Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 3, 151-157
ISSN 2663-1334 (print), ISSN 2663-1342 (online), www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica

DOI: 10.31548/machenergy.2019.03.151-157

УДК 005.342:62-192

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В СИСТЕМІ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

А. В. Новицький, З. В. Ружило, О. О. Котречко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: Novytskyy@nubip.edu.ua, ruzhylo@nubip.edu.ua

Історія статті: отримано – серпень 2019, акцептовано – листопад 2019.
Бібл. 32, рис. 0, табл. 1.

Анотація. В статті розкрито сутність та визначені характерні ознаки формування та реалізації наукових досліджень в системі розвитку інноваційних процесів. Вони включають: удосконалення вже існуючих технологій та техніки; підготовку інженерно-технічних працівників, фахівців сервісної служби та операторів машин, обґрунтування їх професійно важливих якостей; послідовне використання принципово нових знань для забезпечення ефективності та надійності машин.

Перспективним напрямком забезпечення ефективності використання техніки є постійний моніторинг, оцінка та забезпечення показників її надійності на основі використання логіко-імітаційного моделювання та сучасних інформаційних технологій.

Розглянуто положення системи «людина-машина», коли вона поступово переходить в непрацездатний стан внаслідок «старіння» елементів і вузлів машини, а також втрати рівня працездатності персоналу при накопиченні втомленості, зниження уваги і кваліфікації при управлінні складною технікою.

Представлена аналітична залежність для проведення кількісної оцінки втрати працездатності соціотехнічної системи при зниженні її надійності внаслідок старіння техніки і втоми оператора.

Запропоновано перспективний спосіб термічної обробки деталей, які виготовляються зі сталі 65Г. Використання перспективного способу підвищить довговічність робочих органів засобів для приготування і роздавання кормів. За рахунок вказаного способу зменшуються внутрішні напруження, стабілізується структура металу, значно покращуються показники пластичності і ударної в'язкості ножів, які виготовлені зі сталі 65Г.

Ключові слова: надійність, система, машина, інноваційні процеси, соціотехнічна система.

Постановка проблеми

Українські аграрії в останні роки все більше звертають увагу на сучасні технології, а тому машинобудівні заводи проводять переоснащення під сучасні потреби, пропонують якісну та технологічну техніку. Перед агропромисловим комплексом України стоїть важлива проблема підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки, а також зменшення втрат продукції при її функціонуванні [23]. Підвищення надійності сільськогосподарської техніки можливе за рахунок використання нових елементів та принципових схем реалізації конструктивних рішень на стадії проектування та виготовлення, а також своєчасного забезпечення працездатності агрегатів та вузлів в процесі експлуатації.

Аналіз останніх досліджень

В нашій державі, для реалізації завдань з ефективного виробництва продукції тваринництва особливе місце займає годівля повноцінними кормовими сумішами. Існуючі засоби для приготування і роздавання кормів (ЗПРК) характеризуються різноманітністю конструкцій як самих машин, так і окремих механізмів, що суттєво впливає на їх надійність. На поточний момент в Україні виробництвом сучасних засобів для приготування і роздавання кормів займається кілька машинобудівних підприємств: ВАТ «Брацлавський завод сільськогосподарських машин», ВАТ «Уманьферммаш» та ВАТ «Галещина Машзавод» [1, 29]. Рівень надійності вітчизняних ЗПРК, в значній мірі, досягається завдяки використанню основних вузлів і агрегатів від провідних світових виробників [8, 9]. Але, як показує аналіз, спроби створити вітчизняні ЗПРК на рівні кращих зарубіжних зразків закінчились дрібносерійним виробництвом. Вирішення організаційних і технічних питань, покращення експлуатаційних та зоотехнічних показників представлених об'єктів досліджень, можна розглянути на прикладі аналізу та синтезу основних механізмів ЗПРК. У цій ситуації сільськогосподарські виробники вимушені купувати імпортні ЗПРК, які досить дорогі в обслуговуванні і не завжди адаптовані

до існуючих приміщень тваринницьких ферм та умов експлуатації.

В останні роки в наукових статтях проводиться порівняльний аналіз багатофункціональних роздавачів-змішувачів з різними робочими органами та структурними схемами операцій, розглядаються напрями подальшого удосконалення конструкцій окремих механізмів [2, 9, 19, 20, 24, 30] та підвищення довговічності робочих органів [10, 26, 27].

Іншим перспективним напрямком забезпечення ефективності використання техніки є постійний моніторинг, оцінка та забезпечення показників їх надійності на основі використання логіко-імітаційного моделювання [12, 13, 15, 25, 29] та сучасних інформаційних технологій [8, 11, 14].

Мета досліджень

Мета досліджень полягає у підвищення надійності засобів для приготування і роздавання кормів як соціотехнічних систем в системі розвитку інноваційних процесів.

Результати досліджень

В сучасних умовах, посилення конкурентоспроможності та надійності техніки на ринку та досягнення сталого розвитку заводу-виробника можливе за умов ефективної реалізації усіх основних складових інноваційного потенціалу: наукової, виробничо-технологічної, маркетингової, кадрової, матеріально-технічної, фінансової, інформаційної та інших.

Незважаючи на те, що в тваринництві використовуються різні технології приготування і роздавання кормів, а відповідно різні ЗПРК для їх реалізації, великі аграрні холдинги та компанії використовують машини іноземного виробництва, переважно Seko, De Laval, Marmix, SilokingSporti, Walker, Tatoma та багато інших [1, 29].

Але поряд з великою кількістю заводів-виробників та цілою гаммою сучасних ЗПРК, споживачів сільськогосподарської техніки цікавить питання їх обґрунтованого вибору, ефективного і надійного використання, сервісного обслуговування, підтримання працездатності [27, 28].

Аграрний ринок сільськогосподарської техніки останнього десятиліття характеризується тим, що більшість світових виробників та продавців техніки істотно скорочують перелік своїх брендів на користь більш якісної передпродажної підготовки та обгрунтованого після продажного обслуговування. Аналіз показує, що однією із стратегій відомих міжнародних компаній, є поступовий перехід від продажу окремих продуктів, тобто техніки, агрегатів, деталей, витратних матеріалів до реалізації технічних рішень [26]. Сьогодні, ці технічні рішення включають цілий спектр напрямів: навчання операторів, додаткове сервісне обслуговування, постачання запасних частин та витратних матеріалів.

Представники асоціації «Український клуб аграрного бізнесу» та компанії-лідери на аграрному ринку України, включаючи AGCO Corporation, New Holland, CASE IH, CLAAS, AgroGeneration розглядаючи тренди та прогнози розвитку техніки також вказують на те, що у 2019-2020 роках фокус їх уваги буде сконцентровано на наступних напрямках: технології; сертифікація техніки; інвестиції; стратегія розвитку дилерських мереж; кадри; запити аграрних холдингів [5].

Представлена інформація ще раз підтверджує, що відсутність по ряду позицій техніки вітчизняного виробництва, якісного сервісного обслуговування, дефіцит кадрів інженерно-технічних працівників та операторів машин змушує не лише великі холдинги та компанії, але й менші аграрні підприємства купувати більш дорогі, але конкурентні сільськогосподарські машини, які активно супроводжуються системою дилерського обслуговування у всіх регіонах України [5, 26]. Саме тому, при оновленні парку машин для приготування і роздавання кормів у тваринництві, аграрні підприємства роблять свій вибір на тих ЗПРК, які не лише ефективні та надійні у використанні, але й супроводжуються заводом-виробником на протязі всіх життєвих циклів машини. Тобто, холдинг, підприємство або ж фермер, який придбав сільськогосподарську машину, повинні стати складовою задекларованого заводом-виробником технічного рішення.

Але гарантом реалізації технічних рішень, обов’язковою їх складовою, яка дає йому можливість подальшого розвитку і перспективи є науковий супровід в межах розвитку інноваційних процесів та їх досліджень як соціотехнічних систем.

В умовах глобалізації економічного розвитку, Україні в сфері аграрного виробництва необхідно орієнтуватись на стратегії розвитку передових країн світу, а наукові дослідження та інноваційні процеси спрямовувати за наступними напрямками: удосконалення вже існуючих технологій та техніки; підготовка інженерно-технічних працівників, фахівців сервісної служби та операторів машин, обґрунтування їх професійно важливих якостей; послідовне використання принципово нових знань для забезпечення ефективності та надійності машин [6, 8, 16, 25, 29].

Шляхи реалізації проблем і технічних питань, які розглядаються в представлених дослідженнях, можна розглянути на прикладі аналізу та синтезу моделей забезпечення надійності ЗПРК як складних технічних систем, включаючи системи «людина-машина» (СТС «ЛМ»), «людина-машина-тварина» (СТС «ЛМТ»), людина-машина-рослина (СТС «ЛМР») та пропозицій щодо підвищення довговічності робочих органів.

Незважаючи на значні досягнення зарубіжних і вітчизняних вчених в галузі розрахунку, оцінки та підвищення надійності сільськогосподарської техніки, можна зазначити, що для механічних систем таких досліджень поки що проведено недостатньо. Це, по-перше, можна пояснити тим, що елементна база в механічних системах менш гнучка в порівнянні з електронними та радіоелектронними. Другим не менш важливим аргументом є те, що в останні

десятиліття, в період коли сільськогосподарська техніка ускладнюються, стає багатофункціональною і об'єднується в комплекси машин та обладнання, розрахунки на надійність систем мають також враховувати вплив людини-оператора.

Сучасна ідеологія забезпечення надійності соціотехнічних систем повинна включати результати обгрунтування структури машини, нормування номенклатури і кількості запасних частин, рекомендації періодичності проведення ремонтно-профілактичних дій, вплив людини-оператора.

Авторами статті були проведені дослідження [4, 17], в яких було розглянуто розмічений граф станів і переходів системи «людина-машина», коли вона поступово переходить в непрацездатний стан внаслідок «старіння» елементів і вузлів машини, а також втрати рівня працездатності персоналу при накопиченні втомленості, зниження уваги і кваліфікації при управлінні складною технікою. Умови функціонування системи «людина-машина» приведені до марківських потоків розподілу часу роботи і відновлення, а розв'язок задачі був забезпечений введенням додаткових фіктивних станів [4, 17, 32].

Після ряду перетворень, була отримана функція готовності [4, 17], яка відповідає ймовірності знаходження системи «людина-машина» в працездатному стані:

$$K_г(t) = P_0(t) = A_0 + B_0 \exp(-S_2 t) + \\ + C_0 \exp(\exp(-S_3 t) + \\ + D_0 \exp(\exp(-S_4 t) \quad (1)$$

Підставляючи в отриману формулу (1) значення часу $t=0$ (початок експлуатації системи), отримаємо значення коефіцієнту готовності $K_г(t) = 1$, що відповідає фізичній сутності задачі і початковій умові роботи, коли система починає функціонування перебуваючи у справному стані.

Для другої можливої ситуації функціонування системи, коли час прямує до нескінченності $t \to \infty$, функція готовності $K_г(t)$ прийме наступне своє фінішного значення:

$$K_г(\, t \to \infty) = A_0 = \frac{\lambda''_1 \mu \lambda'_1}{S_4 S_2 S_3}. \quad (2)$$

$\lambda_1^{'}, \lambda_1^{''}$ – інтенсивності, що характеризують формування відмов;

μ – інтенсивність відновлення;

A_0, B_0, C_0, D_0 – деякі константи, що потребують визначення [4, 17];

S_2, S_3, S_4 – корені полінома, які в кінцевому представлені через інтенсивності подій λ_i і μ.

Використання аналітичної залежності (1) дає можливість провести кількісну оцінку втрати працездатності соціотехнічної системи при зниженні її надійності внаслідок старіння техніки і втоми оператора, що нею керує.

Забезпечення зоотехнічних вимог, зниження втрат та підвищення надійності технологічного процесу при проведенні робіт з подрібнення, змішування, роздавання і дозування кормових сумішей на тваринницьких фермах залежить не лише від професійного рівня фахівців, які забезпечують їх експлуатацію та відновлення працездатності, але й від матеріалу та особливостей конструкції робочих органів ЗПРК.

З метою підвищення довговічності робочих органів подрібнювачів-змішувачів та інших ЗПРК, пропонується використати перспективний спосіб термічної обробки деталей, які виготовляються зі сталі 65Г [31]. При позитивній стійкості проти зношування, ножі, які виготовлені з представленої марки сталі мають низькі значення ударної в'язкості і міцності при згині, що є причиною їх аварійного руйнування при попаданні з фуражним зерном твердих матеріалів. Відомий спосіб термічної обробки сталі 65Г (ГОСТ 14959-79) включає її гартування в оливі при температурі нагрівання t=800 ºС і відпуск при температурі 820 ºС.

Задекларований спосіб термічної обробки стальних деталей передбачає гартування сталі 65Г в оливі при температурі нагрівання t=820 °С та відпуск при температурі t=400 °С, який відрізняється тим, що після гартування проводять охолодження у розплаві наступного складу, мас. %: NaCl - 10, KNO_3 - 35, $NaNO_2$ - 25, H_2O - 30 із ізотермічною витримкою при температурі ізотерми t=360 °С протягом 1,5 години. Термічна обробка ножів ЗПРК включає наступні операції: нагрівання до температури аустенізації t=820 ºС; охолодження в розплаві з подальшою витримкою при температурі ізотерми t=360 ºС на протязі τ=1,5 години; кінцеве охолодження на повітрі.

За результатами запропонованої термічної обробки ножів, які виготовляються зі сталі 65Г встановлено, що за рахунок вказаного способу зменшуються внутрішні напруження, стабілізується структура металу і, як наслідок, значно покращуються показники пластичності і ударної в'язкості (таблиця 1) [31].

Таблиця 1. Порівняльна характеристика робочих органів, які пройшли термічну обробку за перспективним способом [31].

Table 1. Comparative characteristics of working bodies that have been heat treated in a promising way [31].

Вид термообробки	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_в$, МПа	δ,%	ψ,%	KCU, Дж/см^2	HRC	Прогин при руйнуванні, f, мм	Міцність при згині, МПа
Відома термічна обробка	1450	1670	8	48	29	46	4	2600
Запропонована термічна обробка	1610	1850	12	60	40	48	12	3400

Попередніми дослідженнями встановлено, що за рахунок створення рівновісної структури, стійкість ножів ЗПРК проти зношування за перспективним способом зміцнення сталі 65Г є вищою на 20-22% в порівнянні з існуючим.

Висновки

1. Розвиток сільськогосподарської техніки слід розглядати в фокусі розвитку наступних інноваційних процесів: сучасні технології; сертифікація техніки; науковий супровід досліджень; розвиток дилерських мереж; підготовки кадрів.
2. Проведений аналіз досліджень та представлені аналітичні залежності слід рахувати як один із кроків реалізації інноваційних процесів з метою підвищення надійності соціотехнічних систем.
3. Подальший розвиток повинна отримати розробка принципів і методів професійної підготовки операторів соціотехнічних систем, яка включає професійний відбір, навчання, проектування діяльності оператора на різних рівнях управління.

Список літератури

1. *Andrey. Novitskiy* Professional Reliability of Personnel in System of Development of Innovative Processes. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2, P. 93-102.
2. *Atanov I. V., Kapustin I. V., Grinchenko V. A., Gritsai D. I., Kapustina E. I.* Improving efficiency of feeding cattle. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 2016. T. 7. №4. pp. 1927-1932.
3. *Boiko A. I., Savchenko V. M., Krot V. V.* Charts of conditions and mathematical modelling of transition of nozzles into various possible conditions. *Технічні системи і технології тваринництва - Технічний сервіс машин для рослинництва. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка,* 2017, Вип. 181. С. 173-178.
4. *Boyko A., Novitskiy A.* Mathematical model of reliability of human-machine system under reduced efficiency of its generalized work. *Machinery & energetics*. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. No. 3. 271. p. 165-174.
5. https://www.growhow.in.ua/rynok-sil-hosptekhniky-trendy-i-prohnozy-na-2019-2020/.
6. *Ivan Rogovskii, Liudmyla Titova, Andriy Novitskii, Victor Rebenko*. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for rural development. Jelgava*, 2019. P. 291-298.
7. *Khmelovskyi V.* Process support preparation and distribution of feed for cattle on family farms. *Machinery & Energetics*. 2018, Vol. 9, No. 3, 224-232.
8. *Novitskiy A., Karabinhosh S.* Some aspects of information support for operability of complex agricultural machinery. *Machinery & Energetics* . Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. No. 2. 241. P. 106-121.
9. *Vasyl Khmelovskyi, Svitlana Rogach, Oksana Tonkha, Yuriy Rosamaha*. quality evaluation of mixing fodder by mobile combined units. *Engineering for rural development. Jelgava*, 22. -24.05.2019. P. 299-304.
10. *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.
11. *Адамчук В. В., Мироненко В. Г., Косик П.О.* Перспективи розвитку механізованого рослинництва. Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС. Восьма міжнародна науково-практична конференція. *Тези доповідей (Чернігів-Жукин, 24-28 червня 2013р.). - Чернігів, Черніг. держ. технол. ун-т,* 2013.С. 240-243.
12. *Андрей Новицкий, Александр Банный.* Логико-вероятностное моделирование надежности сложной сельскохозяйственной техники. *Motrol, motoryzacia i energetyka rolnictwa motorization and power industry in agriculture.* Lublin, 2016. vol. 14, №3. P. 187-196.
13. *Андрей Новицкий.* Исследование вероятности безотказной работы средств для приготовления и раздачи кормов как систем «Человек-Машина». *Motrol, motoryzacia i energetyka rolnictwa motorization and power industry in agriculture.* Lublin, 2015. Vol. 17, № 3. P. 335-341.
14. *Аулін В. В., Лисенко С. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Мартиненко О. Д.* Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. *Вісник Харківського нац. техн. університету сільск. господарства. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві.* Харків. 2015. Вип. 158. С.252-262.
15. *Бойко А. І., Думенко К. М., Павлюченко І. С.* Перспективні напрямки забезпечення надійності посівних агрегатів як технічних систем. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*, 2013, Вип. 43, част. І. С. 3-6.
16. *Бойко А. І., Новицький А. В*. Сучасні проблеми забезпечення надійності машин для приготування і роздавання кормів. *ХНТУСГ ім. Петра Василенка «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва». Харків., Вісник ХНТУСГ, Випуск 100.* 2010. С. 119-126.
17. *Бойко А. І., Новицький А. В., Ружило З. В.* Визначення функції готовності систем «людина – машина» при зростанні інтенсивностей відмов. *Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No.2.*
18. *Бойко А. І., Новицький А. В., Ружило З. В., Ружило А. З.* Вплив оператора на надійність систем «людина-машина-середовище» (на прикладі засобів для приготування і роздавання кормів). *Харків. Вісник ХНТУСГ. Вип. 114.* 2011. С. 103-108.
19. *Голиков В. А., Артамонов В. Н.* Определение технико-экономических показателей измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов. Международная

агроинженерия. Научно-технический журнал. Алматы, 2012. Выпуск 4. С. 18-26.

20. *Гурочкіна В. В.* Інноваційний потенціал підприємства: сутність та система захисту [електронний ресурс*] Економіка: реалії часу. науковий журнал*. 2015. № 5 (21). с.51-57.: http://economics.opu.ua/files/archive/2015/n5.html.

21. *Каталог.* Ножи для кормосмесителей. 18 с.

22. Концепція Державної цільової програми розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 р.: проект / *[Електронний ресурс]. – Режим доступу:* http://minagro.gov.ua/apk?nid=16822.

23. *Ловейкін В. С., Хмельовський В. С., Гудова А. В.* Підвищення ефективності роботи мобільних змішувачів-роздавачів кормів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: механізація і автоматизація виробничих процесів*. Суми. 2016. Вип. 10/2 (30). С. 107-111.

24. Новицький А. В. Метод оцінки роботоздатності кормоподрібнюючих машин. *Механізація сільськогосподарського виробництва. К.: НАУ,* 1998. Т. IV. С. 63-68.

25. *Новицький А. В., Засунько А. А., Хмельовська С. З.* Оцінка та підвищення рівня надійності ножів засобів для приготування і роздавання кормів. *Збірник тез доповідей VII-ї Міжнародної наукової конференції «Інноваційне забезпечення виробництва органічної продукції в АПК» в рамках роботи XXXI Міжнародної агропромислової виставки «АГРО 2019» (04-07 червня 2019 року)*. НУБіПУ. Київ. 2019. С. 82-83.

26. *Новицький А. В., Новицький Ю. А.* Класифікація робочих органів типу «ніж» засобів для приготування і роздавання кормів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. К., 2017. Вип. 262 (2017). С. 287-296.

27. *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.* К., 2017. Вип. 264 (2017). С. 293-303.

28. *Новицький А. В., Ружило З. В.* Моніторинг забезпечення молочного скотарства машинами та обладнанням. *Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів»*. Харків, 2014, Вип. 1. С.56-63.

29. *Погорілий Л., Ясенецький В., Лінник М.* Сучасна техніка для приготування кормів на фермах ВРХ. *Техніка АПК.* 1999. №4. С. 31-33.

30. Спосіб термічної обробки стальних деталей : пат. 121471 Україна : МПК C21D 1/56. № c21d 1/56. заявл. 31.05.2017 , опубл: 11.12.2017 Бюл. №23.

31. *Ушаков И. А.* Курс теории надежности систем. *Москва: «Дрофа»*. 2008. 240 с.

References

1. *Andrey, Novitskiy.* (2018). Professional Reliability of Personnel in System of Development of Innovative Processes. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow.* Vol. 18. No 2, R. 93-102.

2. *Atanov I. V., Kapustin I. V., Grinchenko V. A., Gritsai D. I., Kapustina E. I.* (2016). Improving efficiency of feeding cattle. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* T. 7. №4. pp. 1927-1932.

3. *Boiko A. I., Savchenko V. M., Krot V. V.* (2017). Charts of conditions and mathematical modelling of transition of nozzles into various possible conditions. *Tekhnichnichni sistemi i tekhnologii tvarinnytstva - Tekhnichniy servic cars for roslinnytstva. Vysnik KNTUSG im. P.Vasilenka,* Vip. 181. C. 173-178.

4. *Boyko A., Novitskiy A.* (2018). Mathematical model of reliability of human-machine system under reduced efficiency of its generalized work. *Machinery & energetics. Kyiv. Ukraine.* Vol. 9. No. 3. 271. p. 165-174. https://www.growhow.in.ua/rynok-sil-hosptekhniky-trendy-i-prohnozy-na-2019-2020/.

5. *Ivan Rogovskii, Liudmyla Titova, Andriy Novitskii, Victor Rebenko.* (2019). Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for rural development. Jelgava,* 291-298.

6. *Khmelovskyi V.* (2018). Process support preparation and distribution of feed for cattle on family farms. Machinery & Energetics. Vol. 9, No. 3, 224-232.

7. *Novitskiy A., Karabinhosh S.* (2018). Some aspects of information support for operability of complex agricultural machinery. *Machinery & Energetics . Kyiv. Ukraine.* Vol. 9. No. 2. 241. P. 106-121.

8. *Vasyl Khmelovskyi, Svitlana Rogach, Oksana Tonkha, Yuriy Rosamaha.* (2019). Guality evaluation of mixing fodder by mobile combined units. *Engineering for rural development. Jelgava,* 22.-24.05. 299-304.

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

10. *Adamchuk V.V., Mironenko V.G., Kosik P.O.* (2013). Prospects for the development of mechanized crop production. *Mathematical and imitation modeling of systems. MODS. Eighth International Scientific and Practical Conference. Theses of previews (Chernigiv-Zhukin, 24-28 April 2013).* - Chernigiv, Chernigiv, Chernig. ul., P. 240-243.

11. *Andrey Novitsky, Alexander Banny.* (2016). Logical and Probabilistic Modeling of Complex Agricultural Machinery Reliability. *Motrol, motoryzacia i energetyka rolnictwa motorization and power industry in agriculture. Lublin,* Vol. 14, №3. P. 187-196.

12. *Andrey Novitsky.* (2015). Study of the probability of failure-free operation of means for the preparation and distribution of feed as systems "Man-Machine". *Motrol, motoryzacia i energetyka rolnictwa motorization and power industry in agriculture. Lublin,* Vol. 17, № 3. P. 335-341.

14. *Aulin B. V., Lisenko S. V., Golub D. V., Grinkiv A. V., Martinenko O. D.* (2015). Theoretical-physical research and development to diagnostic information about technical aggregates of mobile silicon technology. *The*

Chronicle of the Kharkiv National Technical University of the Silk Roads. Resource-saving technologies, materials and equipment for repair works. Kharkiv. Vipe. 158. P. 252-262.

15. *Boyko A. I., Dumenko K. M., Pavlyuchenko I. S.* (2013). Perspective straightforwardness of field units reliability as technical systems. *Polar Division of the Ministry of Science and Technology. Design, production and operation of silk-vessel machines,* ViP. 43, part I. P. 3-6.

16. *Boyko A. I., Novitsky A. V.* (2010). Current problems of the reliability of machines for the adaptation and distribution of feed. *KNTUSG im. Petr Vasilenko "Problems of reliability of machines and mechanical properties of the silk-soilian hospitality".* Kharkiv, Visnik KNTUSG, Issue 100. P.119-126.

17. *Boyko A. I., Novitsky A. V., Ruzhilo Z. V.* (2019). Definition of the function of readiness of the system "man-machine" at the increase of failure rates. *Machinery & Energetics. Journal of Production Research.* Kyiv. Ukraine. Vol. 10, No. 2.

18. *Golikov V.A., Artamonov V.N.* (2012). Determination of technical and economic indicators of shredders-smixers-feed dispensers. *International Agricultural Engineering. Scientific and technical journal.* Almaty, Issue 4. P. 18-26.

19. *Gurochkina V. V.* (2015). Innovative potential of the enterprise: pimping and protection system *[electronic resource] Economy: real time.* 2015. No. 5 (21). P. 51-57.:
http://economics.opu.ua/files/archive/2015/n5.html

20. Catalogue. Knives for feed mixers. 18 p.

21. Concept of the State Program for development of agricultural sector of economy for the period up to 2020: project / [Electron resource]. - Access mode: http://minagro.gov.ua/apk?nid=16822.

22. *Loveykin V. S., Khmelovskiy V., Khmelovskiy V. S., Gudova A. B.* (2016). Promotion of the efficiency of mobile snatching and fodder production. *Chronicle of the Sumy National Agrarian University. Series: mechanization and automation of production processes.* Sumi. VIP. 10/2 (30). P. 107-111.

23. *Novitskiy A.V.* (1998). Method of assessment of robotsdatnosti fodder-podrubnuyuchih machines. *Mechanization of silk-spodarskogo vibnitsava.* C.: NAU, T. IV. P. 63-68.

24. *Novitsky A.V., Zasunko A. A., Khmelivska S. Z.* (2019). The assessment and promotion of the knives' strife for fodder intake and distribution. *The collection of the thesis of the Doping Reviews of the 7th International Science Conference "Innovations in Organic Products Production in the Agro-Industrial Complex" within the framework of the XXXI International Agro-Industrial Exhibition "AGRO 2019" (04-07 of June 2019).* NUBiPU. Kyiv. C. 82-83.

25. *Novitsky A. V., Novitsky Y. A.* (2017). Classification of working organisms of the "Nizh" type for fodder intake and distribution. *Science bulletin of the National University of Bioresources and Environmental Management of Ukraine. Series: Agricultural engineering and power engineering.* K., VIP. 262 P. 287-296.

26. *Novitsky A. V., Novitsky Y. A.* (2017). Technical evaluation of the consumer quality of agricultural machinery. *Science book of the National University of Bioresources and Environmental Management of Ukraine. Series: Agricultural engineering and power engineering.* K. VIP. 264 (2017). P. 293-303.

27. *Novitsky A.V., Ruzhilo Z.V.* (2014). Monitoring of dairy cattle breeding provision with machines and equipment. *Science Journal "Technichniy servic agrislovogo, fox and transport complexes*". Kharkiv, VIP. 1. P.56-63.

28. *Pogoriliy L., Yasenetsky V., Linnik M.* (1999). Modern techniques for the preparation of feed on cattle farms. *Agricultural machinery.* №4. P. 31-33.

29. Method of thermal treatment of steel parts (2017). *pat. 121471 Ukraine: MPK C21D 1/56. No. c21d* 1/56. declared. 31.05.2017 , op.: 11.12.2017 Bulletin No. 23.

30. *Ushakov I.A.* (2008). Course of System Reliability Theory. *Moscow: "Bustard".* 2008. 240 p.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

А. В. Новицкий, З. В. Ружило, А. А. Котречко

Аннотация. В статье раскрыта сущность и определены характерные признаки формирования и реализации научных исследований в системе развития инновационных процессов. Они включают: совершенствование уже существующих технологий и техники; подготовка инженерно-технических работников, специалистов сервисной службы и операторов машин, обоснование их профессионально важных качеств; последовательное использование принципиально новых знаний для обеспечения эффективности и надежности машин.

Перспективным направлением обеспечения эффективности использования техники является постоянный мониторинг, оценка и обеспечение показателей их надежности на основе использования логико-имитационного моделирования и современных информационных технологий.

Рассмотрены положения системы «человек-машина», когда она постепенно переходит в неработоспособное состояние вследствие «старения» элементов и узлов машины, а также потери уровня работоспособности персонала при накоплении усталости, снижение внимания и квалификации при управлении сложной техникой.

Представлена аналитическая зависимость для проведения количественной оценки потери работоспособности социотехнической системы при снижении ее надежности вследствие старения техники и усталости оператора.

Предложен перспективный способ термической обработки деталей, изготавливаемых из стали 65Г. Использование перспективного способа повысит долговечность рабочих органов средств для приготовления и раздачи кормов. За счет указанного способа уменьшаются внутренние напряжения, стабилизируется структура металла, значительно улучшаются показатели пластичности и ударной вязкости ножей, изготовленных из стали 65Г.

Ключевые слова: надежность, система, машина, инновационные процессы, социотехническая система.

ENSURING THE RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINERY IN SYSTEM OF DEVELOPMENT OF INNOVATIVE PROCESSES

A. V. Novitskiy, Z. V. Rozhilo, O. O. Kotrechko

Abstract. In the article the essence is revealed and characteristic features of formation and realization of scientific researches in system of development of innovative processes are defined. They include: improvement of already existing technologies and techniques; training of engineers and technicians, service technicians and machine operators, justification of their professionally important qualities; consistent use of fundamentally new knowledge to ensure the efficiency and reliability of machines.

A promising area of ensuring the efficiency of machinery use is continuous monitoring, evaluation and provision of reliability indicators based on the use of logical simulation modeling and modern information technologies.

The provisions of the "human-machine" system are considered when it gradually becomes inoperable due to the "aging" of machine elements and units, as well as the loss of the level of staff performance during the accumulation of fatigue, reduction of attention and skills in the management of complex equipment.

The analytical dependence for a quantitative estimation of the loss of working capacity of the social and technical system at decrease of its reliability due to the aging of equipment and operator's fatigue is presented.

A perspective method of heat treatment of parts made of 65G steel is proposed. The use of the perspective method will increase the durability of working bodies of means for preparation and distribution of forages. Due to this method internal stresses are reduced, metal structure is stabilized, plasticity and impact toughness of knives made of 65G steel are significantly improved.

Key words: reliability, system, machine, innovation processes, social and technical system.

А. В. Новицький ORCID 0000-0001-7789-8531.
З. В. Ружило ORCID 0000-0003-3582-8687.
О. О. Котречко ORCID 0000-0003-0658-0555.