Центр научно-технической информации и библиотек
– филиал ОАО «РЖД»

Дифференцированное
Обеспечение
Руководства

69/2022

Алюминий в грузовом вагоностроении: мировой и российский опыт

Во многих странах мира алюминий уже прочно ассоциируется с грузовыми железнодорожными перевозками. Грузовой подвижной состав различного назначения строят из технологичного алюминия и сплавов на его основе. Несколько лет назад к тренду присоединилась и Россия.

Номенклатура грузового подвижного состава из алюминия исключительно обширна: универсальные вагоны, полувагоны, зерновозы, хопперы для угля, руды и сыпучих минералов, вагоны-автомобилевозы, вагоны-цистерны для перевозки концентрированной кислоты. Сегодня порядка 70% грузоперевозок в США и КНР осуществляется вагонами из алюминиевых сплавов (рис. 1). Лидерами на этом направлении являются FreightCar America [1]и китайская корпорация CRRC[2].

Рис. 1. Алюминиевый вагон open-top для перевозки угля AutoFlood IV производства FreightCar America

Алюминий на треть легче стали, у него примерно на 20% ниже коэффициент тары. При сохранении заданной нагрузки на ось это позволяет перевозить больше грузов тем же количеством вагонов. Выгода тем ощутимее, чем протяженнее маршрут. Неслучайно сегодня в числе лидеров по размерам грузового алюминиевого парка страны-гиганты. Европе приблизиться к этой

[1] FreightCar America – производитель грузовых вагонов для железнодорожной отрасли со штаб-квартирой в США, но производством в Мексике.
[2] CRRC Corporation Limited – китайская корпорация, крупнейший в мире производитель железнодорожного транспорта, занимающий около половины мирового рынка.

группе мешает ограничение на длину грузовых составов в 700 м против 2000 м, как например, в США.

Благодаря высокой пластичности из алюминия можно получать листовой прокат, профили, литые детали. Настоящий прорыв в алюминиевой отрасли обеспечило появление метода экструдирования, подразумевающего продавливание заготовки под высоким давлением для получения профильного изделия. Усовершенствование этой технологии открыло путь к созданию очень габаритных, жестких и вместе с тем легких элементов конструкции, благодаря чему время сборки кузовов сократилось вдвое по сравнению с аналогичными стальными, что способствовало удешевлению производства.

Для получения нужных свойств алюминия активно применяют легирующие элементы. При производстве грузовых вагонов в настоящее время, как правило, используются алюминиево-магниевые и алюминиево-магниево-кремниевые сплавы. Первые при умеренной прочности отличаются повышенной коррозионной устойчивостью и великолепно подходят для сварки. Вторые оптимальны для экструдирования. Существенно повысить прочность алюминиевых сплавов позволяет используемый в качестве модификатора скандий.

Алюминий – биологически нейтрален и вместе с тем прочен, устойчив к воздействию агрессивной среды. Он обладает эффективным средством самозащиты от коррозии в виде тонкого слоя оксида, образующегося на поверхности металла при контакте с атмосферным кислородом. Поэтому в Канаде и США алюминиевые грузовые вагоны не принято окрашивать. Но для более эффективной борьбы с коррозией алюминиевых элементов вагонов возможно окрашивание или обрабатка их ингибиторами ржавчины. В любом случае, высокая устойчивость к ней, а также к абразивному износу позволяет до двух раз уменьшить расходы на ремонт и обслуживание алюминиевых грузовых вагонов по сравнению со стальными. При этом у первых гарантированный срок эксплуатации в среднем на 6 лет больше и увеличен сегодня до 40 лет. Но и по достижении максимального срока службы алюминиевые грузовые вагоны сохраняют коммерческую привлекательность: остаточная стоимость составляет до 90% от первоначальной.

С точки зрения качества конечного продукта очень важна и возможность выбора оптимального метода сварки при сборке кузовов из алюминия и его производных. Помимо дуговой сварки в защитных газах могут использоваться и такие передовые технологии, как лазерная сварка и сварка трением с перемешиванием. В обоих случаях сокращается число подготовительных операций и обеспечивается высокая скорость соединения элементов конструкции.

Развитие в России

Внедрение алюминия в российском вагоностроении успешно реализовала компания «РМ Рейл», когда сертификацию прошел хоппер-минераловоз модели 19-1244, выполненный из сплава 1565ч. С тех пор были построены 222 вагона этой серии, которые успешно эксплуатирует «Первый промышленный оператор».

Следующий шаг был сделан вагоностроителем в феврале 2022 года, что связано с началом испытаний хоппера модели 19-1299, обладающего по сравнению с предшественником улучшенными техническими характеристиками и потребительскими свойствами. Несмотря на рост полезного объема кузова до 111 куб. метров, массу тары удалось снизить до 21 т при одновременном увеличении грузоподъемности до 79 т. Это на 3-8 т больше, чем у стальных аналогов, что дает 10% – экономию общей массы на перевозку одной тонны сыпучего груза. Усовершенствована и конструкция вагона. Так, благодаря появлению сплошного загрузочного люка новинка адаптирована ко всем типам погрузочных эстакад.

Рис. 2. Хоппер модели 19-1299 производства «РМ Рейл»

Кроме того, хопперы модели 19-1299 рассчитаны на более длительный срок эксплуатации. Это результат не только отказа от элементов из черного металла внутри алюминиевого кузова, но и применения нового конструкционного материала: на смену сплаву 1565ч пришел сплав 1581, легированный скандием. Отсюда повышенная на 25% прочность и улучшенная коррозионная устойчивость. Сплав 1581 относится к категории экономнолегированных, что позволило удержать его стоимость на уровне обычных алюминиево-магниевых сплавов. Также в числе достоинств нового конструкционного материала – способность противостоять охрупчиванию при низких температурах и стойкость к агрессивным средам. Наконец, хорошая свариваемость, в том числе высокопроизводительным методом сварки трением с перемешиванием, делает сплав 1581 еще и очень технологичным.

Новая модель станет началом целой серии продукции из алюминия. На сегодняшний день в разработке находятся вагон-цистерна для перевозки химических грузов из алюминиевого сплава марки 1407 и контейнер-цистерна для перевозки СПГ с внутренним сосудом из алюминиевого сплава марки 1581 – АКЦ-СПГ42,7. Серийное производство криогенных емкостей с внутренним сосудом из алюминия планируется осуществить в 2023-ем году. Мощности

выпуска – до 170 единиц в 2023г., с последующим увеличением до 1000 штук в год. В перспективе изготовление изотермических контейнеров и вагонов, новых моделей контейнеров-цистерн для перевозки агрессивных веществ.

Опыт применения алюминиевых сплавов в железнодорожном машиностроении обобщен в стандартах:

ГОСТ Р 59598-2021 «Полуфабрикаты для производства элементов кузовов грузового подвижного состава железнодорожного транспорта. Технические условия и сортамент» (вступил в силу 1 января 2022 года).

ГОСТ Р 59849-2021 «Соединения сварные конструкций кузовов железнодорожного подвижного состава из алюминиевых сплавов. Требования к проектированию, изготовлению, ремонту и контролю качества» (вступил в силу 1 апреля 2022 года).

Последний упомянутый стандарт достоин отдельного внимания: до его появления требования к методам сварки, сварным соединениям конструкций кузовов из алюминия для подвижного состава не были собраны в одном документе. Алюминиевая ассоциация, «Арконик СМЗ» и «РУСАЛ» выступили с инициативой разработки документов. Предложение было поддержано Объединением производителей железнодорожной техники (ОПЖТ) и включено в Программу национальной стандартизации в рамках деятельности ТК 045 «Железнодорожный транспорт». Разработчиком выступил ВНИИЖТ.

Данные стандарты позволяют оптимизировать производственный процесс и тем самым снизить затраты изготовителей кузовов вагонов. В результате производители подвижного состава смогут вести работы по увеличению грузоподъемности вагонов и повышению скорости моторвагонного подвижного состава в интересах развития железнодорожного транспорта России.

Алюминий – один из самых экологичных материалов на Земле. На текущий момент около 75% алюминия, произведенного за всю историю металла, продолжает использоваться. Способность к рециклингу позволяет достигать экономии энергии до 95% по сравнению с выплавкой металла из руды. Кроме того, на эту же величину сокращаются и вредные выбросы. Металл, отправляемый на переработку может использоваться как в железнодорожной отрасли, так и в строительстве, машиностроении и других сферах промышленности – и это еще одно преимущества алюминия.

Таким образом, более высокая покупная цена грузовых вагонов из алюминиевых сплавов по сравнению со стальными может компенсироваться за счет эксплуатации вагонов на протяжении всего их жизненного цикла, включая затраты на обслуживание, ремонт и вторичную переработку.

Источники: по материалам компании freightcaramerica.com (англ. яз)
rollingstockworld.ru, 29.06.2022
по материалам компании aluminas.ru