

стабільну роботу. На Поліссі та Північних областях (12%) ґрунти мають підвищену вологість та легку заболоченість, що обмежує ефективність барабанних систем.

Порівняння структури техніки з тенденціями країн ЄС та FAO виявляє суттєві відмінності [4, 7]. У європейських країнах частка високопродуктивних самохідних комбайнів становить 40–55%, тоді як в Україні – менше 5%. Це пов'язано передусім із структурою господарств. У державах ЄС картопля вирощується переважно великими підприємствами, де відсутність ручної праці та значні масштаби виробництва економічно виправдовують застосування комбайнів типу Grimme та Rora. В Україні ж основним рушієм ринку залишаються домогосподарства, для яких транспортерні або грохотні копачі є оптимальними за співвідношенням ціна-ефективність. Таким чином, структура техніки безпосередньо відображає соціально-економічну складову виробництва.

Розширений аналіз ринку техніки та конструкцій сепаруючих пристроїв свідчить про домінування простих і універсальних рішень. Подальший розвиток машин має ґрунтуватися на удосконаленні вібраційних схем, підвищенні енергоефективності та адаптації до умов дрібнотоварного виробництва. Перспективним напрямом є розроблення комбінованих сепаруючих систем із регульованими параметрами.

Список використаних джерел

1. Bulgakov V., Nikolaenko S., Adamchuk V., Olt J. Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor // *Agronomy Research*. 2018. Vol. 16, No. 1. P. 52–63.
2. Firman Yu., Hrushetsky S. (2015). Investigation and substantiation of the parameters of the potato digger with a drum separator of potato tubers and residues, MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No 1, pp. 17-26.
3. Hrushetsky S. M., Yaropud V. M., Duganets V. I., et al. Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines // *INMATEH Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 59, No. 3. P. 101–110.
4. World Food and Agriculture 2023: Statistical yearbook / FAO. Rome, 2023. URL: <https://www.fao.org/3/cc8166en/online/cc8166en.html>.
5. Головецький І. В., Бабій А. В. Конструктивні особливості та ефективність роботи мінікартоплекопачів // *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 8(39), ч. II. С. 134–143. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.134-143](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.134-143).
6. Грушецький С.М. Аналіз конструкцій сепаруючих робочих органів картоплезбиральних машин / С.М. Грушецький, А.В. Рудь // *Сучасний рух науки: тези доп. XI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції журналу «WayScience», 8-9 жовтня 2020 р. Дніпро, 2020. Т.1. С. 169-173.*
7. Державна служба статистики України. Наявність сільськогосподарської техніки URL: <https://stat.gov.ua>.
8. Державна служба статистики України. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах URL: <https://stat.gov.ua>.
9. Олексюк А.В. Пошук оптимальних конструкцій сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин / А. В. Олексюк, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк // *Матеріали XIV МНТКМУС „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 11-12 грудня 2025. Т.: ФОП Паляниця В.А., 2025. С. 110–112.
10. Перспективи картоплярства // *AgroTimes*. 2019. URL: <https://agrotimes.ua/article/perspektivi-kartoplyarstva/>.
11. Пушка О.С., Войтік А.В., Оляднічук Р.В., Кутковецька Т.О. Аналіз конструкцій і режимів роботи сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин. *Вчені записки Таврійського нац. унів. ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Том 33 (72). №.2. С. 7-12. DOI: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.2/02>.

123. Журавель Д. П. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного м. Мелітополь, Україна.

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ТА АНАЛІЗ ВІДМОВ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ

Проблема забезпечення надійності водопостачання зрошувальних систем набуває особливої актуальності в умовах кліматичних змін, зростання дефіциту водних ресурсів і підвищення вимог до ефективності аграрного виробництва. Безперебійність та стійкість функціонування зрошення

визначаються рівнем надійності елементів водопостачання — водозабірних споруд, насосних станцій, напірних і розподільчих трубопроводів, фільтраційного обладнання, запірно-регулюючої арматури та систем автоматизації. Відмова або нестабільна робота навіть одного з цих компонентів призводить до порушення гідравлічних режимів, зниження тиску і витрати води, нерівномірності поливу, збільшення енерговитрат та виникнення аварійних простоїв, що в підсумку спричиняє втрати врожаю і економічні збитки. Разом із тим значна частина діючих зрошувальних систем характеризується високим рівнем фізичного і морального зношення, що істотно знижує їх надійність і підвищує імовірність відмов. Додаткові ризики пов'язані з наявністю прихованих дефектів трубопроводів, розвитком корозійних процесів, виникненням кавітації в насосному обладнанні, гідравлічними ударами, а також засміченням фільтраційних елементів через недостатню якість води. У сукупності ці фактори ускладнюють забезпечення стабільних режимів роботи системи та потребують поглибленого дослідження показників її надійності. Недостатній рівень автоматизації та технічної діагностики істотно знижує надійність функціонування систем водопостачання, оскільки призводить до несвоєчасного виявлення відмов і трансформації локальних дефектів у масштабні аварійні ситуації. За таких умов порушується безперервність роботи системи та зменшується її коефіцієнт готовності. Незважаючи на наявність окремих наукових напрацювань у сфері теорії надійності та експлуатації гідротехнічних систем, питання комплексного оцінювання надійності саме водопостачальних підсистем зрошення залишаються недостатньо опрацьованими. Особливо це стосується врахування реальних умов експлуатації, змінного характеру навантажень, а також впливу якості води на надійність і довговічність елементів обладнання [1-3].

У зв'язку з цим актуалізується необхідність удосконалення методів прогнозування відмов, визначення інтенсивності їх виникнення, а також оцінювання основних показників надійності — безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та готовності систем. Важливим є також розроблення науково обґрунтованих підходів до підвищення експлуатаційної надійності водопостачання.

Системи зрошення функціонують у складних гідравлічних і експлуатаційних умовах, що зумовлює поступове зношування обладнання та виникнення аварійних ситуацій. Надійність роботи водозабірних споруд, насосних станцій, трубопроводів, фільтраційного обладнання, запірно-регулюючої арматури та систем автоматизації безпосередньо впливає на рівномірність подачі води, енергоспоживання, довговічність технічних засобів і врожайність сільськогосподарських культур [4,5].

Надійність агрегату визначається надійністю всіх його підсистем, причому відмова будь-якої з них призводить до порушення нормального функціонування всього агрегату. Кожна підсистема може перебувати у двох станах — працездатному або непрацездатному, а ймовірність перебування у кожному з них підлягає кількісній оцінці. Водночас неможливо заздалегідь визначити момент відмови конкретної підсистеми, що зумовлює необхідність проведення діагностики та ремонту. З математичної точки зору такі процеси доцільно описувати як марковські, використовуючи відповідні графи станів.

З точки зору математичного опису такий процес зручно розглядати як марковський, і ілюструвати його відповідним графом стану. Схематично граф стану для зрошувальної системи показано на рис. 1.

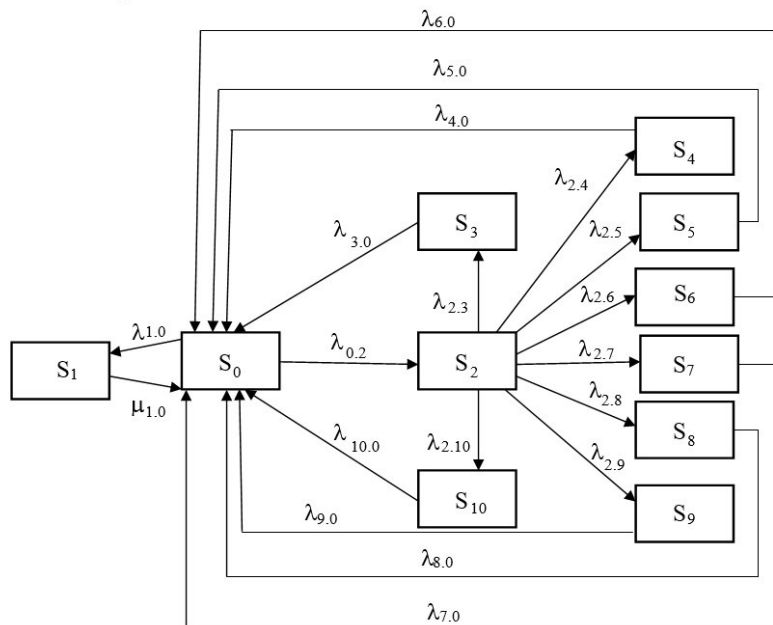


Рис. 1. Граф стану зрошувальної системи

S_0 — зрошувальна система (ЗС) перебуває у справному стані та функціонує; S_1 — ЗС є справною, але тимчасово не працює (простій); S_2 — ЗС перебуває в несправному стані та не функціонує (проводиться діагностування відмови); S_3 — ЗС не працює через відмову головного занурюваного насоса; S_4 — ЗС не функціонує внаслідок відмови поверхневого відцентрового насоса; S_5 — ЗС несправна, через відмову електромагнітного клапану; S_6 — ЗС несправна, через відмову вузла підготовки внесення добрив; S_7 — ЗС несправна, через відмову первинного перетворювача ступеню забруднення води; S_8 — ЗС несправна, через відмову первинного перетворювача вологості ґрунту; S_9 — ЗС несправна, через відмову дренажного відцентрового насосу; S_{10} — ЗС несправна, через відмову допоміжного відцентрового насосу.

Відмови можуть проявлятися як у раптовій формі, зокрема внаслідок гідроударів або руйнування трубопроводів, так і розвиватися поступово — через корозію, ерозійне зношування, старіння матеріалів або засмічення фільтраційних елементів [6]. Результати досліджень свідчать, що найбільш уразливими складовими є трубопровідні мережі та насосне обладнання, на які припадає основна частка експлуатаційних відмов. Для насосів типовими причинами несправностей є зношування підшипників, кавітаційні процеси, порушення співвісності валів, перевантаження електродвигуна та робота в умовах недостатнього водопостачання [7,8]. У трубопровідних системах домінують корозійні явища, механічні пошкодження, вплив гідравлічних ударів і деградація полімерів під дією температурних змін та ультрафіолетового випромінювання. Вагомим чинником зниження надійності є якість води, зокрема підвищена концентрація завислих часток і солей, що призводить до інтенсивного засмічення фільтрів і краплинних емітерів [9–11]. У сучасних наукових роботах для оцінки надійності застосовують статистичні та ймовірнісні підходи, зокрема визначення середнього напрацювання на відмову, інтенсивності відмов, побудову розподілів часу безвідмовної роботи, використання розподілу Вейбулла, а також аналіз видів і наслідків відмов. Отримані результати дають змогу прогнозувати ресурс обладнання, удосконалювати графіки технічного обслуговування та знижувати ризик виникнення аварійних ситуацій. Важливим напрямом підвищення експлуатаційної надійності є впровадження автоматизованих систем контролю параметрів тиску та витрати води, застосування частотного регулювання роботи насосів, використання матеріалів із підвищеною корозійною стійкістю та своєчасна діагностика технічного стану елементів системи [12,13]. Комплексний підхід до аналізу відмов, що поєднує технічний моніторинг, математичне моделювання й організаційні заходи, забезпечує підвищення коефіцієнта готовності зрошувальних систем і зменшення експлуатаційних витрат. Отже, систематичне дослідження причин і закономірностей відмов елементів водопостачання є необхідною передумовою забезпечення стабільної та економічно ефективної роботи сучасних зрошувальних систем. Отже, найбільш уразливими складовими систем водопостачання залишаються насосні станції та краплинні лінії. Ключовими причинами виникнення відмов виступають якість води, порушення оптимальних гідравлічних режимів і недостатній рівень технічного обслуговування. Використання методів теорії надійності дає змогу прогнозувати ресурс обладнання та знижувати ймовірність аварійних ситуацій. Системний підхід до управління технічним станом забезпечує підвищення

ефективності та довговічності роботи зрошувальних систем. Коефіцієнт готовності для існуючої системи становив 0,66, тоді як для модернізованої 0,71.

Список використаних джерел

1. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 141 с.
2. Журавель Д. П. та ін. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: підручник для здобувачів вищої освіти. Київ: ЦП «Компринт», 2021. 448 с., іл.
3. Дідур В. А., Журавель Д. П. Технічна механіка рідини і газу. Підручник. Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2019. 468 с.
4. Дідур В.А., Журавель Д.П., Палішкін М.А. та ін. Гідравліка. Підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 624 с.
5. Дідур В.А., Савченко О.Д., Журавель Д.П., та ін. Гідравліка та її використання в агропромисловому комплексі. Підручник. 2008. 577 с.
6. Сорваніді Ю.Г. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 157с.
7. Бондар А.М. Покращення та оцінка якісних показників відпрацьованих автотракторних олив для сільськогосподарської техніки. Науковий вісник ТДАТУ: ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 15 с.
8. Журавель Д.П. Моделювання процесу зношування прецизійних пар паливних систем мобільної техніки при експлуатації на біодизелі. Праці ТДАТУ. Вип. 18.т.2. Мелітополь, 2018. С. 105-118.
9. Samoichuk, K.; Petrychenko, S.; Bondar A., et al. Modeling of Diesel Engine Fuel Systems Reliability When Operating on Biofuels. *Energies*, 2022, 15, 1795. <https://doi.org/10.3390/en15051795>.
10. Kaplan, M.; Klimek, K.; Maj, G., et al. Method of Evaluation of Materials Wear of Cylinder-Piston Group of Diesel Engines in the Biodiesel Fuel Environment. *Energies*, 2022, 15, 3416. <https://doi.org/10.3390/en15093416>.
11. Журавель Д.П. Підвищення ефективності використання мобільної сільськогосподарської техніки шляхом забезпечення оптимального складу сумішевих біодизельних палив. Науковий вісник ТДАТУ: Електронне наукове фахове видання. Вип.8. Т.2. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. С. 91-107.
12. Бондар А. М.. Використання біологічної оливи для сільськогосподарської техніки. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С. 125-131.
13. Бондар А.М. Прогнозування ресурсу трибосистем при використанні сумішевих олив. Науковий вісник ТДАТУ: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 19 с. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-1-10.

124. Бедюх В.В., Гаража В.М. Відокремлений структурний підрозділ «Хорольський агропромисловий фаховий коледж Полтавського державного аграрного університету» м. Хорол, Україна.

СЕРВІСНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Національне багатство будь-якої країни базується на товарному виробництві, і лише та країна вважається економічно розвиненою, яка, використовуючи новітні прогресивні технології, виготовляє високоякісну конкурентоспроможну продукцію.

Враховуючи те, що Україна є аграрно-промисловою державою, не використовувати повною мірою її природний і промисловий потенціал є неприпустимим. Аграрний сектор економіки забезпечує продовольчу безпеку та продовольчу незалежність країни, формує 17 % валового внутрішнього продукту та близько 60 % фонду споживання населення.

Наявний машинно-тракторний парк АПК сьогодні знаходиться у критичному стані: 85% сільськогосподарської техніки відпрацювало свій амортизаційний термін. Для його відтворення до рівня технологічної потреби виробництва прогнозованих обсягів сільськогосподарської продукції необхідні щорічні.

Вітчизняна промисловість сьогодні не в змозі забезпечити повною мірою потреби в окремих видах сільськогосподарської техніки, зокрема тієї, яка необхідна для впровадження сучасних технологій