

СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ РЕКУПЕРАТИВНЫМ ТОРМОЖЕНИЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ГИБРИДНЫХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ

Asanov Seyran Enverovich

Туринский Политехнический Университет в Ташкенте

Аннотация: Идея использования системы рекуперативного торможения в автомобильных силовых агрегатах стала довольно популярной во время разработки гибридных электромобилей. Говоря о системах рекуперативного торможения (RBS), мы должны учитывать, что их целью является преобразование энергии, возникающей при торможении, в электрическую или механическую энергию. Внедрение системы RBS в транспортных средствах позволяет повысить энергоэффективность и расход топлива, поскольку часть кинетической энергии от торможения будет рекуперирована.

Ключевые слова: рекуперативное торможение, смешанное торможение, гибридные электромобили

I. Вступление

В электрической системе рекуперативного торможения кинетическая энергия, которая образуется во время процесса торможения, преобразуется в электрическую энергию и накапливается в батарее генератором. Энергия, накопленная в аккумуляторе, будет использоваться для приведения в действие электродвигателя, подключенного к приводному валу [1] (рис. 1). В этой статье описаны два алгоритма для стратегий управления рекуперативным торможением, таких как последовательное торможение и параллельное торможение.

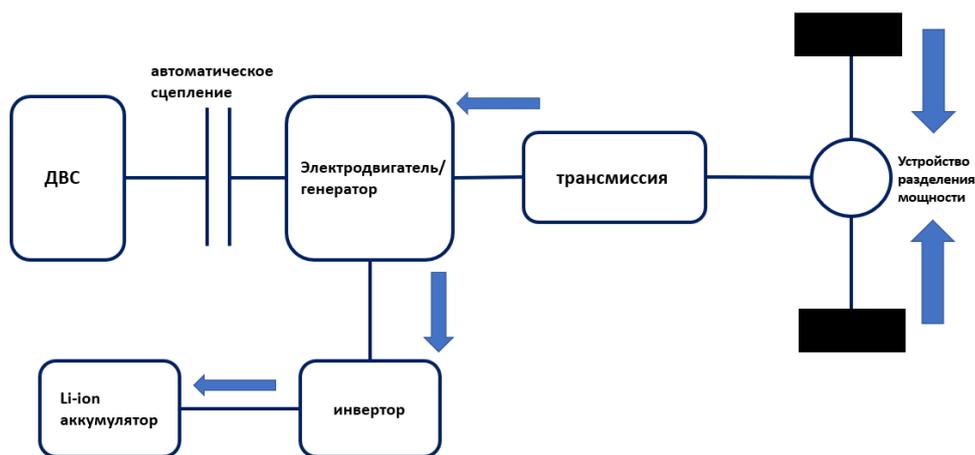


Рис. 6 Схема рекуперативного торможения.

II. Разновидности стратегий рекуперативного торможения.

Последовательное рекуперативное торможение.

Последовательное рекуперативное торможение основано на комбинации регулируемой тормозной системы на основе трения с системой рекуперативного торможения, которая передает энергию электродвигателям и батареям в рамках интегрированной стратегии управления [2]. Общая конструкция предназначена для оценки замедления, требуемого водителем, и распределения требуемого тормозного усилия между системой рекуперативного торможения и механической тормозной системой. Последовательное рекуперативное торможение может повысить топливную экономичность на 15-30%. Для этого требуется система торможения по проводу [3] и более равномерное ощущение педали благодаря хорошей способности смешивать крутящий момент.

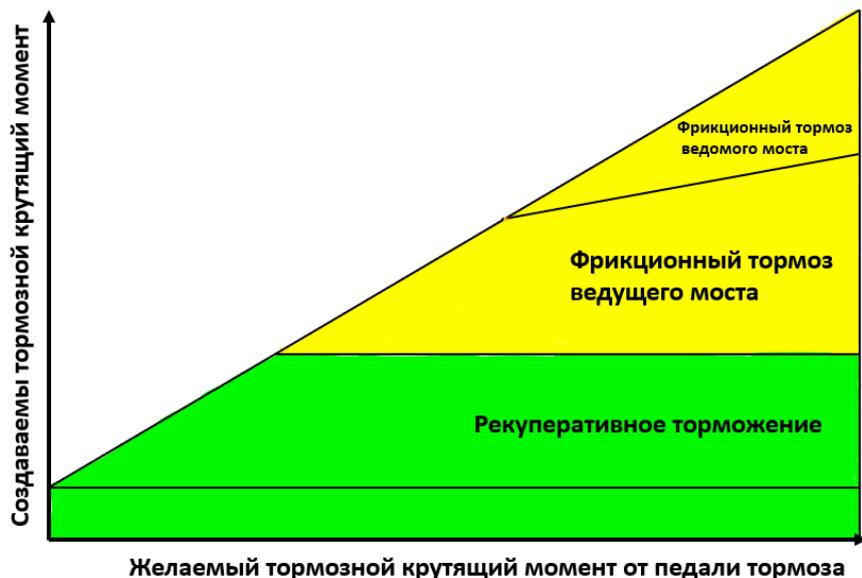


Рис. 7 Последовательное рекуперативное торможение.

Как видно на рисунке 2, создаваемый тормозной момент линейно увеличивается с увеличением требуемого тормозного момента. Но в определенный момент крутящий момент, передаваемый в систему рекуперативного торможения, насыщается, что означает, что рекуперативная система не может получить крутящий момент, превышающий максимально возможное значение крутящего момента электродвигателя. После этого крутящий момент начинает распределяться между ведомым и не ведомым мостом.

Параллельное рекуперативное торможение.

Система параллельного торможения представляет собой комбинацию системы на основе трения (гидравлическая тормозная система с тормозными суппортами, создающими тормозной момент на тормозном диске) и системы рекуперативного торможения, работающей в тандеме без интегрированного управления [2]. Сила рекуперативного торможения добавляется к механическому тормозному усилию, которое невозможно отрегулировать. Сила рекуперативного торможения увеличивается вместе с усилием механического торможения. Начальный ход педали используется только для управления усилием рекуперативного торможения, нормальное механическое тормозное усилие не изменяется (рис. 3). Рекуперативный крутящий момент определяется

с учетом мощности двигателя, состояния заряда батареи SOC и скорости транспортного средства [4].

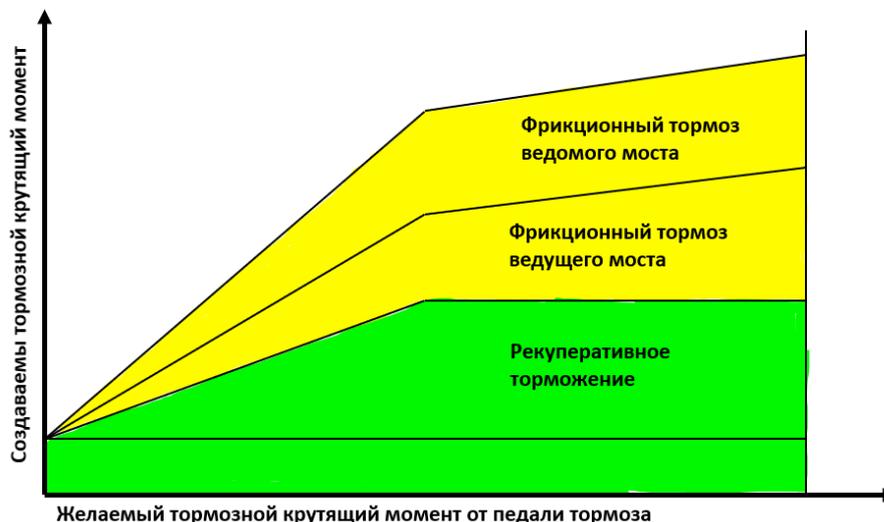


Рис. 8 Параллельное рекуперативное торможение.

Сила рекуперативного торможения рассчитывается с помощью блока управления тормозом путем сравнения требуемого тормозного момента и доступного крутящего момента двигателя. Давление на колесо уменьшается на величину силы рекуперативного торможения и силы, подаваемой от модуля гидравлического тормоза. Параллельное рекуперативное торможение может повысить топливную экономичность на 9-18%.

III. Заключение.

Общепризнано, что последовательное торможение является более эффективным, чем параллельное. Как последовательные, так и параллельные стратегии торможения доказали свою надежность с точки зрения безопасности и скорости. Еще одна важная вещь, которую следует помнить, что батарея должна работать только в определенном диапазоне SOC. Крайне нежелательно превышать значение 80%, так как это может привести к значительному повышению температуры батареи. Кроме того, нежелательно использовать рекуперативное торможение, когда скорость транспортного средства ниже 10 км/ч. В таких случаях следует активировать только традиционную тормозную систему.

IV. Исползованная литература.

- [1] M. K. Y. S. T. S. Shubham Shewate, “Modeling and simulation of regenerative braking for light commercial vehicle,” 2018.
- [2] H. N. S. T. J. B.J. Varocky, "Benchmarking of regenerative braking for a fully electric car," *Distributed Computing*, 2011.
- [3] X. Yu, "Review of brake-by-wire system used in modern passenger car," in *ASME International Desing Engineering Technical Conferences*, Charlotte, North Carolina, 2016.
- [4] B.S.M.Fan, "Modeling and simulation of a Hybrid electric vehicle using MATLAB/Simulink and ADAMS," 2007.

