

УНИВЕРСАЛЬНЫМ КРЫТЫМ ВАГОНАМ — ОБОСНОВАННЫЙ ТИПОРАЗМЕРНЫЙ РЯД

Ю.В. Почиталов, магистр техн. наук

В России в универсальных крытых вагонах традиционно перевозятся широкая номенклатура грузов. Однако, как показала многолетняя практика, экономическая эффективность транспортировки большого количества различных грузов в одном типе вагона довольно низкая. Повысить эффективность таких перевозок можно за счет специализации подвижного состава или путем разработки типоразмерного ряда вагонов.

В Инженерном центре вагоностроения (г. Санкт-Петербург) была выполнена работа по созданию типоразмерного ряда универсальных крытых вагонов, которая включала следующие этапы:

- ▶ анализ номенклатуры грузов;
- ▶ анализ модельного ряда крытых вагонов;
- ▶ разработка методики и формирование номенклатурных групп грузов;
- ▶ анализ конструкций и материалов;
- ▶ сравнительная оценка экономической эффективности.

Также были приведены рекомендации по разработке крытых вагонов.

Универсальные крытые вагоны предназначены для перевозки насыпных, навалочных, штучных, тарно-штучных и пакетированных грузов, требующих защиты от атмосферных воздействий. Номенклатура грузов включает в себя более 1150 наименований. В их число входят самые разнообразные грузы со всевозможными требованиями, предъявляемыми к вагону, такими как: герметичность кузова, внутреннее покрытие крыши и стен, наличие выступающих частей внутри кузова, габаритные размеры кузова и дверного проема, условия перевозки. Удельная плотность грузов находится в широком диапазоне от 0,05 до 6,0 т/м³, что предполагает их перевозку в вагонах с различными основными технико-экономическими параметрами — грузоподъемностью и объемом кузова.

Модельный ряд парка универсальных крытых вагонов собственности российских компаний и промышленных предприятий включает в себя 55 моделей, однако до 92 % парка приходится на всего 11 моделей вагонов, в большинстве своем схожих по конструкции и технико-экономическим параметрам. Это

группа моделей 11-066, а также модели 11-217, 11-280, 11-270, 11-276, 11-286, 11-К001, 11-1807. Все они имеют сравнительно одинаковую грузоподъемность (66 — 68 т) и два значения полного объема кузова: 120 м³ (76,3 % от всего парка) и 140 м³ (15,5 % от всего парка).

Соответственно, существующий парк ориентирован на перевозку грузов с удельной плотностью от 0,52 до 0,63 т/м³. Перевозка грузов с меньшей удельной плотностью выполняется с недоиспользованием грузоподъемности, а с большей — с недоиспользованием объема.

При этом чем больше отличие удельной плотности перевозимого груза от указанного интервала, тем ниже эффективность такой перевозки.

Таким образом, как уже отмечалось ранее, на железной дороге сложилась ситуация, когда из-за широкой универсальности крытых вагонов, характеризующейся эксплуатацией фактически только двух типоразмеров (объем кузова 120 и 140 м³ при прочих равных параметрах), большинство грузоперевозок выполняется с низкой эффективностью. Решение данной проблемы может быть достигнуто за счет снижения универсальности крытых вагонов, а именно — разработки соответствующей структуре перевозки грузов типоразмерного ряда с обоснованными технико-экономическими параметрами вагонов.

Для выполнения поставленной задачи на первом этапе из широкого перечня перевозимых грузов были выделены наиболее массовые — около 120 наименований, на которые приходится до 78 % всего грузооборота. В первую очередь, это алюминий, сахар, мука пшеничная, целлюлоза, бумага, цемент, пластические массы, минеральные удобрения, асбест и пр.



Рис. 1. Общий вид крытого вагона:

а — с уширенным дверным проемом из стальных конструкционных материалов; б — со сдвижными секциями с применением алюминиевых сплавов

Согласно разработанной в Инженерном центре методике для каждого из этих грузов определили долю от общего грузооборота грузов k_i , а также удельную плотность ρ_i — величину, аналогичную насыпной плотности сыпучих грузов. Кроме того, выполнили оценку размеров грузооборота и удельной плотности грузов категории «прочие грузы» (не вошедших в число наиболее массовых), доля которых составляет около 22 % всего грузооборота.

На основании определенных для наиболее массовых грузов параметров сформировали номенклатурные группы грузов (табл. 1) и определили значения их эквивалентной удельной плотности $\rho_{экв}$, т/м³, по следующей зависимости:

$$\rho_{экв} = \frac{\sum \rho_i \cdot k_i}{\sum k_i}$$

где ρ_i — средняя удельная плотность для i -х грузов, входящих в номенклатурную группу грузов, т/м³;

k_i — доля i -х грузов, входящих в номенклатурную группу грузов, от общего грузооборота.

На следующем этапе для сформированных номенклатурных групп разработали типоразмерный ряд универсальных

крытых вагонов. В качестве базового варианта приняли стандартный крытый вагон с осевой нагрузкой 23,5 тс без загрузочных люков на крыше и боковых стенах с уширенным дверным проемом, изготовленный из стальных конструкционных материалов (рис. 1,а).

Кроме того, была рассмотрена перспективная на сегодняшний день осевая нагрузка 25,0 тс, а также конструкция кузова, аналогичная европейским крытым вагонам типа «Habis», где часть кузова выполнена из алюминиевых сплавов в виде сдвижных секций (рис. 1,б). Каждая из рассмотренных конструкций имеет свои преимущества при различных условиях перевозки и эксплуатации (табл. 2).

При разработке типоразмерного ряда универсальных крытых вагонов выбор объема кузова для вагонов I и II номенклатурных групп выполняли исходя из их эквивалентной удельной плотности с учетом коэффициентов использования объема. Длину вагонов I и II групп выбирали исходя из условия полного использования габаритного пространства в поперечном сечении вагона.

Выбранные аналогичным образом объем кузова и длину для вагонов III и IV номенклатурных групп корректировали

до значений, обеспечивающих работоспособность автоматического тормоза по условию минимального значения тары и возможности одноярусной погрузки груза, размещенного на паллетах. После выполнения указанных корректировок показатели назначения крытых вагонов для III и IV групп оказались схожи, в связи с чем для них был предложен один вагон.

Также при определении тары вагона дополнительно учитывали наличие несущего кузова у вагона из стальных конструкционных материалов и несущей рамы с усиленными торцевыми стенами у вагона с применением алюминиевых сплавов. Разработанный типоразмерный ряд универсальных крытых вагонов представлен в табл. 3.

На заключительном этапе работы была выполнена сравнительная оценка экономической эффективности разработанных перспективных вагонов между собой, с поставленными на производство и наиболее распространенными на сети крытыми вагонами (теми, в которых перевозка грузов производится в настоящее время), а также с первым для России вагоном со сдвижными секциями кузова из алюминия-

Таблица 1

Номенклатурные группы грузов

Группа грузов	Диапазон удельной плотности для группы грузов, т/м ³	Наименование грузов, входящих в номенклатурную группу	Средняя удельная плотность для грузов, ρ , т/м ³	Доля от общего грузооборота, k , %	Суммарная доля от общего грузооборота, %	Эквивалентная удельная плотность $\rho_{экв}$, т/м ³				
I	0,15 — 0,50	Бумага газетная	0,39	0,7	15,6	0,37				
		Лесоматериалы, пиломатериалы	0,50	1,7						
		Опилки древесные	0,30	0,3						
		Изделия макаронные, мучные	0,35	1,6						
		Комбикорм	0,50	1,6						
		Тара стеклянная	0,15	1,8						
		Прочие грузы	0,37	8,0						
II	0,55 — 0,90	Бумага и картон	0,62	3,9	43,8	0,69				
		ДСП, ДВП, изделия из них	0,75	2,3						
		Гипсокартон	0,60	0,8						
		Зерновые и бобовые культуры	0,80	0,7						
		Овощи свежие	0,65	0,6						
		Сахар	0,85	6,0						
		Мука	0,55	5,4						
		Изделия крупяные	0,80	2,7						
		Жмыхи, мука кормовая, шрот	0,60	2,7						
		Масло растительное	0,60	2,2						
		Ликероводочные изделия, соки	0,60	1,8						
		Минеральные удобрения	0,90	3,2						
		Смолы синтетические, пластические массы	0,55	3,3						
		Масла и смазки минеральные	0,65	0,3						
		Прочие грузы	0,69	8,0						
III	1,00 — 1,65	Прокат цветных металлов	1,40	0,9	24,3	1,41				
		Целлюлоза	1,50	4,1						
		Асбест	1,60	3,1						
		Цемент	1,35	3,8						
		Камни природные	1,48	1,3						
		Кирпич	1,65	0,7						
		Руда флюоритовая	1,60	0,6						
		Соль	1,15	1,1						
		Сульфат натрия	1,35	2,0						
		Каучук	1,00	1,3						
		Прочие грузы	1,41	4,0						
		IV	2,3 — 3,9	Металлы цветные и их сплавы			2,50	10,0	16,2	2,56
				Прокат черных металлов			3,90	1,0		
Плитка керамическая	2,30			2,9						
Прочие грузы	2,56			2,4						

Таблица 2

Преимущества различных конструкций кузовов крытых вагонов

Цельнометаллический стальной кузов	Кузов со сдвижными секциями с применением алюминиевых сплавов
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Несущий цельнометаллический кузов. Снижение тары вагона ⇒ Погрузка груза в мешках и тарно-штучного груза производится по всей площади пола ⇒ Нет необходимости дополнительной увязки груза для предотвращения его навала на двери. Двери защищаются от навала двумя-тремя поперечными досками ⇒ Возможность выполнения ремонта кузова на любых вагоноремонтных предприятиях 	<ul style="list-style-type: none"> ⇨ Сокращенное время погрузки и выгрузки ⇨ Возможность погрузки и выгрузки вагона краном ⇨ Применение в конструкции кузова алюминиевых сплавов. Снижение тары вагона ⇨ Возможность погрузки длинномерных грузов ⇨ Наличие поперечных перегородок для разделения груза разных собственников ⇨ Облегченное открытие сдвижных секций кузова при навале на них груза

Таблица 3

Типоразмерный ряд универсальных крытых вагонов

Наименование показателя	Значение							
	23,5				25,0			
Осевая нагрузка, тс								
Номенклатурная группа	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Суммарная доля от общего грузооборота, %	15,6	43,8	24,3	16,2	15,6	43,8	24,3	16,2
Эквивалентная удельная плотность, т/м ³	0,37	0,69	1,41	2,56	0,37	0,69	1,41	2,56
Вариант № 1. Стальной кузов								
Тара, т	34,0	24,3	20,8		34,7	25,8	22,2	
Грузоподъемность, т	60,0	69,7	73,2		65,3	74,2	77,8	
Длина вагона по лобовым балкам рамы, м	24,2	13,7	11,5		24,2	14,5	12,5	
Внутренняя высота кузова от пола до верхних обвязок, м	3,1	3,1	2,6		3,1	3,1	2,6	
Полный объем кузова, м ³	225	127	88		225	135	96	
Расчетная стоимость, тыс. руб.	1926	1470	1304		1971	1552	1387	
Вариант № 2. Кузов с применением алюминиевых сплавов								
Тара, т	33,4	24,0	20,7		34,0	25,4	22,1	
Грузоподъемность, т	60,6	70,0	73,3		66,0	74,6	77,9	
Длина вагона по лобовым балкам рамы, м	24,2	13,7	11,5		24,2	14,5	12,5	
Внутренняя высота кузова от пола до верхних обвязок, м	3,1	3,1	2,6		3,1	3,1	2,6	
Полный объем кузова, м ³	225	127	88		225	135	96	
Расчетная стоимость, тыс. руб.	2812	1970	1657		2856	2083	1771	

евых сплавов, находящимся в разработке компании «Tatragonka Poprad a.s.».

Варианты конструкции сравнивали по показателю стоимости перевозки одной тонны груза в вагоне, отнесенной ко всем затратам за срок службы. Такая оценка эффективности имеет сравнительный характер и выполняется при равных принятых условиях эксплуатации с учетом следующих составляющих жизненного цикла вагона:

- ✓ первоначальных затрат на приобретение парка вагонов;
- ✓ затрат на ремонт парка вагонов;
- ✓ затрат на оплату тарифов за перевозку груза и возврат порожних вагонов.

Первоначальные затраты на приобретение потребного парка устанавливали исходя из расчетной стоимости одного вагона и объема парка, необходимого для перевозки принятого объема груза на принятое в расчетах расстояние.

Расчетную стоимость определяли с учетом рыночной цены серийно выпускаемых вагонов, стоимости стальных и алюминиевых конструктивных материалов, цены одной тонны готовой продукции из них, стоимости ходовых частей, тормозного и автосцепного оборудования. При оценке потребного парка вагонов, в том числе, учитывали и различие времени выполнения конечных опера-

ций для цельнометаллических вагонов и вагонов со сдвижными секциями.

В затратах на ремонт учитывались депоовской и капитальный ремонты. Стоимость депоовского ремонта принимали для всех вагонов одинаковой в виде усредненной величины по данным нескольких вагоноремонтных предприятий. Цену капитального ремонта для крытых вагонов классической для России конструкции устанавливали аналогично стоимости депоовского ремонта. Для вагонов с применением алюминиевых сплавов эту цену увеличивали пропорционально возрастанию их стоимости по отношению к цене классического вагона.

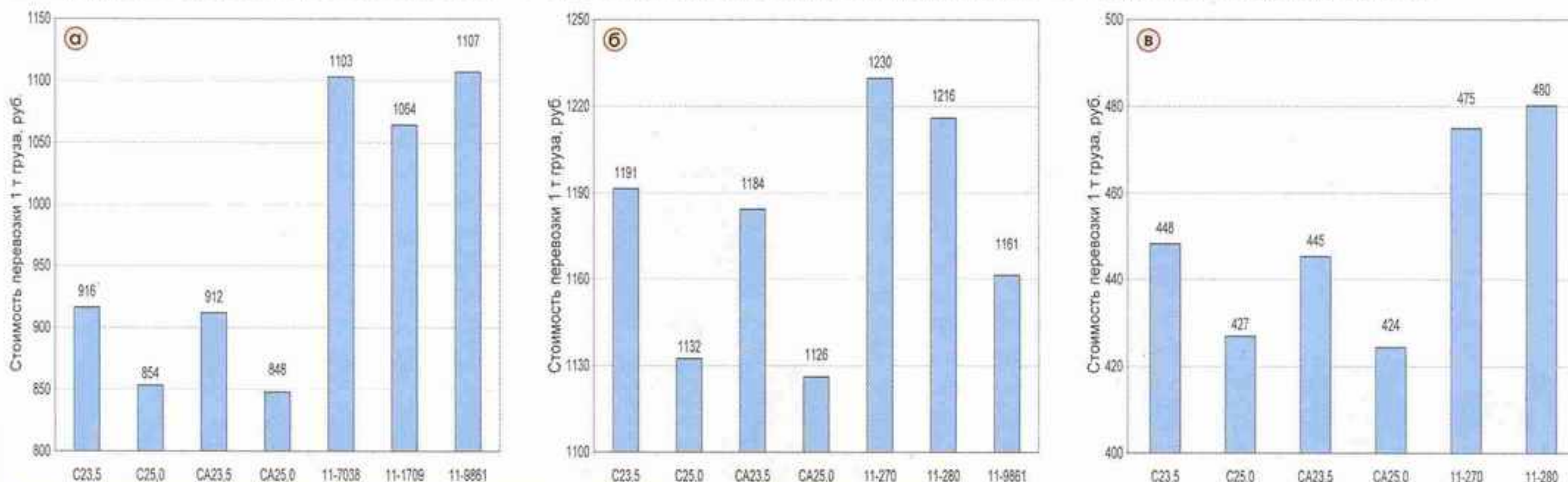


Рис. 2. Стоимость перевозки одной тонны груза для различных номенклатурных групп:

а — для I группы; б — для II группы; в — для III и IV групп

Условные обозначения: С — крытый вагон с цельнометаллическим стальным кузовом; СА — крытый вагон со сдвижными секциями кузова с применением алюминиевых сплавов; 23,5, 25,0 — осевая нагрузка

Затраты на оплату тарифов за перевозку груза и возврат порожнего вагона определяли в соответствии с Прейскурантом № 10-01 «Тарифы на перевозки грузов и услуги инфраструктуры, выполняемые российскими железными дорогами».

В результате выполненных расчетов была получена величина удельной стоимости перевозки одной тонны груза (рис. 2). Анализируя указанные диаграммы, можно отметить следующее:

- удельная стоимость перевозки груза в предложенных вагонах с осевой нагрузкой 25,0 тс на 4,9—8,1 % ниже, чем у вагонов с осевой нагрузкой 23,5 тс. Рост эффективности при увеличении осевой нагрузки связан с уменьшением коэффициента тары этих вагонов, снижением грузоподъемности и снижением порожнего тарифа, цены ремонта и стоимости парка за счет уменьшения его потребного количества;

- удельная стоимость перевозки груза в вагонах со сдвижными секциями кузова на 0,4—0,7 % ниже, чем в классических цельнометаллических вагонах. Повышение эффективности перевозки для вагонов со сдвижными секциями кузова, в первую очередь, связано с их меньшей тарой, обусловленной исполь-

зованием легких алюминиевых сплавов, а также с увеличенным на 25 % количеством оборотов вагонов в связи с меньшими временными затратами на конечных операциях. Необходимо отметить, что такое преимущество для вагонов со сдвижными секциями кузова характерно в основном для небольших плеч перевозок — до 2—3 тыс. км. При выполнении аналогичного расчета для плеча перевозки 3—5 тыс. км и более удельная стоимость перевозки груза в вагонах со сдвижными секциями кузова становится выше, чем в классических цельнометаллических вагонах;

- удельная стоимость перевозки груза в предложенных вагонах ниже аналогичной стоимости для эксплуатируемых в настоящее время вагонов;

- новый для России вагон, разрабатываемый компанией «Tatrapavagonka Porrad a.s.», наиболее полно подходит для перевозки грузов II номенклатурной группы со средней погрузочной плотностью 0,55 т/м³.

В целом, на основании выполненной работы можно заключить:

- на сегодняшний день перевозка грузов в универсальных крытых вагонах экономически эффективна для незначительного интервала удельной плотности перевозимых грузов — от 0,52 до 0,63 т/м³. При имеющейся номенклатуре гру-

зов, насчитывающей более 1150 наименований с удельной плотностью от 0,05 до 6,0 т/м³, необходима разработка мероприятий, повышающих экономическую эффективность их перевозки;

- повысить экономическую эффективность перевозки грузов в универсальных крытых вагонах можно путем разделения всей номенклатуры на несколько групп с разработкой соответствующего этим группам типоразмерного ряда крытых вагонов;

- для получения увеличенной экономической эффективности перевозки грузов в крытых вагонах при использовании типоразмерного ряда необходимо отказаться от сложившегося понятия универсальности крытого вагона, когда любой крытый вагон подается под погрузку любого груза. Необходимо реорганизовать систему планирования маршрутов курсирования вагонов с учетом подбора попутных грузов, соответствующих их технико-экономическим параметрам;

- перспективными на сегодняшний день являются как классические цельнометаллические крытые вагоны, так и вагоны европейского типа со сдвижными секциями кузова. При этом перевозки на короткие плечи целесообразнее осуществлять в вагонах со сдвижными секциями, а на плечи более 2—3 тыс. км — в классических вагонах.



ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ НК

УД4-Т "ТОМОГРАФИК"

Дооснащение в соответствии с СТО РЖД 1.11.002-2008



ЭМА комплект для толщинометрии боковых рам тележек



Сканирующее устройство цельнокатаных колес УСК-5Т



Комплект специализированного программного обеспечения (СТО РЖД)



Комплект настроечных образцов ОСО 32.006-2002, ОСО 32.008-2009 (№1, №2)



Устройство очистки ЖД осей УОО-1Т



Сканирующее устройство оси УСО-1Т



Москва, Кронштадтский б-р, д. 7
Т/ф: +7(495) 225-99-60, 518-94-32 www.votum.ru