



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 629.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГООСНОГО ПОЛНОПРИВОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА МАЛОГО КЛАССА, ПОД САНИТАРНЫЕ НУЖДЫ

¹Капустин А.Г., Макаров В.С., Марковина А.И., Ключкин А.А.

ФГБОУ ВО "НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА", Нижний Новгород, Россия (603155, город Нижний Новгород, ул. Минина, д.24), e-mail: ¹kapustinalexandr2017@yandex.ru

В статье, докладывается о последних достижениях в разработке и моделировании модификации под санитарные нужды проекта наземного утилитарного транспортного средства, повышенной проходимости, особо малого класса под рабочим названием «Корсак», разрабатываемого в стенах НГТУ им Р.Е. Алексеева. Работа над вездеходной техникой ведется с 2014 года, по нескольким направлениям. Поэтому за 9 лет было собрано огромное количество научного материала в сфере создания экстерьера и интерьера транспортного средства, компоновки и разработки оригинальных деталей и узлов конструкции вездеходной техники. Проект вездехода имеет в основе корпус в виде лодки, благодаря чему может передвигаться по водной глади. По итогам: проанализированы конструкции существующих малогабаритных аналогов продаваемых на отечественном рынке за 2022 год, выявлены их основные конструкционные особенности. Произведены расчет на прочность каркаса безопасности. На финальной стадии исследования, был построен макет транспортного средства в масштабе 1:5.

Ключевые слова: вездеход, медицинская служба, транспортировка, аналоги, утилитарное транспортное средство, экстерьер, каркас безопасности, макет, аддитивные технологии.

A MULTI-AXLE FULL-DRIVE VEHICLE OF A SMALL CLASS, FOR SANITARY NEEDS

¹Kapustin A.G., Makarov V.S., Markovina A.I., Klyushkin A.A.

"NIZHNY NOVGOROD STATE TECHNICAL UNIVERSITY" R.E. ALEKSEEVA", Nizhny Novgorod, Russia (603155, Nizhny Novgorod, Minina st., 24), e-mail: ¹kapustinalexandr2017@yandex.ru

The article reports on the latest achievements in the development of modifications for the sanitary needs of the project of a land utility vehicle, high-terrain, especially small class under the working name "Korsak", being developed within the walls of the R.E. Alekseev NSTU. Work on all-terrain vehicles has been underway since 2014, in several directions. Therefore, over the past 9 years, a huge amount of scientific material has been collected in the field of creating the exterior and interior of a vehicle, layout and development of original parts and structural components of all-terrain vehicles. The all-terrain vehicle project is based on a hull in the form of a boat, so it can move along the water surface. According to the results: the designs of existing small-sized analogues sold on the domestic market for 2022 are analyzed, their main structural features are revealed. Calculations were made for the strength of the safety frame. At the final stage of the study, a 1-scale model of the vehicle was built.

Keywords: All-terrain vehicle, medical service, transportation, analogues, utilitarian vehicle, exterior, safety frame, layout, additive technologies.

В 2022 году перед участниками проекта встала задача сконструировать специальную версию транспортного средства, для работников медицинской службы, выполняющих свой

долг в труднопроходимых районах суши [1]. Для воплощения задачи, сперва была проведена работа по экономическому обоснованию новой модификации вездехода малого класса, и сравнению характеристик 3-осного вездехода НГТУ с существующими аналогами, продаваемыми на рынке Российской Федерации. Результаты показаны на рисунке 1. Аналоги продаваемые на территории РФ в 2022 году.



Рисунок 1 – Аналоги продаваемые на территории РФ в 2022 году.

На рисунках показана вездеходная техника, продаваемая на территории РФ а) снегоболотоход «Тингер» б) «ХВН» в) «Арго»

В 2022 году, было проведено исследование, результатам которого является полученные данные: Из всех сделок официально продаваемых брендов в стране, было реализовано только 12 единиц вездеходной техники с колесной формулой 6х6, В тоже время, за 2022 год было продано 73 единицы с колесной формулой 8х8 [2]. После чего было выявлено, аналоги с колесной формулой 6х6 пользуются спросом в разы хуже, чем модели, у которых четыре ведущие оси. Такая тенденция сохраняется и на начало 2023 года.

За основу была взята первая модель вездехода [3], которая дорабатывалась в техническом плане 8 лет. В связи с полученной информацией из исследования, было принято решение удлинить корпус транспортного средства, чтобы разместить дополнительную ось. В связи с этим изменились габаритные размеры. Была длина с 2590мм, а стала 3335 мм. Новые габаритные размеры приведены в таблице.1

Таблица 1 –Габаритные размеры проектируемой технике

Длина (мм)	3335
Ширина транспортного средства по боковым зеркалам (мм)	1968
Высота (мм)	1900
Клиренс (мм)	238

Общий вид мат. модели разрабатываемой модификации многоосного полноприводного санитарного транспортного средства представлен на Рисунке 1.



Рисунок 2 – Общий вид мат. Модели разрабатываемой модификации санитарного вездехода

Основными функциональными и формообразующими элементами предлагаемого художественно-конструкторского решения является плавающее шасси-лодка, внутри которого размещены панель приборов, приводы управления и топливные баки, каркас безопасности, и водительское и пассажирское сиденья [5]. Характерной отличительной особенностью является конструкция шасси, выполненного в виде сварного, герметичного, цельнометаллического обтекаемого корпуса коробчатого типа. Форма корпуса симметричная относительно продольной вертикальной оси с прямо стенными (вертикальными) бортами, водоизмещение обеспечено габаритными размерами по длине, высоте и ширине и достаточно для плавучести технике. Основным элементом конструкции плавающего шасси является пластмассовый корпус корытообразной конфигурации с прямо стенными бортами, создавая объем, он увеличивает водоизмещение машины с навесным оборудованием. Объемно-пространственная конструкция корпуса шасси, главной отличительной чертой которой является простота и технологичность изготовления, позволяет разместить силовой агрегат, все узлы и агрегаты трансмиссии и их приводы внутри корпуса без дополнительных формообразующих объемов [4], создавая содержательную простоту формы со значительной массивностью единого объема, являясь как бы основанием всего композиционного решения. Характерной композицией предлагаемого решения является развитие формообразующих линий, взаимодействующих со всеми объемами, расположенными на корпусе шасси. Надстрой поверх корпуса, защищает двигатель и водителя с пассажирами от капризов погоды. Наклон передней стойки крыши, согласовываются с углом наклона передней панели, образуя противоположную линию наклона. Эта линия видимого наклона, образующая единый объем

этих элементов, придает форме корпуса активную динамичность, создавая единое стилистическое решение.

Цветовая композиция предлагаемого художественно-конструкторского решения выполнена на основе контрастного сочетания в желтой и серой гамме, С нанесением специальных свето-отражающих полос красного цвета выполняющей опознавательную функцию. На основе контрастного сочетания в желтой и серой-черной гамме: Желтая – кабина водителя, каркас, наружные панели корпуса вездехода и обода колесного диска. Серые-передние маски фар, специальные накладки на капотной крышке, рельефные боковые поверхности на передних панелях, задние фонари.

Колесные движители выделены черным цветом резины пневматических элементов, обрамляющих нижнюю часть корпуса шасси, и боковые зеркала [2]. Такое выделение желтым цветом объемов верхней и нижней части машины, разделенных черным цветом колес, усиливает характер динамичности.

Специально для удлиненного корпуса был спроектирован новый удлиненный каркас безопасности для специальной модели с колесной формулой 8х8. Каркас разрабатывался по правилам безопасности защитных свойств кабины, предъявляемой к снегоболотоходам ГОСТ Р 50943-2011 и показан на Рисунке. 3 Анализ каркаса безопасности . Где усилие на нагружающем устройстве должно считается по формуле:

$$F = 1,5m_c \cdot g \quad (1)$$

Где, m_c масса снаряженного транспортного средства, умноженная на 1.5.
 g -сила свободного падения.

Таким образом усилие на каркас транспортного средства составляет 11772 Н.

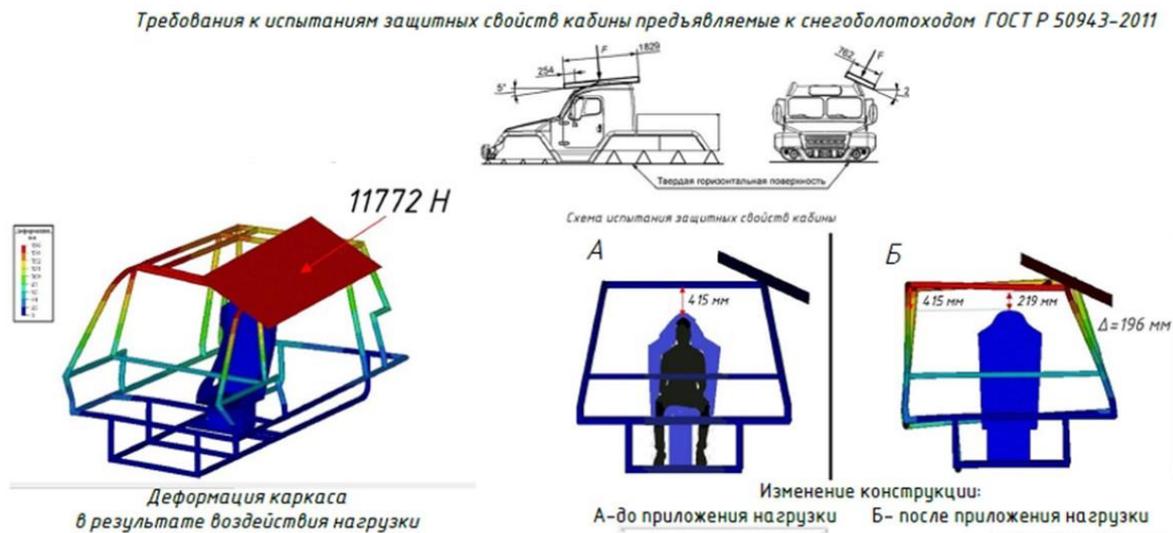


Рисунок 3 – Анализ деформации каркаса безопасности на санитарную модификацию вездехода

Из анализа следует, что при приложенной силе, прописанной в регламенте по испытаниям защитных свойств кабины предъявляемые к снегоболотоходам ГОСТ Р 50943-2011, каркас деформируется, но остаточное жизненное пространство сохраняется в пределах допустимого.

Для визуального и тактильного восприятия разрабатываемого транспортного средства, а также с целью представления проекта на профильных выставках. Было принято решение по созданию макета в масштабе 1:5, с колесной формулой 8x8. Самый быстро реализуемый способ по изготовлению макета, это применение аддитивных технологий. То-есть создание математической модели в виртуальном пространстве, с последующей 3D-печатью, или послойным наращиванием и синтеза объектов. А 3D-принтер позволяет создавать объекты, которые практически идентичны их виртуальным моделям.

3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдого объекта. После того, как все детали были распечатаны на 3D принтере, началась пост-обработка поверхностей на распечатанных деталях. Для обработки поверхностей деталей макета применялся метод механической обработки изделия. Каждая деталь вручную обрабатывается гибким материалом, состоящим из тканевой основы с нанесённым на неё слоем абразивной зернистости. Такой метод применяется для сглаживания поверхности и срезание заусенцев. На Рисунке 4 показаны плоды аддитивных технологий. А именно распечатанные на 3-D принтере детали для макета вездехода, в масштабе 1:5.

Алгоритм создания деталей макета был следующим: Создание границ будущих деталей разрабатывалось в виртуальном формате известного 3d пакета, в режиме 2d проектирования. За тем эскиз преобразовался в объёмную модель. После чего поверхности математической модели огранялись с помощью основных команд «вычитание», «фаска», «скругление» По итогу получились нужные детали. А для визуального и тактильного восприятия разрабатываемого вездехода, а также с целью представления проекта на профильных выставках. Была поставлена задача по созданию макета с колесной формулой 8x8, в масштабе 1:5 Самый менее затратный и быстро реализуемый способ изготовления макета, это применение аддитивных технологий (англ. Additive Manufacturing) в переводе технологии послойного наращивания и синтеза объектов. 3D-принтер позволяет создавать объекты, которые практически идентичны их виртуальным моделям. Именно поэтому сфера применения данных технологий так широка. 3D-принтер , это станок с числовым программным управлением, использующий метод послойной печати детали. 3D-печать является разновидностью аддитивного производства и обычно относится к технологиям быстрого прототипирования. 3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдого объекта. За счет аддитивной технологии большинство деталей макета вездехода будут напечатаны на 3D –принтере.

Перед 3D печатью проводилась подготовительная работа с деталями будущего макета в масштабе 1:5

На первом этапе подготовительных работ, было сделано разбиение виртуальной модели макета на отдельные элементы конструкции которые подходили бы по габаритным размерам к печатному столу. Работа производилась в пространстве известного программного пакета. После моделирования производились следующие действия, бралась твердотельная модель детали, и в режиме эскиза разделяла деталь на фрагменты. После чего при помощи функции вычитания выделять интересующие части модели.

Далее каждый отдельный элемент, в программе уменьшить в 5 раз, и сохранить в формате «Stl» - формат поддерживающий 3D принтер. После разбиения, все детали смогут распечататься на 3D принтере.



Рисунок 4 – Распечатанные детали макета вездехода в масштабе 1:5

На каждую деталь наносилась грунтовая краска. После чего, каждая деталь была окрашена в нужный цвет. На рисунке.5 показан Окрашенный макет специальной вездеходной технике в масштабе 1:5.

Суммарное количество всех деталей в конструкции макета санитарного вездеходного транспортного средства, в масштабе 1:5 составляет 273 элемента. На изготовление всего макета в масштабе 1:5, было потрачено 33476 минут.



Рисунок 4 – Окрашенный макет вездехода в масштабе 1:5

В рамках работы над проектом, получены результаты, которые могут быть использованы для создания экспериментального образца малогабаритного многоосного санитарного вездеходного транспортного средства в масштабе 1:1, а также:

- Проанализированы конструкции существующих малогабаритных аналогов продаваемых на отечественном рынке за 2022 год, выявлены их основные конструкционные особенности;
- Произведены расчет на прочность каркаса безопасности;
- Создана виртуальная сборка многоосного транспортного средства, состоящая из мат-моделей;
- Изготовлен макет специальной вездеходной технике, в масштабе 1:5.

В дальнейшем планируется создание исследовательского макета вездеходного транспортного средства в масштабе 1:1.

Список литературы

1. Development of design project of mini cross-country vehicle KORSACK / A. G. Kapustin, A. V. Papunin, V. S. Makarov [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 108, Development, Research, Certification, Nizhny Novgorod, 25–26 сентября 2019 года. – Nizhny Novgorod, 2019. – P. 012026. – DOI 10.1088/1757-899X/695/1/012026. – EDN FUWIWF.
2. Капустин, А. Г. Разработка дизайна многоосного транспортного средства повышенной проходимости "Korsak" / А. Г. Капустин, В. С. Макаров // Будущее технической науки : сборник материалов XVIII Всероссийской молодежной научно-технической конференции, Нижний Новгород, 24 мая 2019 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2019. – С. 133-134. – EDN LGOYHU.
3. Зезюлин Д.В. Транспортное средство "КОРСАК" для обслуживания линейных объектов/ Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Федоренко А.В., Беляев А.М., Беляков В.В. //«Труды НГТУ»– Н.Новгород, 2014. №4(106) С. 336-341
4. Papunin A.V., Makarov V.S., Belyaev A.M., Belyakov V.V. Field research of profile trafficability of 6x6 wheel assembly KORSACK vehicle / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012051
5. Песков, В. И. Основы эргономики и дизайна автомобиля: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" направления подготовки дипломированных специалистов "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы"/В.И.Песков; Министерство образования РФ, Нижегородский гос.тех.университет им.Р.Е.Алексеева.–Н.Новгород: Нижегородский гос.тех.универ. им.Р.Е.Алексеева, 2004. – 223 с. – ISBN 5-93272-232-0. – EDN QNRSTB.

References

1. Development of design project of mini cross-country vehicle KORSACK / A. G. Kapustin, A. V. Papunin, V. S. Makarov [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 108, Development, Research, Certification, Nizhny Novgorod, September 25–26, 2019. – Nizhny Novgorod, 2019. – P. 012026. – DOI 10.1088/1757-899X/695/1/012026. – EDN FUWIWF.
2. Kapustin, A. G. Design development of a multi-axle all-terrain vehicle "Korsak" / A. G. Kapustin, V. S. Makarov // The future of technical science : a collection of materials of the XVIII All-Russian Youth Scientific and Technical Conference, Nizhny Novgorod, May 24, 2019. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, 2019. – pp. 133-134. – EDN LGOYHU.
3. Zezyulin D.V. KORSACK vehicle for servicing linear objects/ Zezyulin D.V., Makarov V.S., Fedorenko A.V., Belyaev A.M., Belyakov V.V. // "Proceedings of the NSTU"– N.Novgorod, 2014. No.4(106) pp. 336-341
4. Papunin A.V., Makarov V.S., Belyaev A.M., Belyakov V.V. Field research of profile trafficability of 6x6 wheel assembly KORSACK vehicle / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012051
5. Peskov, V. I. Fundamentals of ergonomics and car design: A textbook for university students studying in the specialty "Automobile and tractor construction" areas of training for certified

Капустин А.Г. и др. Моделирование многоосного полноприводного транспортного средства
малого класса, под санитарные нужды // Международный журнал информационных
технологий и энергоэффективности.– 2023. –
Т. 8 № 12(38) с. 141–149

specialists "Transport machines and transport and technological complexes" / V. I. Peskov;
Ministry of Education of the Russian Federation, Nizhny Novgorod State Technical University
named after R.E. Alekseev. – Nizhny Novgorod : Nizhny Novgorod State Technical University
named after R.E. Alekseev, 2004. – 223 p. – ISBN 5-93272-232-0. – EDN QNRSTB.
