

# Оптимизация транспортной системы\*

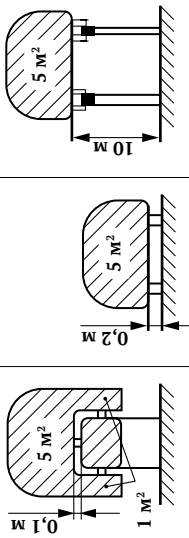
Сегодня известно более 300 видов и вариантов транспортных систем. Однако какая из них наиболее близка к идеальной? И что такое идеальная транспортная система?

Если берётся груз в точке А, скажем, в Лондоне, и доставляется в точку В, например, во Владивосток, то энергетическое состояние груза при этом не изменяется: в точке В он имеет ту же высоту над уровнем моря и ту же нулевую скорость движения относительно поверхности земли. В данном случае с точки зрения физики полезная транспортная работа в гравитационном поле Земли равна нулю; в идеале затраты энергии на перемещение груза также должны быть равны нулю. А поскольку энергия всё-таки расходуется, то с позиций механики коэффициент полезного действия любой реальной наземной транспортной системы всегда будет равен нулю, так как если разделить ноль на какое-либо число, то в результате также получится ноль. Любое наземное транспортное средство расходует энергию не на полезную транспортную работу, а на преодоление сопротивления окружающей среды и на разрушение этой среды. Поэтому совершенствование транспорта должно быть направлено не на наращивание мощности двигателей, повышение грузоподъёмности и пассажировместимости, увеличение скоростей, как это происходит сейчас, а на уменьшение сопротивления перемещению, в первую очередь – высокоскоростного перемещения (свыше 300 км/ч, так как многие виды сопротивления возрастают пропорционально квадрату и кубу скорости движения).

В таблице 1 представлен анализ основных видов сопротивления движению усреднённого высокоскоростного транспортного модуля, имеющего скорость движения 100 м/с (360 км/ч), массу 10 тонн (ёмкость модуля – 50 пассажиров) и площадь поперечного сечения (мидель) 5 м<sup>2</sup>. Основное сопротивление движению такого транспортного средства – это аэродинамическое сопротивление, которое зависит не только от формы

\* По материалам статьи А.Э. Юницкого «Оптимизация наземной транспортной системы», опубликованной в международном научном журнале «Проблемы машиностроения и автоматизации» (г. Москва). – 2005. – № 4. – С. 45–50.

Таблица 1 – Сопротивление движению усреднённого\* высокоскоростного транспортного модуля

| Показатель                                 | Аэродинамическое сопротивление <sup>00</sup>                                         |        |      | Колесо                                   |                                                                           |                                                                              | Магнитный подвес +<br>линейный электроподъёмник<br>(КПД 40 %) | Воздушный подвес<br>(воздушная подушка)<br>(КПД 30 %) |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                            |  |        |      | Пневмошина<br>(κ <sub>к.к.</sub> = 0,05) | Стальное                                                                  |                                                                              |                                                               |                                                       |
|                                            |                                                                                      |        |      |                                          | Колёсная пара<br>с коническими<br>колёсами<br>(κ <sub>к.к.</sub> = 0,001) | Колесо с независимой<br>подвеской без конуса<br>(κ <sub>к.к.</sub> = 0,0005) |                                                               |                                                       |
| Однотонный<br>модуль                       | Мощность<br>сопротивления, кВт                                                       | 1120   | 620  | 310                                      | 500                                                                       | 10                                                                           | 5                                                             | 2600                                                  |
|                                            | Расход<br>топлива, т/год                                                             | 1220   | 680  | 340                                      | 550                                                                       | 11                                                                           | 5,5                                                           | 2800                                                  |
|                                            | Стоимость топлива,<br>тыс. USD/год                                                   | 610    | 340  | 170                                      | 275                                                                       | 5,5                                                                          | 2,75                                                          | 1400                                                  |
| Парк модулей<br>на планете<br>(10 млн шт.) | Мощность<br>сопротивления,<br>млн кВт                                                | 11 200 | 6200 | 3100                                     | 5000                                                                      | 100                                                                          | 50                                                            | 26 000                                                |
|                                            | Расход топлива,<br>млн т/год                                                         | 12 200 | 6800 | 3400                                     | 5500                                                                      | 110                                                                          | 55                                                            | 28 000                                                |
|                                            | Стоимость топлива,<br>млн USD/год                                                    | 6100   | 3400 | 1700                                     | 2750                                                                      | 55                                                                           | 27,5                                                          | 14 000                                                |

\* Усреднённый транспортный модуль: скорость движения – 10 м/с (360 км/ч); масса – 10 т; вместимость – 50 чел. (6 т груза); коэффициент использования – 0,5 (12 ч/сутки); расход топлива – 0,25 кг/(кВт·ч); мидель салона –  $f_m = 5 \text{ м}^2$ .

\*\* Мощность аэродинамического сопротивления:  $W_{a.c.} = \frac{1}{2} \rho v^2 C_x f_m$  (где  $\rho$  – плотность воздуха,  $v$  – скорость движения,  $C_x$  – коэффициент аэродинамического сопротивления,  $f_m$  – мидель салона).

\*\*\*  $K_{к.к.}$  – коэффициент сопротивления качению колеса.

\*\*\*\* Средняя стоимость топлива – 0,5 USD/кг.