

Автомобили с тормозным рекуператором

Рижанин И. Строд просит рассказать о жиробусах и их перспективном использовании. Ответ подготовил кандидат технических наук ГУНАР ЛИБЕРТ.

Во всем мире актуальны проблемы экономии жидкого горючего и уменьшения загрязненности воздуха выхлопными газами. В этом плане поиски конструкторов идут в двух главных направлениях: усовершенствование конструкции и двигателя автомобиля.

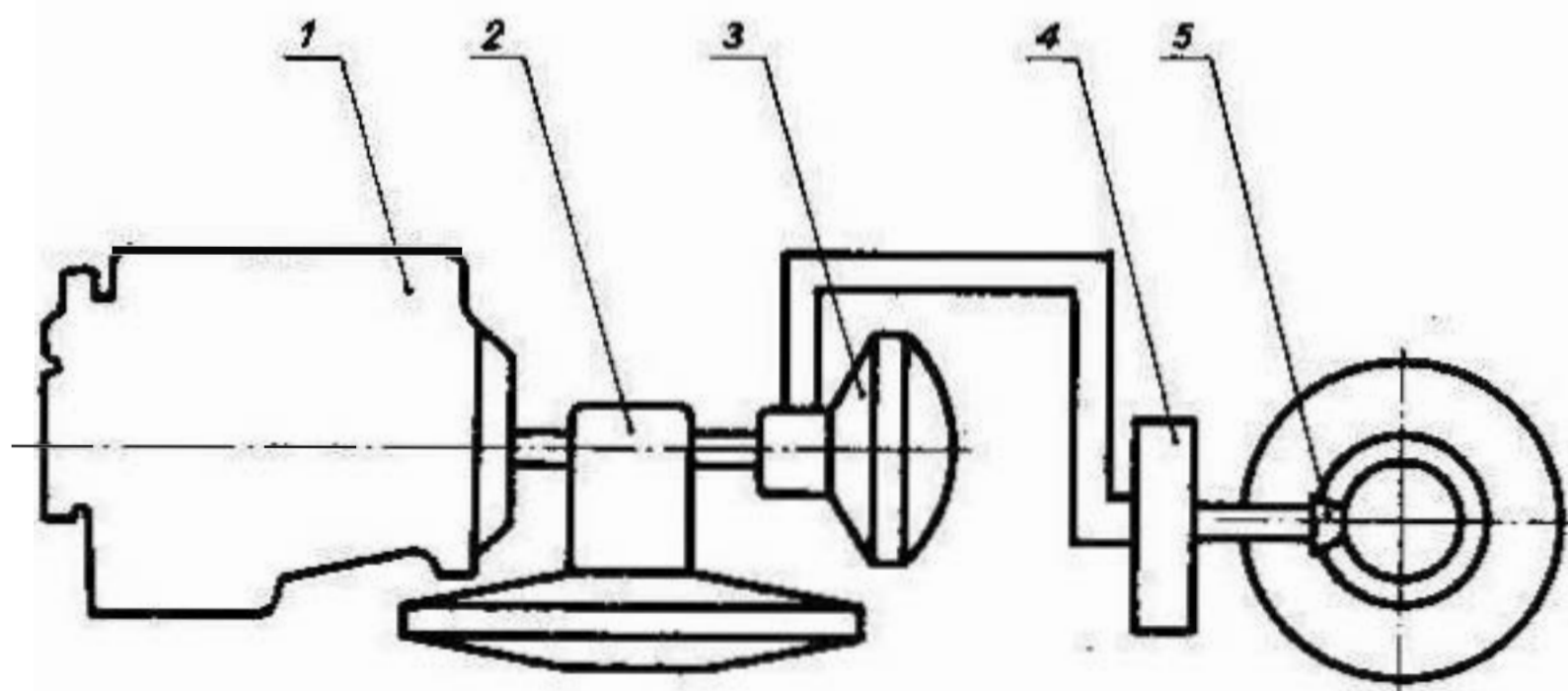
В последние годы научно-исследовательские институты и автозаводы нашей страны, автомобильные фирмы других стран (итальянская «Фнат», шведская «Вольво», МАН и «Даймлер Бенц» ФРГ) решают проблему, как целесообразнее использовать кинетическую энергию автомобиля в процессе торможения.

Двигатель автомобиля при движении в городских условиях работает в режиме разбега, холостого хода или торможения. Эти режимы связаны с усиленным потреблением горючего и выделением вредных выхлопных газов, поэтому ученые и конструкторы стараются разработать такую автомобильную трансмиссию, которая дает возможность использовать рекуперативное торможение, то есть накопление кинетической энергии автомобиля при торможении с последующим использованием для совершения полезной работы. В процессе торможения обычных автомобилей их кинетическая энергия в тормозных механизмах превращается в тепло и рассеивается во внешней среде. Энергетические устройства, которые могут аккумулировать кинетическую энергию при торможении, наиболее выгодно устанавливать на

автомобилях, которые эксплуатируются в городской черте, например, автобусах. Так как простейшим накопителем энергии может быть вращающийся маховик (гироскоп), то эти автомобили называют жиробусами, или жиробусами. Особенность рекуперативного тормозного процесса автомобиля в том, что энергия накапливается за очень короткое время и сам процесс накопления очень интенсивен.

В принципе для аккумуляции кинетической энергии автомобиля можно использовать тепловые, электрические или механические аккумуляторы. Тепловые аккумуляторы самые невыгодные — у них низкий коэффициент полезного действия, что определяется трудоемким и малоэффективным превращением механической энергии в тепловую и наоборот. Электрохимические аккумуляторы, широко распространенные в технике, обладают большой энергоемкостью и способностью сохранять энергию в течение длительного времени. Главный недостаток, ограничивающий возможность их применения для накопления энергии в процессе рекуперативного торможения, — небольшая удельная мощность аккумулятора как при зарядке, так и при разрядке.

Доказано, что самые эффективные аккумуляторы тормозной энергии — механические инерционные и гидравлические аккумуляторы. Простейший механический инерционный аккумулятор — маховик, энергия которого возрастает с увеличением скорости вращения. Наибольшие трудности в использовании маховика создает его привод и соединение с трансмиссией автомобиля, так как с уменьшением скорости движения автомобиля при торможении маховик должен вращаться все быстрее, а при разбеге автомобиля, когда накопленная в маховике энергия должна отдаваться, скорость его вращения постепенно снижается и одновременно возрастают обороты валов трансмиссии. Механической передаче в этом случае необходимо обеспечить бесступенчатое изменение передаточного отношения в очень широком диапазоне, а это возможно только при использовании вариатора. Поэтому эффективнее комбинированные трансмиссии с маховиком, вращающим, например, гидронасос, а тот, в свою очередь, — гидромотор (см. схему). По этому принципу можно создать как гидромеханические, так и электрические комбинированные трансмиссии.



**СХЕМА
КОМБИНИРОВАННОЙ
СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧИ
ЖИРОБУСА**

1 — двигатель внутреннего сгорания, 2 — рекуператор (маховик) с силовой передачей и муфтами включения, 3 — гидронасос, 4 — гидромотор, 5 — главная передача ведущей оси.

Массу маховика, размеры и скорость вращения определяет масса автомобиля и желаемое ускорение при разбеге. Масса маховика экспериментальных городских автобусов составляет 50—200 кг, их скорость вращения — 10 000—12 000 мин⁻¹. За время своего замедления маховик дает до 100 кВт энергии. Для уменьшения потерь маховик обычно вращается в вакууме. Чтобы обеспечить безопасность эксплуатации и для аварийных случаев, его делают самотормозящимся. В последнее время конструкторы и ученые думают над использованием в автомобилях супермаховиков, скорость вращения которых достигает 20 000 мин⁻¹. Это позволит рекуперировать большую энергию при меньших размерах и массе маховика.

Изображенная на схеме трансмиссия дает возможность обеспечить движение автомобиля с помощью различных приводов: двигатель вместе с маховиком, отдельно маховик или же только двигатель автомобиля. Если для движения автомобиля использовать один маховик, то двигатель в таком случае может служить только для раскручивания маховика. В процессе торможения ведущие колеса вращают гидромотор в режиме насоса, и он, в свою очередь, заставляет гидронасос работать в режиме двигателя, а двигатель вращает маховик. Обычно маховик помещают в вертикальном положении под полом автомобиля. Один из главных вопросов, связанных с созданием жиробуса, — насколько влияет гироскопический эффект на управление жиробусом. Если гироскоп (маховик) перемещается в плоскости вращения и жиробус поворачивается так, что не меняется угол его оси, такое движение не создает инка-

ких гироскопических сил (автомобиль поворачивает). Гироскоп может влиять на управление автомобилем, если при движении меняется положение его оси (гироскоп наклоняется под каким-то углом), например, при движении автомобиля на подъеме или спуске. Испытания жиробусов показали, что гироскопический эффект не влияет существенно на управление автомобилем.

В нашей стране на базе автобуса ЛАЗ-695 создан экспериментальный автобус с рекуператором торможения. Он дает 25—40% экономии горючего в зависимости от режима испытаний, в 1,5—2 раза уменьшается токсичность выхлопных газов. Если в режиме разбега автомобиля использовать одновременно двигатель и маховик, то мощность двигателя может быть значительно меньше и при этом обеспечивать достаточную интенсивность разбега. Это говорит о перспективности использования таких автомобилей, особенно в городе. Их преимущества:

— на 15—30%, в зависимости от применяемого рекуператора и схемы трансмиссии, снижается расход горючего;

— примерно на 40% уменьшается мощность установленного двигателя внутреннего сгорания;

— энергоаккумулятор обеспечивает работу двигателя внутреннего сгорания в самом экономичном режиме.

В создании автомобилей с рекуператором энергии самое трудное — сделать надежную и экономичную, легко управляемую в эксплуатации трансмиссию. Современные достижения в области микроэлектроники и автоматического управления дают возможность создавать совершенные конструкции автомобилей с рекуператором энергии.