

7. Пузырьковая промывка биодизеля / Recscling – повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора [Электронный ресурс] / 2013. Режим доступа до журн.: <http://recyclingforum.ru/showthread.php/250-Пузырьковая-промывка-биодизеля?s=4077b58b0ba1b77a0d26ea9b5a19bb>  
42. Дата доступа: 27/08/2013.
8. Alover M. Collaborative biodiesel tutorial. "Applesid" processor / Maria Alover // Biodiesel Magazine. – 2005. – 6 p.
9. БП-190. – New York: FIA – 12 с.
10. Технології виробництва біодизеля / [В.Г. Мироненко, В.О. Дубровін, В.М. Поліщук, С.В. Драгнєв]. – К.: Холтех, 2009. – 100 с.

*Доказана необхідність очищення біодизеля від щелочного каталізатора. Проведен аналіз "сухих" і "мокрих" способів очищення біодизеля. Оцінені переваги і недоліки бульбашкового, аерозольного і об'ємного промивання біодизеля.*

***Биодизель, промывка, капля, пузырь, мешалка, нейтрализация, метиловый эфир, катализатор.***

*The necessity of purifying biodiesel from alkali catalyst. The analysis of "dry" and "wet" cleaning methods biodiesel. Evaluated the advantages and disadvantages of bubble and aerosol surround washing biodiesel.*

***Biodiesel, flushing, drop, bubble, mixer, neutralization, methyl ester, catalyst.***

УДК 631.3

## **ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ І РЕЖИМІВ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

***А.В. Новицький, кандидата технічних наук***

*Викладено аналіз проблем надійності машин для приготування і роздавання кормів в аграрному секторі України. Проведена оцінка характерних відмов в залежності від особливостей умов і режимів їх експлуатації.*

***Машина, надійність, відмова, відновлення, пошкодження, зношування.***

**Постановка проблеми.** В результаті проведених з початку 90-х років реформ в агропромисловому комплексі України відбулося

© А.В. Новицький, 2015

зниження обсягів та економічної ефективності виробництва продукції тваринництва. Істотно скоротилася поголів'я тварин, погіршився генетичний і виробничий потенціал галузі, загострилася конкуренція з боку підвищеного імпорту.

Аналіз наявності основних видів техніки у сільськогосподарських підприємствах України показує, що станом на 1 січня 2014 року нараховувалось 3793 машини і механізми для приготування кормів, та 3960 роздавачів кормів для великої рогатої худоби штук. За період з 2010 року до 2014 року кількість машин і механізмів для приготування кормів зросла лише на 19%, а роздавачів кормів для великої рогатої худоби навіть зменшилась на 14%. На сучасному етапі розвитку тваринництва в світі, так і в Україні все більшого поширення набувають засоби для приготування і роздавання кормів (ЗПРК), які поєднують виконання операцій навантаження, подрібнення і змішування, а також забезпечують транспортування і дозоване їх роздавання.

**Аналіз останніх досліджень.** Не кращі часи переживає сьогодні вітчизняне сільськогосподарське машинобудування, але разом з тим, в Україні налагоджене виробництво сучасних ЗПРК на фермах ВРХ. Виробництво цих машин розпочато на машинобудівних підприємствах нашої держави: ВАТ «Брацлавський завод сільськогосподарських машин», ВАТ «Уманьферммаш» та ВАТ «Галещина Машзавод» [2, С. 96–99]. Рівень надійності вітчизняних ЗПРК, в значній мірі, досягається завдяки використанню основних вузлів і агрегатів від провідних світових виробників з Італії, Росії та України [2, С. 99–100; 6, С. 108–109]. Але, як показує аналіз, спроби створити вітчизняні ЗПРК на рівні кращих зарубіжних зразків закінчились дрібносерійним виробництвом. У цій ситуації сільськогосподарські виробники вимушені купувати імпортні подрібнювачі – змішувачі, які за надто дорогі і не завжди адаптовані до місцевих 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 вдосконалення конструктивних рішень [7, С. 287–289].

Але разом з тим, як показує аналіз теоретичних і практичних робіт, в них зменшилось проведення фундаментальних досліджень, які були б пов'язані з проблемою оцінки та забезпечення надійності ЗПРК, а тим більше із забезпеченням працездатності старіючих машин та обладнання для приготування кормів та роздавачів кормів [4, С. 156–158].

Крім того, виникають проблеми у підготовці обслуговуючого персоналу, як для експлуатації цих машин, так і для їх сервісного

обслуговування, технічного обслуговування і ремонту [5, С. 357–359; 7, С. 198–200].

Практика експлуатації ЗПРК на фермах ВРХ показує, що такої важливій проблемі, як методам оцінки та забезпечення експлуатаційної надійності складних систем, якими є мобільні та причіпні фермські комбайни, подрібнювачі – змішувачі приділяється ще не достатньо уваги. Тобто, сьогодні стає актуальним не лише провести аналіз особливостей умов експлуатації представлених комплексів машин, але й виявити причини формування і проявлення різних видів відмов, що лімітують необхідну надійність конструкцій ЗПРК.

**Мета досліджень** є оцінка надійності та встановлення характерних відмов засобів для приготування і роздавання кормів в залежності від умов і режимів їх експлуатації.

**Результати досліджень.** ЗПРК експлуатується в складних умовах впливу зовнішнього середовища, внутрішнього середовища приміщень в яких функціонують, навантажень при виконанні технологічних процесів. Найбільш навантаженим і напруженим періодом роботи ЗПРК на протязі року є період стійлового утримання худоби. Він характеризується різними погодними умовами, зміною в широких межах температури і вологості.

Умови експлуатації ЗПРК ускладнені високим вмістом в повітрі пилу. Додатково на механізми впливають силові і вібраційні навантаження, які обумовлені роботою безпосередньо ЗПРК та інших машин та обладнання, яке використовується на площадках для навантаження кормів та безпосередньо в приміщеннях ферм.

Виконання робіт з навантаження, подрібнення і змішування кормів і приготування кормових сумішей передбачає ймовірність випадкової взаємодії робочих органів ЗПРК з твердими включеннями. Для запобігання можливих пошкоджень механізмів, в їх конструкціях передбачені різноманітні захисні пристрої, які повинні спрацьовувати при перевантаженнях, що виникають в наслідок нерівномірної подачі або ж понад допустимої кількості складових кормів під час навантаження, подрібнення та змішування, або ж порушення режимів роботи засобу.

Суттєвий вплив на навантаження механізмів подрібнення і змішування ЗПРК вносить послідовність завантаження складових кормів у бункер. Для запобігання забиванню необхідно спочатку завантажувати компоненти з малою структурою, що дозволить запобігти забиванню вказаних механізмів.

Причиною перевантаження ЗПРК також може бути заповнення бункера квадратними або ж круглими тюками при підвищеній частоті обертання вала змішувального шнека. Можливе закручування стеблової маси, що також стає причиною перевантаження, а інколи на-

віть зупинки роботи механізму подрібнення і змішування. Тому, при переробці квадратних або ж круглих тюків рекомендується розвернути контр ножі в бункері на пасивну взаємодію з кормами та розпочинати роботу при повільній частоті обертання вхідного вала змішувального шнека.

Умови роботи механізмів ЗПРК відрізняються високим ступенем запиленості атмосфери. Значна запиленість пояснюється наявністю пилу на стеблах сіна або ж соломи, а також відділення дрібних складових абразивного й органічного характеру, які містяться в складі комбікормів та зерна. Робота механізмів і, особливо, робочих органів ЗПРК в таких умовах ускладнюється їх інтенсивним зношенням.

Але крім перерахованих вище, умови роботи ЗПРК також характеризуються високим впливом агресивного середовища, що є причиною корозії. Вплив корозії пояснюється не лише взаємодією деталей з трав'яним і кукурудзяним силосом, але й кормовими добавками з високим вмістом води, такими як пивна дробина, картопляна мезга, бурякова стружка. Умови експлуатації ЗПРК в приміщеннях тваринницьких ферм ускладнені високим вмістом в повітрі вологи, аміаку та вуглекислоти.

При функціонуванні засобів можливі раптові аварійні пошкодження робочих органів, особливо при попаданні разом з складовими кормів сторонніх твердих предметів. Крім того, аварійні пошкодження можуть виникнути і в результаті втомної дії циклічних навантажень, або перевантажень обумовлених нерівномірною подачею складових кормів. Раптові (аварійні) пошкодження характеризуються різною інтенсивністю їх проявлення і нажаль займають немале місце серед причин виходу з ладу робочих органів ЗПРК. В практиці експлуатації ЗПРК зустрічаються відмови пов'язані з різного роду відмовами приводу механізмів завантаження кормів, подрібнення-змішування та вивантаження кормової суміші. В період експлуатації були зафіксовані відмови в наслідок негерметичності гідравлічної апаратури та редуктора, відмови підшипникових вузлів механізмів приводу, причиною яких були перевантаження, підтікання оливи в місцях з'єднання гідравлічних рукавів та гідравлічного циліндра.

Слід зазначити, що деталі і вузли ЗПРК зношуються з різною інтенсивністю. Пояснюється це тим, що деталі і вузли виготовляються з різних матеріалів, мають різну зносостійкість та навантаження при експлуатації. Наприклад, активні деталі та робочі органи (ножі, шнеки, вали, мішалки та ін.) несуть більше навантаження, ніж пасивні (опорні плити, рами, корпуси та ін.). Крім того, допуски на розміри і посадку деталей, які забезпечуються підприємствами-виробниками коливається у великих межах. В результаті чого, одні й ті ж сполу-

чення мають різні допустимі зазори або натяги, а процес зношування в кожному випадку протікають з різною інтенсивністю.

Відмови, що обумовлені зношуванням деталей займають суттєву долю серед інших відмов характерних для ЗПРК. В більшій мірі вони проявляються з часом експлуатації машин. В умовах запиленості та наявності абразивних частинок, домінуючою формою зношування є абразивне. Цей вид зношування обумовлений безпосередньою взаємодією робочих поверхонь робочих органів та корпусних деталей з твердими абразивними частинками, які знаходяться в запиленому повітрі або на поверхні частинок складових кормів, які падають в зону тертя. В залежності від виду контакту та механізму протікання процесу, може спостерігатися абразивне зношування мікрорізнанням, коли під дією твердої частинки з поверхні металу робочого органу відокремлюється мікростружка. Можливе і деформаційне руйнування поверхні частинкою, яка переміщується по поверхні робочих органів. В результаті багато циклових навантажень на поверхнях тертя деталей проявляється втомне зношування з відокремленням частинок металу.

Важливе місце в підвищенні інтенсивності процесів зношування відіграє наявність зволоженої рослинної маси та кормових добавок. Вони сприяють зниженню міцності поверхневих шарів металу внаслідок проникнення молекул поверхово-активних речовин структуру металу. Крім цього хімічно-активні складові безпосередньо впливають на активізовані механічною дією поверхні тертя, вступають з ними в реакції і утворюють плівки з'єднань, які потім відокремлюються у вигляді продуктів зношування і виконують функцію абразивних частинок. Представлений механізм проявлення пошкоджень показує, що домінуючим впливом на деталі та робочі органи є корозійно-механічне зношування. Даний вид зносу характерний для ножів та фрез, різальних і протирізальних ножів, шнеків та інших робочих елементів механізмів ЗПРК.

Слід зазначити, що іншими причинами проявлення окремих пошкоджень та відмов є недостатня якість виготовлення деталей і вузлів. Невідповідність матеріалів деталей, відхилення від технології виготовлення, включаючи шорсткість поверхні й фінішну обробку, низька культура виробництва, відсутність технічного контролю призводить до виникнення відмов ЗПРК в процесі їх виробництва. Перераховані причини призводять до виникнення відмов в механізмах приводу, трансмісіях, бункерах і проявляються у вигляді перекосів, руйнування валів та кронштейнів від втомленості матеріалу, тріщин зварних швів.

Певна частина відмов є наслідком недосконалості у конструкторських розрахунках, виборі матеріалів або ж обґрунтуванні конс-

труктивних параметрів деталей і вузлів. Це, в першу чергу, проявляється при руйнуванні від втомленості матеріалів, коли деталі не витримують необхідної кількості циклів навантаження.

В значній мірі саме з особливостями конструкції пов'язані відмови ЗПРК з різним типом приводу змішувальних робочих органів. Конструкції ЗПРК можна розділити на машини з горизонтальним і вертикальним розташуванням змішувальних робочих органів. Змішувачі-роздавачі горизонтального типу в порівнянні з тими, що відносяться до вертикального типу, краще подрібнюють і змішують компоненти корму і забезпечують більш високу рівномірність роздавання суміші. Але разом з тим, горизонтальні змішувачі мають дуже невеликий дорожній просвіт, що ускладнює їх використання на невідпорядкованих фермах, в приміщеннях ферм, які збудовані не за типовими проектами, та при експлуатації на ґрунтових дорогах. Слід зазначити, що змішувачі горизонтального типу дуже чутливі до сторонніх включень через малі зазори між ріжучими і протиріжучими елементами. Каміні, шматки будівельних матеріалів та інші сторонні предмети, що потрапляють з кормами в бункери машин, призводять до серйозних поломок, на усунення яких потрібно багато часу і коштів. Вертикальні змішувачі, як правило, мають більший дорожній просвіт, вони менш чутливі до сторонніх включень, які можуть потрапляти з кормами на подрібнення, але роздають кормову суміш менш рівномірно. При однаковій місткості бункера вертикальні змішувачі вищі, ніж горизонтальні, що значно ускладнює їх використання в приміщеннях з низьким заїздами в приміщення ферм і перекриттями. Однак, в останні роки вертикальні кормозмішувачі витісняють горизонтальні.

Для приготування та роздавання кормових сумішей тваринам широке застосування в господарствах знаходять мобільні кормороздавачі-змішувачі зі зважувальним пристроєм. Такі засоби випускаються як зарубіжними, так і вітчизняними заводами-виготовлювачами. Нерідко зустрічаються відмови вказаних пристроїв, які пов'язані з порушенням в роботі електронних систем ЗПРК. Як показує досвід використання засобів, вони можуть виникати раптово, або формуватися поступово приводячи до функціональних відмов зважувальних пристроїв, механізмів дозування.

Значне навантаження на колеса ЗПРК, особливо для одноосних засобів, призводить до того, що колеса змішувачів-роздавачів швидко виходять з ладу. Виходячи з цього, для зменшення відмов ходових частин, нераціонально вказані машини використовувати для транспортування кормових сумішей від центральної ферми на інші ферми господарств. Причиною низької надійності ЗПРК є також відсутність на вітчизняних заводах випробувальних лабораторій, необ-

хідних для оперативної перевірки нових проектних рішень агрегатів і конструкцій машин; іншою важливою причиною є недотримання рекомендацій щодо випробувань машин перед початком їх серійного виробництва

Таким чином специфічними умовами експлуатації ЗПРК є:

- можливість виникнення аварійних пошкоджень при попаданні сторонніх твердих предметів;

- перевантаження механізмів, вузлів, трансмісії в наслідок нерівномірного завантаження складових кормів та порушення режимів роботи;

- високий рівень завантаження машини і короткі проміжки технологічних перерв;

- наявність середовища з високим вмістом абразивних часток і запиленістю домішками органічного походження;

- наявність агресивного корозійного середовища, включаючи складові кормів.

Постійний моніторинг та розробка заходів з усунення вказаних причин дозволить суттєво підняти рівень надійності вітчизняних та імпорتنих ЗПРК.

### **Висновки**

Проведена оцінка надійності вітчизняних ЗПРК від особливостей умов і режимів їх експлуатації вказує на необхідність перейняття досвіду у зарубіжних виробників з метою забезпечення високих показників надійності, які можуть бути досягнуті вирішенням наступних задач:

- відпрацюванням нових конструкцій машин та сучасних технологій виробництва машин, використання новітніх матеріалів та технологій зміцнення;

- формування нових підходів і створення моделей надійності систем «людина-машина» з виявленням ролі людського фактору в загальній проблемі забезпечення необхідного рівня техніки;

- забезпеченням підготовки обслуговуючого персоналу для експлуатації машин, сервісного обслуговування та ремонту;

- випробовуванням машин на стендах і в реальній експлуатації з метою виявлення слабких ланок та оптимізація основних показників надійності.

### **Список літератури**

1. *Аналіз відмов робочих органів засобів для приготування та роздавання кормів / А.В. Новицький, В.О. Соломка, О.В. Соломка, М.С. Білоус // IX-а Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». – Кіровоград, 2013. – С. 201–202.*
2. *Аналіз вітчизняних засобів для приготування і роздавання кормів / А.В. Новицький, С.С. Карабиньов, В.М. Чміль, О.М. Коморний // Матеріали VIII*

- Міжнародної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Перспективна техніка і технології 2012». – Миколаїв: МДАУ, 2012. – С. 96–101.
3. *Бойко А.И.* Логико-вероятностная модель оценки надёжности сельскохозяйственных машин / *А.И. Бойко, А.В. Новицкий, А.А. Банний, А.В. Кондратюк* // «Технические науки – от теории к практике» сборник статей по материалам XXIX международной научно-практической конференции. – Новосибирск: СибАК, 2013. – № 12 (25). – С. 149–156.
4. *Новицкий А.В.* Аналіз надійності засобів для приготування і роздавання кормів методом дерева відмов / *А.В. Новицкий, О.О. Банний* / Motrol, motoryzacja i energetyka rolnictwa motorization and power industry in agriculture. – Lublin, 2011. – Vol. 13B. – С. 117–123.
5. *Новицкий А.В.* Визначення показників надійності системи приготування і роздавання кормів / *А.В. Новицкий* // Науковий вісник Національний університет біооресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2012. – Вип. 170, ч. 2. – С. 355–361.
6. *Ревенко І.* Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі / *І. Ревенко, Т. Лісовенко, В. Хмельовський* // Пропозиція. – 2008. – № 9. – С. 106–114.
7. *Хмельовський В.С.* Класифікація багатофункціональних роздавачів-змішувачів / *В.С. Хмельовський, О.М. Пилипенко, О.М. Ачкевич* // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Х., 2009. – Вип. 79. – С. 286–294.

*Изложен анализ проблем надежности машин для приготовления и раздачи кормов в аграрном секторе Украины. Проведена оценка характерных отказов в зависимости от особенностей условий и режимов их эксплуатации.*

***Машина, надежность, отказ, восстановление, повреждение, изнашивание.***

*The paper analyzes the problems of machines for making and distribution of feed in agricultural sector of Ukraine. The conducted estimation of reliability of machines for making and distribution of feed is from the features of terms and modes of their exploitation.*

***Machine, reliability, failure, restoration, damage, wear.***

УДК 631.363

## **ТЕОРЕТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ВАЛЬЦЕДЕКОВОЮ ДРОБАРКОЮ**

***С.Є. Потапова, кандидат технічних наук***

*Запропоновано модель процесу подрібнення у вальцедекових зернодробарках для уточнення фізичного механізму руйнування фуражного зерна.*

© С.Є. Потапова, 2015