

УДК 631.331:061.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЗАТОРА МОБІЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ СІВБИ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОЇ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

Д. Г. Войтюк, М. С. Волянський, В. М. Мартишко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Кореспонденція авторів: mvolyanskij@ukr.net.

Історія статті: отримано – вересень 2018, акцентовано – листопад 2018.

Бібл. 10, рис. 5, табл. 0.

Анотація. Урожайність сільськогосподарських культур є головним чинником інтенсивного господарювання. На урожайність впливає багато факторів. Сівба є надзвичайно важливою технологічною операцією. Від способу сівби, норми висіву насіння і глибини його заробки, строків сівби і вологості ґрунту під час сівби в значній мірі залежить майбутній урожай.

Відомі такі способи сівби: рядковий, вузькорядний, перехресний, стрічковий, смуговий і розкидний, які застосовують в основному залежно від сільськогосподарської культури. Багаторічними дослідженнями встановлено, що вузькорядний і перехресний способи сівби майже рівноцінні, а середній приріст врожаю від них порівняно з рядковим становить всього 1,6 ц/га, а при розкидному способі сівби урожайність озимої пшениці і ярих культур більша на 4...10% ніж при рядковому. Тому розкидний спосіб сівби набуває поширення в багатьох країнах світу.

Для реалізації розкидного способу сівби використовують відцентрові та пневматичні розсіювачі. Відцентрові розсіювачі прості за будовою але поступаються пневматичним за рівномірністю розподілу насіння по ширині захвату посівного агрегата.

Враховуючи наведене, розроблено мобільний високопродуктивний агрегат для сівби в умовах підвищеної вологості ґрунту, який складається із мобільного енергетичного засобу і змонтованого на ньому технологічного модуля. Для забезпечення високої прохідності і мінімальної ущільнювальної дії його ходових систем, використані шини наднизького тиску (0,1...0,5 кгс/см², габаритні розміри - 1300x600x500 мм). Такі шини здатні забезпечити робочу швидкість агрегата до 40 км/год, при цьому агрегат в умовах підвищеної вологості ґрунту створює питомий тиск на ґрунт лише 0,012...0,016 МПа, тому не залишає на поверхні поля колії і сівбу зернових культур такими посівними агрегатами можливо розпочинати на 2...4 дні раніше (за умов надмірного зволоження ґрунту), а виконання сівби при вологості ґрунту 20...29% забезпечує підвищення урожайності на 25...30%.

Технологічний модуль складається з централізованої пневматичної висівної систем, яка складається із дозатора насіння, вентилятора, розподільної головки, пневмонасіннепроводів і розсіювачів. Для забезпе-

чення необхідної норми висіву насіння при високих робочих швидкостях необхідно обґрунтувати режими роботи дозатора насіння. Визначили необхідну залежність подачі насіння пшениці за один оберт котушки дозатора від її робочої довжини для забезпечення мінімальної і максимальної норми висіву, залежність секундної подачі насіння пшениці дозатором від робочої довжини котушки та її частоти обертання, а також режими забезпечення сталої подачі дозатором насіння пшениці, відповідною робочою довжиною котушки та частотою її обертання.

Ключові слова: мобільний агрегат, сівба, розкидний спосіб сівби, технологічний модуль, дозатор, котушка, подача насіння.

Постановка проблеми

Сівба – надзвичайно важлива технологічна операція при вирощуванні сільськогосподарських культур. Головним завданням сівби є забезпечення заданої норми висіву насіння і глибини його заробки та оптимальний розподіл насіння по площі живлення. Відомі такі способи сівби: рядковий, перехресний, вузькорядний, стрічковий, смуговий і розкидний, які застосовують в основному залежно від сільськогосподарської культури [9, 10]. Багаторічними дослідженнями встановлено, що вузькорядний і перехресний способи сівби майже рівноцінні, а середній приріст врожаю від них порівняно з рядковим становить всього 1,6 ц/га [4].

Аналіз останніх досліджень

Дослідженнями Національного наукового центру «ІМЕСГ» встановлено, що при розкидному способі сівби урожайність озимої пшениці і ярих культур більша на 4...10% ніж при рядковому [1]. Такий спосіб набуває все більшого розповсюдження в Угорщині, Болгарії, Німеччині, Франції, Англії, США, Канаді та в інших країнах завдяки високій продуктивності відцентрових і пневматичних розсіювачів, їх простоті та надійності [3]. При цьому сівбу зернових культур існуючими посівними агрегатами можливо розпочинати на

2...4 дні раніше за умов надмірного зволоження ґрунту, що дає змогу змістити терміни сівби. Виконання сівби при вологості ґрунту 20...29% забезпечує підвищення урожайності на 25...30% [1]. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки свідчать про використання модульних та модульно-блокових конструкцій сільськогосподарських машин на базі мобільних енергетичних засобів, що дозволить виконувати технологічні операції в найкращі агротехнічні строки, підвищити продуктивність до 45%, зменшити затрати праці до 30% і металомісткість до 15% [5, 6, 7].

Об'єкт дослідження – розкидний спосіб сівби в умовах підвищеної вологості ґрунту.

Предмет дослідження – дозатор висівної системи.

Мета досліджень

Метою даної роботи є встановлення залежностей подачі дозатором насіння пшениці від робочої довжини котушки та її частоти обертання.

Результати досліджень

За умов підвищеної вологості ґрунту існуючі посівні агрегати неспроможні працювати. Тому актуальним є застосування розкидного способу сівби з мінімальною ущільнювальною дією на ґрунт. Для забезпечення мінімальної ущільнювальної дії на ґрунт та високої прохідності в умовах підвищеної вологості ґрунту використаний мобільний високопродуктивний агрегат 1 (рис. 1) з шинами наднизького тиску „Трекол”. Габаритні розміри шин – 1300×600-533 ТУ 38-604-06-72-92; робочий тиск – 0,01...0,05 МПа (0,1...0,5 кгс/см²); допустиме навантаження на одне колесо 5500 Н. Двигун – 73,6 (100) кВт (к.с.); колісна база – 2238 мм; коля – 2100 мм; агротехнічний просвіт – 640 мм; максимальна робоча швидкість – 40 км/год; максимальна транспортна швидкість – 60 км/год [2].

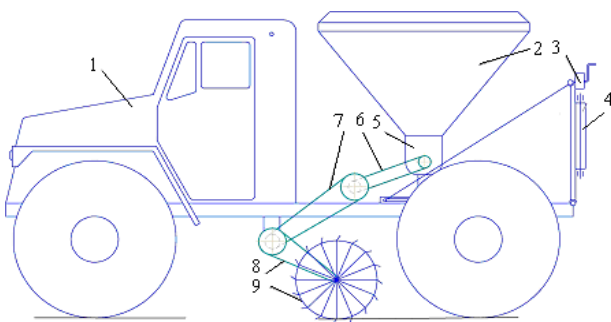


Рис. 1. Схема мобільного високопродуктивного агрегата для сівби розкидним способом в умовах надмірної вологості ґрунту (штанга в робочому положенні): 1 – мобільний засіб; 2 – бункер; 3 – поворотна рамка штанги; 4 – штанга; 5 – дозатор насіння; 6, 7, 8 – контури ланцюгової передачі; 9 – приводне колесо.

Технологічний модуль для сівби розкидним способом, встановлений на рамі мобільного агрегата і складається з бункера 2 (див. рис. 1), до днища якого кріпиться дозатор насіння 5. Привод дозатора насіння забезпечується від приводного колеса 9 через контури

ланцюгових передач 6, 7 і 8. Ззаду технологічного модуля є поворотна рамка штанги 3 з механізмом регулювання закріпленої до неї штанги 4, на якій встановлені розсіювачі насіння.

Для висіву зернових культур застосована пневматична висівна система централізованого висіву (рис. 2), яка складається з механічного дозатора насіння і пневматичної системи його розподілу, транспортування та розсіювання.

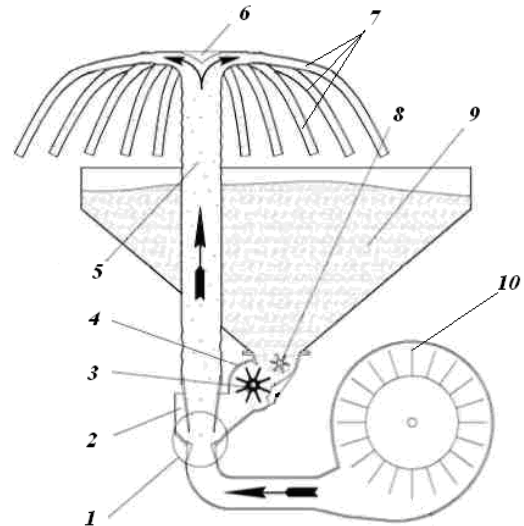


Рис. 2. Функціональна схема універсальної пневматичної висівної системи з централізованим висівом: 1 – інжектор вертикальний; 2 – перехідна камера; 3 – котушка; 4 – корпус висівного апарата; 5 – вертикальний пневматичний канал; 6 – розподільна головка; 7 – висівні канали; 8 – ворушилка; 9 – бункер для насіння; 10 – вентилятор.

Дозатор насіння котушкового типу. Для забезпечення надійної подачі насіння до котушки 3 дозатора в бункері 9 встановлена механічна ворушилка 8, привод якої здійснюється також від приводного колеса разом з котушкою. Пневматична висівна система централізованого висіву складається з вентилятора 10, вертикального інжектора 1, перехідної камери 2, вертикального пневматичного каналу 5, розподільної головки 6, висівних каналів 7, які з'єднані з розсіювачами насіння, що встановлені на штанзі технологічного модуля.

Вентилятор приводиться в дію від гідромотора гідропривода, а створений ним повітряний потік спрямовується по пневмопроводах до вертикального інжектора. Туди потрапляє і винесене з бункера котушкою дозатора насіння, яке підхоплюється цим повітряним потоком і по вертикальному пневматичному каналу потрапляє у розподільну головку, в якій розділяється і спрямовується по 24 висівних каналах та транспортується до 24 розсіювачів. Розсіювачами, які розташовані на штанзі через 150 мм, насіння розсівається смугами по поверхні надмірно зволоженого поля. Для забезпечення рівномірного розподілу насіння по поверхні поля регулюють величину перекриття смуг розсіювання зміною висоти розміщення розсіювачів відносно поверхні ґрунту.

Ширина захвату технологічного модуля – 3,6 м, робоча швидкість на сівбі зернових культур – 5,67 м/с (20,4 км/год); продуктивність за 1 годину основного часу – 7,3 га.

Надзвичайно важливим є те, що агрегат в умовах підвищеної вологості ґрунту створює питомий тиск на ґрунт лише 0,012...0,016 МПа, чим забезпечує максимальну прохідність і не залишає на поверхні поля колії.

Теоретичні основи котушкових висівних апаратів, які застосовуються в зернових сівалках, висвітлені в роботах багатьох вчених [3]. В наведених дослідженнях необхідно було визначити подачу котушки дозатора залежно від її робочої довжини та частоти обертання. Дослідження проводили на експериментальному зразку, привод котушки здійснювали регульованим електродвигуном. Визначили: залежність подачі насіння пшениці за один оберт котушки дозатора від її робочої довжини; залежність секундної подачі насіння пшениці дозатором від робочої довжини котушки та її частоти обертання і режими забезпечення сталої подачі насіння пшениці дозатором (мінімальної і максимальної) робочою довжиною котушки l_p мм та частотою її обертання.

Результати досліджень

Визначили залежність подачі насіння пшениці за один оберт котушки дозатора ($G_{\text{оберт}}$) від її робочої довжини (L_p). Параметри котушки дозатора: діаметр $D_k = 100$ мм; довжина $L_p = 10...110$ мм; кількість жолобків $K_{\text{ж}} = 10$ шт.; площа поперечного перерізу жолобка $S_{\text{ж}} = 0,00045$ м².

$$G_{\text{оберт}} = S_{\text{ж}} \cdot L_p \cdot K_{\text{ж}} \cdot \gamma \cdot 103, \text{ г}, \quad (1)$$

де γ – об'ємна вага насіння пшениці, кг/м³, ($\gamma = 650...790$ кг/м³), $S_{\text{ж}}$ (м²); L_p (м).

На рис. 3 наведений графік залежності подачі насіння пшениці за один оберт котушки дозатора від її робочої довжини за умови, що $\gamma = 700$ кг/м³.

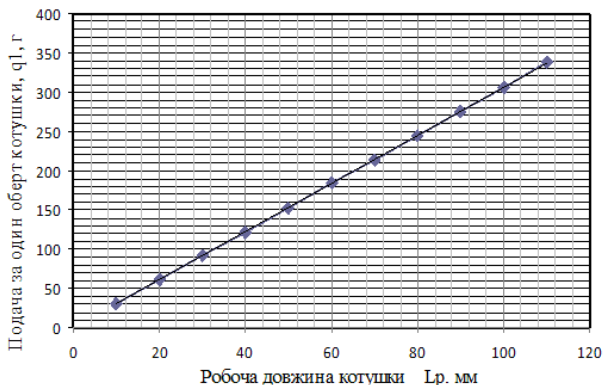


Рис. 3. Залежність подачі насіння пшениці за один оберт котушки дозатора ($q_{\text{об}}$, г) від її робочої довжини (l_p , мм).

Оскільки, норма висіву пшениці Q становить 120...240 кг/га, то мінімальна g_{min} і максимальна g_{max} подача насіння котушкою дозатора визначені із залежності:

$$g = B_p \cdot V_p \cdot Q, \quad \text{г/с}, \quad (2)$$

де B_p – ширина захвату агрегата, м, ($B_p = 3,6$ м);

V_p – робоча швидкість агрегата, м/с, ($V_p = 5,67$ м/с; 20,4 км/год);

Q – норма висіву пшениці, г/м² ($Q = 120...240$ кг/га, $= 0,012...0,024$ кг/м², $= 12...24$ г/м²).

Тоді, відповідно, мінімальна і максимальна подача насіння котушкою дозатора для забезпечення вказаного діапазону норм висіву насіння пшениці повинна становити $g_{\text{min}} = 244,94$ г/с і $g_{\text{max}} = 489,88$ г/с.

Максимальну кутову швидкість котушки визначимо з умови заповнення жолобка:

$$\omega = \sqrt{\frac{fq}{r}}, \quad 1/\text{с}, \quad (3)$$

де f – коефіцієнт тертя, для пшениці $f = 0,37$;

q – прискорення вільного падіння, м/с²;

r – радіус котушки, $r = 0,05$ м.

Максимальна кутова швидкість котушки становить, $\omega = 8,51$ с⁻¹.

Максимальну частоту обертання котушки визначимо із умови:

$$n = \frac{30\omega}{\pi}. \quad (4)$$

Максимальна частота обертання котушки дорівнює – $n = 81$ об/хв.

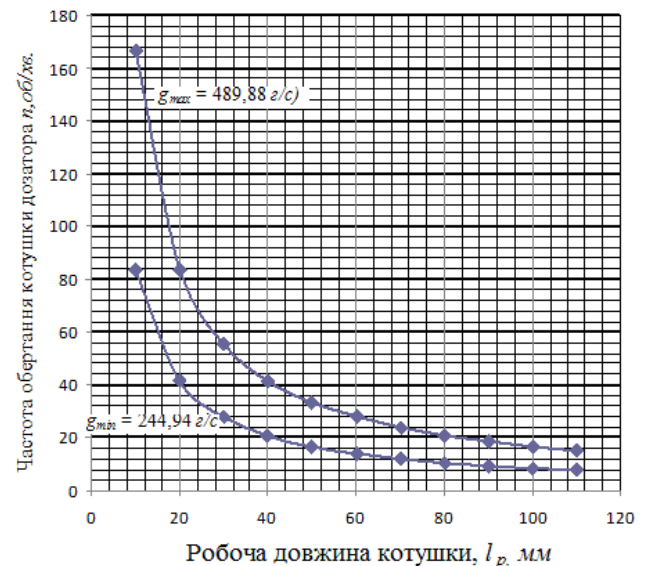


Рис. 4. Режими забезпечення сталої подачі (мінімальної, $g_{\text{min}} = 244,94$ г/с і максимальної, $g_{\text{max}} = 489,88$ г/с) дозатором насіння пшениці відповідною робочою довжиною котушки l_p , мм та частотою її обертання n , об/хв.

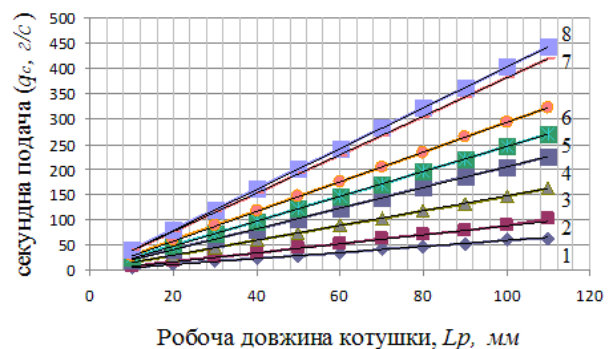


Рис. 5. Залежність секундної подачі (q_1 , г/с) насіння пшениці дозатором від робочої довжини котушки (l_p , мм) при різних частотах її обертання (n , об/с): 1 – 10 об/хв; 2 – 20 об/хв; 3 – 30 об/хв; 4 – 40 об/хв; 5 – 50 об/хв; 6 – 60 об/хв; 7 – 70 об/хв; 8 – 80 об/хв.

Визначені режими роботи дозатора насіння, які забезпечують сталу (постійну) подачу (мінімальну і максимальну) дозатором насіння пшениці. Ці режими залежать від робочої довжини котушки (l_p , мм) і частоти її обертання (n , об/хв). Графічні залежності наведені на рис. 4.

Визначені залежності секундної подачі (q_1 , г/с) насіння пшениці дозатором від робочої довжини котушки (l_p , мм) при різних частотах її обертання (n , об/с) при максимальній нормі висіву насіння (рис. 5).

Висновки

1. Розкидний спосіб сівби дає змогу підвищити урожайність озимої пшениці і ярих культур на 4...10% порівняно з рядковим.

2. Мобільний високопродуктивний посівний агрегат при виконанні розкидного способу сівби створює питомий тиск на ґрунт лише 0,012...0,016 МПа і не залишає на поверхні поля колії, тому сівбу зернових культур можливо розпочинати в умовах підвищеної вологості ґрунту на 2...4 дні раніше, що дасть змогу підвищити урожайність зернових на 25...30%.

3. Обґрунтовані режими роботи дозатора централізованої пневматичної висівної системи технологічного модуля, які забезпечують норму висіву пшениці від 120 до 240 кг/га при ширині захвату 3,6 м і робочій швидкості 5,67 м/с (20,4 км/год.) та підвищують продуктивність посівного агрегата.

Список літератури

1. Винничук С. М., Моценко І. О. Перспективні можливості розкидного способу сівби зернових культур. Сільськогосподарський вісник. Вип. 41. 1998. С. 191–199.

2. Войтюк Д. Г., Волянський М. С., Гаврилюк Г. Р. Обґрунтування основних тягово-зчіпних і швидкісних характеристик надлегкого мобільного енергетичного засобу для внесення технологічних матеріалів. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. Львів. 2008. №12 (2). С. 395–401.

3. Погорілий Л. В., Заїка П. М., Войтюк Д. Г. Інженерна землеробська наука і сучасні науково-технічні проблеми. Техніка в АПК. № 9-10. 2003. С. 8–9.

4. Кардашевский С. В. Высевающие устройства посевных машин. Теоретические основы и модели исследования равномерности распределения семян. Москва. Машиностроение. 1973. 175 с.

5. Погорілий Л., Коваль С., Шурінов В. Концепція створення модульно-блокових конструкцій сільськогосподарських машин і агрегатів на базі універсальних енергетичних засобів. Техніка в АПК. № 4-5. 2003.

6. 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. Вип. 6. Кн. 2. УкрНДПВТ. 2003.

7. Кацыгин В. В., Горин Г. С., Зенькович А. А. Перспективные мобильные энергетические средства для сельскохозяйственного производства. Минск. Наука и техника. 1982. 272 с.

8. Саченко В., Коваль С. Тенденції розвитку сільськогосподарської техніки. Техніка в АПК. № 1-2. 2004.

9. Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник. Київ. Вища освіта. 2005. 464 с.

10. Сисолін П. В., Сало В. М., Кронівний В. М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1. Машини для рільництва. За ред. М. І. Чорновола. Київ. Урожай, 2001. 382 с.

References

1. Vynychuk, S. M., Moshenko, I. A. (1998). Opportunities in broadcast method of sowing crops. Agricultural Bulletin. Vol. 41. 191-199.

2. Voytyuk, D. G., Volyansky, N. S. Gavrilyuk, G. G. (2008). Study of the basic traction and speed characteristics of ultra-light mobile power means for introducing process materials. Bulletin of Lviv national agrarian University: agroengineer research. Lviv. No 12 (2). 395-401.

3. Pogorely, L. V. Zaika, P. M., Voytyuk, D. G. (2003). Engineering agricultural science and modern scientific and technical problems. Technique in agriculture. No 9-10. 8-9.

4. Kardashevskiy, S. V. (1973). Seeding device seeding machines. Theoretical foundations and research model the uniform distribution of seeds. Moscow. Engineering. 175.

5. Pogorely, L., Koval, S., Surkov, V. (2003). Concept of creation of modular block structures of agricultural machines and aggregates on the basis of universal energy resources. Technique in agriculture. No 4-5.

6. Nadykto, V., Kurchev, V., Panchenko, A. (2003). Prospects of use and efficiency modular energy resources in Ukraine. Technical and economic aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Vol. 6. 2. Ukrniimet.

7. Kanygin, V. V., Gorin, G. S., Zenkovich, A. A. (1982). Promising mobile energy resources for agricultural production. Minsk. Science and technology. 272.

8. Sachenko, V., Koval, S. (2004). Development trends of agricultural machinery. Technique in agriculture. No 1-2.

9. Voytyuk, D. G., Baranovsky, V. M., Bulgakov, V. M. (2005). Agricultural machinery. Fundamentals of theory and calculation: the textbook. Kiev. Higher education. 464.

10. Sisolin, P. V., Salo, V. M., Kropivniy, V. M. (2001). Agricultural machines: theoretical basis, design, design. Book 1. Machines for agriculture. Under the editorship of M. I. Chernovol. Kiev. Harvest, 382.

ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЗАТОРА МОБИЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ СЕВА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Д. Г. Войтюк, М. С. Волянский, В. Н. Мартышко

Аннотация. Урожайность сельскохозяйственных

культур является главным фактором интенсивного хозяйствования. На урожайность влияет много факторов. Посев является чрезвычайно важной технологической операцией. От способа сева, нормы высева семян и глубины его заделки, сроков посева и влажности почвы во время сева в значительной степени зависит будущий урожай.

Известны следующие способы посева: рядовой, вузькорядний, перекрестный, ленточный, полосовой и розкидний, которые применяют в основном в зависимости от сельскохозяйственной культуры. Многолетними исследованиями установлено, что вузькорядний и перекрестный способы сева почти равноценны, а средний прирост урожая от них по сравнению со строчным составляет всего 1,6 ц/га, а при розкидному способе посева урожайность озимой пшеницы и яровых культур больше на 4...10% чем при строчном. Поэтому розкидний способ сева получает распространение во многих странах мира.

Для реализации разбросной способа сева используют центробежные и пневматические рассеиватели. Центробежные рассеиватели простые по строению но уступают пневматическим за равномерностью распределения семян по ширине захвата посевного агрегата.

Учитывая приведенное, разработан мобильный высокопроизводительный агрегат для сева в условиях повышенной влажности почвы, состоящий из мобильного энергетического средства и смонтированного на нем технологического модуля. Для обеспечения высокой проходимости и минимальной уплотнительной действия его ходовых систем, использованные шины сверхнизкого давления (0,1...0,5 кгс/см², габаритные размеры – 1300×600×500 мм). Такие шины способны обеспечить рабочую скорость агрегата до 40 км/ч, при этом агрегат в условиях повышенной влажности почвы создает удельное давление на грунт лишь 0,012...0,016 МПа, поэтому не оставляет на поверхности поля колеи и сев зерновых культур такими посевными агрегатами возможно начинать на 2...4 дня раньше (в условиях избыточного увлажнения почвы), а сева при влажности почвы 20...29% обеспечивает повышение урожайности на 25...30%.

Технологический модуль состоит из централизованной пневматической высевальной систем, которая состоит из дозатора семян, вентилятора, распределительной головки, пневмонасіннепроводів и рассеивателей. Для обеспечения требуемой нормы высева семян при высоких рабочих скоростях необходимо обосновать режимы работы дозатора семян. Определили необходимую зависимость подачи семян пшеницы за один оборот катушки дозатора от ее рабочей длины для обеспечения минимальной и максимальной нормы высева, зависимость секундной подачи семян пшеницы дозатором от рабочей длины катушки и ее частоты вращения, а также режимы обеспечения устойчивой подачи дозатором семян пшеницы, соответствующей рабочей длине катушки и частотой ее вращения.

Ключевые слова: мобильный агрегат, посев, розкидний способ сева, технологический модуль, дозатор, катушка, подача семян.

INVESTIGATION OF DISPENSER OF MOBILE MODULE FOR SOWING IN CONDITIONS OF HIGH HUMIDITY OF SOIL

Voytyuk D. G., Volyanskiy M. S., Martyshko V. M.

Abstract. Crop yields are a major factor in intensive farming. Many factors influence the yield. Seed is an extremely important technological operation. From the way of sowing, the rules of seeding and the depth of its earnings, the timing of sowing and soil moisture during sowing largely depends on future harvest. The following methods of sowing are known: string, narrow-band, cross-strap, band, band and scatter, which are used mainly depending on agricultural crop. Long-term studies have shown that narrow-sided and cross-cutting methods of sowing are almost the same, and the average yield increase from them is only 1.6 c/ha compared with the line, while in the spreading method, the yield of winter wheat and spring crops is greater by 4...10% than at line item. Therefore, the scattered method of sowing is becoming widespread in many countries around the world. Centrifugal and pneumatic diffusers are used for the implementation of the spreading method of sowing. The centrifugal diffusers are simple in structure but inferior to the pneumatic for the uniform distribution of the seeds along the width of the sowing unit capture. Taking into account the above, a mobile high-performance aggregate for sowing in conditions of high humidity of the soil, consisting of a mobile power tool and a technological module mounted on it, was developed. To ensure high permeability and minimum sealing performance of its running systems, low-tire tires (0.1...0.5 kgf/cm², overall dimensions – 1300×600×500 mm) are used. Such tires can provide the operating speed of the unit up to 40 km/h, while the unit in conditions of high humidity creates a specific pressure on the soil of only 0.012...0.016 MPa, so it does not leave on the surface of the field tracks and seeding of grain crops with such seed units can start for 2...4 days earlier (under conditions of excessive wetting of the soil), and the implementation of sowing with soil moisture of 20...29% provides a yield increase of 25...30%. The technological module consists of a centralized pneumatic seeding system, which consists of a seed dispenser, a fan, a distribution head, pneumatic seed lines and disperser. To ensure the required seed seeding at high working speeds, it is necessary to justify the operating modes of the seed dosing unit. The necessary dependence of the supply of wheat seeds on one revolving of the dosing reel from its working length has been determined to ensure the minimum and maximum seed rate, the dependence of the second delivery of wheat seeds by the dosing unit on the working length of the coil and its rotational speed, as well as the modes of ensuring a constant supply of wheat seed dispenser, corresponding to the worker length of the coil and frequency of its rotation.

Key words: mobile unit, sowing, spreading method of sowing, technological module, dispenser, coil, seed supply.

