

$$q = \frac{2g \left[H - h_{\text{микс}} - d_{\text{м}} (1 + \sin \beta) \right]}{B(\psi_1) \cdot \omega} k d_{\text{м}} e^{(3,45-1,725\psi_1)}. \quad (10)$$

Выводы

Из полученной формулы (10) нетрудно заметить, что циркуляционный расход бродильного субстрата между центральной и периферийной зонами ферментатора пропорционально зависит от геометрических размеров рабочего органа миксера, угла наклона его относительно горизонтальной плоскости, уровня заполнения ферментатора субстратом и высоты поднятия миксера на стойке.

03.10.2016

Литература

1. Georgakakis, D. Optimal Use of the Hosoya System in composting Poultry Manure / D. Georgakakis, Th. Krintas // Bioresource Technology, 2000. – Pp. 227–233.
2. Ясенецкий, В.А. Оборудование для получения биогаза из навоза / В.А. Ясенецкий, В.С. Таргоня // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 1990. – № 6. – С. 23–25.
3. Брагинский, Л.Н. Перемешивание в жидких средах / Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, В.М. Барабаш. – Л.: Химия, 1984. – 336 с.
4. Кафаров, В.В. Процессы перемешивания в жидких средах / В.В. Кафаров. – М.: Госхимиздат, 1949. – 230 с.
5. Карпушкин, С.В. Расчеты и выбор механических перемешивающих устройств вертикальных емкостных аппаратов: уч. пос. / С.В. Карпушкин, М.Н. Краснянский, А.В. Борисенко. – Тамбов: ТГТУ, 2009. – 168 с.

УДК 631.312

**В.Б. Ловкис, А.В. Захаров,
Н.Н. Стасюкевич, А.Н. Стасюкевич**
(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)

**ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ СХЕМЫ
ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПНЕВМОСЕЯЛКИ
АГРЕГАТА КОМБИНИРОВАННОГО
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНОГО**

Введение

Обеспечение национальной продовольственной безопасности, увеличение темпов роста производства сельскохозяйственной продукции являются наиважнейшими на сегодняшний день задачами, согласно постановлению № 252 Совета Министров Республики Беларусь.

Возросшая в мире тенденция к увеличению мощности и, как результат, количества энергонасыщенных тракторов оказывает пагубное влияние на экологическую обстановку.

Многokратные проходы техники по полю при возделывании продукции растениеводства приводят к интенсивному уплотнению пахотных и подпахотных слоев почвы, что приводит к снижению урожайности и повышению энергоемкости обработки почв.

В тракторостроении Республики Беларусь в последние годы также наметилась тенденция к повышению энергонасыщенности сельскохозяйственных тракторов, при которой мощность ДВС превышает мощность, реализуемую колесами, вдвое и более. Недостаточная эффективность использования тракторов, особенно мощностью 250–350 л.с. и более, связана с невозможностью реализации всей мощности через традиционные типы приводов: тяговый, ВОМ и ГСОМ.

Решение данной проблемы видится в разработке и применении агрегатов комбинированных почвообрабатывающе-посевных (АКПП), совмещающих операции, и почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами (АРО) [1–4].

Одним из этапов повышения КПД АКПП является применение дополнительных типов привода рабочих органов сельскохозяйственных машин: пневматического, гидравлического, электрического и комбинированного [3].

Конструктивно-технологическая схема АКПП

Обоснование конструктивно-технологической схемы посева овощных культур, параметров узкопрофильных гряд, выбор и обоснование типа почвообрабатывающего орудия, а также схемы АКПП для посева овощных культур за один проход с гидроприводом рабочих органов, а также приводом вентилятора пневмосеялки от ВОМ трактора приведены в статье [2].

В данной статье предлагается для привода вентилятора и катушек высевающего аппарата пневмосеялки вместо энергоемкого и материалоемкого привода от ВОМ трактора и колес сеялки установить электроприводы.

На рисунке 1 показана измененная конструктивно-технологическая схема АКПП. Технологический процесс работы АКПП заключается в следующем. Передненавесные: фреза с АРО 1, приводимая в движение гидроприводом 2, рыхлит почву, гребнеобразователь 3 формирует гребни высотой 120 мм. Задненавесные: профилирующие барабаны 5, приводимые в движение от гидропривода 6, профилируют гребни; пневмосеялка 7 (привод пневмовентилятора 8 и катушек высевающего аппарата 10 осуществляется электромоторами 9 и 11 соответственно) производит высев семян в гребни, а прикатывающие колеса 12 уплотняют семенные ложа.

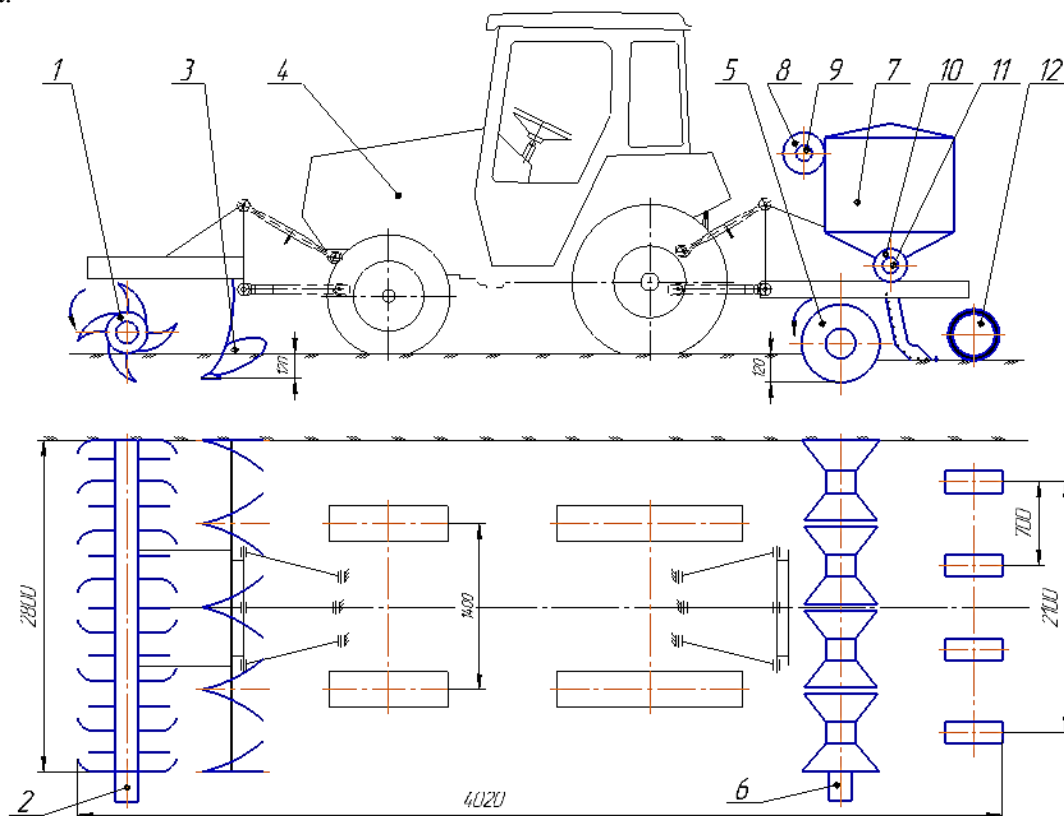


Рисунок 1. – Конструктивно-технологическая схема АКПП

Перспективность применения электропривода

Привод вентилятора пневмосеялок осуществляется от ВОМ трактора через систему механических передач. Поскольку частота вращения коленчатого вала двигателя и связанного с ним ВОМ изменяется в зависимости от нагрузки в достаточно широких пределах, такие же изменения претерпевает и частота вращения вала вентилятора. В результате изменяются параметры воздушного потока, с помощью

которого производится подача семенного материала к сошникам сеялки, и количество подаваемых семян.

Привод катушки высевающего аппарата также не отличается совершенством, так как опорно-ходовое колесо сеялки может пробуксовывать или заклинивать в результате попадания в подшипники почвенного абразива, растительных и пожнивных остатков.

Исследователи отмечают следующие преимущества электропривода:

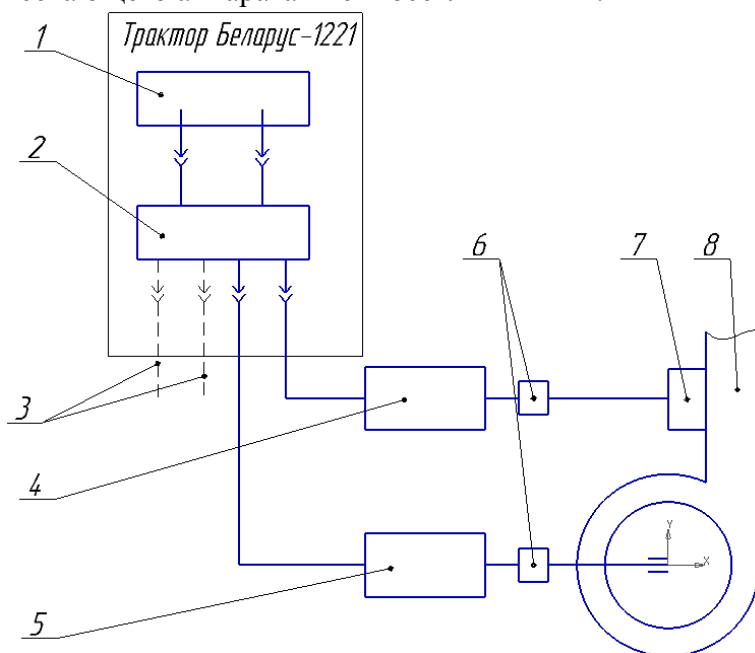
- высокую перегрузочную способность и большой диапазон скоростного регулирования электродвигателя по сравнению с дизельным ДВС;
- экологичность;
- простоту подвода питания;
- возможность размещения в любой точке агрегата;
- наименьшую металлоемкость и стоимость.

В настоящее время применение электропривода в мобильных сельскохозяйственных агрегатах развивается по двум направлениям:

- применение различных электронакопителей энергии: свинцово-кислотных АКБ и импульсно-конденсаторных накопителей;
- применение мощных электрогенераторов с приводом их от трансмиссии, переднего, заднего и бокового ВОМ трактора.

Обоснование схемы электропривода пневмосеялки

На рисунке 2 представлена разработанная блок-схема электропривода вентилятора и высевающего аппарата пневмосеялки АКПП.



- 1 – генераторная установка; 2 – блок автоматического управления пуском электродвигателей;
3 – дополнительные электрические выводы; 4 – электродвигатель привода высевающего аппарата; 5 – электродвигатель привода вентилятора; 6 – редукторы;
7 – высевающий аппарат; 8 – вентилятор с корпусом

Рисунок 2. – Блок-схема электропривода вентилятора и высевающего аппарата пневмосеялки

Для тракторов мощностью от 120 л.с. можно установить два генератора напряжением 12 В переменного тока со встроенными выпрямителями и регуляторами напряжения.

Основной генератор имеет мощность 2 кВт, а дополнительный – 1,5 кВт. В результате генераторная установка имеет мощность 3,5 кВт с выходным напряжением 24 В.

На рисунке 3 показан пример генераторной установки с дополнительным генератором на тракторе.



Рисунок 3. – Генераторная установка с дополнительным генератором

Расчет параметров электропривода пневмосеялки

Для определения потребной мощности на привод вентилятора и высевающего аппарата пневмосеялки сначала определили скорость воздуха для режима устойчивого транспортирования зерна. При этом была использована формула, полученная Е.А. Дмитриуком:

$$g_{кр} = 10,5 + 0,57 \cdot g_{вит}, \text{ м/с,}$$

где $g_{вит}$ – скорость витания, м/с (принимаем $g_{вит} = 12 \text{ м/с}$).

Рабочая скорость

$$g = (1,4 \dots 1,5) \cdot g_{кр}, \text{ м/с.}$$

Объемный расход воздуха

$$Q = g \cdot S, \text{ м}^3/\text{с,}$$

где S – площадь поперечного сечения вертикального воздуховода пневмосеялки (принимаем $S = 0,02 \text{ м}^2$).

Тогда потребная мощность для привода вентилятора определится:

$$P = Q \cdot p / 1000 \cdot \eta_v \cdot \eta_{пр}, \text{ кВт,}$$

где p – давление воздуха на выходном патрубке вентилятора, $p = 1,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$;

η_v – КПД вентилятора, ($\eta_v = 0,6$);

$\eta_{пр}$ – КПД привода, ($\eta_{пр} = 0,9$).

На основе расчетов и с учетом необходимого запаса мощности принимаем для привода вентилятора электродвигатель постоянного тока номинальной мощностью $1,5 \text{ кВт}$.

Для расчета потребной мощности на привод высевающего аппарата используем известную формулу.

$$P = Tn \cdot \omega_n / \eta_{пр}, \text{ кВт,}$$

где Tn – крутящий момент на валу высевающего аппарата, Н·м;

ω_n – угловая скорость привода, с^{-1} .

Угловая скорость

$$\omega_n = 0,105 \cdot n,$$

где n – частота вращения вала привода, мин^{-1} .

КПД привода определяется исходя из того, что вращение от электродвигателя передается с использованием трех зубчатых пар и одной муфты:

$$\eta_{пр} = \eta_m \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3,$$

где η_m – КПД упругой втулочно-пальцевой муфты;

η_1, η_2, η_3 – КПД зубчатых передач.

На основе расчетов принимаем электродвигатель ДИ-180-7,5 мощностью 0,18 кВт для привода катушек высевающего аппарата.

Для маломощных двигателей (до 1 кВт) при условии отсутствия нагрузки на валу можно применить прямой пуск, то есть непосредственно от сети трактора. Это связано с тем, что масса движущихся частей двигателя невелика, а сопротивление обмотки относительно большое. При прямом пуске таких двигателей пусковые токи не превышают значений (3...5) I_n , что для них не критично.

Когда двигатель работает при постоянном напряжении и сопротивлении обмотки якоря, ток в якоре можно найти с помощью формулы:

$$I_{\text{як}} = \frac{(U - E_{\text{пр}})}{\sum r} ,$$

где U – напряжение питающей сети;

$E_{\text{пр}}$ – противоЭДС;

$\sum r$ – сопротивление обмоток якоря.

ПротивоЭДС $E_{\text{пр}}$ возникает при вращении якоря в магнитном поле статора, при этом в двигателе она направлена против якоря. Но когда якорь не движется, $E_{\text{пр}}$ не возникает, а значит, выражение для тока примет следующий вид:

$$I_{\text{як}} = \frac{U}{\sum r} .$$

Это и есть выражение для определения пускового тока. Оно позволяет прийти к выводу, что снижение пускового тока возможно либо посредством снижения напряжения, либо увеличения сопротивления якорной обмотки.

Пуск двигателя путем снижения напряжения применяется, если питание двигателя организовано от независимого источника энергии, который можно регулировать. На практике такой пуск используется для двигателей средней и большой мощности.

Рассмотрим более подробно способ пуска двигателя постоянного тока с помощью введения дополнительного сопротивления в цепь якоря. При этом пусковой ток будет равен:

$$I_{\text{як}} = \frac{U}{\sum r + R_d} ,$$

где R_d – дополнительное сопротивление обмотки якоря, Ом.

Таким образом, можно добиться величины пускового тока в нужном диапазоне, безопасном для двигателя. Добавочное сопротивление может быть как в виде реостата, так и в виде нескольких резисторов. Это нужно для изменения в процессе запуска двигателя сопротивления в якорной цепи.

Следует знать, что с дополнительным сопротивлением в обмотке якоря двигатель работает не на естественной, а на более мягкой искусственной характеристике, которая не подходит для нормальной работы двигателя.

Пуск двигателя осуществляется в несколько ступеней. После некоторого разгона двигателя $E_{\text{пр}}$ ограничит ток, а следовательно, пусковой момент. Чтобы поддержать его на прежнем уровне, нужно уменьшить сопротивление, то есть переключить реостат или шунтировать резистор.

Допустим, что ступеней у нас четыре, тогда механическая характеристика будет выглядеть, как показано на рисунке 4.

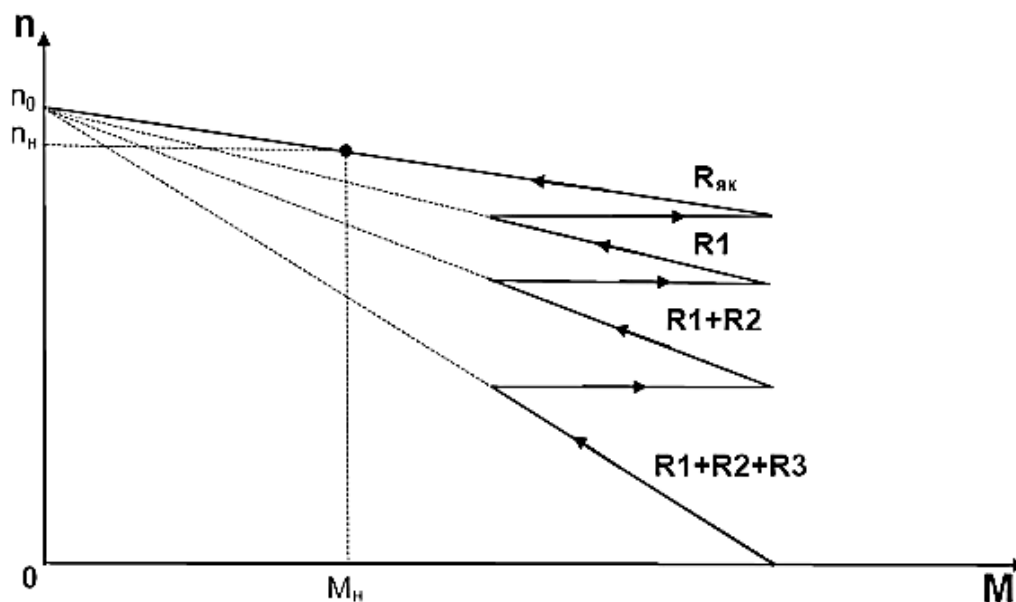


Рисунок 4. – Механическая характеристика пуска электродвигателя

На первой ступени, когда добавочное сопротивление максимально и равно $R_1 + R_2 + R_3$, двигатель начинает свой разгон. После достижения определенной точки, которую получают с помощью расчетных данных, сопротивление R_3 шунтируют. При этом двигатель переходит на новую характеристику и разгоняется на ней все до той же точки.

Таким образом, двигатель выходит на естественную характеристику, не пострадав от действия больших пусковых токов и моментов.

Выводы

Обороты вентилятора пневмосеялок, приводимых от ВОМ трактора, зависят от частоты вращения коленчатого вала двигателя и изменяются в зависимости от нагрузки в достаточно широких пределах, что отрицательно сказывается на параметрах воздушного потока и количестве подаваемых семян к сошникам сеялки.

Привод катушек высевающего аппарата от опорно-ходового колеса сеялки также неустойчив и зависит от пробуксовывания или заклинивания в результате попадания в подшипники почвенного абразива, растительных и пожнивных остатков.

Использование предложенной схемы электропривода вентилятора и катушек высевающего аппарата пневмосеялки на базе усовершенствованной бортовой генераторной установки трактора позволит сократить металлоемкость, обеспечить надежную защиту исполнительных органов, бесступенчато регулировать параметры, что дает возможность эксплуатировать агрегат в различных почвенно-климатических условиях с высокими технико-экономическими показателями.

Применение предлагаемого АКПП позволит осуществить предпосевную обработку почвы и посев овощных культур за один проход, в результате чего значительно снизится уплотнение почвы, сократятся агросроки и затраты на посев.

Литература

22.09.2016

1. Азаренко, В.В. Почвообрабатывающие агрегаты с активными рабочими органами и их применение в Республике Беларусь: аналит. обзор / В.В. Азаренко, Н.Г. Бакач, В.К. Клыбик; Бел. ин-т внедрения новых форм хозяйствования в АПК. – Минск, 2001. – 24 с.
2. Стасюкевич, Н.Н. К обоснованию схемы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата с гидроприводом рабочих органов / Н.Н. Стасюкевич, Е.В. Плискевич, А.Н. Стасюкевич, Д.И. Комлач // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2015. – Вып. 49. – С. 128–136.

3. Технический отчет о служебной командировке с 07 ноября по 14 ноября 2013 г. группы специалистов РУП МТЗ на международную выставку «Агритехника-2013» (г. Ганновер, Германия). Обзор конструкций зарубежной тракторной и сельскохозяйственной техники. – Минск: РУП МТЗ, 2014. – 180 с.
4. Вагин, И.В. Повышение качества высева семян зерновых культур пневмосеялкой с электроприводом высевающего аппарата и вентилятора / автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / И.В. Вагин. – Пенза, 2010. – 19 с.

УДК 631.372+629.3.017

В.Т. Надикто, А.Д. Кистечок
*(Таврический государственный
агротехнологический университет,
г. Мелитополь, Украина,
e-mail: imesh@zr.ukrtel.net)*

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАХОТНЫХ АГРЕГАТОВ, РАБОТАЮЩИХ ПО РАЗНЫМ СХЕМАМ АГРЕГАТИРОВАНИЯ

Введение

Глобальной проблемой сельскохозяйственного производства является снижение энергетических затрат при обработке почвы, особенно на пахоте. Одним из шагов в решении этой проблемы является повышение тягово-сцепных качеств агрегирующего трактора путем увеличения его сцепного веса.

Установлено, что в составе пахотного машинно-тракторного агрегата (МТА) добиться этого можно путем применения плугов, присоединенных по схеме «push-pull». Как показывают теоретические исследования, за счет вертикальной составляющей тягового сопротивления фронтального плуга увеличивается догрузка передних колес, а значит и сцепной вес трактора. В результате это приводит не только к определенному уменьшению его буксования, но и к снижению удельного расхода топлива пахотным агрегатом в целом [1–3].

Однако при неправильном присоединении фронтального плуга к энергетическому средству может иметь место не только недогрузка, а наоборот – разгрузка передних колес трактора и неизбежная при этом потеря управляемости и устойчивости движения всего пахотного МТА. Теоретическими исследованиями установлено, что во избежание этого при использовании трактора с номинальным тяговым усилием 30–32 кН фронтальный плуг должен иметь два корпуса, а задний – 4 (схема «2+4») [4]. Трактор при этом движется правыми колесами в борозде, фронтальный плуг присоединен к нему в горизонтальной плоскости жестко, а опорное колесо этого орудия размещено вне борозды.

Целью данного исследования является изложение и анализ результатов полевой экспериментальной оценки тракторных, тягово-энергетических и агротехнических показателей работы пахотного агрегата, работающего по схеме «push-pull» с числом корпусов «2+4».

Материалы и методы

Пахотный машинно-тракторный агрегат, работающий по схеме «2+4», состоял из трактора ХТЗ-16131, фронтального двухкорпусного и задненавесного четырехкорпусного плугов (рисунок 1а).

Для сравнения с ним экспериментально исследовали в полевых условиях пахотный агрегат, работающий по схеме «0+5», то есть состоящий из этого же трактора и задненавесного пятикорпусного плуга ПЛН-5-35 (рисунок 1б).