подальшого використання, зокрема для виділення насіння за схемою, запропонованою в патенті [3], та отримання пульпи способом [4], а не для утилізації разом зі стічними водами.

Для кількісного оцінювання варіантів компонування пропонуємо три питомі показники: енергоємність, металоємність і вихід соку:

$$w = P / Q_n, \quad k_м = m_к / Q_n, \quad \eta_c = (m_c / m_c.m) \cdot 100\ \%, \qquad (1)$$

де P – споживана потужність привода, кВт, $Q_п$ – продуктивність за вихідною сировиною, т/год, $m_к$ – маса конструкції, кг, m_c – маса отриманого соку, $m_c.т$ – його теоретично можлива маса за вмістом рідкої фази. Показник w виражається в кВт·год/т і дозволяє порівнювати агрегат із сумою енергоспоживання двох окремих машин, $k_м$ характеризує матеріаломісткість, η_c – повноту використання сировини.

Висновки.

1. Суміщення подрібнення й протирання в одному агрегаті скорочує кількість машин і технологічних переходів.

2. Основні ресурсозберігаючі ефекти пов’язані зі зменшенням металоємності, втрат сировини та обсягів промивних вод.

3. Для кількісного підтвердження ефекту доцільно порівнювати питомі показники w, $k_м$ і η_c за результатами випробувань на лабораторній установці [5] та на виробничому зразку.

Список використаних джерел

1. Eslami E., Abdurrahman E. M., Pataro G., Ferrari G. Increasing sustainability in the tomato processing industry: environmental impact analysis and future development scenarios. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2024. Vol. 8. DOI: https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1400274.
2. Безусов А. Т., Точенко О. В. Аналіз сучасних методів переробки томатів. *Харчова наука і технологія*. 2017. Т. 11, № 2.
3. Комплексна технологічна лінія повного циклу переробки томатів з відбором насіння : пат. 58968 Україна : МПК A23N 15/00 / Пастушенко С. І., Чебан О. Ю., Горбенко О. А., Огієнко М. М., Горбенко Н. А. Опубл. 26.04.2011. Бюл. № 8.
4. Спосіб отримання томатної пульпи : пат. 154661 Україна : МПК A23N 1/00 / Бабенко Д. В., Доценко Н. А., Горбенко О. А., Бацуровська І. В. Опубл. 29.11.2023. Бюл. № 38.
5. Доценко Н. А. Результати дослідження продуктивності подрібнювача-протирача томатів. *Праці ТДАТУ*. 2019. Вип. 21, т. 1. С. 116-124.

УДК 631.51:631.171:004.8

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

***Грубань В.А.**, канд. техн. наук, доцент*
Тима О.М.
Будулуца І.О.
Миколаївський національний аграрний університет, Україна, Миколаїв

Сучасний розвиток аграрного виробництва характеризується необхідністю підвищення ефективності використання матеріальних, енергетичних і природних ресурсів за одночасного збереження родючості ґрунтів. Для України це питання має особливе значення з огляду на потребу забезпечення продовольчої безпеки, зниження виробничих витрат, адаптації сільського господарства до кліматичних змін та відновлення виробничого

потенціалу в умовах воєнних і економічних викликів. Одним із важливих напрямів розв'язання зазначених завдань є вдосконалення механізованих технологій обробітку ґрунту на основі ресурсозберігальних підходів, цифрових систем керування та інтелектуального аналізу виробничих даних.

Обробіток ґрунту належить до найбільш енергоємних складових технології вирощування сільськогосподарських культур. Вибір способу обробітку, конструкції робочих органів, глибини їхнього заглиблення та швидкості руху машинно-тракторного агрегату безпосередньо впливає на витрати пального, продуктивність техніки, якість виконання технологічних операцій і фізичний стан ґрунту. Надмірна інтенсивність механічного обробітку може спричиняти руйнування ґрунтових агрегатів, посилення ерозійних процесів, утворення ущільнених шарів і погіршення умов накопичення та збереження вологи. Водночас недостатнє врахування ґрунтово-кліматичних умов під час застосування спрощених технологій також може негативно позначатися на якості підготовки ґрунту та подальшому розвитку рослин.

Тому актуальним є пошук техніко-технологічних рішень, які забезпечують необхідну якість обробітку за мінімально можливих витрат енергії, пального, часу й матеріальних ресурсів. Важливу роль у цьому процесі відіграє узгоджене використання ресурсозберігальних технологій, сучасних сільськогосподарських машин, засобів точного землеробства та технологій штучного інтелекту.

Мета роботи - узагальнити основні проблеми та визначити перспективні напрями впровадження ресурсозберігальних технологій обробітку ґрунту в Україні з використанням систем точного землеробства та штучного інтелекту для підвищення ефективності машиновикористання й забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва.

Одним із ключових напрямів ресурсозбереження є скорочення кількості проходів сільськогосподарської техніки по полю та вибір способів обробітку відповідно до виробничих умов. До найбільш поширених ресурсозберігальних підходів належать мінімальний обробіток ґрунту (Mini-till), смуговий обробіток (Strip-till) і прямий висів без попереднього суцільного обробітку (No-till). Застосування цих технологій передбачає зменшення інтенсивності механічного впливу на ґрунт, раціональне використання рослинних решток і, за відповідних умов, скорочення витрат пального та робочого часу. Водночас ефективність кожного підходу залежить від типу ґрунту, його вологості, попередника, забур'яненості поля, наявного технічного забезпечення та біологічних особливостей вирощуваних культур.

Важливе значення має правильний вибір параметрів роботи ґрунтообробних машин. Надмірна глибина обробітку, невідповідна швидкість руху, неправильне налаштування робочих органів або використання агрегату, технічні характеристики якого не відповідають умовам роботи, можуть призводити до перевитрати пального, зниження продуктивності та погіршення якості виконання операцій. Тому ресурсозбереження передбачає не лише перехід до менш інтенсивних технологій, а й раціональне комплектування машинно-тракторних агрегатів, технічну справність обладнання та обґрунтоване регулювання його робочих параметрів. Важливість комплексного оптимізування використання енергії та режимів роботи сільськогосподарської техніки відзначається і в сучасних оглядових публікаціях.

Наступним важливим напрямом є використання систем точного землеробства, які забезпечують диференційований підхід до виконання технологічних операцій. Супутникові навігаційні системи, автоматичне керування рухом агрегатів, електронні карти полів і засоби контролю параметрів роботи техніки дають змогу підвищити точність руху, зменшити перекриття суміжних проходів і раціональніше використовувати ширину захвату машин. За наявності відповідного обладнання цифрові дані можуть застосовуватися для планування маршрутів, визначення меж робочих ділянок і узгодження операцій у межах загальної технологічної системи господарства.

Водночас використання навігаційного обладнання не усуває потреби в належному налаштуванні машин і контролі якості робіт. Точність позиціонування має відповідати вимогам конкретної операції, а цифрові карти повинні бути актуальними та правильно прив'язаними до фактичних меж поля. Додаткової уваги потребують сумісність обладнання різних виробників, обмін даними між інформаційними системами й підготовка операторів. Отже, точне землеробство слід розглядати як комплекс організаційних, технічних і цифрових рішень, а не лише як використання супутникового навігатора.

Перспективним доповненням до систем точного землеробства є штучний інтелект, який дає змогу автоматизувати аналіз значних обсягів інформації та визначати закономірності, що складно оцінити виключно за допомогою традиційних методів. У механізованому виробництві такі технології можуть використовуватися для опрацювання даних про опір ґрунту робочим органам, тягове навантаження, швидкість руху, витрати пального, вологість ґрунту та результати виконання технологічних операцій. На основі цих даних алгоритми машинного навчання можуть допомагати прогнозувати зміну навантаження, виявляти неефективні режими роботи та формувати рекомендації щодо регулювання техніки. Застосування обчислювальних методів для аналізу взаємодії ґрунту, робочих органів і сільськогосподарських машин розглядається як перспективний напрям розвитку агроінженерії.

Застосування інтелектуальних систем може сприяти переходу до адаптивного керування робочими процесами. Наприклад, за зміни механічного складу або вологості ґрунту в межах поля опрацьовані дані можуть використовуватися для обґрунтування коригування глибини обробітку, швидкості руху чи інших параметрів роботи агрегату. У перспективі інтеграція сенсорів, навігаційних систем та алгоритмів штучного інтелекту створюватиме передумови для часткової автоматизації регулювання машин і підвищення стабільності технологічного процесу. Однак такі рішення потребують перевірки в реальних умовах, оскільки достовірність рекомендацій залежить від якості даних, коректності алгоритмів і відповідності конкретним ґрунтово-кліматичним умовам.

Для українського аграрного виробництва особливо важливим є врахування регіональних відмінностей. У районах із недостатнім і нестійким зволоженням перевага має надаватися технологічним рішенням, що сприяють збереженню ґрунтової вологи, зменшенню її втрат і підтриманню належного стану ґрунту. Водночас застосування мінімального обробітку або прямого висіву не може бути універсальним рішенням для всіх господарств: воно потребує врахування системи удобрення, контролю бур'янів, стану поля та властивостей ґрунту. Саме тому цифрові інструменти доцільно використовувати для уточнення технологічних рішень, а не для механічного перенесення однакових рекомендацій на різні виробничі умови.

Впровадження ресурсозберігальних технологій і цифрових систем супроводжується низкою проблем. До основних належать значні початкові витрати на обладнання, обмежені фінансові можливості частини сільськогосподарських підприємств, нестача кваліфікованих кадрів, недостатня сумісність окремих технічних і програмних засобів та залежність цифрових сервісів від стабільності зв'язку й електропостачання. Крім того, використання систем штучного інтелекту потребує належного захисту даних, контролю їхньої якості та оцінювання обґрунтованості сформованих рекомендацій.

З огляду на зазначені обставини, впровадження інновацій доцільно здійснювати поетапно. На початковому етапі важливо оцінити фактичні витрати пального, продуктивність машин, якість обробітку та технічний стан обладнання. Наступним кроком може бути впровадження окремих засобів точного землеробства, після чого - поступова інтеграція сенсорів, програмного забезпечення й алгоритмів інтелектуального аналізу. Результативність технологічних змін слід оцінювати за сукупністю показників, зокрема витратами пального на одиницю обробленої площі, кількістю проходів, продуктивністю агрегатів, якістю виконання робіт, виробничими витратами та впливом на стан ґрунту.

Висновки. Отже, впровадження ресурсозберігальних технологій обробітку ґрунту в Україні є одним із важливих напрямів підвищення ефективності машиновикористання та забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва. Поєднання мінімального обробітку, смугових технологій і прямого висіву із системами точного землеробства дає змогу оптимізувати механізовані операції, раціональніше використовувати енергетичні ресурси та зменшувати надмірний механічний вплив на ґрунт. Застосування штучного інтелекту розширює можливості аналізу виробничих даних, прогнозування навантажень і підтримки рішень щодо налаштування сільськогосподарських машин.

Практична реалізація зазначених підходів потребує врахування ґрунтово-кліматичних умов, технічних можливостей господарств, економічної доцільності та рівня цифрової готовності виробництва. Перспективи подальшого розвитку пов'язані з удосконаленням конструкцій сільськогосподарських машин, розширенням використання сенсорних систем, підвищенням сумісності цифрового обладнання та підготовкою фахівців з агроінженерії. Комплексне застосування цих рішень може сприяти зниженню виробничих витрат, збереженню ґрунтових ресурсів і підвищенню конкурентоспроможності українського аграрного сектору.

Список використаних джерел

1. Jensen T. A., Antille D. L., Tullberg J. N. Improving On-farm Energy Use Efficiency by Optimizing Machinery Operations and Management: A Review. Agricultural Research. 2025. Vol. 14. P. 15–33. DOI: https://doi.org/10.1007/s40003-024-00824-5.
2. Badgujar C., Das S., Martinez Figueroa D., Flippo D. Application of Computational Intelligence Methods in Agricultural Soil–Machine Interaction: A Review. Agriculture. 2023. Vol. 13, No. 2. Art. 357. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture13020357.
3. Radočaj D., Plaščak I., Heffer G., Jurišić M. A Low-Cost Global Navigation Satellite System Positioning Accuracy Assessment Method for Agricultural Machinery. Applied Sciences. 2022. Vol. 12, No. 2. Art. 693. DOI: https://doi.org/10.3390/app12020693.
4. Modeling Soil–Plant–Machine Dynamics Using Discrete Element Method: A Review. Agronomy. 2023. Vol. 13, No. 5. Art. 1260. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy13051260
5. López-Correa J. M., Moreno H., Pérez D. S., Bromberg F., Andújar D. Towards a true conservation zero tillage system: A proposed solution based on computer vision to herbicide resistance. Computers and Electronics in Agriculture. 2024. Vol. 217. Art. 108576. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108576.
6. Magesh S. A convolutional neural network model and algorithm driven prototype for sustainable tilling and fertilizer optimization. npj Sustainable Agriculture. 2025. Vol. 3. Art. 5. DOI: https://doi.org/10.1038/s44264-024-00046-w.
7. Yang Y., Huang H., Gabrielle B., Makowski D. Performances of Machine Learning Algorithms in Predicting the Productivity of Conservation Agriculture at a Global Scale. Frontiers in Environmental Science. 2022. Vol. 10. DOI: https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.812648

УДК 621.43

ВПЛИВ СКЛАДУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ПАЛИВНОЇ СУМІШІ НА ПОКАЗНИКИ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

***Дацюк Д.**, старший викладач*
Вінницький національний аграрний університет

Енергетична автономність агропромислових і тваринницьких комплексів значною мірою залежить від надійного забезпечення електричною та тепловою енергією. Одним із можливих рішень є використання двигунів внутрішнього згоряння як приводів генераторів