

14. Мониторинг окружающей среды: руководство по применению экологических показателей в странах Восточной Европы, Кавказа и центральной Азии [Электронный ресурс] / Европейская экономическая комиссия ООН. – 2007. – 108 с. – Режим доступа: <http://www.unec.org/fileadmin/DAM/env/europe/monitoring/Belgrade/CRP1.Indicators.Ru.MK.pdf>.

УДК 614.846.6

Вердиев Ариз Рфиг оглы, адъютант УГЗ МЧС Республики Азербайджан

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЯГОВО –
СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОЖАРНЫХ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ
АВТОМОБИЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА
АГРЕГАТОВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ЕГО ВЫЕЗДА И ПРИБЫТИЯ НА
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ
DETERMINATION OF THE MAIN INDICATORS OF TIGH - SPEED
PROPERTIES OF FIRE ALARM-RESCUE AUTOMOBILES DEPENDING
ON THE THERMAL REGIME OF UNITS FOR OPERATIONAL ITS
DEPARTURE AND ARRIVAL FOR EMERGENCY SITUATIONS**

В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния теплового режима агрегатов и механизмов пожарного аварийно-спасательного автомобиля оперативность его выезда и прибытия на чрезвычайные ситуации, на основные показатели тягово – скоростных свойств.

***Ключевые слова:** пожарная автоцистерна, удельная мощность автомобиля, скорость движения, тепловая подготовка двигателя внутреннего сгорания, оперативность, надёжность техники, среднее скорость, чрезвычайная ситуация.*

In the article the results of experimental studies of the effect of the thermal regime of units and mechanisms of a fire engine efficiency of its departure and arrival times to emergency situations, the main traction - speed properties.

Keywords: *fire tanker, specific capacity of car, driving speed, internal combustion of motor thermal preparation, efficiency, equipment reliability, average speed, emergency situation.*

Постановка проблемы. Экспериментальными исследованиями, проведенными с применением моделирования исследуемых процессов, было установлено, что тепловой режим двигателя внутреннего сгорания и других агрегатов пожарного аварийно-спасательного автомобиля (ПАСА) оказывает существенное влияние на его тягово-скоростные свойства, расход горючего и экологию. При нарушении теплового режима агрегатов наблюдается интенсивный износ деталей.

Анализ теплового состояния агрегатов пожарного аварийно-спасательного автомобиля показал, что по тревоге, холодный, непрогретый двигатель запускается с трудом, за счёт чего замедляется выезд из гаража, значительно снижаются тягово-скоростные свойства автомобиля, увеличивается износ деталей и сопряжений ¹.

Постановка задачи. Основными показателями, по которым наиболее полно можно определить тягово-скоростные характеристики ПАСА (с учётом теплового режима двигателя) являются: время разгона на участке дороги 400м; разгон на высшей и предшествующей передачах; средняя скорость движения ¹.

Изложение основного материала. Проведенными экспериментальными исследованиями была установлена большая зависимость надежности запуска двигателя внутреннего сгорания ² ПАСА, оперативности выезда его из гаража по тревоге и прибытия на ЧС от теплового состояния ДВС. Эффективность влияния теплового режима ДВС на время преодоления ПАСА мерного участка 400 метров определялась на испытательных площадках в г. Минска с ПАСА АЦ-40(130)63Б и в г. Баку с ПАСА на шасси «IVEKO MAGIRUS».

Экспериментальные исследования по определению времени разгона АЦ на мерном участке дороги проводились при температуре охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя от +9 до +80 °С.

Результаты экспериментальных исследований показаны на рисунке 1. Из анализа полученного графика (линия 1- АЦ-40(130)63 Б) видно, что при минимальной температуре +9 °С прогрева двигателя время разгона автомобиля на участке 400 м максимальное -72с, а максимальная скорость, на которой он мог двигаться, равна только 30 км/ч. При этом двигатель работал устойчиво при движении АЦ на 3-й передаче. При температуре прогрева двигателя до +45 °С автомобиль на завершающем этапе мерного участка мог двигаться на 4-й передаче с максимальной скоростью 35 км/час, а время разгона равно 48 с.

При дальнейшем повышении температуры прогрева двигателя до +80 °С прирост максимальной скорости движения автомобиля происходил медленно и достигал максимальной величины 60км/ч, а минимальное время разгона было равным 40с. При этом время прогрева двигателя до температуры +80 °С при движении АЦ в зимних условиях составляло 8...10 мин в зависимости от температуры воздуха в гараже и снаружи. При снижении температуры окружающего воздуха ниже -15 °С двигатель АЦ не прогревается до оптимальной температуры даже к моменту прибытия на место вызова.

На основе полученных результатов экспериментальных исследований можно сделать вывод, что тепловой режим двигателя внутреннего сгорания оказывает существенное влияние на время разгона ПАСА, величины максимальной и средней скорости движения, а, следовательно, и времени (оперативности) прибытия автомобиля к месту ЧС ². Исследования показали, что даже незначительный предварительный прогрев двигателя ПАСА в гараже от +10°С до +30°С дает большой эффект в увеличении максимальной скорости движения, снижении расхода горючего и уменьшении времени разгона. При этом время разгона на мерном участке дороги 400 м уменьшается в 1,3...1,5 раза, что подтверждает целесообразность подогрева ПАСА в гараже.

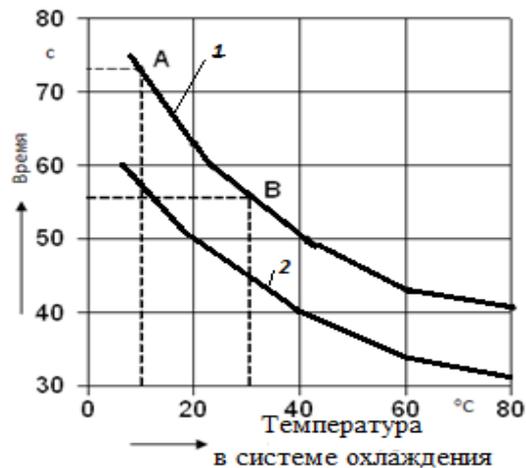


Рисунок 1. Зависимость времени разгона на расстоянии 400 м от температуры в системе охлаждения двигателя ПАСА

Экспериментальные исследования показали также, что при подогреве двигателя и аккумуляторной батареи (до $+40^{\circ}\text{C}$) происходит легкий запуск двигателя с 1-й попытки с сокращением времени прокрутки стартером в 2...3 раза, а замеры пускового тока стартера показали снижение его в 1,5...2 раза. При этом происходит повышение частоты вращения коленчатого вала, снижение расхода топлива на один пуск и выделение вредных выбросов ². Сравнительный анализ параметров времени разгона АЦ-40(130)63 Б и АЦ «Ивеко» показывает, что время преодоления мерного участка дороги 400 метров при равной температуре прогрева ДВС у АЦ «Ивеко» значительно меньше по сравнению с АЦ-40(130)63 Б.

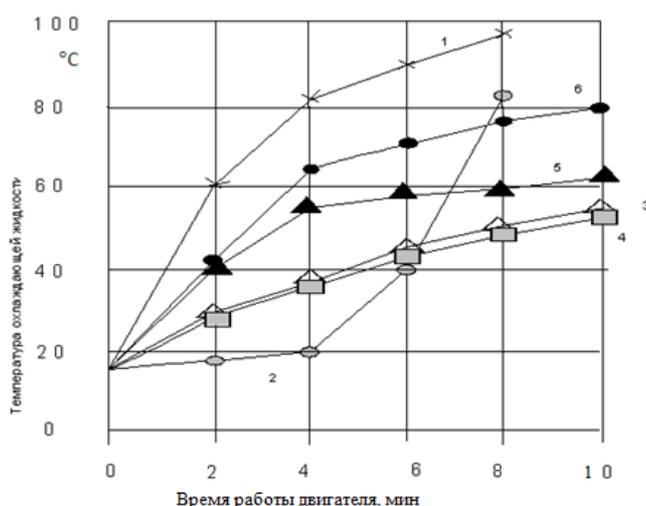
Так, у АЦ «Ивеко» при температуре прогрева двигателя до $t_0 + 9^{\circ}\text{C}$ время преодоления 400 метров равно 58с, при 20°C – 50с, при 40°C – 40с, а при 70°C – 25с. То есть время преодоления 400 метров ПАСА на шасси «Ивеко» при температуре прогрева двигателя до $t = 70^{\circ}\text{C}$ будет меньше по сравнению с температурой его прогрева до $t = 9^{\circ}\text{C}$ в 2,3 раза. Эта же разница для АЦ-40(130)63Б будет в 1,9 раза. Исходя из сравнения показателей оперативности ПАСА можно сделать вывод, что предварительный подогрев ДВС значительно повышает среднюю скорость движения, сокращает время прибытия АЦ на ЧС. Особенно это важно для современных ПАСА. Исходя из полученных

результатов необходимо экспериментально определить время в течение, которого происходит прогрев ДВС ПАСА, как в режиме стоянки в гараже, так и в процессе движения на ЧС.

При работе двигателя с исправным термостатом в системе охлаждения, жидкость в блоке (линия 1) быстро нагревалась, а в верхнем бачке радиатора начинала повышаться только через 3-4 минуты (линия 2). При отсутствии термостата прогрев двигателя и радиатора проходил медленно и практически одинаково (линии 3 и 4).

При выезде ПАСА из гаража в зимнее время (с температурой воздуха минус 12°C) с исправным термостатом в системе охлаждения (линия 6), прогрев двигателя происходит значительно медленнее по сравнению с автомобилем в режиме ожидания (линия 1), что можно объяснить дополнительным охлаждением двигателя потоками холодного воздуха в нижней его части ³.

Как показывает практика, двигатель ПАСА в зимнее время не выходит на оптимальный режим даже через 10 мин работы.



1, 2 – соответственно изменение температурного режима в блоке двигателя и в верхнем бачке радиатора при наличии исправного термостата; 3, 4 – соответственно изменение температурного режима в блоке двигателя и в верхнем бачке радиатора при отсутствии термостата; 5, 6 – соответственно изменение температурного режима двигателя при выезде из гаража без устройства и с установкой его.

Рисунок 2. Зависимость изменения температуры t воды

Анализ сводных таблиц боевых действий подразделений по ЧС показывает, что среднее время прибытия ПАСА к месту ЧС по Беларуси составляет 9,5-9,8 минут. Следовательно, прибыв к месту ЧС, автомобиль будет работать стационарно в режиме прогрева.

Рассмотрим совместно графики на рисунках 1 и 2. Из анализа графика рисунка 1 видно, что для АЦ-40(130)63Б при температуре $t_1^0 = 9^\circ\text{C}$ автомобиль преодолевает первые 400 метров за время $\tau_1 = 72\text{с}$ (линия 1).

С внедрением энергосберегающей системы подогрева ПАСА температура его агрегатов, ДВС будет равно $t_2^0 = 70^\circ\text{C}$. При этих условиях автомобиль 400 метров проедет за 42с, что составляет сокращение времени при движении на ЧС $\Delta \tau_1 = 30\text{с}$. За это время $\Delta \tau_1 = 30\text{с}$, ДВС согласно графику (рисунок 2,) прогреется до $t_3^0 = 24^\circ\text{C}$ (линия 6), при которой согласно графику рисунок 1 ПАСА проедет 400 метров за время $\tau = 60\text{с}$, а с внедренной системой с тем же времени – 42с. При этом разница по времени $\Delta \tau_2 = 18\text{с}$.

При дальнейшем движении ПАСА к месту ЧС время преодоления 400м будет сокращаться, а суммарное время прибытия к месту ЧС будет у ПАСА с системой подогрева меньше по сравнению с ПАСА без предварительного подогрева в среднем $\Delta t_{\text{ср}} = 1$ минута. Эта время определялось с применением метода последовательных приближений параметров, указанных в графиках рисунок 1(линия 1) и рисунок 2 (линия 6).

Представляет интерес результаты экспериментальных исследований проведённых с пожарной автоцистерной по определению времени её разгона на высшей передаче в зависимости от температурного режима агрегатов. Результаты исследований показаны на рисунке 3. Разгон пожарной автоцистерны выполняется с прогретым до температуры $+40^\circ\text{C}$ агрегатами, имеющими температуру $+5^\circ\text{C}$ (испытания проводились при температуре окружающего воздуха -10°C). Результаты экспериментальных исследований показывают, что для разгона до скорости 50 км/ч автомобилю с непрогретыми

агрегатами потребуется 60 с, то есть в 3 раза больше чем автомобилю с прогретыми агрегатами. Такое резкое снижение динамики сказывается не только на скоростных качествах, но и на безопасности движения.

Наиболее важным показателем тягово-скоростных свойств, учитывающим особенности эксплуатации ПАСА является средняя скорость его движения. С помощью этого показателя можно определять оперативность прибытия ПАСА на ЧС подразделения, района, области и в целом всей техники МЧС Республики.

Предлагается выполнять расчёт средней скорости движения ПАСА по формуле ³:

$$V_{\text{ср}}^n = \sum_{i=1} (\alpha_i N_{\text{уд}} \xi N_e / \Psi_i \delta_i)^{0,68} \lambda_i \quad (1)$$

$\alpha_{i\text{уд}} = N_{\text{уд}} / N_{\text{макс}}$; где α_i - коэффициент, учитывающий изменение фактической удельной мощности автомобиля в зависимости от температурного режима двигателя; $\alpha_{i\text{уд}} = N_{\text{уд}} / N_{\text{макс}}$;

ξN_e - коэффициент использования эффективной мощности, определяется соотношением $\xi N_e = N_{e.\text{ф.}} / N_e$;

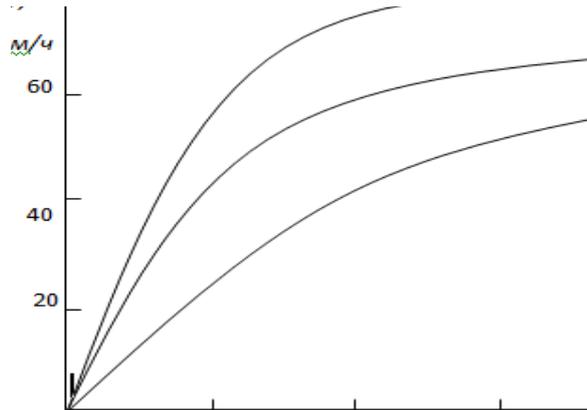
Ψ_i - коэффициент сопротивления движению: для асфальтовой дороги $\Psi_i = 0,043$, для булыжной мостовой $\Psi_i = 0,065$, для грунтовой дороги в размокшем состоянии $\Psi_i = 0,07$, для бездорожья $\Psi_i = 0,13$;

δ_i - коэффициент, учитывающий изменение КПД трансмиссии в зависимости от температурного режима её работы; $\delta_i = \eta_{\text{фi}} / \eta_{\text{max}}$;

λ_i - коэффициент, учитывающий долю пробега автомобиля с характерным для данного интервала режимом работы агрегатов в общем интервале

движения.

Характер изменения КПД трансмиссии в зимний и летний периоды, определяющий величину коэффициента δ_i , показан на рисунке 4, откуда следует, что в начальный период движения КПД трансмиссии на 26% зимой и на 10% летом ниже по сравнению с номинальным его значением при нормальном тепловом режиме агрегатов.



- 1- температура агрегатов +5°C; 2- температура агрегатов +5°C (вентилятор отключен, электронное зажигание); 3- температура агрегатов +40°C

Рисунок 3 – Интенсивность разгона пожарной автоцистерны АЦ-40(130)63А с места с переключением передач в зимний период

Графические зависимости, показанные на рисунке 4 можно аппроксимировать функциями:

$$\delta_3 = 0,74 + 2 \cdot 10^{-2} t^{1.05} \quad (2)$$

$$\delta_л = 0,9 + 9,9 \cdot 10^{-3} t^{1.11};$$

$$\delta_з = 0,9 + 9,9 \cdot 10^{-3} t^{1.11};$$

где «з» и «л» - соответственно зимний и летний период эксплуатации; t – время движения с момента выезда, мин. В формуле (1) коэффициент использования максимальной мощности ξN_e в зависимости от теплового

состояния агрегатов для грузопассажирского транспорта равен

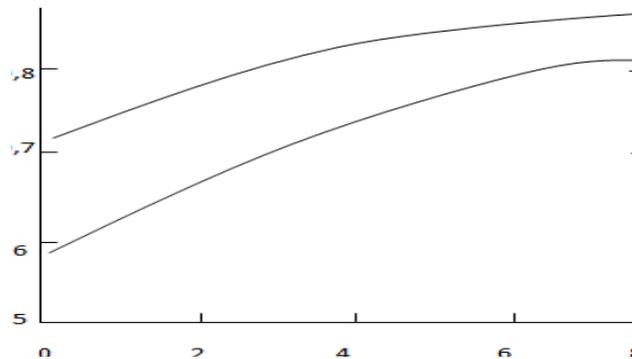
$=0,68 - 0,75$ и для ПАСА с прогретым двигателем $\xi N_e = 0,88 - 0,975$.

Коэффициент изменения фактической удельной мощности двигателя в зависимости от его теплового режима с учётом времени движения (прогрева двигателя) предлагается определять по функциональным зависимостям, полученным аппроксимацией экспериментальных данных:

$$\alpha_s = 0,84 + 8,5 \cdot 10^{-3} t^{1,3}, \quad (3)$$

$$\alpha_n = 0,95 + 1,9 \cdot 10^{-2} t^{0,5}.$$

$$\alpha_n = 0,95 + 1,9 \cdot 10^{-2} t^{0,5}.$$



$\eta_{тр}$ пожарной автоцистерны АЦ - 40 (130)63А во времени t при движении в летний (1) и зимний (2) периоды

Рисунок 4 - Изменение КПД трансмиссии

Для расчёта в определённых дорожных условиях средней скорости движения пожарного автомобиля в любой промежуток времени необходимо подставить значения времени в уравнения (2) и (3) и полученные значения δ и α , подставив в формулу (1), определить величину расчётной средней скорости движения $V_{ср}$.

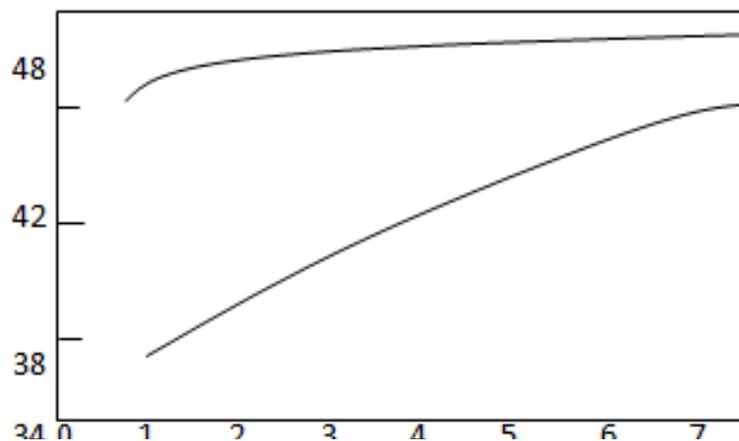
Из графика на рисунке 5 видно, что при прочих равных условиях в первоначальный период движения средняя скорость ниже, чем при движении с прогретыми агрегатами: зимой – на 25%, летом – на 5%.

При этом установлено, что фактическая средняя скорость $v_{cp.ф.}$ всегда будет меньше расчётной $v_{cp.м.}$:

$$v_{cp.ф.} = \beta v_{cp.м.} \quad (4)$$

где β - коэффициент уменьшения средней скорости вследствие влияния транспортного потока, индивидуальных особенностей водителя и других факторов, $\beta = 0,75 \div 0,9$. Анализируя определение расчётной средней скорости движения ПАСА по формуле (1) следует отметить, что полученные результаты расчётных данных имеют большие погрешности, так как отдельные параметры, входящие в формулу (1) могут иметь значительные отклонения от параметров реальных процессов (параметр β в формуле (4)). Кроме этого формула (1) позволяет получить расчётное значение средней скорости движения ПАСА в какой - то определённый промежуток времени, требует проведения экспериментальных исследований по определению значений $\xi, N_e, \alpha_i, \lambda, \delta_i$ для каждого ПАСА, что потребует больших средств и времени ².

Движению ПАСА, особенно в зимнее время, происходит медленный прогрев двигателя по причине попадания аэродинамических потоков холодного

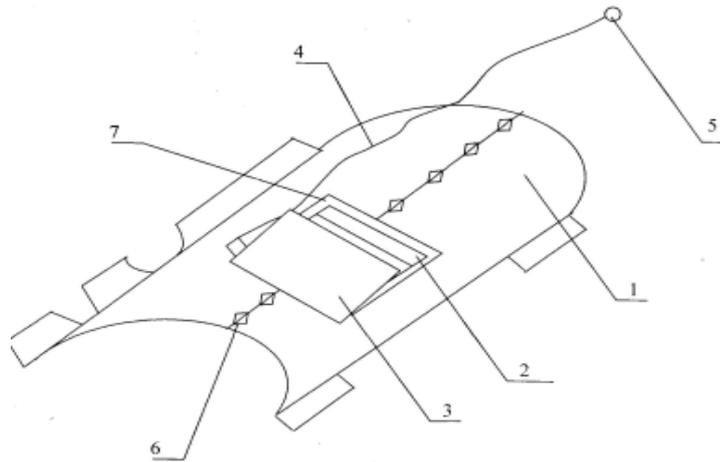


воздуха в подкапотное пространство через нижнюю открытую часть ³.

Рисунок 5 - Изменение средней расчётной скорости движения v_{cp}

v_{cp} ПАСА в летний (1) и зимний (2) периоды эксплуатации

По этой причине при выезде ПАСА движется на пониженных передачах, а двигатель работает в режиме прогрева до прибытия на пожар ⁴. С целью повышения оперативности прибытия ПАСА к месту вызова было разработано и изготовлено устройство регулирования тепловым режимом в подкапотном пространстве двигателя с дистанционным управлением (рисунок 6).



- 1 – корпус; 2 – жалюзи из поворотных пластин; 3 – щиток защитный поворотный;
 4 – оболочка с тросом ручного управления жалюзи и щитком защитным;
 5 – кнопка ручного управления жалюзи и щитком защитным; 6 – крепление корпуса;
 7 – монтажная рама жалюзи

Рисунок 6 - Устройство регулирования тепловым режимом в подкапотном пространстве двигателя с дистанционным управлением

Выводы. Одной из первых и главных задач для боевого расчета ПАСА является как можно быстрее с обеспечением безопасности движения прибыть к месту ЧС, так как от этого зависит количество спасенных людей и ущерб, причиненный от ЧС. Средняя скорость движения, среднее время выезда из гаража и среднее время движения к месту вызова - главные показатели оперативности тягово-скоростных свойств пожарных автоцистерн, которые зависят от состояния их боеготовности в режиме ожидания и целого ряда внешних и внутренних факторов. Оперативность выезда ПАСА из гаража и тягово-скоростные свойства в большей степени зависят от теплового режима двигателя, трансмиссии, аккумуляторных батарей, состояния зарядки аккумуляторных батарей, исправности систем питания и зажигания. Внедрение разработанных и предлагаемых системы тепловой подготовки автомобиля,