

МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ КОМПЛЕКСІВ ІЗ ВІДНОВЛЕННЯМ ЇХ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

¹Домуші Д. П., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії,
d.domuschi@ukr.net

²Осадчук П. І., доктор технічних наук, завідувач кафедри електромеханіки та мехатроніки,
petrosadchuk@ukr.net

³Єнакієв Ю.І., кандидат технічних наук, доцент кафедри механізації сільського господарства та гідромеліоративних систем, yenakiev@yahoo.co.uk

¹Ніколаєв А.І., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія», tnikolaev213@gmail.com

¹Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

²Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна,

³Інститут ґрунтознавства, агротехнологій та захисту рослин "Н. Пушкарів",
м. Софія, Болгарія

Анотація. Розглядається проблема забезпечення надійності техніки збирально-транспортних комплексів – зернозбиральних комбайнів і транспортних засобів із відновленням їх працездатності. Розробляється математична модель процесів виникнення технічних та технологічних відмов збиральної техніки з урахуванням відновлення їх працездатності профілактичним технічним обслуговуванням і ремонтом. Пропонуються шляхи підвищення ефективності технічного сервісу комплексів резервуванням машин і запасними частинами в різних умовах експлуатації.

Ключові слова: техніка, комплекс, надійність, моделювання, працездатність, ймовірність, відновлення, безвідмовність, ремонтпридатність.

Постановка проблеми. Техніка збирально-транспортних комплексів (далі – технологічних комплексів – ТК) – зернозбиральні комбайни (ЗК) і транспортні засоби (ТЗ) мають складну конструкцію, особливо комбайни, а також працюють в важких, напружених і допустимо коротких термінах збирання зернових культур. Тому забезпечення їхньої надійності, а саме – безвідмовності та ремонтпридатності, є основним завданням для підвищення ефективності роботи ЗТК та зменшення собівартості збиральних робіт [1].

Мета дослідження. Розробка моделі надійності технологічних комплексів скороченням простоїв машин з технологічних та технічних причин та підвищення їх продуктивності.

Основні матеріали дослідження. Надійність техніки технологічних комплексів правильно розглядати, як комплексну властивість, яка складається з: безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності та збереженості [2].

ТК складається з великої кількості техніки (комбайнів – N_k і транспортних засобів – N_T), тому будемо його розглядати, як складну технічну систему – ТС. Кожна техніка ТК може переходити зі працездатного стану в непрацездатний стан під дією випадкових потоків з інтенсивністю, що довільна залежить від часу. Такий технологічний процес, що відбувається в ТК (будемо називати його також «системою»), називається Марківським [3].

Моделювання надійності техніки технологічних комплексів (складних технічних систем) будемо розглядати, як математичне описання процесів виникнення технологічних та технічних відмов машин з урахування відновлення їх працездатності та проведення профілактичних технічних та технологічних обслуговувань. Отримання адекватних результатів при аналізі таких систем буде залежить від виду і якості вихідної інформації.

В якості вихідної інформації беруться такі дані: виробничі умови збиральних робіт; підготовка техніки технологічних комплексів і організація збирально-транспортних та профілактичних

робіт з усуненню технологічних та технічних відмов; технічний рівень експлуатації техніки комплексів та інших факторів. Тому дані задачі розглядаються з позицій системного підходу. При аналізі надійності техніки ТК, розглядаємо систему, яка будується з різних підсистем, агрегатів і елементів[4]. Робота техніки ТК в основному залежить від таких складових часу: виконання основної роботи – t_p , год. і часу простою від технологічних та технічних відмов – $t_{пр}$, год. Розглянемо такі можливі варіанти роботи техніки ТК: 1-й – вся техніка комплексу працює – продуктивність системи максимально можлива; 2-й – частина техніки не працює, або несправна – продуктивність системи знижена; 3-й – вся або більшість техніки комплексу не працює, або несправна – продуктивність системи нульова або мінімальна. Виконання роботи зі збирання зернових культур технікою ТК, яка складається з N_k , од. зернозбиральних комбайнів і N_t , од. транспортних засобів, можна розглядати як робочі стани, які змінюються в часі й чергуються між собою (рис.1).

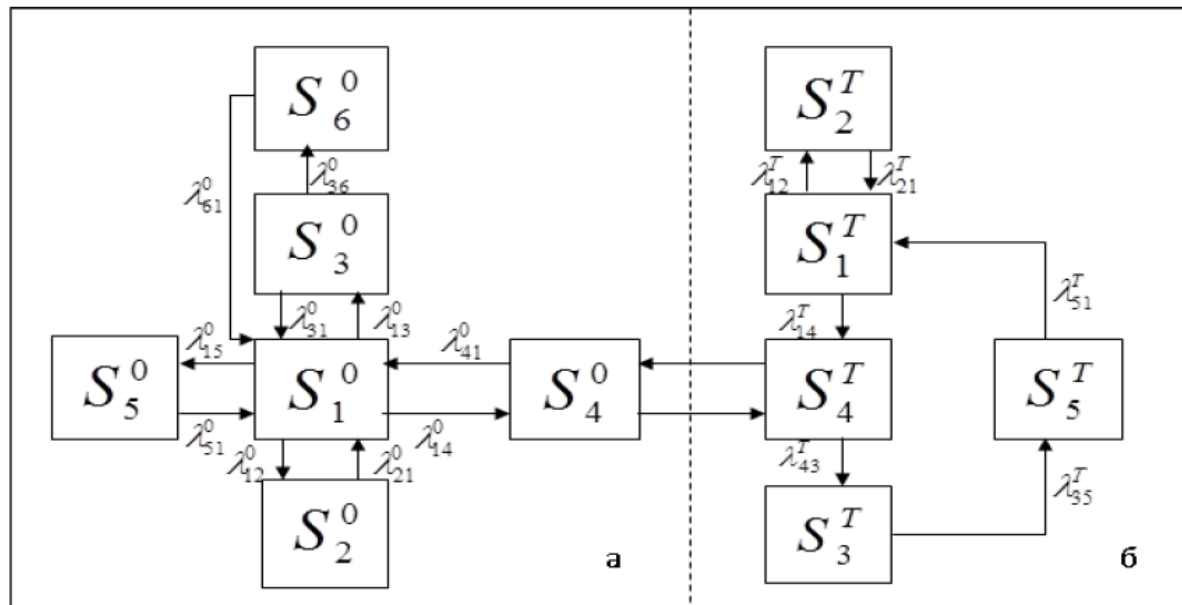


Рис. 1 Модель надійності роботи техніки збирального комплексу:

а) складова моделі технологічних та технічних станів зернозбиральних комбайнів;

б) складова моделі технологічних та технічних станів транспортних засобів

У модель надійності роботи техніки ТК необхідно включити складову моделі технологічних та технічних станів основних машин – зернозбиральних комбайнів (рис. 1, а): S_1^0 – зернозбиральний комбайн працює – збирає технологічну масу – урожай; S_2^0 – зернозбиральний комбайн не працює через технічну відмову; S_3^0 – зернозбиральний комбайн не працює – виконує повороти; S_4^0 – зернозбиральний комбайн не працює – виконує технологічне обслуговування; S_5^0 – зернозбиральний комбайн не працює через технологічну відмову; S_6^0 – зернозбиральний комбайн не працює – виконує технологічні переїзди.

У модель надійності роботи техніки збирального комплексу також входить складова моделі технологічних та технічних станів транспортних засобів – обслуговуючих зернозбиральні комбайни (рис. 1, б): S_1^T – непродуктивна робота – транспортний засіб здійснює рейс без вантажу; S_2^T – непродуктивна робота – простої транспортного засобу через технічну відмову; S_3^T – продуктивна робота – транспортний засіб здійснює рейс із вантажем; S_4^T – продуктивна робота – знаходження транспортного засобу у стані технологічного обслуговування, до повного заповнення кузова технологічним матеріалом (зерном); S_5^T – непродуктивна робота простої транспортного засобу у черзі через розвантаження.

Імовірність знаходження зернозбиральних комбайнів та обслуговуючих транспортних засобів у кожному продуктивному або непродуктивному стані визначається шляхом дослідження диференціальних рівнянь Колмогорова:

$$dm_1/dt = \lambda_{ji} m_j + \lambda_{ij} m_i \quad (1)$$

$$dm_1/dt = \lambda_{21} m_2 + \lambda_{31} m_3 + \lambda_{41} m_4 + \lambda_{51} m_5 + \lambda_{61} m_6 - (\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15}) m_1 \quad (2)$$

$$dm^T_1/dt = \lambda^T_{21} m^T_2 + \lambda^T_{51} m^T_5 - (\lambda^T_{12} + \lambda^T_{14}) m^T_1 \quad (3)$$

де $m_{i(j)}$, $m^T_{i(j)}$ – число зернозбиральних комбайнів і обслуговуючих транспортних засобів в i -ому и j -ому стані;

λ_{ji} , λ_{ij} – інтенсивність переходу техніки комплексу із стану « i » в стан « j » і навпаки.

Показники ефективності роботи технологічних комплексів залежать від взаємодії основної збиральної технологічної ланки із підсистемами технологічного обслуговування усунення технічних та технологічних відмов.

Процес роботи комплексу можна представити у вигляді таких подій: зернозбиральна техніка створює потік заявок на технологічне обслуговування транспортними засобами для розвантаження бункеру з зерном і одночасно потоки заявок на усунення відмов, а транспортні засоби виконують технологічне обслуговування зернозбиральної техніки (розвантаження бункеру з зерном) і створюють потоки різних відмов. Підсистема технічного сервісу і ремонту (ПТСР) технологічного комплексу займається усуненням відмов різного типу складності техніки комплексу.

Висновки. Модулювання надійності техніки збирально-транспортних комплексів із відновленням їх працездатності підсистемою технічного сервісу і ремонту дозволяє оцінити вплив технічного сервісу і ремонту на ефективність використання комплексу. Кращою слід вважати ту схему організації ремонтно-технічного обслуговування, яка забезпечує високу продуктивність машин збирально-транспортного комплексу.

Список використаних джерел

1. Домуші Д.П. Дослідження працездатності зернозбиральних комбайнів та удосконалювання їх технічного сервісу / Домуші Д.П., Захаренко В.О., Ліпін А.П. // Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Технічні науки. Одеса: ОДАУ, 2018. №90. С.75–84.
2. D. A. Domushchi , P. I. Osadchuk , A. D. Ustuyanov , E. V. Molchanyuk , Y. I. Enakiev (2023). Probable assessment of the condition of machinery from the main technological unit of the harvesting and transportation complex. Proceedings of the scientific forum with international participation “ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization”. 05-06.12.2022, Sofia, Volume 4. 109–116.
3. Домуші Д. П., Осадчук П.І., Єнакієв Ю.І. (2022). Обґрунтування та вибір засобів і методів ремонтно-технічного обслуговування техніки збирально-транспортних комплексів. Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців (Одеса, 08-09 грудня 2022 р.) / Одеський державний аграрний університет. Одеса: ОДАУ, 2022. С. 290-293.
4. Молчанюк Є.В., Домуші Д. П., Устужанов П.Д. (2022). Експлуатаційне забезпечення працездатності машин збирально-транспортних комплексів методами резервування ресурсів. Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців (Одеса, 08-09 грудня 2022 р.) / Одеський державний аграрний університет. Одеса: ОДАУ, 2022. С. 296-298.