



ЛІТЕРАТУРА

1. А. М. Редзюк, В. Б. Агеєв, В. С. Устименко, О. А. Клименко, О. І. Закревський // Про стан і перспективи використання електромобілів. – Режим доступу: <http://insat.org.ua/files/menu/tk/info/energo/PerspEV.pdf>.
2. Еткін Д. М. «Деякі техніко-економічні аспекти електрифікації масових автомобілів в США» // Журнал автомобільних інженерів. – Режим доступу: <http://www.aae-press.ru/j0061/art014.htm>.
3. Тімков О. М., Яценко Д. М. До вибору типу гібридної силової установки автомобіля категорії М1. Вісник Донецької академії автомобільного транспорту – 2014 р. № 2.
4. Potential for widespread electrification of personal vehicle travel in the United States. Zachary A. Needell, James McNerney, Michael T. Chang & Jessika E. Trancik. Nature Energy 1, Article number: 16112 (2016).
5. Shah, Saurin D. (2009). «2». Plug-In Electric Vehicles: What Role for Washington? (1st ed.). The Brookings Institution.
6. IRENA (2017), Electric Vehicles: technology brief, International. Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. // – URL: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Electric_Vehicles_2017.pdf.



УДК 621.01

© **Авилов А. И.**, м. н. с., научный центр Воздушных Сил Харьковского национального университета Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ КОЛЕСА ВОЕННЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН ТРАНСПОРТИРОВКИ МОБИЛЬНОГО БЕСПИЛОТНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассмотрены вопросы развития концепции колеса как технического элемента колесной машины транспортировки мобильного беспилотного комплекса. Показана возможность изменения конструкции этого объекта за счет увеличения количества основных, вспомогательных и управленческих функций. Поскольку число функций и уровней технизации системно не ограничивается, число возможных вариантов конструкций колеса является практически неограниченным.

Ключевые слова: колесо, конструкция, функция, структура, различие, развитие, уровни технизации.

Анотація. Розглянуті питання розвитку концепції колеса як технічного елемента колісних машин транспортування мобільного безпілотного комплексу. Показана можливість зміни конструкції цього об'єкта за рахунок збільшення кількості основних, допоміжних та управлінських функцій. Оскільки число функцій і рівнів технізації системно не обмежується, число можливих варіантів конструкцій колеса є практично необмеженим.

Ключові слова: колесо, конструкція, функція, структура, відмінність, розвиток, рівні технізації.

Abstract. The questions of development of the wheel concept as a technical element of the vehicle for transporting a mobile unmanned vehicle are considered. The possibility of changing the design of this facility by increasing the number of main, auxiliary and administrative functions. As the number of functions and levels of mechanization of system is not limited to, the number of possible designs is virtually unlimited wheel.

Keywords: wheel, design, function, structure, distinction, development, level of mechanization.

ВВЕДЕНИЕ

Дальнейшее развитие мобильных беспилотных комплексов требует решения ряда научных задач, в том числе – создания предельно эффективных и качественных военных машин транспортировки для повышения мобильности и живучести комплекса в целом. Для этого необходим переход к регулярным методам направленного синтеза технических объ-

ектов, характеристики которых влияют на колесные машины транспортировки мобильных беспилотных комплексов в целом. Одним из таких объектов для них является колесо.

Традиционно [1] колесо рассматривается как многофункциональный объект с детерминированной функцией обеспечения тяги движителя и устойчивости автомобиля. Вместе с тем колесо может иметь развитие по функциям. Законы, по которым

идет развитие техники, действуют и на колесо. Они описаны во многих работах, среди которых фундаментальные монографии Г. С. Альтшуллера [2], А. И. Половинкина [3]. Предприняты попытки свести имеющуюся информацию в систему законов развития техники [4], [5]. Однако такой технический объект как колесо до сих пор не рассмотрен с позиции действия этих законов, как и не даны варианты концепции его развития. В данной статье излагаются вопросы развития концепции колеса для военных колесных машин транспортировки мобильных беспилотных комплексов (ВКМТБК).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В основе решения задачи могут быть положены расширенное понятие системы [5], антропный принцип [6] и периодический закон строения технических элементов [7].

Для формирования концепций развития колеса для ВКМТБК требуется применение достаточно общего понятия системы. Одним из его вариантов может быть многомерное представление, введенное в работе [5]. **Рис. 1** отражает кластер главных атрибутов, очерчивает границы и выделяет ядро колеса как системы, которым является ее центр.

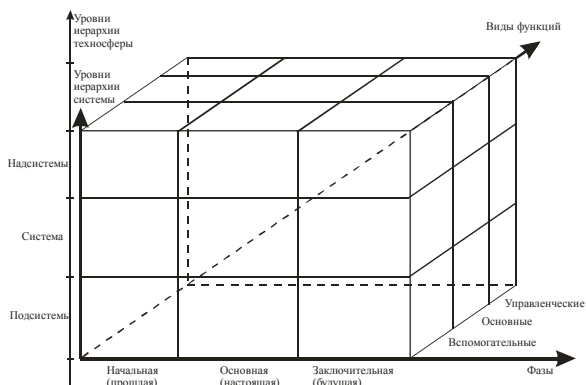


Рис. 1. Структура атрибутов определяемого понятия системы

Последний соответствует иерархическому уровню собственно системы с ее основными функциями в настоящем времени, в данном случае – совокупности рабочих органов преобразователей.

Такое координирование позволяет задать структуру технического объекта как частный случай наиболее общей структуры [8]. При этом общая структура технического объекта может компоноваться из типовых структур, образующих гомологические ряды и периодическую систему технических элементов [7] путем постановки каждой из функций объекта своей подсистемы.

Целевую функцию выполняет непосредственно преобразователь – рабочий орган или множество рабочих органов. Часто функциональных возможностей одного рабочего органа бывает недостаточно для осуществления требуемых действий. Поэтому

вводится вторая, дополняющая функция, которая расширяет, оптимизирует или модифицирует действия рабочего органа. Указанные две функции в совокупности образуют первую фрактальную функцию. Она же является базовой инвариантной цикловой функцией общего вида – составляющей главных, интегральных и других более высоких по иерархическому уровню функций системы.

Функции разделяются на основные – О, вспомогательные – В и управленческие – У. Ориентируясь на рассмотренные понятия, можно построить систему структур колеса ВКМТБК, определив тем самым возможные направления его развития.

Известно колесо, имеющее ступицу, диск, обод и камерную или бескамерную покрышку с расположенным на периферии протектором [9]. Существенными недостатками этого колеса являются:

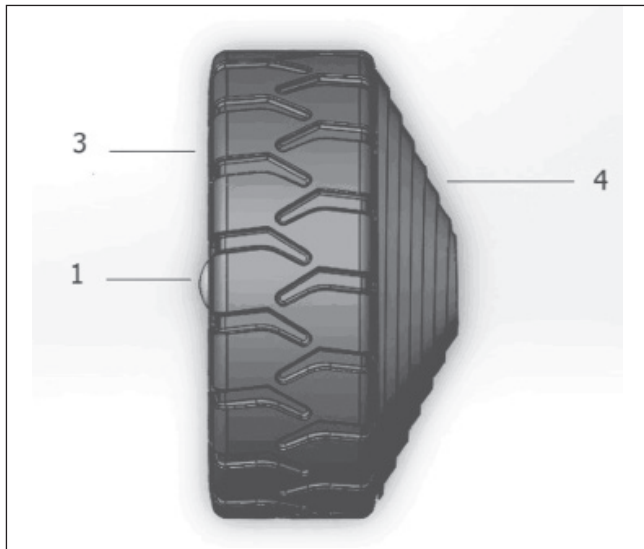
1) недостаточная надежность, обусловленная возможностью нарушения плотности камерной или бескамерной покрышки, в результате чего теряется геометрическая форма и упругость покрышки;

2) потребность в системе обеспечения давления, что увеличивает затраты на систему в целом.

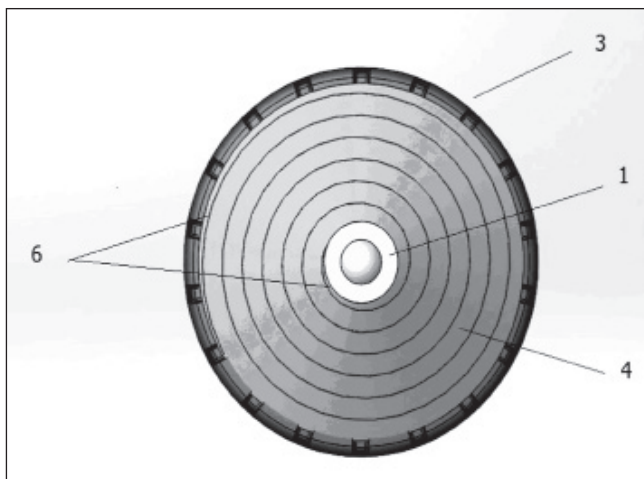
Известно также колесо, имеющее ступицу, диск ячеистой упругой конструкции и расположенный периферии этого диска упругий обод с протектором [8]. Это колесо имеет повышенную надежность работы, поскольку его упругость обеспечивается не сжатым воздухом в камерной или бескамерной покрышке, а упругостью перегородок ступицы ячеистой конструкции. Колесо также не требует системы обеспечения давления, поскольку является безвоздушным. Вместе с тем, существенным недостатком такого колеса является низкая надежность, обусловленная возможностью повреждения диска ячеистой конструкции природными (частицы почвы, попадающие в пространства ячеек, вызывают дисбаланс и существенно уменьшают упругость) либо искусственными (пули, осколки и т.п.) факторами. Этот недостаток можно уменьшить или ликвидировать за счет защиты упругого диска ячеистой конструкции от воздействия природных и искусственных факторов.

Замысел состоит в том, чтобы добавить еще одну функцию, позволяющую обеспечить диск ячеистой конструкции колеса защитным элементом, который был бы устойчив в осевом направлении и упругим – в радиальном. Последнее необходимо для выполнения демпфирующих функций колеса. Для этого состав колеса вводится соосно ступицы и диска упругий элемент спирально-конической формы в виде навитой на конус полосы с уменьшенными по ширине концами, при этом витки полосы перекрывают друг друга, опираются в ступицу, обод и торцевую поверхность диска ячеистой конструкции.

На **рис. 1 а** и **рис. 1 б** изображено колесо в двух ортогональных проекциях, а на **рис. 2** – схема сечения колеса осевой плоскостью.



а)



б)

Рис. 1. Общий вид колеса

На рис.1 и рис. 2 обозначены следующие элементы колеса: ступица **1**, диск ячеистой конструкции **2** и расположен на периферии этого диска обод с протектором **3**, установленный соосно ступицы **1** и диска ячеистой конструкции **2** упругий элемент **4** спирально-конической формы в виде навитой на конус полосы **5** с уменьшенными по ширине концами **6**. Витки полосы **5** перекрывают друг друга, опираются в обод. Ширина полосы может превышать величину максимальной деформации колеса в радиальном направлении. Полоса **5** выполняется из конструкционной упругой стали или упругих композитных материалов повышенной прочности. Угол α конусности спирали упругого элемента определяется по условиям замыкания витков. Колесо работает следующим образом. Имея привод от трансмиссии, которая связана со ступицей **1**, диск ячеистой конструкции **2** колеса со ступицей и протектором **3** вращается и в процессе движения по неровностям дороги протектор вместе с ободом **3** прогибается. В результате введения соосной ступицы и диска ячеистой конструкции упругий элемент **4** спирально-

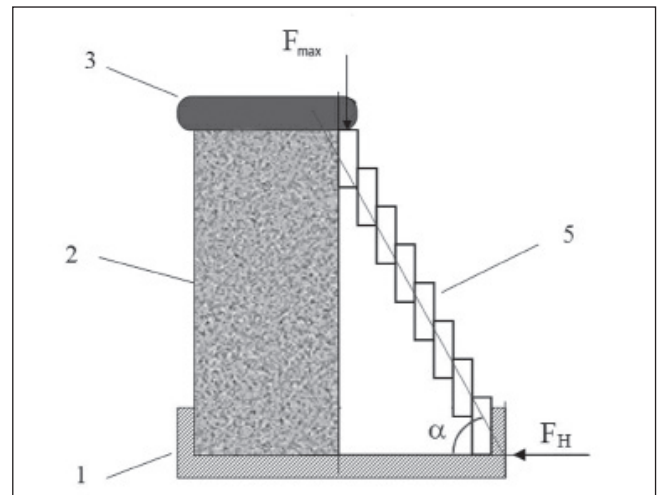


Рис. 2. Схема сечения колеса осевой плоскостью

конической формы в виде навитой на конус полосы **5** с уменьшенными по ширине концами **6**, и того, что витки полосы **5** перекрывают друг друга, опираются в ступицу **1**, обод **3** и торцевую поверхность диска ячеистой конструкции **2**, упругий элемент **4** плотно прилегает к цилиндрическим поверхностям ступицы **1** и обода **3** и торцевой поверхности диска ячеистой конструкции **4**, обеспечивая защиту этого диска, а значит, и колеса в целом от природных и искусственных повреждений. Если ширина полосы упругого элемента **4** превышает максимальную радиальную деформацию колеса, защита происходит при всем спектре нагрузок колеса с повышенной гарантией, поскольку даже при деформации только крайнего витка плотность элемента будет гарантироваться. В случае, когда параметры конуса избираются согласно условиям неразмыкания, защита колеса от механических повреждений упругим элементом осуществляется в пределах прочности материала полосы **5**, которая может быть выполнена из конструкционной упругой стали или упругих композитных материалов повышенной прочности.

Предложенное колесо может найти применение в высоконадежной военной технике (автомобилях, бронетранспортерах), где целесообразно использовать безвоздушные колеса.

Рассмотренное колесо получило дополнительную вспомогательную функцию – функцию защиты. Можно также решить вопрос о расширении количества или изменении вида основной функции. Для этого традиционное колесо должно обрести свойство трансформерности, которое обеспечивает его приспособление для перемещения – как по автомобильным, так и по железным дорогам [10].

Замысел состоит в том, что к существующим элементам известного колеса, способного перемещаться по автомобильным дорогам, прилагаются сменные элементы, которые обеспечивают его трансформерность для возможности перемещения по железнодорожным рельсам, создавая тем самым возможность использования колеса в бимодальном трансформерном транспорте военного назначения.

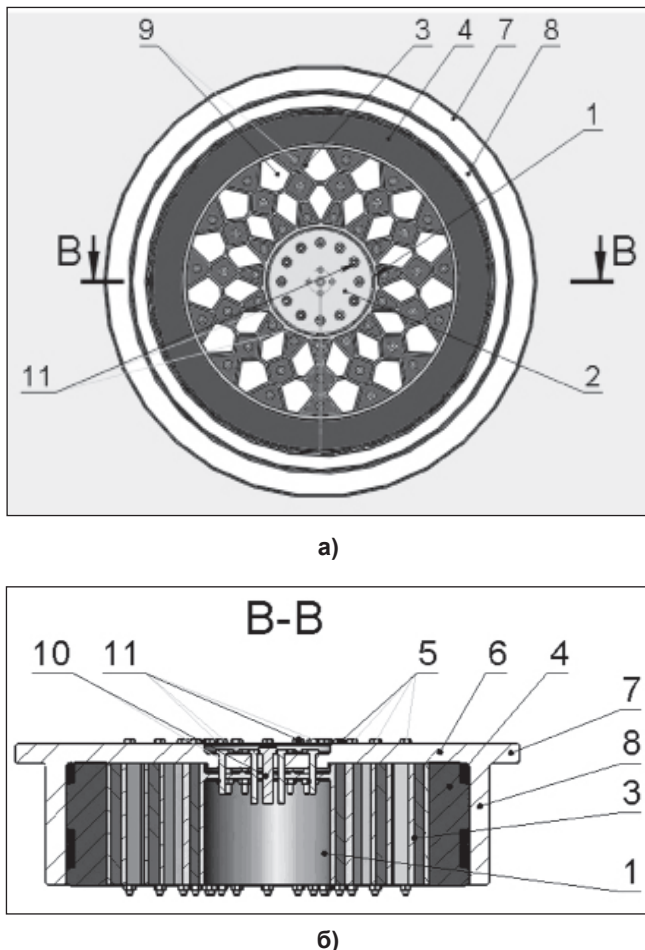


Рис. 3. Вертикальная (а) и горизонтальная (б) проекции колеса для бимодального трансформерного транспорта военного назначения

Вариант возможной конструкции колеса для бимодального трансформерного транспорта военного назначения поясняется нарис.3, где оно изображено в двух ортогональных проекциях.

На рис. 3 обозначено: ступица **1** с отверстиями **2** для крепления к оси транспортного средства, диск **3** ячеистой упругой конструкции и расположен на периферии этого диска упругий обод с протектором **4** на выпуклой периферической части обода; в состав колеса введены съемные элементы в виде скрепляющих деталей **5** и диска **6**, на периферии которого расположены реборда **7** и бандаж **8**, на центральной части перпендикулярно к полотну диска **6** равномерно по плоскости закреплены шестигранные призмы **9**, а в центральной части выполнены отверстия **10** для центрирования и крепления диска, при этом в ступице **1** выполнены дополнительные отверстия **11**, центры которых совпадают с центрами отверстий на диске, а геометрические размеры, угловая ориентация и местоположения шестигранных призм соответствуют размерам угловой ориентации и местам расположения ячеек диска упругой ячеистой конструкции. Колесо для трансформерного бимодального транспорта военного назначения работает следующим образом. Имея привод от трансмиссии, которая через ось

транспортного средства связана со ступицей **1** с отверстиями **2**, диск ячеистой конструкции **3** колеса с протектором **4** вращается и обеспечивает движение бимодального ВКМТБК автомобильными дорогами. При необходимости движения по рельсам железнодорожного пути соосно ступицы **1** центрируется и по отверстиям **10** и дополнительных отверстиях **11** закрепляется с помощью скрепляющих деталей **5** диск **6**, на периферии которого расположены реборда **7** и бандаж **8**. Это возможно благодаря тому, что у ступицы выполнены дополнительные отверстия **11**, например, с резьбой, центры которых совпадают с центрами отверстий **10** на диске **6**. Вследствие того, что на центральной части перпендикулярно к полотну диска **6** равномерно по плоскости закреплены шестигранные призмы **9** и геометрические размеры, угловая ориентация и местоположения шестигранных призм соответствуют размерам угловой ориентации и местам расположения ячеек диска упругой ячеистой конструкции, обеспечивается: во-первых, преобразование периферии колеса в форму, способную обеспечить движение по железнодорожным рельсам благодаря тому, что периферия получает бандаж и реборды, во-вторых, диск **2** ячеистой упругой конструкции становится жестким, пригодным для движения по рельсам железнодорожного пути благодаря тому, что пустотелые ячейки заполняются шестигранными призмами. Это позволяет также повысить прочность и жесткость колеса. Диск ячеистой упругой конструкции становится жестким. В результате колесо пригодно для использования в бимодальных транспортных средствах военного назначения, предназначенных для движения по автомобильным дорогам и по рельсам железнодорожного транспорта. Трансформация выполняется вручную, механизировано или автоматизировано с помощью робототехнических систем, обеспечивая тем самым расширение функциональных возможностей колеса в два раза. Предложенный вариант колеса может найти применение в бимодальной военной технике, где целесообразно использовать безвоздушные колеса, пригодные для движения автомобильными дорогами и по железнодорожным рельсам. Это приводит к сокращению капитальных затрат на транспортировку военной техники, повышает коэффициент использования, уменьшает (на 30% и более) погрузочно-разгрузочные работы.

Если необходимо изменить вид функции без изменения количества, можно применить колеса, способные не только перемещаться по автомобильным дорогам, но и по воде, например, за счет увеличенных гребней протекторов.

Проводя аналогию с рассмотренным выше, можно предложить колеса с другими функциями. В таблице 1 приведены примеры развития концепции колеса за счет развития структуры его функций.

В таблице обозначено: О1,О2 – основные, В1 – вспомогательная, У1 – управленческая функции соответственно; индекс при обозначении управлен-

Таблиця 1

Етапи	Особенности конструкции	Структурно-функциональная модель
0	Безвоздушное (сотовое) колесо	O1
1	Безвоздушное колесо с защитной функцией	O1+B1
2	Безвоздушное колесо с управляемой основной функцией	O1+B1+U1o (варианты: P, M, A, И, ...)
3	Безвоздушное колесо с управляемой вспомогательной функцией	O1+B1+U1в (варианты: P, M, A, И, ...)
4	Безвоздушное колесо с управляемой основной и вспомогательной функциями	O1+B1+U1o + U1в (варианты: P, M, A, И, ... + варианты совмещения)
5	Безвоздушное колесо с двумя основными функциями	O1+O2
6	Безвоздушное колесо с двумя основными и одной вспомогательной функциями (защитной)	O1+O2+B1 (варианты совмещения)
7	Безвоздушное колесо с двумя основными, одной вспомогательной управляемой функцией	O1+O2+B1+U1в (варианты: P, M, A, И, ... + варианты совмещения)

ческой функции отражает ее принадлежность к основной (о) или вспомогательной (в) функциям; P, M, A, И – уровни технизации при выполнении функций: ручной, механизированный, автоматизированный и интеллектуализированный соответственно.

Таблица 1 отражает зависимость структур подсистем колеса как системы от уровней технизации,

поскольку каждому уровню технизации соответствует своя структура.

Количество основных и вспомогательных функций не ограничено и функции могут иметь разнообразные уровни технизации. Можно считать практически бесконечным число структурно различных вариантов развития конструкции колес.



ВЫВОДЫ

Рассмотренное расширенное понятие системы вместе с законом развития технических систем позволяет формировать вариант концепции развития колеса для военных колесных машин транспортировки мобильных беспилотных комплексов.

Основные структурные различия колеса ВКМТБК обеспечиваются за счет изменения количества функций, а также уровней их технизации.

Можно считать практически бесконечным число возможных структурно различных вариантов конструкции колеса ВКМТБК.



ЛИТЕРАТУРА

1. Подригало М. А., Волков В. П., Бобошко А. А., Павленко В. А., Файст В. Л., Клец Д. М., Редько В. В. Динамика автомобиля: Научное издание: Монография – Харьков: ХНАДУ, 2008 – 452 с.
2. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. Радио, 1979. – 176 с.
3. Половинкин А. И. Законы строения и развития техники. – Волгоград: 1985. – 202 с.
4. Саламатов Ю. П. Система законов развития техники (основы теории развития технических систем). Изд. 2-е исправленное и дополненное. – М.: 1996.
5. Тернюк Н. Э / Системно-процессное моделирование технических систем в GALS-технологиях./ Н. Э. Тернюк, Ю. В. Дудукалов, В. В. Федченко, Н. Н. Гладкая. // Сборник НАКУ «ХАИ» «Открытые инфомационные и компьютерные интегрированные технологии». – 2011. – №49. – С.124-133.
6. Свідзинський А. Синергетична парадигма. Антропний принцип. Культура. / Світогляд: 2008, № 3 (11) – С. 26-35.
7. Тернюк Н. Э. Система периодических систем элементов видимого материального мира/ Сучасні проблеми науки та освіти: матеріали 15-ї Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції 30 квітня – 9 травня 2011, м. Алушта – Харків, «Українська асоціація «Жінки в науці та освіті». Харківський нац. ун-ім. В. Н. Каразіна: 2011, – С. 11-22.
8. Тернюк М. Е. Фундаменталізація технічних наук // М. Е. Тернюк, О. В. Авдеєнко /Новый коллегіум (Науковий інформаційний журнал. Проблеми вищої освіти). – 2007, №2, С. 9-18.
9. Патент України на корисну модель №81321 Трансформерне колесо для біомодального транспорту / А. І. Авілов, Н. М. Гладка, Є. М. Нехаєв та ін./ Засреєстровано в Державному реєстрі 25.06.2013р.
10. Патент України на корисну модель №81323 Колесо для мобільної техніки /А. І. Авілов, Н. М. Гладка, Є. М. Нехаєв та ін./ Засреєстровано в Державному реєстрі 25.06.2013р.