

УДК 631.3:005.584.1

## МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЗА КЕРІВНИМИ МАТЕРІАЛАМИ НА ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

А. В. Новицький<sup>1</sup>, І. С. Харьковський<sup>2</sup>, Ю. А. Новицький<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

<sup>2</sup>Відокремлений структурний підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Немішаївський фаховий коледж», Україна.

<sup>3</sup>ТОВ «ВіДі – Скай».

*Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.*

*Кореспонденція авторів: Novytskyu@nubip.edu.ua*

*Історія статті: отримано – червень 2021, акцентовано – листопад 2021, опубліковано – 17 грудня 2021 року. Бібл. 25, рис. 5, табл. 1.*

**Анотація.** Важливою складовою для забезпечення ефективності використання та підвищення надійності сільськогосподарської техніки є наявність відповідної нормативно-технічної документації, що регламентує вимоги до її технічного стану та експлуатації.

Справність техніки може відновлюватись при ремонті, а працездатність – підтримуватись при технічному обслуговуванні і в процесі експлуатації виходячи з рекомендацій, що передбачені інструкціями та керівними матеріалами на використання машин. Для своєчасного і ефективного проведення технічного обслуговування і ремонту засобів для приготування і роздавання кормів (ЗПРК) необхідно знати: критерії втрати працездатності; граничні і допустимі значення параметрів технічного стану; показники процесів переходу техніки з працездатного в непрацездатний стан; закономірності зміни основних властивостей.

В статті представлено моніторинг інструкцій з обслуговування та експлуатації машин, керівних матеріалів на використання з позиції їх інформативності щодо реалізації вимог надійності. Моніторинг проводивсь для зарубіжних зразків ЗПРК.

В рамках проведення моніторингу аналізувались механізми подрібнення-змішування (МПЗ) з позицій наявності інформації про особливості конструкції, можливі несправності та відмови, основні способи відновлення працездатності.

Встановлені основні положення, які є визначальними для оцінки технічного стану окремих деталей і робочих органів та підвищення надійності МПЗ та ЗПРК в цілому при використанні керівних матеріалів. До складу положень входять: інформація про показники надійності машин, механізмів, робочих органів; періодичність технічного обслуговування і ремонту машин, відновлення робочих органів; відомості про трудомісткість технічного обслуговування і ремонту машин, відновлення робочих органів; схеми монтажу-демонтажу механізмів, відновлення робочих органів; інформація

про характерні відмови та послідовність їх усунення; інформація про критерії граничного стану; технології відновлення робочих органів; інформація про вимоги при встановленні на зберігання.

**Ключові слова:** машина, моніторинг, технічний стан, техніка, засіб для приготування і роздавання кормів, надійність, керівні матеріали.

### Постановка проблеми

В останні десятиліття в аграрній сфері України можна спостерігати значне оновлення парку сільськогосподарських машин та обладнання, включаючи сектор засобів для приготування і роздавання кормів (ЗПРК) в тваринництві. Зазначене оновлення проходить за рахунок надходження в експлуатацію кращих зарубіжних та вітчизняних зразків ЗПРК.

Досвід використання та забезпечення працездатності ЗПРК вказує на те, що зарубіжні зразки зазначених машин мають покращені технічні характеристики, в тому числі, досить високу експлуатаційну надійність. Однак, інтенсивність їх експлуатації істотно зросла, а умови використання та зберігання вимагають особливої уваги та постійного контролю з боку операторів машини та інженерно-технічної служби. Окремі системи та механізми сучасних зарубіжних ЗПРК, включаючи механізм зважування та механізм вивантаження кормової суміші оснащені вбудованими електронними пристроями функціонування та контролю технічного стану, що сприяє забезпеченню їх працездатності при реалізації системи технічного обслуговування і ремонту (СТОП). Інші важливі підсистеми ЗПРК, включаючи механізм подрібнення-змішування (МПЗ), що найбільше впливає на надійність, потребують системного підходу в процесі моніторингу технічного стану та забезпеченні працездатності. Резервом у вирішенні зазначеної проблеми є вивчення керівних матеріалів на експлуатацію ЗПРК та дослідження

рекомендацій, що направлені на оцінку технічного стану та відновлення працездатності МПЗ.

Ускладнення структури сільськогосподарської техніки, зростання вимог споживачів до рівня властивостей і якості продукції, поява нових і вдосконалення вже існуючих ЗПРК є стимулом для використання системного аналізу для оцінки і забезпечення надійності систем та підсистем, так і їх взаємодії між собою.

### Аналіз останніх досліджень

Як було зазначено в попередніх дослідженнях [3, 13-18], результати технічного діагностування (ТД) або ж віддаленого моніторингу технічного стану (ВМТС) є підставою для прийняття рішення про подальший характер і режим використання машин, періодичність встановлення їх на технічне обслуговування і ремонт (ТОР), номенклатуру запасних частин, обсяги ремонтно-профілактичних робіт. Важливою складовою для прийняття рішення про необхідність проведення ТОР або ж відновлення працездатності при виникненні відмов є наявність відповідної інформації в нормативно-технічній документації.

Справність ЗПРК може відновлюватись при ремонті, а працездатність – підтримуватись при ТО і в процесі експлуатації виходячи з рекомендацій, що передбачені інструкціями та керівними матеріалами на використання ЗПРК [8-10, 12, 22-24]. Для своєчасного і ефективного проведення ТОР ЗПРК, необхідно знати: критерії втрати працездатності; граничні і допустимі значення параметрів технічного стану; показники процесів переходу техніки з працездатного в непрацездатний стан; закономірності зміни технічного стану. Важливою складовою вирішення зазначеної задачі є також наявна та доступна для використання операторами, слюсарями-ремонтниками, інженерно-технічними працівниками методика забезпечення надійності ЗПРК [15, 18], яка передбачає формування для зазначених груп працівників професійно важливих якостей.

З аналізу літературних джерел [3, 5, 13, 19-21] відомо, що для забезпечення працездатності ЗПРК ефективно може бути використана стратегія ТОР за станом. Згідно із зазначеною стратегією ТОР машин і механізмів ЗПРК контролюється періодично або в залежності від результатів ТД стану. Ремонт проводиться в оптимальні терміни і в необхідному обсязі. Основою для цього служать знання фактичного стану робочих органів (ножів, протирижучих ножів, шнеків) та механізмів ЗПРК, що дозволяє мінімізувати обсяг ремонтів і забезпечити безаварійну роботу. Ефективність застосування стратегії визначається зниженням обсягів ремонтів, підвищенням безвідмовності роботи ЗПРК за рахунок своєчасного проведення ТОР.

У цьому аспекті слід також звернути увагу на дослідження, які присвячені вивченню впливу споживчих якостей машин, включаючи ЗПРК, на ефективність та надійність їх експлуатації [1, 2, 6, 7, 11, 17, 25].

### Мета досліджень

Метою проведення досліджень є підвищення надійності сільськогосподарської техніки на основі моніторингу технічного стану виходячи аналізу керівних матеріалів на її експлуатацію.

### Результати досліджень

Для забезпечення ефективності експлуатації, продовження терміну служби і гарантування надійної роботи ЗПРК, ТОР необхідно проводити через відповідні проміжки часу. Згідно рекомендацій [8-10, 12, 22-24], роботи з ТОР повинні виконуватись лише авторизованими сервісними центрами. Як зазначено в [8-10], завод-виробник не несе відповідальності за пошкодження, що виникли в тому випадку, коли правила із сервісного обслуговування були не дотримані, або дотримані з порушеннями інструкцій на використання ЗПРК.

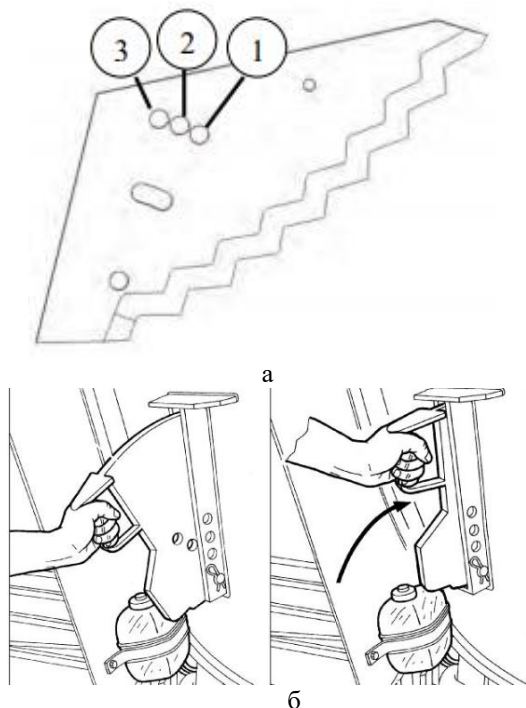
МПЗ кормозмішувача SILOKING TrailedLine оснащується шнеками з подрібнювальними ножами та протиризальними пластинами [9]. Заточування ножів та наявність інформації про критеріїв граничного стану забезпечують оптимальне різання компонентів корму і відповідний термін служби ножів та протиризальних пластин. Після заміни ножів завод-виготовлювач рекомендує перевірити кут їх встановлення, провести обкатку і регулювання механізмів ЗПРК. Для скорочення витрат енергії, зменшення часу змішування та забезпечення при цьому високої якості кормової суміші, слід здійснювати постійний моніторинг технічного стану і проводити заміну подрібнювальних та протирижучих ножів [9]. Ножі кормозмішувача SILOKING TrailedLine встановлюються наступним чином (рис. 1, б): нижній ніж встановлюється під невеликим кутом (позиція 1); другий ніж – під середнім кутом (позиція 2); всі інші – під великим кутом (позиція 3). Зазначене індивідуальне регулювання ножів дозволяє оптимізувати підготовку до роботи МПЗ для різних компонентів корму. Згідно інструкції на експлуатацію [9] для механізмів кормозмішувача передбачено комплекс робіт з технічного обслуговування: щоденне (ЩТО), щотижневе (ЩТТО), через 100 год. та через 500 год. роботи. Також, сервісне обслуговування передбачає мащення механізмів ЗПРК через 20 год., 100 год. та 500 год.

Подрібнення сухих матеріалів ЗПРК «Cormorant-vertical» передбачає застосування протиножів (рис. 1, б), що розташовані в бункері і встановлюються вручну в трьох можливих положеннях.

Повний цикл приготування кормової суміші міксером-кормороздавачем «Cormorant-vertical» складає 20..25 хв. [12]. Якщо необхідна більш дрібна фракція кормової суміші, то час подрібнення і змішування необхідно збільшити на 10...15 хв. Згідно інструкції на експлуатацію [8], залежно від ефективності використання роздавача кормів VMP-10, ножі після певного напрацювання потребують регулювання, заточування або ж заміни на нові.

Подрібнення легких і сухих кормів передбачає застосування подрібнювальних ножів (рис. 2,а), що

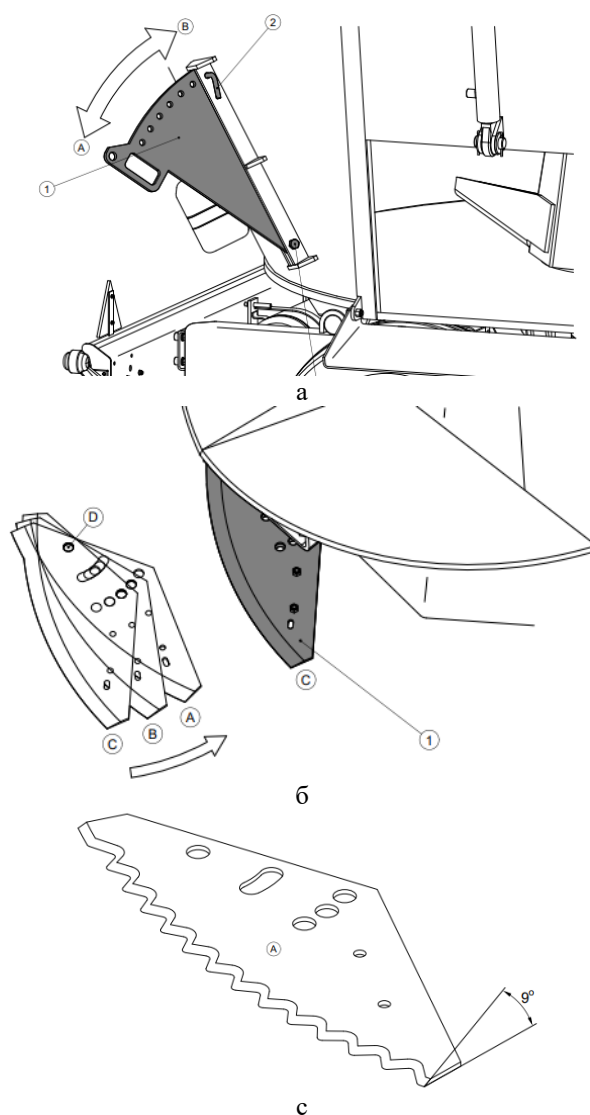
розташовані з протилежних сторін бункера, і регулюються з допомогою гвинтового з'єднання 3 і чеки 2 [8]. Ступінь подрібнення корму залежить не тільки від швидкості обертання черв'яка, але й від встановлення ножів у відповідне положення. На рис. 2,б представлені три можливі положення роботи ріжучих ножів та їх вплив на ступінь подрібнення: при положенні В – стандартна позиція; при А – ступінь подрібнення зменшується; при С – максимально збільшується.



**Рис. 1.** Регулювання кута встановлення ножів механізму подрібнення-змішування: а - ножів кормозмішувача SILOKING TrailedLine; б – протиножів міксера-кормороздавача «Cormorant-vertical».

**Fig. 1.** Adjusting the knife angle of the chopping and mixing mechanism: a – knife of the SILOKING TrailedLine feed mixer; b – feed mixer feeder wipers «Cormorant-vertical».

Довговічність ножів роздавача кормів VMP-10 значно зменшується: при роботі ЗПРК на граничних режимах з високими швидкостями обертання шнека; при встановленні ножів в положення, що відповідає максимальному виходу в бункер МПЗ; попадання до бункера в зону роботи МПЗ сторонніх предметів та наявність в складових корму піску, каміння та інших включень. Зазначені причини та наявні сторонні складові, що попадають до бункера роздавача кормів можуть призвести до пошкодження подрібнювальних та ріжучих ножів, після чого вони підлягають відновленню або ж заміні на нові. Але при відновленні слід дотримуватись кута заточування, який для оригінальних ножів становить  $9^\circ$  (рис. 2, с). Під час заточування потрібно дуже інтенсивне постійне охолодження ножа.



**Рис. 2.** Регулювання кута встановлення ножів механізму подрібнення-змішування роздавача кормів VMP-10: а – подрібнювальних ножів; б – ріжучих ножів; с – кут заточування ножа.

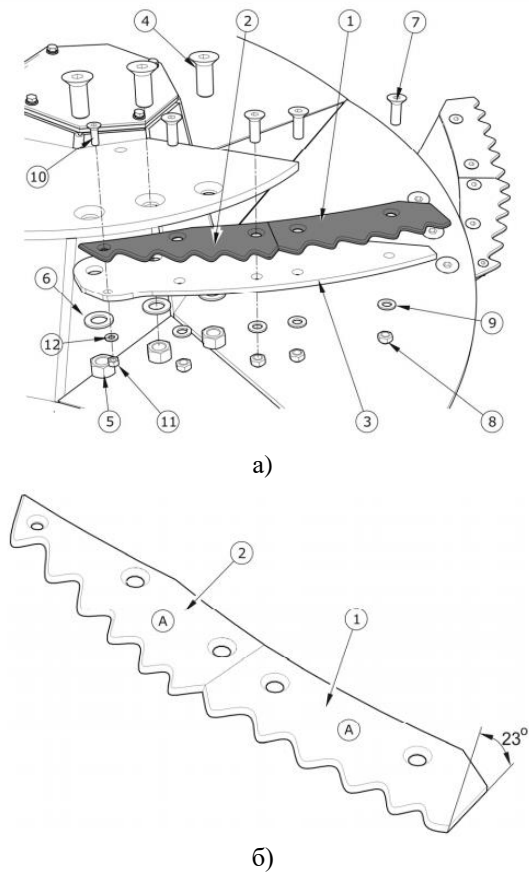
**Fig. 2.** Adjusting the angle of knives of the chopping-mixing mechanism of VMP-10 feed mixer: a – crushing knives; b – cutting knives; c – knife sharpening angle.

Для підвищення ресурсу, під верхні ножі шнеку міксеру-роздавача [24] рекомендується заводом-виробником встановлювати опорну пластину (рис. 3, а).

Як зазначено в інструкції на експлуатацію [24], постійна підтримка ножів ЗПРК заточеними гарантує оптимальну якість суміші, зменшення часу подрібнення-змішування, збільшення терміну їх служби. Ножі шнека можуть бути заточені з використанням шліфувальної машини. Заточування ножів зводиться до перешліфовування поверхні леза шліфувальним кругом, таким чином, щоб зберегти кут  $22-23^\circ$  та забезпечити його інтенсивне охолодження [24].

Проведений аналіз інструкцій [8] та [24] показує, що для роздавача кормів VMP-10 та кормороздавача PRONAR VMP-5S рекомендуються два різні кути заточування при їх відновленні, відповідно кут  $9^\circ$  та кут  $22-23^\circ$ . Зазначена інформація вказує на

необхідність детального вивчення зазначеного питання і по інших ЗПК. Але слід відмітити, що для ЗПК [9, 10, 12, 22, 23], які розглянуті в представлених дослідженнях, даний важливий показник не регламентується.



**Рис. 3.** Схеми демонтажу та заточування ножа кормороздавача PRONAR VMP-5S: а – демонтажу ножа (1) ріжучий ніж I; (2) ріжучий ніж II; (3) опорна пластина ножа; (4), (7), (10) гвинти з потаємною головкою; (5), (8), (11) контргайки, (6), (9), (12) плоскі шайби; б – кут заточування ножа.

**Fig. 3.** Schemes of disassembling and sharpening the knife of PRONAR VMP-5S feeder wagon: а - disassembling knife (1) cutting knife I; (2) cutting knife II; (3) knife support plate; (4), (7), (10) countersunk screws; (5), (8), (11) lock nuts (6), (9), (12) flat washers; б - knife sharpening angle.

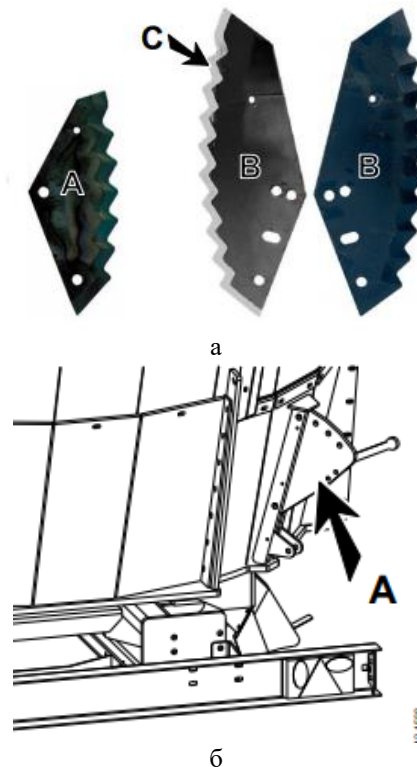
Необхідно пам'ятати [8, 24], що ножі МПЗ для більшості ЗПК взаємозамінні, тому рекомендується періодично переставляти їх місцями на шнеку. Ті ножі, що розташовані внизу шнека більше зношуються у порівнянні з верхніми.

Згідно інструкцій [8, 24] для ЗПК передбачено щозмінне технічне обслуговування (ЩТО), перше технічне обслуговування (ТО-1) через 60 год. роботи та сезонне технічне обслуговування (СТО) перед початком сезону роботи.

Важливим також є те, що в зазначеній інструкції [9] подано опис впливу схеми встановлення ножів шнеку на якість подрібнення різних кормів та рекомендації щодо їх регулювання. Враховуючи ту інформацію, що нижні ножі надають найбільший

вплив на процес подрібнення та змішування, їх слід контролювати і знімати в першу чергу. Для прискорення процесу подрібнення, особливо сухих кормів з довговолокнистою структурою, і запобігання їх намотування на перемішуючі шнеки, в бункері ИСРВ-12 передбачені два протиіризи. Як зазначено в [9], максимальний час перемішування кормової суміші подрібнювачем-змішувачем-роздавачем кормів становить 10 хв., що в 2 рази менше ніж міксером-кормороздавачем «Cormogant-vertical» [12].

В [23] також наведені можливі варіанти монтажу та демонтажу ножів в залежності від кормів, що подрібнюються. Позитивним є те, що в інструкції на експлуатацію зазначені показники надійності ИСРВ-12: напрацювання на відмову становить 175 год.; коефіцієнт готовності – не менше 0,98; термін служби – не менше 7 років. Згідно інструкції, для ИСРВ-12 передбачено ЩТО, ТО-1 через 120 год. роботи та СТО перед початком сезону роботи засобу. Разом з тим, в матеріалах [9] відсутні чіткі рекомендації щодо критеріїв граничного стану ножів, вимог щодо їх відновлення або ж заміни при втраті працездатності, не акцентується увага на тому, які саме робочі органи та деталі лімітують надійність машини. В технічній характеристиці до ИСРВ-12 наведено значення питомих сумарних оперативних трудомісток ТО і поточних ремонтів, але не регламентована періодичність ремонтів, не зазначена періодичність заточування ножів або ж їх заміна.



**Рис. 4.** Ножі та протиіріжучі бруси механізму подрібнення-змішування KONGSKILDE: а – загартований ніж А, довгий ніж В з вольфрамним покриттям С; б – протиіріжучий брус А.

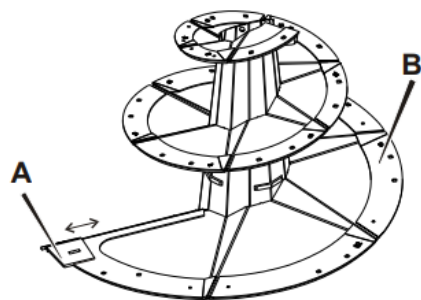
**Fig. 4.** Knives and counterblades of the KONGSKILDE chopping and mixing mechanism: а - hardened knife A, long knife B with tungsten coating C; б - counterblades A.

Інструкція з експлуатації змішувача-кормороздавача кормів KONGSKILDE [22] містить основні відомості, що забезпечують ефективне і безпечне використання. Згідно інструкції [8] для KONGSKILDE передбачено комплекс робіт із мащення основних вузлів засобу через певний інтервал роботи: 10 год., 40 год., через 10 тис. км (не менше ніж 4 рази на рік) та через 2 тис. год. (не менше ніж 1 раз на рік). Інструкцією рекомендується встановлювати компактний або ж звичайний шнек з комплектом основних або ж додаткових ножів. На компактних та звичайних шнеках можуть бути встановлені загартовані ножі А або ж довгі ножі В (рис. 4, а), які відрізняється не лише більшою довжиною, але й мають вольфрамове покриття С, що характеризується значною зносостійкістю. Ножі з вольфрамовим покриттям рекомендується встановлювати на шнеках ЗПК при подрібненні великої кількості сіна при приготуванні кормової суміші.

Протиріжучі бруси А (рис. 4,б) використовуються в тих випадках, коли корм повинен бути розділений на дрібні частинки.

Протиріжучі бруси зупиняють матеріал таким чином, щоб ножі могли проходити через матеріал, розрізаючи його. В тих випадках, коли складові корму вже нарізані, протиріжучі бруси слід вимкнути, що збільшить продуктивність перемішування та зменшить споживану змішувачем-кормороздавачем кормів KONGSKILDE потужність.

Для підвищення довговічності МПЗ KONGSKILDE, по краю витків шнеків обох розмірів можуть бути встановлені змінні пластини «Mix +» В (рис. 5). Їх використання значно збільшує термін служби не лише шнека, а МПЗ загалом. Рекомендується проводити заміну пластин до того моменту, як зовнішній край буде зношений до поверхні безпосередньо шнека. Гострий зовнішній край на шнеку дозволяє більш ефективно здійснювати перемішування кормової суміші. Шнеки обох розмірів можуть бути також оснащеними «операційною пластиною» А на першому до опорної плити витку. «Операційну пластину» можна регулювати, так щоб відстань між бункером і шнеком була меншою, що дозволить знизити тенденцію корму до формування містків на бічних сторонах бункера. Відстань між бункером і «операційною пластиною» повинен становити не менше 5 мм.



**Рис. 5.** Шнеки KONGSKILDE зі встановленими змінними пластинами «Mix +» В та «операційною пластиною» А

**Рис. 5.** KONGSKILDE augers with "Mix +" B and "operating plate" A interchangeable plates installed.

Зазначені конструкторські пропозиції, як зазначено в [22] дають можливість очікувати збільшення споживаної потужності ЗПК на 10-15%. Термін служби ножів залежить від складових кормів, що надходять на подрібнення. Саме особливості складових кормів найчастіше впливають на періодичність зміни ножів. При зношуванні термін служби ножів буде обмежений. Особливо це відноситься до довгих ножів з вольфрамовим покриттям. Після зношування вольфрамового покриття ножі дуже інтенсивно зношуються, стають ослабленими і переходять в граничний стан.

На відміну від більшості інструкцій на використання ЗПК, в керівних матеріалах на експлуатацію KONGSKILDE встановлені ознаки, що вказують на необхідність заміни ножів. Основними ознаками є: значне збільшення часу, що витрачається на подрібнення, в порівнянні з новими ножами; помітне збільшення необхідної вихідної потужності в порівнянні з новими ножами.

Заслужовує на увагу той факт, що в інструкції на експлуатацію кормороздавача СРВ зазначені показники надійності [10]: коефіцієнт готовності становить не менше 0,98; середнє напрацювання на складну відмову (II і III групи складності) - 150 год.; термін служби - не менше 8 років. Важливою є детальна інформація на про перелік робіт з ЩТО, ТО-1 та СТО. В керівних матеріалах на СРВ [10] також детально представлено перелік робіт при підготовці та зберіганні: міжзмінному; тривалому; довготривалому. В матеріалах [10] важливе значення приділене аналізу характерних відмов та способам їх усунення та ремонту.

Особливе місце в керівних матеріалах займає аналіз можливих помилок персоналу при експлуатації кормороздавача СРВ та рекомендації на їх усунення. Це підтверджує важливість дослідження впливу людського фактору на надійність ЗПК як складних технічних систем «Людина-машина» [15, 18].

За результатами моніторингу проведено порівняльний аналіз заходів з оцінки технічного стану та підвищення надійності МПЗ, які передбачені в інструкціях на експлуатацію ЗПК. Порівняльний аналіз передбачає формування основних положень, що є визначальними для оцінки технічного стану окремих деталей і робочих органів та підвищення надійності МПЗ та ЗПК в цілому. До складу положень входить:

- інформація про показники надійності ЗПК;
- періодичність ТО і ремонту ЗПК, відновлення робочих органів;
- відомості про трудомісткість ТО і ремонту машин, відновлення робочих органів;
- схеми монтажу-демонтажу механізму, відновлення робочих органів;
- інформація про характерні відмови та послідовність їх усунення;
- інформація про критерії граничного стану робочих органів і деталей;
- технології відновлення робочих органів;
- інформація про вимоги при встановленні на зберігання.

**Таблиця 1.** Визначальні положення для оцінки технічного стану деталей і робочих органів МПЗ ЗПРК.**Table 1.** Defining provisions for the assessment of the technical condition of parts and working bodies of MPZ ZPRK.

Марка засобу для приготування і роздавання кормів	Інформація про показники надійності ЗПРК (механізмів, робочих органів);	Періодичність ТО і ремонту ЗПРК відновлення робочих органів;	Відомості про трудомісткість ТО і ремонту машин, відновлення деталей;	Схеми монтажу-демонтажу механізму, відновлення робочих органів;	Інформація про характерні відмови та послідовність їх усунення;	Інформація про критерії граничного стану робочих органів	Технології відновлення робочих органів.	Інформація про вимоги при встановлення на зберігання
VMP-10	-	+	-	+	+	+	+	+
SILOKING TrailedLine	-	+	-	+	-	-	+	-
CPB	+	+	+	+	+	-	+	+
«Cormorant-vertical»	-	+	+	-	-	-	+	+
KONGSKI LDE	-	+	-	+	+	-	+	+
ИСПВ-12.00.00.00 РЭ.	+	+	+	+	+	+	+	-
PRONAR VMP-5S	-	+	-	+	+	+	+	+

Моніторинг результатів системного аналізу таблиці 1 вказує на той факт, що не всі керівні матеріали на експлуатацію ЗПРК містять достатній об'єм інформації, який необхідний для оцінки та забезпечення їх надійності. У більшості керівних матеріалів на експлуатацію ЗПРК та МПЗ відсутня інформація про їх одиничні та комплексні показники надійності, критерії граничного стану робочих органів, відомості про трудомісткість ТОР. Практично відсутня інформація щодо вимог до підготовки персоналу, що займається обслуговуванням та експлуатацією ЗПРК.

Виходячи із зазначеного, можна сказати, що розвиток техніки і технологій, складність взаємозв'язків технічних об'єктів викликають необхідність розробки науково-обґрунтованих принципів і єдиних підходів для вибору методів і критеріїв для оцінки надійності СТС ЗПРК.

### Висновки

1. За результатами проведених досліджень

обґрунтовано використання перспективного наукового підходу до підвищення надійності сільськогосподарської техніки на основі моніторингу технічного стану виходячи з аналізу керівних матеріалів на їх експлуатацію.

2. Сформовано основні положення порівняльного аналізу заходів з оцінки технічного стану і підвищення надійності механізмів ЗПРК.

3. На основі системного аналізу встановлено, що для більшості керівних матеріалів на експлуатацію ЗПРК та МПЗ відсутня інформація про їх одиничні та комплексні показники надійності, критерії граничного стану робочих органів, відомості про трудомісткість ТОР, характерні відмови та їх усунення.

4. Значним резервом у забезпеченні надійності сільськогосподарської техніки є наявність інформація про підготовку та професійно важливі якості персоналу, що займається її експлуатацією, технічним обслуговуванням та ремонтом.

5. Впровадження результатів досліджень заводами сільськогосподарського машинобудування

дозволять підвищити споживчі якості ЗПРК та надійність в експлуатації, забезпечать ресурсозбереження та імпортозаміщення, зможуть підвищити ступінь ремонтпридатності.

### Список літератури

1. *Pylypaka S. F., Klendii M. B., Trokhaniak V. I., Pastushenko A. S., Novitskiy A. V.* Movement of a material particle on an inclined plane all the points of which describe circles in oscillatory motion in the same plane. *Bulletin of the Karaganda University. Mathematics Series.* №1 (97) / 2020. Karaganda, 2020. P. 122-131.

2. *Vasyl Khmelovskiy, Volodymyr Otchenashko, Semen Voloshyn, Olena Pinchevska.* Providing processes of preparation and distribution of feed for cattle on animal husbandry farms. *Engineering for Rural Development.* 2020. P. 778-783.

3. *Andriy Novitskiy.* Forming reliability of means for preparation and disposal of forage. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2017. Vol. 19. No 3. 123-128.

4. *Басін В. С.* Надійність це не тільки ймовірність безвідмовної роботи. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2009. Вип. 80. С. 305-309.

5. *Rogovskii I. L.* Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research.* Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

6. *Голякевич С. А., Горюновский А. Р.* Комплексная техническая оценка потребительских качеств лесных машин. Труды БГТУ. № 2: Лесная и деревообработ. промышленность. 2015. С. 67-70.

7. *Дяченко В. Ю., Карпусенко О. В.* Оцінювання ергономічних показників якості сільськогосподарських. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2009. Вип. 80. С. 233-237.

8. Инструкция по обслуживанию и эксплуатации. Мобильный раздатчик кормов VMP-10. 79 с.

9. Инструкция по эксплуатации SILOKING TrailedLine. 80 с.

10. Кормораздатчик СРВ. Руководство по эксплуатации СРВ 00.00.000 РЭ. 2020. 79 с.

11. *Косолапов В. М., Шевцов А. В., Милев А. Д.* Повышение потребительских свойств мобильных кормораздатчиков для ферм КРС. Техника и технологии в животноводстве. 2016. №3 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-potrebitelskih-svoystv-mobilnyh-kormorazdatchikov-dlya-ferm-krs> (дата обращения: 01.10.2021).

12. Миксер-кормораздатчик «Cormorant-vertical». Руководство по эксплуатации и каталог запасных частей 1.

13. *Новицький А. В., Ружило З. В.* Аналіз відмов засобів для приготування і роздавання кормів. Науковий вісник Національного університету

біоресурсів і природокористування України. Серія техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 226. С. 253-259.

14. *Новицький А. В.* Моніторинг матеріально-технічного забезпечення та надійності техніки АПК в системі розвитку інноваційних процесів. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research.* Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10. No 3. P. 101-108.

15. *Новицький А. В.* Оцінка надійності засобів для приготування і роздавання кормів в залежності від умов і режимів їх експлуатації. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 212. Ч. 1. С. 141-147.

16. *Новицький А. В., Банний О. О.* Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research.* Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11. No 2. P. 115-124.

17. *Новицький А. В., Новицький Ю. А.* Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264. С. 293-303.

18. *Новицький А. В., Ружило З. В., Котречко О. О.* Забезпечення надійності сільськогосподарської техніки в системі розвитку інноваційних процесів. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research.* Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10. No 3. P. 151-157.

19. *Прокопенко О. О., Ікальчик М. І.* Сучасні технології приготування та роздачі кормів. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Новітні тенденції використання технологій та техніки для виробництва продукції АПК». 26-27 березня 2015 року, м. Ніжин. 2015. Ніжин. С. 124-129.

20. *Rogovskii I., Titova L., Ohiienko M., Snezhko O., Nadtochiy O., Raiss F., Berezova L.* Methodology of engineering management of agrotechnics of grain production by agricultural enterprises. Monograph. Opole. The Academy of Management and Administration in Opole. 2021. ISBN 978-83-66567-37-5. 214 p.

21. *Ружило З. В., Новицький А. В.* Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2016. Вип. 2. С. 223-231.

22. Руководство по эксплуатации KONGSKILDE. 2017. 113 с.

23. Руководство по эксплуатации ИСРВ-12.00.00.000 РЭ. 2011. 60 с.

24. Руководство по эксплуатации кормораздатчик PRONAR VMP-5S.

25. *Rogovskii I., Titova L., Novitskiy A., Rebenko V.* Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development.* 2019. Vol. 18. P. 291-298.

## References

1. Pylypaka S. F., Klendii M. B., Trokhaniak V. I., Pastushenko A. S., Novitskiy A. V. (2020). Movement of a material particle on an inclined plane all the points of which describe circles in oscillatory motion in the same plane. Bulletin of the Karaganda University. Mathematics Series. 1(97)/2020. Karaganda. 122-131.
2. Vasylyl Khmelovskiy, Volodymyr Otchenashko, Semen Voloshyn, Olena Pinchevska. (2020). Providing processes of preparation and distribution of feed for cattle on animal husbandry farms. Engineering for Rural Development. 21. 778-783.
3. Andriy Novitskiy. (2017). Forming reliability of means for preparation and disposal of forage. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 19(3). 123-128.
4. Basin V. S. (2009). Reliability is not only the probability of trouble-free operation. Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture. Kharkiv. 80. 305-309.
5. Rogovskii I. L. (2021). Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 12(1). 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
6. Holiakevych S. A., Horonovskiy A. R. (2015). Complex technical assessment of consumer qualities of forest machines. Proceedings of BSTU. 2: Forest and woodworking. industry. 67-70.
7. Diachenko V. Yu. Karpusenko O. V. (2009). Evaluation of ergonomic indicators of agricultural quality. Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture. Kharkiv. 80. 233-237.
8. Instructions for maintenance and operation. Mobile distributor of VMP-10 forages. 79.
9. SILOKING TrailedLine operating instructions. 80.
10. SRV feed dispenser. SRV Operation Manual 00.00.000 RE. 2020. 79.
11. Kosolapov V. M., Shevtsov A. V., Mylev A. D. (2016). Improving the consumer properties of mobile feeders for cattle farms. Techniques and technologies in animal husbandry. 3(23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-potrebitelskih-svoystv-mobilnyh-kormorazdatchikov-dlya-ferm-krs> (access date: 01.10.2021).
12. Mixer-feeder "Cormorant-vertical". Operation manual and spare parts catalog 1.
13. Novytskyi A. V., Ruzhylo Z. V. (2015). Analysis of failures of funds for the preparation and distribution of feed. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series of machinery and energy of agro-industrial complex. Kyiv. 226. 253-259.
14. Novytskyi A. V. (2019). Monitoring of logistics and reliability of agricultural machinery in the system of innovation processes. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 10(3). 101-108.
15. Novytskyi A. V. (2015). Estimation of reliability of means for preparation and distribution of forages depending on conditions and modes of their operation. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series of machinery and energy of agro-industrial complex. Kyiv. 212(1). 141-147.
16. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. (2020). Reliability of agricultural machinery in the system of innovation processes from the experience of foreign companies. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 11(2). 115-124.
17. Novytskyi A. V., Novytskyi Yu. A. (2017). Technical assessment of consumer qualities of agricultural machinery. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series of machinery and energy of agro-industrial complex. Kyiv. 264. 293-303.
18. Novytskyi A. V., Ruzhylo Z. V., Kotrechko O. O. (2019). Ensuring the reliability of agricultural machinery in the development of innovation processes. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 10(3). 151-157.
19. Prokopenko O. O., Ikalchuk M. I. (2015). Modern technologies of preparation and distribution of feed. Proceedings of the International scientific-practical conference "Latest trends in the use of technologies and equipment for the production of agricultural products." March 26-27, 2015, Nizhyn. Nizhyn. 124-129.
20. Rogovskii I., Titova L., Ohienko M., Snezhko O., Nadtochiy O., Raiss F., Berezova L. (2021). Methodology of engineering management of agrotechnics of grain production by agricultural enterprises. Monograph. Opole. The Academy of Management and Administration in Opole. ISBN 978-83-66567-37-5. 214.
21. Ruzhylo Z. V., Novytskyi A. V. (2016). Review of theoretical studies of reliable operation of "LMS" systems under the influence of maintenance and repair. Technical service of agro-industrial, forest and transport complexes. 2. 223-231.
22. KONGSKILDE operation manual. (2017). 113.
23. Operation manual ISRV-12.00.00.000 RE. (2011). 60.
24. PRONAR VMP-5S feeder operation manual.
25. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. (2019). Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 18. 291-298.

**МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ  
ЗА РУКОВОДЯЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ  
НА ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

*А. В. Новицкий, И. С. Харьковський, Ю. А. Новицкий*

**Аннотация.** Важной составляющей для обеспечения эффективности использования и повышения надежности сельскохозяйственной техники является наличие соответствующей нормативно-технической документации, регламентирующей требования к ее техническому состоянию и эксплуатации. Исправность техники может восстанавливаться при ремонте, а работоспособность – поддерживаться при техническом обслуживании и в процессе эксплуатации исходя, из рекомендаций, предусмотренных

інструкціями і керівними матеріалами на використання машин.

Для своєчасного і ефективного проведення технічного обслуговування і ремонту засобів для приготування і роздачі кормів необхідно знати: критерії втрати працездатності; граничні і допустимі значення параметрів технічного стану; показники процесів переходу техніки з працездатного в непрацездатне стану; закономірності зміни основних властивостей.

В статті представлено моніторинг інструкцій по обслуговуванню і експлуатації машин, керівних матеріалів на використання з позиції їх інформативності по реалізації вимог надійності.

Моніторинг проводився для аналізу зарубіжних зразків СПРК. В межах проведення моніторингу аналізувалися механізми дроблення-змішування (МІС) з позицій наявності інформації про особливості конструкції, можливих несправностей і відмов, основних способів відновлення працездатності. Встановлено основні положення, які є визначальними для оцінки технічного стану окремих деталей і робочих органів, підвищення надійності МІС і СПРК в цілому при використанні керівних матеріалів.

В склад положень входять: інформація про показники надійності машин; періодичність ТО і ремонту машин, відновлення робочих органів; дані про трудомісткість ТО і ремонту машин, відновлення робочих органів; схеми монтажу-демонтажу механізму, відновлення робочих органів; типові відмови і послідовність їх усунення; критерії граничного стану; технології відновлення робочих органів.

**Ключові слова:** машина, моніторинг, технічний стан, техніка, засоби для приготування і роздачі кормів, надійність, керівні матеріали.

#### MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF AGRICULTURAL MACHINERY FOR GUIDELINE MATERIALS FOR ITS OPERATION

*A. V. Novitskiy, I. S. Kharkovskiy, Yu. A. Novitskiy*

**Abstract.** An important component for ensuring the efficient use and improving the reliability of agricultural machinery is the availability of appropriate regulatory and technical documentation governing the requirements for its technical condition and operation. Serviceability of equipment can be restored during repair, and operability - is maintained during maintenance and in the course of operation on the basis of recommendations provided by the instructions and guiding materials on the use of machines.

For timely and effective maintenance and repair of means for preparation and distribution of fodder (MPDF) it is necessary to know: criteria of operability loss; limit and admissible values of parameters of the technical state; process indicators of transition of machinery from operable to non-operable state; regularities of changes in the main properties.

The article presents the monitoring of instructions for maintenance and operation of machinery, guiding materials for use from the position of their informativeness on the implementation of reliability requirements.

The monitoring was conducted for the analysis of foreign samples of MPDF. Within the framework of the monitoring, grinding-mixing mechanisms (GMM) were analyzed from the position of availability of information about design features, possible failures and malfunctions, main ways of restoration of serviceability. The main provisions, which are determinative for estimation of technical condition of separate parts and working bodies, for improvement of GMM and MPDF reliability as a whole when using guiding materials, have been established.

The provisions include: information about indicators of machine reliability; frequency of maintenance and repair of machines, restoration of working parts; information about the labor intensity of maintenance and repair of machines, restoration of working parts; diagrams of assembly-disassembly of mechanisms, restoration of working parts; typical failures and sequence of their elimination; criteria of limiting condition; technologies of restoration of working parts; information on storage requirements.

**Key words:** machine, monitoring, technical condition, machinery, feed preparation and distribution means, reliability, guideline materials.

**A. V. Novitskiy** ORCID 0000-0001-7789-8531.

**I. S. Kharkovskiy** ORCID 0000-0002-1733-7473.

**Yu. A. Novitskiy** ORCID 0000-0003-1115-1747.

