

УДК 631.372

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В МОБИЛЬНЫХ АГРЕГАТАХ

Овчаров В.В., д.т.н.,

Вовк А.Ю., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: (0619) 42-32-63

Аннотация – предложены и проанализированы пути снижения энергозатрат в мобильных агрегатах.

Ключевые слова – энергозатраты, мобильный агрегат, комбинированный привод, ионистор, аккумулятор.

Постановка проблемы. Энергетическая проблема, которая сегодня является чрезвычайно актуальной практически для всех стран мира, особенно остро ощущается в Украине, которая лишь на 35-40% способна удовлетворить свои потребности собственными топливно-энергетическими ресурсами.

В агропромышленном комплексе существует народно-хозяйственная проблема снижения энергозатрат на производство продукции растениеводства.

Суть проблемы заключается в том, что в себестоимости продукции растениеводства стоимость энергетических затрат для разных видов продукции достигает десятков процентов. Например, за один час работы мобильного агрегата на базе трактора МТЗ-80 расходуется около 15 литров дизельного топлива, стоимость которого составляет порядка 150 грн. Среднее время работы в течении года такого агрегата составляет примерно 2000 часов, следовательно, стоимость дизельного топлива за этот период равна примерно 300 тыс.грн. [1]. Всё это ложится на себестоимость продукции растениеводства.

Анализ последних исследований. Причиной существования проблемы является то, что единственным видом двигателя в мобильных агрегатах является тепловой двигатель, коэффициент полезного действия, которого составляет около 45% [2].

Предварительные расчёты показывают, что применение электрической энергии для привода мобильных агрегатов на 30-40% снижают стоимость энергетических затрат на производство продукции растениеводства.

В направлении создания электрифицированной сельскохозяйст-

венной техники работает российская компания MOBEL (г. Москва), которая разработала, создала и провела презентацию электротрактора, сконструированного на основе модели «Беларус-920» с колесной формулой 4×4. На тракторе установлен итальянский электродвигатель мощностью 60 кВт, с крутящим моментом 250 Н·м, с частотой вращения 2200 оборотов в минуту и рабочим напряжением 300 В. Электродвигатель работает на электропитании от блока литий-ионных батарей емкостью 56 кВт·ч, производства компании ThunderSkyBatteries (Китай). В конструкции трактора сохранена синхронизированная коробка передач. Несмотря на свои достоинства, основным недостатком этого трактора является недостаточная длительность его работы после полной зарядки батарей, которая составляет 3-4 часа. После этого аккумуляторные батареи необходимо заряжать минимум 30 минут, для чего в поле нужен источник питания [3].

Формулирование цели статьи. Поэтому целью работы является разработка предложений по созданию эффективных комбинированных дизель-электрических приводов мобильных агрегатов.

Основная часть. Одним из вариантов решения проблемы является замена в мобильных агрегатах тепловых двигателей электрическими.

На указанном пути решения проблемы существует целый ряд трудностей:

- если применить для привода мобильных агрегатов электродвигатели переменного тока, то потребуются подвод линий электропитания, строительство трансформаторных подстанций, сооружение устройств электропитания агрегатов (например, гибких кабелей);

- если применить для привода мобильных агрегатов электродвигатели постоянного тока, то потребуются оборудование агрегатов аккумуляторными батареями, которые будут иметь значительный вес и объём, усложнять конструкцию, тратить энергию на собственное перемещение, требовать систематической зарядки аккумуляторных батарей с сооружением соответствующих источников.

В настоящее время для привода электрифицированных автотранспортных средств широко используются в основном литий-ионные аккумуляторы, которые имеют свои преимущества и недостатки [4].

К преимуществам таких аккумуляторов следует отнести:

- значительная плотность энергии (как весовая, так и объемная);
- напряжение на одном элементе батареи составляет 3,6 В, что в три раза выше, чем у других разновидностей аккумуляторов;
- быстрый заряд батареи (до 90-95% емкости за 30-40 минут);
- высокий ресурс жизни (более 1000 циклов разряда-заряда батареи);
- низкая степень саморазряда (4-5% в месяц);
- высокая экологичность (утилизируются без переработки).

Недостатками указанных аккумуляторов являются:

- возможность взрыва при зарядке или механическом повреждении аккумулятора;
- срок нормальной продуктивной работы составляет не более пяти лет;
- достаточно высокая стоимость аккумуляторов.

Поэтому нами высказана гипотеза о том, что для экономии топливно-энергетических ресурсов в мобильных агрегатах необходимо создание комбинированных дизель-электрических приводов с использованием для аккумуляции электрической энергии ионисторов (суперконденсаторов).

Ионисторы – это электрохимические приборы, которые предназначены для хранения электрической энергии. Они характеризуются большим числом заряда-разряда (до нескольких десятков тысяч раз), у них очень длительный срок службы в отличие от других элементов питания (аккумуляторных батарей и гальванических элементов), малый ток утечки, и главное – ионисторы имеют значительную емкость и очень маленькие размеры. По последним разработкам они достигают емкости в 10000 Ф при напряжении 1,5В[5].

К главным достоинствам ионисторов относятся:

- очень большое количество циклов заряда и разряда;
- большие токи отдачи;
- быстро заряжаются (практически моментально, в зависимости от того, какой ток может обеспечить зарядное устройство);
- отсутствие необходимости контроля режима зарядки;
- габариты намного меньше обычных конденсаторов при намного большей емкости;
- широкий рабочий диапазон температур (от -50 до + 60 °С);
- долговечны (свыше 10 лет и 100 000 циклов заряда-разряда);
- пожаробезопасны;
- не требуют специальной дорогостоящей утилизации (так как не содержат токсичных материалов).

В то же время ионисторы имеют и свои недостатки, основные из которых:

- напряжение на их зажимах во время всего цикла разрядки падает, поэтому для устройств, которые требуют постоянного напряжения, они не применимы;
- значительная стоимость, которая пока не позволяет им конкурировать с аккумуляторами.

Один из выходов – это использовать ионисторы как дополнительный источник питания, то есть заряжать их в то время, когда сеть не нагружена и полностью отдавать их энергию в нужные моменты, после чего подключать аккумуляторную батарею, когда энергия уже исчерпана. Следовательно, эффективно эти суперконденсаторы можно использовать в системах рекуперации энергии.

Нами висказана гіпотеза о том, что эффективное использование ионисторов возможно при параллельной работе теплового и электрического двигателей на общий вал привода мобильного агрегата.

Такая система позволяет полностью использовать энергию, накопленную в ионисторах, независимо от уровня их напряжения. В этой системе скорость вращения общего вала задаёт тепловой двигатель, а электрический двигатель, питающийся энергией от ионисторов, помогает тепловому двигателю выполнять работу, величина которой зависит от скорости вращения общего вала.

Проанализируем режим совместной работы теплового и электрического двигателей, работающих на общий вал. Составим принципиальную электрическую схему включения двигателя постоянного тока (рис.1).

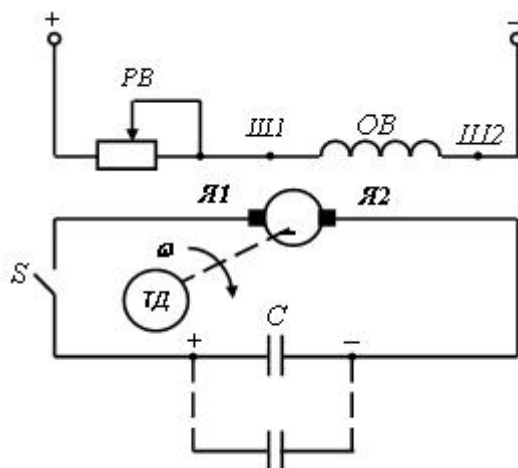


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема включения двигателя постоянного тока.

На схеме обозначены: $ОБ$ – обмотка возбуждения электродвигателя, $РВ$ – реостат возбуждения, $Я$ – якорь электродвигателя, $ТД$ – тепловой двигатель, S – коммутирующее устройство, $С$ – батарея ионисторов.

Составим расчётную схему якорной цепи (рис.2).

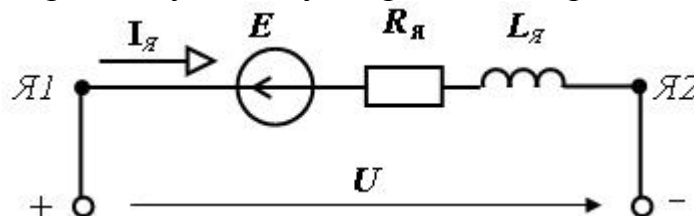


Рис. 2. Расчётная схема якорной цепи электродвигателя.

На схеме обозначено: E – электродвижущая сила в обмотке якоря, наводимая при вращении; $R_я$ – сопротивление якорной цепи; $L_я$ – индуктивность обмотки якоря; U – напряжение на зажимах якорной цепи; $I_я$ – сила тока в якорной цепи.

Момент, розвиваемый электродвигателем, равен

$$M_{\text{э.д}} = k\Phi I_{\text{я}}, \quad (1)$$

где Φ – магнитный поток электродвигателя, Вб.

Запишем уравнение скоростной характеристики

$$\omega = \frac{U - R_{\text{я}} I_{\text{я}}}{k\Phi}, \quad (2)$$

где ω – угловая скорость вращения якоря, рад/с.

Из уравнения (2) находим силу тока якорной цепи

$$I_{\text{я}} = \frac{U - k\Phi\omega}{R_{\text{я}}}. \quad (3)$$

Подставив (3) в (1), получаем уравнение вращающего момента

$$M_{\text{э.д}} = k\Phi \frac{U - k\Phi\omega}{R_{\text{я}}}. \quad (4)$$

Принимаем $R_{\text{я}} = 0,5$ Ом; $k\Phi = 0,8$ Вб; $U = 220$ В, 110 В, 55 В и рассчитываем зависимости $M_{\text{э.д}} = f(\omega)$. Результаты расчётов представлены на рис. 3.

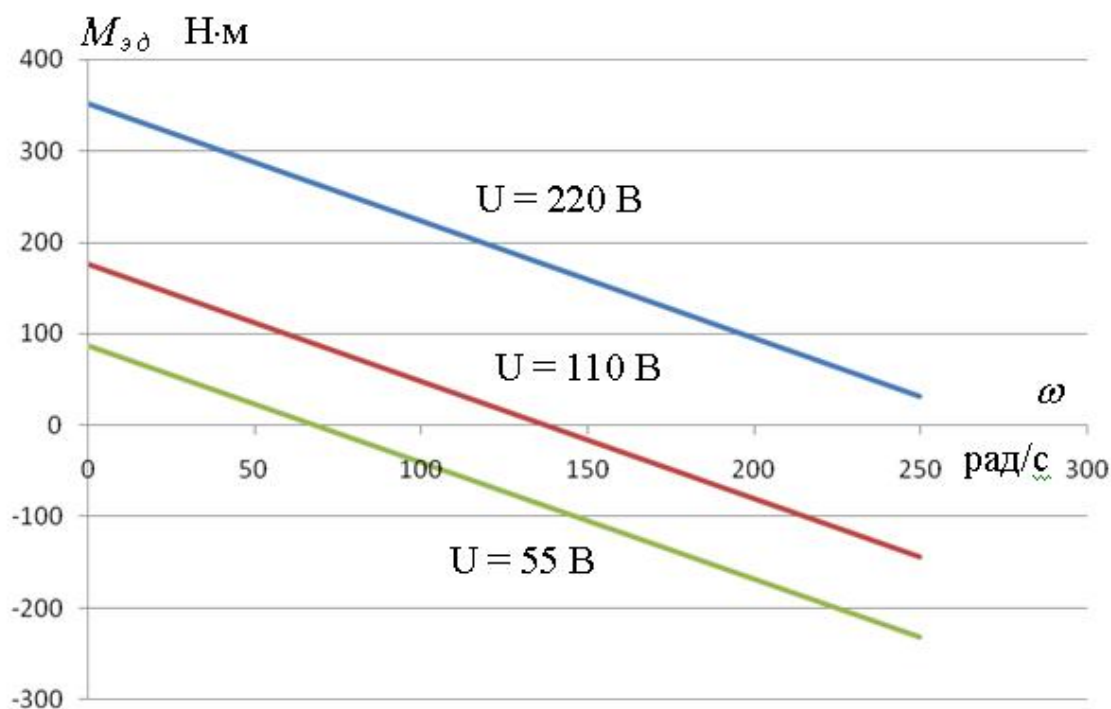


Рис. 3. Зависимости $M_{\text{э.д}} = f(\omega)$ при разных значениях питающего напряжения.

Выводы. Анализ зависимостей момента, развиваемого электродвигателем при разных значениях питающего напряжения в функции угловой скорости, показывает, что электрическую энергию, накопленную в ионисторах, можно практически полностью использовать в зависимости от угловой скорости вращения вала.

Литература.

1. *Корчемний М.* Енергозбереження в агропромисловому комплексі / *М.Корчемний, В.Федорейко, В.Щербань.*– Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984с.
2. *Хорош А.И.* Дизельные двигатели транспортных технологических машин / *А.И. Хорош, И.А. Хорош.* – Спб.: Лань, 2012. – 704с.
3. Презентация электротрактора «Беларус-920» с колесной формулой 4x4 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.excavator.com.ua/index.php/Статьи/1-920г-4т4.html>.
4. *Хрусталев Д.А.* Аккумуляторы / *Д.А. Хрусталев.* – М.: Изумруд, 2003. – 222с.
5. *Балыкиов А.* Ионисторы / *А. Балыкиов* // Электронные компоненты. Украина. – 2005. – №11/12. – С.91-97.

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ У МОБІЛЬНИХ АГРЕГАТАХ

Овчаров В.В., Вовк О.Ю.

Анотація – запропоновані і проаналізовані шляхи зниження енерговитрат у мобільних агрегатах.

WAYS OF DECREASE IN ENERGY CONSUMPTION IN MOBILE UNITS

V. Ovcharov, A. Vovk

Summary

Ways of decrease in energy consumption in mobile units are offered and analyses.