

The carried out analysis of operational and economic indicators of the use of sowing units, completed from power tools and machines of domestic and foreign production.

The study and rationale for the expediency of selecting a seeding unit is determined by a number of factors: the technology of preliminary processing, the volume of production of grain crops, the financial possibilities of the economy and affects the efficiency of the production process of the economy.

Key words: grain seeders, machine aggregate, operational and economic indicator

УДК 629.113

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СТЕНДІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ВИВЧЕННІ СКЛАДНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КОЛЕСА ТА РОДЮЧОГО ШАРУ ҐРУНТУ

С. М. Кухарець, доктор технічних наук

Житомирський національний агроекологічний університет

В. В. Чуба, кандидат технічних наук

Я. О. Меланченко, студент

***Національний університет біоресурсів і
природокористування України***

e-mail: vvchuba@ukr.net

Анотація. *Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки та технологій свідчать про широке застосування широкозахватних агрегатів. При цьому спостерігається збільшення ваги енергозасобів та робочих агрегатів. Привідним колесам необхідно забезпечити реалізацію необхідної потужності для забезпечення руху машинно-тракторного агрегату. Крім статичного тиску в зоні контакту колеса із ґрунтом, від власної ваги машинно-тракторного агрегату, при реалізації тягової сили ведучими колесами виникає динамічне навантаження ґрунту крутним моментом, що призводить до буксування колеса та зміни структури у повздожньому напрямку за рахунок ущільнення, руйнування та перетирання ґрунту. Як наслідок спостерігається руйнування родючого шару ґрунту, що призводить до зменшення урожайності культур, які вирощуються. Проведення широких польових випробувань роботи МТА при різних ґрунтових умовах*

© С. М. Кухарець, В. В. Чуба, Я. О. Меланченко, 2017

та з різним типом шин задача досить затратна. Також слід відмітити, що польові випробування дають можливість змодельовувати роботу тільки певного МТА в певних досить вузьких межах параметрів робочої зони.

В статті виконано аналіз застосування існуючих методів та конструкційного виконання стендів для досліджень взаємодії колеса із поверхнями зчеплення. Обґрунтовано конструкцію стенду для моделювання складних навантажень, що виникають під час взаємодії сільськогосподарських шин із родючим шаром ґрунту. Реалізація запропонованої схеми дасть змогу виконувати дослідження із моделювання складних навантажень в парі ґрунт та колесо в досить широких межах.

Ключові слова: *сільськогосподарська шина, родючий шар ґрунту, зона контакту, тягова сила, взаємодія колеса з ґрунтом*

Постановка проблеми. Сучасні тенденції розвитку технічного забезпечення сільського господарства полягають у застосуванні широкозахватних агрегатів, що в свою чергу вимагає збільшення потужності привідних енергетичних засобів. Забезпечення енергозасобами необхідної потужності зводиться до можливості її реалізації за рахунок взаємодії привідних коліс із опорною поверхнею. При підвищенні потужності, як правило, підвищується конструкційна маса енергозасобу, і саме тому досить часто для реалізації необхідної потужності застосовують додаткові баластні маси. Це призводить до збільшення питомих тисків в зоні контакту колеса з ґрунтом, як наслідок відбувається збільшення ущільнення ґрунту. Крім статичного тиску в зоні контакту колеса із ґрунтом, від власної ваги машинно-тракторного агрегату, при реалізації тягової сили ведучими колесами виникає динамічне навантаження ґрунту крутним моментом, що призводить до буксування колеса та зміни структури у повздовжньому напрямку за рахунок ущільнення, руйнування та перетирання ґрунту. Наведені фактори призводять до зміни структури ґрунту, що в свою чергу, призводить до погіршення його властивостей як середовища для розвитку рослин та зменшують його протиерозійну здатність.

Тому однією із головних задач сучасної землеробської механіки, є вивчення взаємодії колеса із родючим шаром, та пошуків можливих шляхів зменшення негативного впливу на ґрунт.

Аналіз останніх досліджень. Інтенсивний розвиток призвів до збільшення кількості необхідних технологічних проходів МТА по полю, що призводить до ущільнення ґрунту та зміни його структури [1, 2]. Авторами відмічено збільшення кількості грудок діаметром

більше 10 мм на глибині пласта до 60 см та значне зростання кількості пилоподібних частинок ґрунту діаметром менше 0,25 м. При створенні зчіпної сили крім сил тертя, виникає опір ґрунту від дії на нього ґрунтозачепів. При реалізації тягової сили спостерігається зріз пласту ґрунту та виникає явище буксування. В площині зрізу з'являється тертя між пластами ґрунту, що призводить до руйнування його природньої структури [3]. Тиск ваги МТА зменшує пористість ґрунту, порушує розподіл вологи, змінює теплопровідність, що комплексно призводить до зменшення врожайності. Під дією тиску ґрунт знаходиться в складному напруженому стані, в ньому виникають як нормальні так і дотичні напруження [4].

Мета досліджень. Провести аналіз методів та технічних засобів, що здатні забезпечити одночасне моделювання впливу прикладеної ваги та крутного моменту на ведуче колесо при створенні відповідної тягової сили.

Результати досліджень. Сучасні виробники розробили різноманітні за формою протектори сільськогосподарських шин для забезпечення працездатності в тих чи інших дорожніх умовах. Привідні колеса енергозасобу виконують функцію утворення тягової сили МТА і повинні забезпечувати зчеплення з ґрунтом при мінімальному тиску на нього та забезпечувати мінімальне значення буксування. Для визначення тих чи інших параметрів роботи колеса використовують різноманітні методи та обладнання для моделювання відповідних робочих умов.

Багато праць присвячених вивченню подовжніх та поперечних напружень в зоні контакту шини з опорною поверхнею виконані на барабанних стендах різноманітної конструкції. У дослідженні зчеплення шин з дорожнім покриттям описано використання барабанних стендів із внутрішньою [5] або зовнішньою поверхнею кочення [6, 7]. Одним із недоліків барабанних стендів є кривизна поверхні барабану, що вносить похибки в результати експериментів. Також слід зазначити, що суттєвим недоліком стендів з біговими барабанами є неспроможність моделювання ними умов створення тягової сили [8] ведучими колесами або моделювання тягового опору. В роботі [9] для визначення тягового опору перекочування на різному агрофоні автори використовували метод буксирування (рис. 1), горизонтальне навантаження задавалося вагою самого енергозасобу. При дослідженні впливу тиску в шині на ґрунт при різному вертикальному навантаженні та швидкості руху автори [10] використовували закріплене в каретці, за допомогою тензодатчиків, колесо, яке рухалося по ґрунтовому каналу (рис. 2). Тиск на ґрунт моделювався за допомогою зміни тиску вертикального гвинта на

закріплене колесо, швидкість руху варіювалася за допомогою зміни обертів електродвигуна, який буксирував каретку по ґрунтовому каналу.



Рис. 1. Вимірювання опору перекочуванню енергозасобу.

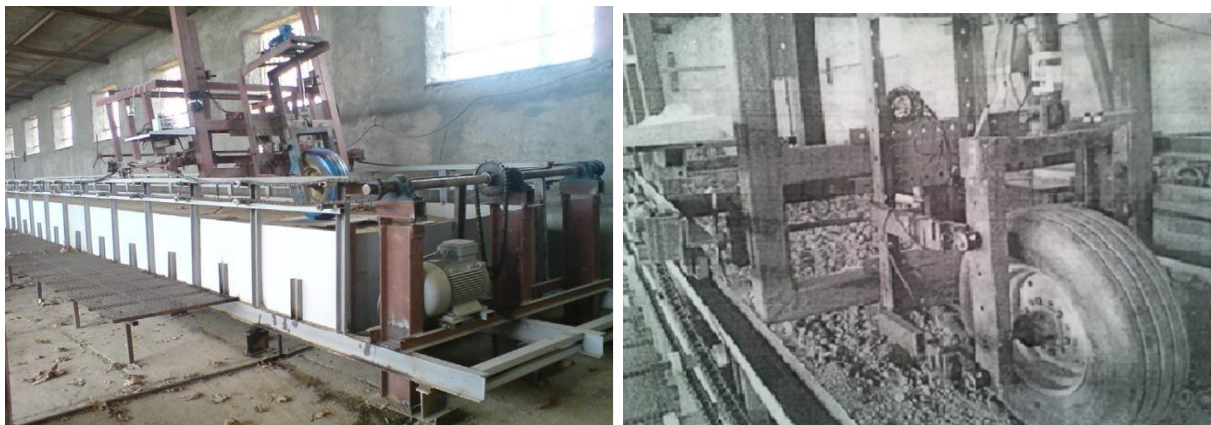


Рис. 2. Дослідження впливу тиску в шині на ґрунт.

Слід зазначити, що даний метод використаний в роботі [9, 10] дозволяє визначити опір перекочування та вплив на ґрунт веденого колеса, а не привідного. Це відбувається при реалізації енергозасобом необхідної потужності. При проведенні цифрової фотограмметрії сільськогосподарських шин для формування 3-d відбитка шини [11] використовувалася сервопривідна гідравлічна машина, яка дозволяє моделювати вертикальне навантаження на колесо в бункері наповненому ґрунтом (рис. 3).

В роботі [12], при визначенні зміни тягової сили в залежності від тиску в шині, від вертикального навантаження та вологості ґрунту, застосовано експериментальний стенд (рис. 4). Реалізація

наведеної схеми дала можливість виконати навантаження пневматичного колеса горизонтальним зусиллям і прикладати до вісі колеса відповідний крутний момент.



Рис. 3. Система статичного навантаження колеса.

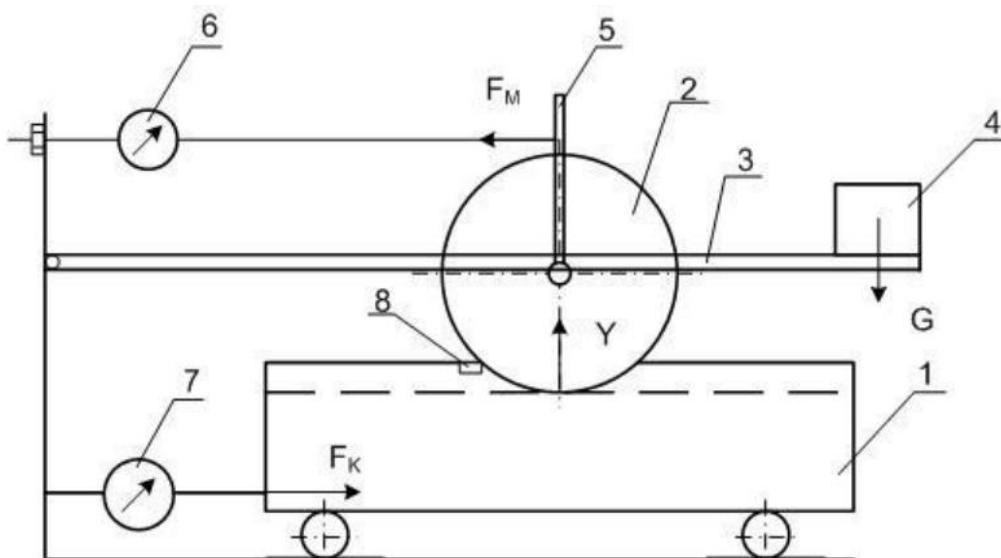


Рис. 4. Принципова схема станда з ґрунтовим каналом для визначення тягових параметрів ведучих коліс: 1 – ґрунтовий канал; 2 – колесо, що випробується; 3 – навантажувальна рамка; 4 – баластна вага; 5 – важель крутного моменту; 6 – тензотрична рамка вимірювання крутного моменту; 7 – тензотрична ланка вимірювання тягової сили; 8 – датчик лінійних переміщень.

Застосування даної принципової схеми надає можливість виконати дослідження впливу тиску в колесі та вертикального

навантаження на зміну максимальної тягової сили, при якій починає відбуватися повне буксування колеса. Слід зазначити, що застосування даної принципової схеми не дає змогу оцінити опір перекочуванню колеса та змодельювати рух із різним ступенем буксування крім повного.

Враховуючи, що параметри тягової сили, вертикального зусилля, опір перекочування та буксування привідного колеса пов'язані між собою, нами запропонована принципова схема стенду для визначення характеристик деформування коліс та ґрунту при прикладенні складних навантажень (рис. 5).

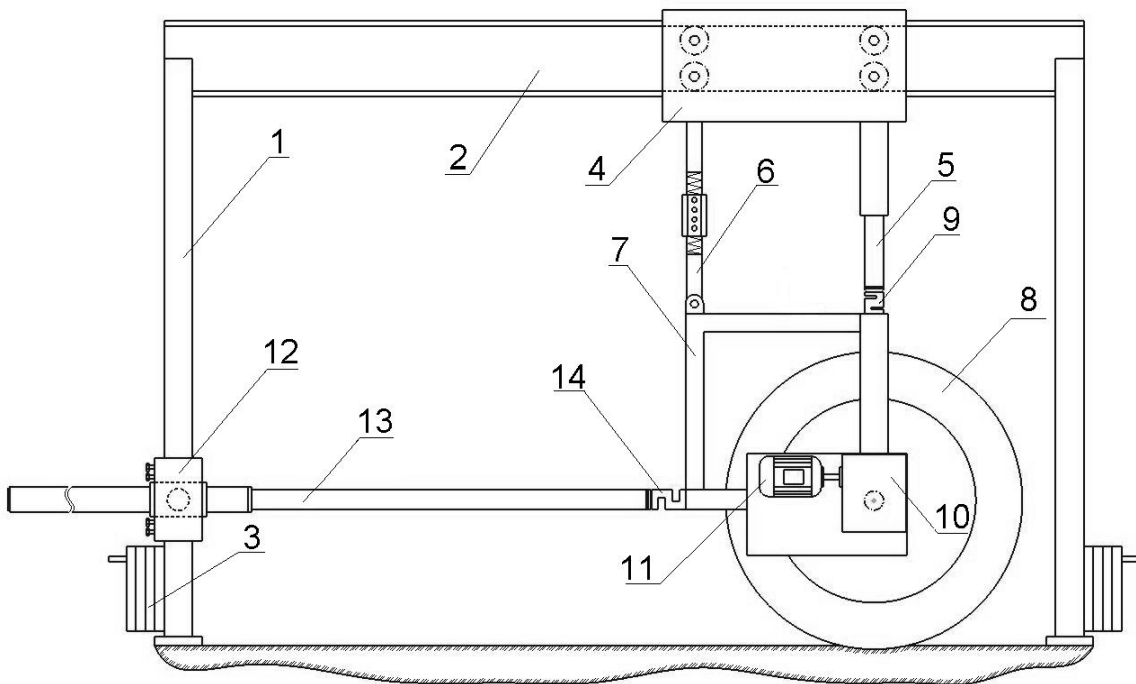


Рис. 5. Принципова схема стенду для прикладення складних навантажень до колеса: 1 – вертикальна стійка; 2 – горизонтальна балка; 3 – баластна вага; 4 – рухома каретка; 5 – гідроциліндр вертикального навантаження; 6 – компенсуюча вертикальна стійка; 7 – рама приводу колеса; 8 – колесо; 9 – тензодатчик вертикального навантаження; 10 – приводний редуктор; 11 – електродвигун приводу; 12 – рухоме кріплення; 13 – гідроциліндр горизонтального навантаження; 14 – тензодатчик горизонтального зусилля.

Конструкція стенду (рис. 5) передбачає створення складних навантажень на колесо 8 за допомогою одночасної дії вертикального навантаження від гідроциліндру 5, крутного моменту на валу колеса, що задається приводним редуктором 10, за допомогою електродвигуна 11, гідроциліндру горизонтального навантаження 13, який протидіє тяговій силі. Оскільки рама приводу колеса 7 закріплена до рухомої каретки 4, за допомогою гідроциліндру

вертикального навантаження та компенсуючої вертикальної стійки 6, колесо має змогу переміщатися в горизонтальній площині. Стійка 6 шарнірно з'єднана з привідною рамою та дає можливість регулювати довжини для встановлення горизонтального рівня привідної рами під час моделювання різного вертикального навантаження. Також стійка компенсує обертальний момент привідної рами при створенні крутного моменту на валу колеса.

Гідроциліндр горизонтального навантаження має можливість рухати колесо у веденому режимі при різному вертикальному навантаженні. Коли до осі колеса прикладається крутний момент, за допомогою дроселювання відповідних каналів, гідроциліндр 13 створює постійне осьове навантаження стиску або витягування, що імітує опір тяговій силі. Для забезпечення горизонтальної дії сили опору до осі колеса при різному вертикальному навантаженні, кріплення гідроциліндра 12 до вертикальної стійки 1 виконано рухомим. Для забезпечення вертикального навантаження у відповідних межах стенд може баластуватися додатковою вагою 3. Для зміни агрофону запропоновану конструкцію передбачено виконувати розбірною. Вертикальне та горизонтальне зусилля фіксуватиметься за допомогою S – подібних тензодатчиків.

Реалізація розробленого стенду дає змогу виконати навантаження колеса ідентичними до робочих зусиль силами, які утворюються при взаємодії колеса з ґрунтом та виконувати моделювання складних навантажень в досить широких межах. Колесо може бути навантажене як в статичним так і динамічним зусиллями, досліджуватися у ведучому і веденому режимах руху.

Висновки

1. В результаті аналізу розглянуто існуючі стенди та проаналізовані різні методи проведення випробувань привідного колеса, які дозволяють стверджувати про необхідність створення стенду для проведення досліджень, з можливістю імітування складних навантажень яких зазнає колесо і ґрунт в реальних умовах експлуатації.

2. Проведені дослідження дали змогу розробити схему стенду для моделювання роботи колеса при складних навантаженнях, яку планується реалізувати для подальшого вивчення взаємодії ґрунту з колесом.

Список літератури

1. *Бондарев А. Г., Медведєв В. В., Русанов В. А.* Уплотнение почв техникой. Проблемы почвоведения. Советские почвоведы к XIV Международному конгрессу почвоведов. Москва. Наука. 1990. С. 20–25.
2. *Зоценко М. Л., Коваленко В. І.* Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник. Полтава. ПНТУ. 2003. 554 с.

3. *Бабій А. В.* Огляд проблематики ущільнення ґрунту рушіями. енергозасобів. Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів. Тернопіль, 17–18 листопада 2016. ТНТУ. 2016. С. 108.
4. *Довжик М. Я., Татьянченко Б. Я., Соларьов О. О.* Напружено-деформований стан ґрунту під слідом колеса транспортного засобу. Матеріали міжнар. науково-практ. конф. Науково-технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві. Мінськ, 28-30 листопада 2013. С. 57–62.
5. *Калинковский В. С., Маслов И. В.* Модернизация универсального стенда модели 3327 для испытания шин и резино-технических изделий. Каучук и резина. 1987. № 7. С. 35–38.
6. *Зарщиков А. М., Дик А. Б.* Стенд для исследования выходных характеристик шин легковых автомобилей. Труды Междунар. конф. Проблемы шин и резинокордных композитов. Четвертый симпозиум. Москва. НИИШП. 1992. С. 112–118.
7. *Захаров С. П., Новопольский В. И.* Распределение удельного давления шины на дорогу при высоких скоростях. Москва. Госхимиздат. 1957. С. 131–153.
8. *Golub G. A.* Determining the magnitude of traction force on the axes of drive wheels of self-propelled machines. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017.
9. *Botta G. F., Tolon-Becerra A., Tourn M., Lastra-Bravo X., Rivero D.* Agricultural traffic: Motion resistance and soil compaction in relation to tractor design and different soil conditions. *Soil Till. Res.* 2012, 120, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.11.008>.
10. *Taghavifar H., Mardani A.* Investigating the effect of velocity, inflation pressure, and vertical load on rolling resistance of a radial ply tire. *Journal of Terramechanics.* 50. 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2013.01.005>.
11. *Kenarsar A., Vitton S., Beard J.* Creating 3D models of tractor tire footprints using close-range digital photogrammetry. *Journal of Terramechanics.* 74. 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2017.06.001>.
12. *Овсянников С. И.* Тяговые параметры пневматических шин мотоагротехники. Вісник ХНТУСГ. Харків. 2014. Вип. 2. С. 102–107.

References

1. *Bondarev, A. G., Medvedev, V. V., Rusanov, V. A.* (1990). Soil compaction equipment. Problems of soil science. Soviet soil scientists to VII International Congress of soil scientists. Moscow. Nauka. 20–25.
2. *Sienko, N. L., Kovalenko, V. I.* (2003). Engineering Geology. Soil mechanics, bases and foundations: textbook. Poltava. PNTU. 554.
3. *Babiy, A. B.* (2016). Overview of the problems of compaction wheels. energocredit. Actual problems of modern technology: proceedings of abstracts of the Intern. Sciences.-tech. Conf. young scientists and students. Ternopil, 17-18 November 2016. TNTU. 108.
4. *Dovzhik, N. J., Tatyanchenko, Ya., Solarov, A. A.* (2013). Stress-strain state of soil under the wheel track of the vehicle. Proceedings of the international. nauchno-prakt. Conf. Scientific-technical progress in agricultural production. Minsk, 28-30 November 2013. 57–62.
5. *Kalinowski, B. C., Maslov, I. V.* (1987). Modernization of the universal stand model 3327 to test tires and rubber products. Rubber and rubber. No 7. 35–38.

6. Zarshchikov, A. M., Duc, A. W. (1992). Stand for investigation of output characteristics of passenger car tyre. Proceedings of International. Conf. Problems of tires and rubber-cord composites. The fourth Symposium. Moscow. 112–118.
7. Zakharov, S. P., Noworolski, V. S. (1957). Pressure distribution of the tyre on the road at high speeds. Moscow. Goskhimizdat. 131–153.
8. Golub, G. A. (2017). Determining the magnitude of traction force on the axes of drive wheels of self-propelled machines. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 20.
9. Botta, G. F, Tolon-Becerra, A., Tourn, M., Lastra-Bravo, X., Rivero, D. (2012). Agricultural traffic: Motion resistance and soil compaction in relation to tractor design and different soil conditions. Soil Till. Res. 120. 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.11.008>.
10. Taghavifar, H., Mardani, A. (2016). Investigating the effect of velocity, inflation pressure and vertical load on rolling resistance of a radial ply tire. Journal of Terramechanics. 50. 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2013.01.005>.
11. Kenarsar, A., Vitton, S., Beard, J. (2017). Creating 3D models of tractor tire footprints using close-range digital photogrammetry. Journal of Terramechanics. 74. 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2017.06.001>.
12. Ovsyannikov, S. S. (2014). Traction parameters of pneumatic tires motorotonic. Bulletin of INTOSH. Kharkov. Vol. 2. 102–107.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СТЕНДОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СЛОЖНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕСА И ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ

М. Н. Кухарець, В. В. Чуба, Я. О. Меланченко

Аннотация. *Современные тенденции развития сельскохозяйственной техники и технологий свидетельствуют о широком применении широкозахватных агрегатов. При этом наблюдается увеличение веса энергосредств и рабочих агрегатов. Приводным колесам необходимо обеспечить реализацию соответствующей мощности для обеспечения движения машинно-тракторного агрегата. Кроме статического давления в зоне контакта колеса с грунтом, от собственного веса машинно-тракторного агрегата, при реализации тяговой силы ведущими колесами возникает динамическая нагрузка почвы крутящим моментом, что приводит к буксировке колеса и изменению структуры в продольном направлении за счет уплотнения, разрушения и перетиранья почвы. В результате наблюдается разрушение плодородного слоя почвы, что приводит к уменьшению урожайности культур которые возделываются. Проведение широких полевых испытаний работы МТА при различных грунтовых условиях и с разным типом шин – задача достаточно затратная. Также следует отметить, что полевые испытания дают возможность смоделировать работу только определенного МТА в определенных, довольно узких пределах параметров рабочей зоны.*

В статье выполнен анализ применения существующих методов и конструкционного исполнения стендов для исследований взаимодействия колеса с поверхностями сцепления. Обоснованно конструкцию стенда для моделирования сложных нагрузок, возникающих при взаимодействии сельскохозяйственных шин с плодородным слоем почвы. Реализация предложенной схемы позволит проводить исследования по моделированию сложных нагрузок в паре почва и колесо в достаточно широких пределах.

Ключевые слова: сельскохозяйственная шина, плодородный слой почвы, зона контакта, тяговая сила, взаимодействие колеса с почвой

ANALYSIS OF STRUCTURES OF STANDS AND METHODS OF RESEARCHES IN STUDY OF COMPLEX INTERACTION OF WHEELS AND FROGS LAYER OF SOIL

S. M. Kukharets, V. V. Chuba, Ya. O. Melanchenko

Abstract. *Modern trends in the development of agricultural machinery and technologies indicate the widespread use of wide-swing aggregates. At the same time there is an increase in the weight of energy resources and working units. The drive wheels must be provided to realize the necessary power to ensure the movement of the machine-tractor unit. In addition to the static pressure in the contact zone of the wheel with the ground, from the weight of the machine and tractor unit, when the traction force is realized by the driving wheels, the dynamic load of the soil generates a torque, which leads to the towing of the wheel and the change in the structure in the longitudinal direction due to compaction, destruction and grinding of the soil . As a result, destruction of the fertile soil layer is observed, which leads to a decrease in crop yields of crops that are cultivated. Conducting extensive field testing of the machine-tractor unit operation under various ground conditions and with different types of tires is a costly task. It should also be noted that field trials make it possible to simulate the operation of only a certain machine-tractor unit in certain rather narrow limits of the parameters of the working area.*

The article analyzes the application of existing methods and structural design of stands for studying the interaction of the wheel with the adhesion surfaces. The design of the stand for simulation of complex loads arising from the interaction of agricultural tires with a fertile soil layer is justified. The implementation of the proposed scheme will make it possible to carry out studies on modeling complex loads in pair of soil and wheel in fairly wide range.

Key words: agricultural tire, fertile soil layer, contact zone, tractive force, wheel-to-soil interaction