

УДК 631.331.85

ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДНОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

Дорошин Евгений Сергеевич¹

студент

dorosinevgenij088@gmail.com

Андрей Александрович Земляной^{1,2}

кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник

1zemlyanoy1@mail.ru

Борис Сергеевич Мишин¹

кандидат технических наук, доцент

boris.sergeewitch@yandex.ru

¹Мичуринский государственный аграрный университет

²Федеральный Научный Центр имени И.В. Мичурина

Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о выборе электродвигателя для электроприводного высевающего аппарата типа МС. На основании данных исследований крутящего момента высевающего диска при различном значении вакуума (разрежения) был выбран бесколлекторный электродвигатель XF15R. В ходе лабораторных исследований электроприводного высевающего аппарата с электродвигателем XF15R была получена зависимость потребления тока от частоты вращения диска на разном значении вакуума в камере.

Ключевые слова: электропривод, сеялка точного высева, посевной комплекс, пневматический высевающий аппарат, бесколлекторный электродвигатель.

В сельском хозяйстве одним из важнейших процессов является посадка семян пропашных и овощных культур. Создание и освоение более совершенных машин для выполнения технологических операций по высеву позволит существенно снизить натуральные и энергетические затраты, а также улучшить оснащенность потребителей всех форм собственности и увеличить эффективность производства [4].

В отрасли посевных комплексов в настоящее время активно продвигается замены механического привода высевающего диска электрическим. Это вызвано в первую очередь потребностью в регулировании и управлении процессом посева в реальном времени, и предотвращении влияния случайных воздействий. Точность посева сильно зависит от скорости машины, а также от рельефа полей и других внешних факторов [9]. Использование электродвигателя для управления высевом повышает гибкость и управляемость системы в целом.

К сельскохозяйственному машиностроению предъявляются особые требования для электродвигателей, входящих в состав электропривода. Электродвигатели должны иметь хорошие пусковые, регулировочные характеристики, высокие показатели, оцениваемые по развиваемому длительному моменту, и отсутствие необходимости в техническом обслуживании [1].

Наиболее часто применяемыми электродвигателями, являются коллекторный, асинхронный и синхронный электродвигатели. Коллекторный электродвигатель постоянного тока имеет хорошую управляемость и линейность механической и регулировочной характеристик, а также большую кратность пускового момента. Однако наличие механического коллектора снижает надежность и долговечность работы. Для данного вида электродвигателей должны быть предусмотрены дополнительные устройства герметизации, позволяющие им успешно функционировать при любых погодных условиях и в различных, иногда взрывоопасных, средах.

По сравнению с коллекторным двигателем постоянного тока асинхронный электродвигатель не имеет скользящих контактов, что увеличивает надежность и долговечность привода на его основе. Недостатками является сложная система регулирования частоты вращения ротора, а также низкая кратность пускового момента.

В синхронном электродвигателе, как и в асинхронном, отсутствуют скользящие контакты, что ведет к высокой надежности привода на его основе. Конструктивные особенности создают улучшенные условия для отвода тепла. Но невозможность прямого пуска, а также ограниченные возможности регулирования частоты вращения ротора и повышенная стоимость являются его недостатками. При создании сельскохозяйственных машин, работающих в полевых условиях и имеющих в своем составе электропривод исполнительных механизмов, электродвигатель должен соответствовать следующим требованиям: иметь хорошие пусковые, регулировочные характеристики, высокие показатели, оцениваемые по развиваемому длительному моменту, и отсутствие необходимости в техническом обслуживании [10].

Для условий сельского хозяйства выше названным характеристикам удовлетворяет бесколлекторный (бесщеточный) электродвигатель постоянного тока. Характеристики конкретной модели бесколлекторного электродвигателя возможно определить, зная нагрузочные характеристики высевающего аппарата. В нашей работе использовался высевающий аппарат типа МС.

При исследовании характеристик высевающего аппарата производилась оценка крутящего момента на валу высевающего диска. Крутящий момент на валу зависит от величины разрежения (значения вакуума) в вакуумной камере и диаметра отверстий диска [1, 4].

На рисунке 1 приведен график, на котором представлена зависимость крутящего момента на валу высевающего диска от величины вакуума в камере.

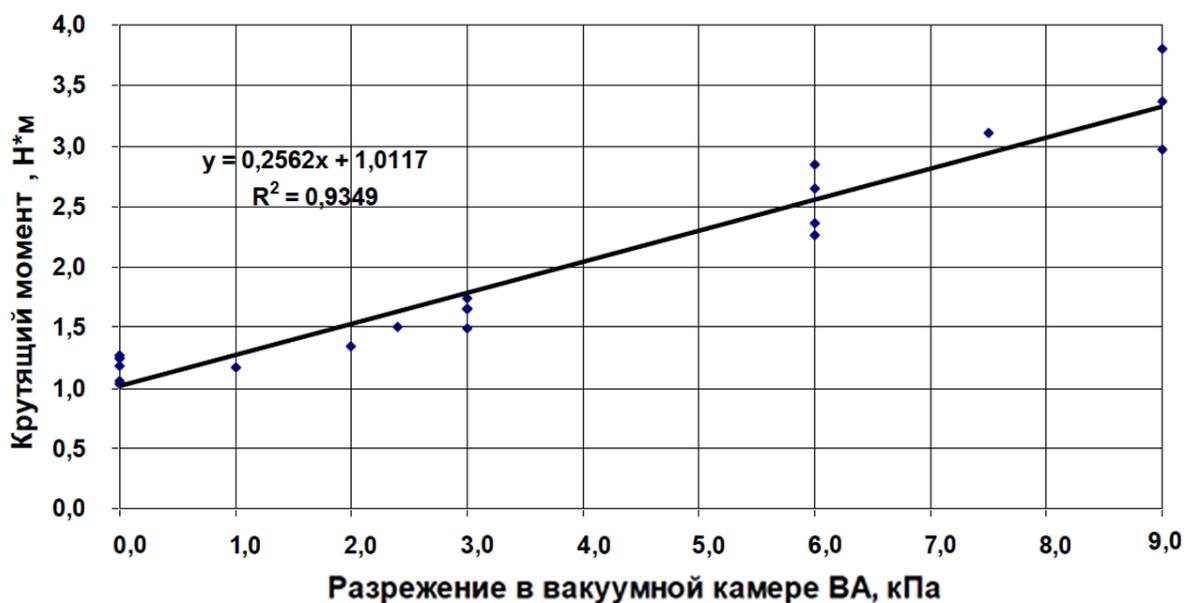


Рисунок 1 – Зависимость крутящего момента на валу высевающего диска от значения разрежения

Анализ зависимости крутящего момента от разрежения в вакуумной камере высевающего аппарата типа МС показывает, что характеризующим параметром, влияющим на изменение крутящего момента, является величина разрежения в вакуумной камере высевающего аппарата. Крутящий момент составляет 3,5 Н*м при 9 кПа в вакуумной камере [6, 7].

Для электропривода высевающего аппарата имеются дополнительные требования: для электропитания использовать постоянный ток напряжением не более 72В; диапазон частоты вращения от 0 до 100 об/мин; номинальный крутящий момент 3,5 Нм; степень защищенности от окружающей среды не менее IP56.

Поэтому, на основании проведенных исследований и оценки нагрузочной характеристики в качестве электродвигателя выбран бесколлекторный редукторный электродвигатель постоянного тока XF15R фирмы MXUS (рис.2). В таблице 1 представлены технические характеристики электродвигателя XF15R фирмы MXUS.



Рисунок 2 – Бесколлекторный электродвигатель XF15R фирмы Mxus

Таблица 1

Характеристики электродвигателя XF15R фирмы Mxus

Величина	Размерность	Значение
Номинальное напряжение	В	24/36/48
Номинальная мощность	Вт	350
Номинальный крутящий момент	Нм	19,52
Пиковый крутящий момент	Нм	42
Скорость вращения (без нагрузки)	об/мин	320
Номинальный ток	А	16
Постоянная момента	Нм/А	0,544
Сопротивление обмотки фаза-фаза	мОм	235
Индуктивность обмотки фаза-фаза	мкГн	802
Количество пар полюсов	шт	23
КПД	%	80,5
Диаметр статора, D	мм	153
Длина статора, (L + датчик Холла)	мм	30
Внутренний диаметр ротора, d	мм	134
Масса	кг	3,5
Степень защищенности	-	IP65

Для управления скоростью, направлением вращения и торможением бесколлекторного электродвигателя применяется специализированный драйвер КТ 24-36В 15А (рис.3).



Рисунок 3 - Драйвер КТ 24-36В 15А

Таблица 2

Характеристики драйвера КТ 24-36В 15А

Величина	Размерность	Значение
Напряжение питания	В	24/36/48
Выходной ток	А	15
Режим управления		аналоговым напряжением 0-5В
Количество транзисторов	шт	12
Защита от перегрева		отключение при внутренней температуре 110
Охлаждение		Естественное
Окружающая среда		Избегать попадания масла, пыли и кислотных газов
Температура	°С	0 — 50
Степень защищенности	-	IP55

Электродвигатель XF15R был установлен на высевающую секцию (рис.4). Для исследования работы XF15R устанавливались следующие параметры высева: частота вращения диска менялась от 20 до 70 об/мин, величина разрежения давления в высевающей камере устанавливалась от 2 до 9 кПа [8].

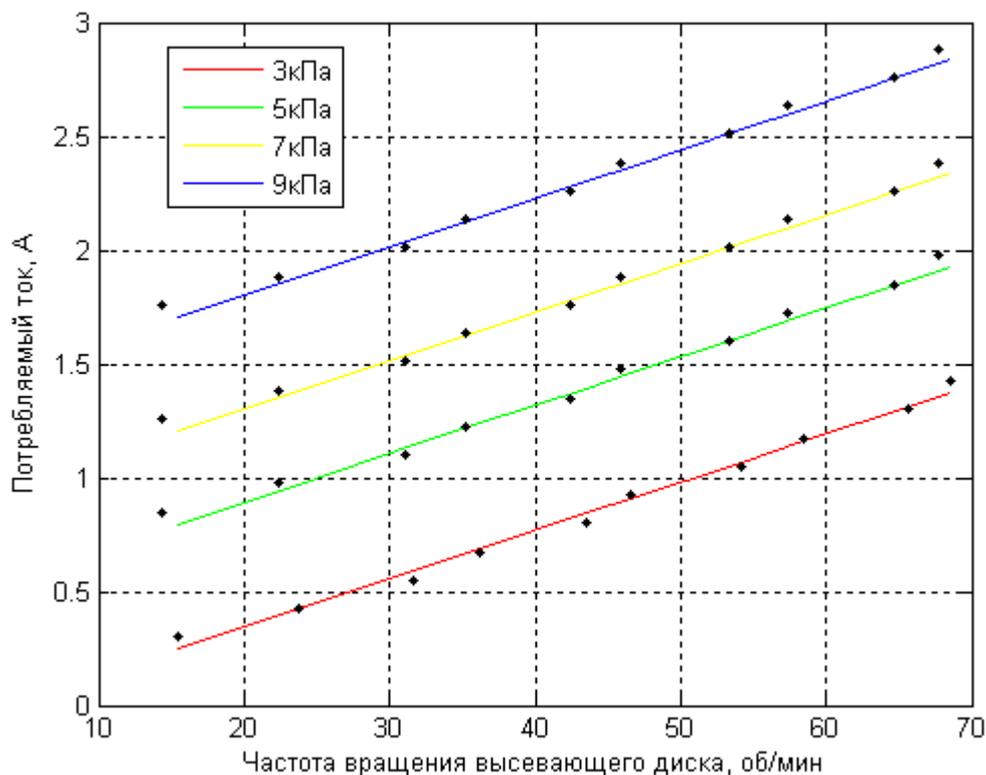


Рисунок 5 – Зависимость потребляемого тока от частоты вращения высевающего диска на разном значении разрежения в камере

В результате (рис.5) была получена зависимость потребления тока электродвигателем на различных оборотах и разрежении в камере. Можно видеть, что при максимальном значении вакуума 9 кПа на 70 об/мин потребление тока составило 2,7 А. Это означает, что данный двигатель был выбран правильно, с большим запасом по мощности и частоте вращения.

Список литературы:

1. Исследование функциональных характеристик высевающих аппаратов вакуумно-дискового типа (на примере высевающего аппарата сеялки точного высева мс-8 производства ПАО "Миллеровосельмаш") / Завражнов А.И., Завражнов А.А., Земляной А.А., Ланцев В.Ю., Мишин Б.С., Крецу Н.И., Шепеле В.Ю., Якушев А.В. // Наука в центральной России. №6(54), 2021. – С. 5-17.

2. Геометрия посева пропашных культур / Завражнов А.А., Завражнов А.И., Земляной А.А., Ланцев В.Ю., Акишин Д.В., Ибраев А.С., Якушев А.В. // Российская сельскохозяйственная наука. №1. 2022. С. 59-66.

3. Мишин Б.С., Структура системы контроля и управления электроприводной высевающей секции сеялки точного высева / Завражнов А.А., Завражнов А.И., Земляной А.А., Ланцев В.Ю. Мишин Б.С.// Сборник трудов III Международная научно-практическая конференция «Цифровизация агропромышленного комплекса» ФГБОУ ВО ТГТУ 25 – 27 октября 2022 г. Тамбов. 2022. С. 112-118.

4. Земляной А.А., Результаты исследований высевающего аппарата сеялки точного высева МС-8 / Завражнов А.А., Завражнов А.И., Земляной А.А., Ланцев В.Ю., Мишин Б.С. // Сборник материалов национальной научно-практической конференции, с международным участием «Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем». Оренбург: ООО «Типография «Агентство Пресса», 2022 С 499-506.

5. Завражнов А.И. Факторы, определяющие качество посева пропашных культур / Завражнов А.И., Балашов А.В., Ибраев А.С., Амирханов С.М. // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2021. № 2 (109). С. 104-113.

6. Земляной, А.А. Исследование технических характеристик сеялок точного высева с высевающими аппаратами вакуумно-дискового типа (на примере пропашной сеялки МС-8 производства ПАО "Миллеровосельмаш") / Завражнов А.И., Завражнов А.А., Земляной А.А., Ланцев В.Ю., Мишин Б.С., Крецу Н.И., Шепеле В.Ю., Якушев А.В. // Наука в центральной России, №6(54), 2021. С. 17-29.

7. Мишин, Б.С. Сравнительный анализ функциональных характеристик (показателей назначения) сеялок точного высева / Завражнов А.И., Завражнов А.А., Ланцев В.Ю., Мишин Б.С., Шепелев В.Ю., Якушев А.В. // Наука в центральной России, №6(54). 2021. С. 120-130.

8. Результаты экспериментальных исследований применения бесколлекторного электродвигателя для высевающих аппаратов пропашных сеялок типа МС / Завражнов А.А., Ланцев В.Ю., Мишин Б.С., Крецу Н.И., Завгородняя В.И. // Вестник алтайского государственного аграрного университета, №12(206). 2021. С.100-107

9. Эволюция точного высева. URL: <http://agro-profi.ru/2021/04/06/evolutoin-drilling/>

10. Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность. Курс лекций. СПб.: КОРОНА-Век. 2016. 336 с.: ил.

UDC 631.331.85

**MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SEEDING
MACHINES OF PRECISION SEEDING DRILLS**

Evgeny S. Doroshin¹

student

dorosinevgenij088@gmail.com

Andrey A. Zemlyanoy^{1,2}

Candidate of Technical Sciences, 1 Associate Professor, 2scientific employee

1zemlyanoy1@mail.ru

Boris S. Mishin¹

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

boris.sergeewitch@yandex.ru

¹MichurinskState Agrarian University

²Federal research Center named after I. V. Michurin

Michurinsk, Russia

Annotation. The article discusses the issue of choosing an electric motor for an electric sowing machine of the MS type. Based on research data on the torque of the seeding disc at different vacuum values, the XF15R brushless electric motor was selected. During laboratory studies of an electrically driven seeding unit with an XF15R electric motor, the dependence of current consumption on the disk rotation speed at different vacuum values in the chamber was obtained.

Keywords: electric drive, precision seeder, seeding complex, pneumatic sowing device, brushless electric motor.

Статья поступила в редакцию 05.09.2023; одобрена после рецензирования 16.10.2023; принята к публикации 27.10.2023.

The article was submitted 05.09.2023; approved after reviewing 16.10.2023; accepted for publication 27.10.2023.