

В отдельных случаях необходимость в применении ремонтно-восстановительных препаратов обусловлена и рядом других причин (принудительных), например, участием в нештатных испытаниях (химический тюнинг).

Ключевые слова: *восстановление, машина, препарат, способ, система, технология*

УДК 631.31:64

АНАЛІЗ СИСТЕМ І СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ЇХ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН

Д. Ю. Калініченко, здобувач*

І. Л. Роговський, кандидат технічних наук

e-mail: irogovskii@gmail.com

Анотація. *Ефективність використання зернозбиральних комбайнів безпосередньо залежить від способів і методів підтримання їх у стані технічної справності на необхідному рівні, чого на практиці сприяють різні форми організації систем технічного обслуговування. Існуючі на даний момент форми і методи організації ТО зернозбиральних комбайнів в Україні і за кордоном можна звести до трьох основних стратегій. Будь-який механізм зернозбиральних комбайнів складається з великого числа допусків, починаючи від моменту проектування і конструювання (проектно-конструкторські допуски), виробництва (виробничо-технологічні) і закінчуючи допусками при експлуатації (експлуатаційні), а також під час ТО, які виконуються різними по кваліфікації фахівцями. Так як на практиці не може існувати абсолютно однакових процесів експлуатації, то не існує і двох абсолютно однакових механізмів їх реалізації. До найбільш значущих чинників, який впливає на експлуатаційні характеристики зернозбиральних комбайнів є умови виготовлення, умови зберігання, умови транспортування, умови експлуатації, технічне оснащення і кваліфікація обслуговуючих працівників, номенклатура і якість вироблених обслуговуючих впливів.*

Ключові слова: *аналіз, система, стратегія, технічне обслуговування, зернозбиральний комбайн*

*Науковий керівник – кандидат технічних наук І. Л. Роговський

© Д. Ю. Калініченко, І. Л. Роговський, 2017

Постановка проблеми. Ефективність використання зернозбиральних комбайнів безпосередньо залежить від способів і методів підтримання їх у стані технічної справності на необхідному рівні, чого на практиці сприяють різні форми організації систем технічного обслуговування (далі – ТО).

Аналіз останніх досліджень. Існуючі на даний момент форми і методи організації ТО зернозбиральних комбайнів в Україні і за кордоном можна звести до трьох основних стратегій [1–9]:

1. Hard time maintenance (планове технічне обслуговування) деталей, вузлів, агрегатів зернозбиральних комбайнів призначається за встановлений з напрацюванням межами, після якого виконується регламентне ТО.

2. On condition (за станом) – суть даної стратегії підтримки техніки в справному стані полягає в періодичному або безперервному вимірі контрольованих параметрів, відхилення яких від номінальних можуть свідчити про несправності агрегатів зернозбиральних комбайнів. При цьому немає жорстких обмежень щодо напрацювання, так як рішення щодо подальшої експлуатації приймається за результатами технічного контролю.

3. Condition monitoring (за станом з контролем рівня надійності) – в основі лежить комплекс заходів з управління надійністю (аналіз відмов, конструктивні зміни, зміни в технології ТО робіт тощо). При даному підході зернозбиральний комбайн знімається з експлуатації в разі відмови.

Мета досліджень – узагальнити та виконати аналіз систем і стратегій технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів та їх складових частин.

Результати досліджень. Прийнята в Україні планово-попереджувальна система технічного обслуговування (ППС ТО) зернозбиральних комбайнів має високий рівень управління ТО. Вона відповідає наведеній вище стратегії Hard time maintenance і являє собою комплекс організаційно-технічних заходів, що проводяться за планом і спрямованих на забезпечення працездатності та технічної справності зернозбиральних комбайнів протягом усього терміну їх служби, при дотриманні зазначених умов і режимів експлуатації.

Згідно з регламентом ППС ТО, для попередження відмов технологічні операції виконуються тільки за ТО, а періодичність впливів з поточного ремонту (ТР) при цьому не планується, так як відмови носить імовірнісний характер.

Однак, як показує практика, дані принципи ППС ТО не завжди працюють досить ефективно, оскільки в реальних умовах експлуатації про чітко лінійні залежності між технічним станом зернозбиральних комбайнів і агрегатів, та строком експлуатації або

напрацюванням на відмову можна говорити лише при корозійних або ерозійних процесах, або при втомному зношуванні.

Як показує досвід авторських досліджень, необґрунтоване розбирання сполучень, здійснюване в процесі відновлення працездатності, що скорочує реальний міжремонтний період механічних систем виробу в середньому на 15-30%, і це призводить до скорочення ресурсу виробу від 25,0 до 38,5%.

Згідно авторських досліджень, які ґрунтуються на аналізі статистичних даних про надійність зернозбиральних комбайнів, певна номенклатура відмов двигунів і замін деталей повторюється. Крім того, при виборі стратегії очікування відмови в значній мірі збільшуються витрати на підтримку працездатності зернозбиральних комбайнів.

За хронометражними спостереженнями означено, що надходять в ремонт двигуни зернозбиральних комбайнів до 80% деталей мають допустимі для експлуатації зноси. Число придатних елементів у зернозбиральних комбайнів, задіяних у виробничому циклі виробництва продукції рослинництва, в середньому досягає 60...65%.

На технічний стан механізму зернозбиральних комбайнів впливає час його експлуатації, проте залишковий ресурс механізму не повинен визначатися лише цим чинником, тому що цей фактор часто є малозначним.

Будь-який механізм зернозбиральних комбайнів складається з великого числа допусків, починаючи від моменту проектування і конструювання (проектно-конструкторські допуски), виробництва (виробничо-технологічні) і закінчуючи допусками при експлуатації (експлуатаційні), а також під час ТО, які виконуються різними по кваліфікації фахівцями. Так як на практиці не може існувати абсолютно однакових процесів експлуатації, то не існує і двох абсолютно однакових механізмів їх реалізації. До найбільш значущих чинників, який впливає на експлуатаційні характеристики зернозбиральних комбайнів є:

- умови виготовлення;
- умови зберігання;
- умови транспортування;
- умови експлуатації;
- технічне оснащення і кваліфікація обслуговуючих працівників;
- номенклатура і якість вироблених обслуговуючих впливів.

Саме тому надходять на ТО вузли і агрегати при експлуатації в однаковому часовому проміжку мають нерівні залишкові ресурси і, як наслідок, одночасне їх ТО недоцільне. Крім того, ППС ТО є досить витратною формою ТО, так як частіше за все стимулюється

відрядною системою оплати праці. Отже, як керівники підприємств по техобслуговуванню зернозбиральних комбайнів, так і безпосередні виконавці зацікавлені у великих обсягах ТО впливів, що є суттєвою перепорою для впровадження нових підходів до даної системи ТО.

Коли настає епоха ринкової економіки з появою власників ситуація навколо поглядів на ТО зернозбиральних комбайнів змінюється. Керівники підприємств, після оцінки позитивних і негативних сторін планово-попереджувальної системи, починають шукати способи зниження витрат на ТО зернозбиральних комбайнів підприємства, беручи до уваги, що величина цих витрат має бути обґрунтованою з технічної та економічної точки зору. Як наслідок, виникає необхідність у переході на більш досконалий різновид ТО, який частково вже застосовується на підприємствах ряду галузей промисловості – ТО за фактичним технічним станом (відповідає «On condition» у наведеній вище класифікації стратегій). Даний вид ТО є найбільш виправданим варіантом при виборі стратегії, оскільки базується на змінному обсязі робіт в залежності від технічного стану вузлів і агрегатів. Як відомо при впровадженні ТО зернозбиральних комбайнів за фактичним технічним станом, економічний ефект може досягати 30% від загальної вартості парку техніки. ТО за фактичним технічним станом широко застосовується у сферах експлуатації авіаційної техніки і морського транспорту.

ТО, в основі якого лежать принципи серійного виробництва і характеризується широким використанням типових технологічних процесів, називається централізованим ТО по технічному стану (далі – ЦТОТС). Його суть полягає в наступному: за результатами діагностування, яке проводиться або до зняття агрегату з зернозбиральних комбайнів перед його відправкою на ТО, або на випробувальному стенді (при прийманні агрегату на ТО), призначається один із заздалегідь розроблених на підприємстві технологічних маршрутів ТО (комплексів ТО робіт). Як наслідок, відбувається деяке збільшення обсягів розбирально-складальних робіт, із-за невідповідностей виявленого поєднання дефектів агрегату та номенклатури робіт технологічного маршруту ТО, по якому направляється даний агрегат. Однак дане збільшення обсягів компенсується скороченням обсягу контрольних-діагностичних операцій, оскільки при цьому не потрібно виявляти всі дефекти агрегату, а лише досить локалізувати або встановити відсутність тільки тих дефектів, які будуть визначати технологічний маршрут ТО.

Невід'ємною ланкою процесу діагностування є людина (оператор-діагност). Ефективність ЦТОТС значною мірою залежить від застосовуваних методів і засобів технічного діагностування,

однак, якими б застарілими або сучасними вони не були, найслабшою ланкою в людино-машинній системі є людина. Саме тому, на етапі діагностування неминучі значні за величиною помилки 1-го роду («помилковий дефект») і 2-го роду («пропуск дефекту») і, як наслідок, помилка маршрутизації при розподілі за ТО. Фактори, що впливають на постановку правильного діагнозу оператором-діагностом на етапі діагностування агрегатів зернозбиральних комбайнів при їх ЦТОТС представлені на рис. 1.

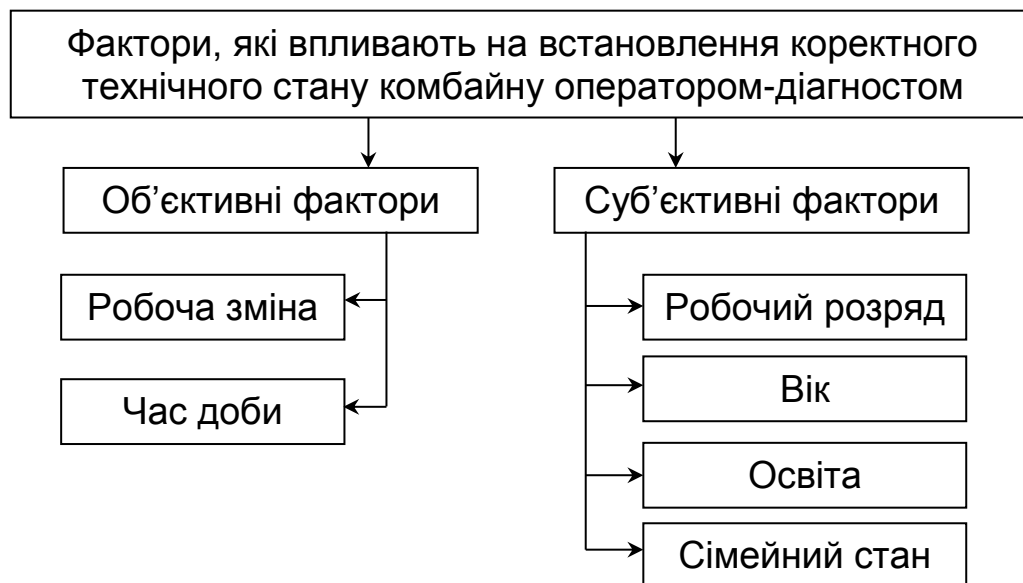


Рис. 1. Фактори, які впливають на встановлення коректного технічного стану комбайну оператора-діагноста при ЦТОТС.

Схема технологічного процесу ЦТОТС при одноетапному контролі представлена на рис. 2, де кожен вхід на ТО агрегат, який характеризується поєднанням наявних у них дефектів (q -м) з безлічі Q ($q = 1, \dots, Q$), за результатами діагностування розподіляється на k -й ТО з безлічі K ($k = 1, \dots, K$), при цьому $K < Q$, тому по одному технологічному маршруту ТО можуть бути спрямовані агрегати з подібними поєднаннями виявлених дефектів. Відповідно до призначеними технологічними маршрутами ТО, агрегати направляють на спеціалізовані робочі місця (далі – СРМ) (R безліч, $r = 1, \dots, R$), яких достатньо, щоб виконати річний обсяг робіт підприємства, крім того на одному СРМ може виконуватися кілька технологічних маршрутів ТО. При одноетапному контролі за виникнення помилок 1-го і 2-го роду до 28% агрегатів зернозбиральних комбайнів поверталися з робочих місць назад на діагностування. Для підвищення достовірності розпізнавання технічного стану зернозбиральних комбайнів, що ремонтується агрегату і правильності призначення технологічного маршруту ТО,

ввів додаткові контрольно-діагностичні операції безпосередньо в процес розбирання агрегату (операційний контроль розбирального процесу), що призвело до зниження повернення агрегатів з робочих місць до 18% і скорочення втрат від виконання зайвих і повторних робіт ТО.

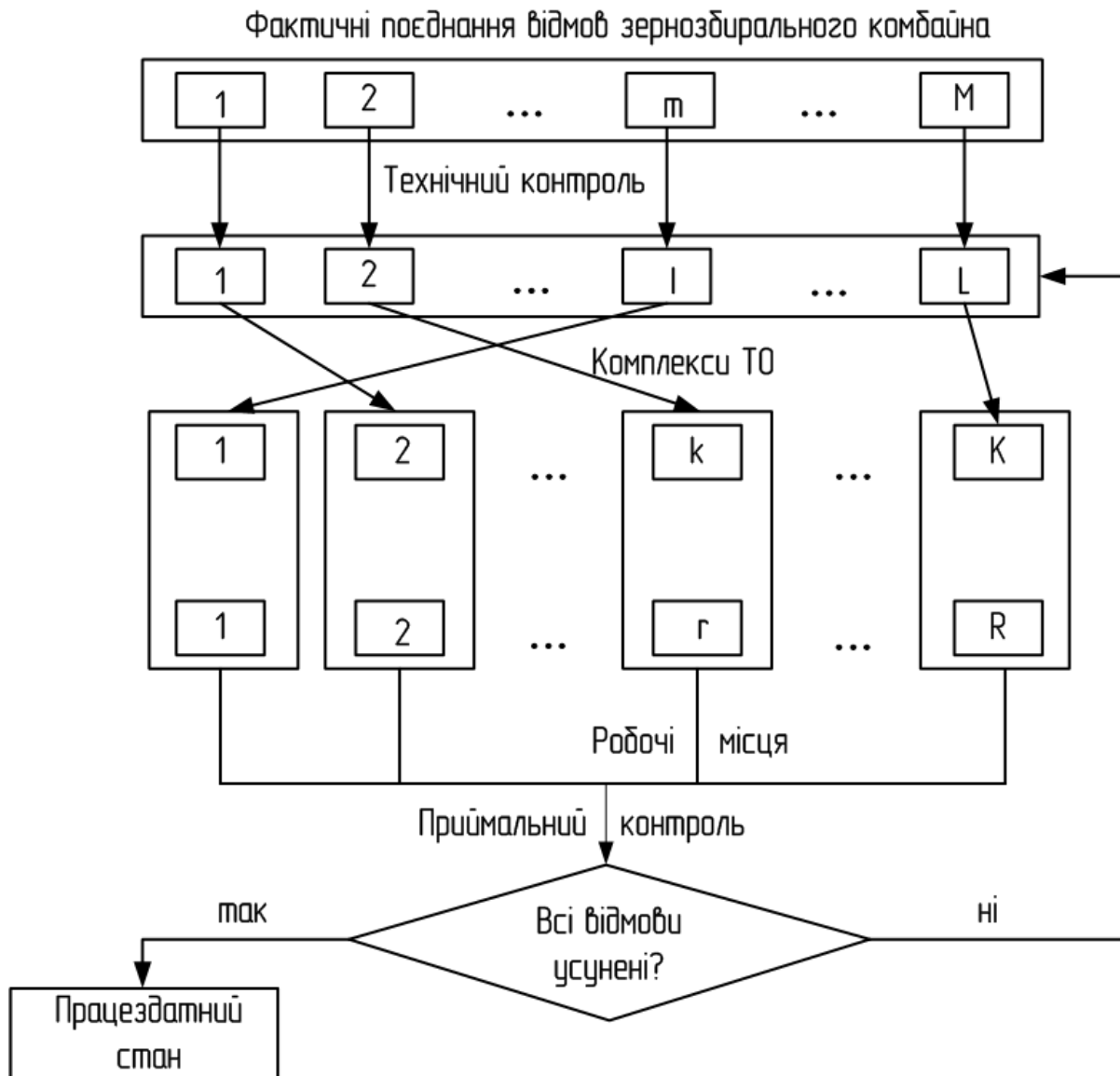


Рис. 2. Схема технологічного процесу ЦТОТС агрегатів зернозбиральних комбайнів при одноетапному контролі.

Схема ЦТОТС агрегатів зернозбиральних комбайнів при багатоетапному контролі представлена на рис. 3. Крім того, на етапі діагностування з'являється можливість локалізувати дефекти, які принципово не піддаються виявленню при діагностуванні. Часткове розбирання агрегату сприяє більш точному визначенню його технічного стану, що дозволяє виключити спотворення впливу структурних параметрів на даний діагностичний параметр.

Наприклад, визначаються пневмотестером значення витоків стисненого повітря, будуть залежати тільки від зазорів між компресійними кільцями і стінками канавок поршнів, а також юбками поршнів і гільзами циліндрів. Однак, при пневмотестуванні на етапі діагностування (коли двигун в зборі), неможливо виключити вплив на цей параметр дефектів прокладки головки циліндрів і нещільності клапанів.

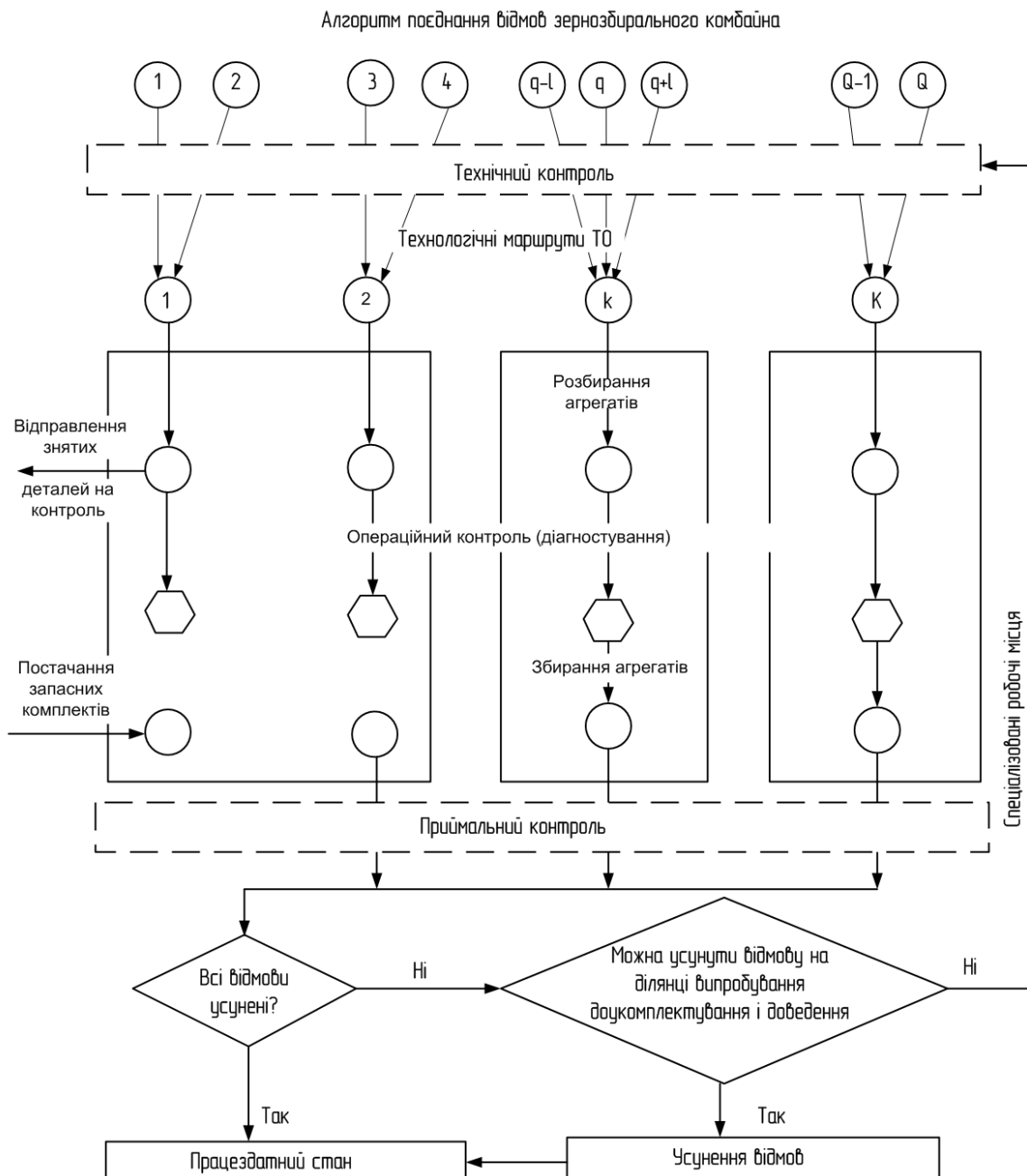


Рис. 3. Схема технологічного процесу ЦТОТС агрегатів зернозбиральних комбайнів при багатоетапному контролі.

Під час розбирання агрегатів виконується діагностування, за результатами якого підтверджується правильність призначення

контрольно-регулювальних робіт. У разі якщо технологічний маршрут ТО призначений правильно, то виконуються всі розбирально-складальні роботи, передбачені даним маршрутом, після чого агрегат направляють у приймальний контроль, де він проходить обкатку і випробування. В іншому випадку за результатами діагностування агрегат перенаправляють на відповідний маршрут, який виконується на цьому ж робочому місці (штрихова лінія) або на іншому (штрихпунктирна лінія). При цьому відповідно до виконуваних маршрутом ТО, зняті з агрегату деталі направляють на дефектацію, а безпосередньо на робочі місця подають необхідні для ТО комплекти деталей. Подальше відновлення деталей після дефектації проводиться на спеціалізованих ділянках ТО.

В разі виявлення дефектів агрегатів на етапі приймального контролю, вони або усуваються, якщо це технічно неможливо чи економічно доцільно, на ділянці по випробуванню, докомплектування і регулювання агрегатів, або агрегат направляють на повторне ТО. Якщо агрегат відповідає технічним умовам на прийом, то його відправляють на склад готової продукції чи на видачу замовнику.

Технічна база ЦТОТС ґрунтується на взаємозв'язку між контрольованими параметрами, що характеризують технічний стан зернозбиральних комбайнів ТО, і дефектами, що мають певні діагностичні ознаки, які змінюються по мірі розвитку дефектів. Інакше кажучи, більшість знайдених дефектів, що виникають в агрегаті, пов'язані з певними діагностичними ознаками і параметрами, які сигналізують про присутність несправностей, що сприяють відмові агрегату. Таким чином, періодичний моніторинг даних параметрів дозволяє вчасно виявити зміну технічного стану агрегату зернозбиральних комбайнів. В такому разі, ТО буде проводитися тільки тоді, коли виникає реальна ймовірність виходу діагностичних параметрів зернозбиральних комбайнів за гранично допустимі межі.

Висновок. Велика різноманітність можливих систем і стратегій технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів станом умовно можна об'єднати в дві основні групи: з контролем рівня надійності та контролем параметрів об'єктів експлуатації. У першому випадку обслуговування зводиться до управління рівнем надійності певної сукупності однотипних виробів, а в другому – до управління технічним станом кожного конкретного зернозбирального комбайна. Поступова реалізація завдань для переходу від планово-попереджувальної системи до системи ТО за фактичним станом сприяє їх програмна реалізація класу ЕАМ (від англ. Enterprise Asset Management).

Список літератури

1. https://www.researchgate.net/publication/280303319_Technical_and_economic_performance_of_combine_harvester_in_farmers_field.html.
2. conf.rd.asu.lt/index.php/rd/article/download/151/34.html.
3. *Роговський І. Л.* Відновлення працездатності складальних одиниць сільськогосподарської машини. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2015. Вип. 159. С. 224—232.
4. *Роговський І. Л.* Методологічність виконання технологічних операцій відновлення працездатності сільськогосподарських машин при обмежених ресурсах. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 212. Ч. 1. С. 314—322.
5. *Rogovskii I. L., Melnyk V. I.* Model of parametric synthesis rehabilitation agricultural machines. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 241. С. 387—395.
6. *Rogovskii I. L., Melnyk V. I.* Analyticity of spatial requirements for maintenance of agricultural machinery. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 251. С. 400—407.
7. *Rogovskii I. L.* Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 254. С. 424—431.
8. *Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.* Технічний засіб для перевірки прецизійних пар низького тиску паливних насосів сільськогосподарських машин. Міжнародна наукова конференція “Earth Bioresources and Environmental Biosafety: Challenges and Opportunities”, присвяченої 115-річчю НУБіП України та 15-річчю GCHERA. Секція 5. Інженерія біосистем, м. Київ, 4–8 листопада 2013 року: тези доповіді. Київ. 2013. С. 57—59.
9. *Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.* Пристрої для перевірки прецизійних пар паливних насосів і системи паливopодачі низького тиску сільськогосподарських машин. XIII всеукраїнська конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування», м. Київ, 11–15 березня 2013 року: тези доповіді. Київ. 2013. С. 121—122.

References

1. https://www.researchgate.net/publication/280303319_Technical_and_economic_performance_of_combine_harvester_in_farmers_field.html.
2. conf.rd.asu.lt/index.php/rd/article/download/151/34.html.
3. *Rogovskii I. L.* (2015). Recovery Assembly units of agricultural machines. Bulletin of Kharkov National Technical University of Agriculture named Peter Vasilenko. Kharkov. Vol. 159. 224-232.
4. *Rogovskii I. L.* (2015). Methodologist technological operations recovery of agricultural machines with limited resources. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2015. Vol. 212. Part 1. 314-322.
5. *Rogovskii I. L., Melnyk V. I.* (2016). Model of parametric synthesis rehabilitation agricultural machines. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2016. Vol. 241. 387-395.

6. Rogovskii I. L., Melnyk V. I. (2016). Analyticity of spatial requirements for maintenance of agricultural machinery. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2016. Vol. 251. 400-407.
7. Rogovskii I. L. (2016). Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. Vol. 254. 424-431.
8. Kalinichenko D. Yu., Rogovskii I. L. (2013). Technical means to check the precision steam low pressure fuel pumps of agricultural machines. International scientific conference "Earth Bioresources and Environmental Biosafety: Challenges and Opportunities", dedicated to the 115th anniversary of NULES of Ukraine and the 15th anniversary of GCHERA. Section 5. Engineering of biological systems. Kyiv. 4-8 November 2013: abstracts. Kyiv. 2013. 57-59.
9. Kalinichenko D. Yu., Rogovskii I. L. (2013). Device for testing of precision pairs of fuel pumps and fuel system low pressure agricultural machines. XIII National conference of scientific and pedagogical workers, scientific employees and graduate students "Problems and prospects of development of technical and bioenergy systems of environmental management". Kyiv. 11-15 March 2013: abstracts. Kyiv. 121-122.

АНАЛИЗ СИСТЕМ И СТРАТЕГИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Д. Ю. Калиниченко, И. Л. Роговский

Аннотация. *Эффективность использования зерноуборочных комбайнов напрямую зависит от способов и методов поддержания их в состоянии технической исправности на необходимом уровне, чего на практике способствуют различные формы организации систем технического обслуживания. Существующие на данный момент формы и методы организации технического обслуживания зерноуборочных комбайнов в Украине и за рубежом можно свести до трех основных стратегий. Любой механизм зерноуборочных комбайнов состоит из большого числа допусков, начиная от момента проектирования и конструирования (проектно-конструкторские допуски), производства (производственно-технологические) и заканчивая допусками при эксплуатации (эксплуатационные), а также во время технического обслуживания, которые выполняются разными по квалификации специалистами. Так как на практике не может существовать абсолютно одинаковых процессов эксплуатации, то не существует и двух абсолютно одинаковых механизмов их реализации. К числу наиболее значимых факторов, который влияет на эксплуатационные характеристики зерноуборочных комбайнов являются условия изготовления, условия хранения, условия транспортировки, условия эксплуатации, техническое*

оснащение и квалификация обслуживающих работников, номенклатура и качество производимых обслуживающих воздействий.

Ключевые слова: анализ, система, стратегия, техническое обслуживание, зерноуборочный комбайн

SYSTEMS ANALYSIS AND STRATEGIES FOR TECHNICAL MAINTENANCE OF COMBINE HARVESTERS AND THEIR PARTS

D. Yu. Kalinichenko, I. L. Rogovskii

Abstract. *The effectiveness of the use of combine harvesters depends on the ways and methods of keeping them in a condition of technical serviceability at the desired level, which in practice contribute to various forms of organization of maintenance systems. The currently existing forms and methods of organization of technical maintenance of combine harvesters in Ukraine and abroad can be reduced to three basic strategies. Any mechanism of combine harvesters consists of a large number of tolerances, ranging from design and construction (design tolerances), production (production technology) to the tolerances in the operation (operational), and during maintenance which are carried out by different qualification specialists. Since, in practice, may not exist exactly the same processes of operation, it does not exist two identical mechanisms for their implementation. Among the most significant factors that impacts the performance of combine harvesters are the conditions of manufacture, storage conditions, transport conditions, operating conditions, technical equipment and the qualification of service employees, the range and quality of service impacts.*

Key words: *analysis, system, strategy, technical maintenance, combine harvester*

УДК 656.1.004

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВОГО ЗБІЖЖЯ

О. А. Воронков, аспірант*

І. Л. Роговський, кандидат технічних наук

e-mail: irogovskii@gmail.com

Анотація. *Для вирішення завдань управління необхідно застосовувати не тільки сучасні математичні моделі та методи*

***Науковий керівник – кандидат технічних наук І. Л. Роговський**

© О. А. Воронков, І. Л. Роговський, 2017