

Бороденко Юрий Николаевич, к. ф-м. н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, docentmaster@gmail.com
Панасовский Вадим Витальевич, студент, ХНАДУ.

АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАЗГОН-ТОРМОЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ

Применение пневматических двигателей (ПНД) на автомобилях, эксплуатируемых в условиях городского цикла, диктуется их высокими экологическими показателями и малыми затратами на энергоноситель в сравнении с традиционными ДВС. Вторым достоинством ПНД является возможность получения максимального крутящего момента и КПД на минимальных оборотах (начало движения автомобиля). Третье достоинство ПНД – его обратимость и возможность использования рекуперативной энергии торможения. Кроме того, пневмомобили сравнительно не дорогие ввиду простоты конструкции двигателя. В сравнении с электроприводом, пневматический привод не требует дорогостоящих тяговых аккумуляторных батарей большой массы.

Основными недостатками ПНД являются: малая энергоемкость сжатого воздуха (малый заправочный пробег), которая в 200 раз уступает бензину; низкий КПД (5...7%) на скоростных режимах; необходимость во внешнем теплообменнике, утечки давления в конструкции пневматической аппаратуры. Компромиссным решением для автомобильного транспорта является применение гибридных силовых установок (ГСУ). В этом отношении неоспоримый приоритет следует отдать электрическим гибридам.

Исходя из сказанного, можно определить предпосылки применения ПНД на автомобиле – использование в составе ГСУ в качестве вспомогательного двигателя в режимах разгона, за счет рекуперированной энергии торможения.

Для реализации предлагаемой системы «Разгон-торможение» на базовом автомобиле необходимо решить ряд взаимосвязанных задач по различным аспектам проблемы: энергетической автономности, конструктивной адаптивности, кибернетической полноты.

В первую очередь, необходимо оценить баланс энергии пневмопривода под заданный ездовой цикл и выйти на концепцию заряжаемой или автономной системы. При этом, возникнет вариация параметров силовых агрегатов пневмоустановки (уровень давления, объем аккумулятора, производительность пневмоагрегата), позволяющих с одной стороны поддерживать динамику движения автомобиля за счет энергии ДВС, с другой – преодолеть момент трогания и обеспечивать цикл движения в пробке. Следует добавить, что потенциальные источники тепла, (ДВС, КПП, электрические машины, тяговые батареи) по средствам теплообменника позволяют повысить энергоресурс ГСУ в целом и снизить градиентные температурные нагрузки ее элементов.

Второй аспект связан с выбором силовых агрегатов и конфигурации силовой установки, а также синтезом механической трансмиссии для

обратимой передачи крутящего момента, адаптированной под трансмиссию базового автомобиля. При этом, следует использовать унифицированные узлы механических передач и пневматической аппаратуры с электрическим управлением.

Кибернетическая полнота характеризует мехатронную систему привода с позиций управления (степень автоматизации, стратегия управления и функции оптимизации, методы программной реализации алгоритмов).

В настоящее время французской компанией PSA Peugeot Citroen предложена технология Hybrid Air o. В ГСУ использована композиция из бензинового ДВС, гидромотора, гидроцилиндра, пневматического насоса и баллона для сжатого воздуха (Citroen C4 Cactus Airflow 2L) [1]. В аналогичной композиции автомобиля Peugeot 2008 Hybrid Air 2L для запаса и рекуперации энергии используются два баллона для сжатого воздуха – низкого давления системы рекуперации (гидроаккумулятор с пневматическим подпором) и высокого давления для внешней зарядки [2]. Приоритетным критерием оптимизации, рассмотренных пневмогибридов, является экономия топлива, а экологическая безопасность выходит на второй план. Если поменять акценты, то в условиях городского цикла конкуренцию полным пневмогибридам могут составить полу-гибриды с пневмосистемой «Разгон-торможение».

Для достижения поставленной цели на примере базового автомобиля [2] предлагается рассмотреть следующие технические решения, позволяющие снизить стоимость и массогабаритные параметры пневмопривода:

- обеспечить энергетическую автономность транспортного средства за счет исключения заправочного баллона высокого давления;
- ввиду отсутствия необходимости длительного хранения запаса воздуха под большим давлением и снижения вероятности утечек, можно перейти от пневмогидравлической схемы привода к чисто пневматической с заменой гидроаккумулятора на пневматический ресивер пониженного давления;
- не применять систему теплообмена ввиду оперативного использования пониженного давления, поскольку охлаждение, вызванное декомпрессией воздушного заряда, будет компенсироваться нагреванием при его компрессии.

Как альтернативные решения автономных пневмоприводов рассматриваются варианты систем: рекуперативного восстановления давления; пополнения давления от энергии ДВС; запуска ДВС от пневмопривода; комбинированные подходы. При этом, в системе управления «Разгон-торможение» можно предусмотреть полуавтоматический или автоматический режим функционирования и дополнительную функцию «Старт-стоп».

Литература

1. Подзаряжаемый гибрид – автомобиль ближайшего будущего. / Материалы сайта – 2019. – Режим доступа: <https://itc.ua/articles/podzaryazhaemyiy-gibrid-avtomobil-blizhayshego-budushhego/>.
2. Hybrid Air – воздушный гибрид от Peugeot Citroën. / Материалы сайта – 2013. – Режим доступа: <https://www.facepla.net/the-news/eco-transportation-mnu/3180-hybrid-air-peugeot-citroen.html>