



Центр научно-технической информации и библиотек  
– филиал ОАО «РЖД»

## **Дифференцированное Обеспечение Руководства**

---

145/2020

### **Влияние аэродинамики на энергосбережение современных поездов**

В Стратегии устойчивого развития (далее – Стратегия) Федеральным правительством Германии установлена цель по сокращению потребления энергии транспортом на 15-20 % к 2030 г.

Однако согласно данным Федерального агентства по окружающей среде, конечное потребление энергии пассажирским транспортом упало всего на 1 %, грузовым – даже увеличилось на 10%. Это связано со значительным увеличением объема перевозок в обоих секторах. Целевая задача стратегии по переходу перевозок на экологически безопасный вид транспорта – железнодорожный, пока не увенчалась успехом, его доля составляет лишь 8 % пассажирских и 18 % грузовых перевозок от общего объема в Германии.

Следует отметить, что железнодорожный сегмент перевозок осуществляет наиболее решительные шаги в целях реализации Стратегии. Нигде удельный расход энергии не снизился так сильно, как на железнодорожном транспорте. Причины – более эффективное использование подвижного состава, в том числе за счет замены коротких поездов с локомотивами на моторвагонные поезда и улучшения рекуперации энергии торможения. Тем не менее, есть еще большой потенциал для дальнейшего снижения потребления энергии, в частности из-за уменьшения сопротивления воздуха.

В случае рельсовых транспортных средств большая часть энергопотребления является результатом преодоления сопротивления воздуха движению. У высокоскоростного поезда, со средней скоростью движения 150 км/ч его доля составляет около 50 %, у пригородных поездов – около 20 %, у грузовых поездов, при средней скорости 60-80 км/ч – 40 %.

Причем, для грузовых поездов эта пропорция часто недооценивается из-за низкой скорости движения. Все это вызвано аэродинамически невыгодной формой подвижного состава.

Если затраты энергии на преодоление инерционного сопротивления при торможении или движении под уклон можно частично компенсировать при помощи соответствующих систем, то сопротивление воздуха является чисто рассеивающим фактором. Здесь потери можно уменьшить только за счет очень низкой скорости (что, конечно, не улучшит привлекательность этого вида транспорта) или за счет аэродинамически оптимизированной конструкции. Такие меры требуют модернизации существующего подвижного состава и усиления аэродинамических требований уже при его конструировании, причем последний вариант, безусловно, является более экономичным.

Если потенциал энергосбережения за счет аэродинамической оптимизации региональных и высокоскоростных поездов оценивается исследователями Ореллано и Шперлингом примерно в 6-8 %, то грузовые поезда обладают огромным потенциалом для снижения сопротивления воздуха из-за их аэродинамически несовершенных форм. С помощью различных подходов к оптимизации разных типов грузовых вагонов (платформы для контейнеров, полувагоны, крытые вагоны, цистерны, хопперы) исследователь Бендель смог определить снижение сопротивления воздуха в аэродинамической трубе на 25-45 %.

В ходе исследований «инновационных грузовых вагонов» в Берлинском техническом университете на вагонах-автовозах и -цистернах сопротивление воздуха также было уменьшено на 20 %. Сопротивление воздуха при контейнерных перевозках можно сильно понизить, если устранить зазоры между ними, которые иногда приводят к его удвоению. Так же в случае с контейнерными поездами можно добиться экономии энергии 8-10 % за счет правильного размещения грузов. Это также позволяет получить преимущество, когда речь идет о снижении шума.

Релевантность сопротивления воздуха для потребления энергии также очевидна и в проекте Hyperloop. Здесь сопротивление воздуха может быть уменьшено за счет перемещения транспортного средства в среде со значительно меньшей его плотностью.

В оригинальной концепции основателя проекта Hyperloop Илона Маска, использовался компрессор, который передавал воздух от передней к задней части транспортного средства, и воздушный поток одновременно использовался для создания воздушной подушки под ним.

Оценка общего энергопотребления Hyperloop прежде всего сильно зависит от энергии, необходимой для создания частичного вакуума, который,

среди прочего, зависит от герметичности системы. Доля сопротивления воздуха в общем потреблении энергии будет значительно ниже, но возрастают затраты на создание этого разряжения, так что баланс энергии для Hyperloop довольно спорный.

Таким образом, остается под вопросом не только то, сможет ли Hyperloop достичь скоростей, значительно превышающих скорости современных высокоскоростных поездов, но и стоит ли строить такую инфраструктуру с точки зрения энергетического баланса. Повышенная оптимизация существующего железнодорожного транспорта могла бы быть более экономичной и экологически чистой.

Во всех секторах железнодорожных перевозок сопротивление воздуха играет значительную роль в потреблении энергии. Особенно ярко эта доля выражена в высокоскоростных и грузовых перевозках. Потенциал экономии энергии при использовании аэродинамических мер в секторе пассажирских и грузовых перевозок может составлять до 10 %. Поскольку скорость грузовых поездов в будущем будет увеличиваться, из-за ограниченной пропускной способности инфраструктуры, роль аэродинамики в снижении потребления энергии будет значительно расти.

*Источники: Eisenbahntechnische Rundschau. – 2019. – № 7/8. – S. 54-58;  
dlr.de, 01.2020;  
link.springer.com, 02.2020;  
sciencedirect.com, 03.2020.*