

давления воздуха в камере гидрораспределителя от суммарного зазора в золотниковой паре. Разработано устройство для экспресс диагностики, который позволяет проверить техническое состояние золотниковой пары гидрораспределителя без демонтажа с машины. Разработана методика для диагностирования золотниковых пар устройством для пневматической экспресс диагностики. Определен критерий выбраковки золотниковых пар за скоростью падения давления до контрольной отметки, превышающей 10 сек. Построена тарировочная кривая, как инструмент диагностики состояния золотниковой пары по суммарному зазору.

Ключевые слова: гидрораспределитель, золотникова пара, пневматическое диагностирования, герметичность

METHOD OF DIAGNOSTICS OF PNEUMATIC VALVES FOR LEAKS

V. A. Didur, O. I. Maskevich, V. V. Panina

Abstract. In paper the analysis of methods and means of diagnosing the pneumatic tightness of the slide valve steam control valves. The proposed device for pneumatic expressdigital the tightness of the slide valve pairs. The results of the experiment on the test device. The obtained dependence of the rate of drop of air pressure in the chamber of the valve from the overall gap in spools pair. Device for express-diagnostics which allows to check the technical condition spools pair of valve without removal from the machine. A technique is developed to diagnose the slide valve couples the pneumatic device for express diagnostics. Have defined the criteria for culling the slide valve steam speed pressure drop to control levels greater than 10 seconds. The constructed calibration curve as a tool for diagnosing the state spools pair according to the cumulative gap.

Key words: hydrodispenser, spools pair, compressed air diagnostics, integrity

УДК 631.342.1

ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ КОРМІВ МОБІЛЬНИМ КОМБІНОВАНИМ КОРМОПРИГОТУВАЛЬНИМ АГРЕГАТОМ

**I. I. Ревенко, доктор технічних наук
В. С. Хмельовський, кандидат технічних наук
e-mail: hmeltas@online.ua**

Анотація. Наведені результати дослідження якості приготування кормів комбінованим агрегатом, який забезпечує

© I. I. Ревенко, В. С. Хмельовський, 2016

одночасне подрібнення і змішування компонентів з наступним дозованим їх роздаванням рогатій худобі. Апробовано метод оцінки рівномірності змішування кормів за розподілом вологи. Апробація методу оцінки якості змішування за перерозподілом вологи в кормовій суміші для великої рогатої худоби показала повну адекватність результатів порівняно з традиційним методом використання контрольного компоненту. При цьому перший варіант відзначається простотою реалізації, забезпечує можливість швидше визначити рівномірність змішування та може застосовуватись у випадках одночасного подрібнення і змішування кормів. Визначено мінімальний достатній час змішування після введення останнього компоненту в бункер МКПА.

Ключові слова: *кормові компоненти, сумішки, вологість, рівномірність змішування, кормоприготувальний агрегат*

Постановка проблеми. Основою інтенсивного розвитку тваринництва є, як відомо, повноцінна годівля, яка забезпечується виробництвом достатньої кількості кормів, зведенням до мінімуму їх втрат при заготівлі і зберіганні, а також правильною і високоякісною підготовкою до згодовування. А головними факторами повноцінної годівлі є [1]: повний набір незамінних поживних речовин, своєчасне і оптимально узгоджене у кількісному відношенні надходження їх у організми тварин.

Для достатньо повного задоволення потреб тварин кормові раціони повинні бути збалансовані приблизно за 20-ти нормованими показниками для рогатої худоби і за 50-80-ти показниками – для свиней та птиці [2]. Причому число контрольованих показників зростає в міру підвищення рівня інтенсифікації тваринництва.

Аналіз останніх досліджень. Результати наукових досліджень та багаторічного виробничого досвіду свідчать, що з максимальною технологічною ефективністю (за виходом продукції тваринництва) кормові ресурси лише у перероблено вигляді в складі повно раціонних збалансованих сумішок. Встановлено, наприклад [3], що коли в раціонах рогатої худоби (жуйних тварин) не вистачає 20-25% перетравного протеїну, вихід продукції скорочується на 30-35%. При цьому питомі витрати кормів зростають на 30-40%, а собівартість вироблюваної продукції підвищується у 1,5 рази. Затрати ж на обробку кормів в процесі їх підготовки до згодовування менші у 3-4 рази за вартість додатково одержаної завдяки цьому тваринницької продукції [4].

Таким чином підвищення ефективності тваринництва неможливе без правильної підготовки кормів до згодовування [4, 5]. Цей процес може включати різні технологічні операції, серед яких найважливішими і практично обов'язковими є подрібнення вихідних компонентів і приготування з них збалансованих сумішок [6, 7]. В процесі кормоприготування якість продуктів подрібнення

визначають за показниками середнього розміру кормових часток та рівномірності фракційного складу; критерієм якості змішування є рівномірність розподілу кормових компонентів між собою у складі кормової суміші. Останній показник має важливе значення в разі приготування кормових сумішок не для окремих тварин, а для цілих технологічних груп. Традиційно для оцінки рівномірності змішування використовують контрольний компонент (наприклад, відкаліброване насіння буряків, зерна кукурудзи, проса тощо), який додається у кормову суміш в невеликих кількостях [8, 9]. Такий метод займає багато часу і значних затрат праці на його реалізацію, іноді потребує спеціального лабораторного обладнання. В разі виробничої перевірки контрольний компонент, крім того, повинен бути безпечним для подальшого згодовування кормової суміші тваринам. Слід також зазначити, що для випадків одночасного подрібнення і змішування кормів варіант з використанням контрольних компонентів органічного походження суттєво ускладнюється, оскільки після подрібнення їх зовсім неможливо виділити із одержаної сумішки.

У зв'язку з відміченим пошуки і розробка нових методів оцінки якості приготування повноцінних, збалансованих кормових сумішок є досить актуальним і має певну наукову та практичну значимість.

Відомі різні способи оцінки якості змішування подрібнених кормових компонентів. Так, в роботах [10, 11] описано спосіб оцінки рівномірності змішування при приготуванні комбікормів з рідкою жировою добавкою. При цьому коефіцієнт рівномірності визначається методом цифрової обробки зображення. При одночасному подрібненні і змішуванні інгредієнтів комбікорму за контрольний компонент було використано [12] чавунний порошок з розміром часток 0,2-1 мм, що дозволило відділяти його із проб приготовленої сумішки за допомогою магніту.

Вказується також на можливість визначення рівномірності розподілу грубих кормів при випробуванні подрібнювачів-змішувачів за такою ознакою як вологість [9], але цей варіант оцінки практично не має виробничої перевірки. Відомі способи дають можливість використовувати проби мінімально допустимої маси для знаходження концентрації контрольного компоненту, здійснювати розрахунки коефіцієнта рівномірності суміші. Проте способи і методики оцінки якості процесів змішування, зокрема, щодо рівномірності кормових сумішок, потребують подальших досліджень і вдосконалення з метою спрощення самої методики і зменшення трудомісткості їх реалізації.

Мета досліджень. Апробація методу оцінки якості (рівномірності) змішування шляхом перерозподілу вологи в кормових сумішках для рогатої худоби.

Результати досліджень. Гіпотеза методу оцінки рівномірності змішування кормової сумішки без внесення і виділення будь-якого контрольного компоненту ґрунтується на перерозподілі вологи кормових компонентів між собою в процесі їх перемішування.

Відповідно до заданого складу кормового раціону (перелік та нормована доза вихідних компонентів, що входять до його складу) перед приготуванням кормової суміші необхідно визначити вологість кожного з них до завантаження їх в бункер змішувача. Потім слід розрахувати очікувану (теоретичну) вологість сумішки $W_{c.T}$ як середньозважений показник за відомою формулою:

$$W_{c.T} = \frac{m_1 W_1 + m_2 W_2 + \dots + m_n W_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \quad (1)$$

де: m_1, m_2, m_n – маса вихідних компонентів, що входять до складу кормового раціону, кг; W_1, W_2, W_n – вологість відповідних кормових компонентів, %.

В процесі приготування кормової суміші відбирають проби і визначають її фактичну вологість W_{ϕ} . Порівняння фактичної та теоретичної вологості дозволяє оцінювати закономірність розподілу вологи у всьому об'ємі приготовленої сумішки, отже, і рівномірність перемішування кормових компонентів. При цьому ступінь нерівномірності змішування або відхилення від розрахункового значення δ становить:

$$\delta = \frac{W_{c.m} - W_{\phi}}{W_{c.m}} 100\%.$$

Для достовірної оцінки рівномірності змішування за розподілом вологи проби слід відбирати з різних зон усього об'єму змішувача порційної дії або ж через рівні проміжки часу на виході із потокового (безперервної дії) змішувача. Кількість проб приймають залежно від структурного складу кормового раціону, діючих зоотехнічних вимог щодо рівномірності сумішки та необхідної вірогідності результату. Посилаючись на результати наукових досліджень та практики виробничого випробування змішувачів кормів число проб можна рекомендувати від 10 до 120. В роботах [8, 9] відмічається, що в разі приготування вологих сумішок з включенням стеблових та соковитих кормів 20-40 проб забезпечують вірогідність результату 0,95.

Масу проби M_n рекомендується [13] приймати з умови досягнення необхідної точності оцінки. Для варіантів з контрольним компонентом M_n визначається за формулою:

$$M_n = 10^4 V_c \rho \frac{\alpha^2}{\varepsilon^2 k} (1-k),$$

де: V_c – середній об'єм часток контрольного компоненту, см^3 ; ρ – його щільність; $\text{кг}/\text{см}^3$; α – заданий рівень значимості (для вірогідності 0,95 $\alpha = 1,96$); ε – допустима погрішність оцінки, не більше 5 %.

В практиці випробування сільськогосподарської техніки при визначенні якості змішування масу проби приймають [14]: для комбікормових сумішок 5 г, вологих сумішок для свиней та сухих для рогатої худоби 100 і для вологих сумішок рогатій худобі 300 г. У спрощеному варіанті (без попереднього визначення вологості вихідних компонентів та очікуваної вологості сумішки) оцінки рівномірності змішування вологість приготовленої кормової сумішки приймається як контрольований параметр. Тоді визначається рівномірність вологості у пробах, взятих з усього об'єму сумішки.

Виробничу апробацію методу оцінки якості змішування ми проводили в процесі приготування кормів для великої рогатої худоби мобільним комбінованим кормоприготувальним агрегатом (МКПА), який забезпечував одночасне подрібнення і змішування компонентів з наступним дозованим роздаванням їх у годівниці чи на кормові столи. Дозування вихідних компонентів при завантаженні їх у бункер (рис. 1) здійснювали за допомогою вагового механізму МКПА. Вологість кормових компонентів та кормової суміші визначали вологоміром ВЛК-01, можна використати також вологомір зерновий (аналог Wile-55, Фінляндія) та ін.

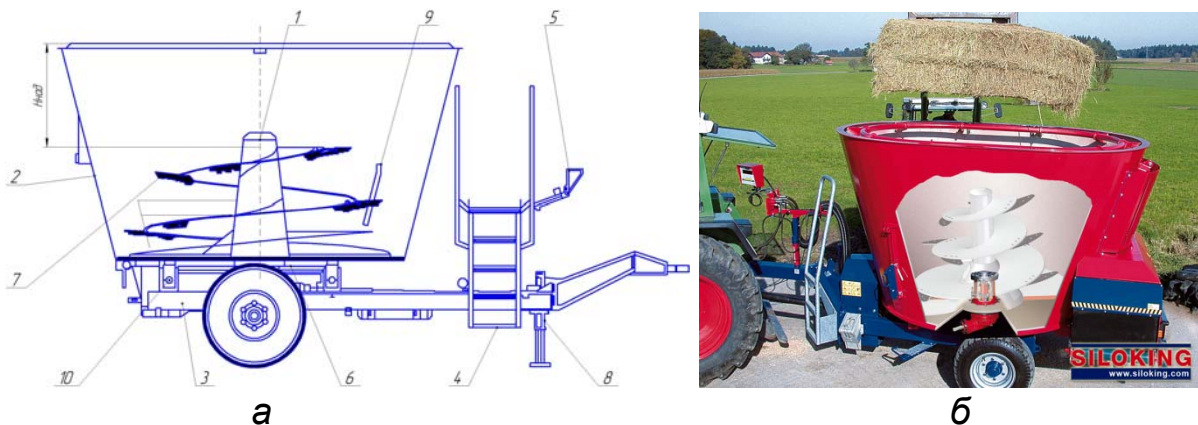


Рис. 1. Схема (а) та загальний вигляд (б) мобільного комбінованого агрегата для приготування і роздавання кормів: 1 – шнек; 2 – бункер; 3 – рама; 4 – драбина; 5 – дисплей системи зважування; 6 – редуктор; 7 – ніж; 8 – лапа підставки; 9 – проти різи; 10 – датчики системи зважування.

В процесі приготування кормової суміші в МКПА змішування відбувається в кілька етапів, в кожному з них перемішуються умовно два кормові компоненти. Таке твердження ґрунтується на принципі роботи МКПА: після завантаження першого кормового компоненту в бункер агрегату останній переїжджає до наступного сховища і в цей час завантажений компонент подрібнюється; потім інший компонент додається в бункер, де відбувається подальше подрібнення з одночасним перемішуванням завантажених компонентів між собою,

утворюючи таким чином сумішку з іншими фізико-механічними властивостями, що відрізняються від початкових. До цього цієї попередньої сумішки, як єдиного умовного компонента, з іншого сховища додається наступний компонент і т.д.

Показники оцінки якості змішування за методом розподілу вологи порівнювали з результатами нерівномірності змішування, визначеними за стандартною методикою, яка передбачає додавання контрольного компонента (насіння цукрових буряків) в кількості 1% по відношенню до маси кормової суміші.

Нерівномірність суміші у варіанті з контрольним компонентом коефіцієнтом варіації v [8, 9, 15]:

$$v = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

де: X_i – концентрація контрольного компонента в пробах, г;

$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ – середнє арифметичне відхилення концентрації компонента; n – кількість проаналізованих проб.

Ступінь рівномірності δ сумішки при цьому визначали за виразом:

$$\delta = 100 - v.$$

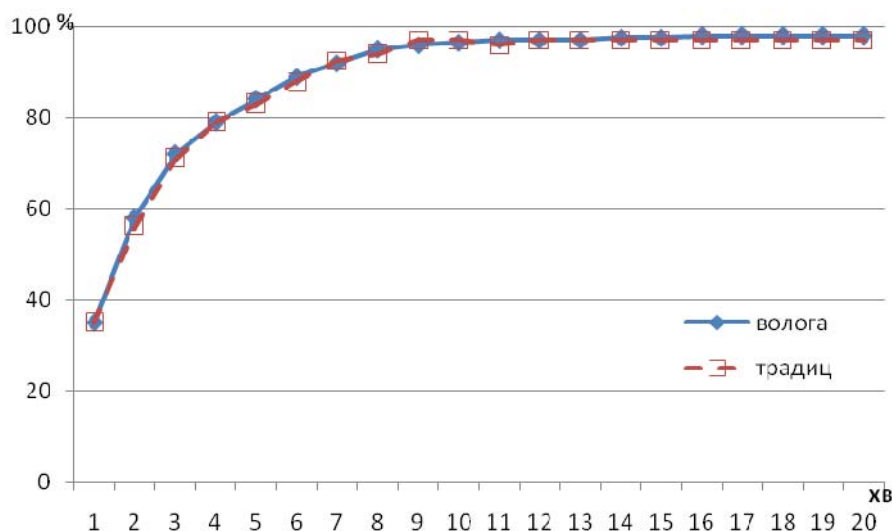


Рис. 2. Залежність якості приготування кормів від часу обробки (після завантаження останнього компонента в бункер МКА): —◇— — показник рівномірності δ визначено за методом перерозподілу вологи; —□— — δ визначено за контрольним компонентом.

Результати проведених досліджень свідчать, що за описаного принципу роботи МКПА процес перемішування відбувається досить інтенсивно (рис. 2): після завантаження останнього кормового

компоненту в бункер агрегата, мінімально допустима зоотехнічними вимогами рівномірність змішування (85%) забезпечується перемішуванням впродовж 6-8 хв. При цьому показники оцінки якості змішування за методом розподілу вологи та контрольного компоненту практично співпадали протягом всього часу обробки кормів.

Висновки

Апробація методу оцінки якості змішування за перерозподілом вологи в кормовій суміші для ВРХ показала повну адекватність результатів порівняно з традиційним методом використання контрольного компоненту. При цьому перший варіант відзначається простотою реалізації, забезпечує можливість швидше визначити рівномірність змішування та може застосовуватись у випадках одночасного подрібнення і змішування кормів.

Визначено мінімальний достатній час змішування після введення останнього компоненту в бункер МКПА.

Список літератури

1. *Дмитроченко А. П.* Кормление сельскохозяйственных животных / *А. П. Дмитроченко, П. Д. Пшеничный.* – Л.: Колос, 1975. – 480 с.
2. *Корма : справочная книга / Под ред. М. А. Смуригина.* – М.: Колос, 1977. – 368 с.
3. *Забродський О.* Моделі кормової бази для виробництва яловичини / *О. Забродський // Тваринництво України.* – 1996. – № 5. – С. 20–22.
4. *Бабич А. А.* Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства, хранения и использования кормов / *А. А. Бабич, Д. К. Моторный // Под ред. М. В. Зубца.* – К.: Урожай, 1986. – 104 с.
5. *Ревенко Иван.* Качество приготовления и эффективность использования концентрированных и комбинированных кормов / *Иван Ревенко, Юлий Ревенко // MOTROL.* – Lublin-Rzeszow, 2013. – Vol. 15, № 3. – С. 356–361.
6. *Ревенко І. І.* Основні принципи ресурсозбереження у кормовиробництві та кормоприготуванні / *І. І. Ревенко // Науковий вісник Національного аграрного університету.* – К., 1997. – С. 127–133.
7. *Ревенко І. І.* Ресурсозбережні принципи виробництва продукції тваринництва / *І. І. Ревенко // Вісник аграрної науки.* – 1998. – Спец. випуск, вересень. – С. 145–151.
8. *Кукта Г. М.* Технология переработки и приготовления кормов / *Г. М. Кукта.* – М.: Колос, 1978. – 240 с.
9. *Кукта Г. М.* Машины и оборудование для приготовления кормов / *Г. М. Кукта.* – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
10. *Деркач К. М.* Визначення якості змішування комбікорму з рідкою жирною добавкою / *К. М. Деркач // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету.* Серія: технічні науки. – Луганськ: ЛНАУ, 2012. – № 35. – С. 90–98.
11. *Деркач К. М.* Розробка методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирною добавкою / *К. М. Деркач // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація.* – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вин. 25, ч. 1. – С. 107–112.

12. Пат. 25131U (Україна). Спосіб оцінки якості змішування сухих сипких компонентів при одночасному їх подрібненні / Ревенко І. І., Пилипенко О. М., Ревенко Ю. І., Чибис С. М., Хмельовський В. С. – Опубл. бюл. № 11. 25.07.2007.
13. Краснов Д. А. Теоретические основы и формулы определения веса проб / Д. А. Краснов. – М.: Недра, 1969. – 124 с.
14. ОСТ 70.19.2-83. Испытания сельскохозяйственной техники: Машины и оборудование для приготовления кормов. Программа и методы испытаний. – М., 1984. – 114 с.
15. Кукта Г. М. Оценка процессов смешивания кормов / Г. М. Кукта, А. И. Голосов, А. Ш. Финкельштейн // Механизация и электрофикация социалистического сельского хозяйства. – 1969. – № 2. – С. 48–51.

References

1. Dmytrochenko, A. P., Pshenychnyy, P. D. (1975). Kormlenye sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh [Feeding farm animals]. L.: Kolos, 480.
2. Smuryhyna, M. A. (1977). Korma : spravochnaya knyha [Food : reference book] / Pod red. M.: Kolos, 368.
3. Zabrods'kyy, O. (1996). Modeli kormovoyi bazy dlya vyrobnytstva yalovychyny [Model forage base for beef production]. Farming In Ukraine, 5, 20–22.
4. Babych, A. A., Motorny, D. K. (1986). Resurso- y enerhosberyhayushchye tekhnolohyy proyzvodstva, khranenyya y yspol'zovanyya kormov [Resource and energy saving technology of production, storage and use of feed]. Pod red. K.: Urozhay, 104.
5. Revenko, Ivan. Revenko, Yulyy. (2013). Kachestvo pryhotovlenyya y efektyvnost' yspol'zovanyya kontsentryrovannykh y kombynyrovannykh kormov [Cooking quality and efficiency in the use of concentrates and combined forages]. MOTROL. Lublin-Rzeszow, Vol. 15, 3, 356–361.
6. Revenko, I. I. (1997). Osnovni pryntsypy resursozberezhennya u kormovyrobnytstvi ta kormopryhotuvanni [Basic principles of resource saving in feed production and cosmopiltan]. Scientific Bulletin of National Agrarian University. K., 127–133.
7. Revenko, I. I. (1998). Resursozberezhni pryntsypy vyrobnytstva produktsiyi tvarynnytstva [Resurs saving principles of livestock production]. Bulletin of Agricultural Science, Spets. vypusk, veresen', 145–151.
8. Kukta, H. M. (1978). Tekhnolohyya pererabotky y pryhotovlenyya kormov [Technology of processing and preparation of feed]. M.: Kolos, 240.
9. Kukta, H. M. (1987). Mashyny y oborudovanye dlya pryhotovlenyya kormov [Machines and equipment for preparation of feed]. M.: Ahropromyzdat, 303.
10. Derkach, K. M. (2012). Vyznachennya yakosti zmishuvannya kombikormu z ridkoyu zhyrovoyu dobavkoyu [Determine the quality of mixing of feed with liquid fat supplement]. Naukovyy visnyk Luhans'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: tekhnichni nauky. Luhans'k: LNAU, 35, 90–98.
11. Derkach, K. M. (2012). Rozrobka metodu otsinky yakosti zmishuvannya rozsyprnoho kombikormu z ridkoyu zhyrovoyu dobavkoyu [Development of a method to assess the quality of mixing of loose mixed fodder with liquid fatty addition]. Zbirnyk naukovykh prats' Kirovohrads'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu / tekhnika v sil's'kohospodars'komu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannya, avtomatyzatsiya. – Kirovohrad: KNTU, Vyn. 25, ch. 1, 107–112.
12. Пат. 25131U (Україна). Спосіб оцінки якості змішування сухих сипких компонентів при одночасному їх подрібненні [Method of evaluation of the

quality of mixing the dry granular components, while grinding] / Revenko, I. I., Pylypenko, O. M., Revenko, Yu. I., Chybys, S. M., Khmel'ovs'kyi, V. S. Opubl. byul. № 11. 25.07.2007.

13. Krasnov, D. A. (1969). Teoretycheskiye osnovy y formuly opredelenyya vesa prob [Theoretical basis and formulas for determining weight of samples]. M.: Nedra, 124.

14. OST 70.19.2-83. (1984). Ysytanyya sel'skokhozyaystvennoy tekhniky: Mashyny y oborudovanye dlya pryhotovlenyya kormov. Prohramma y metody ysytanyy [Testing of agricultural machinery: Machinery and equipment for feed preparation. Program and test methods]. M., 1984. 114.

15. Kukta, H. M., Holosov, A. Y., Fynkel'shteyn, A. Sh. (1969). Otsenka protsessov smeshyvanyya kormov [Evaluation of processes of mixing the feed]. Mechanization and electrification of agriculture, 2, 48–51.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ КОРМОВ МОБИЛЬНЫМ КОМБИНИРОВАННЫМ КОРМОПРИГОТУВАЛЬНЫМ АГРЕГАТОМ

И. И. Ревенко, В. С. Хмелевский

Аннотация. *Приведены результаты исследования качества приготовления кормов комбинированным агрегатом, который обеспечивает одновременное измельчение и смешивание компонентов с последующим дозированным их раздачей рогатому скоту. Апробирован метод оценки равномерности смешивания кормов за распределением влаги. Апробация метода оценки качества смешивания за перераспределением влаги в кормовой смеси для крупного рогатого скота показала полную адекватность результатов по сравнению с традиционным методом использования контрольного компонента. При этом первый вариант отличается простотой реализации, обеспечивает возможность быстрее определить равномерность смешивания и может применяться в случаях одновременного измельчения и смешивания кормов. Определен минимальный достаточное время смешивания после введения последнего компонента в бункер МКПА.*

Ключевые слова: *кормовые компоненты, смеси, влажность, равномерность смешивания, кормоприготовительный агрегат*

ASSESSMENT OF QUALITY OF FEED MIXING MOBILE COMBINED FEEDPREPARE THE UNIT

I. I. Revenko, S. V. Khmielovsky

Abstract. *The results of the research of quality of preparation of feed combined unit, which enables simultaneous grinding and mixing of components with subsequent dosed their distribution of cattle. Tested a method of evaluating the uniformity of feed mixing and for water distribution. Testing method of evaluating the quality of mixing during the redistribution of moisture in the feed mixture for cattle showed complete adequacy of the results compared to the traditional method of using a*

test component. In this first embodiment is characterized by ease of implementation, provides the ability to quickly to determine the uniformity of mixing and can be used in cases of simultaneous grinding and mixing feed. Determination of minimum sufficient mixing time after the introduction of the last component in the bunker МКРА.

Key words: feed ingredients, mixture, moisture content, uniformity of mixing, armoricaine unit

УДК 662.763.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ ОБ'ЄМНОГО ПРОМИВАННЯ БІОДИЗЕЛЯ

**О. В. Поліщук, Н. І. Козак, магістри
В. М. Поліщук, С. Є. Тарасенко, кандидати технічних наук
e-mail: polischuk.v.m@gmail.com**

Анотація. Обґрунтована необхідність очищення біодизеля від лужного каталізатора. Описаний спосіб та приведена методика очищення біодизеля шляхом об'ємного промивання. Встановлене незадовільне очищення біодизеля від каталізатора при об'ємному промиванні. При об'ємному промиванні за допомогою лопатевих мішалок лужність біодизеля з часом зростає, що можна пояснити розбиванням пластинок цитрату калію на більш дрібні в результаті механічного перемішування та поганого їх переходу від шару біодизеля до шару води. Отже, об'ємне промивання протягом чотирьох годин незадовільно звільняє біодизель від каталізатора.

Ключові слова: біодизель, лимонна кислота, нейтралізація, цитрат калію, мішалка

Постановка проблеми. При виробництві біодизеля за традиційною технологією застосовується лужний каталізатор (як правило, гідроксид калію), який викликає корозію алюмінієвих деталей двигуна та роз'їдає гумові прокладки [1]. Тому біодизель звільняється від каталізатора шляхом нейтралізації слабким водним розчином лимонної кислоти [2] з утворенням солей (цитрату калію), які утворюють дрібні пластинки, осадження яких займає значний час [3]. Одним із способів звільнення біодизеля від пластинок цитрату калію є його об'ємне промивання. Для цього змішуються рівні кількості води та біодизеля, після чого вони перемішуються, відстоюються, вода зливається, і процес повторюється багато разів [4].

© О. В. Поліщук, Н. І. Козак, В. М. Поліщук, С. Є. Тарасенко, 2016