

## АГРЕГАТ ДЛЯ СІВБИ ТА ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В УМОВАХ НАДМІРНОЇ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

**Д. Г. Войтюк**, професор, чл. -кор. НААН України,

**М. С. Волянський**, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

*Обґрунтовано конструктивну схему агрегата для сівби та внесення мінеральних добрив в умовах надмірної вологості ґрунту, який забезпечує підвищення продуктивності, має високу прохідність і незначну ущільнювальну дію рушіїв на ґрунт. Також обґрунтовані функціональні схеми технологічних модулів та визначені їх технологічні, кінематичні і конструктивні параметри.*

**Ключові слова:** мінеральні добрива, вологість, механізована технологія.

**Проблема.** Своєчасне виконання технологічних операцій сівби та внесення добрив є вагомою складовою високих врожаїв. Існуючі технології сівби та внесення мінеральних добрив і технічні засоби їх реалізації базуються на використанні звичайних машинно-тракторних агрегатів, які мають низьку продуктивність і можуть виконувати технологічні операції тільки при відповідній вологості ґрунту, що не завжди забезпечує оптимальні строки їх виконання. А тільки виконання технологічних операцій в оптимальні агротехнічні строки забезпечує підвищення урожайності на 25...30%.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідженнями технологій та технічних засобів сівби та внесення мінеральних добрив в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, ННЦ "ІМЕСГ" та в інших наукових установах [1, 2, 3, 4]. Важливим фактором їх виконання є підвищення робочих швидкостей агрегатів, а також прохідності в умовах підвищеної вологості ґрунту.

Для забезпечення високої прохідності мобільних енергетичних засобів (МЕЗ) на ґрунтах з недостатньою несучою здатністю використовують рушії із шинами наднизького тиску АШ-1300×600×533 (робочий тиск у шинах 0,01...0,05 МПа), що здатні забезпечити виконання технологічних операцій з робочою швидкістю 20...40 км/год і до 60 км/год — у транспортно-режимі.

Перспективним напрямом подальшого розвитку механізованих технологій є розроблення та створення агрегатів на базі надлегкого мобільно-

го енергетичного засобу (НлМЕЗ) і технологічних модулів до нього для сівби та внесення мінеральних добрив розкидним способом, спроможних працювати в умовах підвищеної вологості ґрунту і забезпечувати мінімальну ущільнювальну дію на ґрунт. Їх застосування порівнянно з традиційними МТА дозволить виконувати технологічні операції в найкращі агротехнічні строки, підвищити продуктивність до 30...45%, зменшити затрати праці до 30% і металомісткість - до 15%.

**Метою дослідження** є забезпечення сівби та внесення мінеральних добрив в умовах надмірної вологості ґрунту з високою продуктивністю.

Для цього обґрунтована конструктивна схема агрегата і функціональні схеми його технологічних модулів для сівби та внесення мінеральних добрив, а також основні його параметри: технологічні, кінематичні та конструктивні.

**Результати досліджень.** Агрегат для сівби та внесення мінеральних добрив в умовах надмірної вологості ґрунту розроблений в НУБіП України. Він виготовлений на базі НлМЕЗ з використанням шин наднизького тиску, який забезпечує вказаний швидкісний режим і мінімальну ущільнювальну дію рушіїв на ґрунт.

НлМЕЗ складається з рами, на якій встановлено двигун УАЗ-4178, коробки передач, трансмісії заднього і переднього ведучих мостів, чотирьох коліс з шинами наднизького тиску та подовжувачів їх кріплення.

В таблиці 1 наведені межі зміни дійсної швидкості руху НлМЕЗ залежно від увімкненої передачі.

Таблиця 1. Межі зміни дійсної швидкості руху НлМЕЗ залежно від передачі

Понижувальна передача у роздавальній коробці ( $i_P=1,94$ )			Пряма передача у роздавальній коробці ( $i_P=1,00$ )		
Передача	Діапазон зміни дійсної швидкості руху ( $v_D$ ), м/с	Дійсна швидкість руху при обертах колінчастого вала двигуна $n=3000 \text{ хв}^{-1}$ ( $v_D$ ), м/с	Передача	Діапазон зміни дійсної швидкості руху ( $v_D$ ), м/с	Дійсна швидкість руху при обертах колінчастого вала двигуна $n=3000 \text{ хв}^{-1}$ ( $v_D$ ), м/с
1	1,92 - 4,7	2,31	1	4,37 - 10,61	7,38
2	3,4 - 8,27	5,67	2	6,74 - 16,41	11,11
3	5,95 - 14,45	10,07	3	-	-
4	9,6 - 23,38	16,34	4	-	-

Агрегат для сівби та внесення мінеральних добрив (рис. 1) складається з НлМЕЗ та монтажних технологічних модулів для сівби та внесення мінеральних добрив, які містять бункер з

дозатором насіння, що приводиться в дію від приводного колеса через контури ланцюгових передач, пневматичної висівної системи та штанги.



а)



б)

Рис. 1. Агрегат для внесення мінеральних добрив в умовах підвищеної вологості ґрунту: а – транспортне положення; б – робоче положення

Переведення приводного колеса з робочого положення в транспортне забезпечується важелем через тросову передачу з каміни НлМЕЗ. Штанга встановлена на поворотній рамці. Також на поворотній рамці встановлений механізм регулювання штанги по висоті над поверхнею ґрунту. Штанга технологічного модуля для внесення мінеральних добрив складається із центральної секції шириною 1800 мм і двох бокових – шириною 5100 мм кожна, які з'єднані шарнірно з центральною та має ширину захвату 12 м. На штанзі через 0,5 м встановлені розсіювачі.

Поворотна рамка призначена для переведення штанги з робочого положення в транспортне, бокові секції штанги при цьому повертають

вперед по напрямку руху енергосубо на  $90^\circ$  і поворотна рамка разом із усіма секціями штанги повертається на кут  $30^\circ$  по вертикалі. Тоді бокові секції встановлюють на кронштейни.

На рис. 2 наведена схема робочого процесу технологічного модуля. Добрива або насіння із бункера 2 надходить до дозатора 3, який подає його у повітропровід 5. Вентилятор 1 нагнітає повітря яке захоплює добрива, насіння і транспортує їх по трубопроводу 4 до розподільної головки 6. Розподільна головка рівномірно розподіляє насіння, добрива по 24 патрубках, які потім спрямовуються по висівних каналах 7 до розсіювачів 9 штанги 8. Далі вони повітряним потоком рівномірно розподіляється по поверхні поля.

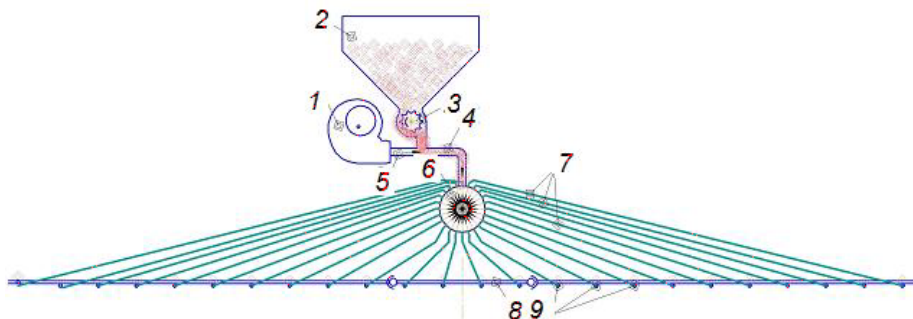


Рис. 2. Функціональна схема висівної системи технологічного модуля: 1 – вентилятор; 2 – бункер; 3 – дозатор насіння; 4 – транспортуючий трубопровід; 5 – повітропровід; 6 – розподільна головка; 7 – висівні канали; 8 – штанга; 9 – розсіювачі

Дозувальний пристрій котушкового типу, виготовлений із полімерного матеріалу. Для точності дозування, на вході котушки до транспортувального трубопровода встановлена обмежувальна пластина, яка дозволяє переміщувати добрива до транспортувального трубопровода лише в об'ємі жолобків котушки і виключає переміщення добрив з активного шару, який утворюється у бункері за рахунок його внутрішнього тертя при обертанні котушки.

Робоча довжина котушки дозувального пристрою регулюється важелем в межах  $l = 10 \dots 110$  мм, діаметр котушки становить  $D = 100$  мм, число жолобків котушки  $z = 10$ . Площа вихідного вікна  $S_b = 0,011$  м<sup>2</sup>; Об'єм одного жо-

бка котушки –  $0,594 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup> і, відповідно, робочий об'єм котушки становить:  $v = 0,594 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>.

При висіванні добрив з об'ємною вагою  $\gamma = 1,0$  т/м<sup>3</sup>, дозувальний пристрій за один оберт при повній робочій довжині котушки, може подати 0,594 кг технологічного матеріалу.

Максимальну кутову швидкість котушки визначаємо з умови заповнення жолобка:

$$w = \sqrt{\frac{fq}{r}}, \text{ 1/с,}$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя, для добрив  $f = 0,34$ ;  $q$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  $r$  – радіус котушки,  $r = 0,05$  м.

Максимальна кутова швидкість котушки

становить  $\omega = 8,16 \text{ с}^{-1}$ , а максимальну частоту її обертання визначимо із умови

$$n = \frac{30\omega}{\rho}$$

яка дорівнює -  $n = 78 \text{ об/хв}$ .

При цьому, максимальна подача технологічного матеріалу, з врахуванням його властивостей, буде становити:  $q_c = v n \gamma$ , (кг/с), для добрив з об'ємною вагою  $\gamma = 1,0 \text{ т/м}^3$ , відповідно, максимальна подача дозатора становить -  $q_c = 0,772 \text{ кг/с}$ .

Засіяна площа  $S_1$  за 1 секунду при нормі висіву технологічного матеріалу  $Q = 100 \text{ кг/га}$  ( $0,01 \text{ кг/м}^2$ ) становитиме  $S_1 = q_c / Q = 0,772 / 0,01 = 77,2 \text{ м}^2/\text{с}$ .

Тоді робоча ширина ширину захвату становитиме  $B_p = S_1 / V_p$ :

$$B_{p1} = 77,2/5,67 = 13,62 \text{ м. } B_{p2} = 77,2/7,38 = 10,46 \text{ м.}$$

$$B_{p3} = 77,2/10,07 = 7,66 \text{ м. } B_{p4} = 77,2/11,11 = 6,95 \text{ м.}$$

Приймаємо з умов жорсткості конструкції та динаміки руху ширину захвату  $B = 12 \text{ м}$ , яку доцільно реалізувати на другій понижувальній передачі при  $V_p = 5,67 \text{ м/с}$ .

Якщо прийняти діапазон дози внесення мінеральних добрив  $50 \dots 100 \text{ кг/га}$  ( $0,005 \dots 0,01 \text{ кг/м}^2$ ), то при визначеній максимальній подачі і прийнятій ширині захвату агрегата максимальна робоча швидкість може становити  $5,67 \dots 11,34 \text{ м/с}$ . Це свідчить про те, що агрегат може працювати на робочих швидкостях до  $20 \dots 40 \text{ км/год}$  (друга пряма передача  $V_p = 11,11 \text{ м/с}$  і відповідно друга і понижувальні  $V_p = 5,67 \text{ м/с}$ , див. табл. 1).

Змінюють норму (дозу) висіву дозатором за рахунок зміни робочої довжини котушки і частоти її обертання.

Для сівби розкидним способом в умовах надмірної вологості ґрунту використовується подібний дозатор насіння з пневматичною висівною системою. На поворотній рамці встановлена штанга шириною захвату  $3,6 \text{ м}$  з відстанню між розсіювачами  $0,15 \text{ м}$ .

Обґрунтовані передаточні відношення механізму привода котушки дозатора за умов: швидкість руху НлМЕЗ з технологічним модулем -  $V_p = 5,67 \text{ м/с}$  і  $V_p = 11,11 \text{ м/с}$ ; діаметр приводного колеса -  $0,66 \text{ м}$ , довжина обода -  $2,07 \text{ м}$ ; частота обертання приводного колеса -  $2,74$  і  $5,36 \text{ с}^{-1}$ ; максимальна частота обертання котушки дозатора -  $78 \text{ хв}^{-1}$  ( $1,3 \text{ с}^{-1}$ ). Передаточне відношення

механізму привода для забезпечення мінімальної і максимальної частоти обертання котушки дозатора становить -  $2,1$  і  $4,12$ .

Кінематична схема механізму привода дозатора насіння технологічного модуля наведена на рисунку 3.

Теоретичними дослідженнями дозатора технологічних модулів встановлювали залежності сталої подачі  $g$  (кг/с) дозатором насіння від робочої довжини котушки  $l_p$ , (мм) та частоти її обертання  $n$ , (об/хв.)

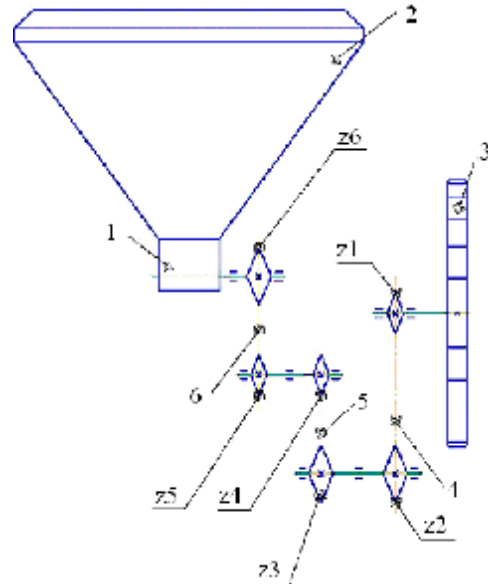


Рис. 3. Кінематична схема механізму привода дозатора насіння технологічного модуля:

- 1 – дозатор насіння; 2 – бункер; 3 – приводне колесо;
- 4, 5, 6 – контури ланцюгової передачі;
- z1, z2, z3, z4, z5, z6 – зірочки

Вихідними даними для розрахунку були: ширина захвату штанги технологічного модуля для сівби дрібнонасінних культур і внесення мінеральних добрив  $B_p = 12 \text{ м}$ , технологічного модуля для сівби зернових культур  $B_p = 3,6 \text{ м}$ , а робоча швидкість відповідно  $V_p = 7,38$  і  $5,67 \text{ м/с}$ . Норми висіву дрібнонасінних культур -  $Q = 3 \dots 15 \text{ кг/га}$  ( $0,3 \dots 1,5 \text{ г/м}^2$ ), а зернових -  $60 \dots 350 \text{ кг/га}$  ( $6,0 \dots 35,0 \text{ г/м}^2$ ).

Подачу  $q$  насіння визначали за виразом:

$$q = B_p \cdot V_p \cdot Q.$$

Залежність сталої подачі дозатором насіння ріпаку ( $g_{min} = 0,266 \text{ кг/с}$  і  $g_{max} = 1,328 \text{ кг/с}$ ) від робочої довжини котушки  $l_p$ , мм та частоти її обертання  $n$ , об/хв наведена на рис. 4.

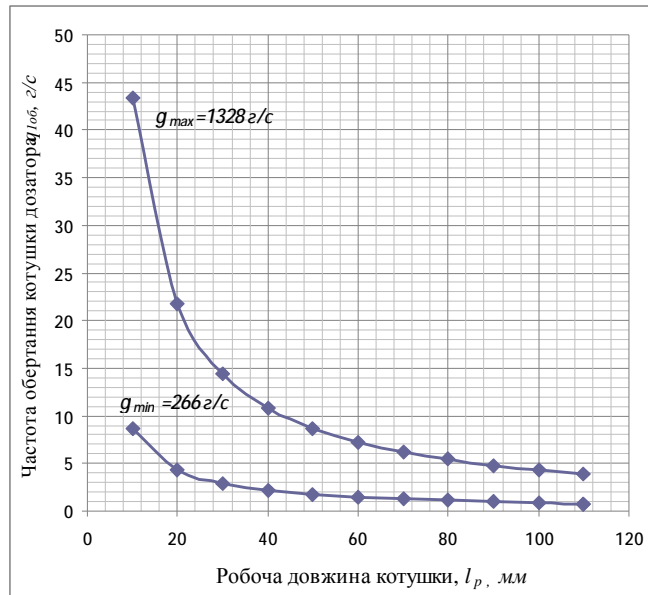


Рис. 4. Залежність сталої подачі ( $g_{min} = 0,266$  кг/с і  $g_{max} = 1,328$  кг/с) дозатором насіння ріпаку від робочої довжини котушки  $l_p$ , мм та частоти її обертання  $n$ , об/хв.

Результати експериментальних досліджень маси висіяного насіння ріпаку висівними каналами розподільної головки та розсіювачами при робочій довжині котушки ( $l_p = 60$  мм) і частоті її обертання ( $n = 20$  об/хв) наведені на рис. 5.

Розподіл маси висіяного насіння розсіювачами технологічного модуля

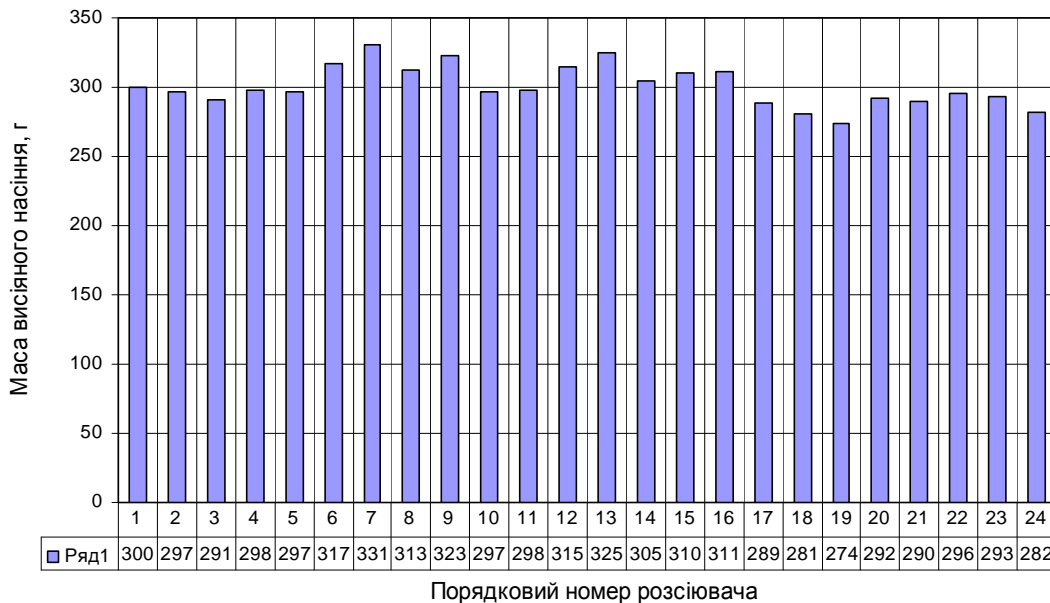


Рис. 5. Діаграма розподілу маси висіяного насіння ріпаку розсіювачами висівної системи при робочій довжині котушки ( $l_p = 60$  мм) і частоті її обертання ( $n = 20$  об/хв)

**Висновки.** 1. Сівба та внесення мінеральних добрив в оптимальні агротехнічні строки забезпечують підвищення урожайності сільськогосподарських культур на 25...30%.

2. Для виконання технологічних операцій сівби та внесення мінеральних добрив в умовах надмірної вологості ґрунту доцільно використовувати надлегкі мобільні енергетичні засоби з шинами наднизького тиску (0,01...0,05 МПа), які

здійснюють мінімальну ущільнювальну дію на ґрунт і забезпечують високу прохідність агрегата та високу його продуктивність (робочі швидкості 20...40 км/год).

3. Обґрунтовані конструктивна схема агрегата для внесення добрив в умовах підвищеної вологості ґрунту та функціональна схема монтажних технологічних модулів.

4. Для забезпечення роботи агрегата на

робочих швидкостях 20...40 км/год визначені основні параметри технологічного модуля: максимальна подача добрив дозатором -  $q_c = 0,772$  кг/с; максимально допустима частота обертання котушки дозатора -  $n = 78$  об/хв ( $1,3 \text{ с}^{-1}$ ); максимальні передаточні відношення механізму при-

вода дозатора для забезпечення максимальної і мінімальної дози внесення добрив - 2,1 і 4,12; ширина захвата агрегата при внесенні мінеральних добрив -  $B = 12$  м, при сівбі розкидним способом – 3,6 м.

#### Список використаної літератури

1. *Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р., Волянський М.С.* Надлегкий енергетичний засіб для внесення технологічних матеріалів і обприскування. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Збірник наукових праць КНТУ. Вип. 17. Кіровоград, 2006.
2. *Винничук С.М., Мощенко І.О.* Перспективні можливості розкидного способу сівби зернових культур // Міжвідомчий збірник наукових праць „Сільськогосподарський вісник” Випуск 41. – Мінськ, 1998. – с.191...199.
3. *Кардашевский С.В.* Высевающие устройства посевных машин. Теоретические основы и модели исследования равномерности, распределения семян. - М.: Машиностроение. 1973. - 175 с.
4. *Надикто В., Кюрчев В., Панченко А.* Перспективи та ефективність використання модульних енергетичних засобів в Україні. Техніко-економічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Зб. наук. праць. Вип. 6. Кн. 2. Укр. НДІПВТ, 2003.
5. *Погорелый Л., Коваль С., Шуринов В., Саенко В.* Модульно-блочные уборочно-транспортные машины нового поколения. Развитие конструкций и концепция разработки универсальных энергосредств и комплексов машин. К.: Техніка в АПК. 1999. № 1.

#### ***Войтюк Д.Г., Волянський М.С. Агрегат для посева и внесения минеральных удобрений в условиях повышенной влажности почвы***

*Обосновано конструктивную схему агрегата для посева и внесения минеральных удобрений в условиях повышенной влажности почвы, который обеспечивает повышение производительности, имеет высокую проходимость и незначительное уплотняющее воздействие движителей на почву. Также обоснованы функциональные схемы технологических модулей и определены их основные технологические, кинематические и конструктивные параметры.*

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, влажность, механизированная технология,

#### ***Voityk D.G., Volyanskiy M.S. Device for seedling and mineral fertilization in the conditions of excessive soil moisture***

*A constructive scheme of device for seedling and fertilization in the conditions of excessive soil moisture, which provides improved capability, high pass ability and a small impact of movers on the ground, is proved. Also the functional scheme of its technological module is proved and its basic technological, kinematical and structural parameters are determined.*

**Keywords:** fertilizer, humidity, mechanized technology

Стаття надійшла в редакцію: 03.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Топілін Г.Є.