

О ВЛИЯНИИ СУБЪЕКТИВНЫХ КАЧЕСТВ ИСПЫТАТЕЛЯ НА ТОРМОЗНУЮ ДИНАМИКУ АТС

Грачев В.И.

канд. техн. наук доцент И.М. Блянкинштейн, канд. техн. наук Е.С. Воеводин,
канд. техн. наук А.С. Кашура,
Сибирский федеральный университет

На результаты испытаний автотранспортных средств (АТС) оказывают влияние различные факторы. Одним из них является «человеческий фактор», степень влияния которого зависит от вида испытуемых свойств, а также от индивидуальных качеств, опыта, психофизиологических, антропометрических и прочих данных испытателя. Это объясняется тем, что водитель-испытатель не способен многократно в точности повторять управляющие воздействия на органы управления АТС. Возможность точного повторения действий водителя особенно необходима при проведении сравнительных дорожных испытаний тормозной системы на уменьшение эффективности торможения, при которых результаты торможения на «горячих» тормозах (испытания Тип II) сравниваются с результатами, полученными на «холодных» (испытания Тип I).

Необходимо отметить, что в Правилах ЕЭК ООН № 13, регламентирующих процедуру контроля эффективности работы тормозной системы, не достаточно четко регламентируется входное управляющее воздействие на педаль тормоза. Вследствие этого возможно получение различных значений тормозного пути и среднего значения предельного замедления, даже при одинаковой начальной скорости торможения и соблюдении всех условий проведения испытаний, оговоренных в Правилах.

Данная проблема известна специалистам и решается различными методами. Например, по данным одной из зарубежных испытательных лабораторий, в ходе тестовых испытаний тормозных свойств, которые продолжались в течение дня, опытный водитель-испытатель пытался пройти тест 27 раз и при этом только 3 из 27 попыток были результативными, т.е. сопоставимыми по величине и характеру формирования усилия на педали органа управления. В остальных 24 случаях, сила нажатия на педаль тормоза выпадала из заданных пределов [1].

Для исключения влияния «человеческого фактора» этой лабораторией был использован робот BR 1000 для нажатия на педаль тормоза. Тест проводился 5 раз и все 5 попыток были успешными. Результаты испытаний представлены на рисунке 1.

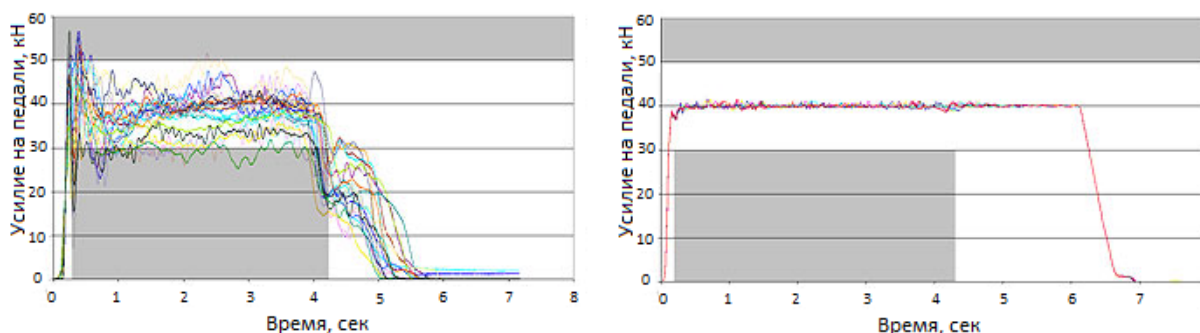


Рисунок 1 – Результаты регистрации силы нажатия на педаль тормоза (слева - испытатель, справа – робот BR 1000)

Использование робота позволяет сократить программу испытаний по времени, при этом повысить точность измерений и качество результатов, но данное оборудование обладает значительной стоимостью, а также необходимы затраты времени на его

установку и настройку, обслуживание и ремонт, а также метрологическую поверку. Кроме того, робот воздействует только на педаль управления тормозом, тогда как водитель непосредственно продолжает управлять всеми остальными органами (т.е. без водителя процесс дорожных испытаний все равно не может быть реализован).

Представляет научный интерес получить количественные оценки влияния темпа нажатия педали управления рабочей тормозной системой на параметры торможения АТС (замедление, среднее замедления) – с целью последующего математического описания указанных процессов. Для достижения указанной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Провести дорожные испытания АТС при различных условиях торможения с целью получения данных для анализа.

2. Получить количественную оценку влияния темпа нажатия на педаль управления рабочей тормозной системой на среднее замедление, время торможения, а также на тормозной путь АТС.

Для сбора и записи данных использовался измерительный комплекс Corrsys-Datron, обеспечивающий возможность разворачивания по времени и фиксирования следующих сигналов: $N(t)$ – усилие на педали тормоза; $v(t)$ – скорость АТС; $S(t)$ – пройденный путь АТС за время торможения; $a(t)$ – текущее замедление АТС. Измерительный комплекс состоит из следующих приборов и датчиков:

1. DAS-3 – система сбора и обработки данных для измерения полной динамики движения АТС датчиками CORREVIT. Содержит входы для датчика CORREVIT, 6 частотных каналов, 8 дифференциальных аналоговых каналов, 2 триггерных входа, а также встроенный CAN 2.0В интерфейс, позволяющий осуществлять передачу данных на скорости до 1МБод. Система DAS-3 позволяет фиксировать данные, полученные с датчиков, с частотой опроса до 1000 опросов/сек (на канал). Для записи и последующего снятия информации используется карта памяти CompactFlash.

2. Бесконтактный одноосевой оптический датчик для измерения продольной динамики CORREVIT L-350 Aqua. Позволяет производить измерения расстояния, скорости (до 250 км/ч) и ускорения (торможения) на различных поверхностях в различных погодных условиях, таких как снег, лед или вода. Погрешность при измерении скорости составляет $\pm 0,2\%$, при измерении расстояния $\pm 0,1\%$.

3. Датчик для измерения усилия на органах управления CorrsysDatron. Позволяет определять силу нажатия на педаль управления рабочей тормозной системой во время тормозных тестов посредством цифрового индикатора и выводить сигнал для записи в DAS-3 данных о силе нажатия на педаль тормоза.

Испытания проводились на АТС Volkswagen 7HC Transporter. На момент испытаний пробег автомобиля составлял 6 тыс. км, следовательно, тормозные механизмы прошли приработку и их износ незначительный. Темп нажатия на педаль тормоза условно был разделен на три группы: быстрый – время нарастание усилия до пикового значения менее 1,5 сек, средний – от 1,5 сек. до 3 сек. и медленный – более 3 секунд. Для каждого из темпов (для каждой группы) было проведено по 4 измерения.

Условия испытаний: сухое асфальтобетонное покрытие; начальная скорость торможения – не менее 80 км/ч; торможение с отсоединенным двигателем (при выжатом сцеплении). Испытания проводились как с работающей, так и с отключенной АБС.

Для снятия данных с блока сбора и обработки данных DAS-3 использовался персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением SeCalWin CORRSYS-DATRON. По полученным данным строились графики процесса торможения в Microsoft Excel.

На рисунке 2 приведены результаты тестов с быстрым темпом нажатия на педаль управления подачей топлива, а на рисунке 3 при медленном темпе, соответственно. Как видно из рисунков, характер формирования замедления АТС во времени существенно зависит от характера формирования входного усилия на педали.

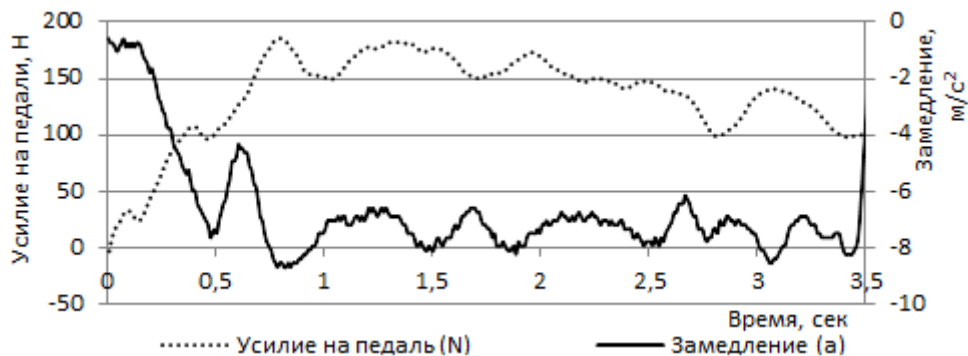


Рисунок 2—Результаты регистрации параметров при быстром нажатии педали управления рабочей тормозной системой

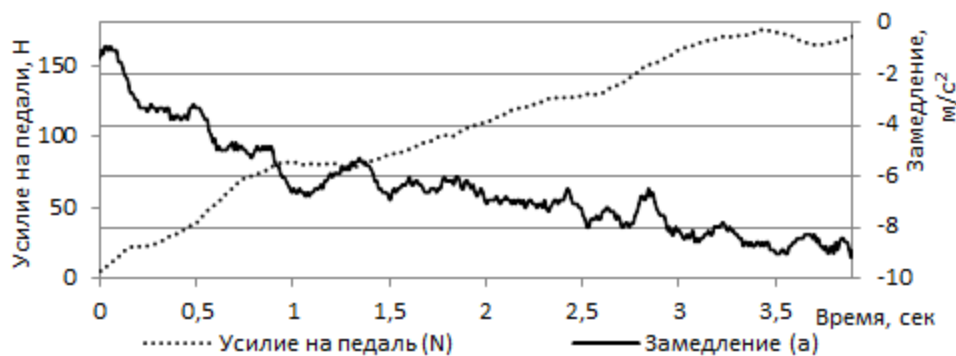


Рисунок 3—Результаты регистрации параметров торможения при медленном нажатии на педаль управления тормозом.

Так как Правилами ЕЭК ООН №13 оговаривается максимальное усилие на педаль, то за контрольную точку для расчета было принято время достижения пикового значения усилия при каждом торможении, согласно диаграммам типа рис 2 и 3. Замедление рассчитывалось по формуле, предписанной Правилами ЕЭК ООН №13. Полученные результаты использовались для получения корреляционной зависимости между временем нарастания усилия и средним установившимся замедлением (см. рис. 4).

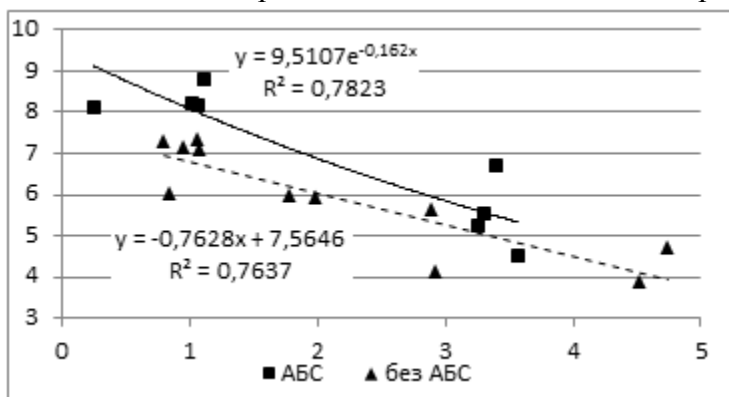
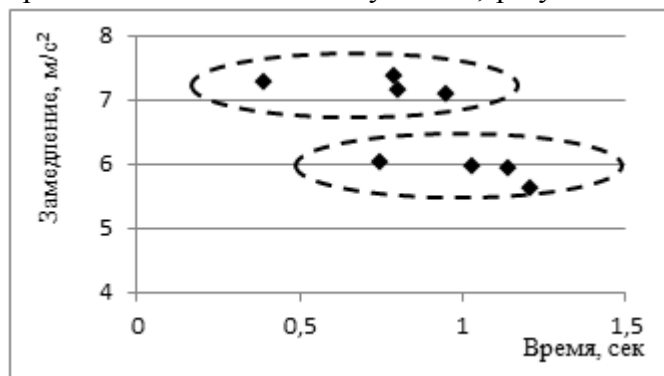


Рисунок 4 - Зависимость среднего установившегося замедления от времени нарастания усилия на педали тормоза

в данных пределах измерения имеет линейный характер при торможении без использования ABS и экспоненциальный – при торможении с использованием ABS, что, предположительно, объясняется принципом действия ABS, т.е. алгоритмом её работы.

В Правилах ЕЭК ООН №13 темп нажатия на педаль тормоза регламентируется единственным условием: «При экстренном торможении, отрезок времени между моментом начала активизации органа управления и моментом, когда тормозная сила на наименее благоприятно расположенной оси достигает уровня, соответствующего предписанной эффективности торможения, должен быть не более 0,6 сек.». Однако даже при соблюдении данного условия, результаты испытаний могут быть различными. На



рисунке 5 представлен график зависимости среднего значения предельного замедления от времени достижения предписанной эффективности торможения (для категории $M_1 = 5,8 \text{ м/с}^2$), при быстром и среднем темпе нажатия на педаль тормоза (при медленном темпе предписанная эффективность торможения не достигается).

Рисунок 5 – Зависимость среднего установившегося замедления от времени достижения предписанной эффективности торможения

Согласно графику, среднее замедление, полученное расчетным путем, практически не зависит от времени достижения значения замедления АТС равного $5,8 \text{ м/с}^2$. Это можно объяснить тем, что все современные автомобили, с исправной тормозной системой, способны достичь замедления значительно большего, чем $5,8 \text{ м/с}^2$, и после достижения данного значения, результаты сильно зависят от дальнейших действий испытателя. На рисунке 6 условно продемонстрированы возможные варианты изменения значения замедления после достижения нормируемого значения. Во всех трех случаях будут соблюдены условия испытаний, оговоренные в Правилах ЕЭК ООН №13, но только при условии, что тормозной путь АТС не будет больше нормируемого значения. Однако результаты испытаний (среднее значение предельного замедления, значение тормозного пути, значение максимального усилия на педаль) будут различными. Также, можно заметить, что чем более сильное замедление способен развить автомобиль, тем сильнее влияет подготовка водителя испытателя на результаты. Например, если развитие замедления будет соответствовать 3-му варианту, то водитель успеет исправить ошибку и уложиться в нормируемый тормозной путь, но это не будет отражать реальную эффективность тормозной системы автомобиля.

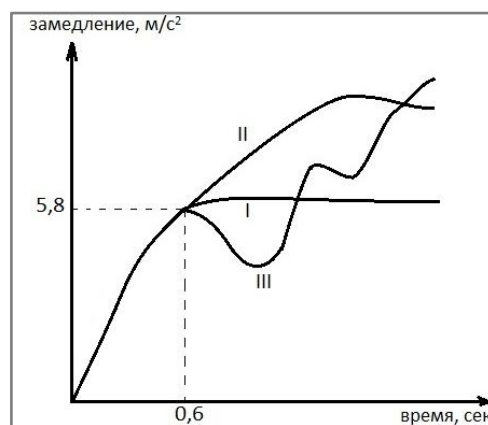


Рисунок 6 – Возможные варианты изменения замедления после достижения предписанной эффективности торможения

По полученным результатам исследования можно сделать вывод, что имеется достаточно четкая зависимость между параметрами торможения и темпом нажатия на педаль тормоза, следовательно, возможна разработка и использование математических моделей для исключения влияния «человеческого фактора» на результаты испытаний.

Список литературы

1. Сенсорика-М. Высококачественные бесконтактные приборы. Робот для нажатия на педаль тормоза. URL: <http://www.sensorika.com/content/view/235/191/> (дата обращения: 20.03.2012).