

ПОРХАЕТ КАК БАБОЧКА И ЖАЛИТ КАК ПЧЕЛА (Разработки инженеров-механиков)

*к.т.н. Павлович А.Э., к.т.н. Мишута В.Н., аспирант Мишута Д.В.
ООО «Мидивисана»*

В заглавии данной статьи приводится известная характеристика знаменитого боксера Али, которую можно в полной мере отнести к запатентованной изящной конструкции [1] мобильной машины (рис. 1) с кузовом-контейнером переменного объема [2, 3].

«Летает как бабочка», так как этому способствуют ходовые качества такой машины, созданной на базе автомобиля МАЗ для оперативной доставки и развертывания помещений в полевых условиях, а также легкость ее управления и схожесть с бабочкой в развернутом состоянии.

«Жалит как пчела», так как это в полной мере можно сказать о своевременных и эффективных действиях профессионалов, работающих в комфортабельном салоне данной машины (рис. 3 и 4) производства ООО «Мидивисана» для оперативного управления скоротечными процессами с частой сменой мест дислокации на больших пространствах, например для применения в качестве спасательных групп МЧС, передвижных госпиталей, пунктов управления военного назначения, жизнеобеспечения полевых исследовательских, геодезических, строительных партий и т. п.

Возможна также модификация такой «бабочки» производства ООО «Мидивисана» для применения в качестве передвижных госпиталей, спасательных групп МЧС, жизнеобеспечения полевых исследовательских, геодезических, строительных партий и т. п. Данная машина оснащена современной системой жизнеобеспечения, оборудованной для средств связи и автоматизации управления. Она рассчитана на 9–12 рабочих мест.



Рис. 1. Общий вид «бабочки», производимой под показанными товарными знаками ООО «Мидивисана»

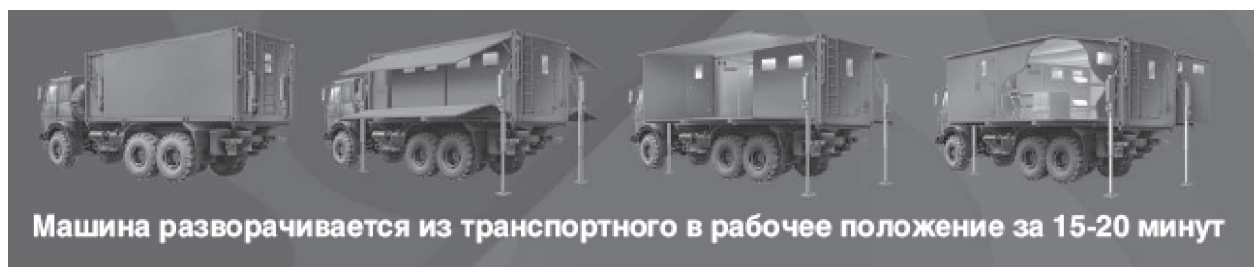


Рис. 2. Диаграмма раскрытия крыльев «бабочки»



Рис. 3. Общий вид «развернутой бабочки» в полевых условиях

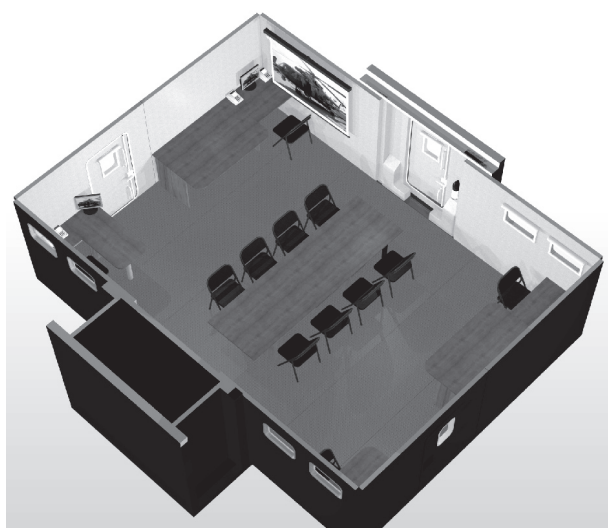


Рис. 4. Общий вид салона «развернутой бабочки»

Важными техническими элементами «бабочки», во многом определяющими быстрдействие ее разворачивания, являются силовые цилиндры 3 (рис. 5), устанавливаемые в нишах задней и боковых стенок кузова-фургона 1 на поворотных кронштейнах 2.

Силовые цилиндры 3 служат для подъема и опускания кузова-фургона 1 и способствуют расположению его отдельно от автомобиля.

Инженеры-механики, конструкторы и прибористы ООО «Мидивисана» постоянно совершенствуют «бабочку», внося в ее устройство и технологию изготовления оригинальные решения в соответствии с запросами заказчиков такой техники.

В данной статье приводится новое техническое решение, которое направлено на повышение оперативности и удобства управления разворачиванием-свертыванием «бабочки» на месте ее дислокации.

На существующих мобильных машинах силовые цилиндры 3 снабжены телескопическими штоками 4, приводимыми в действие от сервопривода 5 с помощью или электромеханического привода, или от гидравлической системы.

Однако для этого нужно возить в прикрепляемом прицепе или в отдельном автомобиле автономный дизель-генератор. При этом в конструкции силового цилиндра 3 используются длинноходовые и «капризные» в эксплуатации выдвижные телескопические штоки 4. Все это удорожает и усложняет конструкцию данных машин и их техническое обслуживание.

Кроме того, разворачивание «бабочки» производится с помощью 4–6 человек за сравнительно относительно большое время, порядка 15–20 мин.

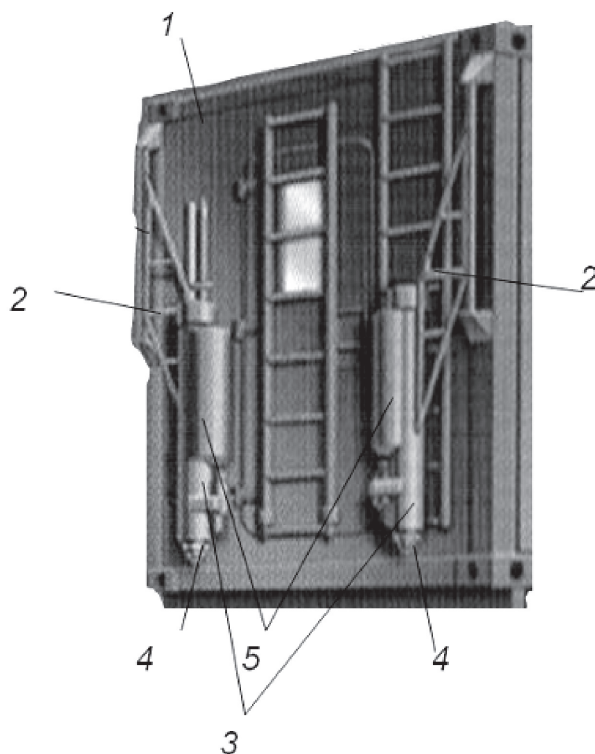


Рис. 5. Вид на заднюю стенку кузова-фургона «бабочки»

Предлагается устранить указанные недостатки, а также частично автоматизировать процесс разворачивания панелей «бабочки», используя штатный пневмопривод автомобиля МАЗ, на котором устанавливается и перевозится кузов-фургон 1.

На рис. 6–8 поясняется сущность такой модернизации.

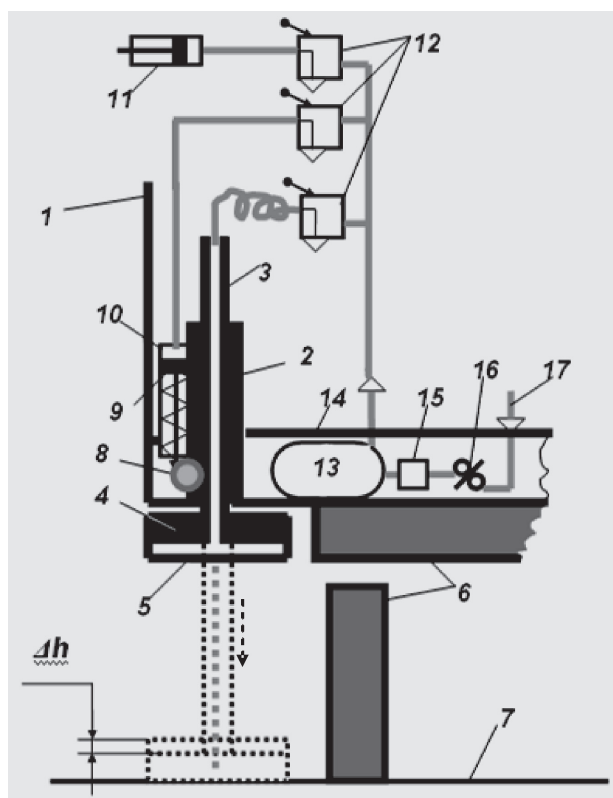


Рис. 6. Принципиальная схема пневмопривода управления «бабочкой»

В нишах каждого из четырех углов кузова-фургона 1 (фиг. 6), в направляющих 2 расположены полые штоки 3, соединенные с поршнями 4, которые, в свою очередь, герметично расположены внутри опорных площадок 5.

Кузов-фургон 1 установлен на шасси 6 автомобиля над грунтом 7. Полые штоки 3 застопорены в направляющих 2 клиновыми зажимами 8 с помощью подпружиненных поршней 9 пневмоцилиндров 10, которые, как и пневмоцилиндры 11 системы автоматического открывания панелей кузова «бабочки», а также как и полые штоки 3, сообщены с кранами 12 подачи сжатого воздуха из ресивера 13, расположенного в нише 14 днища кузова-фургона 1. Ресивер 13 через регулятор давления 15 и разрывную пневмомуфту 16 сообщен с магистралью 17 пневмопривода автомобиля.

При воздействии на средний по схеме кран 12 сжатый воздух из ресивера 13 подается в бесштоковые полости пневмоцилиндров 10, ослабляя стопорение полых штоков 3 клиновыми зажимами 8. В результате происходит плавное опускание опорных площадок 5 на грунт 7 с образованием зазора Δh между верхней их частью и поршнем 4. После этого через средние по схеме краны 12 сжатый воздух удаляется в атмосферу из бесшто-

ковых полостей пневмоцилиндров 10, которые возобновляют силу надежного стопорения полых поршней 3 в направляющих 2.

Затем при воздействии на верхний по схеме (рис. 6) кран 12 сжатый воздух из ресивера 13 подается с различной скоростью в бесштоковые полости пневмоцилиндров 11, штоки которых, воздействуя через передаточный механизм, выдвигают из пеналов удлиненные опорные направляющие для приема центральных складных панелей, а также раскладывают их, поворачивают верхнюю панель и раскладывают с разворотом боковые панели, образуя дополнительные боковые помещения «бабочки» (рис. 2).

Собранная таким образом конструкция мобильной машины опирается на шасси автомобиля 6 (рис. 6) и на опорные площадки 5 через их поршни 4 и застопоренные в направляющих 2 полые штоки 3.

В случае необходимости отъезда автомобиля, например, для транспортировки еще одного кузова-фургона, воздействуют на нижний по схеме (рис. 6) кран 12, подавая сжатый воздух из ресивера 13 через полые штоки 3 под поршни 4 опорных площадок 5. В результате кузов-фургон 1 поднимается над шасси 6 автомобиля на высоту, достаточную для беспрепятственного отъезда автомобиля и равную ликвидируемому зазору Δh между верхней частью опорных площадок 5 и их поршнями 4.

Во время отъезда автомобиля автоматическое разведируются части разрывной пневмомуфты 16 с обеспечением герметичности пневмосистемы кузова-фургона 1. После отъезда автомобиля, обратно воздействуя на нижний по схеме (рис. 6) кран 12, выпускают сжатый воздух из полых штоков 3, опуская их вместе с кузовом-фургонном 1 вниз на величину, равную вновь образуемому зазору Δh между верхней частью опорных площадок 5 и их поршнями 4.

При необходимости передислокации «бабочки» описанные выше операции осуществляют в обратной последовательности с установкой кузова-фургона 1 на шасси 6 подъехавшего автомобиля.

Пример конструктивного выполнения клинового зажима 8 полого поршня 3 в направляющих 2 показан на рис. 7, а опорных площадок 5 — на рис. 8.

Опорная площадка 5 (рис. 8) завинчена полой втулкой 18 в отверстие с конической резьбой полого штока 3. Внутри опорной площадки 5 расположены поршни 4 с уплотнением 19. Такое уплотнение хорошо себя зарекомендовало в ответственном пневмоузле автомобиля — пружинном энергоаккумуляторе [4].

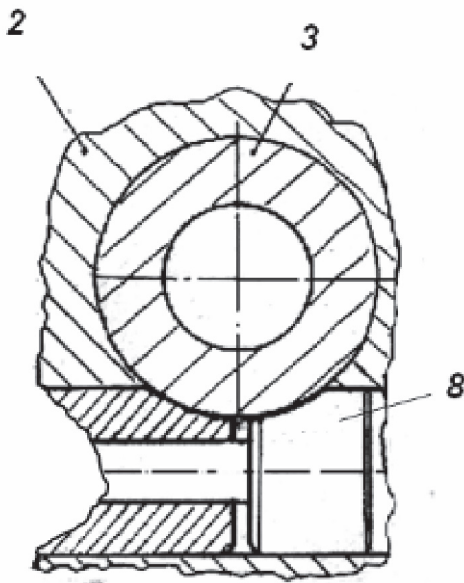


Рис. 7. Пример конструкции клинового зажима

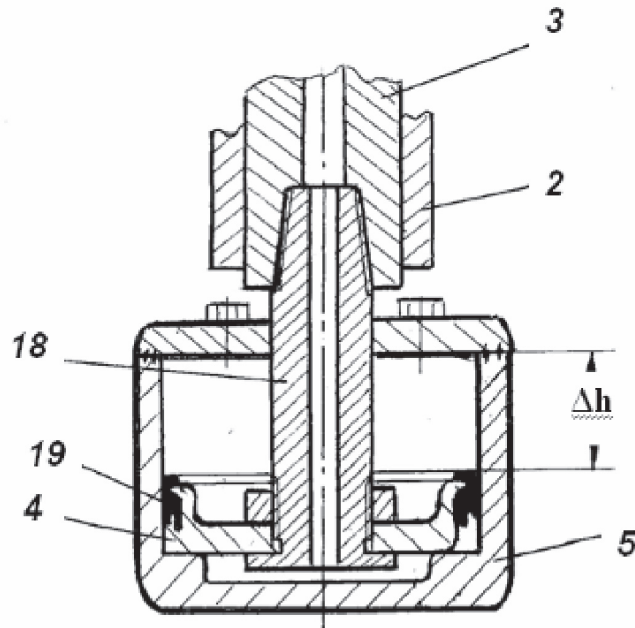


Рис. 8. Пример конструкции опорной площадки

Для определения оптимальных конструктивных параметров силовых узлов и элементов предлагаемой пневмосистемы кузова-фургона 1 и согласования ее работы со штатной пневмосистемой автомобиля МАЗ рекомендуется применить известную методику по расчету пневмоприводов в машиностроении [5] на основе дифференциальной формы характеристического уравнения состояния

$$V_0 dp = RTdQ, \quad (1)$$

где V_0 — текущий заполняемый объем в пневмоприводе, складывающийся для определения параметров работы подъема и опускания кузова-фургона 1 из суммы объемов бесштоковых полостей опорных площадок 5, внутренних полостей полых штоков 3 и подводящих трубопроводов, а для определения параметров работы пневмоцилиндров 10 и 11 (рис. 6) — из суммы объемов их бесштоковых полостей и подводящих трубопроводов; dp — приращение давления сжатого воздуха; R — газовая постоянная; T — температура сжатого воздуха; dQ — приращение массы сжатого воздуха в пневмоприводе.

Реализация математической модели по определению статических и динамических характеристик предлагаемого пневмопривода «бабочки» осуществляется с помощью элементов булевой алгебры в MathCAD или в Excel для итоговых уравнений заполнения и опорожнения текущего объема V_0 :

$$t_n = V_0 p_{цн} RTG; \quad (2)$$

$$t_o = \ln(p_{цн0} / p_{цн}) V_0 / RTG, \quad (3)$$

где t_n и t_o — время наполнения и опорожнения текущего объема до необходимого давления; $p_{цн}$ и $p_{цн0}$ — текущее значение давления сжатого воздуха в бесштоковых полостях опорных площадок 5 или в пневмоцилиндрах 10, 11; $p_{цн0}$ — исходное значение давления сжатого воздуха в данных полостях; G — расход сжатого воздуха через любой из кранов 12 (рис. 6), а также через трубопроводы и пневмодрессели, которые служат для обеспечения плавности разворачивания складных панелей кузова-фургона 1 и плавности его опускания и подъема.

Уравнение расхода сжатого воздуха G составляется по известной методике [6] с учетом скорости распространения звука в воздухе, а также значений газовой постоянной, давления в системе питания автомобиля сжатым воздухом, коэффициента расхода, проходного сечения трубопроводов и кранов 12, а также с учетом характера течения сжатого воздуха по отношению к критическому режиму его течения ($p_{вых} : p_{вх} = 0,528$). При этом расход воздуха через кран 12 (рис. 6) в пневмоцилиндры 10 или 11 или в бесштоковую полость опорных площадок 5 происходит с показателем политропы, равным 1,4 в докритическом ($p_{вых} : p_{вх} > 0,528$) и надкритическом турбулентных режимах ($p_{вых} : p_{вх} < 0,528$) на основе формулы Сен-Венана и Ванцеля [7]:

$$G_1 = (\mu g)_3 p_{\text{ВЫХ}} \sqrt{\frac{2}{RT} \left[\frac{p_{\text{Ц}}}{p_{\text{ВЫХ}}} \left(1 - \frac{p_{\text{Ц}}}{p_{\text{ВЫХ}}} \right) \right]}; \quad (4)$$

$$G_2 = (\mu g)_3 p_{\text{ВЫХ}} \sqrt{\frac{1}{2RT}}, \quad (5)$$

где G_1 и G_2 — расход воздуха в докритическом и надкритическом режимах истечения; $(\mu g)_3$ — эквивалентное пневмосопротивление крана 12 и дросселей; $p_{\text{ВЫХ}}$, $p_{\text{Ц}}$ — текущие значения давления на выходе из крана 12 и в бесштоковых полостях пневмоцилиндров 11, 12 или опорных площадок 5.

Расчет элементов пневмопривода, которые вводятся для обеспечения его следящего действия при раскладывании складных панелей ку-

зова-фургона 1 и при его подъеме-опускании, рекомендуется вести с учетом конструктивных особенностей пневмоаппаратуры и особенностей ее отрицательной обратной связи [8] с пневмоцилиндрами 10, 11 и опорными площадками 5.

Благодаря предлагаемой конструкции системы управления кузовом-фургоном 1, а также применению описанной выше методике определения оптимальных параметров силовых узлов и элементов пневмопривода этого управления, совмещенного со штатной пневмосистемой автомобиля, можно добиться значительного упрощения конструкции и обслуживания мобильных машин с существенным почти в три раза сокращением времени их оперативно развертывания и свертывания в виде «бабочки».

Источники информации:

1. Патент ВУ № 7059 У, МПК В 60Р 3/00 и 3/02, Е 04В 1/343, Е 04Н 1/12. Приоритет 21.04.2010, опубликован 28.02.2011 в Официальном бюллетене НЦИС, №1, 2011 г.
2. Рекламный альбом ООО «Мидивисана». — Минск, 2008.
3. Электронный ресурс: www.military.midivisana.by. — [Дата доступа 3.03.2011].
4. Гуревич, Л.В. Пневматический привод автотранспортных средств / Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд. — М.: Транспорт, 1988.
5. Герц, Е.В. Расчет пневмопривода / Е.В. Герц, Г.В. Крейнин. — М.: Машиностроение, 1975.
6. Хользунов, А.Г. Основы расчета пневматических приводов / А.Г. Хользунов. — М.: Машгиз, 1959.
7. Погорелов, В.И. Газодинамические расчеты пневматических приборов / В.И. Погорелов. — Л.: Машиностроение, 1971.
8. Павлович, А.Э. Улучшение характеристик пневматического тормозного привода прицепных МТА путем совершенствования пневмоаппаратов. — ...дис. канд. техн. наук / А.Э. Павлович. — Минск: Белорусский политехнический институт, 1985.