

**ИССЛЕДОВАНИЕ СЛУЖЕБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1565Ч И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ В КОНСТРУКЦИЯХ КУЗОВОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ**

**Шуртаков А.К.**

*АО «ВНИИЖТ», г. Москва, Россия, E-mail: Shurtakov.Alexandr@vniizht.ru*

Мировая тенденция развития вагоностроения, в том числе грузового, состоит в расширении области применения алюминиевых сплавов для изготовления кузовов вагонов. Это обусловлено, практически в 3 раза меньшим удельным весом алюминиевых сплавов, в 2 раза большей удельной прочностью и лучшей, более чем в 10 раз, коррозионной стойкостью в нейтральных и кислых средах по сравнению с низколегированной сталью.

Для определения возможности изготовления кузова грузового вагона-минераловоза из нового алюминиевого сплава 1565ч системы Al-Mg в АО «ВНИИЖТ» были изучены ранее неизвестные служебные характеристики этого сплава. В том числе: коррозионная стойкость, особенности сплава при различных видах сварки, определены закономерности поведения полуфабрикатов из сплава 1565 ч при их механическом соединении штифтом с обжимной головкой

Исследования коррозионной стойкости сплава 1565 ч показали, что стойкость к коррозионному воздействию основных типов минеральных удобрений и увлажненной серы в 20-70 раз выше, чем сталей 09Г2С и 10ХНДП, используемых в конструкциях грузовых вагонов, рисунок 1.



Рисунок 1 – Внешний вид образцов из стали 09Г2С а) и алюминиевого сплава 1565ч б) после коррозионных испытаний в увлажненной технической сере в течение 90 суток

Исследование сопротивления усталости сварных соединений листов из сплава 1565ч сваренных встык аргонодуговой, плазменной сваркой и сваркой трением с перемешиванием показали, что ограниченный предел выносливости плоских образцов из сплава 1565ч, сваренных аргонодуговой сваркой без удаления усиления сварного шва составил 60 МПа. После удаления усиления со сварных швов, их предел выносливости увеличился до 100 МПа. Образцы, сваренные плазменной сваркой, имели ограниченный предел выносливости 70 МПа. Образцы, сваренные с использованием сварки трением с перемешиванием, показали ограниченный предел выносливости 130 МПа, рисунок 2.

Механические соединения основных несущих элементов конструкций железнодорожного подвижного состава (заклепочные и болтовые) используются уже давно (с середины XIX) и достаточно хорошо изучены. В последние годы (конец XX века) в зарубежных конструкциях кузовов грузовых вагонов, в том числе из алюминиевых сплавов, начали широко использовать механическое соединение «штифт с обжимной головкой» (ШТОГ соединение).

Преимуществом ШТОГ соединения по сравнению с заклепочными соединениями является то, что установка соединения идет без нагрева, что позволяет использовать это соединение в конструкциях из алюминиевых сплавов. Кроме того возможна автоматизация этого процесса.

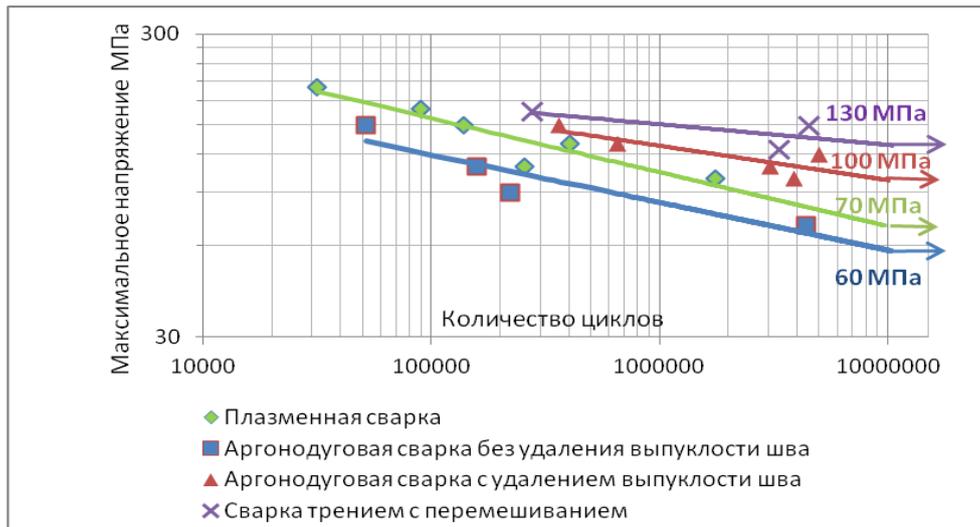


Рисунок 2 – Кривые ограниченной долговечности образцов сплава 1565ч, выполненных разными способами сварки

По сравнению с болтовыми соединениями ШТОГ соединение обладает преимуществом, поскольку нет необходимости предотвращать раскручивание из-за отсутствия винтовой резьбы.

Показателями работоспособности ШТОГ соединений в вагонных конструкциях является их несущая способность при воздействии статической, циклической и ударной нагрузок, сопротивление сдвигу, а также вандалоустойчивость при ударе по наконечнику штифта.

В России практически отсутствуют исследования влияния параметров соединения, в частности натяга штифта, на сопротивление образованию усталостных трещин вблизи ШТОГ соединения. Для устранения этого пробела были проведены испытания нескольких типов образцов и различных видов нагружения этого соединения. Изучено напряженное состояние пластины с отверстием при отсутствии и наличии бокового давления, рисунок 3. Исследованы соединения листов толщиной 3 и 5 мм и прессованных профилей из сплава 1565 ч. Использовали стандартные штифты BT-DT12-GA усилие натяга 32 кН.

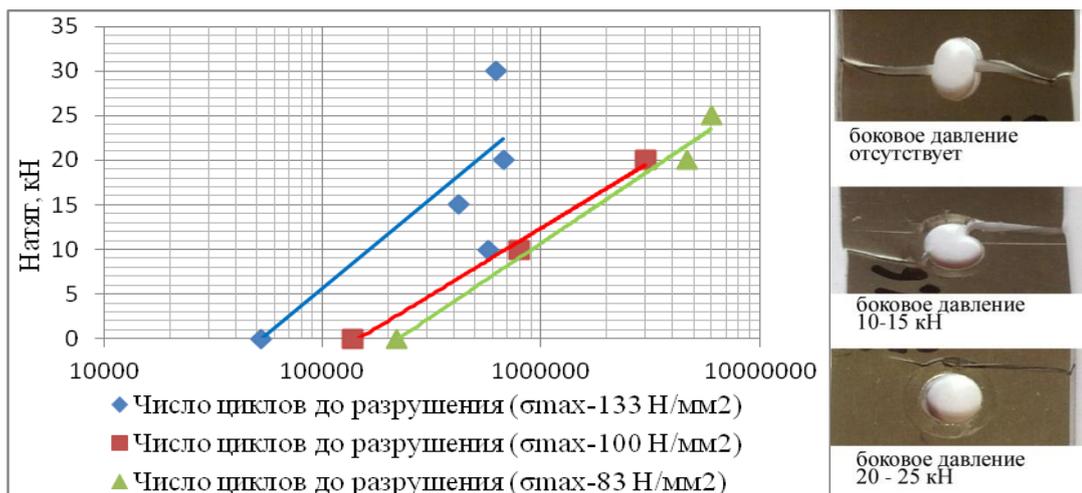


Рисунок 3 – Результаты усталостных испытаний при различном боковом давлении

Установлено, что при циклическом растяжении плоские образцы из сплава 1565чМ имеют ограниченный предел выносливости 130 МПа. При наличии концентратора напряжений в виде центрального отверстия для постановки ШТОГ соединения ограниченный предел выносливости снижается до 66 МПа. Постановка ШТОГ соединения увеличивает долговечность до появления усталостной трещины в 8-10 раз при напряжениях порядка 100-120 МПа, однако при меньших нагрузках

отношение долговечности снижается. При наличии ШтОГ соединения изменяется характер разрушения алюминиевого образца. Усталостная трещина начинает развиваться от кромки контакта головки штифта с алюминиевым листом. Тогда как при отсутствии ШтОГ соединения усталостная трещина начинает развиваться от кромки отверстия, в месте наибольшей концентрации растягивающих напряжений.

При испытании на трехточечный изгиб соединение профиля Омега 1200x203x110x70x7(4) мм и листа толщиной 3 мм, рисунок 4, расстояние между ШтОГ соединениями 180 мм в продольном и 100 мм в поперечном направлениях, ограниченный предел выносливости составил 41 МПа.

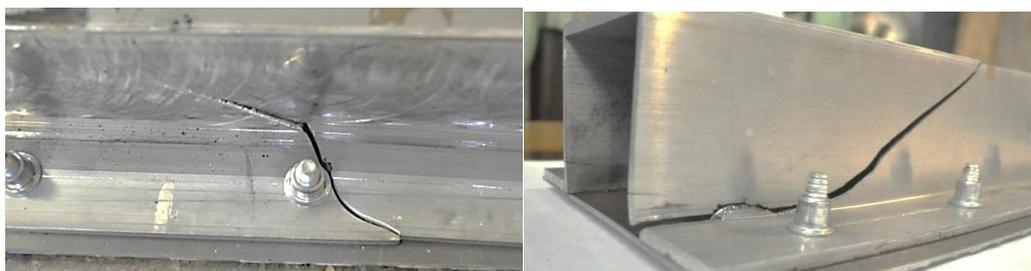


Рисунок 4 – модельные образцы после усталостных испытаний

Сопротивление сдвигу при использовании крепежа MBT-DT16-30GA (штифт диаметром 16 мм) и обжимной головки MBTC-R16BL на соединении «алюминиевый сплав–сталь» сопротивление сдвигу составило 80 кН. При наличии между пластинами покрытия ЭФ-065 сопротивление сдвигу составило 32 кН, или в 2,5 раза меньше.

Необходимо продолжить испытание на сопротивление сдвигу с противокоррозионным покрытием, обладающим повышенной прочностью, адгезией к металлу, сопротивлением сдвигу.

По результатам испытаний оптимизированы требования к конструкции кузова вагона-минераловоза с ШтОГ соединениями. Изготовлено и сертифицировано 7 вагонов-хопперов минераловозов.