

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРЕС-ГРАНУЛЯТОРА**Болтянська Н.І., Комар А.С.***Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

На сучасному етапі розвитку машинобудування, коли в основному вирішені питання кількості машин, великого значення набуває проблема підвищення їх якості та надійності. Підвищення надійності машин є важливим завданням будь-якої галузі господарства. В сьогоденнішньому конкурентному середовищі й при ринкових взаєминах господарюючих суб'єктів дуже важливим є економічне обґрунтування господарських рішень, які стосуються не тільки безпосередньо ведення бізнесу, а і рішень стосовно споживчих властивостей товарів: машин, устаткування, приладів тощо. Це стає особливо важливим в умовах кризових явищ в економіці держави і за дефіциту фінансових ресурсів. Крім того, велика увага приділяється проблемі підвищення якості та надійності розроблених вітчизняних машин і устаткування. Вимоги до техніки безперервно зростають як до якості, так і діапазону виконання сільськогосподарських робіт і операцій, підвищення надійності і продуктивності. Це призводить до збільшення завантаженості машин. З іншого боку, збільшення напруження на кожен агрегат призводить до збільшення відмов, а відповідно і часу перебування машин і устаткування в ремонті, тому забезпечення надійності окремих деталей і складальних одиниць, а також тваринницької техніки в комплексі має вирішальне значення. При низькій надійності машин відбувається збільшення простой, браку продукції, що виготовляється, витрат на обслуговування і ремонт, а отже, зниження продуктивності і підвищення собівартості продукції. Річне напруження машин і їх надійність залежать, в основному, від умов і рівня їх використання і обслуговування, які включають: якість виконання операцій технічного обслуговування і ремонту, кваліфікацію обслуговуючого персоналу, стан виробничої бази, природно-кліматичні умови. Означено, що основними кількісними показниками для економічного аналізу надійності машин є: вартість заходів по підвищенню надійності, економічний ефект від підвищення надійності та термін окупності заходів з підвищення надійності. Наведено рівняння для визначення терміну окупності заходів щодо підвищення надійності та експлуатаційних витрат з підвищенням надійності. Визначено умову економічної доцільності проведення робіт по підвищенню рівня надійності.

Ключові слова: *тваринництво, прес-гранулятор, надійність, ефективне використання, економічна доцільність.*

Актуальність проблеми

Проблема забезпечення якості продукції завжди привертала увагу учених, виробничників і експлуатаційників. Ще гостріше вона стоїть в даний час у зв'язку з переходом на ринкові умови господарювання, загостренням конкуренції вітчизняних товаровиробників, як між собою, так і з іноземними фірмами. Особливе значення має підвищення якості продукції у галузі машинобудування, рівень якої визначає темпи технічного прогресу в решті всіх галузей. При цьому підвищення якості продукції повинне здійснюватися з урахуванням економічної доцільності, оскільки межі підвищення якості визначаються зрештою не технічними можливостями, а економічною ефективністю [1-4].

Аналіз останніх досліджень

Огляд літературних джерел, який виконано в роботі [1], дозволяє зробити висновок, що основою для економічної оцінки і встановлення оптимальних термінів служби машин, що кількісно виражають їх довговічність є дані про зміну поточних і капітальних витрат при використанні техніки через фізичний і моральний знос. Економічні наслідки цього у загальних рисах вивчені, проте практично відсутнє теоретичне обґрунтування залежностей зміни витрат в часі, конкретний вид цих функцій, недостатня диференціація цих витрат по статтях калькуляції [5,6]. Питанням забезпечення надійності тваринницької техніки, підтримання її в робочому стані та ефективного її використання приділяли увагу такі науковці: А.І. Бойко, А.В. Новицький, З.В. Ружило, С.В. Кропивко, В.С. Ловейкін, К.І. Почка та ін. Велика частина вітчизняної і зарубіжної літератури, головним чином, присвячена питанням загальної економічної оцінки впливу фізичного і морального зносу на економічні результати роботи машин. При цьому часто не враховуються особливості конструкції машин, системи обслуговування, структура ремонтного циклу і оптимальні терміни служби машин [4,7,8].

Формулювання мети дослідження

Метою цього дослідження є визначення умови економічної доцільності підвищення надійності прес-гранулятора.

Методичний підхід в проведенні досліджень

При визначенні умови економічної доцільності підвищення надійності прес-гранулятора використано методи порівняльного й системного аналізу, синтезу, наукових узагальнень та метод аргументації.

Результати досліджень

Безперервно зростаючі вимоги до якості техніки, та діапазону виконання робіт і операцій, підвищення надійності і продуктивності призводять до збільшення завантаженості машин. З іншого боку, збільшення напрацювання на кожен агрегат призводить до збільшення відмов, а відповідно і часу перебування машин і устаткування в ремонті, тому забезпечення надійності окремих деталей і складальних одиниць, а також тваринницької техніки в комплексі має вирішальне значення. При низькій надійності машин відбувається збільшення простоїв, браку продукції, що виготовляється, витрат на обслуговування і ремонт, а отже, зниження продуктивності і підвищення собівартості продукції. Крім того, у ряді галузей, наприклад, сільському господарстві і виробництві продуктів харчування, це призводить до безповоротної втрати урожаю, молока і інших продуктів харчування [9,10].

Надійність - одна з головних оцінок якості та експлуатаційних переваг техніки. Встановлення оптимальних термінів машини і оцінку їх надійності необхідно розглядати спільно з системою ремонту, оскільки вона визначає швидкість фізичного зносу машин, а звідси безвідмовність і довговічність. За відсутності необхідного рівня надійності техніки відбувається передчасне вибуття її з процесу виробництва, тобто передчасне списання. В той же час, якщо навіть на етапах проектування і виробництва вдалося закласти і забезпечити необхідну надійність машин, то реалізація цієї потенційно високої надійності залежить від умов експлуатації техніки і, перш за все від системи її обслуговування і

ремонту та якості їх проведення. Для повної реалізації потенційної надійності необхідно керувати процесом експлуатації машин за рахунок створення і використання оптимальної системи їх технічного обслуговування та ремонту і науково-обґрунтованих доремонтних, міжремонтних і повних ресурсів та термінів служби виробів. Повна реалізація надійності техніки, що закладено на етапах проектування і виробництва дозволить підвищити її продуктивність, а отже і поліпшити всі економічні показники роботи без використання капітальних додаткових вкладень і значного збільшення оборотних коштів [14,15].

Встановлення і дотримання оптимальних термінів служби машин - одна з головних умов підвищення ефективності виробництва як в окремо взятому підприємстві, так і в галузях виробництва в цілому. Із всіх властивостей надійності найбільший вплив на кінцеві економічні результати роботи машин і устаткування надає довговічність і безвідмовність, оскільки їх рівень визначає величину витрат на капітальні і поточні ремонти, на усунення відмов в процесі експлуатації техніки, а звідси показники економічної ефективності її застосування. Інші властивості, що є складовими частинами надійності: ремонтпридатність і збереженість, закладаються, в основному, на етапі проектування і істотно вплинути на них в процесі експлуатації машини важко [16].

Конструктивна схема розробленого гранулятора з нерухою матрицею наведена на рис. 1. Гранулятор складається з корпусу 5 з нерухою встановленою в ньому перфорованою плоскою матрицею 9, рухомих прикочувальних роликів 8, які закріплені на вертикальному приводному валу за допомогою втулки з пружним елементом, горловини для завантаження вихідної сировини 6 і вивантажувального патрубку 7. Привод роликів гранулятора відбувається від електродвигуна 2 через редуктор 4 та запобіжну муфту 3 [5,8-10].

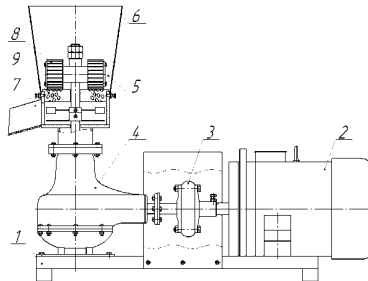


Рис.1. Конструктивно-технологічна схема робочих органів гранулятора з нерухою матрицею та рухомими прикочувальними роликами:

1 – рама; 2 – електродвигун; 3 – запобіжна муфта; 4 – редуктор; 5 – корпус; 6 – завантажувальна горловина; 7 – вивантажувальний патрубок; 8 – прикочувальні ролики; 9 – матриця.

Конструктивно прикочувальні ролики виконано у вигляді двох рухомих вальців з можливістю оперативного монтажу та демонтажу. Особливістю конструкції є те, що циліндричні канали в матриці виконані розміщеними під кутом 45° до робочої поверхні матриці проти напрямку руху прикочувальних роликів згідно рис. 2.

У попередніх статтях було виділено ряд розподілів: нормальний, логарифмічно нормальний, Вейбулла, гамма та експоненціальний, які є основою побудови моделей довговічності невідновлених виробів (елементів) прес-гранулятора, замінені у разі відмови запасними. Перелічені розподіли охоплюють відповідно поступові, зносіві (нормальний, логарифмічно нормальний), утомлені (Вейбулла) та раптові (експоненціальний) відмови механічних систем (гамма-розподіл), складних систем, що

пройшли період припрацювання, а також систем, які експлуатуються в тяжких умовах під впливом механічних і кліматичних навантажень [16,17].

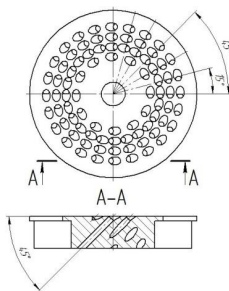


Рис.2. Матриця прес-гранулятора

Забезпечення надійності машин - проблема комплексна. Вона починається на етапі проектування машини, закладається при її виробництві, реалізується на етапі експлуатації і підтримується за допомогою системи технічного обслуговування і ремонту до закінчення терміну служби машини [18]. Ефективність використання потенційної надійності виробу, закладеної на етапах проектування і виробництва, головним чином залежить від системи обслуговування і ремонту техніки і якості їх проведення. Для повної реалізації потенційної надійності машини необхідно, щоб система технічного обслуговування і ремонту, а також міжремонтні ресурси і термін служби машини були науково обґрунтованими. Це дозволить підвищити експлуатаційну надійність машин, а, отже, їх продуктивність і поліпшити всі економічні показники роботи без використання додаткових капітальних вкладень і значного збільшення оборотних коштів [19,20].

З точки зору надійності необхідно підвищувати безвідмовність і коефіцієнт готовності машин і устаткування, що є важливою, актуальною задачею в даний час.

Основними кількісними показниками для економічного аналізу надійності машин є:

- вартість заходів по підвищенню надійності ΔE_1 ;
- економічний ефект від підвищення надійності ΔE_2 ;
- термін окупності заходів з підвищення надійності t_c .

Перший показник визначається за формулою:

$$\Delta E_1 = \Delta E_0 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_n} \right)^\alpha, \quad (1)$$

де ΔE_0 - вартість витрат по забезпеченню надійності старого блоку з інтенсивністю відмов λ_0 ;

λ_1 - інтенсивність відмов блоку з підвищеним рівнем надійності ($\lambda_0 > \lambda_n$);

$\alpha = (0,5 \dots 1,5)$ - коефіцієнт, що залежить від якості виготовлення блоку. При експоненціальному законі розподілу відмов маємо

$$\Delta E_1 = \Delta E_0 \left(\frac{\ln P_0(t)}{\ln P_n(t)} \right)^\alpha, \quad (2)$$

где $P_0(t)$ и $P_n(t)$ – відповідно ймовірності безвідмовної роботи старого і нового блоків.

Економічний ефект від підвищення надійності обчислюється за такою формулою

$$\Delta E_2(t) = (e^{-\lambda_0 t} - e^{-\lambda_n t}) A \cdot z \quad (3)$$

де A - річний випуск блоків; z - собівартість одного блоку; t - час, що минув з моменту підвищення надійності.

Якщо підвищення рівня надійності збільшує собівартість блоку від величини z_0 до z_n ($z_n > z_0$), то

$$\Delta E_2(t) = (e^{-\lambda_0 t} - J \cdot e^{-\lambda_n t}) A \cdot z_n \quad (4)$$

де $J_z = \frac{z_n}{z_0} > 1$ - індекс собівартості одиниці нового варіанту блоку в порівнянні зі старим [10].

Термін окупності η заходів щодо підвищення надійності визначається за формулою

$$\eta = \frac{\ln J_z}{\lambda_0 - \lambda_n} \quad (5)$$

Показник η не повинен бути занадто великий, тому що економічний ефект ΔE_2 може бути не реалізований.

Тому приймають, що термін окупності не повинен перевищувати половину середнього часу безвідмовної роботи старого варіанту машини, тобто

$$\eta \leq 0.5 \cdot T_{cp}^0 = \frac{1}{2} \lambda_0 \quad (6)$$

В такому випадку умова економічної доцільності проведення робіт по підвищенню рівня надійності машин набуде вигляду

$$\frac{\lambda_0 - \lambda_n}{2\lambda_0} \geq \ln \frac{z_n}{z_0} \quad (7)$$

Експлуатаційні витрати з підвищенням надійності зменшуються за залежністю:

$$C_e(t) = R_n \frac{T_p}{t} [-\ln P_n(t)], \quad (8)$$

де R_n - середня вартість однієї відмови нової машини; T_p - середній ресурс нової машини.

Висновки

Для повної реалізації потенційної надійності машини необхідно, щоб система технічного обслуговування і ремонту, а також міжремонтні ресурси і термін служби машини були науково обґрунтованими. Наведено рівняння для визначення терміну окупності заходів щодо підвищення надійності та експлуатаційних витрат з підвищенням надійності. Визначено умову економічної доцільності проведення робіт по підвищенню рівня надійності.

Список використаних джерел

1. Болтянська Н.І. Сучасний стан машинно-тракторного парку підприємств агропромислового комплексу. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2008. Вип. 36. С. 3–7.
2. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник. Мелітополь: Колор Принт, 2012. 720 с.
3. Болтянський О.В. Аналіз шляхів підвищення ефективності використання машино-тракторного парку. Праці ТДАТУ. 2014. Вип. 14. Т.4, С. 204–209.
4. Шаршунов В.А., Червяков А.В., Бортник С.А. Машины и оборудование для производства комбикормов: Справочное пособие. Экоперспектива, 2005. 487 с.
5. Комар А.С., Болтянська Н.І. Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів. Науковий вісник ТДАТУ. 2018. Вип.8. Т.2. С. 44–56.
6. Болтянська Н.І. Аналіз конструкцій шестеренних пресів-грануляторів. Науковий вісник ТДАТУ. 2018. Вип.8. Т.2. С. 29–43

7. Rogovskii I.L. Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2017. Вип. 262. С. 38.
8. Комар А.С., Болтянська Н.І. Розробка конструкції преса-гранулятора для переробки пташиного посліду. Зб. наукових праць Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні питання розвитку аграрної науки в Україні». Ніжин, 2019. С. 84-91.
9. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23–29.
10. Комар А.С., Болтянська Н.І. Напрями удосконалення робочого процесу вальцово-матричних прес-грануляторів. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: мат. Міжн. наук.-практ. форуму. ТДАТУ. 2019. Ч.1. С. 33–36.
11. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник [Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Б.В. Болтянський, та ін.]. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.
12. Бойко А.І. Напрями забезпечення надійності складної сільськогосподарської техніки. Зб. наукових праць ХНТУСГ. 2009. Вип. № 80. С. 13-16.
13. Болтянська Н.І. Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу приготування і роздавання кормів у тваринництві. Науковий вісник ТДАТУ. Вип. 4. Т.1. С. 16-22.
14. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 380 с.
15. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2014 Вип.196, ч.1. С. 239–245.
16. Комар А.С., Болтянська Н.І. Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання. Тези V Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва». Умань, 2019. С. 18-20.
17. Болтянська Н.І. Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва шляхом підвищення рівня надійності техніки. Науковий вісник НУБіП України. Серія „Техніка та енергетика АПК“. 2018 Вип.282, ч.1. С. 181–192.
18. Некрасов С.С. Экономические критерии предельного состояния сложных машин. Механизация и электрификация сельского хозяйства. №4. 1999. С. 20–23.
19. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. 2009. Вип.89. С. 106–111.
20. Лычева В.В. Формирование себестоимости продукции в сельском хозяйстве: проблемы оценки затрат. Межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2000. С. 183.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОРА

Болтянская Н.И., Комар А.С.

На современном этапе развития машиностроения, когда в основном решены вопросы количества машин, большое значение приобретает проблема повышения их качества и надежности. Повышение надежности машин является важной задачей любой отрасли

хозяйства. В сегодняшней конкурентной среде и при рыночных отношениях хозяйствующих субъектов очень важно экономическое обоснование хозяйственных решений, которые касаются не только непосредственно ведения бизнеса, а и решений по потребительских свойств товаров: машин, оборудования, приборов и тому подобное. Это становится особенно важным в условиях кризисных явлений в экономике государства и при дефиците финансовых ресурсов. Кроме того, большое внимание уделяется проблеме повышения качества и надежности разрабатываемых отечественных машин и оборудования. Требования к технике непрерывно растут как к качеству, так и диапазона выполнения сельскохозяйственных работ и операций, повышения надежности и производительности. Это приводит к увеличению загрузки машин. С другой стороны, увеличение наработки на каждый агрегат приводит к увеличению отказов, а соответственно и времени пребывания машин и оборудования в ремонте, поэтому обеспечение надежности отдельных деталей и сборочных единиц, а также животноводческой техники в комплексе имеет решающее значение. При низкой надежности машин происходит увеличение простоев, брака продукции, изготавливаемой расходов на обслуживание и ремонт, а следовательно, снижение производительности и повышение себестоимости продукции. Годовое наработки машин и их надежность зависят, в основном, от условий и уровня их использования и обслуживания, которые включают: качество выполнения операций технического обслуживания и ремонта, квалификации обслуживающего персонала, состояние производственной базы, природно-климатические условия. Отмечено, что основными количественными показателями для экономического анализа надежности машин являются: стоимость мероприятий по повышению надежности, экономический эффект от повышения надежности и срок окупаемости мероприятий по повышению надежности. Приведены уравнения для определения срока окупаемости мероприятий по повышению надежности и эксплуатационных расходов с повышением надежности. Определены условия экономической целесообразности проведения работ по повышению уровня надежности.

Ключевые слова: животноводство, пресс-гранулятор, надежность, эффективное использование, экономическая целесообразность.

Abstract

DEFINITION OF THE CONDITIONS OF ECONOMIC EXPEDIENCY OF INCREASING THE RELIABILITY OF THE PRESS GRANULATOR

Boltianska, N.I., Komar A.S.

At the present stage of development of mechanical engineering, when the issues of the number of machines are mainly solved, the problem of improving their quality and reliability is of great importance. Improving the reliability of machines is an important task for any industry. The solution to the problem of reliability is a significant reserve of improving production efficiency, reducing material losses and preventing machine failures. The peculiarity of the reliability problem is its connection with all stages of the design, manufacture and use of the machine, from the moment of forming the idea of creating a machine and before deciding on its writing off. In today's competitive environment and in the market relations of business entities, economic justification of economic decisions that relate not only directly to doing business, but also decisions regarding the consumer properties of goods: machines, equipment, appliances, etc. is very important. This becomes especially important in times of crisis in the economy of the state and in the absence of financial resources. In addition, great attention is paid to the problem of improving the quality and reliability of domestic machines and equipment being developed. Requirements for machinery are constantly increasing both in quality and in the range of

performance of agricultural works and operations, improving reliability and productivity. This leads to increased machine load. On the other hand, increasing the operating time for each unit leads to an increase in failures and, consequently, the length of time machines and equipment are in repair, so ensuring the reliability of individual parts and assembly units, as well as livestock machinery in the complex is crucial. In the conditions of actual operation of machines in agriculture, the magnitude of the utilization of reliability depends on the quality and frequency of use of maintenance operations, adherence to the modes of technical operation, timely and high-quality technical diagnostics of the machine and repair of those units and units whose resources are exhausted. At low reliability of machines there is an increase in downtime, lack of manufactured products, costs of maintenance and repair, and consequently, a decrease in productivity and increase in the cost of production. The annual operation of machines and their reliability depend, in the main, on the conditions and level of their use and maintenance, which include: quality of performance of operations of maintenance and repair, qualification of service personnel, condition of the production base, natural and climatic conditions. The main quantitative indicators for the economic analysis of the reliability of machines are indicated: the cost of measures to improve reliability, the economic effect of increasing reliability and the payback period of measures to improve reliability. The equation is given to determine the payback period of reliability improvement measures and operational costs with improved reliability. The condition of economic expediency of carrying out of works on increase of level of reliability is determined.

Keywords: *animal husbandry, pellet press, reliability, efficient use, economic feasibility.*