**Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации**

**Федеральное автономное учреждение
«Федеральный центр нормирования, стандартизации
и оценки соответствия в строительстве»**

Методическое пособие

МЕТОДИКА
КОМПЛЕКСНОЙ УСКОРЕННОЙ ОЦЕНКИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ РФ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Москва 2017

gost.e-ecolog.ru

Содержание

Введение ... 3
1 Область применения ... 5
2 Критерии оценки долговечности и факторы климатического воздействия ... 7
3 Отбор образцов и подготовка образцов к испытанию ... 11
4 Разработка режимов комплексных ускоренных испытаний элементов сок под действием климатических факторов ... 14
5 Методы испытаний элементов СОК ... 17
6 Оборудование, приборы и материалы для определения долговечности СОК для фасадных систем ... 24
7 Проведение испытаний и оценка результатов испытаний ... 27
8 Контроль параметров и оценка результатов испытаний ... 33
Приложение А. Основные понятия, термины и определения ... 35
Приложение Б. Нормативные ссылки ... 37
Приложение В. Элементы конструкций СОК ... 39
Приложение Г. Фотоиллюстрации ... 86

Введение

В методическом пособии представлена методика комплексной ускоренной оценки долговечности (срока службы) элементов светопрозрачных ограждающих конструкций (СОК), таких как герметики, уплотнительные прокладки, стеклопакеты и алюминиевые профили для современных фасадных систем под действием климатических факторов в условиях РФ.

Методические материалы разрабатываются в развитие положений СП «Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования и устройства», СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009» Общественные здания и сооружения», СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования», ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований».

Для разработки методики проведено исследование действующих документов по указанной тематике и выявлен перечень вопросов, стоящих перед проектировщиком и в недостаточной мере освещенных в действующих сводах правил, стандартов и методических документах, а также противоречащие значения параметров, содержащихся в них, особенно параметров, влияющих на основные принципы оценки долговечности (срока службы) элементов светопрозрачных ограждающих конструкций (СОК) для современных фасадных систем.

В работе впервые для климатических условий РФ (умеренный и жаркий климат) разработан комплексный метод ускоренной оценки долговечности таких элементов СОК, как, герметики, уплотнительные прокладки, стеклопакеты и алюминиевые профили для современных фасадных систем с использованием уникального испытательного оборудования.

Новизна метода состоит в том, что впервые разработаны два новых режима ускоренных испытаний на климатическое старение элементов СОК:

- герметиков, уплотнительных прокладок и стеклопакетов;
- алюминиевых профилей.

Разработанная методика оценки долговечности (срока службы) позволяет сократить время и затраты на проведение испытаний, а также позволяет обеспечить

строительство объектов качественными герметизирующими материалами и алюминиевыми профилями, соответствующими требованиям долговечности для региона строительства. Применение материалов требуемой долговечности (срока службы) позволит уменьшить эксплуатационные расходы на уже выстроенном объекте и внести вклад в решение проблемы ресурсосбережения.

В задачу разработки методики входят развитие положений СП «Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования и устройства», СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009» Общественные здания и сооружения», СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования», ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» с целью совершенствования качества строительных материалов для элементов СОК и обеспечения надежности конструкций в течение нормативного срока службы объекта.

На основе анализа отечественных и зарубежных методов оценки долговечности герметиков, уплотнительных прокладок, алюминиевых профилей и стеклопакетов, используемых в светопрозрачных ограждающих конструкциях, выявлена необходимость создания нового комплексного метода ускоренной оценки долговечности элементов СОК современных фасадных систем для климатических условий в умеренном и жарком климате РФ, так как длительность проведения ускоренных лабораторных испытаний для каждого отдельного элемента СОК составляет 60–90 календарных дней.

Постановка такой работы позволила значительно сократить время испытаний этих элементов и максимально использовать оборудование.

Однако разработанный метод был предназначен для условий эксплуатации в умеренном климате России.

В процессе работы по теме был проведен литературный обзор отечественных и зарубежных методик и стандартов по СОК для современных фасадных систем, рассмотрены особенности климата Крыма, типы СОК, варианты остекления фасадов в Крыму.

Особое внимание уделено методам оценки коррозионной стойкости металлов и сплавов, металлических и неметаллических покрытий, ЛКП под действием соляного тумана.

Рассмотрены особенности материалов и элементов для СОК.

Установлены критерии оценки их долговечности (срока службы) и их изменения в процессе старения, выбраны факторы климатического воздействия на эти материалы и элементы, установлены требования к испытательному оборудованию; рассмотрены особенности климата ЮБК.

На основе фундаментальных исследований по климатическому старению строительных материалов были выбраны два режима комплексных ускоренных испытаний под воздействием климатических факторов ЮБК для:

- герметиков, уплотнительных прокладок и стеклопакетов;

- алюминиевых профилей.

Рассмотрены требования к организации и проведению комплексных ускоренных испытаний, к испытательному оборудованию, к испытуемым образцам, к критериям и методам оценки результатов испытаний.

Пособие разработано к.х.н. Л.К. Богомоловой и мл. н. с. В.Д. Ильницким.

1 Область применения

В разработанной методике приведен комплекс необходимых ускоренных лабораторных испытаний по оценке долговечности (срока службы) элементов (СОК) для современных фасадных систем: герметиков, уплотнительных прокладок, алюминиевых профилей и стеклопакетов, применяемых для строительства современных фасадных систем.

Методика разработана в развитие положений СП «Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования и устройства», СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009» Общественные здания и сооружения», СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования», ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований».

Методика предназначена для применения специалистами, занимающимися проведением испытаний современных строительных материалов и элементов конструкций.

В приложении «В» рассмотрены объекты исследования – отдельные элементы (СОК) – герметики, уплотнительные прокладки, алюминиевые профили и стеклопакеты, применяемые для строительства современных фасадных систем, вопросы долговечности элементов СОК, физико-механических свойства элементов СОК, определяющих их функциональное назначение, область применения.







2 Критерии оценки долговечности и факторы климатического воздействия

2.1 Герметики

2.1.1 В качестве характерных критериев оценки долговечности герметиков приняты следующие физико-механические показатели и их изменения в процессе определения долговечности, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Норма через	
	24 цикла (20 УГЭ)	48 циклов (40УГЭ)
2	3	4
Твердость по Шору А, ед. Шора	Не должно быть более 20% от исходной твердости	Не должно быть более 30% от исходной твердости
Условная прочность, МПа	Не должно быть более 25% от исходной условной прочности	Не должно быть более 35% от исходной условной прочности
Относительное удлинение при разрыве, %	Не должно быть более 35% от исходного удлинения	Не должно быть более 50% от исходного удлинения
Условная прочность в момент разрыва на образцах-швах	Не должно быть более 25% от исходной условной прочности	Не должно быть более 35% от исходной условной прочности
Относительное удлинение в момент разрыва на образцах-швах	Не должно быть более 35% от исходного удлинения	Не должно быть более 50% от исходного удлинения
Адгезия (прочность сцепления с приклеиваемым материалом)	Не должно быть более 20% от исходной прочности сцепления	Не должно быть более 30% от исходной прочности сепления
Гибкость на брусе с закруглением радиусом 10 мм при температуре минус 500С	На поверхности образца не должно быть трещин	

2.1.2 В качестве искусственных климатических факторов при ускоренных лабораторных испытаниях были приняты следующие циклические воздействия:

- положительных и отрицательных температур;
- ультрафиолетового облучения;
- слабоагрессивных химических сред (растворов).

2.2 Уплотнительные прокладки

2.2.1 В качестве характерных критериев оценки долговечности уплотнительных прокладок были приняты следующие физико-механические

показатели и их изменения в процессе определения долговечности, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Норма через	
	24 цикла (20 УГЭ)*	48 циклов (40 УГЭ)*
2	3	4
Разрушающая нагрузка, Н, не менее	Не должно быть более 20% от исходной нагрузки	Не должно быть более 30% от исходной нагрузки
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	Не должно быть более 25% от исходного удлинения	Не должно быть более 35% от исходного удлинения
Изменение линейных размеров после теплового воздействия, %	Не более 1,5%	Не более 2,0%
Водопоглощение, %	Не более 0,7%	Не более 1,0%
Гибкость на брусе с закруглением радиусом 10 мм при минус 500 °С	На поверхности образца не должно быть трещин	

2.2.2 В качестве искусственных климатических факторов при ускоренных лабораторных испытаниях были приняты следующие циклические воздействия:

- положительных и отрицательных температур;

- термосветоозонного воздействия;

- слабоагрессивных химических сред (растворов).

2.3 Стеклопакеты

2.3.1 В качестве характерных критериев оценки долговечности стеклопакетов приняты следующие физико-механические показатели и их изменения в процессе определения долговечности, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование показателя	Норма через	
	24 цикла (20УГЭ)	48 циклов (40УГЭ)
Температура точки росы, °С	Не должна быть выше температуры 45 °С	
Эффективность влагопоглотителя	Не должна быть ниже 20 °С	

2.3.2 В качестве искусственных климатических факторов при ускоренных лабораторных испытаниях были приняты следующие циклические воздействия:

- положительных и отрицательных температур;

- ультрафиолетового облучения;

- слабоагрессивных химических сред (растворов).

2.4 Алюминиевые профили

2.4.1 В качестве характерных критериев оценки долговечности алюминиевых профилей, были приняты следующие физико-механические показатели и их изменения в процессе ускоренного старения, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Наименование показателя	Норма через	
	24 цикла (20 УГЭ)	48 циклов (40 УГЭ)*
Адгезия	Не должна быть более 1 балла	
Цветовые характеристики по координатному методу	Не должны быть выше предельных отклонений $L^* \leq 5,5$; $a^* \leq 0,8$; $b^* \leq 3,5$	
Блеск	Не должен превышать 50% от исходной величины	
Несущая способность зон соединения при сдвиге, Н/мм	Не должна быть более 20% от исходной несущей способности зон соединения при сдвиге	Не должна быть более 30% от исходной несущей способности зон соединения при сдвиге
Несущая способность зон соединения при поперечном растяжении, Н/мм	Не должна быть более 20% от исходной несущей способности зон соединения при поперечном растяжении	Не должна быть более 20% от исходной несущей способности зон соединения при поперечном растяжении
Коррозионная стойкость к действию соляного тумана (тест МАХА)	Глубина проникновения коррозии не должна превышать 0,5 мм по обе стороны насечки; 48 ч	Глубина проникновения коррозии не должна превышать 0,5 мм по обе стороны насечки; 48 ч

2.4.2 В качестве искусственных климатических факторов при ускоренных лабораторных испытаниях были приняты следующие циклические воздействия:

- ультрафиолетового облучения;
- слабоагрессивных химических сред (растворов),
- положительных и отрицательных температур;
- соляного тумана.

Разработанная методика оценки долговечности (срока службы) позволяет сократить время и затраты на проведение испытаний и обеспечить строительство объектов качественными герметизирующими материалами, алюминиевыми профилями, уплотняющими прокладками и стеклопакетами, соответствующими требованиям долговечности для конкретного региона строительства.

Применение материалов требуемой долговечности должно позволить уменьшить эксплуатационные расходы на уже выстроенном объекте и внести вклад в решение проблемы ресурсосбережения.

3 Отбор образцов и подготовка образцов к испытанию

Настоящий комплексный метод ускоренной оценки долговечности (срока службы) распространяется на герметики различного функционального назначения, уплотнительные прокладки, алюминиевые профили и стеклопакеты строительного назначения, предназначенные для устройства светопрозрачных ограждающих конструкций современных фасадных систем и определяет их долговечность (стойкость) в условиях ускоренных испытаний под действием климатических факторов.

3.1 Метод отбора образцов

3.1.1 Общие положения, герметики

3.1.1.1 Перед отбором проб упаковочные единицы, хранившиеся при отрицательной температуре, должны быть выдержаны при температуре (23 ± 5) ºС не менее 24 ч, а хранившиеся при температуре (23 ± 5) ºС – не менее 1 ч., при этом они должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

3.1.1.2 Отбор пробы вулканизующего компонента В (при наличии) должен производиться непосредственно перед смешением с основным компонентом А.

Подготовку образцов к испытанию и испытания, если нет других указаний, проводят при температуре (23 ± 5) ºС, если в НД на конкретный тип герметика не указана другая температура.

3.1.1.3. Определение твердости по Шору А, условной прочности и относительного удлинения в момент разрыва на образцах-швах, и прочности сцепления с приклеиваемым материалом проводят на образцах герметика, все остальные физико-механические свойства – на образцах пленки.

3.1.1.4. Порядок подготовки герметика:

- однокомпонентный герметик должен быть готов к применению;

- двухкомпонентный герметик – смесь компонентов А и В, взятых в соотношении, указанном в НД на конкретный тип герметика, перемешивают в емкости до получения однородной массы и в количестве, указанном в НД.

3.1.1.5 Изготовление образцов пленки проводят следующим образом:

- на лист антиадгезионной бумаги, размерами, необходимыми для получения заданного количества образцов для испытаний, наносят однокомпонентный или двухкомпонентный герметик;

- толщина слоя и время выдержки до отверждения должны быть указаны в НД на конкретный тип герметика;

- после отверждения пленку снимают с антиадгезионной бумаги и вырезают заданное количество образцов для испытаний.

3.1.1.6 Время выдержки пленки до отверждения должно быть указано в НД на конкретный тип герметика.

3.1.1.7 Количество образцов для каждого вида испытаний должно быть указано в НД на конкретный тип герметика

3.1.1.8 Показатели, имеющие числовое выражение, вычисляют как среднее арифметическое значение всех испытанных образцов.

3.1.2 Общие положения, уплотнители

3.1.2.1 Перед отбором образцов упаковочные единицы уплотнителей, хранившиеся при отрицательной температуре, должны быть выдержаны при температуре (23 ± 2) °С не менее 24 ч, а хранившиеся при температуре (23 ± 2) °С не менее 1 ч, при этом они должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

3.1.2.2 Подготовку образцов к испытанию и испытания, если нет других указаний, проводят при температуре (23 ± 2) °С, если в НД на конкретный вид уплотнительной прокладки не указана другая температура.

3.1.2.3 Количество образцов для каждого вида испытаний должно быть указано в НД на конкретный вид уплотнительной прокладки.

3.1.2.4 Число образцов для испытания на долговечность, включая контрольные, устанавливают в зависимости от продолжительности испытаний, частоты съемов и числа образцов на один съем для определения каждого показателя.

3.1.2.5 Показатели, имеющие числовое выражение, вычисляют как среднее арифметическое значение всех испытанных образцов.

3.1.3 Общие положения, алюминиевые профили

3.1.3.1 Перед отбором образцов упаковочные единицы профилей, хранившиеся при отрицательной температуре, должны быть выдержаны при температуре (23 ± 2) °С не менее 24 ч, а хранившиеся при температуре (23 ± 2) °С не менее 1 ч, при этом они должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

3.1.3.2 Подготовку образцов к испытанию и испытания, если нет других указаний, проводят при температуре (23 ± 2) °С, если в НД на конкретный вид уплотнительной прокладки не указана другая температура.

3.1.3.3 Количество образцов для каждого вида испытаний должно быть указано в НД на конкретный вид профиля.

3.1.3.4 Число образцов для испытания на долговечность, включая контрольные, устанавливают в зависимости от продолжительности испытаний, частоты съемов и числа образцов на один съем для определения каждого показателя.

3.1.3.5 Показатели, имеющие числовое выражение, вычисляют как среднее арифметическое значение всех испытанных образцов.

Отбор и подготовка образцов стеклопакетов к испытаниям проводят по ГОСТ 30779-2014.

4 Разработка режимов комплексных ускоренных испытаний элементов СОК под действием климатических факторов

Вновь разработанный метод позволит значительно сократить время испытаний этих элементов и максимально использовать оборудование.

В продолжение работы по этому направлению была поставлена тема «Метод комплексной ускоренной оценки долговечности элементов светопрозрачных ограждающих конструкций для современных фасадных систем под действием климатических факторов в условиях жаркого климата Крыма».

При разработке режимов комплексных ускоренных испытаний элементов СОК были учтены особенности жаркого климата на южном берегу Крыма (ЮБК).

Литературный обзор отечественных и зарубежных методик и стандартов по СОК для современных фасадных систем показал необходимость учета морского климата на побережье Крыма, коррозию ЛКП алюминиевых профилей.

В этой связи при разработке Методики уделено внимание методам оценки коррозионной стойкости металлов и сплавов, металлических и неметаллических покрытий, ЛКП под действием соляного тумана.

В Методике установлены критерии оценки долговечности элементов СОК, а также их изменения в процессе старения.

Выбраны факторы климатического воздействия на материалы, применяемые для изготовления элементов СОК, установлены требования к испытательному оборудованию.

В основу Методики легли два режима комплексных ускоренных испытаний под воздействием климатических факторов ЮБК для:

- герметиков, уплотнительных прокладок и стеклопакетов;
- алюминиевых профилей.

В результате разработан «Метод комплексной ускоренной оценки долговечности элементов светопрозрачных ограждающих конструкций для современных фасадных систем под действием климатических факторов в жарких условиях Крыма».

4.1. Испытания для обеих климатических зон (умеренного климата РФ и жаркого климата Крыма) состоят из двух этапов:

- контрольные испытания с целью установления фактических физико-механических характеристик элементов;

- испытания после воздействия климатических факторов.

4.2. Испытания на долговечность герметиков, прокладок и стеклопакетов для умеренного климата РФ проводят по режиму, приведенному в таблице 5.

Таблица 5

Вид испытаний и продолжительность, ч							
Воздействие раствора соли	УФ-облучение	Воздействие щелочным раствором	Выдержка в воде	Воздействие кислым раствором	Замора-живание	Оттаи-вание	Нагрев
0,4	3,0	0,3	2,0	0,3	3,0	1,0	13,0
Примечания. 1 Время повышения и снижения температуры при замораживании и нагреве образцов входит во временные интервалы, указанные в таблице, и должно составлять не более 40 мин. 2 Изменение температуры не должно превышать 3 °С/мин. 3 Замораживание при температуре (45 ± 2) °С и оттаивание – (20 ± 2) °С. 4 Температура испытаний, если нет никаких других указаний, должна быть (23 ± 5) °С. 5 Температура нагрева прокладок – 100 °С, герметиков – 150 °С, стеклопакетов – 70°С. 6 Физико-механические свойства образцов определяют не ранее чем через 8 ч после окончания воздействия климатических факторов. 7 Через каждые 24 циклов испытания на долговечность для образцов-швов проводят 100 циклов попеременного сжатия-растяжения на величину 12,5%.							

4.3. Испытания на долговечность алюминиевых профилей для умеренного климата РФ проводят по режиму, приведенному в таблице 6.

Таблица 6

Вид испытаний и продолжительность, ч						
Воздействие соляного тумана	Высушивание	УФ-облучение	Орошение щелочным раствором	Замораживание	Оттаивание	Орошение кислым раствором
12,0	3,0	3,0	0,5	3,0	1,0	0,5
Примечания: 1 Время повышения и снижения температуры при замораживании образцов входит во временные интервалы, указанные в таблице, и должно составлять не более 40 мин. 2 Изменение температуры не должно превышать 3 ^{0}С/мин. 3 Температура испытаний, если нет никаких других указаний, должна быть (23±5) °С. 4 Физико-механические свойства образцов определяют не ранее чем через 8 ч после окончания воздействий климатических факторов.						

4.4. Испытания на долговечность герметиков, уплотнительных прокладок и стеклопакетов под действием климатических факторов в условиях жаркого климата Южного берега Крыма проводят по режиму, приведенному в таблице 7.

Таблица 7

Вид испытаний и продолжительность, ч					
Воздействие раствора соли	УФ-облучение при 70 °С	Выдержка в воде	УФ-облучение при температуре 70 °С	Воздействие кислым раствором	Нагрев
1,0	3,0	0,5	3,0	0,5	15,0
Примечания: 1 Время повышения и снижения температуры при замораживании и нагреве образцов входит во временные интервалы, указанные в таблице, и должно составлять не более 40 мин. 2 Изменение температуры не должно превышать 3 °С/мин. 3 Температура испытаний, если нет никаких других указаний, должна быть (23 ± 5) °С. 4 Интенсивность УФ-облучения – (80 ± 2) Вт/м^2. 5 Температура нагрева уплотнительных прокладок – 100 °С, герметиков – 150 °С, стеклопакетов – 100°С. 6 Физико-механические свойства образцов определяют не ранее чем через 8 ч после окончания воздействия климатических факторов. 7 Через каждые 24 циклов испытания на долговечность для образцов-швов проводят 100 циклов попеременного сжатия-растяжения на величину 12,5%.					

Испытания на долговечность алюминиевых профилей проводят по режиму, приведенному в таблице 8.

Таблица 8

Вид испытаний и продолжительность, ч						
Воздействие соляного тумана	Высушивание при 70 °С	УФ-облучение при 70 °С	Орошение щелочным раствором	Выдержка в воде	Воздействие кислым раствором	Нагрев при 70 °С
12,0	3	3,0	0,4	0,5	0,1	4,0
Примечания: 1 Время повышения и снижения температуры при замораживании образцов входит во временные интервалы, указанные в таблице, и должно составлять не более 40 мин. 2 Изменение температуры не должно превышать 3 °С/мин. 3 Температура испытаний, если нет никаких других указаний, должна быть (23 ± 5) °С. 4 Физико-механические свойства образцов определяют не ранее чем через 8 ч после окончания воздействий климатических факторов.						

5 Методы испытаний элементов СОК

5.1 Герметики

Рассмотрены наиболее распространенные зарубежные стандарты, включающие технические требования и методы испытаний герметизирующих материалов.

Европейский стандарт ISO 11600:2002/AMD/1:2011 «Строительство зданий. Материалы для стыков. Классификация и требования к герметикам. Изменение 1» распространяется на герметизирующие материалы для стыков при строительстве зданий, приводит их классификацию и предусматривает набор требований и методов, каждый из которых служит для определения отдельного свойства, отражающего стойкость к какому-либо воздействию, например:

- ISO 7389:2002 «Строительство зданий. Материалы для стыков. «Определение восстановления герметиков» – на определение упругого восстановления;

- ISO 8339:2005 «Строительство зданий. Герметики. Определение механических свойств при растяжении (от удлинения до разрыва)» – на определение механических свойств при растяжении от удлинения до разрыва;

- ISO 9047:2001 «Строительство зданий. Уплотнительные материалы. «Метод определения адгезионных/когезионных свойств при разных температурах» – на определение адгезионных/когезионных свойств при различных температурах;

- ISO 10563:2005 «Строительство зданий. Герметики. Определение изменения массы и объема» – на определение изменения массы и объема;

- ISO 10590:2005 «Строительство зданий. Герметики» – на определение свойств при растяжении с постоянным удлинением после погружения в воду;

- ISO 11431:2002 «Строительство зданий. Материалы для стыков» – на определение адгезионной/когезионной способности герметиков после воздействия тепла, воды и искусственного освещения через стекло. Немецкие стандарты DIN 18545-2-2008 «Материалы уплотняющие для остекления. Ч.2. Уплотнители, обозначения, технические требования и методы испытания» и DIN 52455-1-2003 «Герметики для строительных конструкций. Испытания на адгезию и расширение. Ч.1. Кондиционирование в стандартной атмосфере, воде или повышенной температуре»

распространяются на герметики типа полисульфидных и содержат технические требования и методы испытаний.

Американский стандарт ASTM C719-93 (2010) «Определение адгезионных и когезионных свойств эластомерных герметиков при циклическом воздействии (цикл Хокмана)» распространяется на определение адгезионных и когезионных характеристик герметиков под воздействием циклических воздействий.

Однако эти методы служат только для проведения испытаний различных видов герметизирующих материалов с целью оценки соответствия их назначению и для сравнительного тестирования отдельных характеристик этих материалов, но они не позволяют представить работоспособность этих материалов в условиях действия эксплуатационных факторов в течение длительного периода, не учитывают климатического района строительства, что не дает возможности получить количественную оценку срока службы исследуемых материалов, выраженную в годах.

Обзор зарубежных стандартов на методы испытаний герметиков показывает, что в НД включены показатели, которые не в полной мере отражают работоспособность этих материалов в конструкциях. Отсутствуют показатели, позволяющие оценить долговечность этих материалов в процессе эксплуатации, такие как стойкость к ультрафиолетовому облучению, циклические воздействия положительных и отрицательных температур, стойкость к воздействию слабоагрессивных химических сред и др.,

Отечественные стандарты на методы испытаний герметиков для структурного остекления отсутствуют. Герметики выпускаются рядом фирм по техническим условиям, содержащим технические требования и методы испытаний, аналогичные зарубежным методам.

На основе отечественных и зарубежных НД, нами были выбраны основные физико-механические свойства герметиков, определяющие их функциональное назначение. К ним относятся:

- плотность (г/см^3);
- время отверждения до отлипа (мин.);
- полное отверждение (сут.);

- твердость по Шору А (усл. ед.);

- модуль упругости при 100% при растяжении (МПа);

- условная прочность (МПа);

- относительное удлинение при разрыве (%);

- прочность при растяжении образца-шва (МПа);

- относительное удлинение при разрыве образца-шва (%);

- адгезия (прочность сцепления) (МПа);

- теплостойкость;

- гибкость при отрицательной температуре;

- паропроницаемость;

- водопоглощение и другие.

Из представленного перечня показателей в качестве критериев для оценки долговечности герметика нами были выбраны показатели, наиболее характеризующие его эксплуатационные свойства, такие как:

- твердость по Шору А (усл. ед.);

- адгезия (прочность сцепления), МПа;

- условная прочность (МПа);

- относительное удлинение при разрыве (%);

- прочность при растяжении образца-шва (МПа);

- относительное удлинение при разрыве образца-шва (%);

- гибкость при отрицательной температуре.

5.1.1 Определение твердости по Шору А проводят по ГОСТ 263-75 со следующими дополнениями в части подготовки образца:

- в чашку Петри диаметром не менее 10 мм по ГОСТ 25336-82 помещают однокомпонентный или двухкомпонентный герметик, подготовленный по п. 3.1.4, и с помощью шпателя выравнивают поверхность;

- толщина слоя должна быть не менее 10 мм, если в НД на конкретный герметик не указано другое количество;

- чашку вместе с герметиком выдерживают до отверждения в соответствии с п. 3.1.6.

5.1.2 Определение условной прочности и относительного удлинения при разрыве проводят на образцах-лопатках по ГОСТ 270-75 со следующими дополнениями:

- тип образца – 3;

- длина образца – (250 ± 2) мм;

- скорость раздвижения зажимов испытательной машины – (100 ± 10) мм/мин.

5.1.3 Определение условной прочности и относительного удлинения в момент разрыва проводят на образцах-швах проводят по ГОСТ 25945-98 со следующими дополнениями:

- подложки (2 шт.) из стекла и бетона в виде призм длиной и шириной (50 ± 2) мм и толщиной, обеспечивающей сохранение формы подложек в процессе изготовления и испытания образца;

- герметик помещают на середину подложки.

5.1.4 Определение прочности сцепления с приклеиваемым материалом

5.1.4.1 Подготовка к испытанию

Стекло-стекло/алюминий-алюминий

На предварительно очищенную с одной стороны поверхность двух стеклянных/алюминиевых пластин в центре наносят герметик (масса навески – (3,0 ± 0,5) г), если в НД на конкретный герметик не указано другое количество, выдерживают на воздухе в течение 3–5 мин, а затем склеивают крестообразно. Излишки герметика счищают ножом.

5.1.4.2 Образец выдерживают на воздухе в соответствии с 3.1.6.

5.1.4.3 Проведение испытаний

Образец помещают в приспособления, которые закрепляют в захватах разрывной машины, устанавливают заданную скорость и производят отрыв.

5.1.4.4 Обработка результатов

Прочность сцепления с приклеиваемым материалом $R_{сц}$ в МПа вычисляют по формуле:

$$R_{сц} = \frac{P}{S}$$

где

P – максимальное условие отрыва, Н;

S – площадь склеивания, $м^2$.

Характер разрушения отрыв герметик-стекло – когезионный, герметик-алюминий – когезионно-адгезионный.

5.1.5 Определение гибкости проводят по ГОСТ 26589-94 /25/ на брусе с закруглением радиусом 10 мм при температуре (минус 50 ± 1)°С.

5.2 Уплотнительные прокладки

5.2.1 Определение разрывной нагрузки и относительного удлинения при разрыве проводят по ГОСТ 11262-80 на трех образцах со следующими дополнениями:

- длина образца – (200 ± 2) мм, толщина и ширина образца равны толщине и ширине уплотнительной прокладки.

5.2.2 Определение изменения линейных размеров проводят по ГОСТ 30778-2001 со следующими дополнениями: испытания проводят на трех образцах;

- длина образца – (200 ± 2) мм;

- расстояние между метками – (100 ± 2) мм; полученный результат округляют до 1 мм.

5.2.3 Водопоглощение определяют по ГОСТ 9.030-74 (Метод А) по изменению массы в течение 24 ч со следующим дополнением:

- длина образца – (200 ± 2) мм.

5.2.4 Определение гибкости

Гибкость определяют по ГОСТ 2678-94 на брусе с закруглением радиусом 10 мм при температуре (минус 50+1)°С.

5.2.5 Определение стойкости к многократному статическому сжатию

Сущность метода заключается в определении способности материала выдерживать без разрушения многократный перегиб на 90°.

5.2.5.1 Отбор образцов

Испытания проводят на трех образцах длиной (200 ± 2) мм и шириной, равной ширине прокладки.

5.2.5.2 Подготовка и проведение испытания

Образец вертикально закрепляют в нижнем, а затем в верхнем зажиме прибора.

Счетчик приводят в нулевое положение, а ручки частоты и угла перегиба приводят в заданное положение и включают прибор. По достижении заданного числа циклов прибор отключают, и образец вынимают из зажимов.

5.2.5.3 Обработка результатов испытаний

Образец считают выдержавшим испытание, если не произошло его разрушения.

5.3 Стеклопакеты

5.3.1 Точку росы определяют по ГОСТ 24866-2014.

5.3.2 Эффективность влагопоглотителя определяют по ГОСТ 24866-2014.

5.4 Алюминиевые профили

Качество оконных и дверных профильных алюминиевых систем регулируется рядом нормативных документов, в частности:

- СНиП 2.03.06-85 «Алюминиевые конструкции», в которых рассмотрены нормы на проектирование алюминиевых строительных конструкций зданий и сооружений. Нормы не распространяются на проектирование алюминиевых конструкций мостов и конструкций зданий и сооружений, подвергающихся многократному воздействию нагрузок, а также непосредственному воздействию подвижных или динамических нагрузок или температуры выше 100° С.
- ГОСТ 22233-2001 «Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия». Стандарт распространяется на профили из алюминиевых сплавов системы алюминий-магний-кремний, изготовленные методом горячего прессования и предназначенные для применения в светопрозрачных ограждающих конструкциях зданий и сооружений.

Основные физико-механические показатели для комбинированных профилей (в которых внутренние и наружные элементы выполнены из алюминиевых профилей одной марки сплава, соединенных между собой термовставкой из материала с более низкой теплопроводностью) следующие:

- несущая способность при сдвиге;

- несущая способность при поперечном растяжении;

- цвет защитно-декоративного покрытия;

- блеск;

- адгезия;

- коррозионная стойкость, тест МАХА;

- толщина лакокрасочного покрытия.

5.4.1 Определение адгезии проводят по ГОСТ 15140-78.

5.4.2 Определение цветовых характеристик поверхности профиля проводят по координатному методу на спектрофотометре (рисунок 1, приложение Г).

Спектральное отражение измерялось образца профиля в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм. Результаты измерения фиксировались при условии стандартного формированного источника света D65 и геометрии измерений 10°.

5.4.2.2 Данные выводятся на экран дисплея в виде абсолютных значений: L*, a*, b* и/или цветовых различий: ΔL*, Δa*, Δb*, Δ E*.

5.4.2.3 Прибор автоматически определяет светлоту (L*), цветовой тон и насыщенность (a* – в красно-зеленом диапазоне, b* – в желто-синем диапазоне) и соответствующие цветовые различия в системе CIELAB.

5.4.2.4 На основании экспериментальных данных по определению цветовых характеристик профилей прессованных из алюминиевых сплавов устанавливаются номинальные значения цветовых характеристик, приведенные в таблице 9.

Таблица 9

Номинальные значения цветовых характеристик			Отклонения от номинальных значений, не должны превышать		
L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
54,9	0,2	–0,2	±1,00	±0,20	±0,35

5.4.3 Определение блеска проводят по ГОСТ 896-69.

5.4.4 Определение несущей способности зон соединения при сдвиге проводят ГОСТ 22233-2001.

5.4.5 Определение несущей способности зон соединения при поперечном растяжении проводят ГОСТ 22233-2001.

5.4.6 Определение коррозионной стойкости к воздействию соляного тумана (тест МАХА) проводят по ГОСТ 22233-2001.

6 Оборудование, приборы и материалы для определения долговечности СОК для фасадных систем

Аппарат искусственной погоды (АИП) с ксеноновым излучателем по ГОСТ 23750-79 или другой аппарат типа «Ксенотест», обеспечивающий:

- создание, регулирование и поддержание заданных значений температуры с допустимой погрешностью не более ±2 °С (рисунок 2, приложение Г);

- термосветоозонное воздействие с уровнем ультрафиолетового облучения (80 ± 2) Вт/м^2 при температуре в камере по термометру «черная панель» – (60±2) °С; объемная доля озона – (2,5 ± 0,5)10^{-6}%;

- дождевание (орошение) образцов.

АИП должен быть укомплектован: кассетами или другими устройствами для закрепления образцов на барабане испытательной камеры, изготовленной из материала, не оказывающего влияния на результат испытания.

Криокамера с регулировкой температур в диапазоне от минус 60 °С до 23 °С с погрешностью измерения 2 °С (рисунок 3, приложение Г);

Машина универсальная испытательная серии для измерения различных строительных материалов на растяжение, сжатие и изгиб (рисунки 4 и 5).

Нагрузка, прикладываемая к образцу, преобразуется тензорезисторным датчиком силы в электрический сигнал, который обрабатывается в электронном блоке и отображается в единицах силы на дисплее компьютера.

Наибольшая предельная нагрузка – 5000 Н, максимальная скорость перемещения подвижной траверсы – 1500 мм/мин.

Машина позволяет подключение ПК для получения и обработки полученных данных в виде диаграмм и таблиц.

Циклическая базовая камера (далее по тексту камера) соляного тумана, отвечающая требованиям ГОСТ 20.57.406-81 и обеспечивающая непрерывное распыление раствора хлористого натрия (рисунок 13, приложение Г).

Камера должна быть оснащена:

- устройством для проведения испытаний в условиях повышенной неконденсированной влажности и внешним устройством для контроля сбора

конденсата: резервуаром емкостью 227 л с насосом для проведения длительных испытаний;

- воздуходувкой для подачи сжатого воздуха;

- устройством для распыления соляного раствора, включающим в себя источник подачи сжатого воздуха при контролируемом давлении;

- резервуаром для распыляемого раствора;

- форсунками, изготовленными из материала, стойкого к соляному раствору.

Спектрофотометр для определения цветовых характеристик материалов координатным методом (рисунки 7 и 8, приложение Г).

Блескомер фотоэлектрический по ГОСТ 896-89.

Фотоинтенсиметр-дозиметр для измерения интенсивности УФ-излучения (рисунок 9).

Толщиномер цифровой покрытый.

Шкаф электрический сушильный типа СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5, обеспечивающий поддержание температуры до 160 °С (рисунок 6, приложение Г).

Прибор для определения многократного перегиба (для испытания уплотнительных прокладок).

Весы лабораторные с погрешностью измерения не более 0,1 г.

Брус с закруглением радиусом 10 мм по ГОСТ 2678-94.

Линейка металлическая измерительная по ГОСТ 427-75.

Штангенциркуль по ГОСТ 166-89.

Посуда лабораторная стеклянная по ГОСТ 25336-82.

Емкость для размещения образца стеклопакета согласно требованиям ГОСТ 24866-2001.

Термометры жидкостные с диапазоном измерения от минус 100 °С до плюс 100^0С с погрешностью измерения не более 0,5 °С.

Часы с погрешностью измерения не более 10с/сут.

Кислота серная по ГОСТ 4204-77.

Натрия гидроокись по ГОСТ 4328-77

Натрий хлористый по ГОСТ 4233-77.

Допускается применение другого оборудования, обеспечивающего условия проведения испытаний и погрешность измерений в пределах, установленных в настоящей методике.

7 Проведение испытаний и оценка результатов испытаний

7.1 Подготовка образцов алюминиевых профилей к испытанию в камере соляного тумана

Отобранные образцы перед испытанием кондиционируют при температуре (20 ± 2) °С не менее 1 ч, при этом они должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

7.1.1 Приготовление соляного раствора

7.1.1.1 Соляной туман образуется в результате распыления соляного раствора, приготовленного путем растворения в деионизированной воде хлористого натрия в количестве 50 г в 950 мл воды.

7.1.1.2 Концентрация раствора (5 ± 1)% по весу. Водородный показатель (pH) раствора должен быть в пределах 6.5–7.2 при температуре (20 ± 2) °С и корректироваться до указанного значения путем добавления соляной кислоты или гидроокиси натрия квалификации ч.д.а.

7.1.1.3 Раствор для каждого цикла распыления соляного тумана должен быть приготовлен заново.

7.1.1.4. Во избежание попадания твердых частиц в отверстия распылительного устройства раствор должен быть отфильтрован перед его введением в резервуар камеры.

7.1.1.5 Соляной туман должен распыляться с помощью форсунок.

7.1.1.6 Приготовление щелочного раствора осуществляется путем растворения в дистиллированной воде едкого натра в количестве 3 г в 100 г воды.

Температура раствора при испытании – (23 ± 5) °С.

7.1.1.7 Приготовление кислого раствора осуществляется путем растворения в дистиллированной воде серной кислоты в количестве 3 г в 100 г воды.

Температура раствора при испытании – (23 ±5) °С

7.2 Подготовка соляной камеры к испытанию

7.2.1 В камере устанавливают заданный режим распыления и определяют скорость осаждения соляного тумана. Средняя скорость улавливания конденсата в каждом сборнике, измеренная в течение минимального периода 24 ч, должна составлять 1–2 мл за 1ч работы камеры.

7.2.3 Скопившийся конденсат должен иметь концентрацию (50 ± 10) г/л.

Конденсат удаляют из рабочего объема и не используют повторно.

7.2.4 Перед распылением раствор нагревают до 35 °С для удаления растворенного углекислого газа, если для его приготовления не применялась свежепрокипяченная дистиллированная вода.

7.2.5 Воздух для высушивания с относительной влажностью (50 ± 20)% предварительно пропускают через фильтр для улавливания любых следов масла или твердого вещества.

Количество воздуха должно быть таким, чтобы на образцах по окончании времени высушивания не было следов влаги.

7.3 Подготовка АИП к испытанию

7.3.1 В АИП устанавливают уровень интенсивности ультрафиолетового облучения (80 ± 2) Вт/м^2.

Интенсивность ультрафиолетового облучения контролируют фотоинтенсиметром перед началом испытаний и через каждые 20 ч облучения.

7.3.2 Устанавливают температуру «черной панели» (60 ± 2) °С.

7.4 Подготовка криокамеры к испытанию

7.4.1 Устанавливают режим работы криокамеры (минус 50 +2) °С.

7.5 Подготовка сушильного шкафа к испытанию

7.5.1 Устанавливают температуру выдержки при нагреве – (80±2) °С.

7.6 Проведение испытаний на долговечность

Испытания на долговечность герметиков, прокладок и стеклопакетов для умеренного климата РФ проводят по режиму, приведенному в таблице 10.

7.6.1 Образцы герметиков, прокладок и стеклопакетов укладывают в емкость с солевым раствором, приготовленным по п. 7.1.1.2 настоящей методики, и выдерживают 0,4 ч.

7.6.2 Затем промывают дистиллированной водой, закрепляют на кассетах и размещают в испытательную камеру аппарата АИП, где подвергают облучению ультрафиолетом в течение 3 ч.

7.6.3 Затем проводят орошение щелочным раствором, приготовленным по п.7.1.1.6 настоящей методики, в течение 0,3 ч и переносят в емкость с водой, где выдерживают в течение 2,0 ч.

7.6.4 После выдержки в воде проводят орошение кислым раствором, приготовленным по п. 7.1.2 настоящей методики, в течение 0,3 ч, а затем переносят в морозильную камеру, где выдерживают при температуре $(45\pm2)^0$С в течение 3 ч, а затем вынимают и оттаивают при температуре $(20\pm2)^0$С в течение 1 ч.

7.6.5 Нагрев производится в сушильном шкафу в течение 13 ч.

7.6.6 Испытания на долговечность алюминиевых профилей проводят по режиму, приведенному в таблице 11.

7.6.6.1 Образцы алюминиевых профилей помещают в камеру соляного тумана под углом (20 ± 5)°С к вертикали испытуемой поверхностью вверх на расстоянии не менее 20 мм друг от друга, от стенок – не менее 100 мм, от дна камеры – не менее 200 мм. Испытуемые образцы должны занимать не более 15% объема камеры.

7.6.6.2 Камеру нагревают до температуры (45 ± 2) °С и подвергают воздействию соляного тумана в течение 12 ч, а затем температуру поднимают до (70 ± 2) °С (высушивание образцов).

Допускается помещать образцы в камеру после установления в ней заданной температуры, предварительно нагрев ее до температуры, превышающей испытательную на 2–3°С.

7.6.6.3 После высушивания образцы вынимают из камеры, закрепляют на кассетах и размещают на барабане испытательного аппарата АИП, где подвергают облучению ультрафиолетом в течение 3 ч.

7.6.6.4 Затем образцы в течение 0,5 ч подвергают действию щелочного раствора, приготовленного по п. 7.1.1.6 настоящей методики, промывают дистиллированной водой и переносят в морозильную камеру.

7.6.6.5 Образцы выдерживают в морозильной камере при температуре минус (30 ± 2) °С в течение 3 ч, а затем подвергают оттаиванию в воде в течение 1 ч.

7.6.6.6 Завершает цикл воздействие кислого раствора, приготовленного по п.7.1.2 в течение 0,5 ч.

7.6.6.7 Температура испытаний, если нет никаких других указаний, должна быть (23 ± 5) °С.

7.6.6.8 Общая продолжительность испытания, равная 23 ч, принимается за 1 цикл. 12 циклов испытаний приравнивают к 10 УГЭ.

7.6.6.9 После 12, 24 и 48 циклов климатических испытаний, что соответствует 10, 20 и 40 УГЭ, определяют физико-механические свойства, приведенные в разделе 5 настоящей методики.

7.6.6.10 Проведение испытаний для жаркого климата состоят из двух этапов:

- контрольные испытания с целью установления фактических физико-механических характеристик элементов;

- испытания после воздействия климатических факторов.

7.6.6.11 Определение физико-механических характеристик герметика проводят в соответствии с методами, приведенными в разделе 5 настоящей методики.

7.6.6.12 Испытания на долговечность герметиков, уплотнительных прокладок и стеклопакетов проводят по режиму, приведенному в таблице 10.

Таблица 10

Вид испытаний и продолжительность, ч					
Воздействие раствора соли	УФ-облучение при 70 °С	Выдержка в воде	УФ-облучение при 70 °С	Воздействие кислым раствором	Нагрев
1,0	3,0	0,5	3,0	0,5	15,0

Примечания:
1 Время повышения и снижения температуры при замораживании и нагреве образцов входит во временные интервалы, указанные в таблице, и должно составлять не более 40 мин.
2 Изменение температуры не должно превышать 3 °С/мин.
3 Температура испытаний, если нет никаких других указаний, должна быть (23±5) °С.
4 Интенсивность УФ-облучения – (80 ± 2) Вт/м^2.
5 Температура нагрева уплотнительных прокладок – 100 °С, герметиков – 150 °С, стеклопакетов – 100 °С.
6 Физико-механические свойства образцов определяют не ранее чем через 8 ч после окончания воздействия климатических факторов.
7 Через каждые 24 циклов испытания на долговечность для образцов – швов проводят 100 циклов попеременного сжатия-растяжения на величину 12,5% .

7.6.6.13 Образцы герметиков, уплотнительных прокладок и стеклопакетов укладывают в емкость с солевым раствором, приготовленным по п.7.1.1.2 настоящей методики, и выдерживают 1,0 ч.

7.6.6.14 Затем промывают дистиллированной водой, закрепляют на кассетах и размещают на барабане испытательного аппарата АИП, где подвергают облучению ультрафиолетом в течение 3 ч.

7.6.6.14 После выдержки в воде в течение 0,5 ч помещают в аппарат АИП и подвергают облучению ультрафиолетом в течение 3 ч.

7.6.6.15 Затем проводят орошение кислым раствором, приготовленным по п.7.1.1.7 настоящей методики, в течение 0,5 ч, промывают дистиллированной водой и переносят в сушильный шкаф.

7.6.6.16 Нагрев производится в течение 15 ч.

7.6.7 Испытания на долговечность алюминиевых профилей проводят по режиму, приведенному в таблице 11.

Таблица 11

Вид испытаний и продолжительность, ч						
Воздействие соляного тумана	Высушивание при 70 °С	УФ-облучение при 70 °С	Орошение щелочным раствором	Выдержка в воде	Воздействие кислым раствором	Нагрев при 70 °С
12,0	3	3,0	0,4	0,5	0,1	4,0
Примечания: 1 Время повышения и снижения температуры при замораживании образцов входит во временные интервалы, указанные в таблице, и должно составлять не более 40 мин. 2 Изменение температуры не должно превышать 3 °С /мин. 3 Температура испытаний, если нет никаких других указаний, должна быть (23 ± 5) °С. 4 Физико-механические свойства образцов определяют не ранее чем через 8 ч после окончания воздействий климатических факторов.						

7.6.7.1 Образцы алюминиевых профилей помещают в камеру соляного тумана под углом (20 ± 5)° к вертикали испытуемой поверхностью вверх на расстоянии не менее 20 мм друг от друга, от стенок – не менее 100 мм, от дна камеры – не менее 200 мм. Испытуемые образцы должны занимать не более 15% объема камеры.

7.6.7.2 Камеру нагревают до температуры (45 ± 2) °С и подвергают воздействию соляного тумана в течение 12 ч, а затем температуру поднимают до (70 ± 2) °С (высушивание образцов).

Допускается помещать образцы в камеру после установления в ней заданной температуры, предварительно нагрев ее до температуры, превышающей испытательную на 2–3 °С.

7.6.7.3 После высушивания образцы вынимают из камеры, закрепляют на кассетах и размещают в аппарате, где подвергают облучению ультрафиолетом в течение 3 ч.

7.6.7.4 Затем образцы в течение 0,4 ч подвергают действию щелочного раствора, приготовленного по п. 7.1.1.6 настоящей методики, после чего выдерживают в дистиллированной воде 0,5 ч и воздействуют кислым раствором, приготовленным по п.7.1.1.7 в течение 0,1 ч, промывают дистиллированной водой и переносят в сушильный шкаф.

7.6.7.5 Нагрев производится в течение 4 ч при температуре 70 °С.

8 Контроль параметров и оценка результатов испытаний

8.1 Контролируемые параметры, которые заносят в журнал испытаний

В процессе проведения в испытаний в журнал заносят:

- время орошения солевым раствором: раздел 4 (табл. 7), раздел 7 (табл. 12);
- интенсивность УФ-облучения: раздел 4 (табл. 7 и 8), раздел 7, п. 7.3;
- время облучения образцов: раздел 4 (табл. 7 и 8), раздел 7(табл. 10 и 11);
- температуру на поверхности образцов по «черной панели»: раздел 4 (п. 4.2), раздел 7 (п. 7.3);
- время орошения щелочным раствором: раздел 4 (табл. 5 и 6), раздел 7 (табл. 11);
- время выдержки образцов в воде: раздел 7 (табл. 10 и 11);
- время выдержки в криокамере: раздел 4 (табл. 5 и 6);
- температуру в криокамере: раздел 4 (табл. 5 и 6), раздел 7 (п. 7.4);
- время орошения кислым раствором: раздел 4 (п. 4.4, табл. 5, 6 и 7);
- время выдержки в сушильном шкафу: раздел 4 (табл. 5, 7 и 8), раздел 7 (п. 7.5);
- температуру в сушильном шкафу: раздел 4 (табл. 5, 7 и 8), раздел 7 (п. 7.5).

8.2 Оценка результатов испытания

Оценку долговечности элементов СОК проводят по числу проведенных циклов климатических испытаний, имеющих положительный результат по всем характерным показателям старения.

8.2.1 Общая продолжительность испытания по каждому режиму, равная 23 ч, принимается за 1 цикл. 12 циклов испытаний приравнивают к 10 условным годам эксплуатации (УГЭ).

8.2.2 После 12, 24 и 48 циклов климатических испытаний, что соответствует 10, 20 и 40 УГЭ, определяют физико-механические свойства, приведенные в разделе 5 настоящей методики.

8.2.3 Оценку результатов долговечности (срока службы) элементов под действием искусственных климатических факторов проводят путем сравнения значений каждого характерного показателя, полученного после проведения испытаний, с результатами контрольных испытаний.

8.2.4 Изменение характерного показателя стойкости для образца $Y_{ОТН.}$, %, вычисляют по формуле

$$Y_{отн} = \frac{Y_{конт} - Y_{исп}}{Y_{конт}} 100 ,$$

где

$Y_{конт}$ – значение контрольного показателя;

$Y_{исп}$ – значение показателя после испытания.

Показатели, имеющие числовое выражение, вычисляют как среднее арифметическое значение всех испытанных образцов.

Положительный результат полного цикла испытаний является подтверждением стойкости профилей к воздействию климатических факторов в пределах климатической зоны, обусловленной режимом испытаний.

8.2.5 Результаты испытаний, имеющих числовое значение, оформляют в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12

№п/п	Наименование показателя	$Y_{контр}$	$Y_{исп}$	$Y_{отн}$

Критерии оценки долговечности для каждого отдельного показателя элементов СОК приведены в разделе 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные понятия, термины и определения

Долговечность: характеристика (параметр) изделий, определяющая их способность сохранять эксплуатационные свойства в течение заданного срока, подтвержденная результатами лабораторных испытаний и выражаемая в циклах стандартных испытаний или условных годах эксплуатации (срока службы) (ГОСТ 30673-2013).

Условный год эксплуатации: единица измерения долговечности изделия, условно соответствующая одному календарному году эксплуатации изделия в реальных условиях (ГОСТ 30973-2002).

Уплотнительная прокладка: специальная упругая эластичная прокладка сложной конфигурации, которая отвечает за максимально плотный прижим оконной створки к раме. Уплотнитель – предварительно сформованный эластичный профиль, служащий для герметизации элементов фасадной конструкции.

Структурное остекление: остекление без ярко выраженного разделения отдельных элементов.

Структурный стеклопакет: стеклопакет, предназначенный для применения в системах структурного (безрамного) остекления. Герметизирующие слои структурного стеклопакета не закрываются элементами рамы и не защищены от прямого воздействия ультрафиолетового излучения.

Жесткость: характеристика уплотнителя, выражаемая значением нагрузки, приложенной к испытуемому образцу при заданном значении его растяжения.

Остаточная деформация при сжатии (растяжении): характеристика уплотнителя, выражаемая отношением необратимой за время испытания деформации сжатия (растяжения) к максимальной деформации.

Характерный показатель: показатель, применяемый для оценки изменения его свойств в результате проведения испытаний.

Профиль: прессованное изделие с заданными размерами и формой поперечного сечения.

Светопрозрачная ограждающая конструкция: ограждающая конструкция, предназначенная для освещения естественным светом помещений зданий.

Фасад со структурным остеклением: конструкция навесного фасада, в которой профили не выступают за наружную плоскость заполнений, а вертикальные и горизонтальные швы заполняются герметиками и\или уплотнительными прокладками. Фиксация заполнений осуществляется путем их вклеивания на внутреннюю поверхность несущей конструкции при минимальном или отсутствующем механическом креплении.

Стеклопакет: изделие, состоящее из двух или более листовых материалов (стекло, ламинированное стекло, стемалит) с замкнутой по контуру герметичной разделительной прослойкой, заполненное для обеспечения тепло- и звукоизоляции осушенным воздухом или инертным газом.

Герметик: полимерная композиция, приобретающая после ее нанесения механические свойства по когезии и адгезии к стеклу и/или дистанционной рамке, достаточные для использования ее в качестве контурного уплотнения.

Конструкции ограждающие: строительные конструкции, предназначенные для изоляции внутренних объемов в зданиях и сооружениях от внешней среды или между собой с учетом нормативных требований по прочности, теплоизоляции, гидроизоляции, пароизоляции, воздухопроницаемости, звукоизоляции и т.д.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Нормативные ссылки

СП «Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования и устройства»

СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009» Общественные здания и сооружения», СП «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования»

СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования»

СП 70. 13330.2012 «СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»

ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»

СТО 02495359-3.001-2010 «Метод определения коррозионной стойкости алюминиевых профилей для светопрозрачных ограждающих конструкций к действию соляного тумана»

СТО 02495359-3.002-2011 «Стандарт НИИСФ РААСН. Методика определения долговечности герметиков различного функционального назначения для светопрозрачных ограждающих конструкций;

СТО 02495359-3.003-2012 «Стандарт НИИСФ РААСН. Методика определения долговечности уплотнительных прокладок для светопрозрачных ограждающих конструкций с учетом природно-климатических воздействий в условиях эксплуатации»;

СТО 02495359-3.001-2013 «Стандарт НИИСФ РААСН. Метод определения долговечности алюминиевых профилей для светопрозрачных ограждающих конструкций под воздействием климатических факторов»

СТО 02495359-3.002-2014 «Стандарт НИИСФ РААСН. Метод комплексной ускоренной оценки долговечности элементов светопрозрачных ограждающих конструкцийц для современных фасадных систем под действием климатических факторов»

ГОСТ 24866-2014 «Стеклопакеты клееные. Технические условия»

ГОСТ 30779-2014 «Стеклопакеты клееные. Метод определения сопротивления атмосферным воздействиям и оценки долговечности»

EN ISO 11197-1:2006 «Краски и лаки. Определение стойкости к циклическому воздействию коррозии»

ГОСТ 28860-90 «Каучуки и латексы. Номенклатура»

ГОСТ 30778-2001 «Прокладки уплотняющие из эластомерных материалов для оконных и дверных блоков. Технические условия»

ГОСТ 31362-2007 «Прокладки уплотняющие для оконных и дверных блоков. Метод определения сопротивления эксплуатационным воздействиям»

ГОСТ 22233-2001 «Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия»

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Элементы конструкций СОК

Отдельные элементы (СОК) – герметики, уплотнительные прокладки, алюминиевые профили и стеклопакеты, применяемые для строительства современных фасадных систем. Разработанная методика учитывает опыт зарубежных испытаний. На основе методик прошли испытания отдельные элементы фасадных конструкций для структурного остекления высотных зданий на территории комплексов «Москва-Сити» и «Телецентр НТВ» в Санкт-Петербурге.

О долговечности элементов светопрозрачных ограждающих конструкций

Одним из важнейших требований к элементам светопрозрачных ограждающих конструкций, включая высотные здания со структурным остеклением, является долговечность, которая должна составлять не менее 40 лет эксплуатации в различных строительно-климатических зонах Российской Федерации.

В атмосферных условиях материалы подвергаются воздействию различных агрессивных факторов: повышенных температур, солнечного облучения, влажности, холода, знакопеременных температур, химических реагентов (соляной туман, кислотные дожди, щелочные растворы в составе моющих средств и т.д.). Для ускоренной оценки долговечности материалов, базирующейся на механизмах их старения, нами было предложено использование лабораторных методов, основанных на оценке изменения значений характерных показателей старения под воздействием циклических нагрузок, имитирующих влияние различных климатических факторов при эксплуатации, в отличие от длительных натурных испытаний, принятых за рубежом

Сущность этих методов заключается в проведении ускоренных лабораторных испытаний циклическими воздействиями переменных положительных и отрицательных температур, влажности, ультрафиолетового облучения и слабоагрессивных химических сред (растворов).

Предлагаемый ускоренный подход к оценке долговечности элементов в лабораторных условиях включает предварительную проверку строительных материалов на соответствие требованиям нормативной документации (стандарты, технические условия, стандарты организаций) и каждого строительного материала по разрабатываемым методикам определения долговечности, позволит найти экономически целесообразные области применения новых полимерных строительных материалов. Благодаря появлению новых технологий строительная отрасль применяет сегодня новые материалы с улучшенными характеристиками. Это позволяет реализовать большее число архитектурных замыслов и проектов, разнообразить внешний вид и улучшить эксплуатационные характеристики зданий и сооружений.

Установление физико-механических свойств элементов СОК, определяющих их функциональное назначение, область применения

Герметики

Для остекления фасадов применяются различные герметики, с помощью которых могут крепиться рамы, заполняться швы и стыки.

Герметик – материал отверждающегося типа, который при переходе в рабочее состояние в присутствии химических агентов, влаги или кислорода отверждается с образованием пространственных химических структурных связей.

Рассмотрим различные группы применяемых герметиков.

Все герметики классифицируются по нескольким признакам:

Прежде всего, можно выделить группу, в которой герметики будут отличаться готовностью к применению:

- однокомпонентные (т.е. годные к непосредственному использованию);

- двух- и более компонентные (требуют перед использованием точного и тщательного смешения компонентов).

Следующую группу образуют герметики, отличающиеся по типу основы:

- акриловые;

- уретановые;

- тиоколовые (полисульфидные);

- силиконовые (силоксановые, кремнийорганические) и др.

Силиконовые герметики

Силиконовые герметики способны заменить все другие. К тому же они отличаются долговечностью. Силиконовые герметики являются сложной композицией, в которую входят следующие компоненты:

- основа – силиконовый каучук;

- усилитель – служит для повышения показателя прочности и обеспечения тиксотропных свойств, т.е. для устранения потеков на наклонных и вертикальных поверхностях;

- наполнитель – выполняет ряд второстепенных функций;

- краситель – при необходимости;

- вулканизующий компонент – для превращения первоначальной пастообразной консистенции герметика в резиноподобный материал под действием влаги воздуха;

- промоторы адгезии – обеспечивают прочный постоянный контакт герметика с поверхностью;

- силиконовый пластификатор – повышает эластичные свойства герметика.

Исходя из того, что силиконовые герметики обязательно содержат вулканизующий компонент, они дополнительно подразделяются еще на два типа: кислые («уксусные» – во время вулканизации им присущ запах уксуса) и нейтральные (аминные, оксимные, амидные, спиртовые). Силиконовые герметики с определенным типом вулканизующего компонента имеют свои преимущества и недостатки. Так, кислые герметики дешевле, чем нейтральные, однако их ни в коем случае нельзя использовать при герметизации поверхностей и материалов, которые могут взаимодействовать с выделяющейся во время вулканизации герметика уксусной кислотой с образованием растворимых солей (цементсодержащие материалы, алюминий и другие). В этом отношении нейтральные герметики являются более универсальными, т.к. этого ограничения у них нет, но при этом они

более дорогие. Несмотря на универсальность силиконового герметика, в ряде случаев необходимо внимательно относиться к выбору его марки, для того, чтобы он полностью выполнял свои функции. Например, существует ряд материалов, в основном это пластики (поликарбонат, и, особенно поликарбонат с УФ-защитой, полиэтилен, полипропилен, тефлон, ПВХ) к которым адгезия (прилипаемость) подавляющего большинства герметиков недостаточна. В этом случае необходимо использовать профессиональные (специализированные) марки герметиков, весьма дорогостоящие. Второй вариант – использование рядовых герметиков в паре со специальными грунтовками, которые создают промежуточный слой между проблемной поверхностью и герметиком.

Кроме того, герметики с противогрибковыми добавками, которые используются в местах с биологически агрессивной средой (туалетные и ванные комнаты, кухня, бассейны, душевые и т.п.), ни в коем случае нельзя применять для изделий и материалов, контактирующих с пищей.

Силиконовые герметики чаще всего используются для изолирования пустот при установке дверных проемов, оконных рам и металлических конструкций. Могут применяться как внутри помещений, так и снаружи. Достаточно герметичны и защищают конструкцию от проникновения влаги и запаха. Входящий в состав герметика силиконовый каучук обеспечивает повышенную термостойкость и устойчивость к перепадам атмосферного давления и изменениям погоды. Выпускаются силиконовые герметики различных цветов, что исключает нанесение на них краски. Такой вид герметиков является экологически безопасным и абсолютно безвредным, что позволяет во время работы с ним не использовать средства защиты. Силиконовые герметики превосходят органические по ряду параметров в большинстве строительных приложений.

Герметики на силиконовой основе служат дольше и являются более надежными, чем большинство герметиков на базе органических полимеров. Они представляют собой стойкие, однокомпонентные герметики, которые отверждаются при комнатной температуре, превращаясь в прочное, резиноподобное, твердое вещество с исключительно высокими эксплуатационными характеристиками и

могут удовлетворить самые разнообразные требования, возникающие при технической сборке и герметизации.

Для фасадного остекления обычно применяются силиконовые герметики, срок эксплуатации которых очень долог, к тому же они хорошо защищают внутренние помещения от пыли, осадков, противостоят воздействию ультрафиолета. Жидкий силиконовый каучук хорошо крепит элементы и стекло, а полисульфидные и полиуретановые герметики применяют в конструкциях, где необходимо скрепить оцинкованную сталь или алюминий с обычными (не структурными) стеклопакетами. Но и они в полной мере выполняют свое предназначение: фасадное остекление приобретает прочность, водонепроницаемость и термостойкость, к тому же конструкция приобретает законченный внешний вид, где скрепляющие элементы практически не видны.

При анализе использования герметиков в качестве внешнего уплотнения в стеклопакетах можно выделить следующие преимущества:

- долговечность: практикой проверено, что срок службы силиконовых герметиков превышает 20 лет. Использование высококачественного герметика при изготовлении стеклопакетов удлиняет их срок службы, а это сокращает владельцу здания расходы на замену окон;

- стойкость к ультрафиолетовому излучению: силиконовые герметики славятся своей способностью выдерживать действие солнечного света, под действием которого органические герметики, как правило, теряют свои свойства. Эта стойкость сохраняется и при старении, поэтому характеристики силикона почти не зависят от времени;

- гибкость и эластичность: силиконовые герметики сохраняют даже при таких температурах, при которых органические герметики крошатся или плавятся. Диапазон рабочих температур, в котором полностью сохраняются характеристики силиконовых герметиков, простирается от –40 °С до +120 °С;

- совместимость с системой: силиконовые герметики отличаются высокой адгезией к стеклу и алюминию – двум основным материалам для производства стеклопакетов. А комбинация внутренней бутиловой изоляции с наружным слоем

силиконового герметика обеспечивает получение изделий, превосходных как по характеристикам, так и по долговечности;

- удобство однокомпонентного материала: силиконовые герметики выгодно отличаются отсутствием специального отвердителя. Это позволяет снизить затраты на оборудование, уменьшить загрязнение, исключить ошибки при приготовлении смеси, повысить мобильность по сравнению с двухкомпонентными составами.

Силиконовые герметики как класс материалов имеют множество преимуществ. Следует, однако, иметь в виду, что химический состав конкретных марок продуктов может различаться, и не все типы герметиков одинаково хорошо подходят для тех или иных применений. Это, в частности, верно для герметиков, применяемых для изоляции стеклопакетов, где важна долговечность при постоянном воздействии атмосферных факторов. Герметик для стеклопакетов «Дау Корнинг»® разработан специально для применения в этих сложных условиях и имеет следующие преимущества перед более дешевыми силиконовыми составами с кислотным отвердителем:

- лучшие характеристики адгезии;

- герметик для стеклопакетов «Дау Корнинг» с нейтральным отвердителем обеспечивает надежную адгезию, как к алюминию, так и к стеклу, что не всегда достижимо с помощью кислотного герметика. Испытания показали,что недостаточная адгезия герметика к алюминию приводит к образованию конденсата внутри стеклопакета;

- меньшая скорость диффузии паров воды. Кислотные герметики имеют большую скорость диффузии паров воды, что ухудшает характеристики стеклопакета из-за образования конденсата;

- совместимость с бутиловыми герметиками. Некоторые бутиловые герметики разрушаются под действием уксусной кислоты, которая выделяется при отверждении кислотного герметика; это влечет за собой ухудшение свойств всего пакета;

- герметик для стеклопакетов «Дау Корнинг» не выделяет веществ, отрицательно влияющих на свойства бутилового герметика;

- прочность соединения. Герметик рассчитан на применение в ситуациях, где требуется высокая прочность (коэффициент упругости). В случае стеклопакета это связано с необходимостью удерживать стабильное положение листов стекла несмотря на постоянное расширение и сжатие при колебаниях температуры. Кислотные герметики имеют более низкий коэффициент упругости и не обладают такой прочностью.

Свойства нейтральных силиконовых герметиков приведены в таблицах В.1 и В.2.

Таблица В.1

Свойства	Dow Corning 796	Makrosil NA	GE Silplus N	Quilosa Orbasil N-16	BauMax «Силикон санитарный нейтральный»
Образование поверхностной пленки, мин.	15	15	15	10	20
Скорость вулканизации, мм/сутки	2–3	2–43	2–3	1–2	2–3
ISO 10563:2005. Изменение массы и объема					
Потеря массы,%	0,45	8,6	13,4	3,75	3,15
Объемная усадка,%	0,3	8,1	6,3	1,8	2,8
Модуль при 100%-ном поперечном растяжении шва при +20/–20/–30 °С, МПа	0,40/0,50/0,53	0,36/0,37/0,37	-/0,48/0,44	0,37/0,38/0,41	-/0,39/0,38
Прочность образцов при +20/–20/–30 °С, МПа	0,48/0,73/0,95	0,50/0,70/0,80	0,32/0,50/0,40	0,43/0,68/0,80	0,22/0,42/0,41
Растяжение при максимальном напряжении шва при +20/–20/–30%	140/400/530	180/345/415	73/145/120	170/380/410	67/145/130
Растяжение при разрыве шва при +20/–20/–30 °С	500/600/580	320/345/415	100/145/120	360/380/410	87/220/130
ISO 9047:2001 Результаты цикла сжатий-растяжений на 20% при температурах от –30 до +70 °С					
Бетон	Отслоение	-	Разрыв шва	Выдержал	Отслоение
Стекло	Слабая	Хорошая	Слабая	Хорошая	Удовлетворительная
ПВХ	Слабая	Хорошая	Удовлетворительная	Хорошая	Удовлетворительная
Часть 2					
Свойства	Krass	Penoseal NES	Chemlux 9018	ЭКО «Силикон	Kvadrosil Neutral

	"Универсальный силиконовый герметик"			нейтральный»	
Образование поверхностной пленки, мин.	12	30	14	30	24
Скорость вулканизации, мм/сутки	1–2	2–3	2–3	2–3	2–3
ISO 10563:2005 Изменение массы и объема					
Потеря массы, %	17,0	3,5	2,9	10,7	10,8
Объемная усадка, %	18,0	1,6	7,3	8,0	11,2
ISO 8339:2005 Механические свойства при растяжении					
Модуль при 100% попе-речном растя-жении шва при +20/–20/–30 °С, МПа	0,40/0,42/0,42	0,36/0,42/0,42	0,37/0,44/0,45	0,33/0,34/0,38	0,30/0,34/0,33
Прочность образцов при +20/–20/–30 °С, МПа	0,46/0,60/0,65	0,40/0,52/0,78	0,40/0,80/0,85	0,33/0,41/0,44	0,33/0,40/0,41
Растяжение при макси-мальном напряжении шва при +20/–20/–30°С, %	130/220/275	125/160/320	135/360/200	100/158/150	100/150/160
Растяжение при разрыве шва при +20/–20/–30 °С, %	130/385/385	230/330/320	346/360/340	137/200/190	140/190/180
ISO 9047:2001 Результаты цикла сжатий-растяжений на 20% при температурах от –30 до +700 °С					
Бетон	Отслоение	Частичное отслоение	Выдержал	Разрыв шва	Разрыв шва
Стекло	Выдержал	Выдержал	Выдержал	Отслоение	Разрыв шва
ПВХ	Отслоение	Частичное отслоение	Выдержал	Отслоение	Разрыв шва
ISO 9047:2001.Результаты цикла сжатий-растяжений на 12,5% при температурах от – 20 до +700 °С					
Бетон	Выдержал	Выдержал	-	Разрыв шва	Выдержал
Стекло	-	-	-	Отслоение	Разрыв шва
ПВХ	Отслоение	Выдержал	-	Отслоение	Разрыв шва
ISO 10590:2005 Адгезия в условиях длительного растяжения после погружения в воду					
Бетон	Слабая	Слабая	Слабая	Слабая	Слабая
Стекло	Слабая	Хорошая	Хорошая	Удовлетворительная	Удовлетворительная
ПВХ	Слабая	Хорошая	Хорошая	Удовлетворительная	Удовлетворительная

Таблица В.2

Фирма-производитель	Торговая марка	Побочный продукт вулканизации	Относительное удлинение при разрыве, %	Модуль упругости при 100% растяжении, МПа	Рекомендуемая область применения	Ограничения в применении к некоторым материалам
DOW CORNING	DC 911	Уксусная кислота	500	2,5	Герметизация швов и стыков между элементами остекления в аквариумах до 200 л, в конструкциях оконных и дверных блоков	Бетоны, строительные растворы, медные сплавы, свинец, цинк
	DC 915	Уксусная кислота	400	2,4	Установка сантехнического оборудования, герметизация швов и стыков в помещениях с повышенной влажностью: ванных комнатах, кухнях, туалетах, погребах	Материалы, выделяющие масла, пластификаторы и растворители (посуда и аквариумы – для DC 915)
	DC 916	Метил-кетоксим	400	1,8	Герметизация остекления межкомнатных перегородок, оконных и дверных блоков, идеален для приклеивания зеркал	То же
	DC 917	Спирт	375	0,5	Герметизация компенсационных швов в конструкциях домов, герметизация остекления межкомнатных перегородок, оконных и дверных блоков, идеален для приклеивания зеркал	То же
RHONE-POULENC	Silicex88	Уксусная кислота	800/600 *	2,2/1,0*	Наружные и внутренние работы. Герметизация швов и стыков между элементами остекления и	Бетоны, строительные растворы, медные сплавы, свинец, цинк,

					керамическими плитками, в алюминиевых и др. строительных конструкциях из непористых материалов	материалы, выделяющие масла, пласти-фикаторы и растворители
	Silicex89	Уксусная кислота	800/600*	2,2/1,0*	Наружные и внутренние работы. Монтаж сантехнического оборудования, герметизация швов в помещениях с повышенной влажностью	
	Silicex	Уксусная кислота	800/600*	2,2/1,0*		
FLM-FIRMEN-GRUPPE, Швейцария	ChemLux 9011	Уксусная кислота	550	1,6	Для наружных и внутренних работ по герметизации швов и стыков элементов остекления	Медные сплавы, свинец, цинк, материалы, выделяющие масла, пластификаторы и растворители
	ChemLux 9013	Уксусная кислота	500	1,3	Сборка каркасных и бескаркасных аквариумов, террариумов и витражей	
	ChemLux 9014	Уксусная кислота	500	1,5	Для герметизации строительных конструкций, оборудования пищевых производств, при монтаже кухонной мебели, герметизации столешниц и встроенного оборудования	Бетоны, строительные растворы, медные сплавы, свинец, цинк, матери-алы, выделяющие масла, пластификаторы и растворители
	ChemLux 9015	Уксусная кислота	550	1,6	Для герметизации швов и стыков и др. работ в помещениях с повышенной влажностью	Медные сплавы, свинец, цинк, материалы, выделяющие масла, пласти-фикаторы и растворители
	ChemLux 9016	Уксусная кислота	500	1,3	Для уплотнения швов между деталями при ремонте	Не рекомендуется применять

					автомобилей, в электронике и электротехнике	для этилена, полипропилена, подвижных швов между непористыми материалами (черепица, керамическая плитка) при фасадных работах
	ChemLux 9018	Спирт	300	**	Для внутренних и наружных работ по герметизации компенсацион - ных швов и стыков при повышенной влажности	Материалы, выделяющие масла, пласти- фикаторы и растворители

Необходимо отметить, что в Западной Европе работы по герметизации швов, стыков, строительных конструкций проводятся специально обученными высококвалифицированными специалистами и только при температуре окружающей среды не ниже +5 °С. В России примерно одна треть монтажных работ приходится на период со среднесуточной отрицательной температурой воздуха.

Акриловые герметики

Акриловые герметики, как и акриловые клеи, являются очень распространённым материалом. Это самые дешевые из современных строительных герметиков. Однако, они, как правило, не предназначены для наружных работ. Причина в том, что акриловые мастики не эластичны, а пластичны – они отлично наносятся, но не выдерживают механических нагрузок, например, при перепадах температур. Область применения акриловых герметиков – неответственные участки внутренней герметизации.

Герметики на акриловой основе не содержат в своем составе растворителей, имеют хорошую адгезию (прочность сцепления) к бетону, кирпичной кладке, древесине, штукатурке; у них хорошая устойчивость к свету и ультрафиолетовым лучам.

Являясь крупнейшим российским производителем строительных герметиков, компания «САЗИ» разработала рецептуру и организовала серийное производство

однокомпонентного акрилатного силиконизированного герметика, получившего название «СТИЗ – А» (ТУ 2513-034-32478306-00).

Свойства герметика представлены в таблице В.3.

Таблица В.3

Свойства	Показатели
Цвет	Белый глянцевая паста (по заказу возможен другой цвет)
Основа	Полиакрилат
Консистенция	Тиксотропная паста (не текучая)
Отверждение	Высыхание на воздухе
Время образования поверхностной пленки	1 ч (при +23 °С и нормальной влажности) с понижением температуры воздуха или увеличении влажности – увеличивается
Время отверждения при толщине слоя 3 мм	48 ч (при +23 °С и нормальной влажности) с понижением температуры воздуха или увеличении влажности – увеличивается
Сопротивление паропроницанию	0,16 $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$
Адгезионная прочность	1,38 кгс/см
Долговечность с	Не менее 20 лет
Плотность	1450 $кг/м^3$
Диапазон температур нанесения	От –15 °С до +30 °С
Диапазон температур эксплуатации	От –60 °С до +80 °С
Относительное удлинение в момент разрыва, не менее	150% (на образцах швов), 300% (на образцах лопаток)
Условная прочность в момент разрыва, не менее	0,15 МПа

В испытательной лаборатории «Стройполимертест» НИИСФ РААСН были проведены исследования герметиков наружного слоя «СТИЗ-А» и внутреннего «САЗИЛАСТ-11» для оценки возможности их использования при устройстве монтажных швов по ГОСТ 30971-2002.

Эксперименты показали существенное влияние технологии нанесения и толщины герметика «СТИЗ-А» на его паропроницамость. С учётом поправок, вносимых в настоящее время в ГОСТ 30971-2002 (сопротивление паропроницанию наружного слоя должно быть не более 0,25 $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$, можно рекомендовать проектную толщину слоя «СТИЗ-А» равной 2 мм.

Одновременно с этими исследованиями были изучены характеристики герметика, предложенного компанией «САЗИ» для внутреннего пароизоляционного слоя – «САЗИЛАСТ 11». Этот материал представляет собой однокомпонентную акрилатную высыхающую мастику. После нанесения мастики при помощи шпателя

или шприца происходит необратимый процесс её вулканизации с образованием эластичного резиноподобного материала. «САЗИЛАСТ 11» обладает хорошей адгезией (прилипанием) к большинству строительных материалов: кирпичу, бетону, штукатурке, пенобетону, дереву, ПВХ. Возможно нанесение герметика как на сухую, так и на влажную поверхность, но без капель воды. Благодаря высокой тиксотропности, «САЗИЛАСТ 11» можно наносить на горизонтальные, вертикальные и наклонные поверхности с положительными и отрицательными углами наклона.

Материал допускает поверхностную окраску и колеровку в массе. Основные свойства герметика показаны в таблице, а схема его применения на рисунке. Для соблюдения проектной толщины (не менее 2 мм) рекомендуется использование жгутов «Вилатерм», что позволяет сократить сроки монтажа, расход монтажной пены, обеспечивает сохранность шва при изгибных деформациях коробки оконного блока, обусловленных перепадом температур воздуха снаружи и внутри помещения. Обеспечение аккуратного шва достигается применением защитных липких лент (малярных), наносимых на лицевые кромки коробки оконного блока и удаляемых после герметизации. Учитывая отмеченную выше вероятность поступления влаги в монтажный шов со стороны стенового проёма, представляется не только целесообразным, но и рекомендованным нанесение герметика «САЗИЛАСТ 11» на соответствующие поверхности. В этом случае удаётся элиминировать некоторое повышение сопротивления паропроницанию, обусловленное возможным утолщением слоя герметика «СТИЗ-А», против проектной величины, возникающим на практике при нанесении.





Испытательная лаборатория «Стройполимертест» провела комплексные испытания по определению долговечности герметиков в условиях режимов, принятых по ГОСТ 30973-2002 «Профили поливинилхлоридные для оконных и дверных блоков. Метод определения сопротивления климатическим воздействиям и оценки долговечности», которые позволили рекомендовать акриловый герметик «СТИЗ-А» к применению в наружном слое швов монтажных морозостойкого исполнения на срок 20 условных лет эксплуатации.

Основные свойства мастичных герметиков «САЗИ» приведены в таблице В.4.

Таблица В.4

Свойства	Показатели		
	Герметик наружного слоя «СТИЗ-А»	Герметик внутреннего слоя «САЗИЛАСТ 11»	
Цвет	белый *	бежевый *	
Консистенция	тиксотропная паста	тиксотропная паста	
1		2	3
Время образования поверхностной пленки, ч, при толщине слоя 3 мм		1,5 **	1,5 **
Коэффициент сопротивления паропроницаемости, $м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$		0,16 ***	2,68 ***
Усадка,%, не более		7	14
Диапазон температур нанесения, °С		от –15 °С до +30 °С	от –15 °С до +30 °С
Диапазон температур эксплуатации		от –50 °С до +70 °С	от –50 °С до +70 °С
Относительное удлинение в момент разрыва на образцах швов, не менее, %		150	150
Прочность при отслаивании от бетона, кгс/см		1,38 ***	1,62 ***
* - герметик окрашивается и колеруется в массе ** - при +23 °С и нормальной влажности *** - по данным НИИ Мосстрой			

Полиуретановые герметики

Полиуретановые герметики представляют собой эластичную, клеящую, уплотняющую массу на полиуретановой основе, сохраняющую свою эластичность долгое время. Этот герметик может применяться для склеивания и герметизации

любых материалов: металла, древесины, камня, лакированной жести, пластмассы, керамики, бетона.

Полиуретановые герметики имеют хорошую адгезию и обеспечивают прочное склеивание поверхностей, не разрушаемое даже при сильных землетрясениях (до 5 баллов). Они идеально подходят для герметизации межпанельных швов, а также рекомендуются для герметизации узлов соединений сборных конструкций, кровельных стыков, стыков строительных конструкций с бетонными, металлическими, деревянными или ПВХ поверхностями. У них даже есть и преимущества перед силиконовыми герметиками. При случайном повреждении упругий силикон лопается. Отремонтировать силиконовый шов невозможно, т.к. силикон не имеет адгезии к полимеризованному силикону. Удалить мастику из шва можно только механически или специальным раствором. При этом приходится удалять полностью весь шов. После этого, как правило, шов герметизируют полиуретаном. Полиуретановые герметики характеризуются следующими свойствами:

- обладают стойкостью против коррозии;

- полимеризация происходит под воздействием влажности воздуха, при этом создается прочный и эластичный герметичный шов;

- устойчивы к воздействию УФ излучения, солей, кислот и щелочей в разумных концентрациях (до 10%);

- не изменяют своего объема при вулканизации, не стекают по стене, легко окрашиваются;

- имеют короткое время отвердения (быстро схватываются).

Для обработки фасадных и межпанельных швов применяют однокомпонентные полиуретановые герметики. При фасадной герметизации большое значение имеет способность материала выдерживать многократные деформации: растяжение, изгиб, сдвиг, т.е. герметик должен быть достаточно эластичен, и иметь способность полностью восстанавливать первоначальную форму. Другой важной эксплуатационной характеристикой является способность герметика выполнять свои функции в широком диапазоне температур, поскольку с

понижением температуры величина относительного удлинения герметика в шве повышается, а материал становится жестче, т.е. величина относительного удлинения герметика до разрыва существенно снижается.

Технические характеристики различных полиуретановых герметиков приведены в таблицах В.5 и В.6.

Таблица В5

Свойства	Показатели			
	Эмифимастика PU-15 (Россия)	Эмифимастика PU-25 (Россия)	Эмифимастика PU-40 (Россия)	Эмифимастика PU-50 (Россия)
1	2	3	4	5
Плотность, г/см^3	1,16	1,17	1,17	1,16
Время образования пленки при +20 °С	2-5 ч	1-5 ч	40 мин	30 мин
Жизнеспособность при +23 °С и влажности 50%	2 ч	40 мин	30 мин	20 мин
1	2	3	4	5
Скорость вулканизации	1-2 мм/сут	1-2 мм/сут	1-2 мм/сут	1-2 мм/сут
Условная прочность в момент разрыва на образцах-лопатках	0,66 МПа	0,76 МПа	1,2 МПа	1,6 МПа
Относительное удлинение в момент разрыва на образцах-лопатках	910%	900%	880%	460%
Твердость по Шору А при +23 °С	15-18	25	25-40	45-50
Расход (на п.м. при сечении шва 1 см^2	120 г/п.м.	120 г/п.м.	120/п.м. г	120 г/п.м.
Адгезия к бетону	0,76 МПа по данным лабораторных испытаний НИИМосстрой			

Таблица В.6

Свойства	Показатели			
	Рабберфлекс (Россия)	Рабберфлекс (Франция)	Рабберфлекс 50 (Франция)	Эмифимастика Pb
1	2	3	4	5
Плотность, г/см^3	1,2	1,2	1,2	1,2
Время образования пленки при +20 °С	30-40 мин	2-7 ч	30-60 мин	30 мин
Жизнеспособность при +23 °С и влажности 50%	20 мин	40 мин	20 мин	20–30 мин
Скорость вулканизации	2,5–4 мм/сут	1–2 мм/сут	3–4 мм/сут	4 мм/сут
Условная прочность в момент разрыва на образцах-лопатках	1,6 МПа	1,6 МПа	Не менее 2,00 МПа	6,00 МПа
Относительное удлинение в момент				

разрыва на образцах-лопатках	800%	800%	Не менее 400%	460%
Твердость по Шору А при +23 °С	30-50	15-20	40-50	60
Расход (на п.м. при сечении шва 1 $см^2$	127 г/п.м.	127 г/п.м.	127 г/п.м.	120 г/п.м.
Адгезия к бетону	0,76 МПа по данным лабораторных испытаний НИИМосстрой			

Двухкомпонентный полиуретановый герметик применяется для межпанельных швов зданий и сооружений.

Высококачественный двухкомпонентный полиуретановый герметик состоит из полимера, связующего компонента, наполнителей и целевых добавок. Его основные компоненты – это паста-основа и отвердитель. После соединения этих составляющих герметик становится легко наносимой тиксотропной пастой, а после затвердевания превращается в эластичный, резиноподобный материал, обладающий хорошими прочностными и деформационными свойствами: условная прочность при отрыве от бетона 0,35–0,45 МПа (по ТУ гарантируется 0,2 МПа), относительное удлинение 250–300% (по ТУ гарантируется 150%). Способность к отверждению герметик сохраняет при температуре до –10 °С, а рабочие свойства – от –60 °С до +70 °С.

В готовом виде полиуретановый герметик для межпанельных швов представляет собой мастику, которая затвердевает под воздействием химических реагентов или просто вступает в реакцию с молекулами кислорода. Благодаря двухкомпонентному составу герметики обладают целым списком полезных в строительстве свойств. Они обеспечивают хорошее сцепление поверхностей (или адгезию), устойчивы к перепадам температуры и погодным сюрпризам, водонепроницаемы. Качественно подобранный герметик при выполнении простых технологических требований отлично работает с самыми разнообразными поверхностями – кирпичом и натуральным камнем, стеклом, деревом, пластмассой, керамикой, лакированными и матовыми металлами. Физико-механические свойства полиуретанового герметика «Полиурефлекс» соответствуют нормам, указанным в таблице В.7.

Таблица В.7

Свойства	Показатели

Внешний вид	Пластическая масса без механических включений
Условная прочность при разрыве на образцах-швах, МПа, не менее	0,2
Относительное удлинение при разрыве на образцах-швах, %, не менее	150
Характер разрушения	Когезионный
Сопротивление текучести при 20 °С, мм, не более	2
Жизнеспособность при 20 °С, ч, не менее	2

Герметик для швов незаменим, когда необходимо обеспечить монолитность конструкции и предотвратить разрушение поверхности под действием химических веществ, дождевой и паводковой воды, механического воздействия или длительной эксплуатации.

Тиоколовые (полисульфидные) герметики

Тиоколовые герметики наиболее прочные, эластичные и долговечные из всех видов герметиков. Потребление отверждающихся герметиков в строительстве в настоящее время достигает более половины от общего объема их производства. Доля потребления герметиков на основе полисульфидных олигомеров в строительном секторе по странам западной Европы достигает около 70%, в США – 50%, а в России – более 80%. Имеют двухкомпонентную структуру, после смешивания отверждаются в течение нескольких часов или суток, дают усадку, имеют хорошую адгезию, но малую эластичность и прочность. Герметики на основе тиоколов отличаются высокой устойчивостью к действию растворителей, щелочей, минеральных кислот, озона, атмосферных осадков, а также обладают бензо- и маслостойкостью, поэтому их целесообразно применять в местах примыкания проезжих частей, например, на бензоколонках, в гаражах и на автостоянках. Температурный диапазон эксплуатации тиоколовых герметиков от –55 °С до + 130 °С. Срок их службы составляет 20–30 и более лет. Сегодня их довольно часто используют при производстве стеклопакетов благодаря тому, что они характеризуются малыми значениями газо- и влагопроницаемости. В мире более 80% стеклопакетов для энергосберегающего остекления зданий изготовляется с их применением. Кроме того, с помощью тиоколовых герметиков производят

герметизацию швов бетонных и железобетонных конструкций с максимальной деформацией 25%. Они герметично покрывают стыки, щели, трещины. Их применяют в гидротехническом строительстве. При работе с герметиком необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты. Избегать постоянного соприкосновения с кожей. Чтобы подготовить тиоколовые герметики к работе, смешивают их основной компонент с отвердителем.

При этом надо помнить, что жизнеспособность приготовленной смеси не более двух часов, а схватывается она в течение двух-трех суток. Герметики на основе полисульфидных олигомеров (ПСО) отличаются высокой газопаронепроницаемостью. Использование герметизирующих составов на основе ПСО в строительстве в основном осуществляется в следующих направлениях:

- герметизация межпанельных стыков;
- герметизация стеклопакетов;
- герметизация сантехнического оборудования.

Наибольший объем потребления таких герметиков происходит в настоящее время по первым двум направлениям.

В связи с существенным ограничением производства в мире жидкого тиокола связанным с экологическими причинами в последние 20–30 лет предложены и производятся как за рубежом, так и в России альтернативные ПСО с концевыми SH-группами, отверждающиеся по тому же механизму, что и жидкие тиоколы.

Наибольшее распространение получили олигомеры на основе окиси пропилена – РМ-полимер, Пермапол Р-2 (США), ТПМ-2 полимер (Россия), хорошо зарекомендовавшие себя как основа герметиков строительного назначения

Исходя из опыта применения ПСО в мировой практике, его доля в составе герметика должна быть не менее 30–35%. Это в первую очередь относится к герметикам на основе жидкого тиокола. При использовании тиолсодержащих полиэфиров с концевыми меркаптановыми группами на основе полиоксипропилен-гликолей, возможно использование герметиков с содержанием в них олигомера менее 30%. Это связано со способностью олигомеров такого состава воспринимать

без ухудшения прочностных и адгезионных свойств большие количества наполнителей и пластификаторов.

Герметики на основе ТПМ-2 полимера благодаря предельности основной цепи и ее структуре обладают теми же достоинствами что и герметики на основе жидкого тиокола – высокой стойкостью к ультрафиолету, озону, термостойкостью, адгезией ко всем строительным материалам, широким температурным диапазоном эксплуатации от –60 до +1500^{0}С. Они значительно превосходят составы на основе жидкого тиокола по величине практической деформации (деформативности). Вместе с тем следует отметить, что герметики на основе ТПМ-2 полимера уступают таковым на основе жидкого тиокола по масло- и бензоводостойкости.

Кроме олигомера, определяющего основные свойства герметиков, существенное влияние на технологические, физико-механические и эксплуатационные свойства оказывают природа вулканизующего агента, природа и содержание наполнителя.

Влияние природы вулканизующего агента на свойства герметиков на основе жидкого тиокола приведено в таблице В.8.

Таблица 8

Свойства	Показатели				
	ZnO_2	Гидроперекись кумола	CaO_2	PbO_2	MnO_2
Относительное удлинение, %	100–300	100–300	50–250	200–400	300–600
Модуль упругости, МПа	0,1–0,6	0,2–0,5	0,1–0,25	0,1–0,4	0,1–0,8
Эластическое восстановление, %	50–70	70–85	50–70	70–80	80–95
Твердость по Шору А, у.е.	25–50	20–40	10–25	10–30	15–70

Наиболее подходящим вулканизующим агентом для получения композиций, используемых для герметизации межпанельных стыков и стеклопакетов с учетом степени эластического восстановления и стойкости к ультрафиолету, является диоксид марганца.

Диоксид свинца, ранее применяемый в США больших количествах, в настоящее время почти не используется, что связано с низким уровнем прочности, эластического восстановления и его токсичностью.

В последние годы появился устойчивый спрос на использование белых (светлых) герметиков в строительстве, в частности для герметизации межпанельных стыков в домостроении.

Уплотнительные прокладки

Подробный анализ отечественных и зарубежных уплотнителей, применяемых для структурного остекления, показал, что наибольшее применение имеют для этих целей этиленпропилендиеновые каучуки (EPDM).

Методы испытаний уплотнительных прокладок характеризуют определенные их свойства, но не дают полного представления о работе в условиях комплексного воздействия климатических факторов, а приведенные методы оценки долговечности практически не распространяются на структурное остекление.

На основании зарубежных стандартов (ISO, DIN и др.), а также технических условий, по которым выпускают уплотнители в нашей стране, были проанализированы все их свойства.

Уплотнители это специальная упругая эластичная прокладка сложной конфигурации, которая отвечает за максимально плотный прижим оконной створки к раме. Уплотнители сохраняют свои функциональные свойства в широком интервале температур в течение длительного срока эксплуатации.

Они применяются в качестве защиты от проникновения из окружающей среды звука, воздуха и влаги за пределы окна внутрь помещения. Очень важную роль играет материал, из которого изготовлены уплотнительные прокладки.

Современные уплотнители изготавливаются из высококачественного материала на высокотехнологичном оборудовании методом экструзии.

Благодаря своим качествам применение уплотнителей в окнах стало повсеместным и позволяет создать непреодолимый барьер для воздействия погодных условий на внутренний климат помещения. От уплотнителей зависит целый ряд свойств светопрозрачных ограждающих конструкций таких, например, как воздухо- и шумопроницаемость, водопроницаемость и др.

Полимерные материалы, применяемые для изготовления уплотнителей, приведены в ГОСТ 28860-90 «Каучуки и латексы. Номенклатура» и обозначаются следующими типами:

- EPDM – этиленпропилендиеновый каучук;
- EPM – этилпропиленовый каучук;
- VMQ – силиконовый каучук;
- CR – хлоропреновый каучук;
- TPE – термоэластопласт.

В настоящее время на российском рынке доминируют уплотнители из EPDM. Эти уплотнители протягивают на производстве вручную в пазы профиля после сварки рам, так как они всегда черного цвета и не могут свариваться в силу своих структурных свойств.

Применению уплотнителей из эластомерных материалов в России способствовал ГОСТ 30778-2001 «Прокладки уплотняющие из эластомерных материалов для оконных и дверных блоков. Технические условия», так как в нем была принята международная терминология обозначения полимерных материалов, применяемых для изготовления уплотнителей, в соответствии с ГОСТ 28860-90.

Далее представлены более подробно приведенные выше типы материалов для изготовления уплотнителей.

Термоэластопласты, термопластичные эластомеры (TPE) являются синтетическими полимерами, которые при обычных температурах обладают свойствами резин, а при повышенных температурах размягчаются, подобно термопластам.

Сочетание таких свойств обусловлено тем, что TPE являются блок-сополимерами, в макромолекулах которых эластичные блоки (например, полибутадиеновые) чередуются в определённой последовательности с термопластичными (например, полистирольными). В отличие от каучуков, TPE перерабатываются в резиновые изделия, минуя стадию вулканизации. Это материал, сочетающий свойства вулканизованных каучуков при нормальной и низкой температурах со свойствами термопластов при 120°С-200°С. TPE могут

перерабатываться как пластмассы на стандартном оборудовании методами формования, экструзии, литья под давлением с малыми технологическими потерями. При этом благодаря отсутствию необходимости в вулканизации создается возможность многократной повторной переработки отходов при изготовлении изделий. Изменяя рецептуру ТРЕ, можно регулировать основные потребительские свойства: твердость, эластичность, маслобензостойкость, морозостойкость, огнестойкость, цвет и др.

Основные физико-механические показателями ТРЕ приведены в таблице В.9.

ТРЕ характеризуются превосходной озоно- и УФ-стойкостью даже у уплотнителей белого цвета; высокой эластичностью при температуре –60 °С; высокой прочностью, долговечностью, устойчивы к большинству химикатов.

Таблица В.9

Наименование показателя	Значение
Прочность при растяжении, МПа, не менее	5,0
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	400
Твердость по Шору А, усл. ед.	50,0–60,0

Цвет уплотнителя определяется красителями. Собственный светлый цвет термоэластопласта позволяет выпускать уплотнители разных оттенков, варьируя красители.

Материал имеет «теплую» бархатистую поверхность и в отличие от силикона и EPDM не требуется вулканизация, что благоприятно сказывается на цене уплотнителей, несмотря на высокую исходную стоимость полимера.

Экологи ценят ТРЕ за то, что он подлежит 100%-ной переработке, не содержит хлор и серу, а новые ТРЕ не содержат свинцовых стабилизаторов и других тяжелых металлов.

Положительным свойством новых ТРЕ с точки зрения экологии является пониженная миграция пластификатора. Уплотнители из ТРЕ легко свариваются на стандартных станках со сварочными зеркалами при температуре 230–240 °С. Благодаря термопластичным качествам, при сварке обеспечивается высокая прочность сварного шва, что гарантирует надежное уплотнение оконных конструкций в углах.

В таблице В.10 представлены средние значения физико-механических показателей уплотняющих прокладок для оконных и дверных блоков типов ТРЕ (термоэластопласт), для которых долговечность составляет не менее 20 условных лет эксплуатации. Испытания проведены в ИЛ «Стройполимертест» НИИСФ РААСН.

Таблица В.10

Тип прокладки – ТРЕ (ГОСТ 30778-2001)*

Наименование показателя, среднее значение, ед.измерения					
Жесткость, Н	Остаточная деформация при растяжении, %	Гибкость на брусе при минус 45 °С при R= 10 мм	Изменение линейных размеров, %	Водопоглощение по массе, %	Устойчивость к многократному изгибу (20000 циклов)
1	2	3	4	5	6
10÷20	0÷25	Выдержал испытание	0÷0,5	0÷14	Выдержал испытания
* Примечание: Испытания проведены за 10 последних лет для 16 фирм и 16 видов прокладок ТРЕ.					

ЭПДМ состоит из смеси этиленпропиленовых мономеров, обогащенных диеновым мономером, обозначенным символом «D». Содержание этого элемента в ЭПДМ составляет 2,5–4%. Благодаря диеновому мономеру, молекулы каучука способны образовывать пространственную сетку при возможности вулканизации каучука серой и другими вулканизирующими агентами без ухудшения свойств. Главным достоинством образования пространственной сетки является очень быстрая вулканизация во время экструзии уплотнителя. Вместе с тем, более высокая степень образования пространственной сетки в смеси на основе ЭПДМ гарантирует более высокую тепловую устойчивость, а также устойчивость к сжатию.

Такое свойство является наиболее ценным, так как это один из наиболее важных показателей, характеризующих пригодность уплотнителей для эксплуатации. Чем выше устойчивость к сжатию, тем больше способность эластичного возврата материала к первоначальной форме.

Одно из главных достоинств уплотнителей на основе ЭПДМ – это устойчивость к озонному воздействию и погодным условиям. Срок службы таких уплотнителей при правильном обслуживании, сопоставим со сроком службы всего

окна, и составляет 20–30 лет. Важно также отметить, что на физико-механические свойства ЭПДМ уплотнителей цвет наполнителя практически влияния не оказывает.

Основным достоинством силиконовых уплотнителей является устойчивость к высоким и низким температурам. Кроме того, эти уплотнители не подвергаются процессу старения при воздействии кислорода, озона, ультрафиолета, а также большинства агрессивных веществ. Надо отметить, что силиконовые уплотнители значительно дороже уплотнителей из хлоропреновой резины или ЭПДМ, именно поэтому они не нашли широкого применения в оконном производстве.

В таблицах В.11 и В.12 представлены значения физико-механических показателей уплотняющих прокладок для структурного остекления фасадов типов EPDM и силиконовых. Для них долговечность составляет не менее 40 условных лет эксплуатации.

Таблица В.11

Тип прокладки – EPDM (ТУ)

Наименование показателя, среднее значение, ед.измерения						
Твердость по Шору, ед. Шора	Условная прочность, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Гибкость на брусе при минус 45°С при R = 10 мм	Изменение линейных размеров, %	Водопоглощение по массе, %	Устойчивость к многократному изгибу (20000 циклов)
1	2	3	4	5	6	7
56÷67	8,5÷9,7	286÷347	Выдержал испытание	0÷0,2	0÷0,2	Выдержал испытание
* Примечание: испытания проведены за последние 10 лет для 5 фирм и 46 различных прокладок EPDM.						

Таблица В.12

Тип прокладки – силиконовые (ТУ)

Наименование показателя, среднее значение, ед. измерения						
Твердость по Шору, ед. Шора	Услов-ная прочность, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Гибкость на брусе при минус 45°С при R = 10 мм	Изменение линейных размеров, %	Водопогло-щение по массе,%	Устойчивость к многократному изгибу (20000 циклов)
1	2	3	4	5	6	7
57÷75	6,1÷11,4	300÷545	Выдержал испытание	0÷0,3	0÷0,2	Выдержал испытания
* Примечание: Испытания проведены за последние 8 лет для 6 фирм и 35 видов силиконовых прокладок.						

К классическим уплотнителям на основе поливинилхлорида, способным свариваться, относятся протянутые в процессе экструзии уплотнители,

изготовленные из пластифицированного поливинилхлорида. В настоящее время для производства таких уплотнителей используют смеси на основе модифицированного (мягкого) поливинилхлорида, пластифицированного нитриловыми каучуками. Такие уплотнители по сравнению с резиновыми дешевле и проще в изготовлении, однако они имеют ряд серьезных недостатков: невысокая термическая устойчивость, упругость, резкое уменьшение эластичности при температурах ниже нуля, а также неспособность восстанавливать начальную форму после деформации.

Эти недостатки объясняют факт ограниченного использования уплотнителей данного типа в строительной индустрии.

ГОСТ 30778-2001 «Прокладки уплотняющие из эластичных материалов для оконных и дверных блоков. Технические условия» распространяется на уплотняющие прокладки из монолитных эластомерных материалов для оконных и дверных блоков (далее – уплотнители), изготавливаемые методом экструзии и предназначенные для уплотнения различных типов оконных и дверных блоков, монтажных соединений стеклопакетов и других светопрозрачных конструкций.

Требования стандарта не распространяются на самоклеющиеся уплотнители.

Требования настоящего стандарта являются обязательными (кроме оговоренных в тексте как рекомендуемые или справочные).

Стандарт может быть использован для целей сертификации.

Для производства уплотнителей применяют резины (I, II, III группы) и термоэластопласты (группа IV), физико-механические показатели которых должны соответствовать значениям, указанным в таблице В.13.

Разработанные ранее методики испытаний на долговечность ПВХ-профилей, стеклопакетов, уплотняющих прокладок, прошли многократную апробацию при сертификационных испытаниях оконных блоков.

При разработке методик был использован богатый опыт в моделировании климатических факторов и в изучении механизмов старения полимерных материалов в лабораторных условиях.

В основу методик был положен комплекс циклических нагрузок, имитирующих климатические воздействия на светопрозрачные конструкции на территории России.

При этом следует уточнить, что основной целью ускоренных испытаний является не безусловное моделирование внешних факторов, а наиболее точное воспроизведение тех изменений характеристик материалов, которые ожидаются в процессе старения при эксплуатации.

Таблица В.13

Наименование показателя	Значение показателей для резины групп							
	I			II		III		IV
	подгруппа			подгруппа		подгруппа		
	а	б	в	а	б	б	в	
1 Условная прочность при растяжении, МПа, не менее	7,5	7,5	7,5	4,0	6,0	8,8	8,8	5,0
2 Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	300	200	150	250	200	250	200	200
3 Температурный предел хрупкости, °С, не выше	Минус 50	Минус 50	Минус 50	Минус 60	Минус 60	Минус 45	Минус 45	Минус 45
4 Коэффициент морозостойкости по эластическому восстановлению после сжатия, не менее при температуре, °С:								
минус 45	-	-	0,2	-	-	0,2	0,2	-
минус 50	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-
минус 65	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-
5 Относительная остаточная деформация при статической деформации сжатия 20% в течение 24 ч,%, не более при температуре, °С:								
70	-	-	-	-	-	-	-	50**
100	50	50	50	*	*	35	35	-
200	-	-	-	40	50	-	-	-
6 Изменение значений показателей после старения в воздухе в течение 24 ч при температуре:								
100 °С								
условной прочности при растяжении, %, не менее	-	-	-	-	-	Минус 30	Минус 30	Минус 25
относительного удлинения при разрыве, %, не менее	-	-	-	-	-	Минус 30	Минус 30	Минус 30
твердости по Шору А, ед. Шор А	-	-	-	-	-	От минус 2 до минус 15	От минус 2 до минус 15	От плюс 5 до минус 5
125 °С								
условной прочности при растяжении, %, не менее	Минус 25	Минус 25	Минус 25	-	-	-	-	-
относительного удлинения при разрыве, %, не менее	Минус 60	Минус 60	Минус 60	-	-	-	-	-

Наименование показателя	Значение показателей для резины групп							
	I			II		III		IV
	подгруппа			подгруппа		подгруппа		
	а	б	в	а	б	б	в	
твердости по Шору А, ед. Шор А	От плюс 15 до минус 15	От плюс 15 до минус 15	От плюс 15 до минус 15	-	-	-	-	-
200 °С относительного удлинения при разрыве, %, не менее	-	-	-	Минус 50	Минус 50	-	-	-

Как показали исследования атмосферостойкости полимерных материалов, основными факторами, оказывающими воздействие на материал, являются: УФ-радиация, низкие отрицательные температуры, суточные переходы температуры через 0 °С, тепло и влага. Именно эти факторы способствуют развитию химических и физических превращений, вызывая необратимое изменение свойств материала, т.е. его старение.

Стойкость уплотнителей к воздействию искусственных климатических факторов определяется по изменению физико-механических показателей после определенного количества циклов испытаний, соответствующих условному сроку службы (долговечности) в натурных условиях. Этими показателями являются: разрушающая нагрузка и относительное удлинение при разрыве; гибкость на брусе с радиусом закругления 10 мм (температура хрупкости) при отрицательной температуре; водопоглощение; устойчивость к многократному изгибу.

Изменение физико-механических показателей устанавливают по величинам:

- разрушающей нагрузки и относительного удлинения при разрыве — по ГОСТ 11262-80,

- гибкости — по ГОСТ 2678-94,

- устойчивости к многократному изгибу - по методу, предложенному ИЦ «Стройполимертест».

Сущность метода заключается в определении способности образца уплотнительной прокладки, находящегося под нагрузкой 2Н, выдерживать без разрушения многократный двухсторонний изгиб на 90°.

Критерием оценки результатов испытаний являлось снижение основных характеристик изделия после заданного числа циклов испытаний. Величины допускаемого снижения характеристик для каждого показателя и вида продукции различны, но в любом случае не являются критическими, по сути дела их можно обозначить как коэффициент запаса.

Отличительной особенностью «Методики оценки долговечности уплотнительных прокладок для окон и дверей из поливинилхлоридных профилей» является тот факт, что она предусматривает проведение предварительных испытаний этих материалов. Проведение предварительных испытаний обусловлено отсутствием на тот период отечественной нормативной документации, регламентирующей требования к уплотнительным прокладкам для окон и дверей. Кроме того, предварительные испытания дают возможность заранее, т.е. до проведения длительных климатических испытаний, исключить заведомо непригодные материалы.

На основе этой Методики был разработан ГОСТ 31362-2007 «Прокладки уплотняющие для оконных и дверных блоков. Метод определения сопротивления эксплуатационным воздействиям».

Настоящий стандарт устанавливает метод определения сопротивления эксплуатационным воздействиям, имитирующим условия эксплуатации изделий в ускоренном режиме испытаний, по изменению значений физико-механических показателей уплотнителей.

Настоящий стандарт устанавливает также порядок оценки долговечности уплотнителей и способ определения цветового отпечатка (следа), оставляемого уплотнителями на поверхности притворов оконных и дверных блоков, видимых при их эксплуатации. Метод применяют при периодических, типовых, квалификационных и сертификационных испытаниях.

Сущность метода определения сопротивления эксплуатационным воздействиям заключается в определении изменения значений физико-механических показателей уплотнителей в процессе циклических воздействий переменных температур, ультрафиолетового облучения, озоновой и

слабоагрессивных химических сред, а также циклического или фиксированного сжатия, имитирующих эксплуатационные нагрузки в режиме ускоренных испытаний.

В качестве характерных показателей уплотнителей принимают: жесткость, гибкость на брусе с радиусом закругления 10 мм при отрицательной температуре (морозоустойчивость), морозостойкость при растяжении, относительную остаточную деформацию при сжатии (растяжении), стойкость к многократному сжатию, наличие цветового отпечатка (следа). В качестве дополнительных характеристик могут быть приняты: водопоглощение и изменение линейных размеров после температурного воздействия.

Режимы нагрузок при испытаниях, имитирующих климатические воздействия и воздействия слабоагрессивных химических сред приведены в таблице В.14.

Таблица В.14

Номер режима	Орошение соляным раствором, мин	Термосвето-озонное воздействие, ч	Орошение щелочным раствором, мин	Замораживание, ч	Орошение кислым раствором, мин	Нагрев (термостарение), ч	Время цикла, ч
I	-	1,0	-	-	-	15,0	21,0*
II	20	4,0	20	1,0	20	15,0	21,0
III	20	3,0	20	2,0	20	15,0	21,0
IV М	20	3,0	20	3,0	20	14,0	21,0

После нагрева образцы уплотнителей выдерживают в течение 5 ч при температуре воздуха (22 ± 3) °С и влажности $\varphi_{отн}$ (53 ± 5)%.

Испытания проводят с учетом следующих дополнений:

- при термосветоозонном воздействии уровень интенсивности ультрафиолетового облучения – (80 ± 2) Вт/м^2; температура черной панели – (55 ± 2)°С; объемная доля озона – (2,5 ± 0,5)·10^{-6}%;
- температура замораживания для режима: II – не выше минус 25 °С; III – не выше минус 45 °С; IV М – не выше минус 55 °С;
- температура нагрева для всех режимов должна быть (100 ±2) °С;

- при орошении солевым раствором применяют 3%-ный водный раствор NaCI;
- при орошении щелочным раствором – 3%-ный водный раствор NaOH.
- при орошении кислым раствором – 3%-ный водный раствор H_2SO_4;
- орошение проводят в АИП с системой дождевания. Допускается замена воздействия орошением на погружение образцов уплотнителей в ванну. После завершения каждого цикла орошения образцы уплотнителей промывают дистиллированной водой и осушают мягким протирочным материалом;
- после нагрева, термосветоозонного воздействия и замораживания образцы уплотнителей выдерживают не менее 30 мин. при температуре воздуха (22 ± 3) °С;
- время набора аппаратурой заданной температуры при замораживании (нагреве) образцов уплотнителей учитывают во времени замораживания (нагрева), приведенном в конкретном режиме, оно должно составлять 10–15 мин.;
- нагрузки при термосветоозонном воздействии соответствуют требованиям ГОСТ 9.024 и ГОСТ 9.026.

При проведении предварительных испытаний образцов уплотнителей определяют следующие характерные показатели:

- жесткость и остаточную деформацию при растяжении;
- морозостойкость при растяжении при минусовой температуре для каждой группы уплотнителей;
- гибкость на брусе с радиусом закругления 10 мм (морозоустойчивость) при отрицательной температуре согласно принятому в программе режиму испытаний;
- водопоглощение;
- изменение линейных размеров после теплового воздействия.

Результаты испытаний оценивают следующим образом.

Относительное изменение физико-механических показателей уплотнителей в процессе испытаний $У_{отн.изм.}$, % вычисляют по формуле:

$$У_{отн.изм.} = (У_{нач.} - У_{конеч.}/У_{нач.}) \times 100,$$

где

$У_{нач.}$ – значение показателя до испытаний;

$У_{конечн.}$ – значение показателя после испытаний.

Образцы уплотнителей считают выдержавшими испытания, если результаты испытаний после завершения полного цикла испытаний соответствуют требованиям таблицы В.15.

Таблица В.15

Наименование показателя	Значение показателя			Критерий оценки (допускаемые изменения значений показателей
	Нормативное (или установленное в программе)	По результатам предварительных испытаний	По результатам заключительных испытаний	
Жесткость	-	+	+	Относительное изменение от плюс 30% до минус 30%
Остаточная деформация растяжения	-	+	+	Относительное изменение минус 50%; отсутствие трещин
Коэффициент морозостойкости при растяжении	+	+	+	Относительное изменение минус 50%
Гибкость на брусе с радиусом закругления 10 мм (морозоустойчивость)	-	+	+	Отсутствие трещин
Водопоглощение в массе*	+	+	+	В пределах норматива, установленного в НД на уплотнители
Изменение размеров после температурного воздействия*	+	+	+	В пределах норматива, установленного в НД на уплотнители
Устойчивость к многократному и статическому сжатию	+	-	+	Отсутствие трещин
Наличие цветового отпечатка	+	-	+	Отсутствует или легко удаляется мыльным раствором
* Дополнительные показатели, необходимость испытаний по которым устанавливают в программе испытаний				

Долговечность уплотнителей оценивают по числу проведенных полных циклов испытаний, имевших положительный результат. Каждые 12 полных циклов испытаний приравнивают к 10 условным годам эксплуатации. Указанный порядок

оценки долговечности допускается для подтверждения не более 20 условных лет эксплуатации уплотнителя.

Рассмотрим требования зарубежных стандартов.

Резиновые уплотнители оценивались в соответствии с условиями технического нормирования по широко известным немецким нормам DIN 7863-1983 «Прокладки уплотнительные из эластомеров для окон и панелей. Технические условия», которые представляют собой объединение двух европейских норм ISO (ISO 3934-1978, ISO 5892-1981).

Вышеуказанные нормы регламентируют требования относительно твердости резиновых уплотнителей, используемых в строительной отрасли.

Основой для оценки качества термопластичных материалов были британские нормы BS 7419-1991 «Средства автотранспортные приспособленные для отдыха. Требования к вентиляции», а также документ RAL GZ 716/1-1997 «Уплотнительные профили окон, получаемые методом экструзии», который содержал требования к резиновым и термопластичным уплотнителям.

Новый пакет европейских норм (EN 12365-1/4 2003) «Классификация прокладок по воздействию температурных факторов», разработанный для уплотнений, используемых в строительстве не привязан в части определения рабочей температуры с ранее существующими нормами ISO 3934.

В соответствии с новой классификацией уплотнители можно отнести к одному из шести классов, которому соответствует определенный диапазон рабочей температуры, приведенный в таблице В.16.

Таблица В.16

Взаимосвязь классификации с пределами рабочей температуры уплотнительных прокладок	
Класс	Пределы рабочей температуры
1	от 0 °С до +45 °С
2	от –10 °С до +55 °С
3	от –20 °С до +85 °С
4	от –30 °С до +100 °С
5	от –40 °С до +70 °С
6	от 0 °С до +200 °С



Класс 1 характеризуется самым маленьким диапазоном рабочих температур от 0 до плюс 45 °С, при которых возможна беспроблемная эксплуатация уплотнителя. К данному типу относятся устаревшие уплотнители из мягкого ПВХ-Р, который используется при производстве массивных уплотнителей для ворот, а также как протянутый или коэкструдированный уплотнитель в некоторых профильных системах для производства окон.

Классическими уплотнителями этого класса являются протянутые экструзионные изделия из смеси модифицированного нитриловыми каучуками. Они просты в изготовлении, дешевы, но обладают существенными недостатками – плохой эластичностью при отрицательных температурах, высокой остаточной деформацией, низкой упругостью и термической устойчивостью. Уплотнители этого класса не пользуются популярностью в строительной индустрии.

К классу 2 относятся несколько типов уплотнителей, изготовленных на основе поливинилхлорида (PVC/NRB), а также из термопластикового каучука (TPE S), которые характеризуются более низкой термической устойчивостью. Они широко используются в качестве свариваемых уплотнителей в профильных системах для производства окон.

Применение таких уплотнителей оправдывает себя в странах с более мягкими зимами по причине их более низкой стоимости, и малопригодно к

применению в России. Для климатических условий России они не подходят ввиду невысокой долговечности.

К классу 3 относятся традиционные виды вулканизированной резины и термопластиковые каучуки очень высокого качества. Применяются в большинстве алюминиевых фасадных систем. Резиновые уплотнители изготавливаются с помощью вулканизации каучука (сырой резины) воздействием серы или ультрафиолетового излучения. Наилучшие показатели прочности дают уплотнители черного цвета, получаемые с использованием сажи в качестве активного наполнителя.

Класс 4 включает уплотнители, изготовленные на основе ЭПДМ каучука, самого лучшего среди вулканизированных материалов. Уплотнители данного типа производства Semperit поставляются компанией «REHAU» для изготовления окон, дверей, фасадов. Уплотнители класса 4 оптимально подходят для климатических условий с умеренными и холодными зимами.

К классу 5, благодаря устойчивости к низкой температуре, относятся уплотнители высокого качества на основе термопластиковых вулканизаторов типа TPE V. В силу их высокой стоимости они мало распространены в России.

К классу 6, который характеризуется высокой предельной температурой до 200 °С, принадлежит силиконовый уплотнитель. Силиконовые уплотнители по своим характеристикам являются наиболее качественным продуктом – они устойчивы как к низкой (–40 °С), так и к высокой (+100 °С) температурам в течение многих лет.

Они не подвергаются старению при неблагоприятном воздействии климатических факторов. Переработчики профильных систем «REHAU» частично используют их при производстве окон.

Крупнейший в Турции производитель и экспортер уплотнительных резин для оконных и дверных систем из ПВХ, алюминиевых и деревянных систем компания «ASS Profil Lastik» использует новейшие технологии и современное оборудование, производит уплотнители высокого качества.

Технические характеристики приведены в таблице В.17.

Таблица В.17

Свойство	Норма	Единица измерения	Требование	Результат
Твердость	DIN 53519	шор	50 ± 5	55
Сопротивление растяжению	DIN 53504	МПа	min 7,5	8,5
Удлинение на разрыв	DIN 53504	%	min 300	530
Остаточная деформация при стабильном сжатии в течение 22 ч при температуре от минус 25 °С	DIN 53517	%	max 60	59,7
Остаточная деформация при стабильном сжатии в течение 22 ч при температуре от плюс 100 °С	DIN 53517	%	max 35	12,5
Старение на воздухе в течение 168 ч при температуре плюс 100 °С	DIN 53508			
Изменение твердости		шор	от –5 до +15	+ 4
Изменение сопротивления		%	max –25	–3,5
Изменение удлинения на разрыве		%	max –50	–12,6
Изменение твердости в течение 168 ч при температуре минус 10 °С	DIN 53541	шор	max +10	+2

Согласно DIN 53508: 2000-03 «Каучук и эластомеры. Методы испытания на искусственное старение» старение прокладок проводят на воздухе в течение 168 ч при температуре плюс 100 °С, при этом критериями старения являются следующие показатели:

- изменение твердости по Шору по DIN 53519-1-1972-05 «Эластомеры. Испытание стандартных образцов для определения твердости мягких резин по международной шкале (IRHD) при вдавливании шарика, шор, норма от –5 до +15;

- изменение сопротивления растяжению по DIN 53504: 2009-10 «Резины. Определение предела прочности и относительного удлинения при разрыве, определение нагрузки при испытании на растяжение при заданной величине деформации»,%, норма (max –25);

- изменение удлинения на разрыв по DIN 53504: 2009-10,%, норма (max –50).

Если турецкие прокладки испытываются на старение только в воздушной среде, то уплотнители EPDM фирмы Stomil Sanok (Польша), кроме подобных испытаний по DIN 53508, испытываются в среде озона в течение 96 часов при концентрации озона 50 pphm. Критериями оценки старения при этом является отсутствие или наличие следов разрушения.

Основными критериями оценки старения на воздухе по DIN 53508 являются:

- изменение твердости по Шору, шор, по DIN 53519-1-1972-05;

- изменение сопротивления растяжению, %, по DIN 53504: 2009-10;

- изменение удлинения на разрыв, %, по DIN 53504:2009-10.

Испытания прокладок в среде озона по стандарту ISO 1431-1:1980 «Резина вулканизированная или термопластичная – устойчивость к растрескиванию под воздействием озона» в части 1 проводят при статическом режиме, в части 2 – при динамическом напряжении. Прокладки испытываются при фиксированной концентрации озона и постоянной температуре, при этом, устанавливают время первого появления растрескивания. Испытание должно быть выполнено при одном из указанных значений концентраций озона, которое выражается в частях озона на сто миллионов объема воздуха (pphm):

- (25 +/– 5) pphm

- (50 +/– 5) pphm

- (100 +/– 10) pphm

- (200 +/– 20) pphm.

Если не указано иного значения, испытание должно проводиться при концентрации озона (50 +/– 5) pphm.

Оптимальная температура испытания должна составлять (40 ± 2) °С, но можно использовать другие значения температур, например, (30 ± 2) °С или (23 ± 2) °С.

Относительная влажность озонирования воздуха обычно не должна превышать 65% при температуре проведения испытания. Если растрескивание наблюдается, то необходима оценка степени растрескивания, описание трещин (например, единственная трещина, количество трещин на единицу площади и приблизительная длина 10 самых больших трещин). Можно также приложить фотографию указанных трещин.

Одним из критериев оценки качества уплотняющих прокладок может быть показатель «остаточная деформация при стабильном сжатии в течение 22 ч при температуре от –25 °С по DIN 53517:1987-04 «Резина. Определение остаточной деформации при стабильном сжатии».

По этому же стандарту можно оценить остаточную деформацию при стабильном сжатии в течение 22 ч при температуре от +100 °С.

Изменение твердости в течение 168 часов при температуре –10 °С определяют по DIN 53541 «Резина. Определение твердости для оценки эффектов кристаллизации».

Таким образом, в результате рассмотрения различных типов материалов для изготовления уплотнительных прокладок для окон, как отдельных элементов светопрозрачных ограждающих конструкций: этиленпропиленового каучука (EPDM), силиконового каучука (VMQ), хлоропренового каучука (CR), термопластичного эластомера (TPE), отечественных методик и стандартов по испытаниям уплотнительных прокладок, обзора зарубежных нормативных документов по оценке качества уплотнительных прокладок для окон, анализа физико-механических свойств прокладок и методов испытаний позволил выбрать критерии оценки долговечности и разработать методику определения долговечности уплотнительных прокладок для светопрозрачных ограждающих конструкций с учетом природно-климатических воздействий в условиях эксплуатации.

Отличием предлагаемой методики определения долговечности уплотнительных прокладок от существующей является то, что она распространяется на каркасные элементы светопрозрачных ограждающих конструкций фасадов зданий, позволяет устанавливать более продолжительный срок службы (40 условных лет эксплуатации вместо 20) за счет более жестких условий ускоренных испытаний.

Алюминиевые профили

Одной из инноваций, успешно применяемых сегодня в строительстве, стал алюминиевый профиль для производства прочных, легких, светопрозрачных и теплосберегающих конструкций.

Благодаря уникальной долговечности алюминий является отличным материалом для изготовления на его основе оригинальных систем и конструкций профилей для окон и дверей.

Алюминиевый оконный профиль – это сплав алюминия, кремния и магния. Добавки придают мягкому алюминию необходимую жесткость, прочность и долговечность. Кроме того, этот материал может эксплуатироваться при различных температурах – от –70 до +100 °С, не выделяя при этом вредных веществ. Срок службы алюминиевого профиля около 80 лет. Для сравнения: срок службы пластика – около 50 лет. Алюминиевые системы гарантируют исключительную водо-, шумо и ветронепроницаемость. Эти изделия комфортабельны и приспособлены к творческим возможностям современной архитектуры.

В зависимости от конструктивного решения алюминиевые профили для окон выпускаются двух типов:

- теплый профиль, который получил свое название благодаря термовставкам в комбинации со стеклами разной толщины для необходимой мощности теплоизоляции.

- холодный профиль, который является полной противоположностью предыдущему, используется для остекления промышленных и подсобных помещений, а также балконов, лоджий и веранд. Он имеет одну камеру без термовставок и уплотнителей, а также снабжен облегченной фурнитурой.

Термовставки состоят из таких полимеров как: этилен, пропилен, диен, нейлон, капрон и другие. Они имеет в составе от 3 до 5 воздушных камер. Как правило, теплый алюминиевый профиль устанавливается в домах, квартирах, офисах; помимо этого, для максимального сохранения тепла и защиты от постороннего шума профиль снабжается уплотнителями.

Теплый профиль состоит из трех частей (две алюминиевые + термомост), каждая из них изготавливается отдельно, а затем они объединяются. Таким образом, конструкция профиля получается трехкамерной. Как правило, заполняются теплые алюминиевые окна стеклопакетами. Стеклопакеты могут быть однокамерные (два стекла) и двухкамерные (три стекла.) Стекла применяются прозрачные, тонированные, матовые и прочие, аналогично стеклам, используемых в холодных алюминиевых окнах. Фурнитура в теплых алюминиевых окнах используется многозапорная, позволяющая прижимать створку к раме по всему контуру

уплотнения и исключающая продувание. Архитектурные профили теплых серий весьма разнообразны и позволяют создавать конструкции всевозможных форм и типов открываний.

Рассмотрим достоинства и недостатки окон из алюминиевых профилей.

В настоящее время в высотном строительстве широко применяют окна из алюминиевых профилей, что обусловлено высокой прочностью и сравнительно небольшим коэффициентом линейного расширения по сравнению со стеклом (таблица В.18).

Таблица В.18

Наименование материала	Коэффициент линейного расширения, 1×10^{-6}/°С
1	2
Стекло	9–10
Стеклопластик	9–12
1	2
Поливинилхлорид (ПВХ)	75–80
Сталь	11–14
Алюминий	22–23

Производители предлагают очень большое разнообразие конструкций, в том числе, окна с алюминиевыми накладками (комбинированные окна) снаружи, которые значительно увеличивают срок эксплуатации, но не отменяют их обслуживание. Обычно накладки крепятся с зазором через пластиковые фиксаторы, поэтому нет попадания прямых солнечных лучей и дождя, но остаются воздействия влажности и температур.

Наилучшую шумо- и теплоизоляцию имеют конструкции с двумя рамами остекления, которые могут быть спаренными или раздельными (скандинавские окна). Наиболее практичный вариант конструкции, когда наружная рама выполнена из алюминиевого профиля с одинарным стеклом, а внутренняя из дерева со стеклопакетом.

Окна из алюминиевых профилей надежны в эксплуатации и долговечны. Этот материал первоначально занял небольшую рыночную нишу и оказался пригодным для производственных, торговых, складских помещений. Он прочен,

технологичен, неприхотлив, но как всякий металл, он теплопроводен и уводит тепло из помещения: зимой окна с алюминиевым профилем промерзают.

Как уже отмечалось выше, проблема решается установкой в профиль термовставки что существенно повышает его стоимость. Чем шире терморазрыв, тем лучше теплоизоляция и выше стоимость.

Применение термовставок расширило область применения алюминиевых профилей, что позволило найти им широкое применение при строительстве высотных зданий. Очень интересны комбинированные окна из алюминиевых профилей, которые со стороны помещения облицованы деревом, тем самым проявляются достоинства алюминия, вид и фактура дерева. Алюминиевые профили по совокупности параметров являются на сегодняшний день лучшим оконным материалом, так как алюминий химически инертный, безвредный, прочный и долговечный металл. Использование алюминиевого профиля с полиамидным терморазрывом («теплый» алюминиевый профиль) определяет высокую прочность, стабильность размеров и долговечность оконной конструкции, а по теплопроводности такие окна близки к окнам из дерева и ПВХ.

Окна из алюминиевых профилей обладают практически неограниченными возможностями в выборе конфигурации, что позволяют устанавливать их в проемах самых сложных условиях, благодаря чему алюминиевые конструкции активно используются в элитных архитектурных проектах.

Алюминиевые профили, обладающие высокой устойчивостью к влиянию окружающей среды, в течение всего срока эксплуатации практически не требуют ремонта. Долговечность алюминиевых светопрозрачных конструкций – более 80 лет (минимальный расчетный срок службы).

Одним из важных моментов при определении долговечности алюминиевых профилей является задача сохранения целостности лакокрасочного покрытия, а также несущей способности термовставок. Эти требования будут учтены в рамках данной работы при разработке методики оценки долговечности СОК под действием климатических факторов.

В нашей стране качество оконных и дверных профильных алюминиевых систем регулируется рядом нормативных документов, в частности:

СНиП 2.03.06-85 «Алюминиевые конструкции», в которых рассмотрены нормы на проектирование алюминиевых строительных конструкций зданий и сооружений. Нормы не распространяются на проектирование алюминиевых конструкций мостов и конструкций зданий и сооружений, подвергающихся многократному воздействию нагрузок, а также непосредственному воздействию подвижных или динамических нагрузок или температуры выше 100 °С.

ГОСТ 22233-2001 «Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия». Стандарт распространяется на профили из алюминиевых сплавов системы алюминий-магний-кремний, изготовленные методом горячего прессования и предназначенные для применения в светопрозрачных ограждающих конструкциях зданий и сооружений.

Основные физико-механические показатели для комбинированных профилей (в которых внутренние и наружные элементы выполнены из алюминиевых профилей одной марки сплава, соединенных между собой термовставкой из материала с более низкой теплопроводностью) следующие:

- несущая способность при сдвиге;
- несущая способность при поперечном растяжении;
- цвет защитно-декоративного покрытия;
- блеск;
- адгезия;
- коррозионная стойкость, тест МАХА;
- толщина лакокрасочного покрытия.

Обзор литературы по отечественной и зарубежной нормативно-технической документации на долговечность алюминиевых профилей показывает, что нормы или методы для испытаний на долговечность алюминиевых профилей в строительстве отсутствуют.

Обобщая вышесказанное о достоинствах алюминиевых профилей для окон и дверей, можно отметить их лучшие качества:

- долговечность. Срок службы алюминиевого профиля составляет более 80 лет, а фурнитура, резиновые уплотнители и прочие комплектующие могут регулироваться и подлежат модернизации во время всего срока эксплуатации;

- прочность и надежность. Окна, двери и прочие конструкции из алюминиевого профиля обладают большим запасом прочности, что позволяет сделать эксплуатацию конструкций долговечной и реализовать изысканные архитектурные решения;

- устойчивость к внешним воздействиям. Окна из алюминиевых профилей устойчивы к резким перепадам температур, коррозии, ультрафиолетовому воздействию, кислотным осадкам, лакокрасочное и декоративное покрытие профиля обладают высокой стойкостью к воздействию агрессивной окружающей среды.

- лёгкость. Благодаря легкости алюминия изделия из него создают меньшую нагрузку на несущие конструкции здания и позволяют создавать решения по остеклению максимально интересными и привлекательными.

- экологичность. Окна из алюминиевых профилей экологически чистые, не выделяют вредных веществ и подлежат вторичной переработке.

- дизайнерские решения. Окна из алюминиевых профилей могут быть задекорированы «под дерево», либо покрашены в любой цвет по каталогу RAL, включая матовые или глянцевые оттенки, что позволяет сочетать цвет окон с дизайном как интерьера, так и экстерьера.

- достоинства. Окна из алюминиевых профилей обладают практически неограниченными возможностями в выборе конфигурации, что позволяют устанавливать их в проемах самых сложных условиях, благодаря чему алюминиевые конструкции активно используются в элитных архитектурных проектах.

Алюминиевые конструкции прекрасно комбинируются между собой и с другими материалами, создают возможность изготовления крупноразмерных окон. Благодаря легкости большие алюминиевые витражи не создают давления на несущие конструкции, а прочность материала позволяет надежно скрепить все элементы остекления.

К недостаткам можно отнести следующее: алюминиевые сплавы отличаются сравнительно низким модулем упругости, высоким коэффициентом линейного расширения, относительной сложностью выполнения соединений, высокой теплопроводностью и стоимостью. Алюминиевый профиль не пропускает воздух, поэтому необходимо создать вентиляцию либо периодическое проветривание.

Окрашивание алюминиевого профиля

Для увеличения срока службы, защиты от коррозии, повышения устойчивости к погодным условиям и создания декоративной поверхности на алюминиевые профили наносится специальным способом (напыление на поверхность) слой полимерных порошков с дальнейшей полимеризацией при определенной температуре в специальной печи (печи полимеризации).

Базовая технология нанесения порошковой краски состоит из трех основных этапов.

1. Подготовка поверхности к покраске (включает удаление загрязнений и окислов, обезжиривание и фосфатирование для повышения адгезии и защиты изделия от коррозии).

2. Нанесение слоя порошковой краски на окрашиваемую поверхность в камере напыления.

3. Оплавление и полимеризация порошкового покрытия в печи полимеризации. Формирование пленки покрытия. Охлаждение и отвержение краски.

Технология создания полимерного порошкового покрытия, имитирующего фактуру дерева, мрамора и гранита, заключается в переносе рисунка вакуумным термопрессованием на предварительно созданное полимерное порошковое покрытие.

Полученное декоративное покрытие обладает всеми преимуществами порошковых полимерных покрытий: прочностью, атмосферостойкостью, долговечностью, экологичностью.

Предварительное анодирование используется только для алюминия и применяется для объектов на морских побережьях и бассейнов.

После предварительного анодирования может использоваться любая другая обработка поверхности, т.е. жидкая покраска или порошковая покраска. Поэтому при втором этапе может использоваться любая серия порошковой покраски (любой стандартный вариант Decoral, RAL, Metallik, др.).

Второй этап работает только на оптику и цвет и не влияет на антикоррозионные свойства. Второй этап осуществляется сразу через 12–16 ч после этапа предварительного анодирования. Поэтому такая система покраски возможна лишь на предприятиях, которые могут делать и анодирование и порошковую или жидкую покраску одновременно. Schuco предлагает такую покраску только из Германии, такого качества лицензионной покраски в России нет.

Полученная пленка является прочным и долговечным покрытием, однако не дает широкой палитры цветов, необходимых для современного дизайна.

Основное достоинство анодирования с архитектурной точки зрения (строительства фасадов) – ремонтопригодность. Для придания поверхности первозданного вида после нескольких десятков лет эксплуатации достаточно провести работы по легкой абразивной очистке от пыли и грязи. Подобная реставрация окрашенной красками поверхности практически невозможна.

Преимущества порошковой краски по сравнению с красками на растворителях включают:

- экономические показатели: экономия за счет низкого процента отходов, практически полный перенос краски на рабочую поверхность, отсутствие грунтовки поверхности, уменьшение рабочего времени на технологический процесс из-за отсутствия растворителей;

- экологические показатели: не содержит вредных органических соединений; экологически чистый процессе, минимальное выделение химического запаха; улучшение санитарно-гигиенических условий труда;

- уменьшение концентрации летучих веществ, выделяющихся в процессе полимеризации.

Преимущества порошковых покрытий по сравнению с покрытиями из красок на растворителях характеризуются:

- отличными декоративными, физико-химическими и эксплуатационными свойствами, не достижимыми при традиционных способах окраски;

- за счет 100%-ного содержания сухого вещества покрытие наносится в один слой, в отличие от дорогих многослойных жидких покрытий;

- меньшей пористостью покрытия;

- отсутствием особой подготовки к работе и контроля вязкости, поскольку порошковые краски поставляются потребителю в готовом к применению виде;

- сведением к минимуму повреждений окрашенных изделий при транспортировке благодаря достаточной прочности порошкового покрытия, снижением затрат на упаковку.

Стеклопакеты

Что касается стеклопакетов строительного назначения, то для них с 01.01.2000 г. вступил в силу ГОСТ 24866-99 «Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия», а с 01.07.2002 г. – ГОСТ 30779-2001 «Стеклопакеты строительного назначения. Метод определения сопротивления атмосферным воздействиям и оценки долговечности».

Критерий стойкости – отсутствие разгерметизации и сохранение величины точки росы. По существу, эти испытания подтверждают качество изготовления изделия из качественных материалов.

Позднее, с целью гармонизации отечественных нормативных документов с зарубежными стандартами ООО «Институт стекла» были разработаны ГОСТ Р 54175-2010 «Стеклопакеты клееные. Технические условия» и ГОСТ Р 54172-2010 «Стеклопакеты клееные. Метод оценки долговечности».

Стандарты разработаны с учетом основных нормативных положений европейских стандартов. В основу ГОСТ Р 54172-2010 легли основные положения европейского стандарта ЕН 1279-2:2002 «Стекло в строительстве. Стеклопакеты. Часть 2. Метод долговременных испытаний и требования к влагопроницаемости». Однако в этом стандарте в качестве климатических воздействий взяты лишь положительные и отрицательные температуры, влажность, т.е. не учтены агрессивные факторы климатических воздействий такие, как ультрафиолетовое

облучение, слабоагрессивное воздействие химических сред, что характерно для климата России.

С 01.04.2016 г. взамен вышеуказанных выше стандартов были введены новые стандарты: ГОСТ 24866-2014 «Стеклопакеты клееные. Технические условия» и ГОСТ 30779-2014 «Стеклопакеты клееные. Метод оценки долговечности».

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Фотоиллюстрации



Рисунок Г.1 – Прибор для определения цветовых характеристик по координатному методу



Рисунок Г.2 – Установка для ультрафиолетового облучения



Рисунок Г.3 –Крио-термокамера «Brabender» (Германия)



Рисунок Г.4 – Универсальная испытательная машина серии Zwick/Roell Z005



Рисунок Г.5 – Универсальная испытательная машина серии Zwick/Roell Z005



Рисунок Г.6 – Шкафы электрические сушильные «СНОЛ»



Рисунок Г.7 – Общий вид цветоизмерительного спектрофотометра



Рисунок Г.8 – Замер координат цвета на поверхности образца штукатурной краски с помощью цветоизмерительного спектрофотометра



Рисунок Г.9 – Фотоинтенсиметр-дозиметр для измерения интенсивности УФ-излучения



Рисунок Г.10 – Шкала серых эталонов для оценки цветоустойчивости материалов

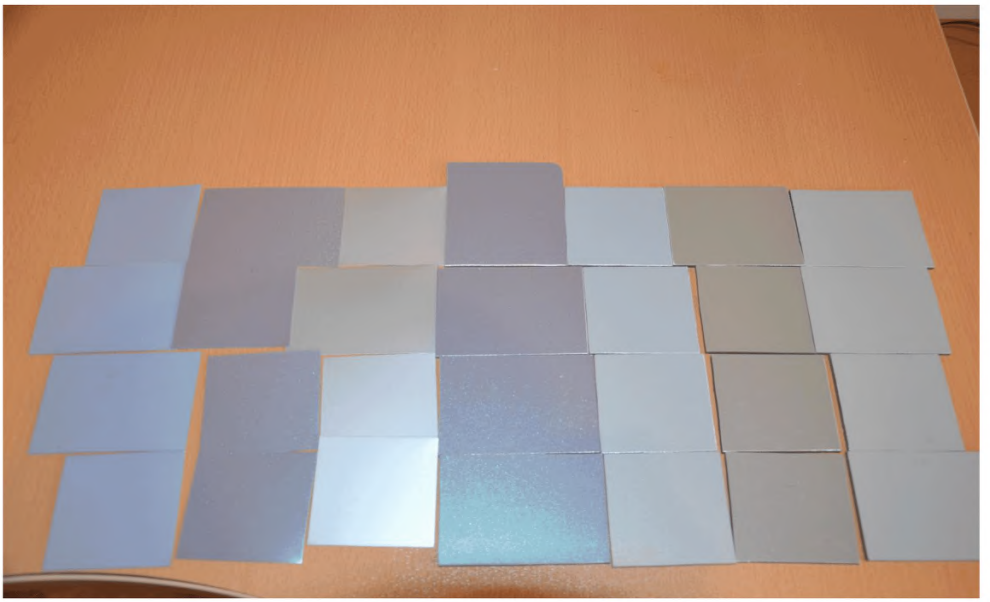


Рисунок Г.11 – Испытываемые на цветостойкость образцы фасадных покрытий семи цветов для объекта по адресу: Московская обл., р-н Красногорский, г. Красногорск, м-кр №15 Павшино, корпус 6, представленные ООО «КРОСТ –Д»:

верхний ряд – исходные образцы;

2-ой ряд сверху – 10 условных лет эксплуатации;

3-й ряд сверху – 20 условных лет эксплуатации;

4-й ряд сверху – 50 условных лет эксплуатации.



Рисунок Г.12 – Общий вид зала №2 Испытательной лаборатории «Стройполимертест» НИИСФ РААСН



Рисунок Г.13. Камера соляного тумана

gost.e-ecolog.ru