

4. Brig-Ayd Controls [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.brig-aydcontrols.co.uk. Hertfordshire AL7 1BS. – Дата доступа 10.02.2022.

Представлено 14.04.2022

УДК 629.114.2

ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЛИНИИ ДЛЯ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

FLEXIBLE PRODUCTION LINES FOR MASS PRODUCTION OF AUTOMOTIVE ELECTRIC DRIVES

Котлобай А. Я., канд. техн. наук, доц., **Козеня Д. А.**,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

A. Kotlobay, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, D. Kozenya,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Экономическое производство компонентов привода является основным условием экономического успеха электромобилей на рынке. Чтобы справиться с большим количеством вариантов в автомобильной промышленности, неопределенностью рынка и обеспечить экономичное производство, необходимо разработать гибкие производственные линии, отвечающие требованиям серийного производства автомобилей.

Economic production of drive components is a major prerequisite for the economic success of electric vehicles in the marketplace. To cope with the large number of options in the automotive industry, market uncertainty, and cost-effective production, flexible production lines must be developed to meet the requirements of mass production vehicles.

Ключевые слова: *гибкость, экономическое производство, промышленность, технологии, электромобиль.*

Keywords: *flexibility, economic production, industry, technology, electric vehicle.*

ВВЕДЕНИЕ

Требования, которым должны отвечать электродвигатели для автомобильного применения, как в отношении самого продукта, так и его производства, значительно отличаются от промышленного и стационарного использования. Установка не только ограничена в пространстве и весе, но, кроме того, необходимо обеспечить срок службы в течение многих лет при динамических нагрузках более 20 грамм в широком диапазоне частот. Новые требования к электроприводам в этой области применения включают рабочие температуры от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ зимой до примерно $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ для интегрированных в трансмиссию двигателей, расположенных вблизи двигателя внутреннего сгорания. Кроме того, необходимо оптимизировать энергетическую эффективность, плотность мощности и отношение ёмкости к весу, чтобы требования к емкости и, следовательно, к батарее были оптимальными. Вес может быть уменьшен без ущерба для дальности поездки. Таковы основные задачи электроприводов в области машиностроения и производства. Процесс производства электродвигателей можно разделить на три основных этапа: производство статора производство ротора и окончательная сборка.

КОНСТРУКЦИЯ КОМПОНЕНТОВ, ОРИЕНТИРОВАННАЯ НА ПРОИЗВОДСТВО

В этой сфере деятельности разрабатывается новый ламинированный сердечник. Целью является удовлетворение специфических требований электродвигателей, используемых в автомобильной промышленности. Наиболее важными аспектами при разработке компонентов являются технологичность производства, методология контроля качества и экономически эффективное проектирование системы. Поэтому в технических характеристиках указываются требования к конструкции, условиям эксплуатации и окружающей среде компонентов и электродвигателей, а также требования к долговечности, спектру нагрузок, шуму, весу, месту для установки и допуски для автомобильного применения. Исследование альтернативных вариантов конструкции ламинированного сердечника, например, конструкция в виде замкнутой стопки ламинатов, в виде сегментов или отдельных полюсов, является ключевым элементом данного пакета работ. Кроме того, определяются необходимые допуски в зависимости от толщины листа, – производительности и размера пакета. При определении пригод-

ной для производства конструкции ламинированных сердечников рассматриваются плюсы и минусы лазерной технологии в производстве листового металла и сравниваются с потенциальным влиянием сварных швов на электрическое поведение. В целом, необходимо достичь понимания ориентированного на лазерную и высеченную резку проектирования электротехнической стали в области очень тонких стальных листов (до 0,1 мм) и пакетной сборки. Выбор процедуры методически подкрепляется продукта.

КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

В настоящее время компоненты, не отвечающие требуемым свойствам, определяются слишком поздно в процессе производства. Основной причиной этой проблемы является недостаток знаний о параметрах, определяющих качество, и о методах, подходящих для измерения и тестирования. На данном этапе обеспечение качества, полностью интегрированное в технологический процесс, может привести к улучшению процесса и значительному снижению затрат. Для этого определяется подходящее, зависящее от процесса характеристики качества. На основе определенной конструкции стопки ламинации устанавливается эталонный образец для испытаний, который позволяет сравнить результаты измерений. Этот образец должен состоять из стопки ламинации без каких-либо обмоток или других дополнительных компонентов, чтобы можно было четко определить влияние изменения определяющих факторов, таких как толщина листа, геометрия или альтернативные варианты процесса. Помимо геометрических свойств, электромагнитные свойства образца находятся в центре внимания при разработке соответствующих измерительных процедур. Кроме того, выбираются подходящие измерительные и испытательные системы, которые могут быть использованы в крупномасштабном производстве. Наконец, определяется конфигурация датчика для определенных критических этапов процесса.

ПЛАНИРОВКА ЗАВОДА И ЦЕПОЧКИ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ

Объектом рассмотрения является схема технологической линии, позволяющая экономически выгодно производить продукцию с учетом различных рыночных сценариев, а также гибких концепций инструментов и процессов. Исходя из требуемой гибкости

в вариантах, размерах партий и технологиях, разрабатываются различные инструменты и захваты для производства и методы обработки. После этого будет разработана планировка завода как функция вертикальной интеграции каждого партнера по процессу во всей технологической цепочке. Он будет представлен симуляцией процесса. Оценка и выбор альтернатив осуществляется с помощью моделирования на основе общих критериев для массового производства. Важной темой исследования является рассмотрение различных вертикальных интеграций вдоль цепочки создания стоимости и, таким образом, разработка экономических бизнес-моделей для гибкого производства. Используя ранее разработанное моделирование процессов, можно выбрать подходящие этапы процесса для каждой компании, чтобы достичь общего экономического оптимума в зависимости от различных рыночных сценариев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка высоко гибких производственных линий станет решающим фактором для экономического успеха электромобилей на рынке в ближайшие годы. Помимо внедрения инновационных производственных технологий, важной задачей будет дальнейшее развитие процессов измерения. Только с помощью соответствующих измерений соответствующих параметров можно описать влияние различных технологий производства на характеристики продукта. Полученные результаты будут способствовать сохранению и дальнейшему развитию страны как технологического центра для автомобильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Müller, R.: Modulare Bauweisen sind der Schlüssel / R. Müller // ATZ production. – 2011. – № 2. – S. 18–20.
2. Neue Antriebe, neue Montageprozesse, neue Mobilitätskonzepte-Elektromobilität braucht querdenkende Anlagenbauer / J. Franke. – VDMA-Infotag Elektromobilität. – Frankfurt am Main, 2011.
3. Nationale Plattform Elektromobilität, Zwischenbericht der Arbeitsgruppe // «Antriebstechnologien und Fahrzeugintegration». – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2010.

Представлено 20.04.2022