

фотоелектричних систем з іншими джерелами – біогазовими або вітровими, а також розроблення інтелектуальних систем керування енергоспоживанням.

Список використаних джерел

1. Golan G., Axelevitch A. Progress in vacuum photothermal processing (VPP). *Microelectronics Journal*. 2006. Vol. 37, No. 5. P. 459–473.
2. Díaz S. R. A generalized theoretical approach for solar cells fill factors by using Shockley diode model and Lambert W-function: A review comparing theory and experimental data. *Physica B: Condensed Matter*. 2022. Vol. 624. Article 413427.
3. Harika G., Jayakumar N., Thirivonasundari D. Design and Simulation of Dual Inverter Based Energy Storage Systems for Wind Energy Systems Using MATLAB/SIMULINK. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*. 2014. Vol. 4, Is. 4 (Version 7). P. 05–12.
4. Hemavathi S. Modeling and energy optimization of hybrid energy storage system. *Hybrid Renewable Energy Systems*. 2021. P. 97–114.
5. Tamoor M., Bhatti A. R., Farhan M., Rasool A., Sherefa A. Optimizing tilt angle of PV modules for different locations using isotropic and anisotropic models to maximize power output. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. Article 30197.
6. Villalva M. G., Gazoli J. R., Ruppert Filho E. Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2009. Vol. 24, No. 5. P. 1198–1208.
7. MATLAB Documentation: Solar Cell Block – Simscape Electrical. URL: <https://www.mathworks.com/help/sps/ref/solarcell.html> (дата звернення 26.10.2025).

УДК 631.95

ВПЛИВ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА СТАН АГРОЕКОСИСТЕМИ

Диня В. І.¹, к.т.н., доц.

Диня У. Я.², спеціалістка циклової комісії інженерних та аграрних дисциплін

¹Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани, Україна

²ВСП Бережанський фаховий коледж НУБіП України, м. Бережани, Україна

Проблема екологічної безпеки в аграрному виробництві є однією з ключових у сучасному землеробстві. Вплив машинних агрегатів на навколишнє середовище охоплює три основні природні складові — ґрунт, повітря та воду, а також живі організми, включаючи людину. Технічні засоби землеробства, забезпечуючи підвищення продуктивності, водночас стають джерелом техногенного навантаження на екосистеми.

Одними із основних факторів екологічного впливу машинних агрегатів на ґрунт та екосистему є вплив робочих органів машин на ґрунт, від чого залежить його структура, щільність і пористість. Також, важливу роль відіграє взаємодія машин із технологічними речовинами та їх втратами, а саме залишки пального, олів, мастил та охолоджувальної рідин, що в процесі виконання техногічних операцій залишається на поверхні ґрунту та повітрі, а нерівномірність внесення та передозування засобів захисту рослин і добрив створюють токсичне навантаження на біоценоз. Крім того, негативний вплив також справляють привід, які ущільнюють ґрунт, а саме залишки зношеної гуми, а також вібрації, шум і газові викиди, що шкодять оператору сільськогосподарської машини.

Ґрунт є найбільш уразливою ланкою екосистеми. Надмірне ущільнення веде до зниження пористості, порушення водного й повітряного режимів, зменшення активності мікроорганізмів. Стандартом передбачено, що питомий тиск на ґрунт нормальної вологості не повинен перевищувати 100 кПа у весняний період і 120 кПа — у літньо-осінній. Проте сучасні потужні трактори та агрегати часто перевищують ці норми (гусеничні трактори — 150...200 кПа, а колісні трактори — 200...300 кПа) .

Систематичне ущільнення формує ущільнені горизонти («плужну підощву»), які перешкоджають проникненню вологи та повітря, погіршують розвиток кореневої системи рослин і знижують родючість ґрунту.

Водночас помірне ущільнення (щільність 0,8–1,2 г/см³) має позитивний ефект, який покращує контакт насіння з ґрунтом, забезпечує рівномірне проростання та сприяє розвитку кореневої системи. Отже, в процесі виробництва важливо визначити оптимальний рівень ущільнення, що залежить від типу ґрунту, вологості та виду культур.

Важливо відмітити, що відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згоряння містять шкідливі сполуки: оксиди азоту (NO_x), вуглецю (CO₂, CO), вуглеводні та сажу. У середньому трактор потужністю 150 к.с. за годину роботи виділяє близько 9–12 кг CO₂, що негативно впливає на мікроклімат та екосистему поля, а паливно-мастильні матеріали, що потрапляють у ґрунт і воду, створюють плівку, яка порушує газообмін, уповільнює біохімічні процеси та призводить до загибелі ґрунтових мікроорганізмів. На флору і фауну діють також залишки гербіцидів,

пестицидів і добрив, які потрапляють у середовище через недосконалість машин і нерівномірність розподілу технологічних речовин.

Для оператора шкідливим є вплив шуму, вібрації та загазованості в кабіні, що спричиняє професійне виснаження та зниження працездатності.

Отже, екологічно ефективна техніка має забезпечувати мінімальні втрати енергії та матеріалів при збереженні агротехнічних вимог. Машини, що зменшують витрати пального, добрив і пестицидів, мають не лише економічні, а й екологічні переваги, які можна досягти шляхом зниження маси агрегатів та питомого тиску на ґрунт, удосконалення ходових систем (широкопрофільні шини або гусеничний привід привід), автоматизації процесів і використання GPS-навігації та регулярного технічного контролю справності машин.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що зменшення питомого тиску на ґрунт до нормативних величин (до 120 кПа) сприяє підвищенню врожайності зернових культур на 8–12%. Використання систем точного внесення добрив і пестицидів дозволяє скоротити споживання технологічних речовин на 20–30%, зменшуючи тим самим токсичне навантаження на ґрунт і воду, а

Використання енергоощадних тракторів та сучасних агрегатів з електронним контролем витрат пального забезпечує зниження викидів CO₂ на 10–15% порівняно з традиційними моделями.

Машинні агрегати є одним із головних джерел техногенного впливу на агроєкосистеми, зокрема на ґрунт, повітря і воду, а основними екологічними проблемами є надмірне ущільнення ґрунту, втрати технологічних речовин, забруднення атмосферного повітря та деградація біоценозів. Тому, підвищення екологічності можливе шляхом удосконалення конструкції машин, зменшення енергетичного навантаження, автоматизації дозування матеріалів і впровадження систем точного землеробства, а ресурсоощадність і раціональне використання технічних засобів в свою чергу є ключовими чинниками екологічно сталого розвитку землеробства.

Список використаних джерел

1. Землеробство: Підручник / І.Д. Примаєв, Л.В. Єзерковська, Ю.В. Федорук та ін. Вінниця : ТОВ "ТВОРИ", 2020. 578 с.
2. Гудзь В. П., Примаєв І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство: Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. / За ред. В. П. Гудзя. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 464 с
3. Екологічне землеробство. Підручник / С. В. Бегей, А. І. Шувар. Львів: Новий світ – 2000, 2007. 429с.
4. Екологічні аспекти автотранспортного комплексу: монографія / І. Е. Линник, О. І. Лежнева, Є. В. Дорожко та ін. Харків: Видавництво «Смуґаста типографія», 2020. 194 с.