

Модернизация автомобильной техники аварийно-спасательного формирования, задействованного в отрасли транспортировки нефти и нефтепродуктов

Д.С. Шумилов, Г.Г. Закирзаков, А.Г. Закирзаков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет»

Аннотация: Деятельность предприятий в сфере трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов зачастую связана с внештатными ситуациями. Сотрудникам аварийно-спасательных отрядов необходимо преодолевать значительные расстояния в условиях бездорожья. От конструкции устройств, повышающих проходимость транспортных средств, зависит скорость реагирования подразделения. В работе проанализированы различные устройства для повышения проходимости транспортного средства и предложено собственное решение.

Ключевые слова: аварийно-спасательные отряды, магистральный нефтепровод, устройство для повышения проходимости, автомобильная техника.

Деятельность предприятий в сфере трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов зачастую связана с внештатными ситуациями, такими, как: выход нефти и нефтепродуктов на поверхность, пожары в лесах, полях, подземное горение торфа, затопление производственных объектов, расположенных возле рек и озёр во время таянья снега и другие аварии и чрезвычайные происшествия [1]. Основная задача аварийно-спасательного отряда (далее АСО) оперативно и наиболее эффективно локализовать нештатную ситуацию. Эффективность деятельности подразделения напрямую зависит от его скорости. Это способствует постоянной модернизации техники, для более быстрого, эффективного и менее энергозатратного реагирования.

Задача техники: доставка оборудования, сотрудников, ликвидация людей в зачастую труднодоступных локациях. Места прокладки магистральных нефтепроводов характеризуются большим количеством рек, озёр и болот, что усложняет передвижение спецтехники вне дороги, так как зачастую грунт размывается реками, а прохождение даже по малым болотам или озёрам затруднено для сотрудников АСО [2-3]. В связи с существующей

проблемой проезда различной техники АСО к местам чрезвычайных ситуаций (далее ЧС) в горной, песчаной и болотистой местности, а также при преодолении траншей, канав и других препятствий возникает необходимость в применении специальных приспособлений - средств повышения проходимости, без которых движение указанных автомобилей становится затрудненным или вовсе невозможным.

Средствами повышения проходимости (рис. 1) называются приспособления, обеспечивающие увеличение сцепления ведущих колес с грунтом, снижение удельного давления колес на грунт, а также самовытаскивание застрявших автомобилей [4]. Наиболее распространенными из них являются цепи противоскольжения, противобуксаторы, браслеты, лебедки, самовытаскиватели, а также подручные средства. Все колесные и гусеничные машины укомплектовываются шанцевым инструментом, а также средствами повышения проходимости и буксирования согласно существующему табелю.



Рис. 1 Средства для повышения проходимости.

Устройства для повышения проходимости транспортных средств (далее ТС) являются эффективными в каждой своей среде и ситуации. Также для введения в действие каждого из них механику-водителю необходимо покинуть транспортное средство и устанавливать их на колесо или к якорю, что в свою очередь увеличивает общее время локализации ЧС.

В работе [5] авторы предлагают рассмотреть изобретение для повышения надежности путем обеспечения быстрого действия включения и отключения устройства. Это достигается снабжением его гидроджимной муфтой 3, размещенной на полуоси 1 между колесом и остовом, исполнительным гидроцилиндром 4, размещенным на барабанах муфты, составным башмаком 6, шарнирно соединенным с штоком 5 гидроцилиндра 4. При подаче давления жидкости в муфту 3 и гидроцилиндр 4 башмак 6 поджимается вместе с ним, повышая проходимость транспортного средства.

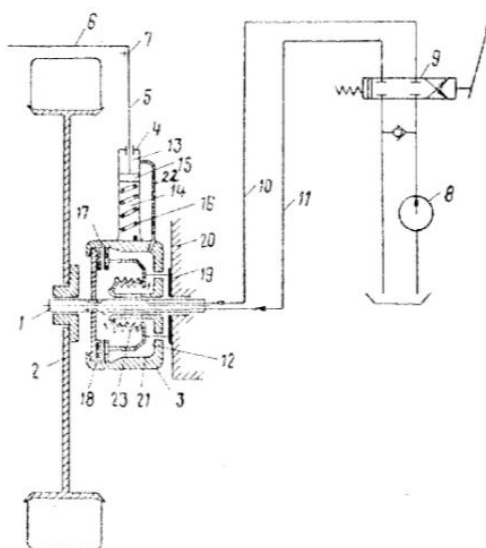


Рис. 2. Устройство для повышения проходимости грузового ТС

Стоит заметить, что предложенное устройство имеет следующие недостатки:

1. Сложность конструкции, что означает её дорогое производство и установку.
2. Сложность демонтажа во время эксплуатации машины.
3. Эффективность устройства на вязких участках не сильно высокая.

Частично вышеуказанные недостатки компенсируются в работе [6], где рассматривается удобное в эксплуатации, надежное и долговечное устройство для повышения проходимости грузопассажирских и легковых транспортных средств в неблагоприятных дорожных условиях при

одновременном обеспечении возможности их беспрепятственного передвижения при изменении свойств дорожного полотна, например, при переходе от труднопроходимой части дороги к трассе с асфальтовым покрытием. Указанная задача решается тем, что в устройстве для повышения проходимости транспортного средства, содержащем металлические силовые элементы, размещенные на ведущих колесах с возможностью дополнительного сцепления с дорогой, согласно полезной модели, металлические силовые элементы выполнены в виде лопаток, выступающих за профиль ведущих колес и радиально закрепленных с помощью сварного или болтового соединения на внешней поверхности съемных опор, привинченных к дискам и/или ступицам ведущих колес с обеих сторон транспортного средства, причем количество лопаток на каждой из съемных опор находится в диапазоне 2-12 штук, их ширина - в диапазоне 60 - 150 мм, а диаметр их вылета меньше диаметра накаченных покрышек ведущих колес на 40-100 мм. (Рис. 3).

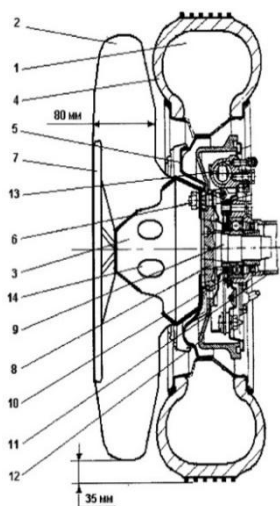


Рис. 3 Устройство для повышения проходимости ТС

Однако и в этом случае существуют определенные трудности, а именно:

1. Малое расстояние до границы с поверхностью, что не даёт гарантии не задевания твёрдого грунта при езде вне сложно проходимого участка.

2. Времязатратное снятие устройства для перехода на обычную езду.

Учитывая все вышеизложенное, авторами предлагается использовать универсальное прицепное устройство, подходящее на автомобили Горьковского автомобильного завода (далее ГАЗ) типа «Соболь», «Баргузин». Это устройство позволит повысить проходимость при их передвижении в условиях бездорожья, при плохих погодных условиях или малой несущей способности почвы.

Повышение проходимости реализовано за счет дополнительного устройства, повышающего тягосцепные качества колеса, в виде выдвигаемых шлицевых осей, работающих от подачи воздуха из энергоаккумулятора или автоматической системы подкачки шин, а нагнетание воздуха и его накопление будет производиться компрессором, установленном в подкапотном пространстве машины. Отличается от других устройств и изобретений в данной области, тем, что является относительно быстросъёмным и простым в использовании на фоне его эффективности [7-9].

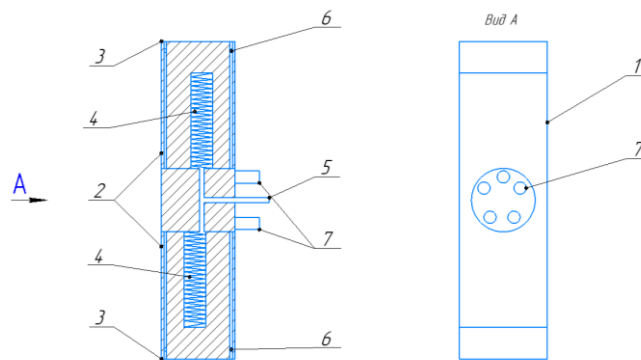


Рис. 4. – Принципиальная схема устройства.

Устройство (рис. 4) представляет собой один основной большой корпус (1) и два других входящих в него меньших корпуса (2). В каждом из них имеется выдвигающей поршень (3), внутри специальной полости находится пружина (4) для возвращения оси внутрь. Герметичность создаётся благодаря двум манжетам (6). Выдвижение этих шлицевых осей происходит за счёт

давления воздуха из системы, который подаётся в канал (5) и давит на стенки осей, что способствует их выдвигению внутри цилиндров через манжеты (6). При прекращении подачи воздуха пружина возвращает механизм в обратное положение. Это реализовано за счет энергоаккумулятора или автоматической системы подкачки шин. Устройство крепится болтами к диску и ступице ведущих колёс в специальных местах крепления (7).

Для того, чтобы пневмосистема могла работать круглый год и в широком диапазоне температур, предлагается использовать регулятор давления с адсорбентом и подогревом. Современные регуляторы давления с адсорбером поддерживают давление в системе 0,65-0,8 МПа, а также осушают воздух, нагнетаемый компрессором.

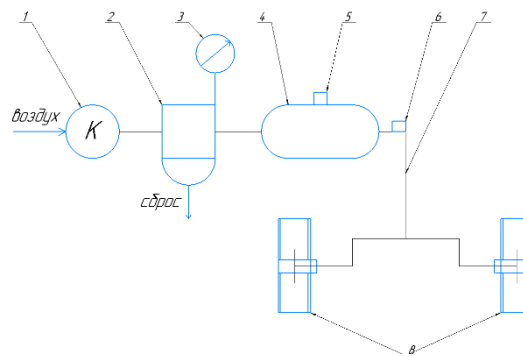


Рис. 5. - Схема пневмопривода.

1 – компрессор, 2 – регулятор давления с адсорбентом, 3 – манометр, 4 – ресивер, 5 – предохранительный клапан ресивера, 6 – регулирующий клапан, 7 – пневмолинии, 8 – устройства, 9 – дополнительный выход пневмолинии.

Основным недостатком существующих систем проходимости транспортных средств является установка и переключение автомобиля с мягких грунтов на твёрдые. Установка пневмоцилиндров способна решить эту проблему в чрезвычайной ситуации. Пневмосистема по сравнению с гидравлической имеет ряд преимуществ: удобство в установке, лёгкая эксплуатация, экологичность и безопасность.

Полная энергия, приложенная к конструкции во время движения ТС, находится, как сумма кинетической E_k и потенциальной энергии E_p :

$$E = E_k + E_p; \quad (1)$$

В свою очередь кинетическая энергия E_k определяется, как :

$$E_k = \frac{(M + m) \cdot v^2}{2}, \quad (2)$$

где M – масса машины в снаряжённом состоянии, кг, m – масса конструкции, кг, v – скорость машины при движении по слабонесущему грунту, примем 2,7 м/с (10 км/ч);

Потенциальную энергию E_p можно определить следующим образом:

$$E_p = (M + m) \cdot g \cdot h, \quad (3)$$

где g – ускорение свободного падения 9,8 м/с², h – высота конструкции в грунте при проезде по нему, м;

Масса ТС в снаряжённом состоянии известна - ($M = 2200$), тогда масса конструкции:

$$m = V \cdot \rho, \quad (4)$$

где V – объём детали, равный 0,0099 м³ (с учётом вычета внутренних каналов), ρ – 7826 кг/м³, плотность Ст45;

Таким образом, согласно (1-4), можно определить общую энергию:

$$E = 16606 + 4464,88 = 21070,88 \text{ Дж};$$

Значит, воздействие этой энергии на площадь контакта ($f = 0,01 \text{ м}^2$) поршня конструкции с грунтом:

$$A = 21070,88 / 0,01 = 2107088 \text{ Дж/м}^2;$$

Ударную вязкость балки конструкции (KC – Дж/м²) можно определить, как:

$$KC = \frac{K}{S}, \quad (5)$$

где K - работа, приведшая к деформации образца, Дж, S – площадь контакта с концентратом напряжения, $0,001\text{ м}^2$;

Работа, приведшая к деформации грунта - энергия, затрачиваемая при перемещении балки из первой позиции во вторую в результате удара, но высота второй позиции равна 0, поэтому:

$$K = H \cdot G, \quad (6)$$

где H – высота при горизонтальном расположении конструкции, тогда она равна её радиусу в открытом состоянии 0,35 м, G – вес ТС, приходящийся на это колесо с конструкцией ($G = 7350$ Н), тогда:

$$KC = \frac{2572,5}{0,001} = 2572500 \text{ Дж/м}^2,$$

$$2572500 > 2107088 \text{ Дж/м}^2,$$

Прочностные расчеты указывают, что устройство способно выдерживать при работе ударную нагрузку. Расчёт был проведён через полную энергию на устройстве при движении и ударную вязкость поршня. Рассчитанный диаметр выдержит энергию удара при движении 10 км/ч [10]. Предложенное устройство способствует повышению проходимости, уменьшает затраты на топливо и экономит время. Все эти факторы указывают на эффективность применения данного изобретения.

В настоящее время производится расчет геометрических параметров и прочностных характеристик предлагаемого устройства под различные модели транспортных средств.

Литература:

1. Антропова А.Б., Закирзаков А.Г. Использование попутного нефтяного газа. // «Нефть и газ Западной Сибири», материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Тюменского индустриального института. Ответственный редактор: О.А. Новоселов. Тюмень, 2013. с. 64-66.

2. Афанасьев Л.Л., Островский Н.Б., Цукерберг С.М. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. — М.: Транспорт, 1984. — 333 с.
3. Гинцберг Г.С. Метод поиска эффективных решений при построении систем технических средств. Сборник научных трудов. — М.: ВНИИТР, 1985. — 16—21 с.
4. Горностаев В.Н. Краткий обзор работ в области развития методологии анализа и синтеза патентоспособных объектов техники // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1904
5. Орлов Б.Н., Пучин Е.А. // Патент № RU 77824 U1, 10.11.2008. Устройство для повышения проходимости грузового транспортного средства. 2008.
6. Орлов Б.Н., Пучин Е.А // Патент № RU 77825 U1, 10.11.2008. Устройство для повышения проходимости транспортного средства. 2008.
7. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И. О потенциале гусеничных движителей лесных машин // Инженерный вестник Дона. 2014. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2231
8. Konev V., Polovnikov E., Krut O., Merdanov S., Zakirzakov G. Investigation and development of the thermal preparation system of the trailbuilder machinery hydraulic actuator // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. С. 012001 (1-5)
9. Merdanov S.M., Egorov A.L., Zakirzakov G.G The wireline guide assembly of lifting unit. International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т. 1120. С. 10353. (1-6).
10. Кузнецов В. В. Металлические конструкции. Общая часть: справочник проектировщика. // М.: изд-во АСВ, 1998. - 576 с.

References

1. Antropova A.B., Zakirzakov A.G. «Nef't' i gaz Zapadnoj Sibiri», materialy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii, posvyashchennoj 50-letiyu
-

- Tyumenskogo industrial'nogo instituta ["Oil and Gas of Western Siberia", materials of the international scientific and technical conference dedicated to the 50th anniversary of the Tyumen Industrial Institute]. Otvetstvennyj redactor: Novoselov O.A. Tyumen, 2013. pp. 64-66.
2. Afanas'ev L.L., Ostrovskij N.B., Cukerberg S.M. Edinaya transportnaya sistema i avtomobil'nye perevozki [Unified transport system and road transport]. M.: Transport, 1984. 333 p.
 3. Gincberg G.S. Metod poiska effektivnyh reshenij pri postroenii sistem tekhnicheskikh sredstv. Sbornik nauchnyh trudov. [A method for finding effective solutions when building systems of technical means. Collection of scientific papers.] M.: VNIITR, 1985. pp. 16—21.
 4. Gornostaev V.N. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1904
 5. Orlov B.N., Puchin E.A. Patent № RU 77824 U1, 10.11.2008. Ustrojstvo dlya povysheniya prohodimosti gruzovogo transportnogo sredstva [Device for increasing the cross-country ability of the cargo vehicle]. 2008.
 6. Orlov B.N., Puchin E.A. Patent № RU 77825 U1, 10.11.2008. Ustrojstvo dlya povysheniya prohodimosti transportnogo sredstva [Device for increasing the cross-country ability of the vehicle]. 2008.
 7. SHegel'man I.R., Skrypnik V.I. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2231
 8. Konev V., Polovnikov E., Krut O., Merdanov S., Zakirzakov G. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. p. 012001 (1-5).
 9. Merdanov S.M., Egorov A.L., Zakirzakov G.G. The wireline guide assembly of lifting unit. International Journal of Applied Engineering Research. 2016. T. 1120. p. 10353 (1-6).
 10. Kuznecov V. V. Metallicheskie konstrukcii. [Metal constructions]. Spravochnik proektirovshchika. M.: ASV, 1998. 576 p.
-