

**КОНСТРУИРОВАНИЯ СМЕННОГО КУЗОВА ГРУЗОВОГО ВАГОНА
СО СЪЁМНОЙ КРЫШЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Зайнитдинов О.И.

доцент,

*Ташкентский государственный
транспортный университет, г. Ташкент*

Комилжонова З.З.

выпускник магистратуры,

*Ташкентский государственный
транспортный университет, г. Ташкент*

Аннотация. В тезисе рассмотрен вопрос повышения эффективности грузовых железнодорожных перевозок за счёт применения сменного кузова с универсальной конструкцией и съёмной крышей. Обоснована целесообразность использования алюминиевых конструкционных сплавов в качестве материала несущих и ограждающих элементов кузова. Предложена конструкция сменного кузова, позволяющая использовать его как на железнодорожных вагонах-платформах, так и на автомобильных контейнерах. Определены основные геометрические и конструктивные параметры кузова, а также рассмотрены варианты применения деформируемых и литейных алюминиевых сплавов для отдельных элементов. Особое внимание уделено снижению массы тары, коррозионной стойкости, технологичности конструкции и возможности эксплуатации кузова при различных условиях перевозки грузов.

Ключевые слова: грузовой вагон, сменный кузов, алюминиевые сплавы, съёмная крыша, интермодальные перевозки, экструдированные панели, угловые фитинги, разгрузочные люки.

Основной текст

Современное развитие железнодорожного транспорта требует внедрения конструктивных решений, направленных на повышение эффективности использования подвижного состава и расширение возможностей интермодальных перевозок. Одним из перспективных направлений является

CONFERENCE ON FRONTIERS OF SCIENCE AND ENGINEERING • QATAR •

применение сменных кузовов, которые могут транспортироваться различными видами транспорта. При этом одним из основных ограничений является масса тары кузова, поскольку её увеличение непосредственно влияет на эффективность использования грузоподъёмности транспортного средства.

Для снижения массы конструкции в работе рассматривается возможность замены традиционных стальных материалов алюминиевыми сплавами. Алюминиевые материалы характеризуются сравнительно небольшой плотностью, достаточными прочностными показателями и высокой коррозионной стойкостью, что позволяет применять их для изготовления несущих и ограждающих элементов сменного кузова. В исходном исследовании рассмотрены деформируемые и литейные алюминиевые сплавы с различными механическими характеристиками.

Таблица 1 – Основные механические характеристики деформируемых алюминиевых сплавов

Марка сплава	Прочность на разрыв, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %
2024	470–520	280–320	10–15
6061	290–310	240–270	8–12
7075	540–600	480–530	7–11
5052	215–265	130–160	12–18
5083	275–350	125–180	12–18
6063	190–240	110–160	12–18
7050	500–570	400–510	8–12
7475	510–590	470–520	6–10
2219	400–480	240–280	9–12
3003	130–200	50–140	20–30

Данные таблицы показывают широкий диапазон механических свойств деформируемых алюминиевых сплавов. В зависимости от назначения элемента конструкции возможно выбирать сплавы с требуемым сочетанием прочности и пластичности.

Для изготовления отдельных литых элементов конструкции также могут использоваться алюминиевые сплавы систем Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Si-Cu и других

CONFERENCE ON FRONTIERS OF SCIENCE AND ENGINEERING • QATAR •

систем. В частности, в исходной работе рассматривается применение литейных сплавов для изготовления угловых фитингов и других конструктивных элементов.

Таблица 2 – Основные механические характеристики литейных алюминиевых сплавов

Марка сплава	Прочность на разрыв, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %
A356	230–280	160–200	3–6
319	180–250	100–150	2–4
4430	150–220	90–130	3–6
5350	240–310	140–200	4–8
7050	170–250	100–160	2–5
2060	290–350	230–300	1–3
2130	250–320	170–230	2–5
356	230–280	140–200	3–7
518	210–260	130–170	4–8
C355	230–280	140–190	3–6

На основании проведённого анализа в исходной работе предложено использовать алюминиевые листовые материалы для обшивки кузова и крыши, алюминиевые сплавы повышенной прочности для силовых элементов и профильных стоек, а литейные сплавы — для разгрузочных люков и угловых фитингов.

Конструктивное решение сменного кузова

Разработанная конструкция имеет габаритные размеры, близкие к параметрам универсального 40-футового контейнера. Максимальная ширина кузова составляет 2440 мм, длина — 12192 мм, высота основания — 2800 мм. Высота съёмной крыши составляет 400 мм. Такое решение позволяет использовать кузов для перевозки различных видов грузов, включая сыпучие и тарно-штучные грузы.

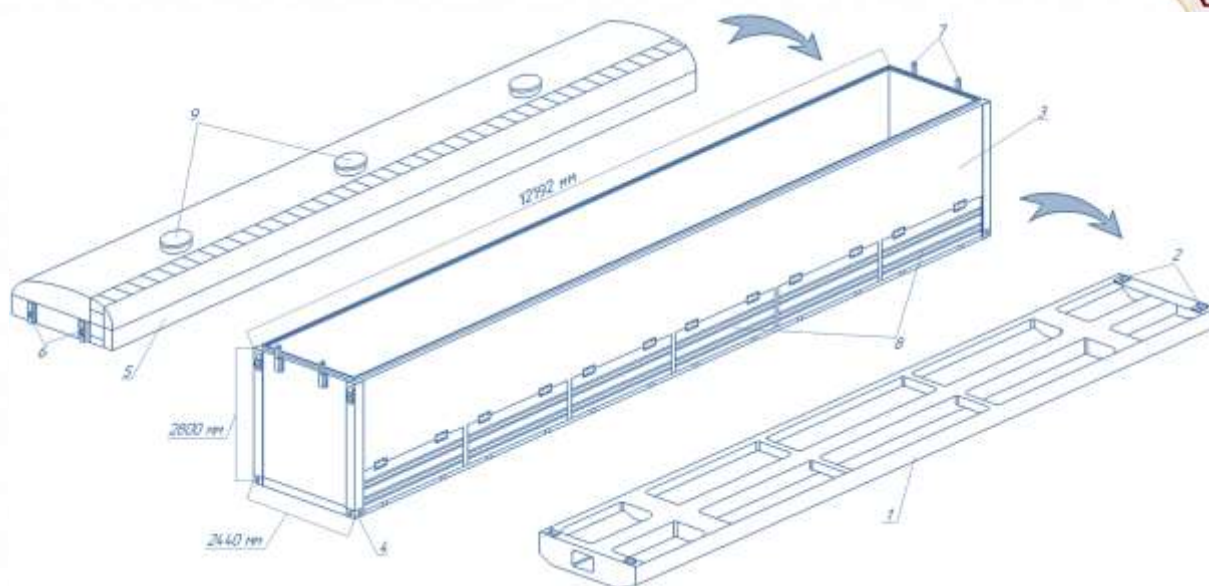


Рисунок 1 – Общий вид сменного кузова грузового вагона со съёмной крышей

*1 – рама вагона-платформы; 2 – фитинговые упоры; 3 – сменный кузов;
4 – угловые фитинги; 5 – съемная крыша; 6 – подъемные крюки;
7 – фиксирующие штыри; 8 – боковые разгрузочные люки; 9 – загрузочные люки.*

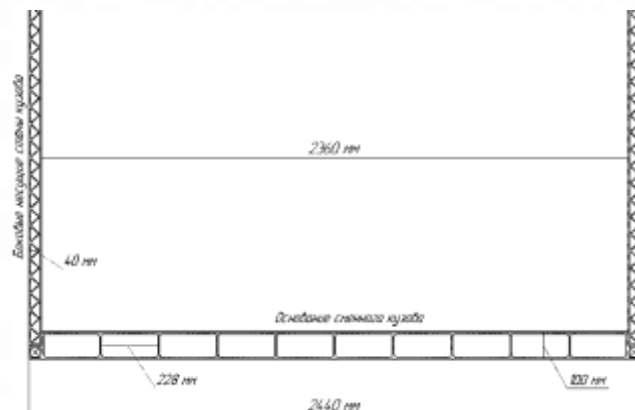
Конструктивная схема включает раму вагона-платформы, фитинговые упоры, сменный кузов, угловые фитинги, съёмную крышу, подъёмные крюки, фиксирующие штыри, боковые разгрузочные и верхние загрузочные люки.

Съёмная крыша является одним из основных функциональных элементов предлагаемой конструкции. Она позволяет изменять конфигурацию кузова в зависимости от характера перевозимого груза и погодных условий. Крепление крыши осуществляется посредством подъёмных крюков и фиксирующих штырей, обеспечивающих её устойчивое положение при транспортировании.

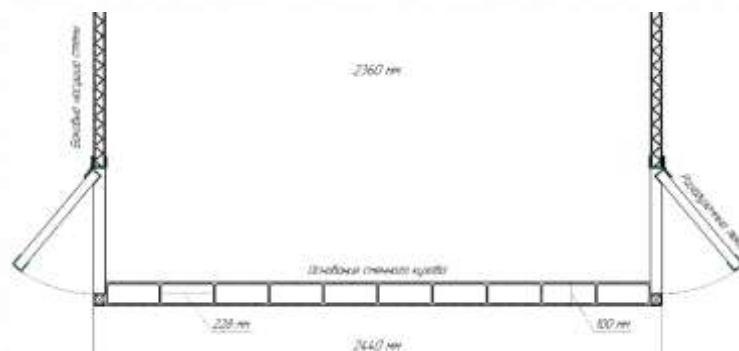
Боковые стены кузова выполнены из экструдированных алюминиевых панелей толщиной 40 мм. Основание имеет максимальную толщину 100 мм и оснащено вертикальными рёбрами жёсткости, расположенными с шагом 228 мм. Такое конструктивное решение предназначено для равномерного распределения вертикальной нагрузки от перевозимого груза.

CONFERENCE ON FRONTIERS OF SCIENCE AND ENGINEERING • QATAR •

а)



б)



в)

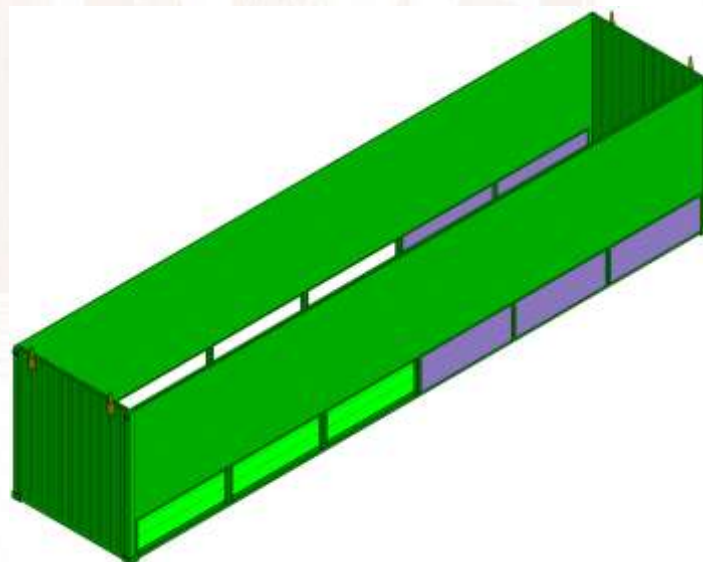


Рисунок 2
сечения и
элементная
сменного

а –
разрез
кузова в зоне

расположенных между разгрузочных люков; б – поперечный разрез сменного

– Поперечные
конечно-
модель
кузова
поперечный
сменного
стоек,

CONFERENCE ON FRONTIERS OF SCIENCE AND ENGINEERING • QATAR •

кузова с открытыми боковыми люками, в – общий вид конечно-элементной модели сменного кузова

Одним из функциональных элементов являются боковые разгрузочные люки. Они устанавливаются на прочных петлях и оборудуются блокирующим механизмом, препятствующим самопроизвольному открыванию во время движения. Конструкция люков также предусматривает их изготовление из экструдированных алюминиевых панелей толщиной 40 мм.

Основные параметры конструкции

Основные геометрические характеристики разработанного сменного кузова приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные параметры элементов сменного кузова

Параметр	Значение
Максимальная ширина кузова, мм	2440
Максимальная длина кузова, мм	12192
Предельная высота основания, мм	2800
Толщина верхнего и нижнего листа настила пола, мм	8
Толщина усиливающих рёбер жёсткости, мм	3
Максимальная масса сменного кузова, кг	4850
Внутренняя площадь пола, м ²	28
Максимальная высота боковых и торцевых стен, мм	2400
Толщина боковых и торцевых стен, мм	40
Толщина внутренней и наружной обшивки стен, мм	не более 5
Ширина люка, мм	1800
Высота люка, мм	650
Толщина стенки люка, мм	40
Масса одного люка, кг	38

Приведённые параметры характеризуют кузов как конструкцию, ориентированную на интермодальные перевозки. Масса сменного кузова составляет до 4850 кг при максимальной длине 12192 мм и ширине 2440 мм.

Конструкция угловых фитингов

Отдельного внимания требует конструкция угловых фитингов. Традиционно фитинги грузовых контейнеров изготавливаются из стали, однако при разработке полностью алюминиевого кузова применение стальных фитингов требует дополнительного конструктивно-технологического решения. В связи с этим предложено изготовление фитингов из высокопрочных литейных алюминиевых сплавов с пределом прочности до 300 МПа.

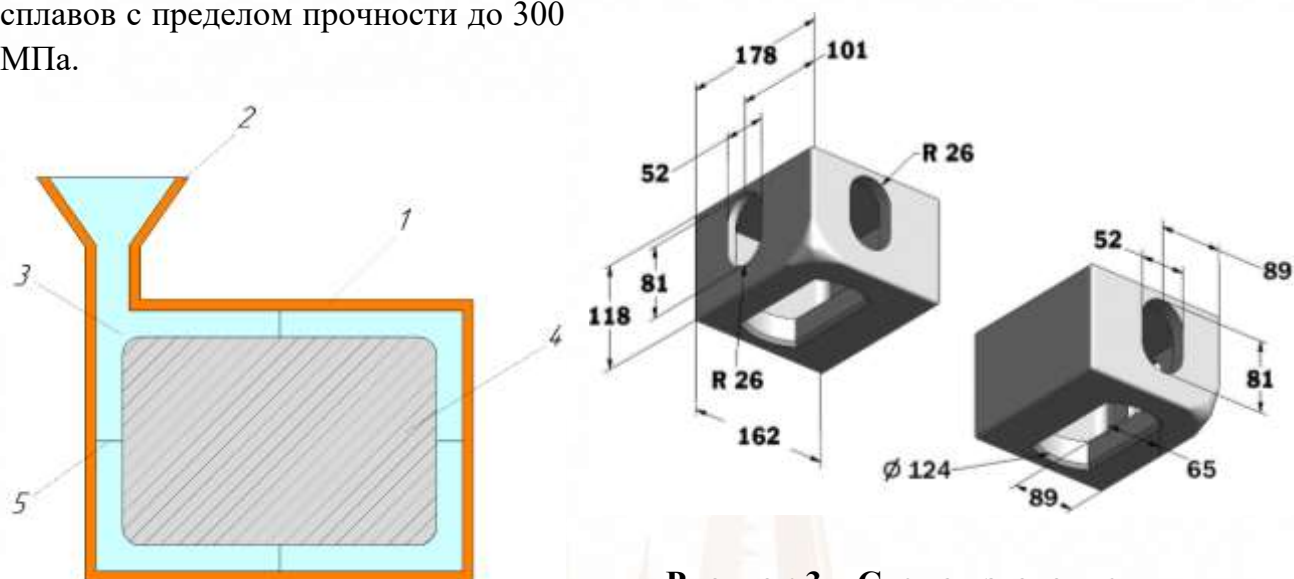


Рисунок 3 – Схема изготовления
углового фитинга из алюминиевого сплава

*1 – форма; 2 – горловина формы; 3 – жидкий алюминий сплав;
4 – кварцевый наполнитель; 5 – жеребейки.*

Предлагаемая технология предусматривает получение фитингов методом литья с использованием литниковой формы, горловины формы, жидкого алюминиевого сплава, кварцевого наполнителя и жеребеек. После изготовления фитинги могут соединяться с кузовом посредством полуавтоматической сварки MIG/MAG в среде защитного газа.

CONFERENCE ON FRONTIERS OF SCIENCE AND ENGINEERING • QATAR •

Заклучение

Таким образом, рассмотренная конструкция сменного кузова грузового вагона со съёмной крышей представляет собой техническое решение, ориентированное на повышение универсальности грузовых перевозок. Применение алюминиевых сплавов позволяет сформировать конструкцию кузова с относительно небольшой массой тары, высокой коррозионной стойкостью и возможностью изготовления основных элементов из материалов с заданными механическими свойствами.

Предложенная съёмная крыша расширяет функциональные возможности кузова и позволяет использовать его при различных условиях перевозки. Боковые разгрузочные люки обеспечивают возможность механизированной выгрузки, а наличие загрузочных люков в крыше способствует эффективной загрузке сыпучих грузов.

Основные размеры кузова — $2440 \times 12192 \times 2800$ мм — обеспечивают его сопоставимость с параметрами 40-футовых контейнеров. Максимальная расчётная масса сменного кузова составляет 4850 кг. В результате предложенное конструктивное решение может рассматриваться как перспективное направление развития универсальных сменных кузовов для железнодорожных и автомобильных интермодальных перевозок. Основные выводы соответствуют результатам исходного исследования, в котором отмечены универсальность конструкции, снижение массы тары и повышение коррозионной стойкости при применении алюминиевых материалов.

Литература

1. Бороненко Ю. П., Рахимов Р. В. Определение энергоэффективности грузовых вагонов // XVI Материалы международной научно-технической конференции «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты». – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022. – С. 155–158.
2. Петрухин В. Н. Интермодальные грузовые единицы для евразийских перевозок // Транспорт Российской Федерации. – 2007. – № 10. – С. 68–70.
3. Бороненко Ю. П., Даукша А. С. Перспективы внедрения вагонов со съёмными кузовами увеличенной грузоподъёмности // Современные технологии

CONFERENCE ON FRONTIERS OF SCIENCE AND ENGINEERING • QATAR •

– транспорт: материалы Международной научно-технической конференции. – СПб.: ПГУПС, 2017. – С. 437–451.

4. Морозова И. О. Оценка прочности, устойчивости и выносливости балок из высокопрочных материалов // XVI Материалы международной научно-практической конференции «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты». – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022. – С. 167–171.

5. Композиционные материалы в конструкции вагонов // Железные дороги мира. – 1995. – № 3. – С. 22–24.

6. Колесов С. Н., Колесов И. С. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2007. – 535 с.

7. Конструкционные материалы: справочник / под ред. Б. Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 687 с.

8. Зайнитдинов О. И. Конструирование съемного кузова с раздвигающимися боковыми стенами и крышей // Известия Петербургского университета путей сообщения. – СПб.: ПГУПС, 2021. – Т. 18. – Вып. 1. – С. 62–71.

9. Бороненко Ю. П., Белгородцева Т. М., Васильев С. Г., Смирнов Н. В. Инновационное решение – 120-футовая платформа сочлененного типа для перевозки трех 40-футовых крупнотоннажных контейнеров // Транспорт Российской Федерации. – СПб., 2009. – № 5 (24). – С. 56–59.

10. ЦМ-943. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. Общие требования. – М.: Юртранс, 2003. – 544 с.

11. ГОСТ Р 51876–2008. Контейнеры грузовые серии 1. Контейнеры общего назначения. Технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2011. – 54 с.

12. Зайнитдинов О. И., Даукша А. С. Съемный кузов для перевозки тарноштучных грузов // Транспорт Российской Федерации. – 2021. – Т. 4. – Вып. 95. – С. 47–49.