

Машины и Установки проектирование, разработка и эксплуатация

Сетевое издание
МОО «Стратегия объединения»
<http://maplants-journal.ru>

Ссылка на статью:

//Машины и установки: проектирование,
разработка и эксплуатация.
МОО «Стратегия объединения»
Электрон. журн. 2023. № 01. С. 1 – 12.

DOI:

Представлена в редакцию: 12.01.2023
Исправлена: 22.01.2023

© МОО «Стратегия объединения»

УДК 621. 866-82

Анализ существующих схем подвесок самоходных модульных транспортных средств с электронным управлением поворотом осей (серии «MSPE») компании «Cometto»

Варламов Л.А.¹, Пузров М.А.^{2 *}

* puzrovma@student.bmstu.ru

¹ ООО ОКБ «Спецтяжпроект» (Москва,
Россия)

² МГТУ им. Н. Э. Баумана (Москва, Россия)

В данной статье рассматриваются существующие конструктивные схемы подвесок самоходных модульных транспортных средств с электронным управлением поворотом осей компании «Cometto», а также их характеристики, для оценки эффективности и целесообразности использования каждой из представленных моделей серии «MSPE», анализируются их достоинства и недостатки, что позволит в дальнейшем использовать данную информацию при выборе необходимой конструкции в процессе эксплуатации или при создании отечественных аналогов. Во введении описаны сферы применения самоходных модульных транспортных средств и их функции. В основной части представлены характеристики модульных транспортеров модельного ряда «Cometto» серии «MSPE»: «MSPE 40T»; «MSPE 48T»; «MSPE EVO2 60T» и «MSPE EVO3 70T». Выполнен сравнительный анализ подвесок двух групп моделей «MSPE 40T/48T» и «MSPE EVO2 60T / EVO3 70T» между собой, представлены достоинства и недостатки конструктивных исполнений подвесок данных моделей.

Ключевые слова: Самоходные транспортные средства, модульные транспортеры, гидравлическая подвеска, элементы грузоподъемных систем, перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов.

Введение

Подвеска является важным элементом самоходного модульного транспортного средства (СМТС), от которого зависят эксплуатационные и технические характеристики модульного транспортера.

Модульный транспортер – транспортное средство (ТС), которое состоит из отдельных модулей с числом осевых линий обычно от трех до шести. Модули имеют возможность

продольной и поперечной стыковки между собой для формирования ТС необходимой конфигурации. Обычно конфигурация ТС определяется массой и габаритами груза, допустимыми осевыми нагрузками на опорную поверхность, прочностью рамы транспортера и т.п.

Для движения СМТС, в отличие от несамоходной прицепной техники, не используются седельные или балластные тягачи [1]. Тяговое усилие создается гидромоторами, размещенными на осях СМТС, называемых приводными. Количество приводных осевых линий и осевых линий с тормозом может быть различным.

СМТС применяются для транспортировки крупногабаритных и тяжеловесных грузов (КТГ). Среди таких грузов в практике перевозок – промышленное оборудование, в том числе обрабатывающее (станки, станины, прессы и т.п.), энергетическое оборудование (трансформаторы, статоры и роторы генераторов, парогенераторы, газовые турбины и т.п.), специализированная техника (строительная, сельскохозяйственная и т.п.), технологическое оборудование (в основном, колонного типа) нефтяной, газовой, химической промышленности, секции корпуса судов и суда целиком, блоки модульных заводов и т.д. [2].

Масса отдельных перечисленных выше грузов может колебаться от нескольких десятков тонн, до нескольких сотен и даже тысяч тонн [3]. Габариты грузов обычно варьируются от нескольких метров до десятка метров, некоторые конструкции нефтяной и химической промышленности достигают в длину сотни метров (см. рисунок № 1).



Рис. 1. Пример СМТС компании «Cometto» и перевозимой конструкции для нефтегазового сектора [4]

СМТС оснащаются гидравлической подвеской, которая за счет большого вертикального хода ($\pm 300\text{-}350$ мм относительно транспортного положения) помимо основной своей функции – преодоления неровностей опорной поверхности, обеспечивает выполнение погрузочно-разгрузочных работ (ПРР) с КТГ бескрановым методом [5]. ПРР осуществляются путем опирания груза, выступающего за габариты СМТС, на временные опоры – так называемые «тумбы». Данный метод ПРР крайне эффективен за счет исключения использования дополнительного тяжелого и габаритного грузоподъемного оборудования (например, гусеничных кранов). Пример ПРР колонного оборудования с опиранием на тумбы представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Пример ПРР колонного оборудования массой 750 т бескрановым методом

Далее рассмотрим основные модели СМТС компании «Cometto» серии «MSPE» и их характеристики.

Основная часть

Номенклатура СМТС «Cometto» серии «MSPE» с электронным управлением поворотом колес, представлена на рисунке 3. Среди них:

- «Cometto MSPE 40T» (нагрузка до 40 т на осевую линию);
- «Cometto MSPE 48T» (нагрузка до 48 т на осевую линию);
- «Cometto MSPE EVO2 60T» (нагрузка до 60 т на осевую линию);
- «Cometto MSPE EVO3 70T» (нагрузка до 70 т на осевую линию).

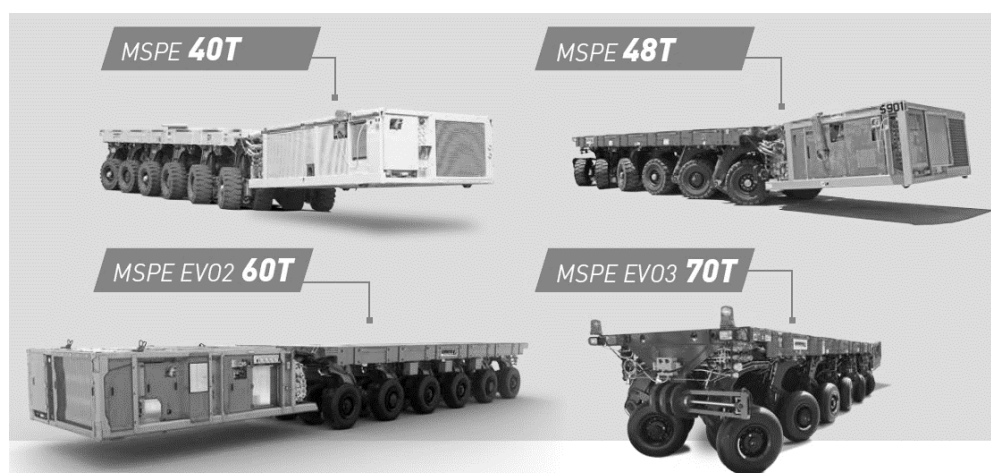


Рис. 3. Номенклатура CMTC «Cometto» серии «MSPE»

По заявлению производителя, силовая конструкция рамы (грузовой платформы) унифицирована для всего модельного ряда «Cometto» серии «MSPE».

Среди указанных ранее моделей CMTC, можно выделить две группы, отличающиеся конструктивно исполнением подвески и типом шины. Группа 1 – «MSPE 40T» и «MSPE 48T», группа 2 – «MSPE EVO2 60T» и «MSPE EVO3 70T».

Технические характеристики CMTC первой группы представлены на рисунках 4 и 5.

ТРИ ЛИНИИ ОСЕЙ						
МОДЕЛЬ		3/2/2,43 (40Т)	3/2/3,00 (40Т)		3/2/2,43 (48Т)	3/2/3,00 (48Т)
РАЗМЕРЫ ПЛАТФОРМЫ		4200x2430mm	4200x3000mm		4200x2430mm	4200x3000mm
КОЛ-ВО ПОДВЕСОК		6			6	
ПОЛНАЯ МАССА		120t			144t	
СОБСТВЕННЫЙ ВЕС		12,7t	14,5t		13,3t	15,1t
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ		107,3t	105,5t		130,7t	128,9t
ЧЕТЫРЕ ЛИНИИ ОСЕЙ						
МОДЕЛЬ		4/2/2,43 (40Т)	4/4/3,00 (40Т)		4/2/2,43 (48Т)	4/4/3,00 (48Т)
РАЗМЕРЫ ПЛАТФОРМЫ		5600x2430mm	5600x3000mm		5600x2430mm	5600x3000mm
КОЛ-ВО ПОДВЕСОК		8			8	
ПОЛНАЯ МАССА		160t			192t	
СОБСТВЕННЫЙ ВЕС		16,5t	18t		17,3t	18,8t
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ		143,5t	142t		174,7t	173,2t
ПЯТЬ ЛИНИЙ ОСЕЙ						
МОДЕЛЬ		5/4/2,43 (40Т)	5/4/3,00 (40Т)		5/4/2,43 (48Т)	5/4/3,00 (48Т)
РАЗМЕРЫ ПЛАТФОРМЫ		7000x2430mm	7000x3000mm		7000x2430mm	7000x3000mm
КОЛ-ВО ПОДВЕСОК		10			10	
ПОЛНАЯ МАССА		200t			240t	
СОБСТВЕННЫЙ ВЕС		20t	21,5t		21t	22,5t
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ		180t	178,5t		219t	217,5t
ШЕСТЬ ЛИНИЙ ОСЕЙ						
МОДЕЛЬ		6/4/2,43 (40Т)	6/4/3,00 (40Т)		6/4/2,43 (48Т)	6/4/3,00 (48Т)
РАЗМЕРЫ ПЛАТФОРМЫ		8400x2430mm	8400x3000mm		8400x2430mm	8400x3000mm
КОЛ-ВО ПОДВЕСОК		12			12	
ПОЛНАЯ МАССА		240t			288t	
СОБСТВЕННЫЙ ВЕС		24t	25,5t		25,2t	26,7t
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ		216t	214,5t		262,8t	261,3t
Технические характеристики на скорости 0,5км/ч			Технические характеристики на скорости 0,5 км/ч			

Рис. 4. Виды модулей и их технические характеристики для CMTC «Cometto» моделей «MSPE 40T» и «MSPE 48T»

MSPE 40T		MSPE 48T	
2430	3000	2430	3000
1500+/-350mm		1500+/-350mm	
355/65-15 24Pr ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ		355/65-15 32Pr ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ	
40t		48t	

Рис. 5. Характеристики СМТС «MSPE 40T» и «MSPE 48T»

Конструктивное исполнение подвески СМТС первой группы с одним нижним рычагом показано на рисунке 6.



Рис. 6. Конструктивное исполнение подвески СМТС моделей «MSPE 40T» и «MSPE 48T»

Технические характеристики СМТС второй группы представлены на рисунках 7 и 8.

ТРИ ЛИНИИ ОСЕЙ				
МОДЕЛЬ		3/2/2,43 EVO2 (60T)	3/2/3,00 EVO2 (60T)	
РАЗМЕРЫ ПЛАТФОРМЫ		4200x2430mm	4200x3000mm	
КОЛ-ВО ПОДВЕСОК		6	6	
ПОЛНАЯ МАССА		180t	210t	
СОБСТВЕННЫЙ ВЕС		15,2t	16,7t	
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ		164,8t	163,3t	
ЧЕТЫРЕ ЛИНИИ ОСЕЙ				
МОДЕЛЬ		4/4/2,43 EVO2 (60T)	4/4/3,00 EVO2 (60T)	
РАЗМЕРЫ ПЛАТФОРМЫ		5600x2430mm	5600x3000mm	
КОЛ-ВО ПОДВЕСОК		8	8	
ПОЛНАЯ МАССА		240t	280t	
СОБСТВЕННЫЙ ВЕС		19,1t	20,6t	
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ		220,9t	219,4t	
ПЯТЬ ЛИНИЙ ОСЕЙ				
МОДЕЛЬ		5/4/2,43 EVO2 (60T)	5/4/3,00 EVO2 (60T)	
РАЗМЕРЫ ПЛАТФОРМЫ		7000x2430mm	7000x3000mm	
КОЛ-ВО ПОДВЕСОК		10	10	
ПОЛНАЯ МАССА		300t	350t	
СОБСТВЕННЫЙ ВЕС		23,5t	25t	
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ		276,5t	275t	
ШЕСТЬ ЛИНИЙ ОСЕЙ				
МОДЕЛЬ		6/4/2,43 EVO2 (60T)	6/4/3,00 EVO2 (60T)	
РАЗМЕРЫ ПЛАТФОРМЫ		8400x2430mm	8400x3000mm	
КОЛ-ВО ПОДВЕСОК		12	12	
ПОЛНАЯ МАССА		360t	420t	
СОБСТВЕННЫЙ ВЕС		27,5t	29t	
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ		332,5t	331t	

Технические характеристики на скорости 1 км/ч

Технические характеристики на скорости 1 км/ч

Рис. 7. Виды модулей и их технические характеристики для СМТС «MSPE EVO2 60T» и «MSPE EVO3 70T»

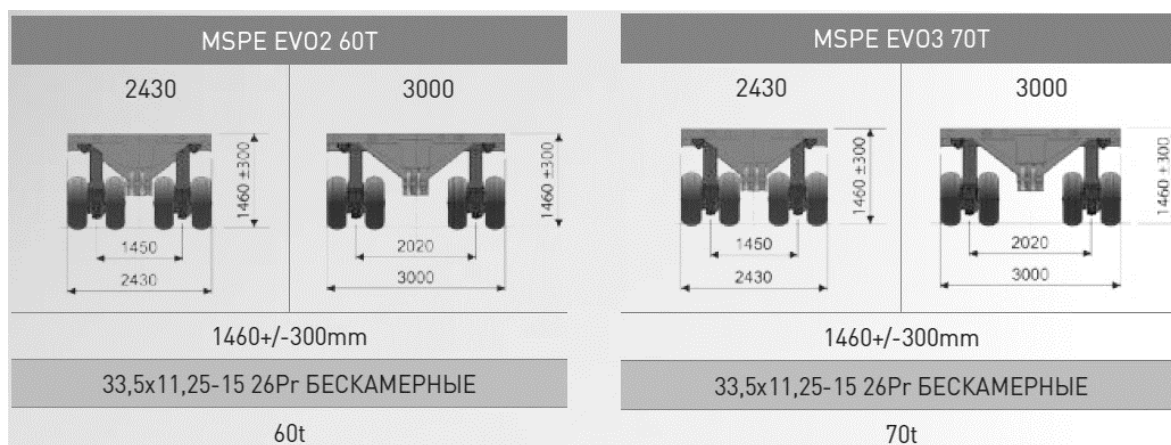


Рис. 8. Характеристики СМТС «MSPE EVO2 60Т» и «MSPE EVO3 70Т».

Конструктивное исполнение подвески СМТС второй группы со сдвоенным нижним рычагом представлено на рисунке 9.



Рис. 9. Конструктивное исполнение подвески СМТС «MSPE EVO2 60Т» и «MSPE EVO3 70Т».

При сравнении СМТС первой группы между собой, предпочтительнее выглядят «MSPE 48Т», т.к. данные модули при тех же габаритах и незначительном увеличении массы самого модуля, имеют грузоподъемность на 20% выше, чем «MSPE 40Т».

Во второй группе ситуация схожая, однако увеличение грузоподъемности «MSPE EVO3 70Т» на 16,7% по сравнению с модулем «MSPE EVO2 60Т» достигается за счет применения авиационных шин уникальной конструкции, а также усиленных элементов подвески и осей.

Следует отметить, что в практике перевозок КТГ затруднительно обосновать применение СМТС с такой большой грузоподъемностью для одной осевой линии. На это имеется несколько причин:

- опорная поверхность (автодорога, покрытие причалов, палуба плавсредства и т.п.) не выдерживает такие значительные осевые нагрузки;
- нагрузка от КТГ на раму СМТС обычно не распределенная, а сосредоточенная. В результате чего, ограничение по прочности рамы СМТС не позволяет в полной мере использовать грузоподъемность модуля по осевой нагрузке;
- доля КТГ с такой высокой удельной массой (массой груза, отнесенной к площади опирания) – способных в полной мере загрузить СМТС «MSPE EVO3 70Т», крайне невелика.

Приведенные выше аргументы в совокупности с более высокой ценой делают СМТС «MSPE EVO3 70T» менее привлекательной в сравнении с более сбалансированной по техническим характеристикам «MSPE EVO2 60T». Также следует отметить, что на момент написания статьи модули «MSPE EVO2 60T» более распространены на территории Российской Федерации относительно модулей «MSPE EVO3 70T».

В соответствии с вышесказанным, дальнейший сравнительный анализ производится для следующих типов СМТС «Cometto»: «MSPE 48T» и «MSPE EVO2 60T». Выбранные ТС представляются более сбалансированными по характеристикам представителями своих групп, а также более близки между собой, что позволит адекватно провести сравнительную оценку. В табл. 1 приводится сравнение конструктивных особенностей и технических характеристик данных ТС.

Таблица 1. Основные конструктивные особенности СМТС «Cometto» моделей «MSPE 48T» и «MSPE EVO2»

Показатель	«MSPE 48T»	«MSPE EVO2 60T»
Транспортная высота, мм	1500	1460
Вертикальный ход гидравлической подвески, мм	±350	±300
Конструктивное исполнение подвески	с одним нижним рычагом – см. рисунок 6	с системой сдвоенных рычагов («dual link») – см. рисунок 9
Тип гидроцилиндра подвески	одностороннего действия, плунжерного типа	двустороннего действия
Тип опорно-поворотного устройства (ОПУ) подвески	с одним червячным приводом	со сдвоенным червячным приводом
Тип шин (для достижения максимальной грузоподъемности)	пневматические или цельнолитые шины для погрузчиков	авиационные шины
Конструктивное исполнение приводной оси	с двумя гидромоторами, размещенными внутри корпуса оси	с одним гидромотором, размещенным на корпусе оси и межколесным дифференциалом
Конструктивное исполнение тормозной оси	с внешней тормозной камерой	с тормозным гидроцилиндром, размещенным в корпусе оси

Несмотря на небольшое различие в транспортной высоте в сравнении с модулем «MSPE 48T», при проезде под воздушными пересечениями критической инфраструктуры (высоковольтные линии электропередач, газопроводы, теплотрассы, мостовые сооружения и т.п.), исходя из опыта перевозки КТГ, десятки миллиметров зачастую играют решающую роль. Поэтому меньшая высота транспортной платформы «MSPE EVO2 60T» более предпочтительна.

Вертикальный ход подвески «MSPE 48T» больше, чем у «MSPE EVO2 60T», что положительно сказывается на геометрической проходимости ТС. Однако стоит отметить, что для данного типа подвески производитель рекомендует при эксплуатации ограничиваться значениями $\pm 300\text{мм}$, т.е. данный показатель сопоставим с «MSPE EVO2 60T».

С учетом более высокой осевой и колесной нагрузки, в конструкции подвески СМТС «MSPE EVO2 60T» используется ОПУ с двумя приводными гидромоторами (см. рисунок 10). Это позволяет развить большее усилие для преодоления момента сопротивления повороту колес, но вместе с тем, дополнительно усложняет и удорожает конструкцию.

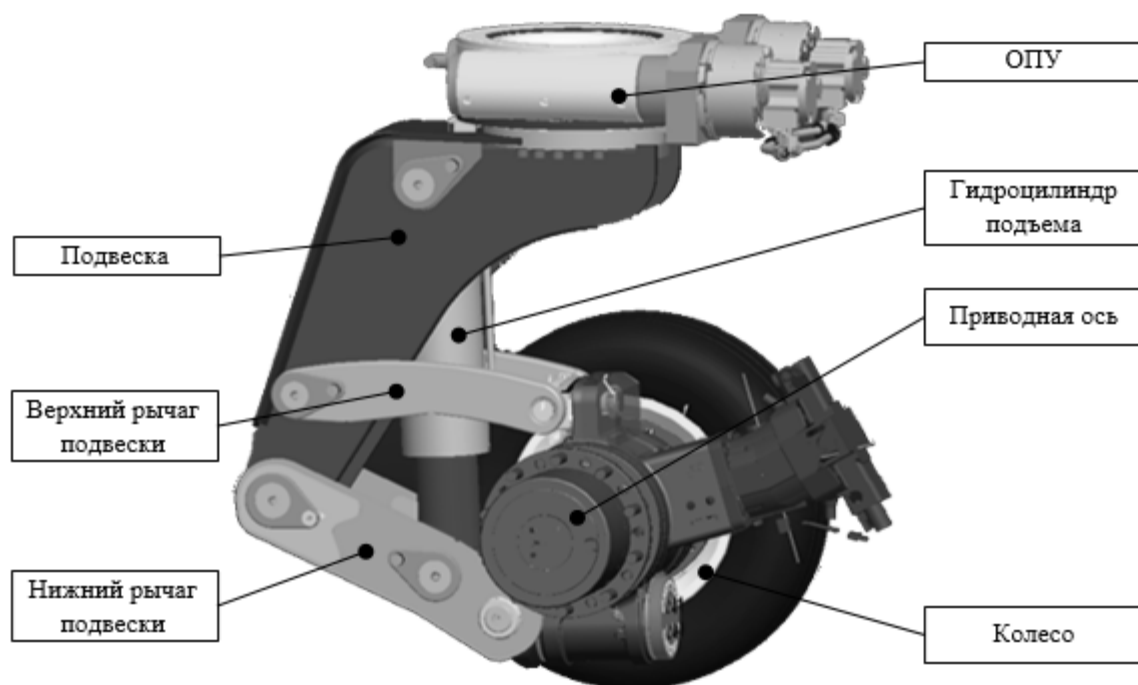


Рис. 10. Общий вид приводной оси СМТС «Cometto MSPE EVO2» с подвеской в сборе

В приводной оси «MSPE EVO2 60T» используется один гидромотор, размещенный на корпусе приводной оси снаружи. А для распределения крутящего момента между парой колес приводной оси используется межколесный дифференциал. Корпус приводной оси полностью закрытый и герметичный.

Важная конструктивная особенность «MSPE EVO2 60T» – применение гидроцилиндра двустороннего действия. Данное техническое решение позволяет вывешивать (фиксировать в поднятом положении) одну или несколько приводных осей, например, в случае поломки или для увеличения сцепного веса.

На рисунке 11 приводится общий вид приводной оси «MSPE 48T». Крепление узла подвески к раме СМТС осуществляется через опорно-поворотное устройство (ОПУ) с приводным гидромотором. Подъем / опускание грузовой платформы ТС осуществляется гидроцилиндром подъема плунжерного типа (одностороннего действия).

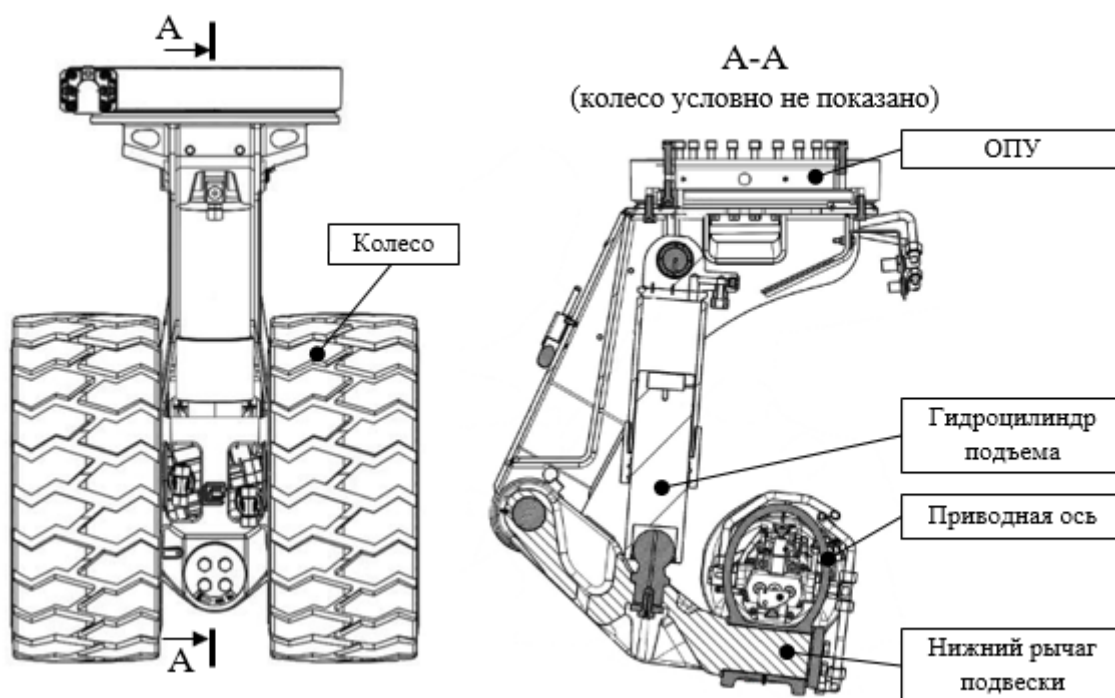


Рис. 11. Общий вид приводной оси CMTC «Cometto MSPE 48T» с подвеской в сборе

В «MSPE 48T» отсутствует межколесный дифференциал, а внутри корпуса приводной оси размещена пара гидромоторов (см. рисунок 11), каждый из которых приводит в движение по одному колесу приводной оси. Такое конструктивное исполнение затрудняет охлаждение гидромоторов, затрудняет доступ к ним для обслуживания в случае поломки. Вместе с тем, через расположенные в корпусе оси технологические окна и образующиеся карманы попадает дорожная пыль и грязь, что приводит к коррозии элементов конструкции и дополнительно затрудняет отвод тепла.

Заключение

В данной статье были рассмотрены основные характеристики моделей CMTC от компании «Cometto», проведено сравнение подвесок моделей «MSPE 48T» и «MSPE EVO2 60T», выявлены преимущества и недостатки каждого типа подвески.

Отличительной чертой «MSPE EVO2 60T» является конструктивное исполнение подвески с использованием системы сдвоенных рычагов. Это позволяет снизить нагрузку на нижний рычаг, а также обеспечивает необходимую кинематику подвески при подъеме / опускании грузовой платформы CMTC.

Подвеска «MSPE EVO2 60T» оснащена гидроцилиндрами двустороннего действия, что позволяет в любой момент осуществить вывешивание вышедшей из строя оси для увеличения нагрузки на приводные оси и, как следствие, увеличения сцепного веса и тягового усилия ТС. Соответственно, CMTC «MSPE 48T» лишено такой возможности, т.к. в конструкции подвески данного транспортера используются менее совершенные плунжерные гидроцилиндры одностороннего действия.

Как было показано, конструкция приводной оси «MSPE EVO2 60T» более технически совершенна, технологична и ремонтпригодна в сравнении с «MSPE 48T». Но необходимо отметить, что и модель «MSPE 48T», и другие модели серии «MSPE» могут найти своего потребителя. И чтобы закрыть широкий диапазон всех возможных грузов, рекомендуется

использовать модели с разной грузоподъемностью, например «MSPE 48T» и «MSPE EVO2 60T».

При более детальной конструкторской проработке возможности изготовления отечественного аналога СМТС, рекомендуется учесть зарубежный опыт с целью разработки более технологичного изделия. Требуемую грузоподъемность оси перспективного СМТС необходимо оценивать исходя из потребностей конкретного потребителя – условий эксплуатации ТС и характера перевозимых грузов. Однако в целом, для широкого круга потребителей грузоподъемность 60 тонн на ось выглядит оптимальной, т.к. позволяет транспортировать и грузы крайне большой массы с использованием ТС с меньшим количеством осевых линий, а также обеспечивает дополнительный запас по грузоподъемности (что влияет на безопасность и надежность транспортных операций) при транспортировке широкого круга КТГ.

Список литературы

1. Малютин Л. Системы подвесок транспортных средств для перевозок тяжеловесных крупногабаритных грузов. // Основные средства. - 2018. - №9.
2. Белоусов Б.Н., Попов С.Д. Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. Конструкция. Теория. Расчет. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006, 728 с.
3. SPMT Modular Trailer Ultimate Guide [Электронный ресурс]: официальный сайт компании «Anster». URL: <https://anstertrailer.com/> (дата обращения: 27.11.2022).
4. Галерея продукции компании «Cometto» [Электронный ресурс]: официальный сайт компании «Cometto». URL: <https://www.cometto.com/> (дата обращения: 26.11.2022).
5. Диамидов А.С. Развитие перевозок негабаритных грузов большой массы // Итоги науки и техники, 2014.

АВТОРЫ

Варламов Леонид Александрович — главный инженер проекта отдела проектирования перевозок и монтажа оборудования ООО ОКБ «Спецтяжпроект» (Российская Федерация, Москва, ул. 2-я Синичкина, дом 9а, стр. 7.

Пузров Михаил Александрович — аспирант кафедры «Подъемно-транспортные системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

Machines & Plants Design & Exploiting

*Electronic journal
International Public Organization
"Integration strategy"
<http://maplants-journal.ru>*

//Machines and Plants:Design and Exploiting.
2023. № 01. pp. 1 – 12.

DOI:

Received: 12.01.2023

Revised: 22.01.2023

© International Public Organization "Integration
strategy"

Analysis of existing suspension schemes for self-propelled modular machines with electronically controlled axles (MSPE series) from Cometto

Leonid A. Varlamov ¹,
Mikhail A. Puzrov^{2*}

* puzrovma@student.bmstu.ru

¹ LLC OKB "Spetstyazhproekt", Moscow,
Russian Federation

² Bauman Moscow State Technical
University, Moscow, Russian Federation

This article discusses the existing design schemes of suspensions for self-propelled modular vehicles with electronically controlled axles of Cometto company, as well as their characteristics, to assess the effectiveness and feasibility of using each of the presented models of the MSPE series, their advantages and disadvantages are analyzed, which will allow in the future use this information when choosing the required design during operation or when creating domestic analogues.

The introduction describes the applications of self-propelled modular vehicles and their functions. The main part presents the characteristics of the modular transporters of Cometto model range of MSPE series: "MSPE 40T"; "MSPE 48T"; "MSPE EVO2 60T" and "MSPE EVO3 70T". A comparative analysis of the suspensions of two groups of models "MSPE 40T/48T" and "MSPE EVO2 60T / EVO3 70T" was carried out, the advantages and disadvantages of the suspension design of these models are presented.

Keywords: Self-propelled modular vehicles, modular transporters, hydraulic suspension of SPMT, elements of lifting systems, transportation of oversized heavy cargo

References

1. Malyutin L. Sistemy podvesok transportnyh sredstv dlya perevozok tyazhelovesnyh krupnogabaritnyh грузов [Vehicles Suspension systems for the transportation of heavy oversized cargo]. // Osnovnye sredstva. - 2018. - № 9.
2. Belousov B.N., Popov S.D. Kolesnye transportnye sredstva osobo bol'shoj Грузопод'emnosti. Konstrukciya. Teoriya. Raschet [Wheeled vehicles of extra-large payload. Design. Theory. Calculation.]. Moscow, MGTU im. N.E. Baumana Publ., 2006, 728 p.
3. SPMT Modular Trailer Ultimate Guide [Electronic resource]: Anster official website. URL: <https://anstertrailer.com/> (date of access: 11/27/2022).
4. Gallery of products of the Cometto company [Electronic resource]: official website of the Cometto company. URL: <https://www.cometto.com/> (date of access: 11/26/2022).
5. Diamidov A.S. Razvitie perevozok negabaritnih грузов bolshoi massi [Development of transportation of oversized cargo of large mass] // Itogi nauki i tekhniki. 2014.

AUTHORS

Leonid A. Varlamov — chief project engineer of department for design of transportation and installation of equipment, LLC "OKB Spetstyazhproekt" (Russian Federation, Moscow, 2nd Sinichkina St., 9a, building 7).

Mikhail A. Puzrov — post-graduate student of the department "Lifting and Transport Systems", Bauman Moscow State Technical University (Russian Federation, 105005, Moscow, 2nd Baumanskaya st., 5, building 1).
