

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ И ЗАЩИТА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Алюминий начали применять в строительстве еще в 19 веке. Так, например, в 1897 году алюминием чистотой 98,4% был покрыт купол собора Сан Гиачино в Риме [1]. Безупречное состояние материала подтвердили обследования, проведенные в 1937 и 1954 годах, т. е. после 40, а потом 57 лет эксплуатации, соответственно. По мере развития производства алюминия и снижения его стоимости этот новый материал стал шире применяться в строительстве, в том числе для несущих конструкций. Алюминиевые сплавы широко используются в строительстве благодаря внешнему виду, стойкости к атмосферным воздействиям, низкой плотности ($2,7 - 2,8 \text{ г/см}^3$) по сравнению со сталями ($7,8 - 8,2 \text{ г/см}^3$), возможности изготавливать детали различных размеров и конфигурации, хорошей свариваемости. Основным материалом для алюминиевых строительных конструкций является технический алюминий и деформированные малолегированные алюминиевые сплавы систем Al-Mn, Al-Mg, Al-Zn-Mg, Al-Mg-Si, обладающие высокой коррозионной стойкостью, что является одним из основных требований для конструкций с длительным календарным сроком эксплуатации. В последние годы в строительстве для несущих конструкций стали применяться высоколегированные сплавы средней и высокой прочности, такие, как Д1Т, Д16Т, В95Т1 [2], имеющие пониженную коррозионную стойкость и требующие обязательного применения защитных покрытий. С учетом большой номенклатуры сплавов, режимов термообработки, формы, размеров и свойств полуфабрикатов расчетные значения прочностных характеристик алюминиевых сплавов для строительных конструкций меняются в широких пределах — от 250 кг/см^2 до 3400 кг/см^2 . Малолегированные коррозионно-стойкие сплавы, в том числе свариваемые, применяемые в строительных конструкциях для деталей, воспринимающих повышенные статические нагрузки, для кровельных и облицовочных целей, не требующих декоративной отделки, применяются, как правило, без защитных покры-

тий, либо с анодно-окисными покрытиями [1, стр. 653]. Сплавы, применяемые в строительных конструкциях, не склонны к коррозионно-растрескиванию, расслаивающей и межкристаллитной коррозии. Учитывая тот факт, что ускоренные лабораторные испытания не могут в полной мере характеризовать коррозионную стойкость сплавов в эксплуатационных условиях, многие исследователи проводят длительные испытания материалов в натуральных климатических условиях, что позволяет более обоснованно подойти к вопросам прогнозирования их коррозионного поведения. В атмосферных условиях эти сплавы подвержены в основном питтинговой коррозии.

В работе [3] приведены и обобщены результаты экспозиции материалов, изделий и конструкций из алюминиевых сплавов 1 100, 3 003, 3 004 в течение 20 лет в различных климатических условиях, в том числе в атмосфере прибрежных морских районов с субтропическим и тропическим климатом. Результаты (рис. 1), экстраполированные до 52 лет, показывают, что глубина коррозии материалов после 52 лет экспозиции в атмосфере прибрежных морских районов может составлять $0,1 - 0,3 \text{ мм}$, а в атмосфере промышленных районов — $0,07 - 0,17 \text{ мм}$. Сопоставление коррозионной стойкости алюминиевых сплавов 1 100, 3 003, 3 004 с коррозионной стойкостью малоуглеродистой стали ($0,09\% \text{ C}$ и $0,07\% \text{ Cu}$) показывает (рис. 2), что в зависимости от климатических условий районов экспозиции материалы алюминиевые сплавы по коррозионной стойкости превосходят малоуглеродистые стали в 50–100 раз.

В работе [4] автор приводит результаты длительных натуральных испытаний сплавов Al-Mg, Al-Mg-Si, Al-Zn-Mg, Al-Cu-Mg в морской атмосфере. Установлено, что сплавы систем Al-Mg и Al-Mg-Si имеют повышенную коррозионную стойкость. Результаты 20-летних коррозионных испытаний в Японии [5] привели к аналогичным выводам: отмечается достаточно высокая коррозионная стойкость сплавов систем Al-Mg и Al-Mg-Si. Исключение составляет сплав системы Al-Cu-Mg, снижение прочности которого составило почти 40%. За 12-летний срок испытания в морской атмосфере Германии [6] алюминиевых сплавов Al99,5, AlMg3, AlMg4, AlMg5, AlMg1Si1, AlZnMg1, AlZn3Mg3 потери прочности не превышали 6%, а глубина

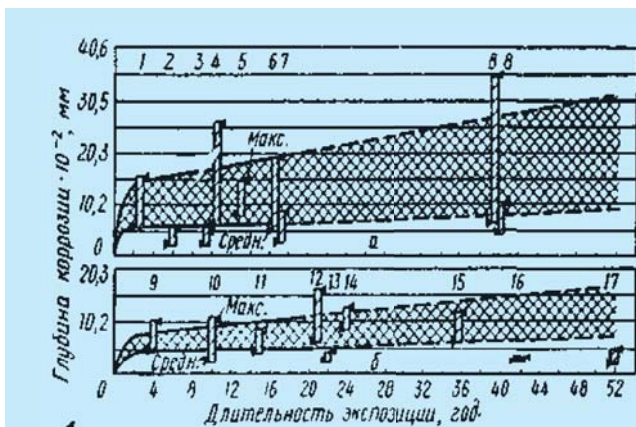


Рис. 1. Поведение материалов при испытаниях на коррозию и в условиях эксплуатации в атмосфере прибрежных морских (а) и промышленных (б) районов:

1 — сплавы 1 100, 3 003 (Гальвестон, штат Техас); 2 — сталеалюминиевый многожильный провод (плотина Уэлча, штат Флорида); 3 — сплавы 1 100, 3 003 (Ки-Уэст, штат Флорида); 4 — сплавы 1 100, 3 003 (Ла-Джолла, штат Калифорния); 5 — кровля из сплава 3 003 (Мозэнго, Голландская Гвиана); 6 — кровля из сплава 3 003 (зона Панамского канала); 7 — обшивка стен из сплава 3 003 (зона Панамского канала); 8 — алюминиевый многожильный провод (залив Сан-Франциско); 9 — сплавы 1 100, 3 003 (Сент-Луис, штат Миссури); 10 — сплавы 1 100, 3 003 (Нью-Йорк); 11 — обшивка стен из сплава 3 004 (Кливленд, штат Огайо); 12 — изгородь из сплава 3 004 (Нью-Кенсингтон, штат Пенсильвания); 13 — сталеалюминиевый многожильный провод (Помона, штат Канзас); 14 — кровля из сплава 3 003 (Нью-Кенсингтон); 15 — алюминиевый многожильный провод (Тарифвилл, штат Коннектикут); 16 — алюминиевый многожильный провод (штат Колорадо); 17 — кровля из алюминия чистотой 98,4% (Рим, Италия).

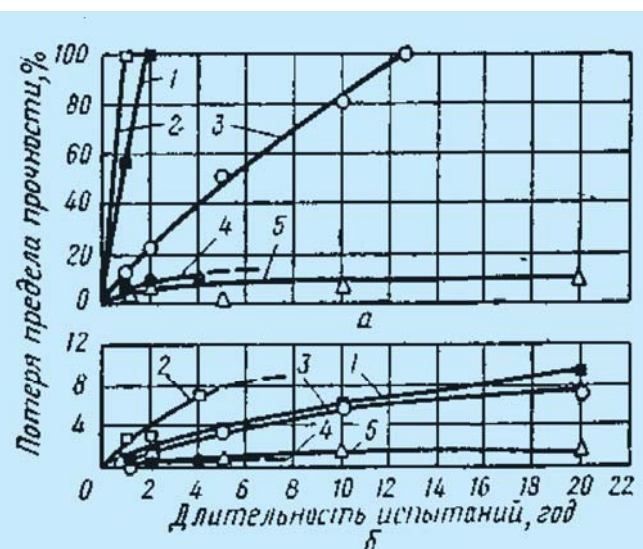


Рис. 2. Результаты испытаний листов малоуглеродистой стали (а) и алюминиевых сплавов (б) толщиной 1,6 мм в различных атмосферных условиях на станциях Алкоа: 1 — Пойнт-Джуди, 91 м от берега моря; 2 — Кьюэ-Бич, 24 м от берега моря; 3 — Нью-Кенсингтон, промышленный район; 4 — Майами-Бич, 91 м от берега моря; 5 — Георгтаун, 2,4 км от берега моря.

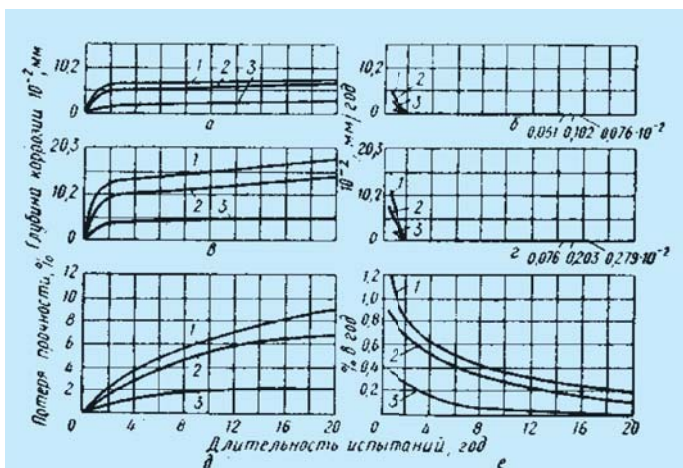


Рис. 3. Оценки интенсивности атмосферной коррозии деформируемых алюминиевых сплавов на станциях Пойнт-Джуди (1), Нью-Кенсингтон (2) и Георгтаун (3): а, б — средняя глубина коррозии; в, г — максимальная; д, е — потеря предела прочности.

коррозионных поражений для всех исследованных сплавов различалась незначительно и составляла 0,15–0,2 мм.

Замечательной особенностью алюминиевых сплавов является замедление атмосферной коррозии во времени в результате образования плотных продуктов коррозии, способствующих ее торможению. Поскольку алюминий и малолегированные алюминиевые сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью, в технической информации приводятся в основном обобщенные данные по скорости, глубине коррозии и потерям механических свойств. Кривые на рисунке 2 а построены [3] по средним значениям для сплавов 1 100, 3 003, 3 004, 5 052, 5 154, 6 053, 6 061 и 6 063.

Усредненные потери прочности сплавов после 20 лет испытаний в атмосфере Поинт-Джуди (умеренный климатический пояс, 91 м от берега океана, преобладает направление ветра с океана, бурное море, значительное количество брызг морской воды, частые туманы) достигают 9% и к 20-ти годам составляют 0,2% в год. Следовательно, в пересчете на срок эксплуатации 50 лет максимальные потери прочности составят 15%, на 100 лет — 25%.

Таким образом, анализ экспериментальных данных технической информации показывает, что коррозионно-стойкие алюминиевые сплавы в результате длительной (в течение 50–100 лет) эксплуатации в атмосферных условиях климатических поясов России могут быть подвержены питтинговой коррозии глубиной до 0,3 мм (50 лет) и до 0,5 мм (100 лет). Это приведет к снижению прочностных характеристик материала на 15–25%.

Продолжение следует.

А. Д. ЖИРНОВ, к. т. н., С. А. КАРИМОВА, к. т. н., В. Н. ГОЛОВИНА, ведущий инженер. Федеральное унитарное государственное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов». Данный материал был представлен на 3-й Международной конференции «Алюминий в строительстве», организованной компанией «Алюсил МВиТ»

Литература

1. «Алюминиевые сплавы»; перевод с немецкого. — М.: Изд. «Металлургия», 1979 г.
2. «Применение алюминиевых сплавов». Справочное руководство. — М.: Изд. «Металлургия», 1973 г.
3. «Алюминий»; перевод с английского. — М.: Изд. «Металлургия», 1972 г.
4. Guilhaudis A. Some Aspects of the Corrosion Resistance of Aluminium Alloys in Marine Atmosphere – Anti-corrosion., №3, 1975, p.12–16.
5. Kehler W. F. Zurich 20 jahrige Bewitterung-sversuche in Japan. — Sar/ RSA, 1978, №3, p. 113–118.

Качество

КРЕПЕЖ

СТАНДАРТЫ МИРОВОГО КРЕПЕЖА
ПО РОССИЙСКОЙ ЦЕНЕ!

жидкий дюбель

КРЕПЕЖ

ХИМИЧЕСКИЙ АНКЕР

CF900

Универсальный

• РАБОТАЕТ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

• НЕКОРРУДИРУЕТ НА ВОЗДУХНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ И ПОД ВОДОЙ

• ИДЕАЛЕН ДЛЯ БЕТОНА И КИРПИЧА

• ТЕХНОЛОГИЯ ПОДВАРИВАТЕЛЬНОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

• НЕ СОВЕРШЕННО СТИВНО

НОВИНКА!

жидкий дюбель

КРЕПЕЖ

ХИМИЧЕСКИЙ АНКЕР

CF850

• ВЫСОКАЯ ПРОЧНОСТЬ

• БЫСТРОЕ СХВАТЫВАНИЕ

• ИДЕАЛЕН ДЛЯ БЕТОНА И КИРПИЧА

НЕ СОВЕРШЕННО СТИВНО

жидкий дюбель

КРЕПЕЖ

ХИМИЧЕСКИЙ АНКЕР

CF900

• СЕРИОЗНОСТЬ

• БЫСТРОЕ СХВАТЫВАНИЕ

• ПОДХОДИТ ДЛЯ КОМПЛЕКТОВАНИЯ НА ВОЗДУХНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ И ПОД ВОДОЙ

• ИДЕАЛЕН ДЛЯ БЕТОНА И КИРПИЧА

НЕ СОВЕРШЕННО СТИВНО

Профессиональное качество химических анкеров "Момент Крепеж" подтверждено Техсвидетельством Минрегионразвития РФ 2556-09 от 24.06.09 и Европейским Сертификатом Качества (ETA)

Интересующую информацию Вы можете найти на сайте www.moment.ru и по телефону (812) 326 16 49.