

Здесь удобно перейти от величины относительного деформирования к величине относительного изменения высоты ЭЭК $\lambda \equiv 1 - \varepsilon$, при этом критериальное условие (37) будет иметь вид

$$\lambda > \lambda^* \frac{\sigma^* H_0}{5GR_0}, \quad (38)$$

где λ^* – является наибольшим положительным корнем, меньшим единицы, следующего кубического уравнения

$$A^2 (\lambda^*)^3 + 2A (\lambda^*)^2 + \frac{11}{5} \lambda^* - \frac{11}{5} = 0, \quad (39)$$

$$A \equiv \frac{\sigma^* H}{5GR_0}.$$

Уравнение (39) получено из (36) после соответствующей замены переменной и вычисления величины λ^* . Система неравенств (38) и уравнения (39) образует критерий разрушения ЭЭК при статическом нагружении по величине допустимой осадки под нагрузкой.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Термомеханика эластомерных элементов при циклическом нагружении / Потураев В.Н., Дырда В.И., Карнаухова В.Г. и др. – Киев: Наук. думка, 1987. – 288 с.
2. Универсальный конструктивно-деформационный параметр и β -метод в механизме деформирования резиновых деталей / Дырда В.И., Сенченков И.К., Мазнецова А.В., Твердохлеб Т.Е. // Тр. II Международного симпозиума по механике эластомеров, г. Днепропетровск, июнь 1997. – Днепропетровск: Полиграфист, 1997. – Т. 1. – С. 204-234.
3. Потураев В.Н., Дырда В.И., Круш И.И. Прикладная механика резины. – Киев: Наук. думка, 1980. – 260 с.
4. Черных К.Ф. Нелинейная теория упругости в машиностроительных расчетах. – Л.: Машиностроение, 1986. – 336 с.
5. Трелоар Л. Физика упругости каучука. – М.: Ин. лит., 1953. – 240 с.
6. Габасов Р., Кирилова Ф.М. Методы оптимизации. – Минск: Изд-во БГУ, 1975. – 280 с.
7. Ляпунов В.Т., Лавендел Э.Э., Шляпочников С.А. Резиновые виброизоляторы. – Л.: Судостроение, 1988. – 261 с.
8. Дырда В.И. Прочность и разрушение эластомерных конструкций в экстремальных условиях. – Киев: Наук. думка, 1988. – 232 с.

УДК 621.436

Кухаренко П.М., Улексін В.О.

СТАЛІЙ РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Для забезпечення стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва в статті обґрунтована перспективність застосування електроенергії для приводу ґрунтообробних машино-тракторних агрегатів.

STABLE DEVELOPMENT OF POWER SECURITY OF AN AGRICULTURAL PRODUCTION

For security of a stable development of an agricultural production in a paper perspective of application of the electric power for a drive of soil-cultivating machine-tractor aggregates is justified.

Актуальність. Відомо, що непоновлювані енергетичні ресурси Землі, крім кам'яного вугілля, будуть вичерпані до 2050 року. Це означає, що в умо-

вах існуючої системи використання енергії ні промисловість, ні сільське господарство не мають перспектив довгострокового розвитку [1]. Практично всі сучасні мобільні енергетичні засоби механізації рослинництва обладнані двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ), для живлення яких потрібне паливо, пристосоване до швидкого горіння в умовах камери згоряння. Аналіз можливостей використання різних горючих продуктів у якості моторного палива вказує на відсутність ефективних заміників бензину та дизельного пального. Так, газові двигуни через необхідність зберігання запасу газу у балонах під тиском програють традиційним за масово-габаритними показниками; метанол, ефіри та рослинні олії виявляються дорогими, застосовуються лише по необхідності і повністю не вирішують проблеми заміни нафтового палива. Оптимізм з приводу впровадження ріпакового палива [2], при детальному розгляді проблем виробництва та застосування «біодизеля» виявляється не зовсім виправданим. Слід згадати, що ще на самому початку впровадження тракторів у сільськогосподарське виробництво, вагомим аргументом на користь застосування трактора замість гужової тяги була економія земельних угідь, які не треба було засівати кормовими культурами для годування робочої худоби [3].

Спроби застосування електроенергії для приводу мобільних сільськогосподарських машин не знайшли широкого практичного застосування в основному через невирішеність проблеми передачі електроенергії мобільній машині [4], але досвід цієї роботи заслуговує на увагу.

Результати виробничих випробувань електротракторів знайшли узагальнення у довіднику [5]. Наведені тут параметри ґрунтообробних машинно-тракторних агрегатів (МТА) на базі електротракторів з кабельним живленням, створених на основі шасі серійних тракторів, дозволяють порівняти їх показники з параметрами сучасних МТА на базі дизельних тракторів (таблиця 1). При обчисленні відношення енерговитрат до вартості енергії на виконання одиниці роботи трактором з ДВЗ та електротрактором урахувалось, що 1 кг дизпалива дає 42,5 МДж і коштує 4 грн., а 1 кВт·год електроенергії становить 3,6 МДж і коштує 0,2 грн. У 1974 році вартість електроенергії становила 0,04 крб./кВт·год, а дизельного пального – 0,10 крб./кг.

Таблиця 1 – Порівняння енергоємності обробітку ґрунту з використанням дизельних тракторів та електротракторів з кабельним живленням

Операція	Витрати енергоносія		енерговитрат, МДж/МДж	Відношення	
	трактором з ДВЗ, кг/га*	електротрактором, кВт·год/га		вартості витраченої енергії	
				грн./грн.**	крб./крб.***
Оранка	16÷25	44÷57	3,3÷6,7	5,6÷11,3	0,7÷1,41
Культивація	8÷9	20÷23	4,1÷5,3	6,9÷9,0	0,86÷1,13
Посів зернових	4÷6	12÷13	3,6÷5,9	6,1÷10,0	0,76÷1,25

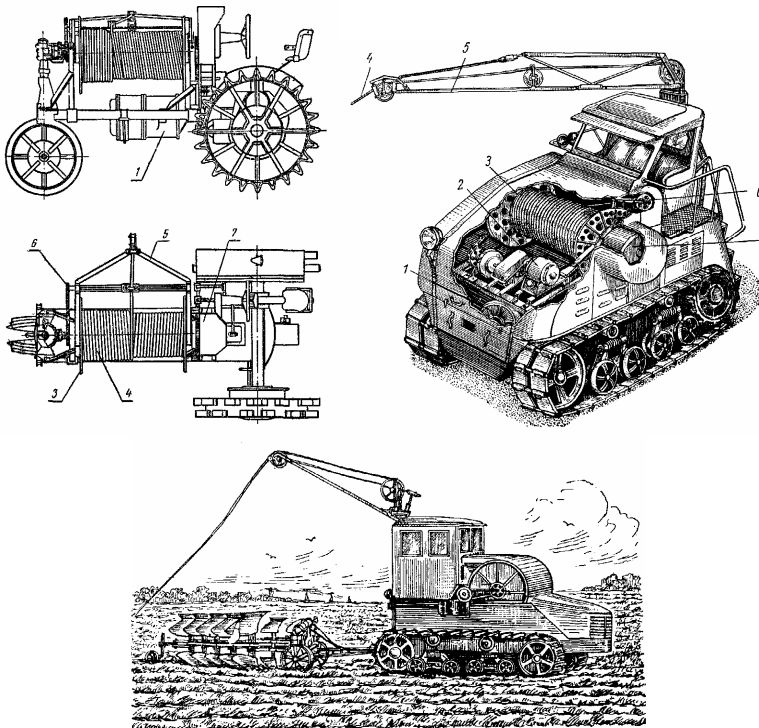
* станом на 2002...2005 рр. ** за цінами 2006 року. *** за цінами 1974 року

Величина відношення вартості енергії в останній колонці таблиці 1 менша одиниці означає, що на виконання однієї і тієї ж роботи витрачена електротрактором електроенергія коштує більше, ніж витрачене звичайним тракто-

ром дизельне паливо. Отже, у 1974 році економічна доцільність впровадження електротракторів була сумнівною.

Якщо відношення вартості палива до електроенергії досить легко пояснюється співвідношенням їх цін і особливої зацікавленості не викликає, то співвідношення витрат первинної енергії у МДж/МДж, що знаходяться у третій колонці таблиці 1, привертають увагу: застосування електротрактора потребує у 3÷6 разів менших витрат енергії, ніж застосування дизельного трактора на виконання тієї ж роботи!

Пояснення цієї обставини також досить просте, але наводить на роздуми. Дослідні електротрактори (рис. 1) обладнувались трьохфазними асинхронними двигунами, які мали ККД (з урахуванням втрати в кабелях електропередачі) у межах $0,88 \div 0,92$ [5, 6]. Для узгодження роботи асинхронного двигуна з ведучими органами застосовувалась трансмісія базового трактора, включаючи зчеплення та коробку передач. Тракторний дизель в умовах експлуатаційного завантаження має ККД $0,25 \div 0,3$. Отже, електричний двигун, маючи у порівнянні з дизелем у 3÷3,5 рази вищий експлуатаційний ККД, забезпечував у стільки ж разів менші витрати первинної енергії.



1 – тяговий електродвигун; 2 – електродвигун приводу барабана; 3 – кабельний барабан; 4 – кабель; 5 – кабелеприймна стріла; 6 – кабелеукладчик; 7 – струмомірач
Рис. 1 – Електротрактори з кабельним живленням ЕТУ-13, ЕТ-5 та ХТЗ-12 [5, 6]

Для оцінки ефективності використання первинної енергії виконаного порівняння явно недостатньо. Необхідно розглянути увесь ланцюг і простежити всі його ланки від наявного енергоносія до отримання потрібної механічної енергії з урахуванням всіх її перетворень. Ефективність використання первинної сировини буде залежати від ефективності кожної ланки ланцюга, бо кожна операція з продуктом, включаючи процеси транспортування, накопичення, зберігання, контроль на шляху від сировини до робочої машини створює додаткові втрати і витрати, збільшуючи вартість кінцевої енергії. У процесах енергозабезпечення нафтопродуктами значну частку вартості кінцевої енергії складають саме операції транспортування, накопичування та зберігання, що пов'язане з віддаленістю місць видобутку нафти та споживання нафтопродуктів. Розглянемо варіант живлення тракторів популярним нині «біодизелем».

Привабливим у застосуванні рослинного палива для сільськогосподарських товаровиробників є скорочення транспортних витрат за рахунок вирощування та переробки сировини у місцях її споживання, незалежність від постачальників. Суттєвим недоліком слід вважати вилучення земель для вирощування енергетичної сировини, використання і перетворення якої у роботу машин може здійснюватися за різними схемами, а значить і з різною ефективністю. Проказана на рис. 2 схема виробництва та використання «біодизеля» склалася як традиційна, з використанням існуючих машин та принципів енергозабезпечення.

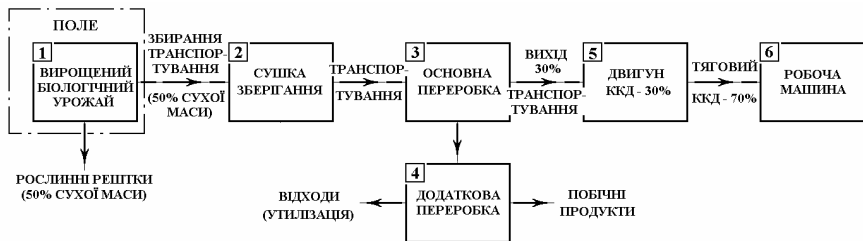


Рис. 2 – Традиційна схема енергозабезпечення робочих машин «біодизелем»

З поля збирається лише насіння, яке становить приблизно 50 % сухої маси біологічного урожаю 1, друга половина лишається на полі у вигляді рослинних решток, які в сухому стані є горючими речовинами з теплою згоряння, не меншою, ніж у зібраного насіння. Після процесів транспортування, сушки та зберігання 2 насіння його піддають переробці 3, в результаті якої вилучають олію, маса якої становить приблизно 30 % маси насіння, та одержують побічні продукти. Тверда фаза складає відходи, які в деяких випадках можна використовувати як корм для худоби, в крайньому разі ці відходи добре горять і ними можна отоплювати приміщення чи гріти воду для технологічних потреб, одержуючи додатковий енергетичний ефект. Одержане біопаливо використовується в дизельних двигунах енергетичних засобів і перетворюється на механічну енергію з ККД не більше 30 %. При виконанні робіт на полі тяговий ККД трактора не перевищує 65÷70 %, що означає непродуктивні

втрати в розмірі 30÷35 %. Отже, з 100 % енергії біологічного урожаю, вирощеного на полі, до робочої машини доходить у вигляді енергії $100 \% \times 0,5 \times 0,3 \times 0,3 \times 0,7 = 3,15 \%$.

Про ефективність такої схеми можна говорити лише зважаючи на крайню необхідність виконання сільськогосподарських робіт наявними засобами, енергетичне забезпечення яких становлять трактори з ДВЗ. Для живлення електротракторів використовується електромережа, яка є необхідним обладнанням «електрифікованого» поля. Якщо орієнтуватися на живлення енергетичних засобів паливами рослинного походження, то може бути застосована схема енергозабезпечення, приведена на рис. 3. Для живлення не потрібно вирощувати спеціальні олійні культури: сировиною для одержання енергії виступають рослинні рештки 2 біологічного урожаю 1, які залишаються після збору основного урожаю. Сушку 3 рослинних решток (соломи, бадилля) здійснюють за рахунок атмосферних процесів і зберігають на краю поля, не транспортуючи до віддалених місць переробки.

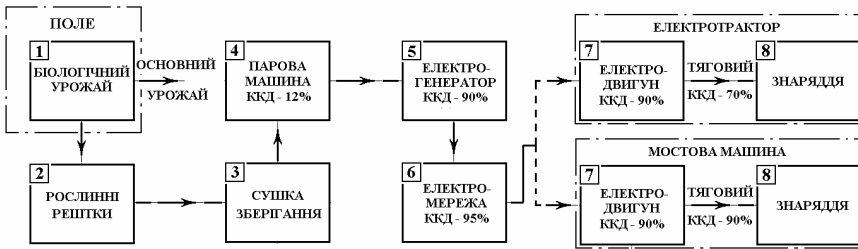


Рис. 3 – Схема енергозабезпечення електрифікованих агрегатів

Висушені рослинні рештки доцільно використовувати як паливо для мобільної парової машини – паромобіля [1], який має енергетичний ККД близько 12 %, встановлюється в місці розміщення сировини, і приводить у дію електрогенератор з ККД 90 %. Для передачі енергії електротрактору використовується електромережа, яка має ККД 95 %. ККД електродвигуна та тяговий ККД електротрактора мають значення 0,9 та 0,7, відповідно. Таким чином з енергії всіх зібраних рослинних решток (а не основного урожаю!) до знаряддя дійде $100 \% \times 0,12 \times 0,9 \times 0,95 \times 0,9 \times 0,7 = 6,46 \%$. У порівнянні з попередньою схемою очікувана енергетична ефективність у два рази вища: $6,46/3,15 = 2,05$.

Порівняння двох наведених схем енергозабезпечення вказує на доцільність створення електрифікованих машинно-тракторних агрегатів.

Висновки.

1. Через суттєве подорожчання моторних палив нафтового походження застосування електротракторів виявляється економічно доцільним.

2. Застосування палив на основі рослинної олії для живлення тракторних агрегатів з ДВЗ менш ефективне, ніж застосування рослинних решток для живлення електротракторів, що дозволяє не займати площі під олійні культури, призначені для переробки на біопаливо.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дринча В.М. Стратегические вопросы развития аграрной инженерии. //Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002 - № 1. С. 12-17.
2. Карпенко О. Перспективи біодизеля // Сільські вісті. –2006. –№1 (від 4 січня).
3. Бухарин Н.А. Современные тракторы: устройство и эксплуатация. –М.; Л.: Госсельхозиздат, 1931. –344 с.
4. Амнуэль Е.Г. Из истории электропачоты // Механизация и электрификация сельского хозяйства. –1984. – № 2. –С. 18-21.
5. Применение электрической энергии в сельскохозяйственном производстве: Справочник / Под ред. акад. ВАСХНИЛ П.Н. Листова. Сост. А.М. Ганелин. –М.: Колос, 1974. –623 с.
6. Иофинов С.А., Турбин Б.Г., Цырин А.А. Механизация и электрификация сельского хозяйства: Учебник для сельскохозяйственных техникумов. –М.; Л.: СельхозГиз, 1956. –544 с.

УДК 539.3

Гребенюк С.Н., Лисица Н.Н., Решевская Е.С.,
Тархова В.М., Киричевский Р.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ

Досліджено напружено-деформований стан еластомерних віброізоляторів типу ВРВ-100, ВН-200 методом кінцевих елементів. Виявлено залежність величини прогину обох віброізоляторів від їх товщини та величини радіусу навантаження.

DEFINITION OF AN INTENSE-STRAINED STATE OF ELASTOMERIC VIBROINSULATORS

The intense-strained state of elastomeric vibroinsulators such as ВРВ-100, ВН-200 is investigated by a finite element method. Association of magnitude of a sag of both vibroinsulators on their width and magnitude of radius of charge is detected.

В настоящее время в промышленности широко применяются вибрационные машины и машины, работающие при длительных нагрузках. Они используются в транспортных операциях при измельчении различных материалов и в др. С целью снижения уровня колебаний рабочих элементов таких машин используются амортизаторы, изготовляемые из резиновых материалов, что позволяет значительно повысить эффективность и качество эксплуатации вибростанов.

Существует множество виброизоляторов, которые имеют различную форму и выполняют определенные функции. Так, например, виброизоляторы бочкообразного вида применяются в упругих подвесках рабочих органов машин, имеющих интенсивный режим вибрации (различные виды и типы дробилок, грохотов, конвейеров и т.д.), для виброзащиты тяжелых машин различных отраслей промышленности (смесители, вихревые смесители, дробилки, центрифуги), а также для вибро- и сейсмозащиты зданий и сооружений, футерования различных металлоконструкций и т.д. Виброизоляторы типа ВРМ (виброизолятор резиновый для муфт) применяются для передачи крутящего момента от двигателя к редуктору в экскаваторах и других машинах. Они представляют собой упругие эластичные пальцы и изготавливаются из износостойкой резины, обладающей повышенными упругими свойствами.