

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ РАСШИРЕНИЕМ СПОСОБОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

В.В. Краснокутский, М.Г. Штыка, А.Г. Штыка

В работе предложено использовать навесное оборудование трактора на пожарной машине для навешивания плуга тем самым расширить способы тушения пожаров. Произведены проверочные расчеты, выбран автомобиль и плуг. Разработан надрамник и его крепление к пожарному автомобилю.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, плуг, автоцистерна пожарная, навеска, надрамник.

Летом 2010 года существенная часть территории России была охвачена сильнейшими пожарами, которые были вызваны аномальной жарой. Из-за пожаров в 19 регионах погибли 62 человека, пострадали 199 населенных пунктов, 3,2 тысячи домов сгорели. Общий ущерб составил более 12 млрд рублей. В Челябинской области было зарегистрировано 3710 лесных пожаров. В 14 городах и районах вводился особый противопожарный режим. Статистика гласит, что 72 % природных пожаров произошло из-за неосторожного обращения с огнем, в том числе при сжигании сухой травы на полях.

Данная статистика говорит о том, что необходимо модернизировать современную пожарную технику с целью снижения финансовых, экологических убытков, снижения гибели населения в пожарах, предотвращения гибели животных, растений.

Часто распространение пожаров происходит низовым способом по сухой траве. Появляется необходимость опахать (снять дерн) участок охваченный пожаром. Для этого нужен трактор, который необходим в данный момент времени. Появилась идея создать пожарный автомобиль с навесным оборудованием.

Пожарный автомобиль с навесным оборудованием и противопожарным плугом является универсальным автомобилем, который позволит сократить время на проезд до места пожара и спасти большую часть леса или частного сектора, т.к. транспортная скорость движения пожарного автомобиля в 3–4 раза превышает скорость трактора.

Прокладка заградительных полос (канав) в обычной ситуации производится трактором с противопожарным плугом. В зависимости от конструкции плуга, скорость опаживания изменяется от 1,5 до 8–10 км/ч.

Таким образом, пожарный автомобиль, предназначенный для опашки лесных и сельскохозяйственных угодий, должен обладать высокой проходимостью. Двигатель автомобиля должен иметь высокие тягово-скоростные качества, не должен перегреваться, прост в эксплуатации и ремонте. Также автомобиль должен обладать умеренными габаритами, для движения в условиях леса.

Навесное оборудование трактора МТЗ-80 можно установить на любой пожарный автомобиль, но мы выбрали автомобиль «Урал» который выпускается в нашем городе.

Автоцистерна пожарная на базе автомобиля Урал-5557 является наиболее подходящим шасси, на базе которого планируется разместить пожарное оборудование (цистерна, пожарный насос с обвязкой, пожарнотехническое вооружение) и навесное оборудование с плугом. На данный автомобиль установлен двигатель ЯМЗ-236НЕ2 имеющий высокие тягово-скоростные качества, трансмиссия адаптирована для бездорожья.

Из списка рассматриваемых плугов и условий работы, выбираем дисковый плуг ПДП-1,2. Этот плуг имеет сравнительно малые габаритные размеры, что позволит ему не выходить далеко за габариты автомобиля. Небольшая масса плуга позволит двигаться с ним в транспортном положении с максимально допустимой скоростью автомобиля без вреда для него.

Для определения мощности требуемой для опашивания угодий пожарным автомобилем с автоцистерной воспользуемся типовым расчетом [2; 3].

В качестве примера рассмотрим автомобиль ОАО «АЗ «УРАЛ» Урал-5557 с двигателем и коробкой передач ЯМЗ-2361.

Мощность, требуемая для движения автомобиля с плугом в рабочем положении:

$$N_{max} = N_{\psi} + N_w + N_{кр} , \quad (1)$$

где N_{ψ} – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления дороги; N_w – мощность, затрачиваемая на преодоление аэродинамического сопротивления; $N_{кр}$ – мощность, необходимая для преодоления тяговых сопротивлений агрегатируемого с автомобилем плуга.

N_{ψ} определяется по формуле:

$$N_{\psi} = \psi \cdot G \cdot v, \quad (2)$$

где ψ – коэффициент сопротивления опорной поверхности, учитывающий силу, затрачиваемую на сопротивления качению и подъёма, G – вес автомобиля, v – скорость движения.

Мощностью N_w можно пренебречь, так как рабочая скорость автомобиля с плугом не превышает 10 км/ч.

$N_{кр}$ приближённо можно определить по формуле:

$$N_{кр} = F_{кр} \cdot v = k_p \cdot h_p \cdot b_p \cdot v, \quad (3)$$

где $F_{кр}$ – тяговое сопротивление плуга; k_p – удельное сопротивление на единицу площади поперечного сечения подрезаемого пласта почвы, Н/м²; h_p – глубина подрезаемого слоя, м; b_p – ширина захвата плуга, м; v – скорость движения, м/с.

При удельном сопротивлении почвы $k_p=50$ кН/м²; толщине подрезаемого слоя $h_p=0,12$ м; ширине захвата плуга $b_p=1,2$ м; скорости движения $v=10$ км/ч; коэффициенте сопротивления опорной поверхности $\psi=0,4$; весе автомобиля с полной цистерной $G=131760$ Н, потребуется мощность $N_{max}=73$ кВт, которую может с запасом обеспечить двигатель ЯМЗ-236НЕ2 мощность которого $N_e=169$ кВт.

Необходимо определить подходит ли коробка передач ЯМЗ-2361 и раздаточная коробка ОАО «АЗ «УРАЛ» установленная на шасси, для проектируемого автомобиля из условия, что скорость движения автомобиля с плугом в рабочем положении составляет до 10 км/ч [1; 2; 3].

Для этого необходимо определить минимальную скорость автомобиля на 1-й передаче и скорость автомобиля на первой передаче с номинальной мощностью по формулам:

$$V_{amin} = 0,105 \frac{n_{Nemin} \cdot r_k}{i_{трmax}}, \quad V_{amin} = 0,105 \frac{n_{Nemax} \cdot r_k}{i_{трmax}}, \quad (4)$$

где n_{Nemin} , n_{Nemax} – минимальная устойчивая (600 об/мин) и номинальная (2100 об/мин) частоты вращения коленчатого вала; r_k – радиус колеса (0,592 м); $i_{трmax}$ – передаточное число трансмиссии (62,9).

Подставляя значения, получаем скорости 2,13 км/ч и 7,47 км/ч соответственно. Таким образом, трансмиссия автомобиля Урал обеспечит движение с необходимой скоростью.

На пожарный автомобиль устанавливается навесное оборудование трактора МТЗ-80 и плуг ПЛП-1,2.

Определим класс тяги пожарного автомобиля, и соответствует ли выбранный плуг по классу тяги [1; 2; 3].

Согласно техническим характеристикам выбранного плуга, он агрегируется с тракторами класс тяги 1,4 т. (14 кН). Номинальное тяговое усилие свыше 12,6 до 18 кН [6]. Класс тяги определяется по ГОСТ 27021-86 расчетным методом.

Номинальное тяговое усилие энергосредства $P_{кр ном}$ в килоньютонах определяют по формуле:

$$P_{кр} = A \cdot m_a, \quad (5)$$

где A – коэффициент в зависимости от вида энергосредства; m_a – эксплуатирующая масса автомобиля.

Коэффициент A по ГОСТ 27021-86 принимаем $A=3,92 \cdot 10^{-3}$.

Тогда для пожарного автомобиля с полной цистерной получаем класс тяги 5 т. (расчетное 50 кН), номинальное тяговое усилие (св. 45 до 54 кН). Для пожарного автомобиля с пустой цистерной – класс тяги 4 т (расчетное

38 кН), номинальное тяговое усилие (св. 36 до 45 кН.), что соответствует техническим требованиям плуга в обоих случаях [3; 6].

Главными критериями устойчивости автомобиля против опрокидывания являются характеристики его геометрических параметров и расположение центра масс относительно движителя, определяющие границы статической устойчивости.

Проведенный расчет продольной устойчивости автомобиля с полной и пустой цистерной показал, что максимальный угол преодолеваемого подъема пожарным автомобилем с плугом при полной цистерне $\alpha=30,4^\circ$, что соответствует полноценной работе агрегата. Максимальный угол преодолеваемого подъема пожарным автомобилем с плугом при пустой цистерне $\alpha=35,4^\circ$, что на 5 градусов больше, чем при полной цистерне. Это объясняется тем, что при полной цистерне центр тяжести автомобиля смещается на 0,371 м в сторону задней оси колес автомобиля и на 0,161 м вверх. Поэтому опрокидывание на подъеме с полной цистерной произойдет раньше. Для опаживания местности в горных условиях был посчитан угол подъема автомобиля при работе с плугом, который составил $\alpha_{max} = 19,95^\circ$. При необходимости при большем угле подъема рекомендуется подняться на вершину и опаживать вниз по склону.

Так как автомобиль Урал-5557 не предназначен для установки навесного оборудования, необходим надрамник. К надрамнику крепится механизм навески трактора, а на механизм навески – плуг.

Надрамник, (рис. 1) устанавливаемый на заднюю часть рамы автомобиля, является также усилителем рамы, что необходимо при возникновении усилий со стороны плуга.

Так как навесное оборудование от трактора является дополнительным, а функция автомобиля состоит не только в том, чтобы пахать, но и тушить пожары огнетушащими средствами, то при проектировании данной конструкции надо учитывать, что навесное оборудование не должно изменять конструкцию базового автомобиля, а быть его дополнительным оборудованием. Это означает, что навеска должна устанавливаться на машину единым блоком с минимальными доработками шасси с возможностью снятия этого оборудования в случае отсутствия необходимости в нем (в зимний период).

Тяговое сопротивление плуга составляет примерно 8–9 кН. Расчёты показали, что достаточный запас прочности обеспечивается при изготовлении надрамника из стандартного сортамента – квадратной трубы 100x100x5 по ГОСТ 8639-82 и швеллера №16а ГОСТ 8240-89.

Надрамник представляет собой сварную конструкцию, прикреплённую к раме автомобиля посредством стремянок (для обеспечения силовой связи между рамой и надрамником) и болтами (для предотвращения сползания надрамника с рамы автомобиля) (рис. 2).

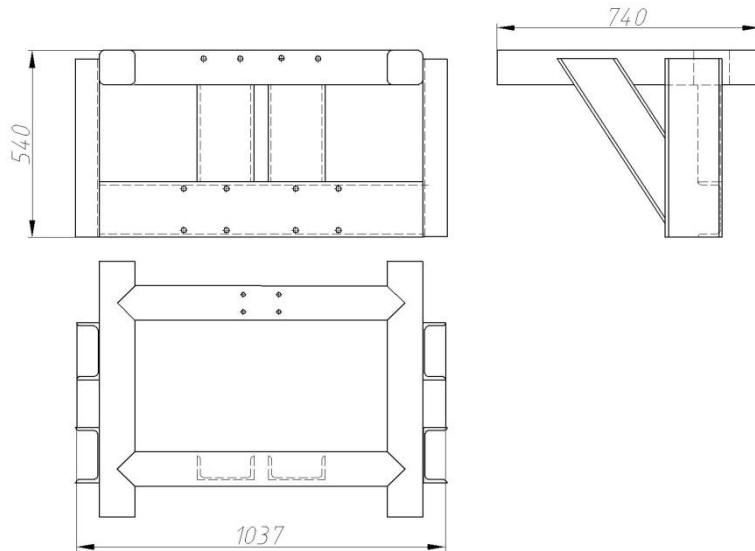


Рис. 1. Надрамник

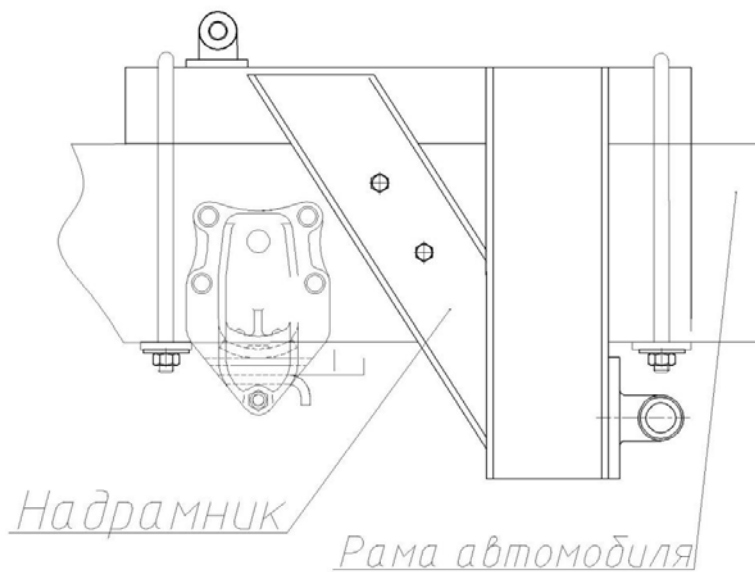


Рис. 2. Установка надрамника на раму автомобиля

Для присоединения механизма навески трактора к надрамнику необходимы кронштейны, которые целесообразней изготовить из чугуна.

По данным проведенного анализа разработанной конструкции надрамника для установки на него всего оборудования был сделан вывод, что данная конструкция, способна выдержать нагрузки, воспринимаемые от плуга в транспортном и рабочем положениях. Данные тягово-динамического расчета автомобиля показали, что двигатель ЯМЗ 236НЕ2 обладает достаточными ресурсами для работы с плугом, трансмиссия автомобиля

обеспечивает необходимую скорость движения с плугом. Рекомендуем расширить способ тушения пожаров, применяя пожарный автомобиль для опашки местности в целях предотвращения распространения пожара.

Библиографический список

1. Барский, И.Б. Конструирование и расчет тракторов / И.Б. Барский. – М.: Машиностроение, 1980. – 335 с.
2. Гуськов, В.В. Тракторы теория / В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов и др.; Под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
3. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко. – ВАСХНИЛ, 1983. – 495 с.
4. Краснокутский, В.В. Пожарный автомобиль, агрегируемый с плугом / В.В. Краснокутский, М.Г. Штыка, К.И. Лукомский // Состояние и перспективы развития социально-культурного и технического сервиса. Материалы 1 Всероссийской научно-практической конференции 25–26 апреля 2013 года г. Бийск.
5. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин. – М.: Машиностроение, 1984.–376 с.
6. Шарипов, В.М. Конструирование и расчет тракторов / В.М. Шарипов. – М.: Машиностроение, 2009. – 752 с.
7. Шухман, С.Б. Теория силового привода колес автомобилей высокой проходимости / С.Б. Шухман, В.И. Соловьев, Е.И. Прочко; Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. С.Б. Шухмана. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 336 с.