальної і максимальної норм внесення добрив;
- розрахувати подачу добрив по горизонталі внесення;
- визначити технологічні параметри лопаток – ширину, радіус, кут встановлення.

Під час проведення досліджень використовувалися методи аналізу та математичного моделювання.

Виклад основного матеріалу. У виборі типу технологічної схеми враховувалася основна вимога – раціональне розміщення елементів плуга з огляду забезпечення кінцевої мети – отримання подрібненого орного шару з рівномірно розподіленими мінеральними добривами по ширині та висоті перерізу та в поздовжньому напрямі.

Враховуючи технологічну можливість подачі добрив пошарово променями ножів, прогнозуємо найбільшу ефективність а отже якість перемішування ґрунту і добрив у варіанті 3 (рис. 1).

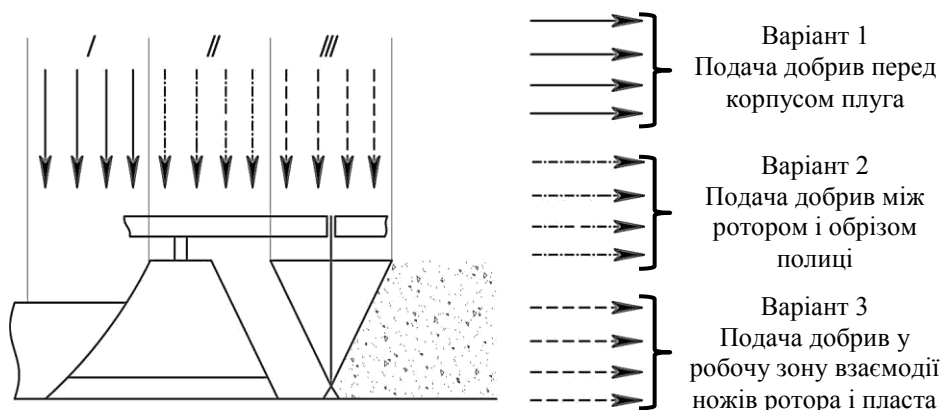


Рис. 1. Варіанти подачі мінеральних добрив.

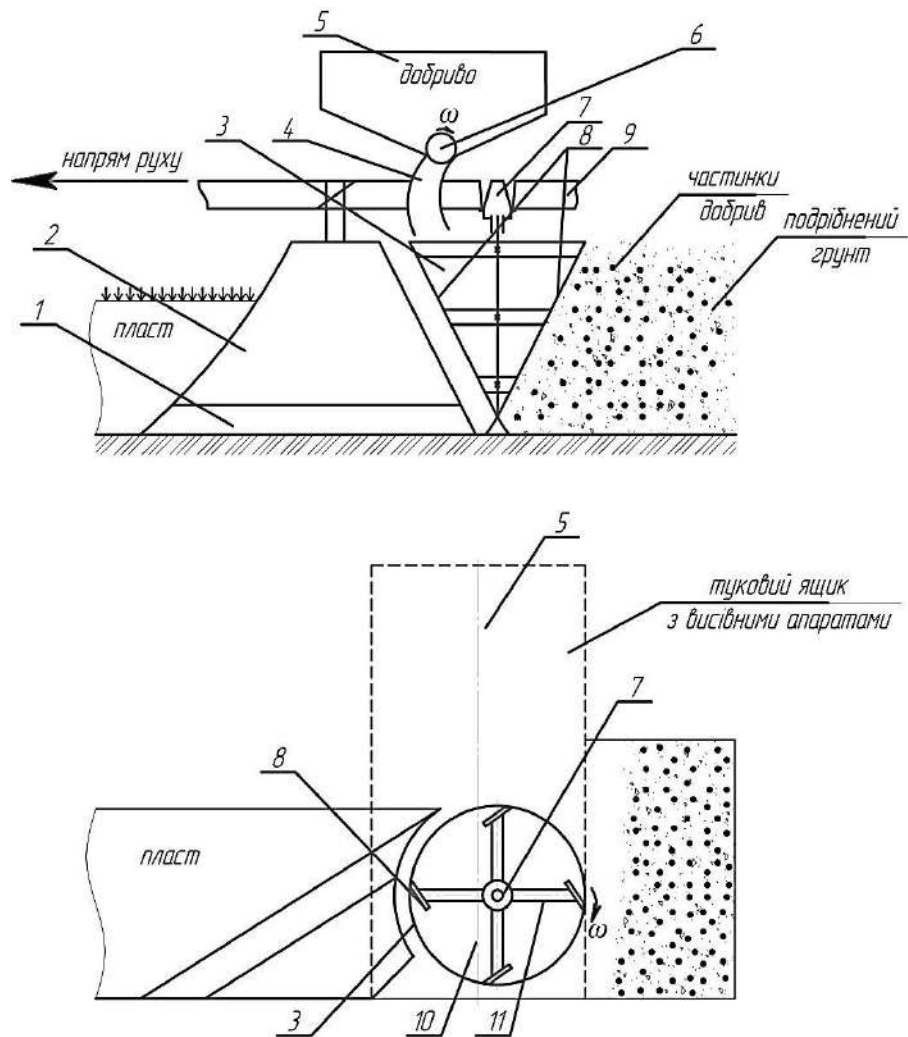


Рис. 2. Технологічна схема комбінованого плуга:

1 – корпус плуга; 2 – укорочена полиця; 3 – конічний вертикальний ротор; 4 – тукопровід; 5 – туковий ящик; 6 – висівний апарат; 7 – гідродвигун; 8 – ножі; 9 – рама; 10 – зона подачі добрив; 11 – промені ножів.

Тоді загальна технологічна схема комбінованого плуга матиметакий вигляд (рис. 2).

Під час руху плуга леміші 1 підрізають пласт і подають його на укорочену полицю 2. У момент сходу пласта з полиці вертикальний ротор з ножами 8 подрібнює пласт.

Привід ротора від енергетичного засобу (наприклад гідродвигунів 7). Мінеральні добрива (суміші мінеральних добрив) із тукового ящика 5 висівними апаратами 6 подаються тукопроводами 4 в порожнину ротора 10. Під час польоту добрив з тукопроводу в порожнину ротора промені ножів відцентровою силою скеровують їх у зону взаємодії ножів з ґрунтом.

Згідно із технологічною схемою висівна система складається з тукового ящика та висівних апаратів. Вважається, що класичні висівні апарати котушкового типу мають непогані характеристики щодо рівномірності висіву. Наводимо їх основні технологічні параметри та режими роботи.

Необхідна технологічна подача висівного апарату, виходячи з гектарної норми внесення N , ширини захвату плуга $B_{пл}$, поступальної швидкості $V_{п}$ та кількості тукопроводів (апаратів) z , дорівнює

$$g_T = NB_{п} \cdot V_{п} \cdot \frac{1}{z}. \quad (1)$$

Подача матеріалу розрахована через технологічні параметри висівного апарата – робочий об'єм V_k , частоту обертання та робочу довжину котушки l_p в межах конструктивної l_k дорівнює

$$g_k = V_k \cdot n \cdot \frac{l_p}{l_k}. \quad (2)$$

Прирівнявши формули (1) і (2), визначаємо частоту обертання котушки:

$$n = \frac{NB_{п}V_{п}l_k}{V_k l_p z}. \quad (3)$$

Враховуючи, що значення величини норми залежно від агрономічно заданої може змінюватися від $N_{мін}$ до $N_{мак}$, необхідно передбачити можливість зміни частоти обертання, тобто установити редукцію приводу. У межах повної частоти обертання n_i норма регулюється плавною зміною робочої довжини котушки l_p .

Продуктивність котушкового апарата є стартовою (базовою) для подальшого обґрунтування режиму роботи складових системи внесення добрив тукопроводу, ротора (як елемента із внесення добрив).

Максимальна кутова частота обертання котушки перевіряється на технологічну здатність за критерієм заповнення добривами жолобків котушки під власною вагою G при наявній відцентровій силі $F_{в.ц}$, що діє на частинки (рис. 3).

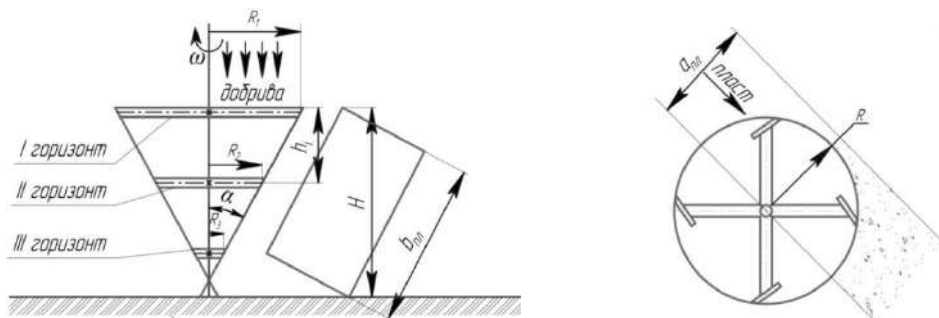


Рис. 3. Визначення технологічних параметрів роторів.

Умова заповнення: $G > F_{в.ц.}$, $g \geq m\omega^2 R$, звідси

$$\omega \leq \sqrt{\frac{g}{R}} \text{ або } n \leq \frac{30 \sqrt{\frac{g}{p}}}{\pi}. \quad (4)$$

Розглядаючи промені, до яких кріпляться ножі, як лопатки розкидачів добрив, можна пропускну здатність визначити через співвідношення площ поперечних (горизонтальних) проекцій кожного горизонту (h_i):

$$F_i = z \cdot R_i \cdot b_{л} \cos \alpha, \quad (5)$$

де R_i - радіус променя;

$b_{л}$ - ширина лопатки;

α - кут нахилу лопатки у вертикальній площині.

Відповідно для першого горизонту кількість добрив, які подаються в активну зону:

$$g_1 = \frac{\pi R_1^2 g_k}{z R_1 b_{л} \cos \alpha} = \frac{\pi R_1 g_k}{z b_{л} \cos \alpha}, \quad (6)$$

для другого –

$$g_2 = \frac{\pi R_2 g_1}{z b_{л} \cos \alpha}, \quad (7)$$

для третього –

$$g_3 = \frac{\pi R_3 g_2}{z b_{л} \cos \alpha}, \quad (8)$$

Для скидачів добрив мотилькового типу (у нашому випадку променів) подачу визначають за формулою

$$g_{п} = B_{л} \cdot R_{л} \cdot V_{кол} \gamma, \quad (9)$$

де $V_{кол}$ – колова швидкість лопатки ($V_{кол} = \omega R$);

γ – щільність добрив.

Порівнюючи реальну подачу і конструктивну, визначаємо необхідну ширину лопатки.

$$B_{л} = \sqrt{\frac{\pi g_i}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \omega R \gamma}}, \quad (10)$$

де g_i – подача на i -му горизонті.

Прогнозуємо ймовірність подачі добрив на дно борозни. Величину подачі слід розглядати як залишок Δg :

$$\Delta g = g_{\text{заг}} - g_1 - g_2 - g_3. \quad (11)$$

Висновки. У результаті наукових аналітичних досліджень процесу руху добрив від тукового ящика в зону активного кришення пласта визначено:

- технологічну схему роботи комбінованого плуга, яка об'єднує три сільськогосподарські операції – глибоку оранку, активне подрібнення пласта та пошарове внесення мінеральних добрив (сумішів) через ротори;
- межі частоти обертання катушок туковисівного апарату для забезпечення мінімальної і максимальної норм внесення добрив;
- подачу добрив по горизонтах за критеріями пропускної здатності променів кріплення ножів та базовою продуктивністю катушки;
- ширину лопатки (променя) та кути встановлення відносно горизонту при фіксованій частоті обертання та радіусі.

Бібліографічний список

1. Панов И.М. Плуги с комбинированными рабочими органами / Панов И. М., Шмонин В.А.// Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1968. – №11. – С. 29-33.
2. Панов И.М. Исследование работы комбинированного плужного корпуса / Панов И.М., Шмонин В.А.// Тракторы и сельхозмашины. – 1969. - №8. – С. 29-32.
3. Панов И.М. Крошения почвы плугом с комбинированными плужными корпусами / Панов И.М., Шмонин В.А.// Тракторы и сельхозмашины. – 1970. – №2. – С. 18-20.
4. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины: Теория, расчет, результаты испытаний: монография / В.И. Ветохин, И.М. Панов, В.А. Шмонин, В.А. Юзбашев. – К.: Феникс, 2009. – 264 с.: илл. – (на русском языке).
5. Подскребко М.Д. Плуг с комбинированными рабочими органами / Подскребко М.Д., Штейнерт И.Я.// Тракторы и сельхозмашины. – 1979. – №4. – С. 28-32.
6. Ловкис З.В. Обоснование формы ротора комбинированного плуга / Ловкис З.В., Бендера И.Н.// Земледельческая механика. – М.: МИИСП, 1985. – С. 17-19.
7. Бендера И.Н. Комбинированный плуг с роторными отвалами для вспашки переувлажненных почв / Бендера И.Н.// Актуальные проблемы повышения технического уровня сельскохозяйственных

машин: тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. – М.: ВИСХОМ, 1986. – С. 7-9.

8. Ловкис З.В. Обоснование взаимного расположения корпуса и ротора комбинированного плуга / Ловкис З.В., Бендера И.Н. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1986. – Вып. 29. – С. 10-19.

9. Ловкис З.В. Плуг для обработки тяжелых переувлажненных почв с гидроприводом роторов / Ловкис З.В., Бендера И.Н. // Тракторы и сельхозмашины. 1987. - №1.

10. Муштай В.С. Способ локального внесения минеральных удобрений комбинированным рабочим органом / В.С.Муштай // Збірник наукових праць Луганського державного аграрного університету/Ред.кол.:В.Г. Ткаченко (відп.ред.) [та ін]. – Луганськ, №4 (10) – 1999. – С. 76-80.

11. Коваль В.Я. Результаты экспериментальных исследований локального внесения минеральных удобрений распределяюще-заделывающими устройствами/ Коваль В.Я., Муштай В.С. // Збірник наукових праць Луганського державного аграрного університету: технічні науки. – Луганськ: Вид-во ЛДАУ, 2000. – №6/17. – С. 98-101.

12. Муштай В.С. Определенные качества внесения минеральных удобрений распределяюще-заделывающими устройствами / Муштай В.С. // Збірник наукових праць Луганського державного аграрного університету. – Луганськ: ЛДАУ, 2001. - №10(22) – С. 137-140.– (Серія «Технічні науки»).

13. Муштай В.С. Закономерности распределения минеральных удобрений по глубине при локальном внесении / Муштай В.С. // Сборник научных работ Крымского государственного аграрного университета / ред. кол.: д.т.н., проф. Беренштейн И.Б. (отв.ред.) [и др.]. – Симферополь, 2005. – №84. – 258 С. 189-194.

14. Муштай В.С. Обоснование агробиологических требований и технологических параметров распределяющих устройств при локальном внесении минеральных удобрений. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2005. – №49(72). – С. 175-179.– (Серія «Технічні науки»).

Бендера І., Василич М. Локальне внесення добрив при оранці ґрунту комбінованими плугами

У сучасному землеробстві широко використовуються комбіновані ґрунтообробні агрегати, а при основному обробітку ґрунту

– комбіновані лемішно-полицеві плуги з додатковими робочими органами, системами, пристроями.

У Подільському державному аграрно-технічному університеті запропонована конструкція комбінованого плуга, яка передбачає основний обробіток ґрунту лемішно-полицевими корпусами, подрібнення пласта та внесення мінеральних добрив в активну зону та фрезерування орного шару.

Метою досліджень є вибір основних технологічних параметрів – радіуса ротора R , частоти обертання ω і вивчення впливу їх значень на якість кришення ґрунту та загорання рослинних решток і добрив. У роботі використовується метод математичного моделювання технологічного процесу руху добрив, різання ґрунту ножами ротора, який обертається відносно вертикальної осі, визначені межі обертання котушки висівного апарата з метою забезпечення мінімальної і максимальної норм внесення добрив, подача добрив від котушок та розподіл подачі по горизонтах внесення, розглянуто аналітичне співвідношення між параметрами лопаток променів кріплення ножів – шириною, радіусом, кутом до горизонту.

Ключові слова: туки, добрива, апарати, котушка, плуг, ротор, ґрунт, радіус, частота обертання, лопатка, ніж, кришення, загорання.

Bender I., Vasylynych N. Local fertilizing while soil plowing by the combined plows

In today's stages of agriculture they widely use combined cultivating units, while the main cultivation - combined ploughsharing - raked working bodies with additional working bodies, systems, devices.

At the Podolsky State Agricultural and Technical University construction of combined plow is proposed which provides simultaneous fulfilment of deep plowing with ploughsharing - raked working bodies, active layer crumbling and mineral fertilizing of active core, topsoil milling and mineral fertilizing.

The purpose of research is the choice of the basic technological parameters - rotor radius R , the rotation frequency ω and influence of their values on the quality of soil crushing and preparation of plant residues and fertilizers. In the work we used the method of mathematical modeling of the process of fertilizers movement, soil cutting with the rotor knives that spins with regard to the vertical axis, limits of coil sowing device rotation in order to ensure minimum and maximum standards of a fertilizers applying, fertilizers supplying from coils and distribution of feed on the horizon, we

considered analytical value between parameters of ray blades knife holder - width, radius, angle setting to the horizon.

Keywords: pomace, fertilizers, machines, coil, plow, rotor, soil, radius, speed range, blade, knife, crushing, preparation.

БендераИ., ВасиличН. Локальное внесение удобрений при вспашке почвы комбинированными плугами

В современном земледелии широко используются комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, а при основной обработке почвы – комбинированные лемешно-полочные плуги с дополнительными рабочими органами, системами, устройствами.

В Подольском государственном аграрно-техническом университете предложена конструкция комбинированного плуга, которая предусматривает основную обработку почвы, лемешно-полочными корпусами, измельчение пласта и внесение минеральных удобрений в активную зону, фрезерование пахотного слоя.

Целью исследований является выбор основных технологических параметров – радиуса ротора R , частоты вращения ω – и изучения влияния их значений на качество измельчения почвы и заделки растительных остатков и удобрений. В работе применен метод математического моделирования технологического процесса движения удобрений, резки почвы ножами ротора, который вращается относительно вертикальной оси, определены пределы вращения катушки высевающего аппарата с целью обеспечения минимальной и максимальной норм внесения удобрений, подача удобрений от катушек и распределение подачи по горизонтам внесения, рассмотрено аналитическое соотношение между параметрами лопаток лучей крепления ножей – шириной, радиусом, углом постановки к горизонту.

Ключевые слова: туки, удобрения, аппараты, катушка, плуг, ротор, почва, радиус, частота вращения, лопатка, нож, измельчение, заделка.