

УДК 631.3:621.313.323

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСЩЕТОЧНЫХ (BLDC) ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИВОДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. С. ТОЛПЕСОВ, М. А. БЕЛЬЧИКОВ, М. А. ЛОСЕВ

Научный руководитель С. В. СОЛОВЬЕВ, канд. техн. наук, доц.

Великолукская государственная сельскохозяйственная академия

Великие Луки, Россия

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет все более высокие требования к энергоэффективности, надежности и экологичности техники. В условиях непрерывного роста цен на топливо и электрическую энергию, а также необходимости автоматизации процессов на фермах и в полевых условиях, особое внимание необходимо уделять вопросу оптимизации приводных систем. Традиционные коллекторные электродвигатели и асинхронные машины хотя и обладают определенными преимуществами, но имеют ряд недостатков, связанных с низкой энергоэффективностью, сложностью обслуживания и ограниченным сроком службы. Вследствие этого всё большее внимание уделяется бесщеточным двигателям постоянного тока (BLDC), которые уже нашли широкое применение в промышленности и начинают активно внедряться в сельскохозяйственном машиностроении.

Бесщеточные электродвигатели представляют собой синхронные машины с постоянными магнитами, установленными на роторе, и электронным управлением коммутацией обмоток [1]. Отличительной особенностью данных двигателей по отношению к коллекторным двигателям выступает отсутствие коллектора и коллекторных щеток, тем самым исключая из конструкции один из наиболее изнашиваемых элементов. Это позволяет существенно увеличить срок службы и снизить как периодичность, так и экономические затраты на техническое обслуживание двигателей. Также отсутствие щеточно-коллекторного узла снижает генерацию электромагнитных помех, что оказывает положительный эффект на работу электронного оборудования.

Среди ключевых преимуществ BLDC-двигателей можно выделить более высокий КПД по сравнению с аналогами за счет минимизации потерь на трение и оптимизации коммутации [2]. Высокая удельная мощность таких двигателей в совокупности с их компактностью особенно важны при ограниченных габаритах сельхозмашин [3]. Точный контроль скорости и момента обеспечивается применением электронных систем управления [4]. BLDC-двигатели обладают эффектом остаточного магнитного удержания (за счёт применения постоянных магнитов в роторе), что позволяет фиксировать механизм даже при отсутствии питающего тока.

Электродвигатели в сельском хозяйстве могут использоваться в приводах доильных аппаратов, насосов, вентиляторов, транспортеров, смесителей кормов, систем автоматического доения, а также в роботизированных установках.

Так, в доильных установках применение BLDC-двигателей может обеспечивать стабильное вращение вакуумных насосов, что позволит поддерживать постоянное разрежение и снижать стресс у животных. В вентиляционных системах коровников и свинарников BLDC-двигатели позволят плавно регулировать скорость вращения вентиляторов, что обеспечит оптимальный микроклимат и снизит энергозатраты.

Несмотря на очевидные преимущества, широкое распространение BLDC-двигателей в сельском хозяйстве сдерживается рядом факторов. Основные из них – более высокая стоимость по сравнению с традиционными двигателями и необходимость применения специализированных систем управления.

Классические системы управления с МОП-транзисторами на основе GaAs уже достигли своего предела. В то же время разрабатываются новые транзисторы на основе GaN, которые могут работать на более высоких частотах с более высоким напряжением, что позволит создать мощные, энергоэффективные и компактные системы управления для BLDC-двигателей. В настоящее время транзисторы на основе GaN стоят дороже классических транзисторов на основе GaAs, однако с развитием технологий производство транзисторов станет более дешевым и массовым [5].

Таким образом, бесщеточные электродвигатели (BLDC) обладают целым рядом преимуществ по сравнению с традиционными коллекторными и асинхронными машинами. Их применение в сельскохозяйственном производстве может повысить эффективность производства, снизить экономические затраты на эксплуатацию, а также улучшить условия содержания животных, что сделает их внедрение обоснованным и перспективным направлением развития сельхозмашиностроения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Некрасов, С. Д.** Сравнение тяговых характеристик BLDC-мотора с классическими ДВС / С. Д. Некрасов // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки : сб. ст. СХХV студенч. междунар. науч.-практ. конф. : в 5 т., Новосибирск, 8 мая 2023 г. – Новосибирск: Сиб. акад. кн., 2023. – Т. 5 (123). – С. 111–118.
2. Introduction to Brushless DC Motor Control // mathworks. – URL: <https://uk.mathworks.com/> (date of access: 01.09.2025).
3. **Кривогузова, А. С.** Оценка актуальности применения BLDC-двигателей в сферах автомобилестроения, промышленного производства и робототехники / А. С. Кривогузова, Д. М. Васютенко // Наукосфера. – 2023. – № 2-1. – С. 175–180.
4. **Тимофеев, Е. С.** Разработка электрической схемы драйвера BLDC-двигателя / Е. С. Тимофеев // Вестник науки. – 2025. – № 6 (87). – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 01.09.2025).
5. **Уразбахтин, Р. Р.** Применение GaN-транзисторов в современных электротехнических комплексах / Р. Р. Уразбахтин // XLVII Гагаринские чтения 2021 : тез. докл. XLVII Междунар. молодеж. науч. конф., Москва, 20–23 апр. 2021 г. – М. : Перо, 2021. – С. 514–516.