

---

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
«МЕЖОТРАСЛЕВОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ НАНОИНДУСТРИИ»

---

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

---

**Система стандартизации  
Некоммерческого партнерства  
«Межотраслевое объединение nanoиндустрии»**

**«ЗЕЛЕННЫЕ» СТАНДАРТЫ В НАНОИНДУСТРИИ  
НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ГИБКИЕ СВЯЗИ ДЛЯ  
МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ  
Общие требования к «зеленой» продукции  
и методы испытаний**

**СТО МОН 2.7–2016**

**Издание официальное**

**Москва**

**2016**

**Предисловие**

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью Экспертная Организация «Инженерная безопасность» (ООО ЭО «Инженерная безопасность»)

2 ВНЕСЕН Комитетом по техническому регулированию Некоммерческого партнерства «Межотраслевое объединение nanoиндустрии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом генерального директора Некоммерческого партнерства «Межотраслевое объединение nanoиндустрии» от 16.12.2016 г. № 01-16/33 ОСН

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© НП «Межотраслевое объединение nanoиндустрии», 2016

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации и по правилам, установленным Некоммерческим партнерством «Межотраслевое объединение nanoиндустрии»

**Система стандартизации**  
**Некоммерческого партнерства**  
**«Межотраслевое объединение nanoиндустрии»**  
**«ЗЕЛЕННЫЕ» СТАНДАРТЫ В НАНОИНДУСТРИИ**  
**НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ГИБКИЕ СВЯЗИ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ**  
**ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**  
**Общие требования к «зеленой» продукции и методы испытаний**  
**«Green» standards in nanoindustry.**  
**Nanocomposite wall ties for multilayer envelope buildings.**  
**General requirements for «green» products and test methods**

---

**Дата введения 2016–12–20**

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на «зеленую» нанотехнологическую продукцию – нанокompозитные гибкие связи (далее – гибкие связи) для многослойных ограждающих конструкций жилых, общественных и производственных зданий.

Настоящий стандарт устанавливает общие требования и методы испытаний гибких связей для целей подтверждения соответствия требованиям «зеленой» продукции nanoиндустрии в соответствии с СТО МОН 2.0.

Гибкие связи применяют для крепления слоев теплоизоляционного и облицовочного материалов к несущим стенам зданий.

Настоящий стандарт следует применять при проектировании, строительстве, реконструкции и сертификации «зеленых» объектов недвижимости.

### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 166 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 380 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 577 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия

ГОСТ 2405 Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напорометры, тягомеры и тягонапорометры. Общие технические условия

ГОСТ 4328 Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия

ГОСТ 6507 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 6709 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 7076 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме

ГОСТ 8509 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент

ГОСТ 9262 Реактивы. Кальция гидроокись. Технические условия

ГОСТ 12423 Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)

ГОСТ 15139 Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 24363 Реактивы. Калия гидроокись. Технические условия

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 30244 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть

ГОСТ Р 51254 Инструмент монтажный для нормированной затяжки резьбовых соединений. Ключи моментные. Общие технические условия

ГОСТ Р 53228 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ Р 54923 Композитные гибкие связи для многослойных ограждающих конструкций. Технические условия

СТО МОН 2.0 Система стандартизации Некоммерческого партнерства «Межотраслевое объединение nanoиндустрии». «Зеленые» стандарты в nanoиндустрии. Общие положения

**П р и м е ч а н и е** – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и МОН в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (доку-

мент) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

#### 3.1

**«зеленая» продукция наноиндустрии («зеленая» нанопродукция):** Продукция наноиндустрии с заданными свойствами и характеристиками, обеспечивающими минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, энергоэффективность, сохранение природных ресурсов и получение максимальных экономических и социальных эффектов.

[СТО МОН 2.0, п.3.2]

#### 3.2

**основное требование:** Требование, установленное действующими документами по стандартизации, нормативными правовыми актами.

[СТО МОН 2.0, п.3.9]

#### 3.3

**«зеленое» требование:** Требование, устанавливающее улучшенный показатель по сравнению с показателем, установленным основным требованием, или новый показатель энергоэффективности и/или ресурсосбережения, или/и охраны окружающей среды и здоровья человека и т.п.

[СТО МОН 2.0, п.3.10]

**3.4 связи гибкие нанокompозитные:** Связи из полимерного наномодифицированного композиционного материала между наруж-

ным и внутренним бетонными или железобетонными слоями панели, обеспечивающие их совместную работу в наружной стене.

**3.5 материал композиционный наномодифицированный:**  
Сплошной продукт, состоящий из двух или более разделенных фаз, из которых одна или более являются наномодифицированными.

## 4 Общие требования

### 4.1 Основные требования

4.1.1 Гибкие связи изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 54923, настоящего стандарта по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

4.1.2 Размеры гибких связей должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 54923 и нормативным документам на гибкие связи конкретных типов.

4.1.3 По показателям внешнего вида (дефектам) гибкие связи должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование дефекта	Норма ограничения
Сколы	Не допускаются
Расслаивание	Не допускается
Раковины диаметром менее 2 мм и глубиной менее 1 мм	Допускаются не более 1
Раковины диаметром более 2 мм и глубиной более 1 мм	Не допускаются
Местные наплывы (впадины) высотой (глубиной) более 1 мм	Не допускаются
Задиры с порывом навивки	Не допускаются
Залысины песчаного покрытия	Не допускаются
Следы от ударов, сопровождающиеся побелением поверхности	Не допускаются

## СТО МОН 2.7–2016

4.1.4 По физико-механическим свойствам гибкие связи должны соответствовать основным показателям, указанным в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателя	Значение
2. Модуль упругости при растяжении, ГПа, не менее	50
3. Предел прочности при сжатии, МПа, не менее	600
4. Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	1000
5. Предел прочности при поперечном срезе, МПа, не менее	200
7. Осевое выдергивающее усилие, кН, не менее	0,5

4.1.5 Характеристики пожарной опасности гибких связей, должны быть не менее Г2 по ГОСТ 30244 для горючести.

4.1.6 Гибкие связи при нормальных условиях эксплуатации, транспортировании и хранении не выделяют вредных и токсичных веществ в концентрациях опасных для здоровья человека и не оказывают вредного воздействия на окружающую среду.

4.1.7 Гибкие связи должны соответствовать требованиям [1].

4.1.8 Дополнительные требования и показатели гибких связей, не предусмотренные настоящим стандартом, указывают в нормативном или технологическом документе на гибкие связи конкретного типа.

### 4.2 «Зеленые» требования

Сравнение «зеленых» требований к гибким связям, установленных в настоящем стандарте, с требованиями, установленными в действующих национальных стандартах, сводах правил, нормативных правовых документах, приведено в приложении А.

4.2.1 Коэффициент теплопроводности, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), не более – 0,50.

4.2.2 Плотность, г/см<sup>3</sup>, не более – 2,5.



4.2.3 Изменение массы после выдержки в щелочной среде, %, не более – 2.

4.2.4 По физико-механическим свойствам гибкие связи должны соответствовать основным показателям, указанным в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование показателя	Значение
1. Предел прочности при растяжении, МПа, не менее	1050
2. Предел прочности сцепления с бетоном, МПа, не менее	8
3. Относительный остаточный предел прочности при растяжении после выдержки в щелочной среде, %, не менее	80

4.2.5 Гибкие связи и технология их производства должны иметь низкий уровень потенциальной опасности, обусловленной возможным влиянием наноматериалов на здоровье человека и окружающую среду, в соответствии с классифицированием нанотехнологий и продукции nanoиндустрии по [2].

## 5 Методы испытаний

5.1 Испытания проводят при нормальных значениях климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150.

Выборку образцов для испытаний осуществляют методом случайного отбора от каждой партии гибких связей. Число образцов для испытаний – в соответствии с нормативным документом на гибкие связи конкретного типа.

При отборе и подготовке образцов следует избегать любых деформаций образцов, нагрева, воздействия факторов окружающей среды, а также других факторов, которые могли бы повлиять на свойства образцов.

Перед проведением испытания образцы кондиционируют по ГОСТ 12423.

## СТО МОН 2.7–2016

Оборудование, материалы и реактивы.

Для проведения испытаний применяют:

- штангенциркуль по ГОСТ 166 с отсчетом по нониусу 0,1 мм;
- микрометр по ГОСТ 6507 с отсчетом по нониусу 0,01 мм;
- линейку по ГОСТ 427 с ценой деления 1 мм;
- испытательную машину по ГОСТ 28840;
- весы лабораторные по ГОСТ Р 53228;
- испытательные муфты из стали марки Ст3 по ГОСТ 380 (для крепления образцов);
- ацетон или другой растворитель (для обезжиривания металлических муфт);
- эпоксидную смолу в комплекте с отвердителем холодного отверждения;
- опорную стальную плиту толщиной не менее 10 мм с отверстием для вставки образца;
- устройство измерения перемещения с точностью до 0,001 мм;
- цилиндрическую опалубку из металла диаметром 100 мм, высотой 120 мм и толщиной стенки 1 мм;
- фрагмент кирпичной кладки в стальном каркасе из равнополочных уголков 20x20x3 по ГОСТ 8509;
- прижимную пластину из стали марки Ст3 длиной 100 мм, шириной 60 мм, толщиной 2 мм;
- динамометрический ключ по ГОСТ Р 51254;
- жидкостной манометр ДМ по ГОСТ 2405, класс точности 1,5;
- индикатор часового типа ИЧ по ГОСТ 577 с диапазоном измерения от 0 до 10 мм и ценой деления 0,01 мм;
- гидроокись калия по ГОСТ 24363;
- гидроокись кальция по ГОСТ 9262;
- гидроокись натрия по ГОСТ 4328;
- вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

5.2 Диаметр гибких связей и анкерных участков гибких связей измеряют штангенциркулем или микрометром. Длину гибких связей и анкерных участков гибких связей измеряют линейкой.

5.3 Внешний вид гибких связей определяют визуально без применения увеличительных приборов при равномерной освещенности.

5.4 Определение предела прочности при растяжении, модуля упругости при растяжении гибких связей.

#### 5.4.1 Сущность метода.

Метод основан на разрушении образца путем приложения к нему растягивающей силы, направленной вдоль оси образца.

Разрушение образцов для испытаний должно происходить в пределах рабочего участка образца, который находится между испытательными муфтами, предназначенными для зажима образца захватами испытательной машины.

Разрушение образца в переходной зоне от испытательной муфты к образцу и вырыв образца из испытательной муфты не учитывают.

Испытания проводят с помощью испытательной машины.

#### 5.4.2 Подготовка к испытанию.

В качестве образца для испытания используют отрезок гибкой связи, концы которого усилены испытательными муфтами. Длина отрезка гибкой связи для испытания – в соответствии с нормативным документом на гибкие связи конкретного типа.

Внутренние поверхности испытательных муфт предварительно обезжиривают ацетоном. Отрезок гибкой связи крепят в испытательных муфтах с помощью компаунда холодного отверждения, состоящего из эпоксидной смолы и полиэтиленполиамина в соотношении 10:1 по массе.

Компаунд, нагретый до температуры от 30 °С до 50 °С, заливают во внутреннее отверстие испытательной муфты, предварительно

## СТО МОН 2.7–2016

нагретой до 50 °С с одной стороны и устанавливают в вертикальном положении.

Образец с испытательной муфтой оставляют на не менее чем 24 ч в вертикальном положении для просушки.

Аналогично закрепляют испытательную муфту на другом конце отрезка гибкой связи.

### 5.4.3 Проведение испытания.

Образцы для испытания устанавливают в испытательную машину и закрепляют в захватах испытательной машины таким образом, чтобы исключалось скольжение образца в процессе испытания и не происходило его разрушения в месте закрепления. Включают измерительный комплекс испытательной машины в режим испытания.

Система регистрации информации должна начать работать до начала нагружения. Скорость нагружения должна быть постоянна за все время испытания и должна обеспечивать разрушение образца за время от 1 до 10 мин. Нагрузку увеличивают до тех пор, пока не произойдет разрушение образца. Измерения деформации следует записывать до тех пор, пока нагрузка не достигнет, по крайней мере, 50% от способности к растяжению или заданной способности к растяжению.

При выскользывании образца из испытательной муфты или при разрушении образца в испытательной муфте проводят дополнительное испытание на новом образце.

### 5.4.4 Обработка результатов.

5.4.4.1 По результатам испытаний строят кривую нагружения «нагрузка-деформация».

5.4.4.2 Предел прочности при растяжении  $f_u$ , МПа, вычисляют по формуле

$$f_u = \frac{F_u}{A}, \quad (1)$$

где  $F_u$  – растягивающая нагрузка, Н;

$A$  – площадь поперечного сечения гибкой связи, мм<sup>2</sup>, вычисляемая по формуле

$$A = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4}, \quad (2)$$

где  $d_n$  – номинальный диаметр гибкой связи, мм.

5.4.4.3 Модуль упругости при растяжении  $E_1$ , МПа, вычисляют по формуле

$$E_1 = \frac{F_1 - F_2}{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \cdot A}, \quad (3)$$

где  $F_1$  – нагрузка, составляющая (50±5)% от предельной растягивающей нагрузки, Н;

$F_2$  – нагрузка, составляющая (20±5)% от предельной растягивающей нагрузки, Н;

$\varepsilon_1$  – деформация, составляющая (50±5)% от заданной способности к растяжению;

$\varepsilon_2$  – деформация, составляющая (20±5)% от заданной способности к растяжению.

5.4.4.4 Значения показателей определяют с точностью до 0,001.

5.4.4.5 Образцы гибких связей считают выдержавшими испытания, если полученные значения соответствуют показателям, указанным в таблицах 2 и 3.

5.5 Определение предела прочности при сжатии гибких связей.

5.5.1 Сущность метода.

Метод основан на разрушении образца путем приложения к нему сжимающей силы, направленной вдоль оси образца.

### 5.5.2 Подготовка к испытанию.

В качестве образца для испытания используют отрезок гибкой связи, концы которого усилены испытательными муфтами. Длина отрезка гибкой связи для испытания – в соответствии с нормативным документом на гибкие связи конкретного типа.

Готовят приспособление для испытания, состоящее из направляющей втулки, обеспечивающей возможность приложения нагрузки строго вдоль оси стержня и двух испытательных муфт, установленных на концах и обеспечивающих разрушение образца на рабочем участке.

### 5.5.3 Проведение испытания.

Образец устанавливают в приспособление для испытания. Включают измерительный комплекс испытательной машины в режим испытания.

Скорость нагружения должна быть постоянной за все время испытания. Нагрузку увеличивают до тех пор, пока не произойдет разрушение образца. Рекомендуемая скорость нагружения от 5 до 15 мм/мин.

При разрушении образца вне рабочей зоны, проводят дополнительное испытание на новом образце.

### 5.5.4 Обработка результатов.

5.5.4.1 Предел прочности при сжатии  $\sigma_{BC}$ , МПа, вычисляют по формуле

$$\sigma_{BC} = \frac{4 \cdot P_c}{\pi \cdot d^2}, \quad (5)$$

где  $P_c$  – разрушающая нагрузка, Н;

$d$  – номинальный диаметр, мм.

5.5.4.2 Значение показателей определяют с точностью до 0,001.

5.5.4.3 Образцы гибких связей считают выдержавшими испытания, если полученные значения соответствуют показателям, указанным в таблицах 2.

5.6 Определение предела прочности при изгибе гибких связей.

5.6.1 Сущность метода.

Метод основан на разрушении образца путем приложения к нему силы, направленной поперек оси образца. Сущность метода заключается в том, что образец, свободно лежащий на двух опорах, временно нагружают в середине между опорами.

5.6.2 Подготовка к испытанию.

В качестве образца для испытания используют отрезок гибкой связи. Длина отрезка гибкой связи для испытания – в соответствии с нормативным документом на гибкие связи конкретного типа.

Готовят приспособление для испытания, состоящее из двух опор и нагружающего наконечника. Расстояние между опорами должно быть регулируемым.

5.6.3 Проведение испытания.

Образец помещают на опоры, расстояние между которыми устанавливают в зависимости от диаметра образца от  $15 d_1$  до  $17 d_1$ . Включают измерительный комплекс испытательной машины в режим испытания.

Нагружение образца проводят в середине между опорами. Скорость нагружения должна быть постоянной за все время испытания. Нагрузка увеличивается до тех пор, пока не произойдет разрушение образца. Рекомендуемая скорость нагружения от 5 до 15 мм/мин.

При разрушении образца вне средней трети расстояния между опорами проводят дополнительное испытание на новом образце.

5.6.4 Обработка результатов.

5.6.4.1 Предел прочности при изгибе  $\sigma$ , МПа, вычисляют по формуле

$$\sigma = \frac{8 \cdot L_v \cdot F_d}{\pi \cdot d_H^3}, \quad (7)$$

где  $L_v$  – расстояние между опорами, мм;

$F_d$  – разрушающая нагрузка, Н.

5.6.4.2 Значение показателя определяют с точностью до 0,001.

5.6.4.3 Образцы гибких связей считают выдержавшими испытания, если полученные значения соответствуют показателю, указанному в таблице 2.

5.7 Определение предела прочности при поперечном срезе.

5.7.1 Сущность метода.

Метод основан на разрушении образца путем приложения перерезывающей силы при срезе образца по двум плоскостям.

5.7.2 Подготовка к испытанию.

В качестве образца для испытания используют отрезок гибкой связи, длина которого должна составлять не менее 300 мм.

Готовят приспособление для испытания, состоящее из держателя образца, одного верхнего и двух нижних ножей. Приспособление для испытания должно обеспечивать жесткое крепление образца по краям и срез средней части его по двум плоскостям.

5.7.3 Проведение испытания.

Образец устанавливается в приспособление для испытания. Включают измерительный комплекс испытательной машины в режим испытания. Скорость нагружения должна быть такой, чтобы срезающее напряжение увеличивалось при скорости от 30 до 60 МПа в минуту. Нагрузка прикладывают постоянно, не подвергая образец ударам. Нагружение продолжают до тех пор, пока образец не разрушится.

5.7.4 Обработка результатов.



5.7.4.1 Предел прочности при поперечном срезе  $\tau_u$ , МПа, вычисляют по формуле

$$\tau_u = \frac{P_s}{2A}, \quad (8)$$

где  $P_s$  – максимальная разрушающая нагрузка, Н;

$A$  – площадь поперечного сечения образца, мм<sup>2</sup>.

5.7.4.2 Значения показателя определяют с точностью до 0,001.

5.7.4.3 Образцы гибких связей считают выдержавшими испытания, если полученные значения соответствуют показателю, указанному в таблице 2.

5.8 Определение прочности сцепления гибких связей с бетоном.

5.8.1 Сущность метода.

Метод основан на вырыве образца из бетонного блока.

Допускается применять данный метод для определения прочности сцепления гибких связей с материалом несущего или облицовочного слоя ограждающей конструкции, подвергнутых воздействию щелочной среды.

5.8.2 Подготовка к испытанию.

В качестве образца для испытания используют отрезок гибкой связи, один конец которого заделан в бетонный цилиндр или в растворный шов кирпичной кладки, а другой усилен испытательной муфтой для соединения образца с захватом испытательной машины.

Глубина заделки образца для испытания в бетон должна быть не менее 50 мм. Оставшаяся часть образца, заделанного в бетон, покрывается поливинилхлоридом для предотвращения сцепления.

**Примечание** – Если глубина заделки не позволяет измерить прочность сцепления с бетоном, допускается увеличить глубину заделки до 90 мм.

Глубина заделки образца для испытания в растворный шов кирпичной кладки должна быть не менее 90 мм. Оставшаяся часть образ-

## СТО МОН 2.7–2016

ца, заделанного в растворный шов, покрывается поливинилхлоридом для предотвращения сцепления.

Образец для испытания должен быть прочно зафиксирован и не должен перемещаться в опалубке или растворном шве.

### 5.8.3 Проведение испытания.

Образец, заделанный в бетон или растворный шов кирпичной кладки, накрывают опорной плитой, чтобы исключить силовое воздействие на бетонный блок или фрагмент кирпичной кладки, и помещают на неподвижную траверсу испытательной машины.

Диаметр отверстия в опорной плите должен превышать диаметр образца более чем в два раза.

Конец образца, усиленный испытательной муфтой, устанавливают на подвижную траверсу испытательной машины.

Включают измерительный комплекс испытательной машины в режим испытания. Скорость нагружения образца должна быть не более 20 кН/мин или 1 мм/мин. Пошаговое увеличение нагрузки составляет не более 10% от предполагаемой разрушающей нагрузки. Образец нагружают до разрушения, включая трещины на поверхности бетонного цилиндра или пока скольжение на нагруженном конце не достигнет, по крайней мере, 2,5 мм.

В случаях, если образец разрушается при растяжении в испытательной муфте, выскользывает из испытательной муфты до того, как образец выскользнул из бетона, или если нагрузка остается постоянной из-за скольжения заделанного образца внутри бетона или расстрескивания самого бетона, то результат не учитывают, а проводят дополнительные испытания на других образцах.

### 5.8.4 Обработка результатов.

5.8.4.1 Предел прочности сцепления с материалом несущего или облицовочного слоя ограждающей конструкции  $\tau$ , МПа, вычисляют по формуле

$$\tau = \frac{F}{C_b \cdot l}$$

где  $F$  – растягивающая нагрузка, Н;

$C_b$  – длина окружности образца, мм;

$l$  – длина заделки, мм.

5.8.4.2 Значения показателя определяют с точностью до 0,001.

5.8.4.3 Образцы гибких связей считают выдержавшими испытания, если полученные значения соответствуют показателю, указанному в таблице 3.

5.9 Определение осевого выдергивающего усилия для гибких связей с анкерной гильзой.

5.9.1 Сущность метода.

Сущность метода состоит в том, что по нагрузке, прикладываемой вдоль оси анкерного соединения, определяют осевое выдергивающее усилие для гибких связей с анкерной гильзой.

5.9.2 Испытательное устройство.

Испытательное устройство, должно состоять из следующих составных элементов:

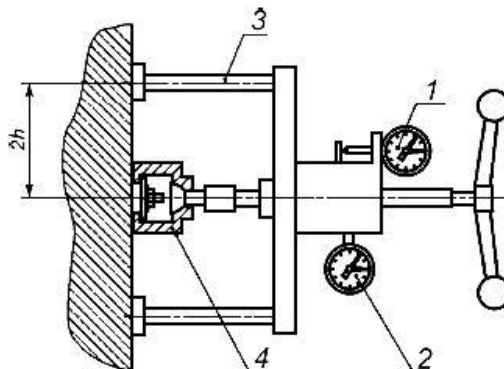
- опорной рамы, выдерживающей заданные испытательные нагрузки, с возможностью регулирования высоты опор;
- тягового элемента достаточной прочности с приспособлением для захвата головки анкера;
- домкрата или иного приспособления для создания заданной нагрузки;
- приборов для измерения прикладываемых к анкеру усилий и деформаций анкерного соединения и последующего построения по их показаниям вручную графика зависимости деформаций от нагрузки.

Испытательное устройство должно иметь возможность автоматической записи (в процессе проведения испытания) зависимости де-

## СТО МОН 2.7–2016

формаций испытываемого анкерного соединения от прикладываемой к анкеру нагрузки.

Схема испытательного устройства приведена на рисунке 1.



1 – индикатор часового типа для измерения деформаций; 2 – гидравлический манометр; 3 – регулируемые опоры; 4 – приспособление для захвата анкеров;  $h$  – глубина закрепления анкера.

Рисунок 1 – Схема испытательного устройства

Испытательное устройство должно развивать тяговое усилие, достаточное для разрушения испытываемых анкерных креплений, и иметь достаточный ход исполнительных механизмов.

Опорные элементы испытательного устройства должны иметь приспособления для регулирования его расположения, обеспечивающие с допустимой погрешностью приложение испытательной нагрузки в продольном направлении по оси анкера.

Расположение опорных элементов на расстоянии  $R_0$ , мм, вычисляют по формуле

$$R_0 = 2h, \quad (10)$$

где  $h$  – глубина закрепления анкера, мм.

### 5.9.3 Подготовка к испытанию.

В качестве образца для испытания используют гибкую связь с анкерной гильзой. Образцы для испытания устанавливают в строительное основание в соответствии с нормативной технологической или нормативной документацией.

#### 5.9.4 Проведение испытания.

Испытательное устройство располагают над смонтированным анкерным креплением, обеспечивая соосность анкера и направления приложения нагрузки, а также расстояния от оси анкера до опорных деталей устройства.

Нагружение производят равномерно с постоянной скоростью ступенями размером 0,1 от теоретического значения разрушающей нагрузки, вплоть до разрушения соединения.

На каждой ступени образец выдерживают под нагрузкой не менее времени, необходимого для снятия показаний.

На каждой ступени фиксируют максимальные значения нагрузки и соответствующие им значения перемещения распорного элемента анкера, по которым затем вручную строится график зависимости деформаций от нагрузки.

При наличии приборного обеспечения с автоматическим построением графиков нагружение выполняют равномерно с постоянной скоростью, доводя соединение до разрушения в интервале времени от 1 до 2 мин.

#### 5.9.5 Обработка результатов.

5.9.5.1 По результатам испытания строят график зависимости деформации от значения нагрузки. В качестве единичных результатов испытаний анкерного крепления принимают максимальное значение осевого выдергивающего усилия (вытягивающей нагрузки), при котором происходит полное разрушение крепления или значение нагрузки, которое на графике зависимости деформаций от нагрузок отражено

## СТО МОН 2.7–2016

резким изменением динамики зависимости деформаций от нагрузки (переломом кривой) вследствие начала проскальзывания гибкой связи с гильзой по поверхности сопряжения гильзы с основанием или вытягивания гибкой связи из гильзы.

Из общего ряда полученных при испытаниях единичных результатов исключают одно или оба крайних значения, если они явно выпадают из ряда, резко отличаясь по абсолютному значению и/или характеру разрушения.

5.9.5.2 На основе серии оставшихся единичных результатов испытаний рассчитывают среднее значение осевого выдергивающего усилия (нагрузки)  $N$ , среднее квадратическое отклонение единичных значений осевого выдергивающего усилия (нагрузки)  $S$ , и коэффициент вариации  $v$ .

Среднее значение осевого выдергивающего усилия  $N$ , кН, вычисляют по формуле

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n}, \quad (11)$$

где  $N_i$  – единичное значение осевого выдергивающего усилия в серии результатов испытаний, кН;

$n$  – число результатов в серии испытаний.

5.9.5.3 Среднее квадратическое отклонение единичных значений осевого выдергивающего усилия  $S$ , кН, вычисляют по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - N)^2}{n-1}}, \quad (12)$$

5.9.5.4 Коэффициент вариации  $v$ , %, вычисляют по формуле

$$v = \frac{S}{N} \cdot 100, \quad (13)$$

Если исключенные из общего ряда  $N_1$  выходят за пределы, равные  $(N \pm 3S)$  кН их отбраковывают. Если исключенные  $N_1$  выходят за указанные пределы, то значения  $N$ ,  $S$  и  $v$  пересчитывают по результатам всей серии единичных испытаний.

5.9.5.5 Значения показателя определяют с точностью до 0,001.

5.9.5.6 Образцы гибких связей считают выдержавшими испытания, если полученные значения соответствуют показателю, указанному в таблице 2.

5.10 Определение массы после выдержки в щелочной среде и относительный остаточный предел прочности при растяжении после выдержки в щелочной среде гибких связей.

5.10.1 Сущность метода.

Метод основан на погружении образцов в щелочной раствор температурой 60 °С, выдержке в щелочной среде в течение заданного времени и последующем испытании образцов на прочность при растяжении.

5.10.2 Подготовка к испытанию.

В качестве образца для испытания используют отрезок гибкой связи. Длина отрезка гибкой связи для испытания – в соответствии с нормативным документом на гибкие связи конкретного типа.

Торцевые поверхности образцов покрывают тонким слоем эпоксидной смолы во избежание проникновения щелочного раствора в массив гибкой связи.

Готовят щелочной раствор: 118,5 г гидроокиси кальция,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 09 г гидроокиси натрия,  $\text{NaOH}$ , и 4,2 г гидроокиси калия,  $\text{KOH}$ , на 1 л дистиллированной воды. Значение рН щелочного раствора должно быть в пределах 12,6-13.

5.10.3 Проведение испытания.

## СТО МОН 2.7–2016

Образцы маркируют и взвешивают с точностью до 0,001 г. При этом определяют начальную массу образца перед погружением  $m_0$ . Образцы помещают в щелочной раствор температурой  $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$  на 30 суток.

После выдержки в течение заданного времени образцы вынимают из щелочного раствора, промывают в дистиллированной воде, высушивают и взвешивают с точностью 0,001 г. При этом определяют массу образца после погружения  $m_1$ .

На образцы устанавливают испытательные муфты в соответствии с 5.5.2. Испытание проводят в соответствии с 5.5.3.

Уровень pH щелочного раствора измеряют до и после испытания.

Емкость с щелочным раствором, в который погружают образцы, должна быть закрыта до и во время испытания во избежание испарения воды и воздействия на раствор атмосферного углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ).

Внешний вид образца контролируют до и после испытания.

### 5.10.4 Обработка результатов.

5.10.4.1 Увеличение массы образца  $\Delta m_{ув}$  в процентах вычисляют по формуле

$$\Delta m_{ув} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (14)$$

где  $m_1$  – масса образца после погружения за период времени 1, г;

$m_0$  – начальная масса образца перед погружением, г.

5.10.4.2 Уменьшение массы образца  $\Delta m_{ум}$  в процентах вычисляют по формуле

$$\Delta m_{ум} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \cdot 100, \quad (15)$$



5.10.4.3 Относительный остаточный предел прочности при растяжении после выдержки в щелочной среде  $R_{et}$  в процентах вычисляют по формуле

$$R_{et} = \frac{F_{u2}}{F_{u1}} \cdot 100 \quad , \quad (16)$$

где  $F_{u2}$  – способность к растяжению после погружения, Н;

$F_{u1}$  – способность к растяжению до погружения, Н.

5.10.4.4 В случае если во время испытания разрушение при растяжении или выскальзывание произошло на анкерном участке, результаты не учитывают, а проводят дополнительные испытания на других образцах.

5.10.4.5 Значения показателей определяют с точностью до 0,001.

5.10.4.6 Образцы гибких связей считают выдержавшими испытания, если полученные значения соответствуют показателям, указанным в таблицах 3.

5.11 Характеристики пожарной опасности гибких связей определяют по ГОСТ 30244.

5.12 Коэффициент теплопроводности гибких связей определяют по ГОСТ 7076.

5.13 Плотность гибких связей определяют по ГОСТ 15139.

**Приложение А**  
**(справочное)**

**Сравнение «зеленых» требований к гибким связям, установленных в настоящем стандарте, с требованиями, установленными в действующих национальных стандартах, сводах правил, нормативных правовых документах**

А.1 Сравнение «зеленых» требований к гибким связям, установленных в настоящем стандарте, с требованиями, установленными в действующих национальных стандартах, сводах правил, нормативных правовых документах, приведено в таблице А.1.

Т а б л и ц а А . 1

Наименование показателя	Значение показателя в соответствии с	
	действующими нормативными документами	настоящим стандартом
1. Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С), не более	56 Для арматурной стали по ГОСТ 5781	0,50
2. Плотность, г/см <sup>3</sup> , не более	7,85 Для арматурной стали по ГОСТ 5781	2,5
3. Изменение массы после выдержки в щелочной среде, %, не более	—	2
4. Предел прочности при растяжении, МПа, не менее	1000 По ГОСТ Р 54923	1050
5. Предел прочности сцепления с бетоном, МПа, не менее	5 По ГОСТ Р 54923	8
6. Относительный остаточный предел прочности при растяжении после выдержки в щелочной среде, %, не менее	70 По ГОСТ Р 54923	80
7. Наличие документа, подтверждающего низкий уровень потенциальной опасности, обусловленный возможным влиянием наноматериалов на здоровье человека и окружающую среду, в соответствии с классифицированием по [2]	—	+

**Библиография**

- [1] «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утвержденные решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299, глава II, раздел 5, п.5.9»
- [2] МР 1.2.0016-10      Методические рекомендации. Методика классифицирования нанотехнологий и продукции nanoиндустрии по степени их потенциальной опасности

УДК 692.292

ОКС 83.120

ОКП 22 4351

---

Ключевые слова: «зеленые» стандарты в nanoиндустрии, «зеленая» нанотехнологическая продукция, нанокompозитные гибкие связи, многослойные ограждающие конструкции, оценка соответствия, требования к «зеленой» продукции, методы испытаний

---