

«Утверждаю»

Проректор по науке и инновациям,
проф., д.т.н.



Филонов М. Р.

23.10.2020

Заключение № 017/18-501-4

**«Исследование качества и коррозионной стойкости
алюминиевых композитных панелей
Алюминстрой Goldstar»**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель, заведующий
кафедрой металлургии и защиты
металлов, проф., д.т.н.



Дуб Алексей Владимирович

Ответственный исполнитель,
научный сотрудник, к.т.н.



Волкова Ольга Владимировна

Исполнители:

зав. лабораторией МЗМ



Обухова Татьяна Анатольевна

доцент, к.х.н.



Сафонов Иван Александрович

научный сотрудник



Шевейко Ольга Владимировна

научный сотрудник



Ковалев Александр Федорович

инженер I категории, к.т.н.



Шibaева Татьяна Владимировна

Заявитель	ООО «Техно-Сервис»
Основание для проведения испытаний	ДС №4 от 13.07.2020 по договору №017/18-501 от 12 февраля 2020 г.
Задачи испытаний	Определить качество, коррозионную стойкость и сроки службы алюминиевых композитных панелей при воздействии неагрессивных, слабоагрессивных и среднеагрессивных сред
Образцы	Алюминиевые композитные панели Алюминстрой Goldstar
Испытательное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> - камера влажности КЛИМАТИКПРО КТ-ТХВ-80; - камера соляного тумана SST-6MS; - камера сернистого газа КЕА 300А; - климатическая камера КЛИМАТИКПРО КТ-ТХВ-80; - микроскоп ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet» - атомно-эмиссионный спектрометр Bruker Tasman Q4 - испытательные машины Instron 150 XL, Instron 5969
Результаты исследований	Заключение № 017/18-501-4



Цель работы: определение качества, коррозионной стойкости и долговечности алюминиевых композитных панелей Алюминстрой Goldstar при воздействии неагрессивных, слабо- и среднеагрессивных сред с прогнозированием срока службы при условии сохранения эксплуатационных и эстетических свойств.

Образцы для испытаний: алюминиевые композитные панели 100x100 мм толщиной 4,2 мм с покрытиями УФ-отверждаемыми чернилами и УФ-отверждаемым защитным лаком (рис. 1).

Подготовка образцов и нанесение покрытий: осуществлялись Заказчиком.

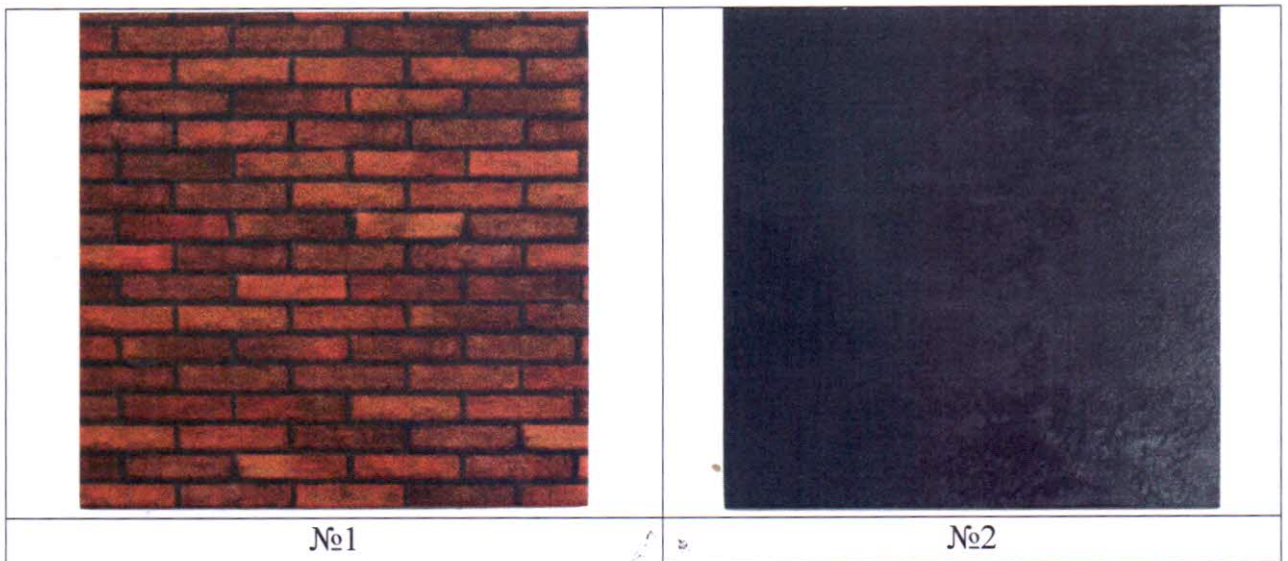


Рис. 1 Внешний вид образцов в состоянии поставки

Методики исследований:

1. Химический состав сплавов проводили на оптико-эмиссионном анализаторе металлов спектрометре Bruker Tasman Q4 с искровым источником возбуждения спектра по ГОСТ 7727-81 «Сплавы алюминиевые. Методы спектрального анализа».
2. Толщины панелей оценивали в соответствии с ГОСТ 23486-79.
3. Внешний вид панелей оценивали визуально по ГОСТ 23486-79 «Панели металлические трехслойные стеновые с утеплителем из пенополиуретана. Технические условия» и по ГОСТ 9.407-2015 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида». Атмосферостойкость полимерных покрытий определяли по декоративному виду и защитным свойствам.
4. Величину блеска покрытия определяли при помощи блескомера Gloss meter 3nh. Степень изменения блеска рассчитывали по ГОСТ 9.407-2015.



5. Ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9.401-2018 «Покрyтия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов».

- Метод 6. Определение стойкости покрытий к воздействию переменной температуры, повышенной влажности, сернистого газа и солнечного излучения (табл. 1). Длительность испытаний 75 циклов.

Таблица 1 – Последовательность перемещения и время выдержки панелей в камерах и режимы испытаний

Аппаратура	Режим испытаний		Продолжительность испытаний, час
	Температура, °С	Относительная влажность, %	
Камера влаги	40±2	97±2	2
Камера сернистого газа (концентрация SO ₂ 5±1 мг/м ³)	40±2	97±2	2
Камера холода	Минус (30±3)	Не нормир.	6
Аппарат искусственной погоды	60±2	Не нормир.	5
Камера холода	Минус (60±3)	Не нормир.	3
Выдержка на воздухе	15-30	Не более 80	6
Итого			24

- Метод Б. Определение адгезии покрытия (распространение коррозии от надреза).

Образцы помещают в камеру соляного тумана и выдерживают при температуре (35 ± 2) °С и конденсации хлористого натрия в непрерывно распыляемом растворе (50 ± 5) г/дм³ не менее 500 ч, затем образцы извлекают из камеры и определяют величину распространения коррозии от надреза.

6. Металлографический анализ проведен на микроскопе ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet». Шлифы изготовлены в поперечном сечении образцов.

7. Адгезия покрытий определена в соответствии с ГОСТ 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии» по методу решетчатых надрезов.

Результаты исследования

В результате спектрального анализа установлено, что материал исследуемых панелей соответствует алюминиевому сплаву марки АМц 1400 (Al 3003) по ГОСТ 4784-2019 «Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые». Результаты спек-

трального анализа и химический состав алюминиевых листов композиционной панели приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Химический состав алюминиевого сплава, % масс.

Образец	Содержание элементов								
	Al	Fe	Mn	Mg	Si	Cr	Cu	Ti	Zn
Лист панели	основа	0,45	1,10	<0,01	0,15	0,02	0,07	0,07	0,02
АМц 1400 (Al 3003 по ГОСТ 4784-2019)	основа	0,70	1,0-1,5	0,2	0,60	-	0,20	0,10	0,10

В результате исследования *внешнего вида* образцов композитных панелей №1 и №2 в состоянии поставки установлено, что поверхности шероховатые, матовые, цветные, без признаков коррозионных повреждений.

Обратная сторона панелей с покрытием типа грунт. При анализе образцов в процессе испытаний обратная сторона не учитывалась.

После 50 циклов испытаний на атмосферостойкость по ГОСТ 9.401-2018 по методу 6 на поверхностях исследуемых образцов обнаружено локальное посветление в виде отдельных точек.

Декоративные свойства исследуемых покрытий после 50 циклов испытаний по методу 6 оцениваются по ГОСТ 9.407-2015 баллом 1 (АД1 (Ц1) – очень слабое, едва различимое изменение цвета); защитные свойства – баллом 0 (А30 – изменения отсутствуют).

После выдержки в камере соляного тумана в течение 720 часов (метод Б) на поверхностях образцов №1 и №2 выявлено локальное вздутие покрытия. После снятия покрытия в области X-образного надреза наблюдаются единичные повреждения основного материала размером до 2 мм (рис. 2). Полученные результаты свидетельствуют о высокой степени адгезии покрытия к металлической основе, что соответствует требованиям ГОСТ 9.401-2018, согласно которым распространение коррозии от надреза не должно превышать 2 мм.

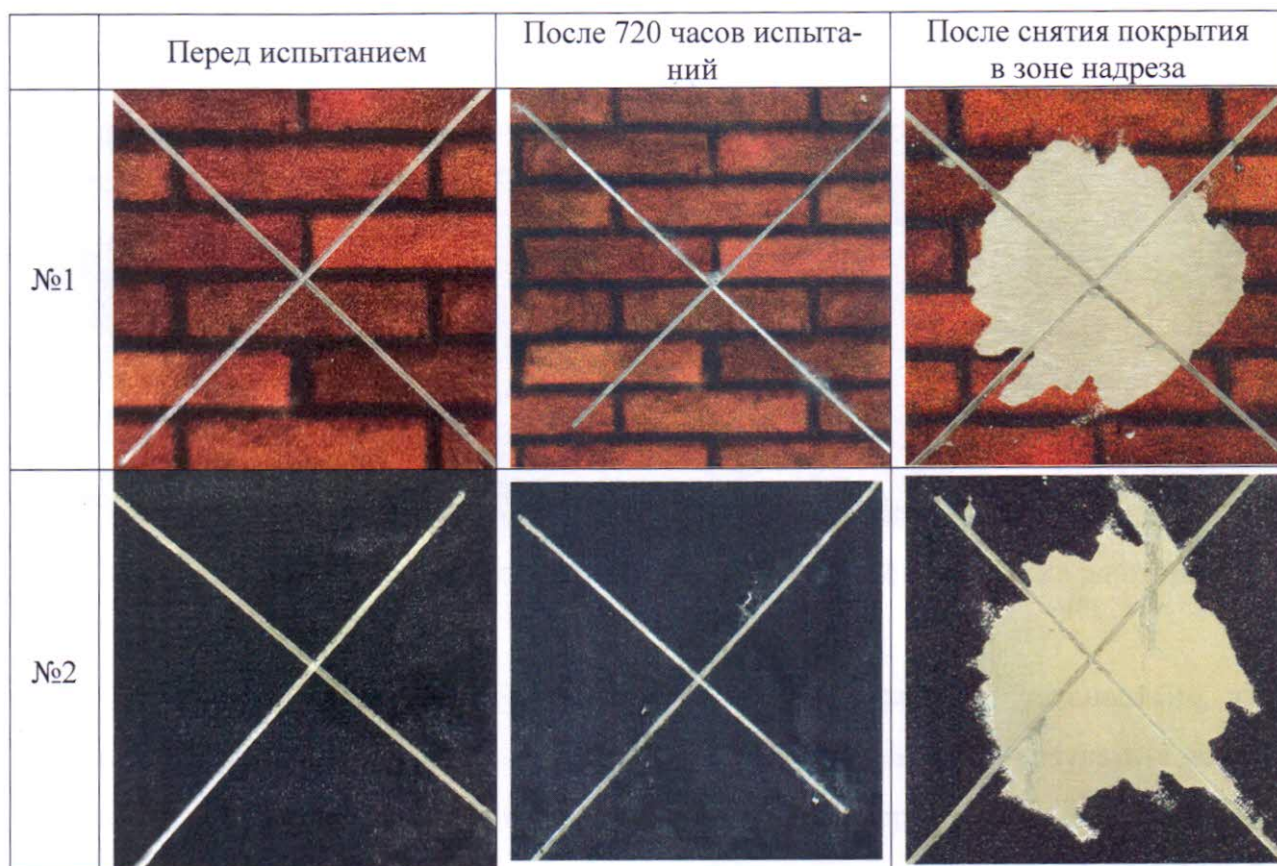


Рис. 2 Внешний вид образца №4 после испытаний покрытия по методу Б (ГОСТ 9.401-2018).

Величины блеска покрытий образцов №1 и №2 до и после испытаний практически не изменилась и составляет 6 единиц (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты измерения блеска до и после испытаний

Образец	Исходное состояние	После испытаний по методу б	После испытаний по методу Б
№1	5-6	6-7	5-6
№2	6-7	6-7	5-7

С целью оценки состояния материалов исследуемых образцов вблизи поверхностей после испытаний проводили *металлографический анализ*. В результате анализа установлено, что покрытия, нанесенные на поверхность алюминиевого листа композиционных панелей №1 и №2, двухслойные: толщина внутреннего слоя составляет 15-17 мкм, внешнего – 45-50 мкм (рис. 3).



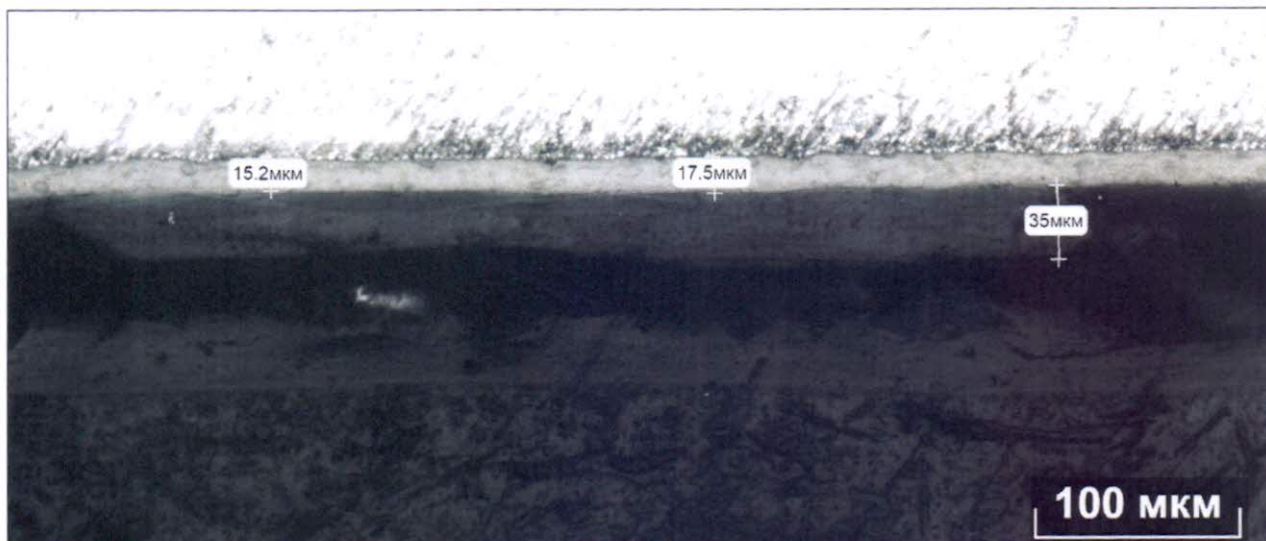


Рис. 3 Состояние материала панелей №1 и №2 с внешней стороны на алюминии в состоянии поставки

По результатам тестов по «методу решетчатого надреза» установлено, что покрытия обладают высокой адгезией к металлической основе. В результате исследований на образцах отслаивания покрытия на точках пересечения насечек не выявлено (рис. 4), что соответствует нулевому (наивысшему) баллу по ГОСТ 15140-78, согласно которого адгезия покрытия должна составлять не более балла 3.

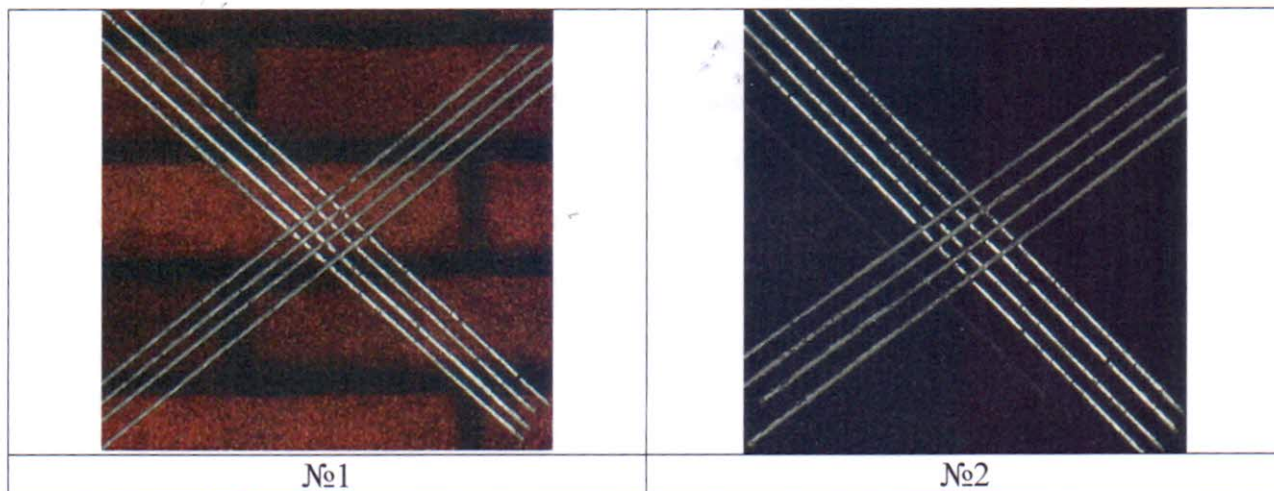


Рис. 4 Результаты тестов по «методу решетчатого надреза»

Анализ результатов исследования

Целью работы является оценка качества и коррозионной стойкости алюминиевых композитных панелей с покрытием УФ-отверждаемыми чернилами и УФ-отверждаемым защитным лаком при воздействии неагрессивных, слабо- и средне-агрессивных сред с прогнозированием срока службы при условии сохранения эксплуатационных и эстетических свойств.

При анализе свойств панелей были проведены ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9.401-2018 по методу 6, имитирующие комплексное воздействие климатических факторов открытой промышленной атмосферы умеренного и холодного климатов с целью исследования физико-химических и защитно-декоративных свойств покрытий. Анализ результатов испытаний показал, что исследуемые покрытия (60 мкм), нанесенные на поверхность алюминиевого сплава обладают высокими физико-механическими свойствами. Покрытия выдержали более 50 циклов испытаний по методу и оцениваются баллами А30 (сохранили защитные свойства) и АД1(Ц1) (внешний вид практически не изменился). Степень изменения блеска (B_n) после испытаний по методу 6 составляет 0 % (без изменений).

Оценку атмосферостойкости покрытия проводили по методу воздействия нейтрального соляного тумана (метод Б). Установлено, что покрытия обладают высокой адгезией и обеспечивают защиту изделий от воздействия коррозионно-агрессивной среды без признаков коррозии основы в течение более 720 часов, что свидетельствует о высокой адгезии покрытий к металлической основе.

По результатам тестов по «методу решетчатого надреза» установлено, что слой полимерного покрытия обладает высокой адгезией к металлической основе. В результате исследований на образцах отслаивания покрытия на точках пересечения насечек не выявлено, что соответствует нулевому (наивысшему) баллу по ГОСТ 15140-78, согласно которого адгезия покрытия должна составлять не более балла 3.

Сроки службы покрытия с учетом коэффициентов ускорения 41 для открытой атмосферы (ГОСТ 9.401 приложение 10) рассчитываются: количество циклов умножаем на коэффициент ускорения и делим на 365 дней (количество дней в году).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что покрытия УФ-отверждаемыми чернилами и УФ-отверждаемым защитным лаком, нанесенные на внешние поверхности алюминиевых панелей Алюминстрой Goldstar обладают высокими защитно-декоративными свойствами и обеспечивают атмосферостойкость панелей в условиях открытых атмосфер.

Выводы

1. Алюминиевые композитные панели Алюминстрой Goldstar с покрытиями УФ-отверждаемыми чернилами и УФ-отверждаемым защитным лаком устойчивы к атмосферной коррозии в неагрессивной, слабо- и среднеагрессивной средах в соответствии с СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85). Сроки службы композитных панелей составят не менее 35-50 лет.

2. Сроки службы покрытий УФ-отверждаемыми чернилами и УФ-отверждаемым защитным лаком и композитных панелей Алюминстрой Goldstar в годах:

Состояние композитных панелей с полимерными покрытиями	Агрессивность атмосферы		
	низкая	слабая	средняя
Без изменения внешнего вида полимерного покрытия	20-25	15-20	12-15
Потеря защитно-декоративных свойств покрытия	30-35	25-30	20-25
Сроки службы композитных панелей	50	50	40-50

Отв. исп. Волкова О.В., научный сотрудник
 каф. МЗМ
 Тел.: 8(495) 951-22-34
 e-mail: mail@expertcorr.misis.ru



НИТУ «МИСиС»

Скорректировано и пронумеровано

10 стр.

Филонов М.Р.

