



УДК 625.06

## **АНАЛИЗ ЗАТРАТ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МОСТА**

*А. М. СЕРГЕЕВА, А. А. БЕНДИКОВА,  
А. А. БОТВЕНКОВ, В. А. СЕРБАЕВ*

*Учреждение образования «Белорусско-Российский университет»,  
г. Могилёв, Республика Беларусь*

Роль мостовых сооружений на автомобильных дорогах в обеспечении бесперебойного движения транспортных средств и пешеходов трудно переоценить. Истории известны многочисленные случаи, когда отказ несущих конструкций мостов парализовал работу целых регионов. Жители города Могилева прочувствовали это на себе во время капитального ремонта моста через р. Днепр на проспекте Шмидта (2013-2014 г). Транспортный поток был переориентирован на другие мосты города, что привело к резкому увеличению интенсивности движения и заторам на действующих мостах, особенно в часы «пик». Протяженность заторов доходила до 2 км, скорость движения в них составляла 5-15 км/ч. На преодоление таких участков уходило до 30 мин. Скопление транспортных средств привело к увеличению выбросов в атмосферу отработанных газов и ухудшению экологической ситуации в городе.

На экономические затраты при капитальном ремонте мостовых сооружений влияет множество факторов. Часть из них в обязательном порядке учитывается сметной документацией, а часть остается за пределами проекта из-за сложности определения их экономического

влияния. В частности сметная документация проекта капитального ремонта моста не учитывает экономических затрат на топливо для общественного и легкового транспорта связанных с изменением скоростного режима и на наносимый при этом экологический ущерб.

Расчет затрат от экологического ущерба производился на основании [1]. Учитывались такие параметры, как объем движения транспортных средств, скорость движения транспортного потока, длина участка, количество остановок транспортного потока.

Выбросы веществ определялись как сумма выбросов при движении транспортного потока, при остановке (торможении-разгоне) и задержке (работе на холостом ходу). По расчетным формулам и таблицам выбросов загрязняющих веществ построены графики удельных выбросов вредных веществ от автобусного и легкового транспорта (рисунок 1, 2). На графиках четко прослеживается зависимость количества вредных выбросов от скоростного режима транспорта. Максимальное количество выбросов происходит при работе двигателя на холостом ходу. С увеличением скорости движения количество выбросов снижается.

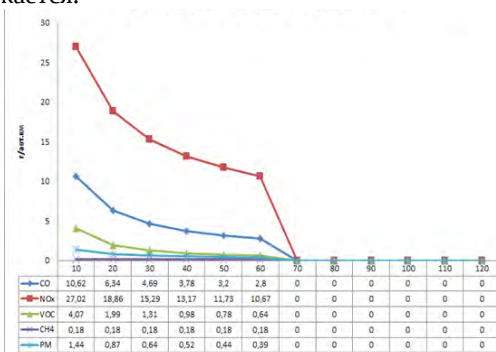


Рисунок 1 – График удельных выбросов загрязняющих веществ автобусного транспорта



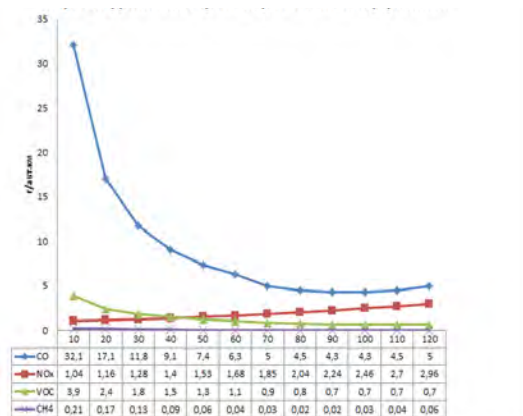


Рисунок 2 – График удельных выбросов загрязняющих веществ легкового транспорта

При движении автобусного транспорта со скоростью 60 км/ч количество вредных выбросов снижается в 3-5 раз (в зависимости от вида загрязняющего вещества), по сравнению со скоростью, с которой автобус движется в заторе, а для легковых минимальный расход топлива наблюдается при скорости 80 км/ч. На рассматриваемом участке, длина которого составляла 2км, из-за затора транспортные средства двигались со скоростью не превышающей 10 км/ч. Ввиду чего количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ значительно возросло, а значит возросли и экономические затраты.

Последствия воздействия выбросов загрязняющих веществ на атмосферный воздух определялись по формуле (1)

$$\Pi_{\text{в}} = \Pi_{\text{с}} \times K_{\text{пр}} \times \sum_j \Phi_{\text{п}j} \times \Pi_{\text{п}j} \quad (1)$$

где  $\Pi_{\text{с}}$  – последствия воздействия выбросов загрязняющих веществ для субъектов воздействия, определяемые по формуле (2);  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий продуваемость дороги (0,7);  $\Phi_{\text{п}j}$  – коэффициент, учитывающий подверженность j-той группы субъектов воздействия выбросам загрязняющих веществ (водители – 0,26, пешеходы – 0,15);  $\Pi_{\text{п}j}$  – плотность j-той группы субъектов воздействия с учетом усреднения (водители  $\Pi_{\text{п}j}$  – 40, пассажиры  $\Pi_{\text{п}j}$  – 150, пешеходы  $\Pi_{\text{п}j}$  – 150).

$$\Pi_{\text{с}} = 10^{-3} \times \sum_i E_i \times C_{\text{б}i} \quad (2)$$

где  $E_i$  – масса выбросов i - того загрязняющего вещества, г;  $C_{\text{б}i}$  – стоимостный показатель последствий от воздействия выброса i - того загрязняющего вещества руб/кг;

В результате вычислений экологический ущерб составил 15229368000 бел. руб., что на 5419226250 бел. руб. больше по сравнению с нормальными условиями движения.

Определяя превышение затрат на топливо, по сравнению со штатным режимом движения, по данным [2] построен график потребления топлива в зависимости от скоростного режима (рисунок 3). Из графика видно, что максимальное количество топлива расходуется транспортными средствами при скорости 10 км/ч (это средняя скорость движения транспорта в пробке). При движении транспорта с такой скоростью помимо увеличения выбросов вредных веществ в атмосферу и увеличения количества расхода топлива значительно возрастает риск таких поломок как износ диска сцепления, тормозных дисков, коробки переключения передач, топливного насоса. Основываясь на данных графика (рисунок 3) оптимальной скоростью движения для транспортных средств является скорость 70 км/ч. При движении транспорта с такой скоростью можно существенно сэкономить топливо, а значит и денежные средства, сократить время на преодоление участка, продлить срок службы транспортных средств.

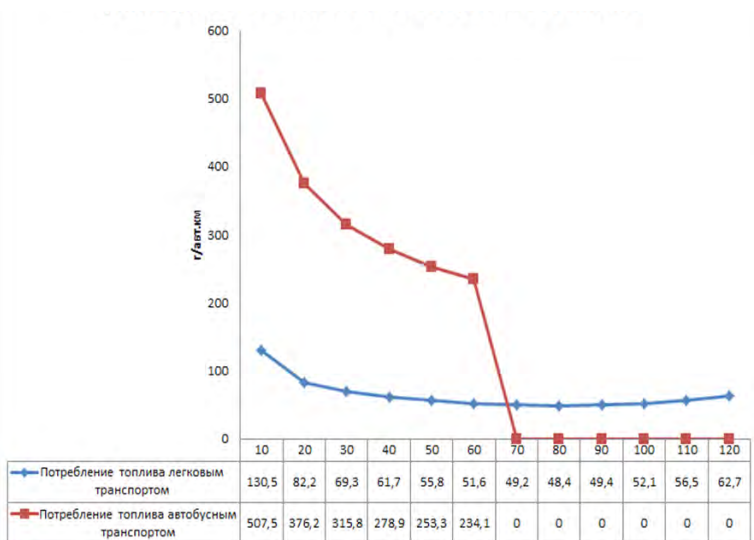


Рисунок 3 – График потребления топлива легковым и автобусным транспортом

Расчет расхода топлива для общественного транспорта определялся по формуле

$$G_4 = 1,03 \times G_{\text{ном}} \times k_{\text{дв}} \times k_{\text{дм}} \times k_N - k_x + k_x, \quad (3)$$



где 1,03 – коэффициент, учитывающий расход топлива в период запуска и регулировки;  $G_{\text{ном}}$  – часовой расход топлива на номинальном режиме работы двигателя, кг/ч;  $k_{\text{дв}}$  – коэффициент использования двигателя по времени;  $k_{\text{дм}}$  – коэффициент использования двигателя по мощности;  $k_{\text{н}}$  – коэффициент, учитывающий изменение расхода топлива в зависимости от степени использования двигателя по мощности;  $k_{\text{х}}$  – коэффициент, учитывающий расход топлива при работе двигателя на холостом ходу.

Часовой расход топлива определялся по формуле

$$G_{\text{ном}} = N_e \times q_e \times 10^{-3}, \quad (4)$$

где  $G_{\text{ном}}$  – часовой расход топлива;  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт;  $q_e$  – удельный расход топлива.

Для расчета по определению увеличения расходов на топливо общественного транспорта приняты характеристики МА3–103С. Количество автобусов, проходящих рассматриваемый участок за сутки, составило 1100 машин. Расход на топливо за один рейс автобуса в денежном эквиваленте увеличился на 600 бел. руб. Общие затраты автобусного парка за время капитального ремонта моста по проспекту Шмидта увеличились на 243540000 бел. руб.

Для расчета по определению увеличения расходов на топливо легкового транспорта приняты характеристики автомобиля марки Opel Zafira с объемом двигателя 2000 см<sup>3</sup>. Перерасход топлива на рассматриваемом участке определялся как разность между количеством топлива затрачиваемым в пробке и в нормальных условиях. Разница в денежном эквиваленте составила 900 бел. руб. в день, при условии пересечения данного участка дважды в сутки. По данным ГАИ в Могилеве зарегистрировано 102800 автомобилей. В среднем за день данный участок ежедневно пересекает около 40000 автомобилей, что составляет ≈14 760 000 автомобилей за период капитального ремонта моста. Общее увеличение затрат легкового транспорта на топливо за период ремонта составило 13461120 000 бел. руб.

Общее превышение экономических затрат на экологический ущерб, на топливо общественного и легкового транспорта за время ремонта моста составило 19123886250 бел. руб.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что необходимо уделять особое внимание регулярному проведению мероприятий по обслуживанию и своевременному ремонту конструкций мостов. Это позволит значительно продлить срок эксплуатации мостов, сэкономят денежные средства, значительно минимизировать количество вредных выбросов.



### Список литературы

1 ТКП 17.08-03-2006 «Охрана окружающей среды и природопользования. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух».

2 Жук И.В., Миленький В.С., Николаев А.В. и др. Сборник норм расхода топлива и смазочных материалов для механических транспортных средств, судов, машин, механизмов и оборудования. В 2-х томах, Т.1. Издание 15-е, переработанное и дополненное. - Минск: БелНИИТ "Транстехника", 2010. – 300 с.

