

УДК 629.113

А.Н. Сова

д-р техн. наук, проф., МАДИ,

тел.: 8(499)155-01-45,

e-mail: slsova@mail.ru

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ ПОДВИЖНЫХ
АГРЕГАТОВ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕГРУЗОЧНОГО И
ТРАНСПОРТНО-УСТАНОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИНЦИПА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОРАЗМЕРОВ МОДУЛЕЙ НА БАЗЕ
ПОЛУПРИЦЕПОВ, ПРИЦЕПОВ И САМОХОДНЫХ ПЛАТФОРМ**

Аннотация. В настоящей статье рассматриваются пути построения параметрических рядов большегрузных транспортных средств модульного исполнения на основе установления связи между параметрами модулей и характеристиками большегрузных транспортных средств, обоснован выбор базового параметра и параметрических рядов большегрузных транспортных средств различных типов: полуприцепов, прицепов, самоходных платформ.

Ключевые слова: обоснование, параметрический ряд, подвижный агрегат, транспортно-перегрузочное оборудование, транспортно-установочное оборудование, РК, ракетный комплекс, определение типоразмеров, модуль, база, полуприцеп, прицеп, самоходная платформа, транспорт, колесо, дорога, сцепление, параметры, колёсная опора, параметры, большегрузное транспортное средство, БТС.

Введение

В доступной информации по зарубежным большегрузным транспортным средствам (БТС) для перевозки крупногабаритных

тяжеловесных грузов (КТГ), например, таких как ракета-носитель, отсутствуют какие-либо данные по теоретическим основам построения параметрических рядов БТС и определения технических характеристик модулей. В настоящей статье намечаются пути построения параметрических рядов БТС модульного исполнения, на основе установления связи между параметрами модулей и характеристиками БТС.

Соотношения, полученные в НИР, выполненной МАДИ совместно с филиалом ФГУП ЦЭНКИ – «КБ «Мотор», позволяют построить параметрические ряды большегрузных транспортных средств (БТС) различных типов. В качестве базового параметра принята грузоподъемность БТС. При составлении параметрических рядов дискретность базового параметра определяется особенностями конструктивной схемы БТС. Для полуприцепов минимальный шаг изменения грузоподъемности соответствует величине осевой нагрузки. Для прицепов и самоходных платформ шаг изменения количества осей БТС, а, следовательно, шаг изменения грузоподъемности целесообразно принять равным трем. Это связано с необходимостью выравнивания вертикальных нагрузок на колесные опоры, которое достигается введением гидробалансирных связей между подвесками колесных опор. В этом случае наивысший эффект достигается при использовании трехточечной схемы опирания, при которой подвески колесных опор объединяются в три группы, расположенные треугольником. Если в каждой из групп будет одинаковое количество колесных опор, то центр масс груза будет располагаться в геометрическом центре моноплатформы, что в общем случае является наиболее благоприятным.

Полуприцепы

Параметры БТС в значительной степени определяются характеристиками колесной опоры, на основе которой выполнено данное

БТС [3, 6]. Для применения в составе полуприцепов наиболее пригодной является четырехколесная опора с шинами 8,25–15, позволяющая получить осевую и нагрузку не менее 288 кН при сравнительно небольших габаритах модуля по ширине (около 3,1 м). В качестве тягача в составе БТС целесообразно использование седельного полноприводного тягача КЗКТ-7428, имеющего мощность двигателя 478 кВт и нагрузку на опорно-седельное устройство 270 кН.

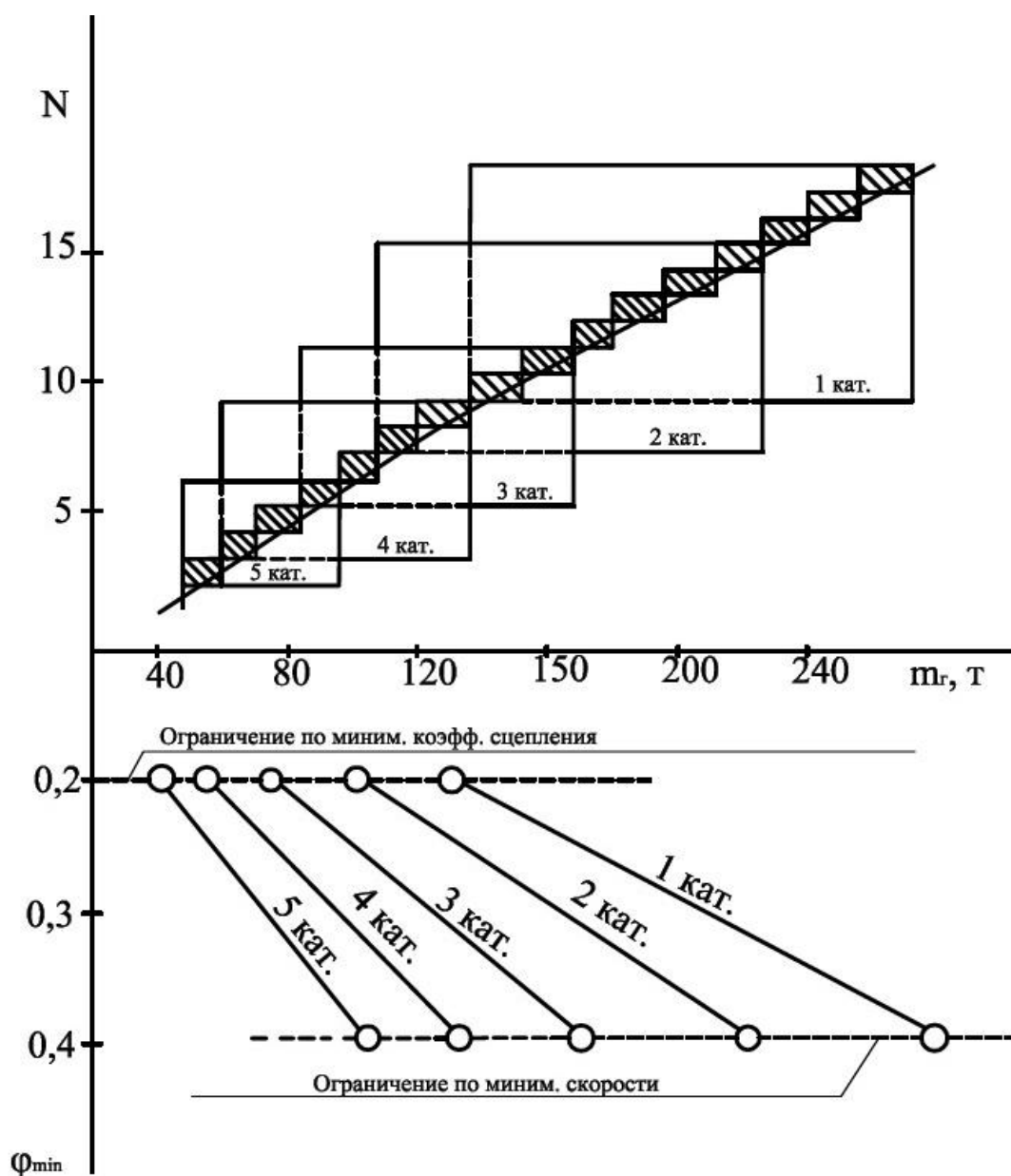


Рис. 1. Связь между базовыми параметрами полуприцепа и характеристиками дорожных условий

На основе упомянутых колесной опоры и тягача построен ряд БТС с количеством осей полуприцепа от 3 до 18, охватывающий диапазон грузоподъемностей от 60 до 270 т. Связь между грузоподъемностью полуприцепов, количеством осей и условиями эксплуатации иллюстрируется рис. 1.

Для реализации предложенного ряда полуприцепов необходим следующий набор основных модулей:

- 1) модуль типа «гусь» с нагрузкой на седло 270 кН в двух исполнениях:
 - жесткое, для одноопорной схемы полуприцепа;
 - шарнирное, для применения в составе двухопорного полуприцепа;
- 2) модуль типа «колесный ход» с количеством осей: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Основные технические характеристики ряда полуприцепов приведены в табл. 1. Из таблицы 1 следует, что обеспечение постоянного контакта колес полуприцепа с поверхностью достигается при ходе колеса до 500 мм. Соединение модулей «гусь» и «колесный ход» обеспечивается рамой вставкой длиной от 4,8 до 16 м с шагом изменения длины 1,6 м. Конструктивные схемы полуприцепов, приведенных в табл. 1, представлены на рис. 2.

Прицепы

Анализ материалов по зарубежным большегрузным транспортным средствам (БТС) показал, что для комплектования прицепов, как правило, используются те же модули, что входят в состав полуприцепов. Количество осей модуля типа «колесный ход» для использования в составе прицепов желательно иметь кратным 3. Из числа аналогичных модулей, представленных в НИР 405-68-06. КБ «Мотор» [1], подходят для прицепов трех- и шестиосные модули. На рисунке 3 приведены конструктивные схемы соответствующих модулей. На рисунке 3 принято обозначение вида $m_k N$, где k – количество колес в колесной опоре, N – количество осей в модуле.

Таблица 1

Эксплуатационные и конструктивные характеристики полуприцепов

Наименование параметра	Общее количество осей полуприцепа																	
	4	5	6		7		8		9			10			11			
Грузоподъёмность, т	70	84	96		108		120		136			152			168			
Макс. скорость, м/с	14,7	12,7	11,4		10,4		9,5		8,5			7,7			7,0			
Полная масса полуприцепа, т	88	105	120		135		150		170			190			210			
Нагрузка на ось, кН	150	150	150		150		152		156			159			161			
Категория дороги	1–5	1–5	1–5		1–4		1–4		1–4			1–3			1–3			
Количество осей в первой группе осей	–	–	–	1	–	1	–	1	–	1	2	–	1	2	–	1	2	3
База полуприцепа, м	24,0	22,4	22,4	30,4	22,4	28,8	24,0	27,2	25,6	27,2	33,6	25,6	28,8	32,0	27,2	28,8	32,0	38,4
Длина платформы, м	20,9	19,3	19,3	27,3	19,3	25,7	20,9	24,1	22,5	24,1	30,5	22,5	25,7	28,9	24,1	25,7	28,9	25,3
Координата центра масс, м	15,0	14,0	14,1	16,9	14,0	16,5	15,2	15,8	16,2	15,8	18,4	15,7	16,9	17,9	16,5	16,6	17,6	20,1
Координата центра платформы, м	14,0	13,2	13,2	17,2	13,2	16,4	14,0	15,6	14,8	15,6	18,8	14,8	16,4	18,0	15,6	16,4	18,0	16,2
Минимальный внешний радиус полосы движения, м	19,0	17,8	17,8	23,5	17,8	22,3	19,0	21,2	20,1	21,2	25,7	20,1	22,3	24,6	21,2	22,3	24,6	29,1
Ширина полосы движения, м	5,6	6,3	6,8	6,5	7,1	7,2	7,5	7,7	7,9	8,1	8,1	7,8	8,5	8,5	8,0	8,6	8,9	8,9
Максимальный ход колеса, м	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38	0,37	0,39	0,39	0,38	0,39	0,40	0,41
Длина рамы-вставки, м	12,8	9,6	8,0	16,0	6,4	12,8	6,4	9,6	6,4	8,0	14,4	4,8	8,0	11,2	4,8	6,4	9,6	16,0

Наименование параметра	Общее количество осей полуприцепа																	
	12				13				14				15					
Грузоподъемность, т	180				196				212				225					
Максимальная скорость, м/с	6,6				6,1				5,7				5,4					
Полная масса полуприцепа, т	225				245				265				281					
Нагрузка на ось, кН	163				164				166				167					
Категория дороги	1–2				1–2				1–2				1–2					
Количество осей в первой группе	–	1	2	3	–	1	2	3	–	1	2	3	4	–	1	2	3	4
База полуприцепа, м	28,8	30,4	32,0	36,8	30,4	32,0	33,6	36,8	32,0	32,0	33,6	36,8	41,6	33,6	33,6	35,2	36,8	41,6
Длина платформы, м	25,7	27,3	28,9	33,7	27,3	28,9	30,5	33,7	28,9	28,9	30,5	33,7	38,5	30,5	30,5	32,1	33,7	38,5
Координата центра масс, м	17,7	17,9	17,9	19,8	18,4	18,8	18,8	19,8	19,3	18,4	18,7	19,9	21,7	20,4	19,5	19,8	20,0	22,1
Координата центра платформы, м	16,4	17,2	18,0	20,4	17,2	18,0	18,8	20,4	18,0	18,0	18,8	20,3	22,8	18,8	18,8	20,0	20,4	22,8
Минимальный внешний радиус полосы движения, м	22,3	23,5	24,6	28,0	23,5	24,6	25,7	28,0	24,6	24,6	25,7	28,0	31,4	25,7	25,7	26,9	28,0	31,4
Ширина полосы движения, м	8,2	8,9	9,1	9,4	8,4	9,1	9,5	9,8	8,5	8,9	9,5	10,0	10,2	8,6	9,1	9,8	10,2	10,7
Максимальный ход колеса, м	0,39	0,40	0,41	0,42	0,40	0,41	0,42	0,42	0,41	0,41	0,42	0,43	0,44	0,42	0,42	0,42	0,43	0,44
Длина рамы-вставки, м	6,4	6,4	8,0	12,8	4,8	6,4	8,0	11,2	4,8	4,8	6,4	9,6	14,4	4,8	4,8	6,4	8,0	12,8

Наименование параметра	Общее количество осей полуприцепа															
	16						17					18				
Грузоподъёмность, т	240						256					272				
Максимальная скорость, м/с	5,1						4,7					4,5				
Полная масса полуприцепа, т	300						325					340				
Нагрузка на ось, кН	168						170					170				
Категория дороги	1						1					1				
Количество осей в первой группе	–	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
База полуприцепа, м	35,2	35,2	36,8	38,4	41,6	46,0	36,8	38,4	40,0	41,6	46,4	38,4	40,0	40,0	43,2	46,4
Длина платформы, м	32,1	32,1	33,7	35,3	38,5	43,3	33,7	35,3	36,9	38,5	43,3	35,3	36,9	36,9	36,9	43,3
Координата центра масс, м	21,2	20,4	20,8	21,0	22,2	24,0	21,0	21,5	21,8	21,9	24,0	22,0	22,6	21,7	21,0	24,3
Координата центра платформы, м	20,0	20,0	20,4	21,2	22,8	25,2	20,4	21,2	22,0	22,8	25,2	21,2	22,0	22,0	23,6	25,2
Минимальный внешний радиус полосы движения, м	26,9	26,9	28,0	29,1	31,4	34,8	28,0	29,1	30,2	31,4	34,8	29,1	30,2	30,2	32,5	34,8
Ширина полосы движения, м	8,8	9,2	10,0	10,5	11,0	11,1	9,4	10,3	10,9	11,1	11,5	9,5	10,5	10,7	11,5	11,9
Максимальный ход колеса, м	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,43	0,44	0,45	0,45	0,46	0,44	0,45	0,45	0,46	0,47
Длина рамы-вставки, м	4,8	4,8	6,4	8,0	11,2	16,0	4,8	6,4	8,0	9,6	14,4	4,8	6,4	6,4	9,6	12,8

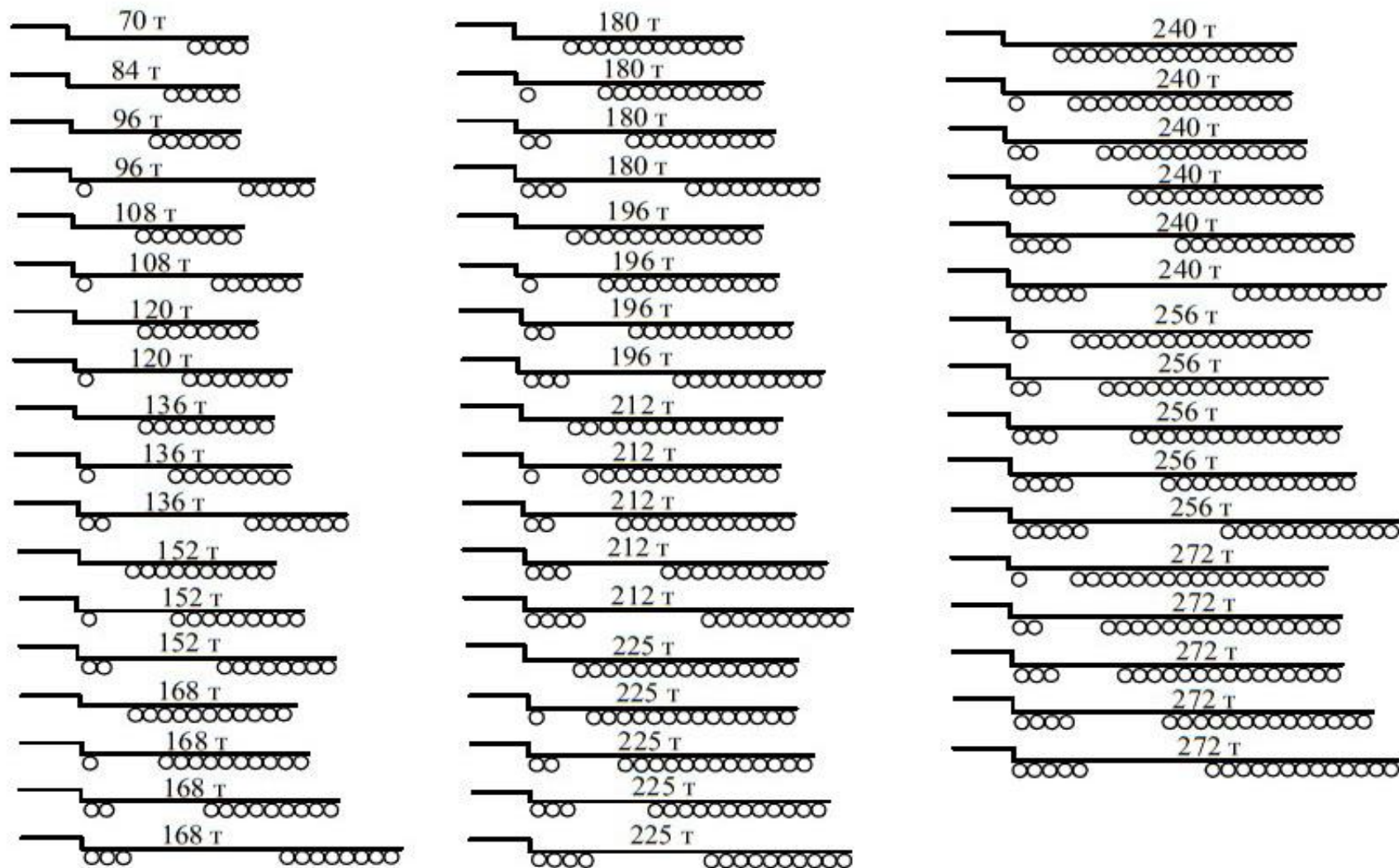


Рис. 2. Конструктивные схемы полуприцепов модульного исполнения

На базе этих модулей, можно построить параметрические ряды прицепов. На рисунке 4 изображены графики, устанавливающие связь между основными эксплуатационными характеристиками БТС.

Зависимость количества осей БТС N от его грузоподъёмности m_T позволяет подобрать необходимую комплектацию прицепа, определить его конструктивную схему (моноплатформа или сочлененный прицеп).

Зависимость максимальной скорости V_m от грузоподъёмности позволяет определить количество тягачей, потребное для буксировки прицепа, максимальную скорость БТС, нижний график дает представление о характеристиках дорожных условий, в которых возможно эксплуатация БТС.

При построении графиков (рис. 4) использованы характеристики балластного тягача КЗКТ-74282 и модулей типа m_4 .

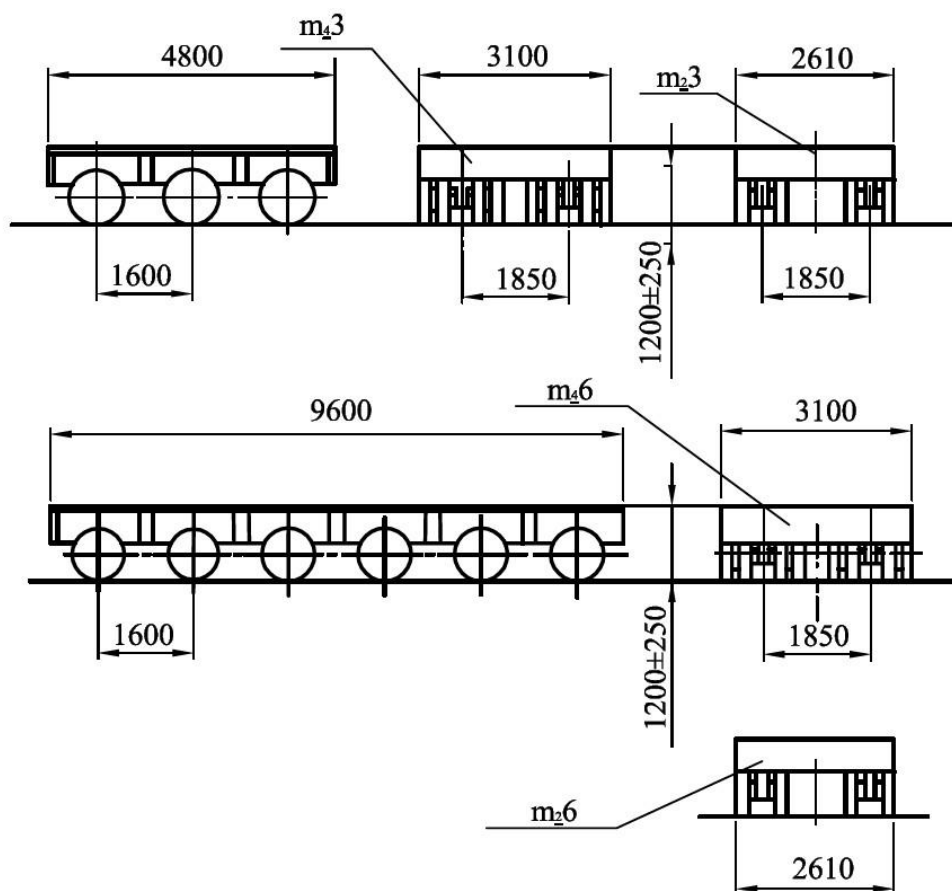


Рис. 3. Конструктивные схемы модулей типа «колесный ход»

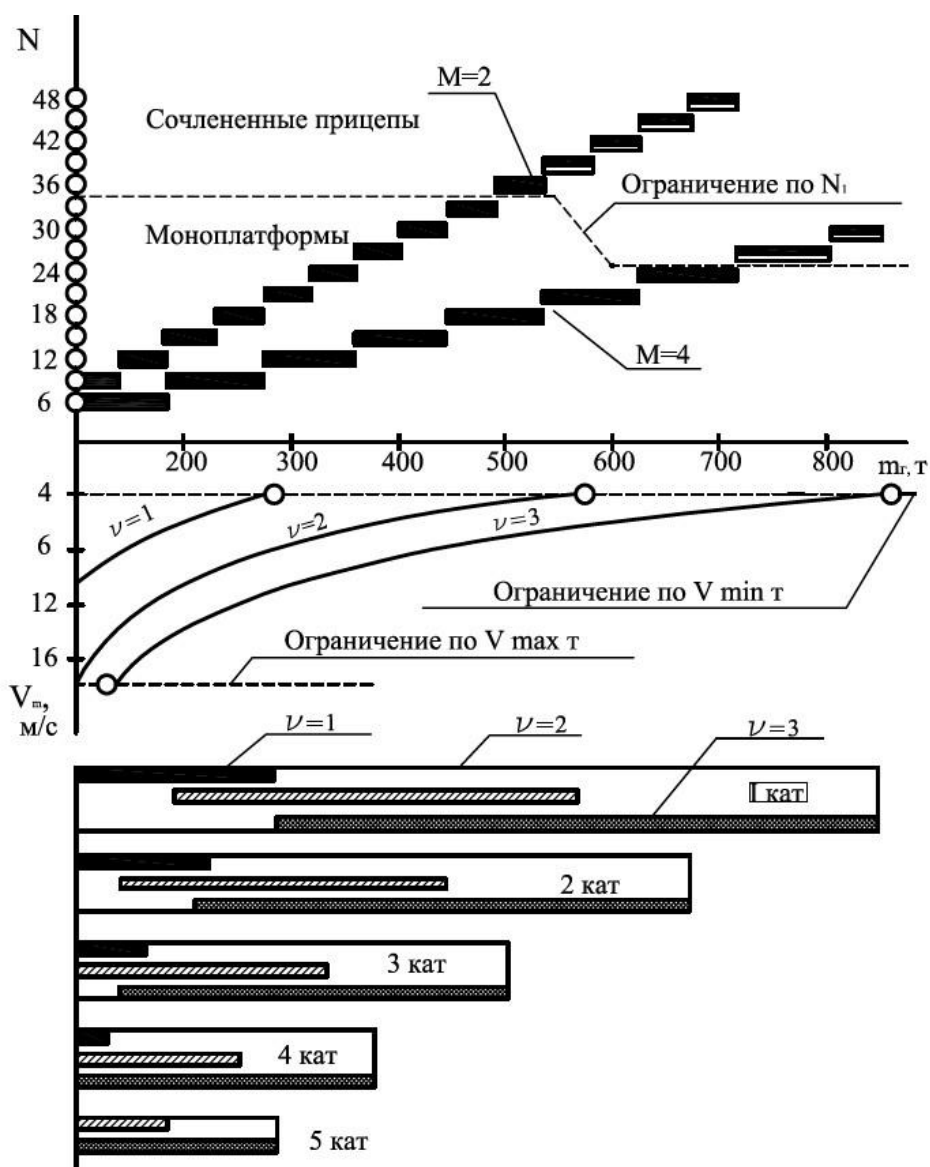


Рис. 4. Схема для определения основных технических характеристик прицепов

Рассмотрим пример использования рис. 4. Допустим, требуется перевезти груз массой 500 т по дорогам 2 категории. Для этой цели можно воспользоваться 18-осной моноплатформой, состоящей из шести 6-осных модуля, состыкованных по два по ширине ($M = 4$ мм) и по три по длине БТС. Возможен вариант использования сочлененного прицепа с общим количеством осей 36. Каждая тележка такого прицепа будет состоять из трех 6-осных модулей состыкованных по длине БТС. В обоих случаях для буксировки прицепа достаточно двух тягачей, при этом максимальная скорость автопоезда будет около 5 м/с (18 км/с).

Рисунок 4 показывает, что на базе четырехколесной опоры с шинами 8,25–15 возможно создание прицепов грузоподъемностью от 100 до 900 т. При этом достаточно иметь всего два модуля типа «колесный ход»: трех- и шестиосный.

Самоходные платформы

Особенностью самоходных платформ по сравнению с прицепными моноплатформами является большая транспортная высота платформы, что связано с необходимостью размещения кабины водителя и энергоустановок ниже уровня платформы. В этой связи стремление к уменьшению диаметра колес не является определяющим и возможно применение шин увеличенного диаметра [1, 2, 4, 5]. В таблице 2 приведены основные характеристики модулей, выполненных на базе шин 12,00–20. Там представлены некоторые параметры БТС, составленных из этих модулей.

Как видно из табл. 2, модули с четырехколесными опорами и БТС с боковой стыковкой модулей имеют ограниченное применение из-за чрезмерной габаритной ширины. Поэтому в дальнейшем ограничимся рассмотрением модулей с двухколесными опорами. При разработке параметрического ряда самоходных платформ, базирующего на трех- и шестиосных модулях типа «колесный ход».

Очевидно, что максимальная полная масса БТС может быть получена из соотношения:

$$m_n^a = \frac{G}{g} N.$$

Так как количество осей N изменяется дискретно с шагом $\Delta N = 3$, то БТС будет использоваться не всегда с полной нагрузкой. При этом минимальное значение полной массы составит:

$$m_n^i = \frac{G_o}{g} (N - \Delta N).$$

Соответствующие границы грузоподъёмности БТС определяются соотношениями:

$$m_{\Gamma}^a = \frac{K_m}{K_m+1} \cdot \frac{G_o}{g} N, \quad m_{\Gamma}^i = \frac{K_m}{K_m+1} \cdot \frac{G_o}{g} (N - \Delta N).$$

Таблица 2

Массогабаритные характеристики модулей на шинах 12,00–20

Наименование параметров	Количество колес в опоре		
	2		4
Нагрузка на ось, кН	288		520
Высота платформы, мм	1600 ± 300		1700 ± 300
Габаритная ширина модуля, мм	3000		4500
Расстояние между осями, м	1,7		2,3
Колея модуля, м	1,9		2,6
Ширина колесной опоры, м	1,1		1,9
Ход подвески, м	0,6		0,6
Количество модулей по ширине	1	2	1
Габаритная ширина БТС, мм	3000	6600	4500
Колея БТС, м	1,9	5,5	2,6
Макс. число осей для дорог:			
1 категория	45	21	39
2 категория	45	21	39
3 категория	45	15	30
4 категория	30	–	15
5 категория	15	–	–

Для сокращения номенклатуры энергоблоков целесообразно допустить некоторое отклонение значений удельной мощности БТС от среднестатистического значения. Обозначив относительное отклонение удельной мощности через ε_N , получим формулы описывающие границы допустимых значений суммарной мощности энергоустановок БТС:

$$N_{em}^a = N_{уд} \frac{G_o}{g} (1 + \varepsilon_N)(N - \Delta N),$$

$$N_{em}^i = N_{уд} \frac{G_o}{g} (1 - \varepsilon_N) \cdot N,$$

где N_{em}^a, N_{em}^i – допустимые соответственно максимальное и минимальное значения суммарной мощности энергоустановок N -осного БТС.

На верхнем графике рис. 5 представлена зависимость грузоподъёмности от количества осей БТС для случая только продольной стыковки модулей ($M = 2$) и для случая поперечной и продольной стыковки ($M = 4$).

Средний график иллюстрирует связь между числом осей и суммарной мощностью энергоустановок БТС. Границы заштрихованных областей соответствуют отклонению удельной мощности БТС от среднего статистического значения $0,91 \text{ кВт/т} \pm 0,34 \text{ кВт/т}$.

С помощью нижнего графика можно определить количество активных осей для различных видов дорожных условий, при котором обеспечиваются достаточные сцепные качества БТС.

Максимальное количество осей самоходной платформы, при котором обеспечивается «вписываемость» в продольный профиль автомобильных дорог равно 45 при продольной стыковке модулей и 21 при продольной и поперечной стыковке модулей.

Результаты оценки «вписываемости» в план дороги предъявлены в табл. 3.

Анализируя рисунок 5, можно выделить для базового модуля с 6 осями, ряд платформ с количеством осей: 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, используя 3-осный модуль, получим дополнительный ряд с количеством осей: 9, 15, 21, 27, 33, 39, 45.

Необходимая энерговооруженность БТС может быть обеспечена при использовании ряда значений суммарной мощности энергоустановок: 160, 320, 480, 640, 800, 960 кВт.

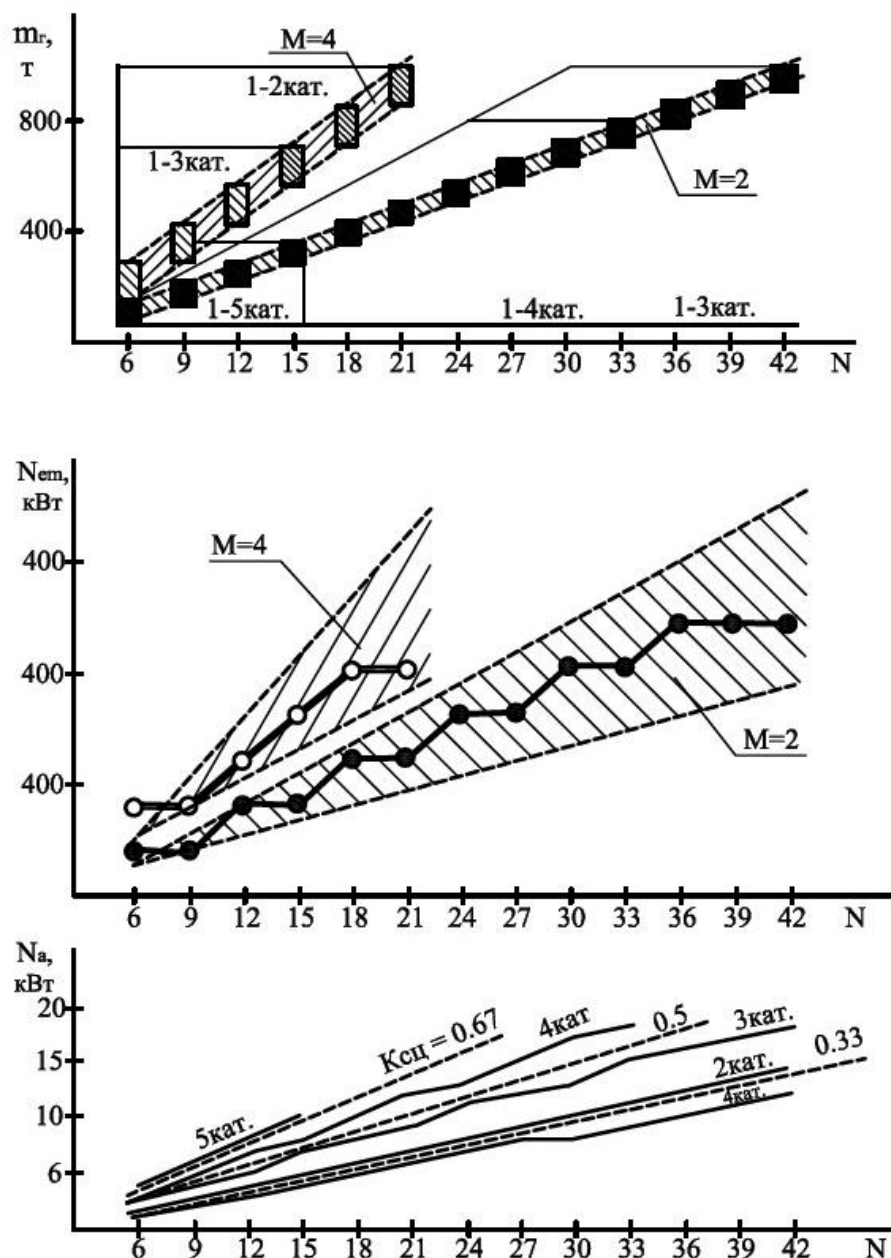


Рис. 5. Основные параметры модульного БТС

Если выдвинуть требования о том, чтобы в составе БТС одновременно применялось не более двух энергомодулей, то приведенный ряд мощностей обеспечивается при использовании всего трех энергомодулей с номинальной мощностью: 160, 320, 640, кВт.

Для обеспечения необходимых сцепных БТС количество активных осей в базовом 6-осном модуле должно составлять:

– для дорог 4–5 категории 4;

- для дорог 2–3 категории 3;
- для дорог 1–2 категории 2.

Таблица 3

Показатели маневренности самоходных платформ

Наименование параметра	Категория дороги				
	1	2	3	4	5
Минимальный радиус плана дороги, м	608,5	400	250	125	60
Ширина проезжей части, м	7,5	7,5	7,0	6,0	4,5
Допустимое число осей:					
при $M = 2$	88	71	53	33	16
при $M = 4$	40	32	17	–	–

На нижнем графике рис. 5 штриховыми линиями показаны зависимости количества активных осей от общего количества осей БТС, соответствующие значениям $K_{\text{сц}}$: 0,67; 0,5; 0,33.

Номинальная мощность активной колесной опоры (мощность, реализуемая в контакте колес с дорогой при работе двигателя энергоблока в номинальном режиме) определяется очевидным соотношением [2–6]:

$$N_{\text{ко}} = \frac{N_{\text{ем}} \cdot K_{\text{с}} \cdot \eta}{M \cdot N_{\text{а}}} K_p, \quad (1)$$

где K_p – коэффициент перегрузки.

Для оценки величины K_p воспользуемся следующими рассуждениями. При движении самоходной платформы по дороге с радиусом в плане скорость, а, следовательно, и мощность забегающего колеса будет пропорциональна радиусу кривизны его траектории равного:

$$R_a = \sqrt{(R_i + b)^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2},$$

где R_a – радиус траектории отстающего колеса; b – колея платформы по внешним колесам; l – расстояние между крайними активными осями (при

размещении осей компактной группой вблизи середины длины платформы).

Полагая, что

$$R = \frac{1}{2}(R_a + R_i)$$

и выражая K_p через отношение R_a и R , получим:

$$K_p = 1 + \frac{b}{2R} + \frac{1}{2} \left[\frac{(N_a - 1)l_o}{2R \left(1 + \frac{b}{2R}\right)} \right].$$

Пренебрегая величиной $\frac{b}{2R}$ по сравнению с 1, и воспользовавшись соотношением [3, 6]:

$$N_a = K_{\text{сц}} \cdot N,$$

окончательно получим:

$$K_p \approx 1 + \frac{1}{2} \left[\frac{(K_{\text{сц}} \cdot N - 1)l_o}{2R} \right]^2. \quad (2)$$

Подставим в формулу (2) наиболее неблагоприятное сочетание возможных значений параметров ($K_{\text{сц}} = 0,67$, $N = 45$, $R = 60$ м), получим $K_p \approx 1,1$. Значения номинальной мощности колесной опоры, полученные по формуле (1), составят:

- при 4 активных осях – 11,2 кВт,
- при 3 активных осях – 15,0 кВт,
- при 2 активных осях – 22,4 кВт.

Таким образом, рисунок 5 позволяет подобрать необходимый комплект модулей, из которых может быть скомпоновано БТС с требуемыми характеристиками.

Пусть, например, требуется создать БТС грузоподъемностью 600 т, пригодное для эксплуатации на дорогах не ниже 3 технической категории.

Из верхнего графика, рис. 5 следует, что БТС должно иметь 27 осей при продольной стыковке или 15 осей при продольной и поперечной

стыковке модулей. В первом случае габаритная ширина БТС составит 3 м, во втором 6,6 м.

Допустим, что из условий размещения груза предпочтительнее БТС шириной 6,6 м. В этом случае 15-осное БТС может быть скомпоновано из четырех 6-осных и двух 3-осных модулей.

Необходимая энерговооруженность согласно среднему графику рис. 5 обеспечивается при суммарной мощности энергоустановок 640 кВт, которая может быть получена при использовании одного энергомодуля 640 кВт или двух модулей по 320 кВт.

Для дорог 3 категории необходимо БТС, имеющее коэффициент использования сцепного веса не ниже 0,44, следовательно количество активных осей должно быть не менее 7. Семь активных осей можно получить, применив по 2 модуля m_2 (6×4) и m_2 (6×3). Кроме того, потребуется 2 пассивных 3-осных модуля m_2 6.

Заключение

В статье представлены результаты определения типоразмеров модулей, которые могут быть основополагающими для проектирования, создания и конструирования подвижных агрегатов транспортно-перегрузочного и транспортно-установочного оборудования ракетных комплексов на базе полуприцепов, прицепов и самоходных платформ. Полученные характеристики мощности колесной опоры позволяют обосновать выбор номинальной мощности приводного двигателя колесной опоры при групповом приводе колес одной опоры. Приведенные схемы позволяют определить основные технические характеристики прицепов, основные параметры модульного БТС, конструктивные схемы полуприцепов модульного исполнения, эксплуатационные и конструктивные характеристики полуприцепов. Приведённые результаты теоретических исследований подтверждены результатами экспериментальных исследований.

Литература

1. Итоговый отчет по теме НИР 405-68-06. КБ «Мотор», 1975.
2. Павлов В.А., Муханов С.А. Транспортные прицепы и полуприцепы. М.: Воениздат, 1981. 192 с.
3. Юрковский И.М., Толпыгин В.А. Автомобиль КамАЗ. Устройство, техническое обслуживание, эксплуатация. М.: ДОСААФ, 1975. 407 с.
4. Гладов Г.И., Зайцев С.В., Котович С.В. Конструкции транспортных средств специального назначения: учеб. пособие М.: МАДИ, 2014. 164 с.
5. Бирюков Г.П., Манаенков Е.Н., Левин Б.К. Технологическое оборудование отечественных ракетно-космических комплексов: учеб. пособие для вузов / под ред. А.С. Фадеева, А.В. Торпачёва. М.: РЕСТАРТ, 2012. 600 с.
6. Закин Я.Х., Щукин М.М., Марголис С.Я., Ширяев П.П., Андреев А.С. Конструкции и расчёт автомобильных поездов. Л: Машиностроение, 1968.

References

1. Itogovyj otchet po teme NIR 405-68-06. KB «Motor», 1975.
2. Pavlov V.A., Muhanov S.A. *Transportnye pricepy i polupricepy* (Transport trailers and semi-trailers), Moscow, Voenizdat, 1981, 192 p.
3. Jurkovskij I.M., Tolpygin V.A. *Avtomobil' KamAZ. Ustrojstvo, tehničeskoe obsluzhivanie, jekspluatacija* (KamAZ. The device, maintenance, operation), Moscow, DOSAAF, 1975, 407 p.
4. Gladov G.I., Zajcev S.V., Kotovich S.V. *Konstrukcii transportnyh sredstv special'nogo naznachenija* (Design vehicles for special purposes), ucheb. posobie, Moscow, MADI, 2014, 164 p.
5. Birjukov G.P., Manaenkov E.N., Levin B.K. *Tehnologičesko eoborudovanie otechestvennyh raketno-kosmičeskih kompleksov*

(Technological equipment of the Russian rocket and space complexes),
Moscow, RESTART, 2012, 600 p.

6. Zakin Ja.X., Shhukin M.M., Margolis S.Ja., Shirjaev P.P.,
Andreev A.S. *Konstrukcii i raschjot avtomobil'nyh poezdov* (The design and
calculation of road trains), Leningrad, Mashinostroenie, 1968.

A. Sova

*Rationale parametric series of mobile units transport and handling, transport
and installation of equipment missile systems with the application of the
principle of determining the sizes of the modules on the basis of semi-trailers,
trailers and self-propelled platforms*

Abstract. This article discusses ways of building parametric series of
heavy vehicles modular design based on communication between the parameters
of modules and features heavy-duty vehicles, justified the choice of the base
parameter and parametric series of heavy-duty vehicles of various types: semi-
trailers, self-propelled platforms.

Key words: rationale, parametric range, the movable Assembly, transport
and handling equipment, transport and installation equipment, RK, missile
system, determining sizes, module base, semi-trailer, trailer, self-propelled
platform, transportation, wheel, road, clutch settings, wheel bearing, settings,
heavy-duty vehicle.